



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ - ΤΜΗΜΑ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



Σπουδαστής : Αλαγιάννης Γεώργιος-Σπυρίδων

Θεματική ενότητα

Ενεργειακή επιθεώρηση κτηριακής μονάδας

Εξειδίκευση θέματος

Ενεργειακή επιθεώρηση κτηριακής μονάδας

ΗΡΑΚΛΕΙΟ
2017



1. Κατάλογος Περιεχομένων

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | Κατάλογος Περιεχομένων | 2 |
| 2. | Περίληψη στα Αγγλικά..... | 6 |
| 3. | Στάθμη των Γνώσεων (State of the Art)..... | 7 |
| 4. | Βιβλιογραφική Τεκμηρίωση Τεχνολογίας..... | 8 |
| 5.1 | Στάδια μελέτης ενεργειακής επιθεώρησης..... | 8 |
| 5.2 | Ασθενέστερες μελέτες προσέγγισης ενεργειακής επιθεώρησης | 8 |
| 5. | Εισαγωγή | 9 |
| 6. | Ηλιακό πεδίο..... | 10 |
| 6.1 | Περιγραφή εγκατάστασης και λειτουργίας ηλιακών πεδίων | 10 |
| 6.2 | Μελέτη ηλιακής γεωμετρίας ξενοδοχειακής μονάδας | 14 |
| 6.2.1 | Υπολογισμός εξίσωσης χρόνου (Et) και προσέγγιση διαφοράς ηλιακού χρόνου (h) | 16 |
| 6.2.5 | Γραφικές παραστάσεις ηλιακής ακτινοβολίας και συμπεράσματα | 19 |
| 6.2.6 | Υπολογισμοί συστήματος ηλιακών και χρήσιμα συμπεράσματα | 20 |
| 6.2.7 | Υπολογισμός ικανότητας εκπομπής επίπεδης επιφάνειας..... | 20 |
| 6.2.8 | Υπολογισμός ωφέλιμης μηνιαίας συλλεγόμενης θερμικής ισχύος και στιγμιαίας απόδοσης συστήματος..... | 21 |
| 6.2.9 | Υπολογισμός απαιτούμενου μηνιαίου φορτίου παροχής ζεστού νερού (Lw) | 23 |
| 6.2.10 | Υπολογισμός συντελεστών X,Y | 24 |
| 6.2.11 | Υπολογισμός ποσοστού κάλυψης, συνολικού ετήσιου φορτίου και μέσης ετήσιας κάλυψης..... | 25 |
| 7. | Μεγάλη αφαλατική μονάδα..... | 26 |
| 7.1 | Αρχή λειτουργίας | 27 |
| 7.1.1 | Δίκτυο μεταφοράς νερού | 28 |
| 7.2 | Τεχνικά χαρακτηριστικά και ποιότητα παραγόμενου νερού..... | 28 |
| 7.3 | Χωροθέτηση μεγάλης αφαλάτωσης..... | 29 |
| 7.4 | Υδραυλικά και Μηχανολογικά στοιχεία μεγάλης αφαλάτωσης | 29 |
| 7.5 | Αναλυτική αναφορά στην κατασκευή του δικτύου | 30 |
| 7.6 | Στοιχεία αντλιών αντλητικής εγκατάστασης μεγάλης αφαλάτωσης..... | 30 |
| 7.7 | Υδραυλικά όργανα ελέγχου / Λοιπός μηχανολογικός εξοπλισμός | 33 |
| 7.8 | Ενσωματωμένο σύστημα χημικού καθαρισμού..... | 33 |
| 7.9 | Ηλεκτρολογικός – Ηλεκτρονικός εξοπλισμός | 34 |
| 7.10 | Όργανα μέτρησης και ελέγχου..... | 34 |
| 7.11 | Λοιποί αυτοματισμοί..... | 35 |
| 7.12 | Μελέτη σωληνογραμμής μεγάλης αφαλάτωσης και προσδιορισμός τοπικών και γραμμικών απωλειών..... | 35 |
| 7.12.1 | Μελέτη τμήματος κατακόρυφης σωλήνωσης φίλτρου | 36 |
| 7.12.2 | Μελέτη τμήματος κεντρικής σωλήνωσης έως υποδοχείς κολλεκτέρ | 37 |
| 7.12.3 | Μελέτη σωληνογραμμής από κολλεκτέρ έως υποδοχή αντλίας..... | 38 |
| 7.12.4 | Μελέτη σωληνογραμμής από έξοδο αντλίας έως υποδοχή αμμόφιλτρου | 39 |
| 7.12.5 | Μελέτη διαστολής σημείων διαστολής σωληνογραμμής | 40 |
| 7.12.6 | Μελέτη σωληνογραμμής από δεύτερο σημείο διαστολής έως πρώτο αμμόφιλτρο..... | 40 |
| 7.12.7 | Μελέτη σωληνογραμμής από έξοδο πρώτου αμμοφίλτρου έως υποδοχή δεύτερου φίλτρου | 41 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|--|----|
| 7.12.8 Μελέτη σωληνογραμμής από έξοδο δεύτερου αμμοφίλτρου έως μονάδα επεξεργασίας εντός κοντέινερ..... | 43 |
| 7.12.9 Μελέτη σωληνογραμμής εντός κοντέινερ..... | 44 |
| 7.12.10 Μελέτη σωληνογραμμής μέχρι σημείο διαστολής εντός κοντέινερ..... | 45 |
| 7.12.11 Μελέτη σωληνογραμμής από σημείο διαστολής μέχρι σημείο διαστολής πριν στην είσοδο της χημικής διαδικασίας..... | 46 |
| 7.12.12 Μελέτη σωληνογραμμής διαδικασίας χημικού καθαρισμού..... | 47 |
| 7.12.13 Μελέτη σωληνογραμμής δοσομέτρησης..... | 47 |
| 7.12.14 Μελέτη σωληνογραμμής εξόδου από κοντέινερ επεξεργασίας έως τη πρώτη δεξαμενή αποθήκευσης..... | 48 |
| 7.12.15 Μελέτη σωληνογραμμής εξόδου από κοντέινερ επεξεργασίας έως τη δεύτερη δεξαμενή αποθήκευσης..... | 49 |
| 7.13 Αντλίες μεγάλης αφαλάτωσης..... | 50 |
| 7.13.1 Αντλία παραλαβής θαλασσινού νερού..... | 50 |
| 7.13.2 Αντλία προσαγωγής νερού στη διαδικασία χημικού καθαρισμού..... | 52 |
| 7.13.3 Αντλία δοσομετρικής διαδικασίας..... | 54 |
| 7.13.4 Εναλλάκτης πίεσης αφαλατικής εγκατάστασης..... | 56 |
| 7.13.5 Συνολικό δίκτυο μεγάλης αφαλάτωσης..... | 57 |
| 7.14 Οικονομική προσέγγιση μεγάλης αφαλάτωσης..... | 58 |
| 8. Μικρή αφαλατική μονάδα..... | 59 |
| 8.1 Αρχή λειτουργίας μικρής αφαλάτωσης..... | 59 |
| 8.2 Τεχνικές προδιαγραφές μικρής αφαλατικής μονάδας..... | 61 |
| 8.3 Μελέτη σωληνογραμμών δικτύου. Μελέτη από 1η γεώτρηση μέχρι δεξαμενή Κουρητών..... | 62 |
| 8.3.1 Μελέτη σωληνογραμμής από 2 ^η γεώτρηση μέχρι δεξαμενή Κουρητών..... | 63 |
| 8.3.2 Μελέτη σωληνογραμμής από 3η γεώτρηση μέχρι δεξαμενή Κουρητών..... | 64 |
| 8.3.3 Μελέτη σωληνογραμμής από δεξαμενή Κουρητών μέχρι πηγάδι πάρκινγκ..... | 64 |
| 8.3.4 Μελέτη σωληνογραμμής από πηγάδι πάρκινγκ μέχρι δεξαμενή πάρκινγκ..... | 65 |
| 8.3.5 Μελέτη σωληνογραμμής από δεξαμενή πάρκινγκ μέχρι κολλεκτέρ..... | 67 |
| 8.3.6 Μελέτη σωληνογραμμής από κολλεκτέρ μέχρι 1ο φίλτρο..... | 68 |
| 8.3.7 Μελέτη σωληνογραμμής από έξοδο 1ου φίλτρου μέχρι διεργασία αφαλάτωσης..... | 69 |
| 8.3.8 Μελέτη σωληνογραμμής από διεργασία αφαλάτωσης μέχρι υποδοχή 2ου φίλτρου..... | 70 |
| 8.3.9 Μελέτη σωληνογραμμής δοσομέτρησης..... | 71 |
| 8.3.10 Μελέτη σωληνογραμμής από διαδικασία δοσομέτρησης μέχρι δεξαμενές αποθήκευσης..... | 72 |
| 8.3.11 Μελέτη σωληνογραμμής από σημείο διαστολής μέχρι δεύτερη δεξαμενή αποθήκευσης..... | 73 |
| 8.4 Μελέτη αντλιών δικτύου. Μελέτη μεταφοράς νερού από 1 ^η γεώτρηση σε δεξαμενή Κουρητών..... | 74 |
| 8.4.1. Αντλία μεταφοράς νερού από 2η γεώτρηση σε δεξαμενή Κουρητών..... | 76 |
| 8.4.2 Αντλία μεταφοράς νερού από 3η γεώτρηση σε δεξαμενή Κουρητών..... | 78 |
| 8.4.3 Αντλία μεταφοράς νερού από δεξαμενή Κουρητών σε δεξαμενή πάρκινγκ..... | 80 |
| 8.4.4 Αντλία μεταφοράς νερού από πηγάδι πάρκινγκ σε δεξαμενή πάρκινγκ..... | 82 |
| 8.4.5 Αντλία μεταφοράς δεξαμενή πάρκινγκ σε 1ο φίλτρο..... | 84 |
| 8.4.6 Αντλία δοσομετρικής διαδικασίας..... | 86 |
| 8.4.7 Πιεστικό συγκρότημα μικρής αφαλάτωσης..... | 88 |
| 8.4.8 Συνολικό δίκτυο μικρής αφαλάτωσης..... | 92 |
| 8.4.9 Οικονομική προσέγγιση μικρής αφαλάτωσης..... | 93 |
| 8.5 Πρόταση βελτιστοποίησης μικρής αφαλατικής μονάδας..... | 93 |
| 8.5.1 Οικονομική υπόσταση πρότασης βελτιστοποίησης..... | 94 |
| 9. Κεντρικό σύστημα ελέγχου (BMS)..... | 95 |
| 10. Καταναλώσεις CANDIA MARIS..... | 96 |
| 10.1 Αφίξεις ατόμων τη θερινή περίοδο..... | 96 |



**ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

| | |
|--|-----|
| 10.2 Καταναλώσεις νερού ξενοδοχειακής μονάδας..... | 97 |
| 10.3 Καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος ξενοδοχειακής μονάδας..... | 100 |
| 10.4 Καταναλώσεις υγραερίου (LPG) ξενοδοχειακής μονάδας | 104 |
| 10.5 Καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος AEGEO SPA..... | 107 |
| 10.6 Καταναλώσεις λεβήτων και αντλίας θερμότητας ξενοδοχείου..... | 109 |
| 10.7 Οικονομική προσέγγιση κατανάλωσης λεβήτων και αντλίας θερμότητας..... | 111 |
| 10.8 Καταναλώσεις εναλλακτών ξενοδοχείου..... | 112 |
| 10.9 Οικονομική προσέγγιση κατανάλωσης εναλλακτών | 118 |
| 10.10 Καταναλώσεις υπολοίπων μηχανολογικών εξοπλισμών ξενοδοχείου..... | 119 |
| 10.11 Οικονομική προσέγγιση ολόκληρου του μηχανολογικού εξοπλισμού | 120 |
| 11. Λέβητες | 121 |
| 11.1 Υπολογισμός απώλειες θερμότητας λεβήτων υγραερίου | 125 |
| 11.1.1 Υπολογισμός απώλειες θερμότητας λεβήτων πετρελαίου..... | 125 |
| 11.2 Πρόταση αντικατάστασης λέβητα υγραερίου Global 500 | 126 |
| 11.2.1 Οικονομική προσέγγιση καταναλώσεων λεβήτων κατά τη λειτουργία τους | 127 |
| 11.2.2 Οικονομική προσέγγιση καταναλώσεων λεβήτων κατά τη κατανάλωση καύσιμης ύλης..... | 128 |
| 11.2.3 Συνολικά έξοδα λέβητα βιομάζας..... | 130 |
| 11.2.4 Λειτουργικές δαπάνες προτεινόμενης αντικατάστασης | 131 |
| 11.2.5 Καθαρές ταμειακές ροές προτεινόμενης αντικατάστασης | 132 |
| 11.2.6 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης και NPV | 134 |
| 11.3 Πρόταση αντικατάστασης λέβητα υγραερίου Global 400 | 135 |
| 11.3.1 Οικονομική προσέγγιση καταναλώσεων λεβήτων κατά τη λειτουργία τους | 136 |
| 11.3.2 Οικονομική προσέγγιση καταναλώσεων λεβήτων κατά τη κατανάλωση καύσιμης ύλης..... | 138 |
| 11.3.3 Συνολικά έξοδα λέβητα βιομάζας..... | 141 |
| 11.3.4 Λειτουργικές δαπάνες προτεινόμενης αντικατάστασης | 142 |
| 11.3.5 Καθαρές ταμειακές ροές προτεινόμενης αντικατάστασης | 143 |
| 11.3.6 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης και NPV | 146 |
| 12. Πισίνες..... | 148 |
| 12.1 Περιγραφή κολυμβητικών δεξαμενών ξενοδοχείου και Aegeo Spa..... | 148 |
| 12.2 Αρχή λειτουργίας πισινών του Aegeo Spa..... | 148 |
| 12.2.1 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά χαμηλού και υψηλού Jacuzzi | 149 |
| 12.3 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά πισίνας γυμναστηρίου | 158 |
| 12.3.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας υψηλού Jacuzzi | 159 |
| 12.4 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά πισίνας Thalasso..... | 163 |
| 12.4.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας υψηλού Jacuzzi | 164 |
| 12.5 Επιθυμητές θερμοκρασίες και δοσοληψίες δεξαμενών Aegeo Spa..... | 168 |
| 12.6 Αρχή λειτουργίας πισινών ξενοδοχείου..... | 168 |
| 12.6.1 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά πισίνας Πόλο..... | 169 |
| 12.6.2 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά κεντρικής πισίνας..... | 171 |
| 12.6.3 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά πισίνας Relax | 174 |
| 12.6.4 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά θερμαινόμενης πισίνας..... | 177 |
| 12.6.5 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά μικρών πισινών δωματίων 900-901 των Bungalows | 182 |
| 12.6.6 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά μικρών πισινών δωματίων 902-907 των Bungalows | 185 |
| 12.7 Επιθυμητές θερμοκρασίες και δοσοληψίες πισινών ξενοδοχείου..... | 187 |
| 12.8 Σωληνώσεις και ηλεκτρολογικοί πίνακες μηχανοστασίων..... | 188 |
| 13. ΨΥΞΗ..... | 189 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|---|-----|
| 13.1 Αρχή λειτουργίας συστημάτων VRV (κτήρια Bungalows)..... | 189 |
| 13.2 Αρχή λειτουργίας ψυκτών συντήρησης και κατάψυξης..... | 190 |
| 13.3 Αρχή λειτουργίας Chiller ψύξης ρευστού..... | 192 |
| 13.4 Αρχή λειτουργίας fan coil δωματίων..... | 195 |
| 13.5 Αρχή λειτουργίας πύργων ψύξεως..... | 195 |
| 14. ΦΩΤΙΣΜΟΣ..... | 198 |
| 14.1 Πρόταση εξοικονόμησης ενέργειας από λαμπτήρες..... | 198 |
| 14.2 Κοστολόγηση συμβατικής και προτεινόμενης κατάστασης..... | 204 |
| 14.2.1 Συνολικά κόστη αντικατάστασης λαμπτήρων..... | 205 |
| 14.2.2 Λειτουργικές δαπάνες αντικατάστασης..... | 206 |
| 14.2.3 Καθαρές ταμειακές ροές προτεινόμενης αντικατάστασης λαμπτήρων..... | 208 |
| 14.2.4 Υπολογισμός ετήσιων κερδών αντικατάστασης..... | 209 |
| 14.2.5 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης και παρούσα αξία..... | 210 |
| 15. ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ..... | 212 |
| 15.1 Οικονομική προσέγγιση καταναλώσεων ανελκυστήρων ξενοδοχείου..... | 212 |
| 15.2 Συνολικά έξοδα προτεινόμενης κατάστασης..... | 213 |
| 15.3 Λειτουργικές δαπάνες προτεινόμενης αντικατάστασης..... | 214 |
| 15.4 Καθαρές ταμειακές ροές προτεινόμενης αντικατάστασης..... | 215 |
| 15.5 Υπολογισμός ετήσιων κερδών από αντικατάσταση..... | 216 |
| 15.6 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης και NPV..... | 217 |
| 16. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ..... | 219 |
| 16.1 Απώλειες αερισμού τοιχοποιίας ξενοδοχειακής μονάδας..... | 221 |
| 16.2 Υπολογισμός εμβαδών επιφανειών και μεταφορά θερμότητας..... | 222 |
| 16.3 Υπολογισμός μεταφοράς θερμότητας δομικών στοιχείων από τους χώρους του ξενοδοχείου..... | 223 |
| 16.4 Υπολογισμός ηλιακών κερδών δομικών στοιχείων ξενοδοχείου..... | 224 |
| 16.5 Υπολογισμός ηλιακών κερδών και συνολικών φορτίων από ηλιακά κέρδη..... | 224 |
| 16.6 Υπολογισμός φορτίων θέρμανσης και ψύξης..... | 225 |
| 16.7 Προσδιορισμός συνολικών απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης..... | 225 |
| 16.8 Ψυκτικά και θερμικά φορτία θέρμανσης..... | 226 |
| 16.9 Ποσοστό κάλυψης φορτίων από υφιστάμενο μηχανολογικό εξοπλισμό..... | 227 |
| 16.10 Ετήσια κοστολόγηση λειτουργίας μηχανολογικού εξοπλισμού για κάλυψη φορτίων..... | 228 |
| 16.11 Πρόταση συστήματος ηλιακού κλιματισμού..... | 229 |
| 16.12 Πρόταση εγκατάστασης Φ/Β σταθμού..... | 230 |
| 16.12.1 Αρχικοί υπολογισμοί επί του Φ/Β σταθμού..... | 230 |
| 16.12.2 Εύρεση μέση μηνιαίας ενεργού θερμοκρασίας κυψελίδας και λόγου επίδοσης Φ/Β σταθμού..... | 231 |
| 16.12.3 Εύρεση συντελεστή ισχύος Φ/Β σταθμού και παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας..... | 231 |
| 16.12.4 Συγκεντρωτικός πίνακας υπολογισμού Φ/Β σταθμού..... | 231 |
| 16.12.5 Χρησιμότητα εγκατάστασης Φ/Β σταθμού..... | 232 |
| 16.12.6 Οικομοτεχνική προσέγγιση Φ/Β σταθμού..... | 233 |
| 16.12.7 Συνολικά έξοδα προτεινόμενης κατάστασης..... | 233 |
| 16.12.8 Λειτουργικές δαπάνες προτεινόμενης αντικατάστασης..... | 235 |
| 16.12.9 Καθαρές ταμειακές ροές προτεινόμενης αντικατάστασης..... | 237 |
| 16.12.10 Υπολογισμός ετήσιων κερδών από αντικατάσταση..... | 239 |
| 16.12.11 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης και NPV..... | 240 |
| 17. Κατάλογος πινάκων..... | 242 |
| 18. Κατάλογος Γραφημάτων..... | 247 |
| 19. Κατάλογος Εικόνων..... | 248 |
| 20. Βιβλιογραφία..... | 249 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

2. Περίληψη στα Αγγλικά

This paper presents a complete energy study on the five – star hotel complex Candia Maris, which has been thoroughly studied in terms of energy yield and consumption. The main objective is the identification of the best possible cost-saving method and the reduction of hotel costs.

The first part of the paper sets out the hotel's current mechanical and electrical equipment, along with the respective full report of their consumption and economic impact. Damages incurred by the hotel were checked and replacement and saving solutions were suggested. Subsequently, the energy loss of the current hotel boilers was taken into account, their consumptions were calculated and a replacement solution was suggested, upon presentation of a feasibility study and the relevant financial indicators.

Various investigations were also conducted into the hotel air conditioning and cooling units, by approaching the rates of consumption and economic impact. Saving solutions were again suggested, always aiming at the hotel's interest. A solar geometry investigation was conducted next, in compliance with the complex's orientation and azimuth. The solar geometry revealed the useful solar loads within the hotel premises and the swimming pools that shall be collected and the respective heating and cooling optimization suggestions were adjusted thereto.

The last part of the paper presents the studies on the losses of ventilation system, of thermal and cooling loads of the hotel's building blocks. The series of calculations on the programming environment of TRNSYS program are indicated and their results are presented along with their evaluation.

Keywords: heat transfer coefficient, average temperature Heraklion, conductivity of building materials, thermal solar geometry gains, solar panels, useful power machinery, power consumption, masonry layers, existing boilers, cooling towers, heating and cooling loads



3. Στάθμη των Γνώσεων (State of the Art)

Μια ενεργειακή επιθεώρηση κτηριακής μονάδας έχει ως σκοπό τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του εκάστοτε κτηρίου για την εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων των κτιρίων για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και για ζεστό νερό χρήσης. Προσεγγίζονται και υπολογίζονται τα θερμικά και ψυκτικά αποβαλλόμενα φορτία αλλά και αυτά που προσδίδονται εντός της μονάδας.

Μια ολοκληρωμένη ενεργειακή μελέτη ξενοδοχειακής μονάδας αποτελείται από διάφορα στάδια τα οποία συσχετίζονται ή λειτουργούν παράλληλα μεταξύ τους. Τα στάδια αυτά είναι :

1. Η ανάλυση των υφιστάμενων συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού
2. Η καταγραφή υφιστάμενου εξοπλισμού και ενεργειακών καταναλώσεων κτηρίου
3. Ο προσδιορισμός του προσανατολισμού της μονάδας και οι υπολογισμοί συντελεστών διαπερατότητας των δομικών στοιχείων και κελύφους
4. Η μελέτη ηλιακής γεωμετρίας και υπολογισμός ηλιακών κερδών των πισινών και των χώρων λόγω ανοιγμάτων
5. Οι προτάσεις βελτιστοποίησης και ενεργειακής εξοικονόμησης

Συνεπώς, στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για την σωστή λειτουργία του εκάστοτε κτηρίου με γνώμονα το περιβάλλον και τις οικονομικές επιπτώσεις. Ο στόχος αυτός επιτυγχάνεται μέσω :

1. Του βιοκλιματικού αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, αξιοποιώντας τη θέση του κτηρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία αναπροσανατολισμό όψης
2. Της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και με την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων
3. Της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση(ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας
4. Της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου προκειμένου να ελέγχεται και να περιορίζεται η άσκοπη λειτουργία των Η/Μ εγκαταστάσεων.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

4. Βιβλιογραφική Τεκμηρίωση Τεχνολογίας

5.1 Στάδια μελέτης ενεργειακής επιθεώρησης

Ενεργειακή επιθεώρηση νοείται η εκτίμηση των καταναλώσεων ενέργειας, των ασθενών παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου. Με τη διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης σε ένα κτίριο σχηματίζεται ορθή εικόνα της κατάστασης του κτιρίου και συνήθως προτείνονται μέτρα βελτιστοποίησης που αν εφαρμοστούν θα μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας με άμεση συνέπεια το οικονομικό όφελος για τον ιδιοκτήτη του κτιρίου.

Μια ολοκληρωμένη ενεργειακή επιθεώρηση αποτελείται από τρεις βασικές τουλάχιστον μελετητικές ομάδες, οι οποίες είναι :

- Προσέγγιση αποβαλλόμενων και απαραίτητων θερμικών και ψυκτικών φορτίων μονάδας
- Εύρεση ηλιακών κερδών της προ μελέτης μονάδας
- Αξιολόγηση και προτάσεις βελτιστοποίησης με κύριο στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας

1. www.Architech.gr
2. www.Energyin.gr
3. www.ΥΠΑΠΕΝ.gr

5.2 Ασθενέστερες μελέτες προσέγγισης ενεργειακής επιθεώρησης

Για ακριβέστερες συνιστώσες καταναλώσεων και απαιτούμενης παραγωγής ενέργειας για κάλυψη βασικών αναγκών ορισμένες νέες υπό κατηγορίες μελέτης είναι οι ακόλουθες :

- Έλεγχος αντλητικών συστημάτων και παραμέτρων λειτουργίας τους
- Αξιολόγηση υφιστάμενων αν υπάρχουν συστημάτων ανανεώσιμων πηγών
- Μελέτη ηλιακής γεωμετρίας κτηριακής μονάδας
- Αναλυτική μελέτη συστημάτων φωτισμού και καταναλώσεων

1. www.Civiltech.gr
2. www.el.wikipedia.org
3. www.easyKenak.gr



5. Εισαγωγή

Η πεντάστερη ξενοδοχειακή μονάδα βρίσκεται στη πόλη του Ηράκλειου τη πρωτεύουσα της Κρήτης. Για αιώνες ήταν γνωστό με το όνομα Κάντια, μία βενετσιάνικη παραλλαγή της προγενέστερης ελληνικής ονομασίας Χάνδαξ (Χάνδακας), η οποία με τη σειρά της προέρχεται από το αραβικό *ḡabḡ al-ḡandaq*. Έτσι η ξενοδοχειακή μονάδα υιοθέτησε το συγκεκριμένο όνομα και το διατηρεί μέχρι και σήμερα.

Το Candia Maris είναι χτισμένο πάνω στην παραλία τη Αμμουδάρας, πολύ κοντά στην πόλη του Ηρακλείου και το διεθνές αεροδρόμιο. Η τοποθεσία είναι ιδανική για αυτούς που θέλουν να εξερευνήσουν την Ανατολική και Δυτική πλευρά του νησιού. Φιλοξενεί ανά έτη πολλούς χιλιάδες τουρίστες οι οποίοι συνδυάζουν τις διακοπές τους με τη χαλαρότητα και την ευεξία που προσφέρει η πόλη του Ηρακλείου και οι υπηρεσίες του ξενοδοχείου.

Η ξενοδοχειακή μονάδα με τις εγκαταστάσεις που διαθέτει ικανοποιεί διαφόρων ειδών δεξιότητες και χόμπι, καλύπτοντας πλήρως κάθε πιθανή πεποίθηση του τουριστικού πληθυσμού που φιλοξενεί. Και αυτό επιτυγχάνεται προσφέροντας στιγμές χαλάρωσης και διασκέδασης. Συγκεκριμένα διαθέτει :

- Πλήρως εξοπλισμένα γυμναστήρια,
- Γήπεδο τένις,
- Γήπεδο σκουός
- Κανό
- Μπιλιάρδο
- Ενοικιαζόμενα ποδήλατα για ποδηλασία στους χώρους του ξενοδοχείου
- Γήπεδο τένις
- Τοξοβολία
- Γήπεδο ποδοσφαίρου,
- Beach volley στη περιοχή της παραλίας που το περιβάλλει
- Spa και θαλασσοθεραπεία
- Γήπεδο Golf

Μια τόσο μεγάλη ξενοδοχειακή μονάδα καταναλώνει μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος και ενέργειας. Από περιβαλλοντολογικής πλευράς τα λύματα τα οποία αποβάλλει είναι μεγάλου όγκου και ποσότητας και τα συστήματα που χρησιμοποιεί θα πρέπει να βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση και συνεργασία με το περιβάλλον.

Έτσι, πραγματοποιήθηκε εξειδικευμένη ενεργειακή μελέτη καταναλώσεων και παραγωγής ενέργειας της ξενοδοχειακής μονάδας και προτάθηκαν λύσεις βελτιστοποίησης και εξοικονόμησης.



6. Ηλιακό πεδίο

6.1 Περιγραφή εγκατάστασης και λειτουργίας ηλιακών πεδίων

Το ξενοδοχείο διαθέτει ένα μηχανοστάσιο στο οποίο έχουν εγκατασταθεί 12 θερμοδοχεία συνολικού όγκου $60 \text{ [m}^3\text{]}$ τα οποία τροφοδοτούνται από τέσσερα ηλιακά πεδία αποτελούμενα από 900 ηλιακούς συλλέκτες υψηλής απόδοσης και συνολικής επιφάνειας $2.538 \text{ [m}^2\text{]}$. Τα πεδία αυτά είναι κατασκευασμένα σε υπαίθριο χώρο πλησίον της Ξενοδοχειακής μονάδας, ενώ οι συλλέκτες είναι τοποθετημένοι με κλίση 27 μοιρών έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή απόδοση του συστήματος και κατά την χειμερινή περίοδο.

Στο ίδιο μηχανοστάσιο, υπάρχουν θερμικές αποθήκες συνολικής χωρητικότητας $60 \text{ [m}^3\text{]}$ οι οποίες λειτουργούν σε κλειστό κύκλωμα με τους ηλιακούς συλλέκτες αλλά και με τρεις πλακοειδής εναλλάκτες θερμότητας οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στους χώρους του κεντρικού μηχανοστασίου και λεβητοστασίου του Κέντρου Θαλασσοθεραπείας και μεταφέρουν θερμική ενέργεια για τη θέρμανση του νερού χρήσης του Ξενοδοχείου, του Club House και της Θαλασσοθεραπείας, του θαλασσινού νερού και την κάλυψη των θερμικών αναγκών των κολυμβητικών δεξαμενών. Όσον αφορά το κλειστό πρωτεύον κύκλωμα, διαθέτει δύο μονάδες ηλεκτροχημικής κατανάλωσης οξυγόνου (Oxyfree) έτσι ώστε να μην υφίσταται πρόβλημα διάβρωσης τόσο στις θερμικές αποθήκες που είναι από κοινό χαλυβδόελασμα όσο και στους χάλκινους ηλιακούς συλλέκτες. Στο δευτερεύον (ανοικτό) κύκλωμα υπάρχουν επίσης θερμικές αποθήκες με τη μορφή μεταλλικών θερμοδοχείων. Πιο συγκεκριμένα στις θερμικές αποθήκες της Θαλασσοθεραπείας χωρητικότητας $10 \text{ [m}^3\text{]}$, διατηρείται το θαλασσινό νερό σε θερμοκρασία $40 - 45 \text{ [}^\circ\text{C]}$ τροφοδοτώντας τις μπανιέρες και τον λοιπό εξοπλισμό του κέντρου Θαλασσοθεραπείας. Στο κύκλωμα αυτό υφίσταται και δεύτερος εναλλάκτης που τροφοδοτείται από τους υφιστάμενους καυστήρες (back up) οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τη διόρθωση θερμοκρασίας ή και την 100% κάλυψη των αναγκών σε περίπτωση συννεφιάς. Όλα τα θερμοδοχεία του ανοιχτού κυκλώματος (γλυκού και θαλασσινού) διαθέτουν εσωτερική βαφή και σύστημα καθοδικής προστασίας με επιβαλλόμενο ρεύμα με αυτόματο έλεγχο δυναμικού για την απόλυτη προστασία τους από την διάβρωση.

Στο κεντρικό μηχανοστάσιο είναι εγκατεστημένα 10 θερμοδοχεία των $9 \text{ [m}^3\text{]}$ ενώ προστέθηκαν και άλλα 4 νέα των 3000 [lt] αυξάνοντας έτσι τον αποθηκευμένο όγκο θερμού νερού στα $21 \text{ [m}^3\text{]}$. Επιπλέον στα θερμοδοχεία είναι εγκατεστημένο σύστημα καθοδικής προστασίας. Επιπλέον τα δοχεία αυτά τροφοδοτούνται με νερό από μία δεξαμενή αφαλατωμένου προθερμασμένου νερού που υπάρχει όγκου $190 \text{ [m}^3\text{]}$. Η προθέρμανση αυτή γίνεται με χρήση εναλλάκτη ανάκτησης από ψύκτες.

Για την επίτευξη της μέγιστης δυνατής εξοικονόμησης θερμού νερού, υπάρχουν ρυθμιστικές βάνες σε όλη την υδραυλική εγκατάσταση διασύνδεσης αλλά και συλλεκτών διανομής με σκοπό την καλύτερη δυνατή ανακυκλοφορία του θερμού νερού. Οι ρυθμιστικές βάνες αυτές ελαχιστοποιούν την ανακυκλοφορία του θερμού νερού στο κτίριο προκειμένου να μειωθούν έτσι οι απώλειες του δικτύου διανομής και ρυθμίζουν τις επιστροφές στα θερμοδοχεία προκειμένου να υπάρχει σωστή θερμοκρασιακή διαβάθμιση και λειτουργία του καυστήρα μόνο όταν έχουν εξαντληθεί όλα τα θερμικά αποθέματα των δεξαμενών στην θερμοκρασία ζήτησης.

Επιπροσθέτως με κεντρικό σύστημα διαχείρισης η συνολική ηλιακή ενέργεια που παραλαμβάνεται από τα πεδία κατανέμεται στις τρεις χρήσεις (παραγωγή θερμού νερού στο κεντρικό μηχανοστάσιο, παραγωγή θερμού θαλασσινού νερού, θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών) ανάλογα και τη ζήτηση. Έτσι επιτυγχάνεται η βέλτιστη δυνατότητα αξιοποίησης του συνόλου της ενέργειας ανεξάρτητα από τη ζήτηση του κάθε μεμονωμένου θερμικού φορτίου. Τέλος, στα πλαίσια της εξοικονόμησης, έχουν εγκατασταθεί υφιστάμενοι πύργοι ψύξης με τέσσερις πλακοειδείς εναλλάκτες τιτανίου οι οποίοι



**ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

ψύχονται με θαλασσινό νερό. Οι εναλλάκτες τροφοδοτούνται με θαλασσινό νερό από μια συστοιχία πέντε αντλιών. Ο έλεγχος της παροχής των αντλιών είναι θερμοκρασιακός και βασίζεται τη διαφορά θερμοκρασίας του θαλασσινού νερού κατά την είσοδο και έξοδο του από τον εναλλάκτη. Παράλληλα, η συνολική ρύθμιση γίνεται με PLC.



Εικόνα 6.1.1 Πρώτο ηλιακό πεδίο



Εικόνα 6.1.2 Δεύτερο ηλιακό πεδίο



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Εικόνα 6.1.3 Τρίτο ηλιακό πεδίο



Εικόνα 6.1.4 Τέταρτο ηλιακό πεδίο



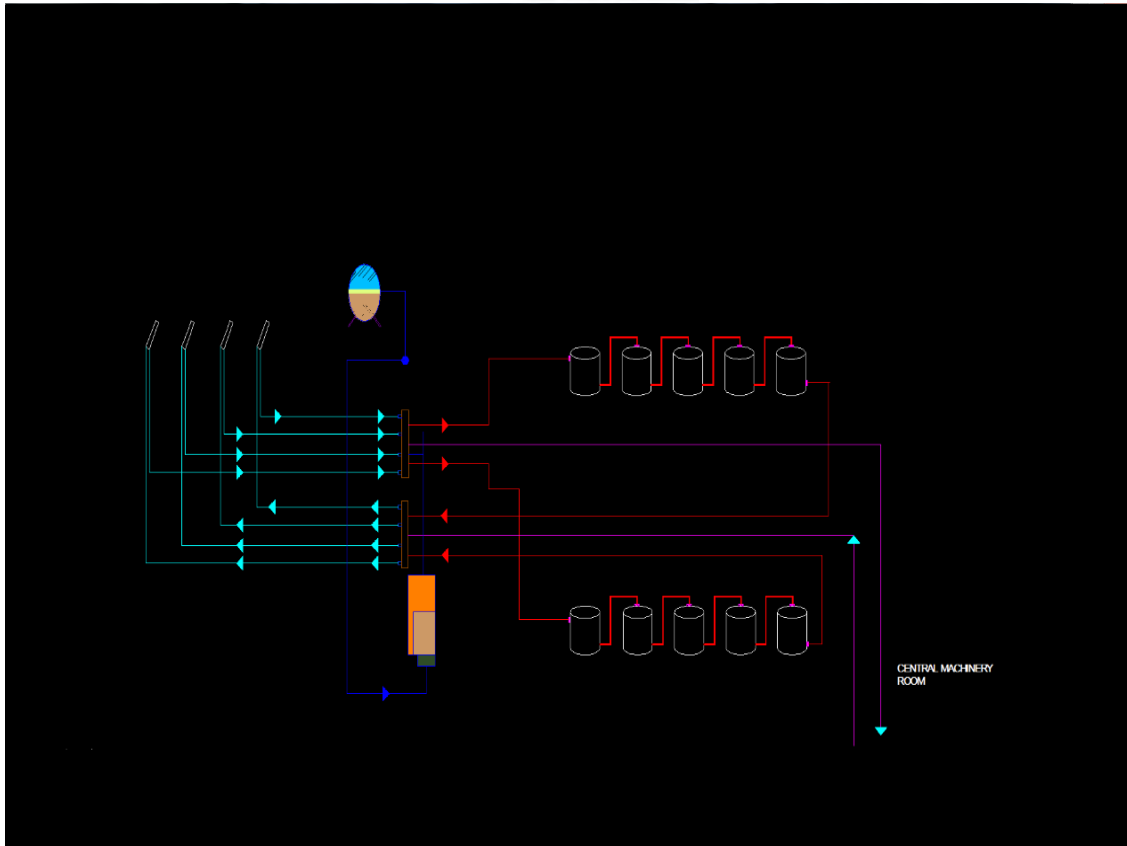
ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Εικόνα 6.1.5 Θερμοδοχεία ζεστού νερού ηλιακών πεδίων



Εικόνα 6.1.6 Πιεστικό συγκρότημα ηλιακών πεδίων



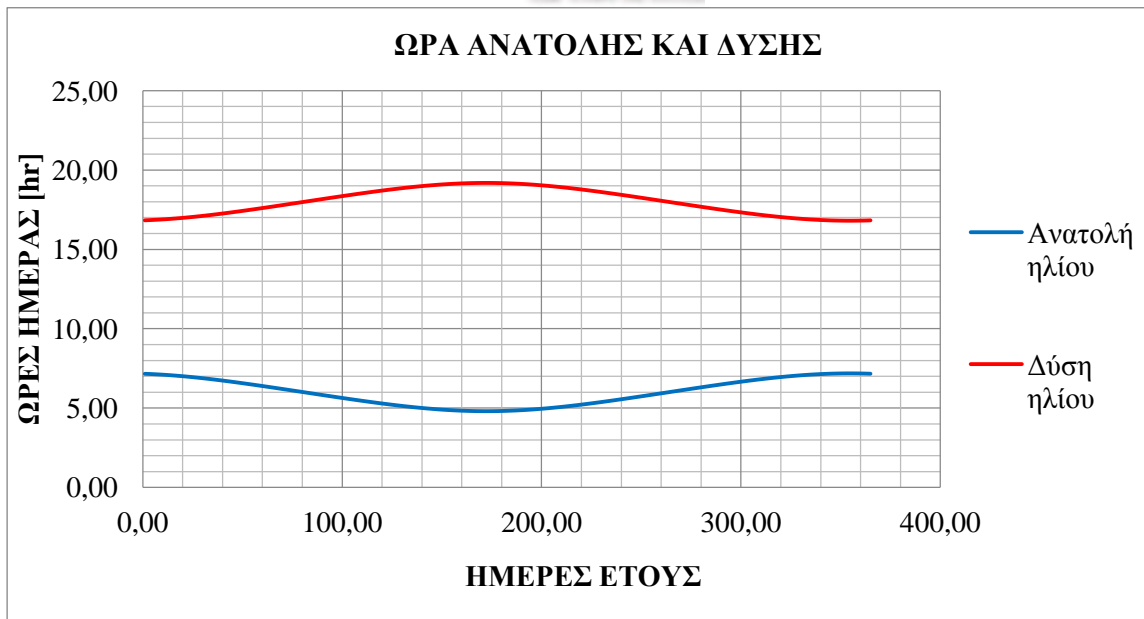
Εικόνα 6.1.7 Δυσδιάστατη απεικόνιση λειτουργίας συστήματος ηλιακών

6.2 Μελέτη ηλιακής γεωμετρίας ξενοδοχειακής μονάδας

Για τους απαραίτητους υπολογισμούς αλλά και προσέγγισης του συστήματος ηλιακών του ξενοδοχείου, υπολογίστηκε η ηλιακή γεωμετρία της ξενοδοχειακής μονάδας. Με την βοήθεια της εφαρμογής Google Earth της Microsoft, οι παράμετροι πάνω στους οποίους πραγματοποιήθηκε αλλά και στηρίχτηκε η μελέτη της ηλιακής γεωμετρίας είναι οι ακόλουθοι :

- Γεωγραφικό πλάτος (λ) Candia Maris = 35,34
- Γεωγραφικό μήκος (m) Candia Maris = 25,09
- Ζώνη ώρας Ελλάδα = 15,00
- Αζιμούθιο επιφάνειας (φ_p) = 105,80
- Κλίση επιφάνειας (θ_p) = 20,00

Με βάση τις παραπάνω παραμέτρους όπως φαίνεται και στο γράφημα (), υπολογίστηκαν οι ώρες ανατολής (τ_{sr}) του Ηλίου στην επιφάνεια που καλύπτει η ξενοδοχειακή μονάδα όπως και οι ώρες δύσης (τ_{ss}).

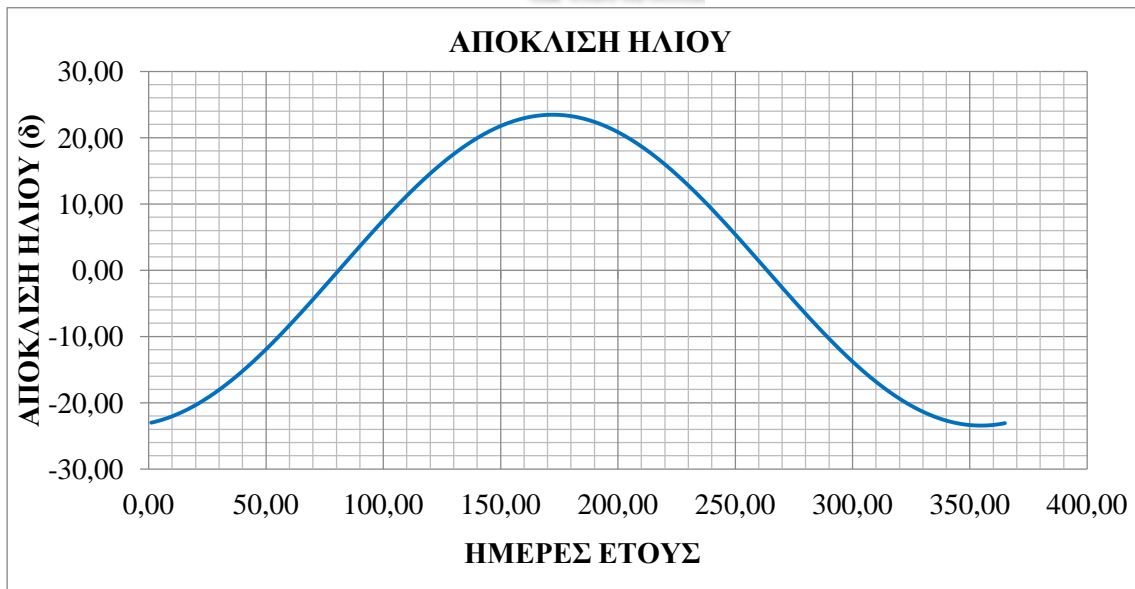


Γράφημα 6.2.1 Γραφική απεικόνιση ωρών ανατολής και δύσης

Το συμπέρασμα το οποίο προκύπτει από το παραπάνω γράφημα είναι πως σύμφωνα με την περιστροφή της Γης στο ηλιακό σύστημα, ο Ήλιος από τον μήνα Ιανουάριο έως και τα τέλη Μαρτίου ανατέλλει από τις 6:30 το πρωί έως και τις 7:00 η ώρα και δύει από τις 17:30 περίπου.

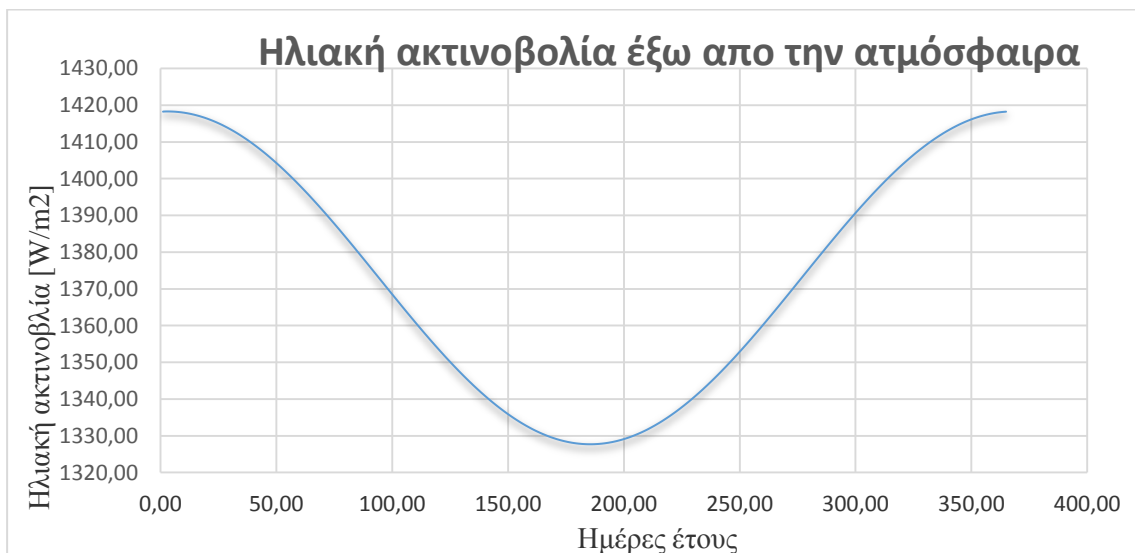
Από τις αρχές Απριλίου όμως παρατηρούνται δύο σημεία καμπής στις δύο γραφικές μέχρι και τις αρχές Ιουνίου όπου ξεκινάει και η χειμερινή περίοδος. Ο Ήλιος ανατέλλει από τις 4:45 μέχρι και τις 5:00 ενώ δύει λίγο πιο αργά, δηλαδή γύρω στις 19:00 το απόγευμα. Το φαινόμενο αυτό συνεχίζει μέχρι και τις αρχές Σεπτεμβρίου όπου και επανέρχεται στις αρχικές χειμερινές συνθήκες ανατολής και δύσης του.

Στη συνέχεια της μελέτης υπολογίστηκε η απόκλιση του Ηλίου (δ). Παρατηρήθηκε μία συνεχής ανοδική απόκλιση του Ηλίου κατά την εαρινή περίοδο και συγκεκριμένα από τον μήνα Ιανουάριο έως και τα τέλη Μαΐου, φτάνοντας σταδιακά σε μια μέγιστο σημείο τον μήνα Ιούνιο. Με το πέρας του Ιουνίου η απόκλιση του Ηλίου παίρνει μια σταδιακή φθίνουσα πορεία ώσπου και φτάνει στο χαμηλότερο σημείο της στο τέλος του χρόνου. Η ημιτονοειδής αυτή πορεία της απόκλισης του Ηλίου (δ) συναρτήσεων ημερών του χρόνου φαίνεται στο σχήμα () .



Γράφημα 6.2.2 Απόκλιση Ηλίου (δ)

Με γνώμονα όλα τα παραπάνω και αξιολογώντας τα συμπεράσματα τα οποία μπορούν να προκύψουν, υπολογίστηκε η ηλιακή ακτινοβολία έξω από την ατμόσφαιρά της Γης όπως και απεικονίζεται στο γράφημα (). Παρατηρείται μία συνεχής κάθοδος της γραφικής παράστασης από τις αρχές του έτους μέχρι και το τέλος Ιουνίου φτάνοντας και στο μίνιμουμ σημείο της. Από τις τελευταίες μέρες του Ιουνίου μέχρι και το τέλος του έτους η ηλιακή ακτινοβολία που εκπέμπεται έξω από την ατμόσφαιρα της Γης αυξάνεται φθάνοντας στο μέγιστο δυνατό σημείο της.



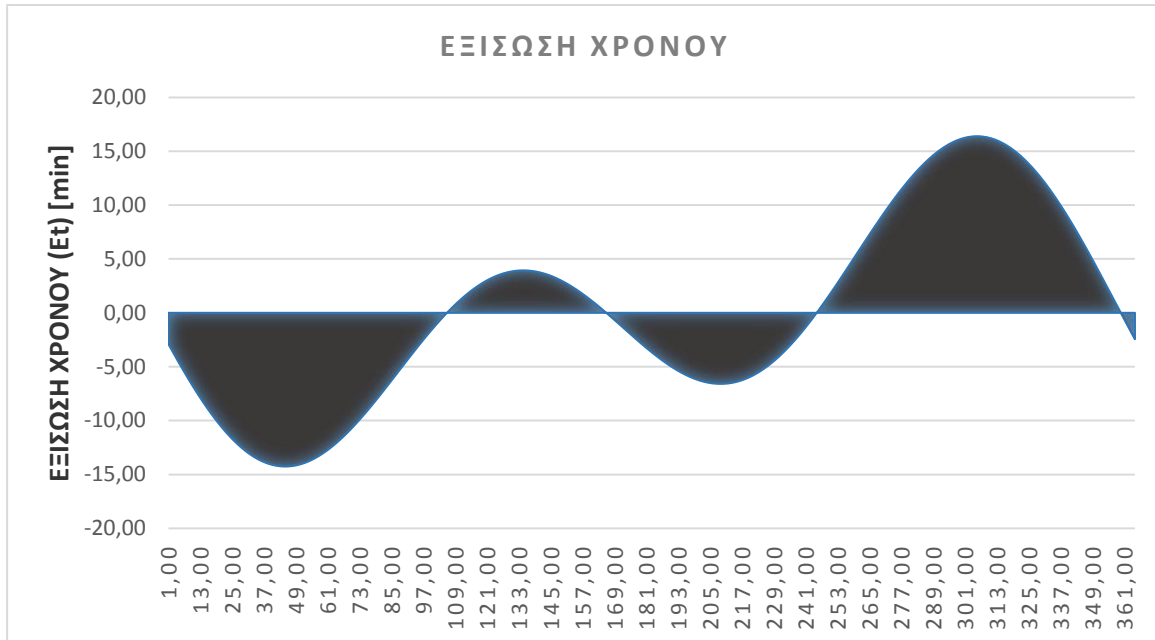
Γράφημα 6.2.3 Ηλιακή ακτινοβολία έξω από την ατμόσφαιρα της Γης

6.2.1 Υπολογισμός εξίσωσης χρόνου (Et) και προσέγγιση διαφοράς ηλιακού χρόνου (h)

Οι υπολογισμοί της εξίσωσης του χρόνου καθορίστηκαν από τις προαναφερθέντες παραμέτρους που προέκυψαν από την Google Earth. Η ωριαία τιμή της εξίσωσης χρόνου (min) στηρίχτηκε στον τύπο $E_t = 2,2918 * [0,0075 + 0,1868 * \cos(\Gamma) - 3,2077 * \sin(\Gamma) - 1,4615 * \cos(2\Gamma) + 4,089 * \sin(2\Gamma)]$ όπου



$\Gamma=360 \cdot (\text{τρέχων αριθμός ημερών (n)} - 1/365)$. Συνεπώς η ημερήσια απόκλιση μεταξύ του πραγματικού ηλιακού χρόνου και του χρόνου του μέσου Ηλίου φαίνεται στο παρακάτω γράφημα.



Γράφημα 6.2.1.1 Ετήσια εξίσωση χρόνου

Από την μεταβαλλόμενη διακύμανση αυτή της παραπάνω γραφικής παράστασης της εξίσωσης χρόνου προκύπτει το συμπέρασμα πως από 1^η Ιανουαρίου μέχρι και τα μέσα Απριλίου πως η εξίσωση του χρόνου παίρνει αρνητικές τιμές φτάνοντας και σε ένα σημείο ελαχίστου περίπου στις 7 με 8 Φεβρουαρίου. Το συνεχές αυτό φαινόμενο της εξίσωσης του χρόνου επαναλαμβάνεται σαν ημιτονοειδές καμπύλη ώσπου από τις τελευταίες μέρες του Αυγούστου μέχρι και τις 15 Νοεμβρίου φτάνει στο σημείο άνω ακροτάτου και τη τιμή 15 [min].

Τέλος, τις τελευταίες μέρες του έτους φθάνει στο σημείο αναφοράς 0 όπου και ο πραγματικός χρόνος όσο και αυτός του μέσου Ηλίου ταυτίζονται δίχως να υπάρχει μεταξύ τους απόκλιση. Έχοντας καταλήξει στα παραπάνω συμπεράσματα για την εξίσωση του χρόνου υπολογίστηκε και η διαφορά ηλιακού χρόνου (h). Ο τύπος υπολογισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι ο εξής : $h = (\text{Γεωγραφικό μήκος} - \text{Ζώνη ώρας}/15) + (\text{Εξίσωση χρόνου}/60)$. Εκτελώντας τη συγκεκριμένη εξίσωση για κάθε ημέρα του έτους υπολογίστηκε η διαφορά του ηλιακού χρόνου (h).

6.2.2 Υπολογισμός ηλιακού ύψους (β) και γωνίας ζενίθ (θ_z)

Για τον καθαρισμό και τη καλύτερη προσέγγιση της μελέτης της ηλιακής γεωμετρίας του ξενοδοχείου, έπρεπε να υπολογιστεί το ηλιακό ύψος (β). Για τον καθορισμό του μεγέθους αυτού υπολογίστηκε ο τύπος $\sin(\beta) = \cos(\lambda) \cdot \cos(\omega) + \sin(\lambda) \cdot \sin(\delta)$, όπου λ το γεωγραφικό πλάτος, ω η ωριαία γωνία του Ηλίου και δ η απόκλιση του.

Για τον προσδιορισμό του μεγέθους αυτού, πριν τον υπολογισμό του, υπολογίστηκαν δύο ακόμα μεγέθη ο πραγματικός ηλιακός χρόνος t_{sol} και η ωριαία γωνία (ω) του Ηλίου. Όσον αφορά το πρώτο μέγεθος ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε ε για τον προσδιορισμό του είναι ο εξής: $t_{sol} = t_{std} + L_{loc} - L_{std}/15/h + Et/60/h$.

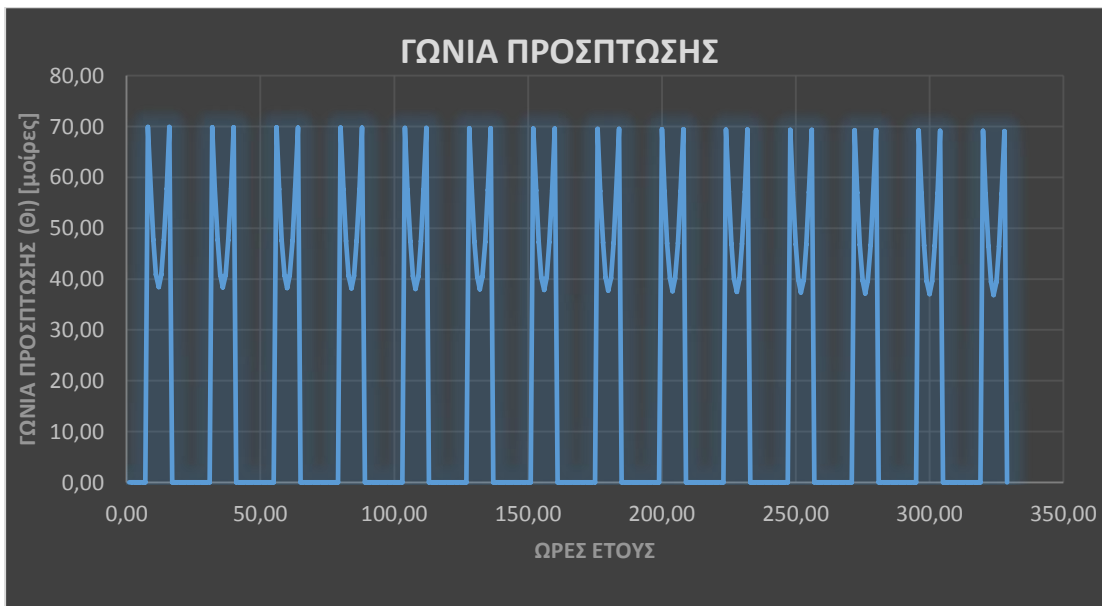
Ενώ για το δεύτερο (ηλιακός χρόνος-12)/15



Συνεπώς, έχοντας υπολογίσει τα παραπάνω μεγέθη προέκυψαν οι ωριαίες τιμές του ηλιακού ύψους (β). Έχοντας τις τιμές αυτές προσεγγίστηκε και η γωνία ζενίθ της ηλιακής γεωμετρίας αφαιρώντας από το ηλιακό ύψος (β) 90 μοίρες.

6.2.3 Υπολογισμός αζιμούθιου ηλίου (ϕ_s) και γωνίας πρόσπτωσης (θ_i)

Το αζιμούθιο του Ηλίου (ϕ_s) σε δεδομένες χρονικές στιγμές, τις ώρες ολόκληρου του έτους, υπολογίστηκε από τον τύπο $\sin(\phi_s) = \cos(\delta) \cdot \sin(\omega) / \cos(\beta)$. Έτσι εμπειρικά υπολογίστηκε το αζιμούθιο του ηλίου για κάθε ώρα του έτους. Όσον αφορά τη γωνία πρόσπτωσης (θ_i) της ηλιακής ακτινοβολίας στη συγκεκριμένη επιφάνεια, προέκυψε από τη σχέση $\cos(\theta_i) = \cos(\beta) \cdot \sin(\theta_p) \cdot \cos(\gamma) + \sin(\beta) \cdot \cos(\theta_p)$ όπου γ η διαφορά του αζιμούθιου του Ηλίου (ϕ_s) και του αζιμούθιου της επιφάνειας (ϕ_p). Έτσι προσεγγίστηκε και η ωριαία γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του ξενοδοχείου. Οι τιμές της γωνίας πρόσπτωσης για κάθε ώρα του έτους φαίνεται στο παρακάτω γράφημα.



Γράφημα 6.2.3.1 Ωριαία γωνία πρόσπτωσης ηλιακής ακτινοβολίας

6.2.4 Υπολογισμός άμεσης, διάχυτης, ανακλώμενης και ολικής ηλιακής ακτινοβολίας

Οι τιμές της άμεσης, ανακλώμενης και ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στηρίχτηκαν σε κάποιες άλλες παραμέτρους. Για τον υπολογισμό των παραμέτρων αυτών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Σασαμάνογλου και Μακρογιάννη καθώς και η ASHRAE 1978.

Μέσω αυτών πάρθηκαν τιμές για τις παραμέτρους A, B και C της μεθόδου αυτής. Μέσω αυτών υπολογίστηκαν τα ωριαία μεγέθη $G_{c,bn}$, $G_{c,d}$ και G_c . Οι τύποι των παραμέτρων που στηρίχτηκαν οι υπολογισμοί τους είναι οι παρακάτω :

- $G_{c,bn} = A \cdot e^{-B / \cos(\theta_z)}$
- $G_{c,d} = C \cdot G_{c,bn}$
- $G_c = G_{c,bn} \cdot \cos(\theta_z) + G_{c,d}$

Για τον υπολογισμό της των παραπάνω ακτινοβολιών, πάρθηκε προσεγγιστικά από πίνακες ο ωριαίος συντελεστής K_t για ολόκληρο το έτος. Ο τύπος υπολογισμού του είναι ο εξής $K_t = G_c / (\text{Ηλιακή ακτινοβολία έξω από την ατμόσφαιρα} \cdot \cos(\Gamma \text{γωνία ζενίθ } (\theta_z) \cdot \pi / 180))$

Συνεπώς έχοντας τον συντελεστή K_t από τον τύπο $I_{glo} = K_t \cdot \text{Ηλιακή ακτινοβολία έξω από την ατμόσφαιρα} \cdot \cos(\theta_z)$ υπολογίστηκε η πυκνότητα της ηλιακής ακτινοβολίας στην θέση που επιλέχθηκε



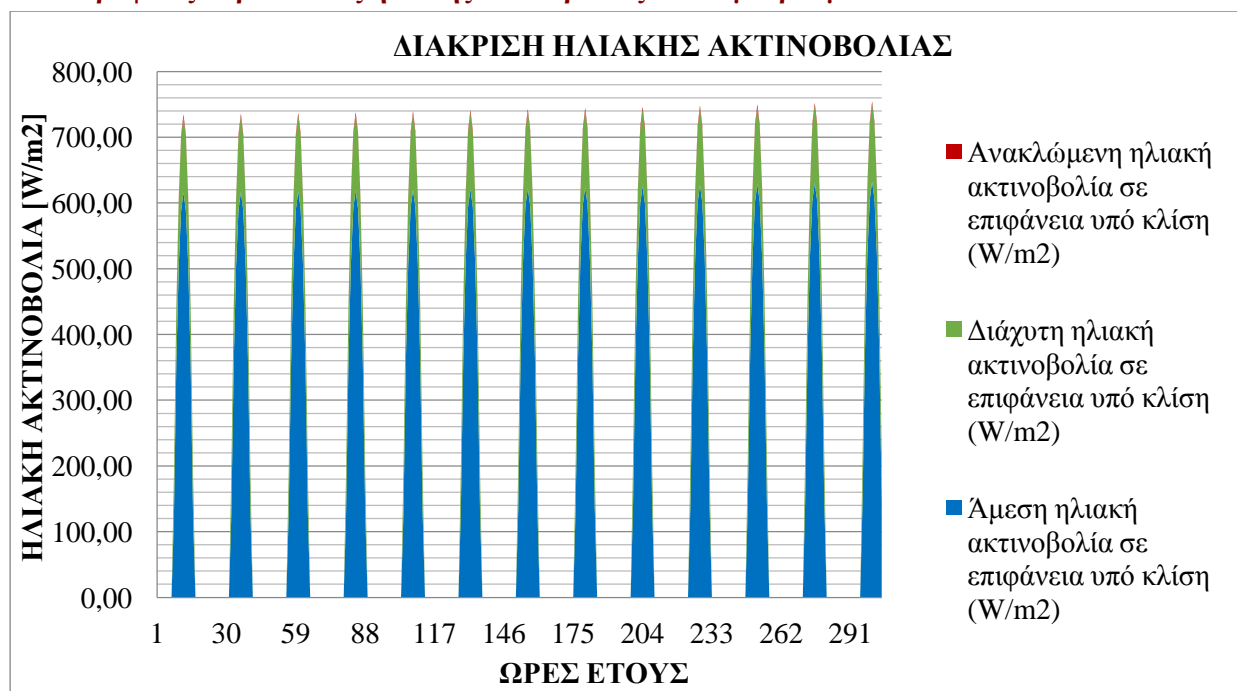
να γίνει η μελέτη. Με γνώμονα όλα τα παραπάνω, υπολογίστηκε η ωριαία διάχυτη ακτινοβολία (Idif) στην επιφάνεια για όλο το έτος.

Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε είναι ο εξής $Idif = I_{glo} * (1,00 - 0,09) * K_t$. Έχοντας τις τιμές της διάχυτης ακτινοβολίας, πολύ εύκολα από τον τύπο $I_{dir} = I_{glo} - Idif$ προέκυψαν οι ωριαίες τιμές για όλο το έτος της άμεσης ακτινοβολίας της επιφάνειας. Επιπροσθέτως, για την εύρεση και των δύο άλλων ακτινοβολιών δηλαδή της ανακλώμενης και της ολικής βρέθηκαν οι τρεις παρακάτω συντελεστές :

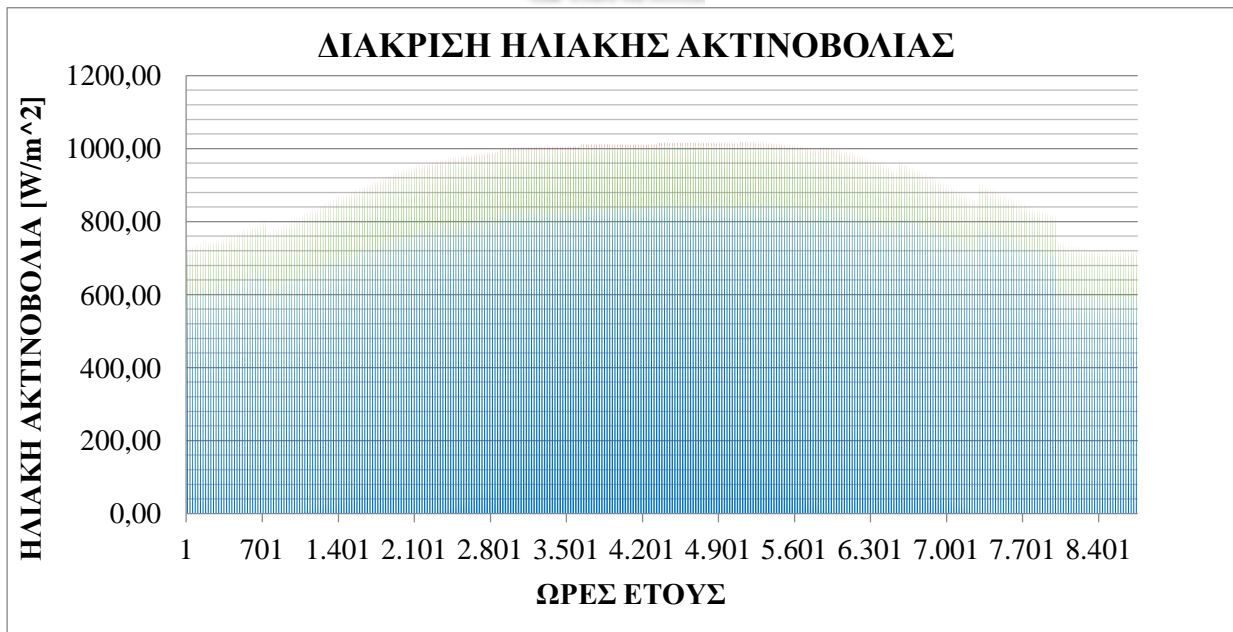
- ✓ Συντελεστής $F_{grd} = 0,03$ από τον τύπο $F_{grd} = 1 - \cos(\theta_p)/2$
- ✓ Συντελεστής ανακλαστικότητας εδάφους $p_g = 0,24$ από πίνακες για είδος εδάφους παλιό τσιμέντο
- ✓ Συντελεστής $F_{sky} = 0,97$ από τον τύπο $F_{sky} = 1 - \sin(\theta_p)/2$

Υπολογίζοντας όλα τα παραπάνω υπολογίστηκε και η ωριαία ετήσια ανακλώμενη ακτινοβολία. Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε είναι ο εξής $I_{refl} = G_s * F_{grd} * p_g$. Τέλος, η ωριαία ετήσια ολική ακτινοβολία που προσπίπτει στην επιφάνεια προέκυψε από το άθροισμα των τιμών της άμεσης, ανακλώμενης και διάχυτης ακτινοβολίας.

6.2.5 Γραφικές παραστάσεις ηλιακής ακτινοβολίας και συμπεράσματα



Γράφημα 6.2.5.1. Διάκριση ηλιακής ακτινοβολίας



Γράφημα 6.2.5.2 Γραφική απεικόνιση διάκρισης ηλιακής ακτινοβολίας

Από τα παραπάνω γραφήματα των ηλιακών ακτινοβολιών στην επιφάνεια της ξενοδοχειακής μονάδας γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η άμεση ακτινοβολία υπερέχει σημαντικά έναντι των άλλων δύο. Θετικό πρόσημο παίρνει το γεγονός πως η διάχυτη ακτινοβολία υστερεί της άμεσης κατά το πέρασ του έτους, πράγμα που σημαίνει πως η επιφάνεια του Candia Maris κρίνεται κατάλληλη για τοποθέτηση ηλιακών συστημάτων ή φωτοβολταϊκών. Η τιμές της άμεσης ακτινοβολίας μπορεί να φθάσει μέχρι και $600 [w/m^2]$, τιμή πολύ θετική και προσιτή. Όσον αφορά την ανακλώμενη, κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα και για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα μέσα στο έτος.

6.2.6 Υπολογισμοί συστήματος ηλιακών και χρήσιμα συμπεράσματα

Το σύστημα των ηλιακών συλλεκτών, αποτελείται από συνολικά 900 επίπεδους συλλέκτες επιφάνειας $2,51 [m^2]$ ο καθένας. Πρόκειται για ένα παράλληλο σύστημα το οποίο λειτουργεί σε 225 κόμβους συνολικά, των τεσσάρων ηλιακών συλλεκτών ο καθένας. Έτσι το άθροισμα και των 225 κόμβων συντελεί στο συνολικό ετήσιο φορτίο κάλυψης του συστήματος. Για την μελέτη αλλά και των υπολογισμό των εκάστοτε μεγεθών του συστήματος, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Καμπυλών. Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλιακών συλλεκτών μέσω των οποίων έγιναν και οι περαιτέρω υπολογισμοί. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΒΑΣΙΚΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΙΑΚΩΝ | |
|---|---------------|
| Συνολικός αριθμός συλλεκτών (i) | 900 |
| Συνολική συλλεκτική επιφάνεια (Ac) | $2.256 [m^2]$ |
| Κλίση συλλεκτικής επιφάνειας (φ) | 27 [degrees] |
| Παροχή μάζας συστήματος (m) | 240 [Kg/hr] |

Πίνακας 6.2.6 Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος ηλιακών

6.2.7 Υπολογισμός ικανότητας εκπομπής επίπεδης επιφάνειας

Πρόκειται για ένα σύστημα αποτελούμενο από επίπεδους συλλέκτες. Άρα η επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών είναι μορφής επίπεδη αλλά και κατασκευασμένη από ηλεκτρολυτικό γυαλισμένο



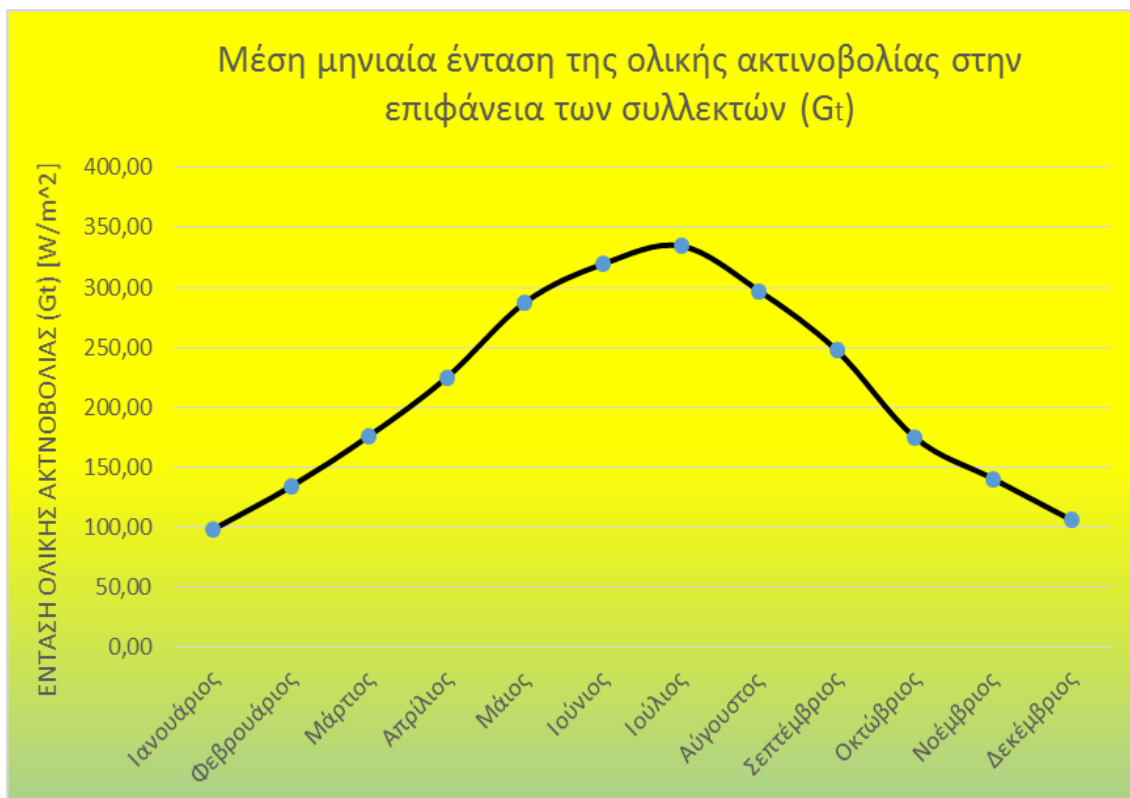
χαλκό. Συνεπώς η τιμή του συντελεστή εκπομπής (ϵ) της επιφάνειας του συλλέκτη θα κυμαίνεται από 0,018 έως 0,023.

Για την διευκόλυνση των υπολογισμών πάρθηκε μία μέση τιμή, αυτή του 0,02. Επομένως γνωρίζοντας πως ο συντελεστής εκπομπής φαιού μέλαν σώματος είναι 1,0, η ικανότητα εκπομπής της επίπεδης πλάκας θα είναι 0,2.

6.2.8 Υπολογισμός ωφέλιμης μηνιαίας συλλεγόμενης θερμικής ισχύος και στιγμιαίας απόδοσης συστήματος

Για τον υπολογισμό της ωφέλιμης μηνιαίας συλλεγόμενης θερμικής ισχύος χρειάστηκε η μέση μηνιαία διακύμανση της έντασης της ολικής ακτινοβολίας στην επιφάνεια των συλλεκτών (Gt) αλλά και οι συντελεστές ενεργειακών απωλειών συλλέκτη ($FR \cdot UL$) και θερμικής απολαβής ($FR \cdot (\tau \alpha \cdot \alpha)$). Η εύρεση των παραμέτρων των ενεργειακών απωλειών έγινε από πίνακα και με βάση δύο χαρακτηριστικά των συλλεκτών, αυτό του μονού τζαμιού αλλά και του μαύρου χρώματος. Έτσι μέσα από πίνακες η τιμή του είναι 4,80 [$W/m^2 \text{ } ^\circ C$].

Όσον αφορά την παράμετρο της θερμικής απολαβής των ηλιακών συλλεκτών, με γνώμονα της ίδιες παραμέτρους με αυτές της παραμέτρου των ενεργειακών απωλειών, η τιμή του υπολογίστηκε 0,82 [$W/m^2 \text{ } ^\circ C$]. Η διακύμανση της έντασης της ολικής ακτινοβολίας (Gt) στην συλλεκτική επιφάνεια, απεικονίζεται στο γράφημα του σχήματος () .

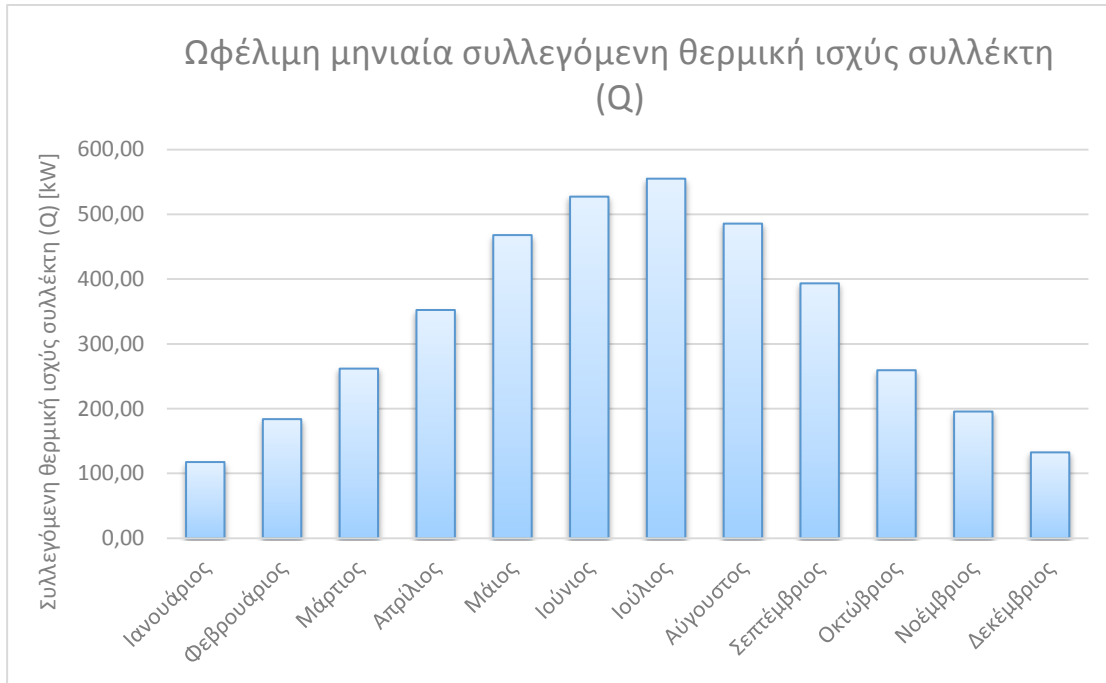


Σχήμα 6.2.8.1 Μηνιαίας ολικής έντασης (Gt)

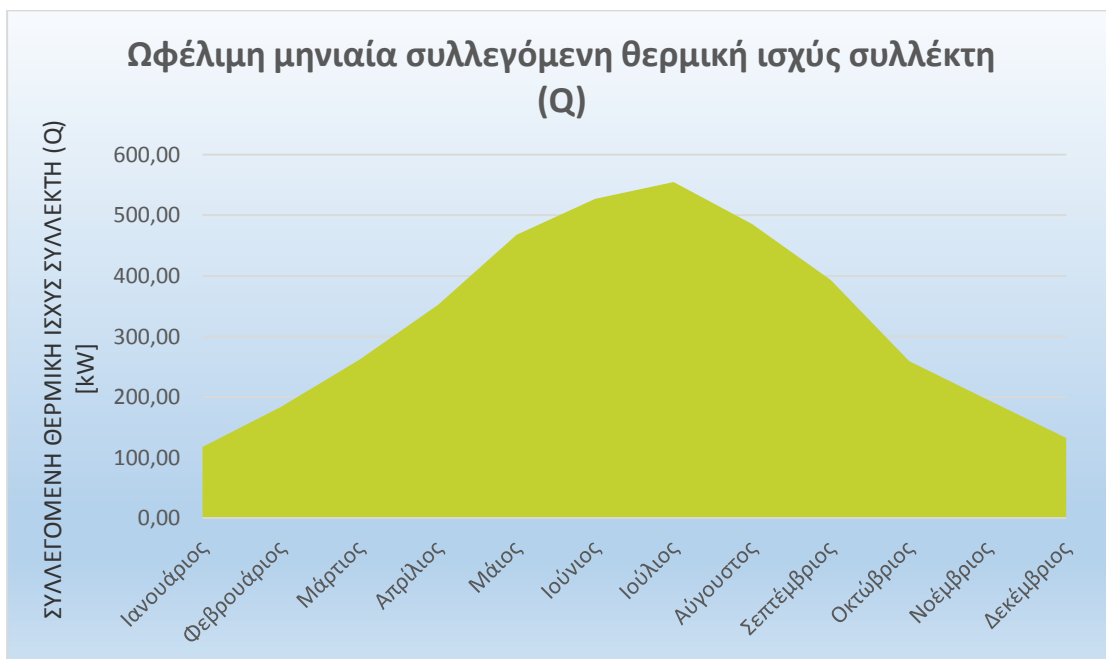
Η ωφέλιμη μηνιαία συλλεγόμενη θερμική ισχύς (Q) των συλλεκτών του συστήματος προέκυψε από το γινόμενο του συντελεστή ενεργειακών απωλειών, του συντελεστή θερμικής απολαβής και της μέση μηνιαία τιμή της ολικής ακτινοβολίας στην επιφάνεια των συλλεκτών. Συνεπώς, η διακύμανση



της αναπαριστάτε στο σχήμα () και σχήμα (). Η συνολική ωφέλιμη ετήσια συλλεγόμενη ισχύς υπολογίστηκε 4.635,44 [kW].



Σχήμα 6.2.8.2 Συλλεγόμενη θερμικής ισχύς συλλέκτη (Q)



Σχήμα 6.2.8.3 Ετήσια συλλεγόμενης θερμικής ισχύς συλλέκτη (Q)

Με βάση όλα τα παραπάνω υπολογίστηκε ο βαθμός απόδοσης του επίπεδου ηλιακού συστήματος (η) ίσος με 0,82. Αυτό προέκυψε από το πηλίκο της διαίρεσης της συνολικής μηνιαίας συλλεγόμενης θερμικής ισχύς (Q) προς το γινόμενο της συνολικής μηνιαίας έντασης της ολικής ακτινοβολίας (Gt)



της επιφάνειας των συλλεκτών και της συνολική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών του συστήματος (Ac).

6.2.9 Υπολογισμός απαιτούμενου μηνιαίου φορτίου παροχής ζεστού νερού (Lw)

Το μηνιαίο φορτίο παροχής ζεστού νερού υπολογίστηκε συναρτήσει των παραμέτρων του πίνακα () αλλά και της μέσης ετήσιας κατανάλωσης νερού των αφαλατικών εγκαταστάσεων.

| ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΕΝΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|---|--------------------------------|
| Απορροφητικότητα (α) απορροφητή | 0,62 |
| Δείκτης διάθλασης (δ) καλύμματος απορροφητή | 1,53 (κανονικό τζάμι) |
| Συντελεστής απόσβεσης (σ) γυαλιού απορροφητή | 1,30 (θερμοαπορροφητικό γυαλί) |
| Θερμοκρασία νερού (Tin) στην είσοδο του συλλέκτη | 24,6 [°C] |
| Θερμοκρασία νερού (Tout) στην έξοδο του συλλέκτη | 55 [°C] |
| Θερμοκρασία αναφοράς (Tref) | 100 [°C] |
| Μέση μηνιαία θερμοκρασία ημέρας Ηρακλείου (Ta) | 18,7 [°C] |
| Ετήσια χρονική περίοδος (Dt) | 31.536.000 [sec] |
| Διορθωτικός συντελεστής εναλλάκτη – συλλέκτη (F'R/FR) | 0,88 (με ενδιάμεσο εναλλάκτη) |
| Πυκνότητα νερού (ρ) | 0,1 [Kg/lt] |
| Θερμοχωρητικότητα νερού (Cp) | 4,186 [kJ/Kg*°C] |
| Επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού (Θ_w) | 45,2 [°C] |
| Θερμοκρασία προσαγωγής κρύου νερού απ' το δίκτυο (Θ_m) | 16,1 [°C] |
| Συνολική χωρητικότητα 12 θερμοδοχείων (O) | 60 [m ³] |
| Αιγισματικός όγκος θερμοδοχείων (Oav) | 2.222 [lt /m ²] |

Πίνακας 6.2.9 Συγκεντρωτικός πίνακας υπολογισμένων παραμέτρων

Το ξενοδοχείο καταναλώνει 13.800 [m³] νερού συνολικά το χρόνο. Για ZNX καταναλώνει τις μεγαλύτερες ποσότητες στις περιόδους λειτουργίας του. Έτσι με τη συγκεκριμένη παραδοχή, η μέση μηνιαία κατανάλωση για τις ανάγκες του ανέρχεται περίπου στα 5,27 [m³/day] για ζεστό νερό, τα οποία προκύπτουν επί καθημερινή βάση μέσω των αποταμιεύσεων των δύο αφαλατικών εγκαταστάσεων που υπάρχουν. Στο παρακάτω γράφημα γίνεται διακριτό πως η κατανάλωση αυτή εμφανίζεται κατά τις περιόδους αιχμής του ξενοδοχείου, δηλαδή τους μήνες Ιούνιο ως και Σεπτέμβριο καθώς μετά σταματάει τη λειτουργία του.

Τέλος, στους υπολοίπους μήνες η κατανάλωση αφορά μόνο το κτηριακό μέρος του Aegeo Spa και τα λίγα τμήματα ξενοδοχείου τα οποία παραμένουν ανοιχτά. Συνεπώς η κατανάλωση ZNX περιορίζεται στις ντουζιέρες και τις βρύσες του ξενοδοχείου και του Spa για τους συγκεκριμένους μήνες.



Σχήμα 6.2.9.1 Μηνιαίες καταναλώσεις ζεστού νερού αφαλατώσεων

Συνεπώς με όλα τα παραπάνω υπολογίστηκε το απαιτούμενο μηνιαίο φορτίο για παροχή ζεστού νερού (L_w) ως το γινόμενο πυκνότητας νερού, θερμοχωρητικότητας νερού, επιθυμητής θερμοκρασίας ζεστού νερού, θερμοκρασίας προσαγωγής νερού από το δίκτυο αλλά και μηνιαίας κατανάλωσης νερού αφαλατώσεων για ζεστό νερό.

Έτσι προέκυψε πως το απαιτούμενο μηνιαίο φορτίο για παροχή ζεστού νερού (L_w) είναι ίσο με 654.640,94 [kJ/month] ή 654,64 [MJ/month].

6.2.10 Υπολογισμός συντελεστών X,Y

Ο υπολογισμός των συντελεστών X,Y της μεθόδου καμπυλών βασίστηκε στο μέσο μηνιαίο φορτίο (L) το οποίο είναι ίσο με το μέσο μηνιαίο φορτίο ζεστού νερού (L_w) καθώς οι ηλιακοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται μόνο για παραγωγή ζεστού νερού αλλά και στους συντελεστές χωρητικότητας δεξαμενής και ζεστού νερού που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα ().

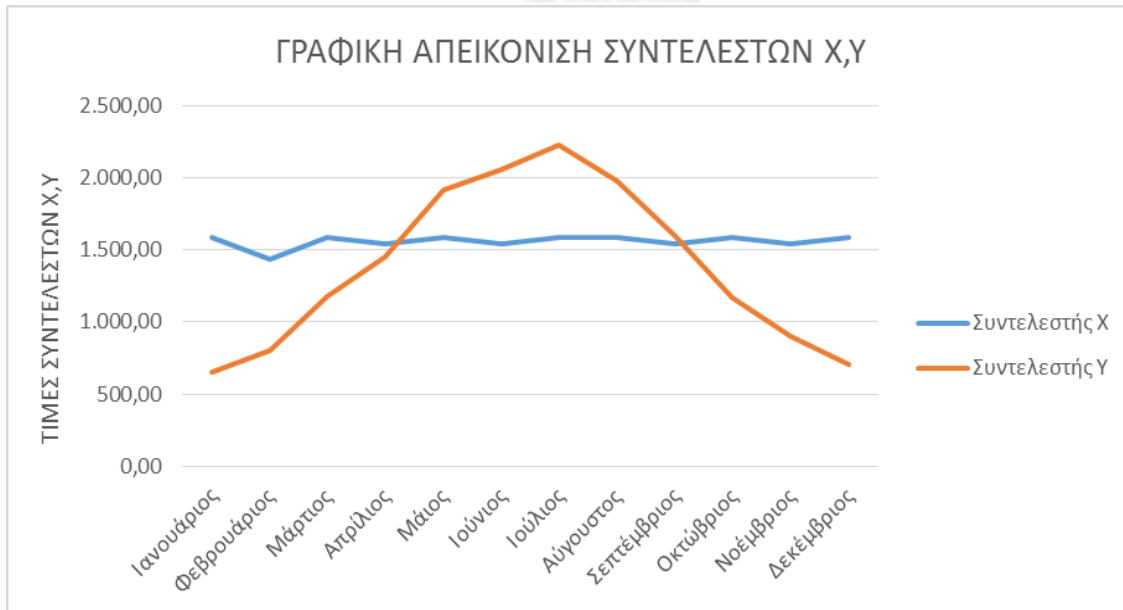
| ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ X,Y | |
|---|------|
| Συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής (K2) | 0,43 |
| Συντελεστής ζεστού νερού (K3) | 1,03 |
| Συντελεστής εναλλάκτη θερμότητας φορτίου (K4) | 1,0 |

Πίνακας 6.2.10 Συντελεστές X,Y

Έτσι, υπολογίστηκαν οι μέσοι μηνιαίοι συντελεστές X και Y και των 900 συλλεκτών του συστήματος με γνώμονα τους παραπάνω συντελεστές και παραμέτρους. Η γραφική απεικόνιση του γραφήματος () αναπαριστά το σύστημα.



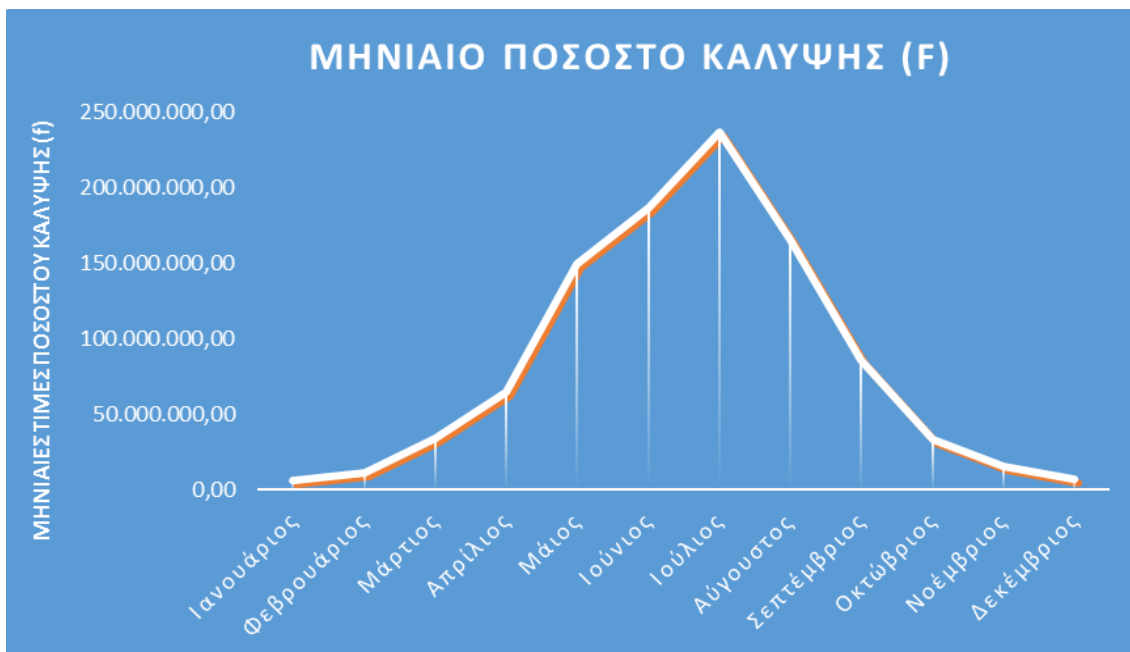
ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Γράφημα 6.2.10.1 Μηνιαίοι συντελεστές Χ,Υ

6.2.11 Υπολογισμός ποσοστού κάλυψης, συνολικού ετήσιου φορτίου και μέσης ετήσιας κάλυψης

Το μηνιαίο ποσοστό κάλυψης (f) του συστήματος των ηλιακών συλλεκτών υπολογίστηκε με βάση τις τιμές των συντελεστών Χ και Υ. Έτσι η κατανομή γίνεται διακριτή στο παρακάτω γράφημα ().



Γράφημα 6.2.10.2 Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης (f) συστήματος

Με το γινόμενο του ποσοστού κάλυψης (f) και της μέσης μηνιαίας κατανάλωσης ζεστού νερού (V_w) προσδιορίστηκε το συνολικό ετήσιο φορτίο κάλυψης από τους συλλέκτες του συστήματος ($Q_{\omega\phi}$) ίσο με 302,44 [GW/m²oC/year].



7. Μεγάλη αφαλατική μονάδα

Στο χώρο του κεντρικού μηχανοστασίου είναι εγκατεστημένη μονάδα αφαλάτωσης 3ης γενιάς, η οποία τροφοδοτείται από την θάλασσα παράλληλα με την ψύξη των εναλλακτών των ψυκτών. Η μονάδα αυτή είναι δυναμικότητας 120 [m³] ανά ημέρα και διαθέτει ειδικό εναλλάκτη πίεσης με τον οποίο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας με την ανάκτηση υδραυλικής πίεσης από το ρεύμα του απορριπτόμενου προς την θάλασσα νερού.

Για την καλύτερη διαχείριση και χρήση του νερού έχει δημιουργηθεί ανεξάρτητο δίκτυο προκειμένου το παραγόμενο νερό να χρησιμοποιείται κατά προτεραιότητα στο δίκτυο του θερμού νερού και της κουζίνας και μόνο σε περίπτωση υπερεπάρκειας να οδηγείται σε λοιπές χρήσεις. Συγκεκριμένα, το παραγόμενο από την αφαλάτωση νερό οδηγείται στα δύο από τα τρία διαμερίσματα της κεντρικής δεξαμενής αποθήκευσης του ξενοδοχείου αφού πρώτα έχει προθερμαθεί σε ανοξείδωτο εναλλάκτη ανάκτησης από τους ψύκτες. Από τα δύο αυτά διαμερίσματα και με ανεξάρτητο πιεστικό συγκρότημα, τροφοδοτείται το δίκτυο του θερμού νερού καθώς και το δίκτυο θερμού και κρύου νερού της κουζίνας. Σε περίπτωση που η παροχή της αφαλάτωσης υπερεπαρκεί για την κάλυψη των αναγκών του θερμού νερού και της κουζίνας, αυτό υπερχειλίζει προς το τρίτο διαμέρισμα της δεξαμενής. Στο ίδιο διαμέρισμα οδηγείται και η παροχή του Δήμου αλλά και της ιδιωτικής γεώτρησης ενώ με ανεξάρτητο πιεστικό τροφοδοτείται όλο το δίκτυο κρύου νερού γενικής χρήσης (δωμάτια πελατών κλπ.) καθώς και οι κήποι.

Το συγκρότημα της αφαλάτωσης είναι πλήρως εγκατεστημένο εντός container και διαθέτει πλήρη συστήματα εξισορρόπησης του παραγόμενου νερού. Αξίζει να σημειωθεί πως το σύστημα προσαγωγής θαλασσινού νερού είναι συνδεδασμένο με το κύκλωμα τροφοδοσίας της αφαλάτωσης και συνεπώς σε περίπτωση βλάβης της βασικής αντλίας της μονάδας είναι εφικτή η τροφοδοσία της από αντλίες ψυκτών.



Εικόνα 7.1 Μεγάλη αφαλατική εγκατάσταση (container)



7.1 Αρχή λειτουργίας

Η μονάδα αφαλάτωσης SYRO SW 10000 λειτουργεί με τη τεχνολογία της αντίστροφης ώσμωσης τροφοδοτούμενη με θαλασσινό νερό και παράγει υψηλής ποιότητας πόσιμο νερό.

Στο στάδιο της προ κατεργασίας, το ακατέργαστο (θαλασσινό) νερό οδηγείται σε αμμόφιλτρο και αμέσως μετά στα δύο παράλληλα συνδεδεμένα σακόφιλτρα των 5 μικρών. Το ακατέργαστο νερό θα πρέπει να είναι δυνατόν να περάσει από αυτά τα φίλτρα των 5 μικρών και να μην περιέχει λάδια, υδροθείο και άλλες επικίνδυνες ουσίες. Η μονάδα έχει σχεδιαστεί για συνεχή λειτουργία 24 ώρες την ημέρα.

Στο στάδιο της κύριας κατεργασίας, τρεις αντλίες υψηλής πίεσης ανεβάζουν την πίεση του νερού στην είσοδο των μεμβρανών. Παράλληλα, το ρεύμα απόρριψης των μεμβρανών (συμπύκνωμα), που εξέρχεται σε μεγάλη πίεση, οδηγείται σε σύστημα ανάκτησης ενέργειας. Με το σύστημα ανάκτησης ενέργειας σε συνδυασμό με μία τέταρτη μικρότερης δυναμικότητας αντλία και τις υπόλοιπες τρεις υψηλής πίεσης επιτυγχάνονται πιέσεις της τάξης των 60 – 70 bar.

Μέσα στα στοιχεία των μεμβρανών το ακατέργαστο νερό διαχωρίζεται σε δύο ροές. Το αφαλατωμένο νερό που περνάει δια μέσω των μεμβρανών, ενώ οι ακαθαρσίες και τα συμπυκνωμένα άλατα παραμένουν στη ροή του συμπυκνώματος.

Το αφαλατωμένο νερό διέρχεται από φίλτρο δολομίτη ώστε να αποκτήσει το επιθυμητό pH και σκληρότητα. Ακολουθεί χλωρίωση του με προσθήκη διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου (υγρό χλώριο) από ψηφιακή μονάδα δοσομέτρησης. Στη μονάδα περιλαμβάνεται επίσης κεντρικός πίνακας ελέγχου εξοπλισμός με ψηφιακή οθόνη αφής καθώς και όλες τις απαραίτητες συσκευές και συστήματα ελέγχου για την ασφαλή και συνεχή λειτουργία της μονάδας.



Εικόνα 7.1.1 Πίνακας ελέγχου εξοπλισμού



Εικόνα 7.1.2 Αμμόφιλτρα μεγάλης αφαλατικής εγκατάστασης

7.1.1 Δίκτυο μεταφοράς νερού

Το θαλασσινό νερό εισέρχεται εντός της αφαλατικής εγκατάστασης μέσω 5 φίλτρων Φ125,5 επενδυσμένα με δύο στρώσεις γεωφύσματος, βάθους τοποθέτησης 1,5 [m]. Πρώτα, το υπό πίεση νερό εισέρχεται σε μια κεντρική σωλήνα μεταφοράς, δηλαδή από τη θάλασσα προς τον κεντρικό αγωγό μεταφοράς η οποία είναι πολυαιθυλενίου 3ης γενιάς με βάθος τοποθέτησης 1 [m].

Έπειτα μεταφέρεται στον κεντρικό αγωγό μεταφοράς υλικού πολυαιθυλενίου 3ης γενιάς και διαμέτρου Φ200 και κατευθύνεται προς το μηχανοστάσιο και την αντλία υποπίεσης KSB. Στη συνέχεια η ίδια αντλία μεταφέρει το νερό στο container της μεγάλης αφαλάτωσης για την επεξεργασία του. Επιπλέον στο δίκτυο μεταφοράς του νερού υπάρχουν 2 βάνες Φ110 εκατέρωθεν των φίλτρων καθώς και δύο φρεάτια διαμέτρου 2 [m].

7.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά και ποιότητα παραγόμενου νερού

Η μονάδα της μεγάλης αφαλάτωσης καλύπτει το μεγαλύτερο ποσοστό της ζήτησης του νερού χρήσης αλλά και θαλασσινού νερού της Θαλασσοθεραπείας. Συγκεκριμένα καλύπτει το 70% των αναγκών σε ΖΝΧ, των κολυμβητικών δεξαμενών της Θαλασσοθεραπείας αλλά και του ξενοδοχείου (σε περιπτώσεις ανανέωσης νερού ή συμπλήρωσης), εξωτερικών γηπέδων ποδοσφαίρου, ταβέρνας και εστιατορίων καθώς και του Club House.

Η μονάδα αυτή είναι δυναμικότητας 200 έως 250 [m³] την ημέρα όμως λόγω περίσσειας συλλογής νερού ρυθμίζεται στα 100 με 120 [m³] ημερησίως. Πέρα όμως από τη κατάλληλη ποσότητα συλλογής νερού, σημαντικό είναι και η ποιότητα του παραγόμενου νερού να είναι η σωστή. Έτσι τα κύρια συστατικά του παραγόμενου νερού της αφαλάτωσης είναι συνήθως το κατιόντα



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου και καλίου και τα ανιόντα ανθρακικού, όξινου ανθρακικού, χλωριούχου και θειικού.

Συνεπώς ο δείκτης διαλυμένων στερεών (TDS) κυμαίνεται σε άριστη κατάσταση σύμφωνα με τη νομοθεσία καθώς κυμαίνεται το μέγιστο στα 500 [ppm]. Αυτό συνεπάγεται και τη ρύθμιση του pH στα επιθυμητά όρια του 7,5 – 8,5 μέσω της δοσομετρικής που διαθέτει το σύστημα.

7.3 Χωροθέτηση μεγάλης αφαλάτωσης

Η πλήρης εγκατάσταση της μεγάλης αφαλάτωσης βρίσκεται εντός container 20 [ft] για την καλύτερη προστασία της. Έχουν τοποθετηθεί ειδικά ρακόρ στην μία πλευρά του container για άμεση και εύκολη σύνδεση των απαραίτητων σωληνώσεων τόσο εξόδου όσο και εισόδου. Επίσης διαθέτει αυτόματο σύστημα φωτισμού και εξαερισμού με χρήση φωτοκύτταρου, ώστε να επιτυγχάνεται και η ομαλή λειτουργία της διαχείρισης της.

7.4 Υδραυλικά και Μηχανολογικά στοιχεία μεγάλης αφαλάτωσης

Η μονάδα της μεγάλης αφαλάτωσης περιλαμβάνει δύο σακόφιλτρα για την υψηλή φίλτραση του νερού εισόδου. Τα σακόφιλτρα αυτά έχουν πάχος 5 [cm] και αποτελούνται από ενισχυμένο πολυπροπυλένιο έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή φίλτραση. Επιπλέον, η μονάδα περιλαμβάνει δολομιτικό φίλτρο διαμέτρου 920 [mm], ενισχυμένο με ίνες πολυεστέρα με σκοπό την χημική εξισορρόπηση του παραγόμενου νερού αλλά και επιτυχούς συνδυασμό όσμωσης και pH.



Εικόνα 7.4.1 Δολομιτικό φίλτρο εντός μεγάλης αφαλάτωσης



Εικόνα 7.4.2 Σακόφιλτρα μεγάλης αφαλάτωσης

7.5 Αναλυτική αναφορά στην κατασκευή του δικτύου

Η κατασκευή του συνόλου του δικτύου χαμηλής και μέσης πίεσης έγινε με χρήση σωληνών από UPVC 16 [atm] και με χρήση ειδικής κόλλας για την σύνδεση όλων των εξαρτημάτων. Επιπλέον, έχουν χρησιμοποιηθεί ρακόρ σύνδεσης προ και μετά όλων των εξαρτημάτων προκειμένου να διασφαλίζεται η εύκολη αντικατάστασή τους σε περίπτωση βλάβης χωρίς την απαίτηση κοπής του δικτύου.

Όσον αφορά το δίκτυο υψηλής πίεσης είναι εξ'ολοκλήρου κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα τύπου 904 L, κατάλληλο για εφαρμογές που έχουν να κάνουν με θαλασσινό νερό ή θάλασσα. Τέλος, έχουν το δίκτυο διαθέτει φλάντζες και ταχυσυνδέσμους που επιτρέπουν την άμεση αποσύνδεση τμημάτων του δικτύου όπως απαιτείται για την αντικατάσταση μεμβρανών ή άλλων εξαρτημάτων. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ομαλά η διαδικασία

7.6 Στοιχεία αντλιών αντλητικής εγκατάστασης μεγάλης αφαλάτωσης

Με σκοπό την διασφάλιση της υψηλής απόδοσης αλλά και της αξιοπιστίας της μονάδας, γίνεται χρήση αντλιών υψηλής ποιότητας του αναγνωρισμένου οίκου GRUNDFOS Δανίας. Η αντλητική εγκατάσταση της μεγάλης αφαλάτωσης διαθέτει τα παρακάτω είδη αντλιών :

| ΑΝΤΛΙΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ | |
|------------------------------|---------------------------|
| Τεμάγια | 4 |
| Κατασκευαστής | GRUNDFOS |
| Μοντέλο | BM - R |
| Είδος αντλίας | Πολυβάθμια φυγοκεντρική |
| Υλικό κατασκευής | Ανοξείδωτος χάλυβας 904 L |



| ΑΝΤΛΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΧΗΜΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ | |
|---|---------------------------|
| Τεμάχια | 1 |
| Κατασκευαστής | GRUNDFOS |
| Μοντέλο | CR N |
| Είδος αντλίας | Πολυβάθμια φυγοκεντρική |
| Υλικό κατασκευής | Ανοξείδωτος χάλυβας 316 L |

Πίνακας 7.6.1 Αντλητικό συγκρότημα μεγάλης αφαλάτωσης

Για την δοσομέτρηση των απαραίτητων χημικών με σκοπό την ομαλή λειτουργία της μονάδας αλλά και την κατεργασία (εξισορρόπηση και απολύμανση) του παραγόμενου νερού, 2 πλήρη συστήματα δοσομέτρησης είναι εγκατεστημένα και πλήρως υδραυλικά και ηλεκτρολογικά/ηλεκτρονικά συνδεδεμένα με την κεντρική μονάδα ελέγχου. Κάθε σύστημα φέρει : Αντλίες δοσομετρικών συστημάτων (Αντικαθαλατωτικό οξυ,χλώριο)

| ΑΝΤΛΙΕΣ ΔΟΣΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ (ΑΝΤΙΚΑΘΑΛΑΤΩΤΙΚΟ ΟΞΥ,ΧΛΩΡΙΟ) | |
|---|--|
| Είδος δοχείου | Πλαστικό βαθμομονημένο 100 [lt] |
| Είδος/Μοντέλο αντλίας | Δοσομετρική αντλία GRUNDFOS DMS 2-11 B διαφράγματος αυτόματης πλήρωσης |
| Μέγιστη παροχή αντλίας | 2,5 [lt/hr] |
| Υλικό διαφράγματος | Πολυπροπυλένιο (PP) |
| Τύπος πίνακα χειρισμού αντλίας | Με οθόνη LCD και με δυνατότητα απευθείας ρύθμισης της δοσομετρησης σε [ml/hr] |
| Απαριθμητές | Συνολικής δοσομετρημένης ποσότητας, διάδρομων εμβόλου (strokes), συνολικών ωρών λειτουργίας και φορών που έχει ανοίξει η παροχή ρεύματος |
| Είδος βαλβίδας εξαέρωσης | Ενσωματωμένη με έλεγχο λειτουργίας |
| Έξτρα στοιχεία | Ειδική ηλεκτρονική έξοδος ελέγχου στάθμης χημικού και αυτόματη διακοπή λειτουργίας |

Πίνακας 7.6.2 Αντλίες δοσομετρικών συστημάτων μεγάλης αφαλάτωσης



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



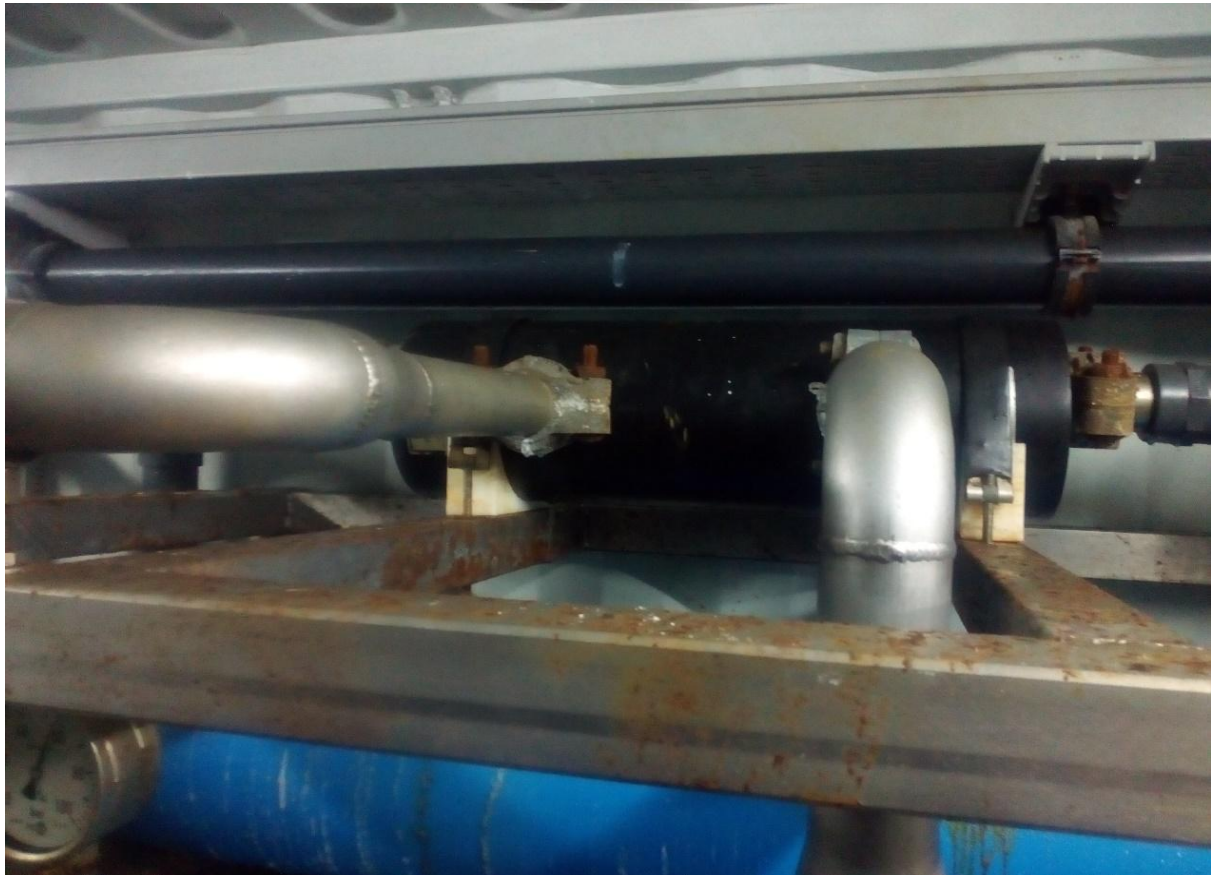
Εικόνα 7.6.1 Δοσομετρικό σύστημα

| ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ | |
|-------------------|-------------|
| Γενιά ανάκτησης | 3η |
| Προέλευση | Αμερικάνικη |
| Μοντέλο | ERI |
| Βαθμός απόδοσης | 93 – 95 [%] |

Πίνακας 7.6.3 Χαρακτηριστικά εναλλάκτη πίεσης ERI



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Εικόνα 7.6.2 Εναλλάκτης πίεσης ERI

7.7 Υδραυλικά όργανα ελέγχου / Λοιπός μηχανολογικός εξοπλισμός

Με σκοπό την διασφάλιση κατάλληλου ελέγχου τόσο του υφιστάμενου εξοπλισμού της μεγάλης αφαλάτωσης όσο και του μηχανολογικού εξοπλισμού χρησιμοποιούνται διάφορα όργανα ελέγχου. Η αντλητική εγκατάσταση της μεγάλης αφαλάτωσης διαθέτει τα παρακάτω όργανα ελέγχου:

| ΌΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ | |
|---------------------------------------|---|
| Τύπος μανομέτρων | Γλυκερίνης |
| Υλικό κατασκευής μανομέτρων | Ανοξείδωτος χάλυβας 904 L |
| Πλήθος/Μετρήσεις παροχόμετρων | 3 παροχόμετρα μέτρησης νερού εισαγωγής, παραγωγής και απόρριψης |
| Μοντέλο/Είδος ηλεκτροβάνων ελέγχου | BURKERT Γερμανίας/Ελέγχου εισόδου |
| Υλικό κατασκευής ηλεκτροβάνων ελέγχου | Πλαστικό αδιάβρωτο |
| Τύπος βανών | Σφαιρικές και ρυθμιστικές |
| Υλικό κατασκευής βανών | Ανοξείδωτος χάλυβας ή PVC |
| Πλήθος μεμβρανών | 5 μεμβράνες των 8 [inc] |
| Υλικό κατασκευής μεμβρανών | Πολυεστέρας αντοχής 1000 [psi] |

Πίνακας 7.7.1 Όργανα ελέγχου

7.8 Ενσωματωμένο σύστημα χημικού καθαρισμού

Η εγκατάσταση διαθέτει και ένα ενσωματωμένο σύστημα χημικού καθαρισμού με δοχείο 400 L από πολυαιθυλένιο. Το σύστημα αυτό είναι ημιαυτόματο και ενεργοποιείται με την ενεργοποίηση



ειδικού διακόπτη του πίνακα ελέγχου και την αντίστοιχη αλλαγή θέσης συγκεκριμένων βανών. Το σύστημα είναι σχεδιασμένο για τον ταχύτατο χημικό καθαρισμό της μονάδας με απλό και λειτουργικό τρόπο χωρίς την απαίτηση χρήσης οποιουδήποτε τύπου επιπρόσθετου εξοπλισμού.

7.9 Ηλεκτρολογικός – Ηλεκτρονικός εξοπλισμός

Ένας σημαντικός παράγοντας για την ομαλή λειτουργία της αφαλάτωσης έχει να κάνει με τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό που την πλαισιώνει. Ο ηλεκτρολογικός της εξοπλισμός φαίνεται παρακάτω.

Κεντρικός πίνακας ελέγχου

- Χρήση μονάδων PLC
- Ψηφιακή οθόνη αφής LCD μέσω της οποίας πραγματοποιείται πλήρης παρακολούθηση του συνόλου των παραμέτρων λειτουργίας της μονάδας με χρήση ψηφιακών ενδείξεων και γραφικής απεικόνισης.
 - Κατάσταση λειτουργίας (αυτόματη, χειροκίνητη, εν αναμονή, κλειστή)
 - Τιμές αγωγιμότητας παραγόμενου νερού και ακατέργαστου νερού
 - Τιμές πιέσεων εισόδου, μετά τα φίλτρα και υψηλής πίεσης
 - Τιμές ροών παραγωγής και απόρριψης
 - Τιμές pH ακατέργαστου νερού εισόδου και παραγόμενου νερού
 - Τιμή του επεξεργασμένου νερού μετά την χλωρίωση
 - Σήματα ALARM
 - Απεικόνιση στάθμης δοχείου CIP και δεξαμενής επεξεργασμένου νερού
- Ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας όλων των βασικών τμημάτων της μονάδας
 - Κατάσταση λειτουργίας
 - Προειδοποιητικά σήματα – WARNING ALARMS (δοσομετρικές αντλίες)
 - Σήματα έκτακτης διακοπής λειτουργίας
- Πλήρης έλεγχος και αυτόματη ενεργοποίηση όλων των βασικών αλλά και περιφερειακών αυτοματισμών της μονάδας
- Δυνατότητα χειροκίνητης παράκαμψης όλων των λειτουργιών με τη χρήση αριθμημένων διακοπών δύο θέσεων
- 2 διακόπτες έκτακτης διακοπής λειτουργίας

7.10 Όργανα μέτρησης και ελέγχου

Για την ακρίβεια μετρήσεων και σωστής αξιολόγησης είναι εγκατεστημένα κάποια ψηφιακά όργανα ελέγχου μέτρησης αλλά και αναλογικά.

Τα ψηφιακά όργανα μέτρησης της εγκατάστασης μετρούν τα παρακάτω :

- Αγωγιμότητα παραγόμενου νερού και ακατέργαστου θαλασσινού νερού
- Πίεση εισόδου, μετά τα φίλτρα και υψηλής πίεσης
- Ροής απόρριψης συμπυκνώματος και παραγόμενου αφαλατωμένου νερού
- pH και θερμοκρασίας ακατέργαστου νερού εισόδου και παραγόμενου νερού μετά την επεξεργασία του δολομίτη
- Έλεγχος χλωρίωσης

Ενώ τα αναλογικά όργανα μέτρησης που είναι εγκατεστημένα στην αφαλατική εγκατάσταση μετράνε τα εξής :

- Ροή ακατέργαστου θαλασσινού νερού ,απόρριψη συμπυκνώματος και παραγόμενου αφαλατωμένου νερού
- Πίεση εισόδου, πριν τα σακόφιλτρα, μετά τα σακόφιλτρα, υψηλή πίεσης, υψηλή πίεση (έξοδος του συστήματος ανάκτησης ενέργειας),χαμηλή πίεσης (είσοδος του συστήματος ανάκτησης ενέργειας),απόρριψη, παραγόμενου νερού (πριν το φίλτρο δολομίτη) και παραγόμενου νερού (μετά το φίλτρο δολομίτη)



7.11 Λοιποί αυτοματισμοί

Υπάρχουν επίσης εγκατεστημένοι και άλλοι αυτοματισμοί υψίστης σημασίας. Αυτοί αναγράφονται παρακάτω και είναι οι εξής :

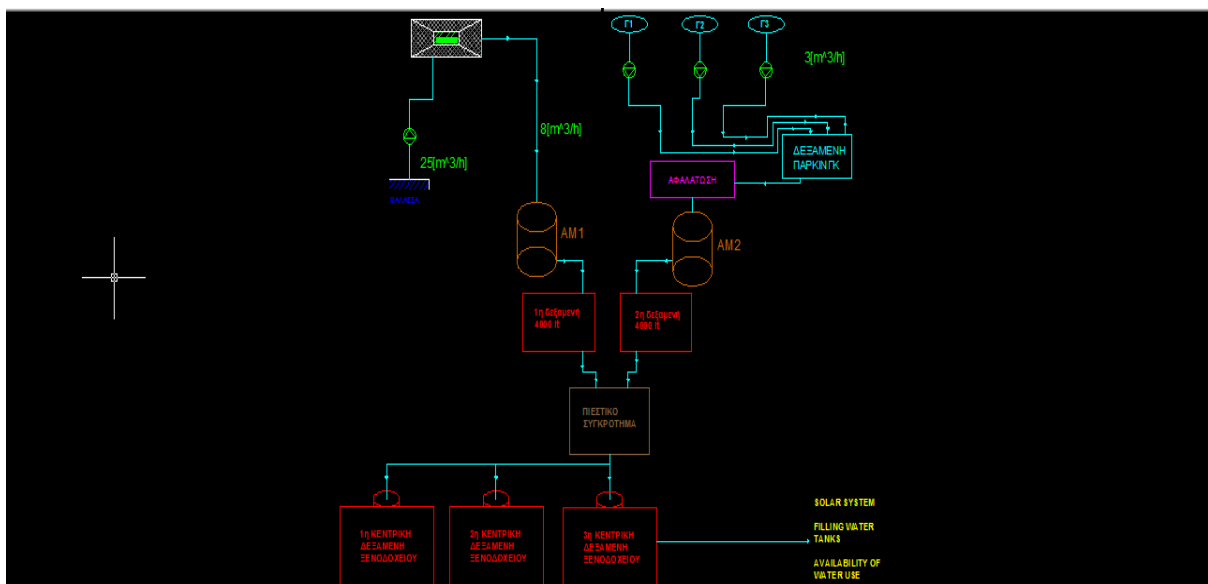
- Αυτόματη διαδικασία πλύσης μεμβρανών μετά την παύση λειτουργίας του συστήματος από το δοχείο CIP καθώς και με χρήση νερού του δικτύου
- Αυτόματη λειτουργία σε σύνδεση με διακόπτη στάθμης (φλότερ) δεξαμενής παραγόμενου νερού
- Δυνατότητα χειροκίνητης λειτουργίας χωρίς την χρήση του συστήματος ανάκτησης
- Αυτόματη διακοπή λειτουργίας σε περίπτωση
- Έλλειψης αντικαθαλωτικού
- Χαμηλής πίεσης νερού εισόδου
- Υψηλής πίεσης

7.12 Μελέτη σωληνογραμμής μεγάλης αφαλάτωσης και προσδιορισμός τοπικών και γραμμικών απωλειών

Έχοντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά της αφαλατικής εγκατάστασης αλλά και τη βοήθεια των αρμόδιων συντηρητών του ξενοδοχείου, πραγματοποιήθηκε μελέτη της αντλητικής εγκατάστασης με απώτερο σκοπό να προταθούν λύσεις συμφέρουσες για το ξενοδοχείο. Στα πλαίσια της μελέτης αυτής λοιπόν υπολογίστηκαν τα παρακάτω :

- Τοπικές απώλειες
- Γραμμικές απώλειες
- Παροχές εκάστοτε σωληνώσεων
- Μανομετρικά αντλιών
- Οικονομοτεχνικά εγκατάστασης
- Συντελεστες τριβής εκάστοτε σωληνώσεων δικτύου
- Αριθμοί Reynolds καθένα τμήματος του αφαλατικού δικτύου
- Κ.α

Στο παρακάτω σχήμα Autocad γίνεται διακριτή η πορεία του νερού μέσα στο δίκτυο μεταφοράς των αφαλάτικων εγκαταστάσεων. Διακρίνονται επίσης και οι παροχές των εκάστοτε σωληνώσεων μεταφοράς. Επίσης φαίνονται και οι δύο δεξαμενές αποθήκευσης των 4000[l] όπως και το πιεστικό συγκρότημα του διαθέτει η εγκατάσταση.

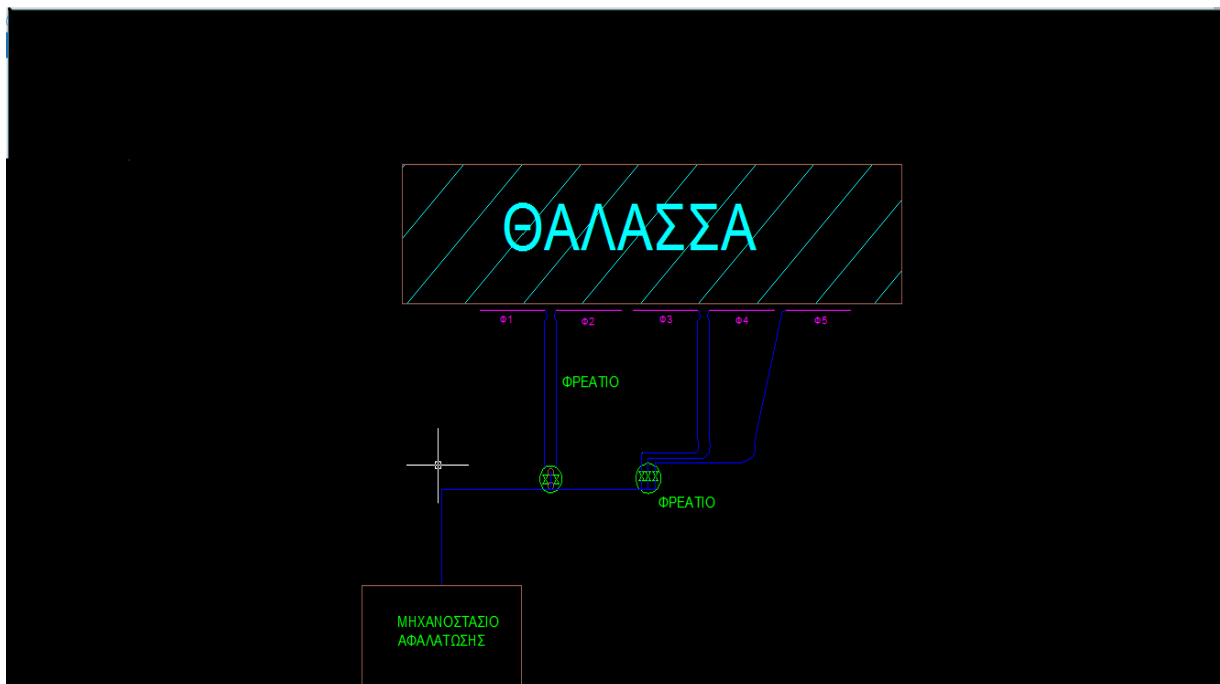


Εικόνα 7.12.1 Δίκτυα μεταφοράς και επεξεργασίας νερού



7.12.1 Μελέτη τμήματος κατακόρυφης σωλήνωσης φίλτρου

Το ξενοδοχείο διαθέτει 5 φίλτρα αναρρόφησης υπό πίεση του θαλασσινού νερού. Συγκεκριμένα τα τέσσερα φίλτρα από αυτά λειτουργούν ως εφεδρικά και το δεύτερο κατά σειρά λειτουργεί για την αναρρόφηση. Η σωληνώσεις αυτές απεικονίζονται στο σχήμα() και πρόκριτε PVC 3ης γενιάς.



Εικόνα 7.12.1.1 Κατακόρυφη σωλήνωση φίλτρου

Στη σωληνογραμμή του δεύτερου φίλτρου υπάρχει μία γωνία αλλαγής διεύθυνσης της σωλήνωσης καθώς τα φίλτρα σε σχέση με την κεντρική σωλήνωση η οποία και καταλήγει τελικώς στο μηχανοστάσιο των αφαλατώσεων δεν είναι στην ίδια ευθεία. Έτσι υπολογίστηκε πως η γωνία αλλαγής της διεύθυνσης του φίλτρου ($\theta\phi$) είναι 90 μοίρες. Επιπροσθέτως, η συγκεκριμένη κατακόρυφη σωλήνωση έχει και μία ακτίνα ($R\phi$) ίσο με 5[m] καθώς και ένα μήκος καμπύλου τμήματος ($l\phi$) ίσο με 7,85[m]. Σύμφωνα τώρα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω :

- Διάμετρος κατακόρυφης σωλήνωσης φίλτρου ($D\phi$) = 110[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή κατακόρυφης σωλήνωσης φίλτρου ($Q\phi$) = 25[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A\phi = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της κατακόρυφης αυτής σωλήνωσης ίσο με 0,73 [m/sec]. Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 56,85[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικοτήτων για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,00001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ϵ) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U\phi \cdot D\phi / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 80181,51 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ϵ)/Διάμετρο ($D\phi$) = 0,000064. Έτσι από το διάγραμμα Moody και με



παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο $\varepsilon/D\varphi$ υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,001. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l/D \cdot u^2/2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της κατακόρυφης αυτής σωλήνωσης ίσες με 1,37[m]. Στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία υπάρχουν είναι 1 βάνα τύπου πεταλούδας με $\theta=10$ μοίρες, ένα στόμιο σωλήνα με στρογγυλεμένα χείλη και μία απότομη διαστολή από $\Phi 110$ σε $\Phi 200$. Τη διαστολή της κατακόρυφης με την κεντρική σωλήνωση. Από πίνακες υπολογίστηκαν όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα :

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|---------------------------|--|------|
| Είδος βάνας | 1 τύπου πεταλούδα και $\theta=10$ [degrees] | 0,35 |
| Είδος στομίου σωλήνα | Στρογγυλεμένα χείλη | 0,20 |
| Απότομη διαστολή | Από $\Phi 110$ σε $\Phi 200$ για $\theta=90$ [degrees] | 0,49 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 1,04 |

Πίνακας 7.12.1.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2/2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 2,72 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 4,07[m].

7.12.2 Μελέτη τμήματος κεντρικής σωλήνωσης έως υποδοχείς κολλεκτέρ

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν ακριβώς τα ίδια μεγέθη και για την κεντρική σωλήνωση η οποία φθάνει έως και τα κολλεκτέρ πριν την είσοδο στην αντλία υποπίεσης. Σύμφωνα τώρα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω :

- Διάμετρος κεντρικής σωλήνωσης ($D\mu$) = 200[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή κεντρικής σωλήνωσης ($Q\mu$) = 25[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A\mu = \pi \cdot D^2/4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της κεντρικής αυτής σωλήνωσης ίσο με 0,22 [m/sec]. Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 166,1[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U\mu \cdot D\mu/\nu$ η τιμή του οποίου ήταν 44099,83 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο ($D\mu$) = 0,000035.

Έτσι από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο $\varepsilon/D\mu$ υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0085. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l/D \cdot u^2/2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της κατακόρυφης αυτής σωλήνωσης ίσες με 0,17[m].

Στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία υπάρχουν είναι 5 βάνες τύπου σφαίρας και 3 τύπου πεταλούδας με $\theta=20$ μοίρες και μία απότομη καμπύλη 45 μοιρών. Από πίνακες υπολογίστηκαν όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα :



| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|-----------------|---|------|
| Είδος βάνας | 5 τύπου σφαιροειδής (ανοιχτή) και 3 τύπου πεταλούδας με $\theta=20$ [degrees] | 77,4 |
| Απότομη καμπύλη | Καμπύλη 45[degrees] | 0,4 |
| Συντελεστής K | | 77,8 |

Πίνακας 7.12.2.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 18,66 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 18,83[m].

7.12.3 Μελέτη σωληνογραμμής από κολλεκτέρ έως υποδοχή αντλίας

Υπολογίστηκαν τα ίδια με τις δύο προηγούμενες περιπτώσεις μεγέθη. Στη συγκεκριμένη περίπτωση πρόκειται για ένα μικρό τμήμα του δικτύου στο οποίο αναπλέκεται και η αντλία υποπίεσης KSB. Συγκεκριμένα για καθένα φίλτρο υπάρχει και η αντίστοιχη KSB αντλία του με την εξαίρεση πως στη περίπτωση λειτουργίας του ξενοδοχείου, χρησιμοποιείται μόνο η μία και όλες οι άλλες ως εφεδρικές. Σύμφωνα τώρα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω :

- Διάμετρος σωλήνωσης από κολλεκτέρ προς αντλία (D) = 200[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 25[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,22 [m/sec]. Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 1,5[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec]. Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ϵ) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 44099,83 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ϵ)/Διάμετρο (Dμ) = 0,000035.

Έτσι από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ϵ/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,00085. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της κατακόρυφης αυτής σωλήνωσης ίσες με 0,00002[m]. Στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία υπάρχουν είναι 2 βάνες τύπου συρταρωτές μόνο. Επομένως, από πίνακες υπολογίστηκε ο συντελεστής εξαρτημάτων K όπως φαίνεται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|---------------------------|-------------------|------|
| Είδος βάνας | 2 τύπου συρταρωτή | 0,34 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 0,34 |

Πίνακας 7.12.3.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος



Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 0,082 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 0,082[m]. Στην ουσία πρόκειται για σχεδόν αμελητέες απώλειες ροής του ρευστού μέχρι την είσοδο του στην υποδοχή της αντλίας.

7.12.4 Μελέτη σωληνογραμμής από έξοδο αντλίας έως υποδοχή αμμόφιλτρου

Το επόμενο τμήμα σωληνώσεων δικτύου της μεγάλης αφαλακτικής εγκατάστασης που μελετήθηκε ήταν αυτό της μεταφοράς του νερού από την έξοδο της αντλίας μέχρι την υποδοχή του αμμόφιλτρου. Από την έξοδο του ρευστού από την αντλία μέχρι την υποδοχή του αμμόφιλτρου υπάρχουν δύο σημεία διαστολής της σωληνογραμμής διαμέτρου Φ90 το ένα και Φ63 το άλλο. Στο συγκεκριμένο τμήμα σωληνογραμμής το σημείο διαστολής είναι διαμέτρου Φ90.

Έτσι, σύμφωνα λοιπόν και πάλι με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω :

- Διάμετρος σωλήνωσης από έξοδο αντλίας (D) = 200[mm]
- Σημείο διαστολής σωληνογραμμής Φ90
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 25[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,22 [m/sec]. Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 3,5[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ϵ) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 44099,83 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ϵ)/Διάμετρο (D) = 0,000035. Έτσι από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ϵ/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,062. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της κατακόρυφης αυτής σωλήνωσης ίσες με 0,0027[m]. Είναι δηλαδή σχεδόν αμελητέες.

Στη συγκεκριμένη σωλήνωση δεν υπάρχουν εξαρτήματα αλλά υπάρχει η διαστολή σωληνώσεων, δηλαδή της Φ200 από την έξοδο της αντλίας αλλά και του σημείου διαστολής Φ90. Επομένως, ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε από τον τύπο $K = 0,42 \cdot ((\text{Διάμετρος σημείου διαστολής})^2 / \text{Διάμετρος σωλήνωσης}^2)$ για $D_2/D_1 \leq 0,76$. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|---------------------------|-----------------------|-------|
| Σημείο διαστολής | Διάμετρος Φ200 με Φ90 | 0,45 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 0,092 |

Πίνακας 7.12.4.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος



Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 0,023 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 0,025[m]. Στην ουσία πρόκειται για σχεδόν αμελητέες απώλειες ροής του ρευστού.

7.12.5 Μελέτη διαστολής σημείων διαστολής σωληνογραμμής

Το επόμενο τμήμα σωληνώσεων δικτύου της μεγάλης αφαλατικής εγκατάστασης που μελετήθηκε ήταν αυτό της διαστολής των δύο σημείων διαστολής της σωληνογραμμής. Έτσι, σύμφωνα λοιπόν και πάλι με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω :

- Διάμετρος πρώτου σημείου διαστολής $D = 90$ [mm]
- Σημείο διαστολής δεύτερου σημείου διαστολής $D = 63$ [mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 25[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,22 [m/sec]. Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 5,5[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ϵ) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 97999,62 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ϵ)/Διάμετρο (D) = 0,00008. Έτσι από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ϵ/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0012. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής σωλήνωσης ίσες με 0,0045[m]. Είναι δηλαδή σχεδόν αμελητέες. Ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε από τον τύπο $K = 0,42 \cdot ((\text{Διάμετρος σημείου διαστολής}^2 / \text{Διάμετρος σωλήνωσης}^2)$ για $D_2/D_1 \leq 0,76$. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|-----------------------------|----------------------|------|
| Σημείο διαστολής | Διάμετρος Φ90 με Φ63 | 0,7 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 0,21 |

Πίνακας 7.12.5.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 1,20 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 1,21[m].

7.12.6 Μελέτη σωληνογραμμής από δεύτερο σημείο διαστολής έως πρώτο αμμόφιλτρο

Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω τμήματα της σωληνογραμμής, στη συνέχεια υπολογίστηκε και μελετήθηκε το τμήμα από το δεύτερο σημείο διαστολής της σωληνογραμμής με διάμετρο Φ63



μέχρι την υποδοχή στο πρώτο αμμόφιλτρο. Η διάμετρος της σωλήνωσης είναι ο ίδιος με του σημείου διαστολής. Έτσι, σύμφωνα λοιπόν με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω :

- Διάμετρος σωλήνογραμμής (D) = 63[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 25[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 2,23 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 6,25[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 139999,46 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00011.

Έτσι από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,011. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,28[m].

Στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 10 καμπύλες των 90 μοιρών, 1 βάνα διαφράγματος, 4 βάνες πεταλούδα με $\theta = 20$ μοίρες και επίσης ένα στόμιο σωλήνα με στρογγυλεμένο χείλος.

Επομένως, ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε ως το άθροισμα των παρακάτω τιμών των εξαρτημάτων. Η διαδικασία και οι τιμές φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|---------------------------|--|------|
| Απότομες καμπύλες | 10 καμπύλες των 90 [degrees] | 8,0 |
| Βάνα διαφράγματος | 1 βάνα (ανοιχτή) | 2,3 |
| Βάνα πεταλούδα | 4 βάνες πεταλούδα με $\theta = 20$ [degrees] | 43,2 |
| Στόμιο σωλήνα | 1 στόμιο με στρογγυλεμένο χείλος | 0,2 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 53,7 |

Πίνακας 7.12.6.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 13,60 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 13,88[m].

7.12.7 Μελέτη σωληνογραμμής από έξοδο πρώτου αμμοφίλτρου έως υποδοχή δεύτερου φίλτρου

Το διερχόμενο νερό από τη σωληνογραμμή και το σημείο διαστολής με διάμετρο Φ63, περνά μέσα από την υποδοχή του πρώτου φίλτρου και αφού καθαριστεί και φιλτρανθεί περνά στο δεύτερο για



επιπλέον καθαρισμό. Επομένως υπολογίστηκαν και οι απώλειες ροής κατά τη μεταφορά του από το πρώτο στο δεύτερο αμμόφιλτρο. Άρα, σύμφωνα λοιπόν με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω :

- Διάμετρος σωλήνωγραμμής (D) = 63[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 25[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 2,23 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 1,9[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 139999,46 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00011. Έτσι από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,011. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,09[m].

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 10 καμπύλες των 90 μοιρών, 2 βάνες διαφράγματος, 3 βάνες πεταλούδα με $\theta = 20$ μοίρες και επίσης ένα στόμιο σωλήνα με στρογγυλεμένο χείλος. Επομένως, ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε ως το άθροισμα των παρακάτω τιμών των εξαρτημάτων. Η διαδικασία και οι τιμές φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|---------------------------|--|------|
| Απότομες καμπύλες | 10 καμπύλες των 90 [degrees] | 8,0 |
| Βάνα διαφράγματος | 2 βάνες (ανοιχτή) | 4,6 |
| Βάνα πεταλούδα | 6 βάνες πεταλούδα με $\theta = 20$ [degrees] | 44,4 |
| Στόμιο σωλήνα | 1 στόμιο με στρογγυλεμένο χείλος | 0,2 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 49,8 |

Πίνακας 7.12.7.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 13,82 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 13,91[m].



7.12.8 Μελέτη σωληνογραμμής από έξοδο δεύτερου αμμοφίλτρου έως μονάδα επεξεργασίας εντός κοντέινερ

Το φιλτραρισμένο νερό αφού περάσει τη φίλτρανση και τις διαδικασίες καθαρισμού εισέρχεται εντός του κοντέινερ για περαιτέρω επεξεργασία. Μελετήθηκε η σωληνογραμμή μεταφοράς του νερού από την έξοδο του δεύτερου αμμοφίλτρου έως και το οριακό σημείο της εντός του κοντέινερ. Δηλαδή το σημείο πριν καταλήξει η σωληνογραμμή εντός του. Σύμφωνα λοιπόν με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνογραμμής εξόδου 2^{ου} φίλτρου (D) = 75[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 25[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 1,57 [m/sec]. Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 10[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,00001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 117599,55 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00009.

Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,013. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,022[m]. Πρόκειται επομένως για γραμμικές απώλειες αμελητέες η τιμή των οποίων βρίσκεται ελάχιστα πάνω από το μηδέν.

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 3 καμπύλες των 90 μοιρών καθώς και 1 ακροφύσιο εξόδου του νερού. Επομένως, ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε ως το άθροισμα των παρακάτω τιμών των εξαρτημάτων. Η διαδικασία και οι τιμές φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|---------------------------|------------------------------|------|
| Απότομες καμπύλες | 10 καμπύλες των 90 [degrees] | 2,44 |
| Ακροφύσιο | 1 ακροφύσιο εξόδου | 0,04 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 2,44 |

Πίνακας 7.12.8.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 0,31 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 0,33[m].



7.12.9 Μελέτη σωληνογραμμής εντός κοντέινερ

Μόλις το νερό περάσει την οριακή σωλήνωση εκτός του κοντέινερ και εισέλθει στην σωληνογραμμή εντός του κοντέινερ πριν φθάσει στη διαδικασία χημικού καθαρισμού του, έχει να διανύσει κάποια απόσταση ώστε να ξεκινήσει η διαδικασία. Μέχρι να γίνει αυτό υπάρχουν 9,6 μέτρα σωληνογραμμής διαμέτρου Φ75 καθώς και ένα σημείο διαστολής Φ63. Παρακάτω γίνονται διακριτοί όλοι οι υπολογισμοί της διαδικασίας. Εντός του κοντέινερ από τα 25 [m³] περνούν μόνο 8[m³] την ώρα. Το υπόλοιπο 17[m³] επιστρέφουν ως μαύρα νερά ή χρησιμοποιούνται για το ηλιακό πεδίο και του; εναλλάκτες θερμότητας ως συμπληρωματικά.

Σύμφωνα λοιπόν με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωληνογραμμής (D) = 75[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 8[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,50 [m/sec]. Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 9,6[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,00001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 37631,86 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00009. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,00013. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,0021[m]. Πρόκειται επομένως για γραμμικές απώλειες αμελητέες η τιμή των οποίων βρίσκεται ελάχιστα πάνω από το μηδέν.

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 46 καμπύλες των 90 μοιρών καθώς και 4 καμπύλες των 60 μοιρών.

Επομένως, ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε ως το άθροισμα των παρακάτω τιμών των εξαρτημάτων. Η διαδικασία και οι τιμές φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|----------------------|------|
| Απότομες καμπύλες των 90 [degrees] | 46 απότομες καμπύλες | 36,8 |
| Απότομες καμπύλες των 60 [degrees] | 4 απότομες καμπύλες | 2,4 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 39,2 |

Πίνακας 7.12.9.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 0,51 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 0,51[m].



7.12.10 Μελέτη σωληνογραμμής μέχρι σημείο διαστολής εντός κοντέινερ

Μόλις το νερό περάσει και τα 9,6 μέτρα σωληνογραμμής εντός του κοντέινερ, φθάνει στο σημείο διαστολής σωλήνωσης, διαμέτρου Φ63.

Σύμφωνα λοιπόν με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνογραμμής (D) = 75[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Σημείο διαστολής Φ63
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 8[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,71 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 3[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 44799,83 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00009. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,011. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot L / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,014[m]. Πρόκειται επομένως για γραμμικές απώλειες αμελητέες η τιμή των οποίων βρίσκεται ελάχιστα πάνω από το μηδέν.

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλοντα είναι 5 καμπύλες των 90 μοιρών καθώς και 2 καμπύλες των 60 μοιρών.

Ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε από τον τύπο $K = 0,42 \cdot ((\text{Διάμετρος σημείου διαστολής}^2 / \text{Διάμετρος σωλήνωσης}^2))$ για $D2/D1 \leq 0,76$. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|---------------------|------|
| Απότομες καμπύλες των 90 [degrees] | 5 απότομες καμπύλες | 4,0 |
| Απότομες καμπύλες των 60 [degrees] | 2 απότομες καμπύλες | 1,2 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 5,23 |

Πίνακας 7.12.10.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 0,15 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 0,15 [m].



7.12.11 Μελέτη σωληνογραμμής από σημείο διαστολής μέχρι σημείο διαστολής πριν στην είσοδο της χημικής διαδικασίας

Μόλις το νερό περάσει εντός της σωληνογραμμής του κοντέινερ το σημείο διαστολής Φ63, για να περάσει στην χημική διεργασία επεξεργασίας του η σωληνογραμμή έχει άλλο ένα σημείο διαστολής διαμέτρου Φ75. Η διαδικασία υπολογισμού φαίνεται παρακάτω.

Σύμφωνα λοιπόν με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωληνογραμμής (D) = 63[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Σημείο διαστολής Φ75
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 8[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,50 [m/sec]. Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 5[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,00001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 37631,86 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00009. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0013.

Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,0011[m]. Πρόκειται επομένως για γραμμικές απώλειες αμελητέες η τιμή των οποίων βρίσκεται ελάχιστα πάνω από το μηδέν. Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 2 καμπύλες των 90 μοιρών. Ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε από τον τύπο $K = 1 - ((\text{Διάμετρος σωληνογραμμής κοντέινερ} / \text{Διάμετρος σημείου διαστολής})^2$ για $D_2 / D_1 > 0,76$. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|---------------------|------|
| Απότομες καμπύλες των 90 [degrees] | 1 απότομες καμπύλες | 4,0 |
| Απότομες καμπύλες των 60 [degrees] | 2 απότομες καμπύλες | 1,2 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 5,23 |

Πίνακας 7.12.11.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 0,023 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 0,024 [m].



7.12.12 Μελέτη σωληνογραμμής διαδικασίας χημικού καθαρισμού

Το νερό εξερχόμενο από το σημείο διαστολής της σωληνογραμμής εντός του κοντέινερ της αφαιρατικής εγκατάστασης εισέρχεται στην διαδικασία χημικού καθαρισμού του. Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι ο καθαρισμός του από τα υπολείμματα που ενδεχομένως έχουμε διαφύγει των αμμόφιλτρων. Έτσι το τμήμα αυτό υπολογίστηκε όπως διαγράφεται παρακάτω.

Σύμφωνα πάντα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνογραμμής χημικού καθαρισμού (D) = 75[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 8[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,50 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 5,5[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 37631,86 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00009. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0014. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,0013[m]. Πρόκειται επομένως για γραμμικές απώλειες αμελητέες η τιμή των οποίων βρίσκεται ελάχιστα πάνω από το μηδέν.

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 2 καμπύλες των 90 μοιρών και 3 καμπύλες των 60 μοιρών. Ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε όπως φαίνεται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|---------------------|-----|
| Απότομες καμπύλες των 90 [degrees] | 2 απότομες καμπύλες | 1,6 |
| Απότομες καμπύλες των 60 [degrees] | 3 απότομες καμπύλες | 1,8 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 3,4 |

Πίνακας 7.12.12.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 0,044[m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 0,05 [m].

7.12.13 Μελέτη σωληνογραμμής δοσομέτρησης

Μετά το πέρας και της διεργασίας χημικού καθαρισμού, τα 8[m³] περνάν από τη διαδικασία δοσομέτρησης και όσμωσης τους. Αυτό είναι και το προτελευταίο τμήμα σωληνογραμμής



υπολογισμού. Σύμφωνα πάντα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωγραμμής δοσομέτρησης (D) = 75[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 8[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,50 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 8,8[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικοτήτων για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,00001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 37631,86 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00009.

Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0014. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,0021[m]. Πρόκειται επομένως για γραμμικές απώλειες αμελητέες η τιμή των οποίων βρίσκεται ελάχιστα πάνω από το μηδέν.

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 1 καμπύλη των 90 μοιρών και 1 καμπύλη των 60 μοιρών. Ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε όπως φαίνεται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|---------------------|--------|
| Απότομες καμπύλες των 90 [degrees] | 1 απότομες καμπύλες | 0,8 |
| Απότομες καμπύλες των 60 [degrees] | 1 απότομες καμπύλες | 0,61,8 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 1,4 |

Πίνακας 7.12.13.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 0,018[m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 0,02 [m].

7.12.14 Μελέτη σωληνογραμμής εξόδου από κοντέινερ επεξεργασίας έως τη πρώτη δεξαμενή αποθήκευσης

Όταν το νερό τελειώσει και με τη διαδικασία δοσομέτρησης εξέρχεται από το κοντέινερ της αφαλατικής εγκατάστασης και εισέρχεται στις δεξαμενές αποθήκευσης του μηχανοστασίου. Το τμήμα που μελετήθηκε είναι το τμήμα από την έξοδο της σωληνογραμμής από το κοντέινερ έως και το τέλος της πρώτης δεξαμενής αποθήκευσης. Οι υπολογισμοί που ακολουθήθηκαν φαίνονται παρακάτω.

Σύμφωνα πάλι με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωγραμμής (D) = 75[mm]



- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 8[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2/4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,50 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 12[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D/\nu$ η τιμή του οποίου ήταν 37631,86 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00009. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0012. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot l/D \cdot u^2/2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,0024[m]. Πρόκειται επομένως για γραμμικές απώλειες αμελητέες η τιμή των οποίων βρίσκεται ελάχιστα πάνω από το μηδέν. Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 9 καμπύλες των 90 μοιρών και 1 στόμιο σωλήνα. Ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε όπως φαίνεται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|----------------------------------|-----|
| Απότομες καμπύλες των 90 [degrees] | 9 απότομες καμπύλες | 7,4 |
| Στόμιο σωλήνα | 1 στόμιο με στρογγυλεμένο χείλος | 0,2 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 7,4 |

Πίνακας 7.12.14.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2/2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 0,010[m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 0,011 [m].

7.12.15 Μελέτη σωληνογραμμής εξόδου από κοντέινερ επεξεργασίας έως τη δεύτερη δεξαμενή αποθήκευσης

Μόλις η πρώτη δεξαμενή αποθήκευσης γεμίσει, υπάρχει ένα floter το οποίο δίνει εντολή ώστε το εξερχόμενο νερό από το κοντέινερ επεξεργασίας να το στείλει στην δεύτερη δεξαμενή αποθήκευσης. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε φαίνεται παρακάτω. Σύμφωνα πάλι με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωληνογραμμής (D) = 75[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 8[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2/4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,50 [m/sec]. Συνεπώς έχοντας ως



δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $9,806[m^2/sec]$, αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με $13,5[m]$ υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικοτήτων για είδος ρευστού νερό θαλάσσης και θερμοκρασία αναφοράς $20[^\circ C]$ η συνεκτικότητα βρέθηκε $0,000001003 [m^2/sec]$.

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ϵ) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με $0,007[mm]$. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν $37631,86$ αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ϵ)/Διάμετρο (D) $=0,00009$. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ϵ/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με $0,011$. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με $0,026[m]$. Πρόκειται επομένως για γραμμικές απώλειες αμελητέες η τιμή των οποίων βρίσκεται ελάχιστα πάνω από το μηδέν.

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 11 καμπύλες των 90 μοιρών και 1 στόμιο σωλήνα. Ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε όπως φαίνεται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----|
| Απότομες καμπύλες των $90 [degrees]$ | 11 απότομες καμπύλες | 9,0 |
| Στόμιο σωλήνα | 1 στόμιο με στρογγυλεμένο χείλος | 0,2 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 9,2 |

Πίνακας 7.12.15.1 Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με $0,12[m]$. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με $0,14 [m]$.

7.13 Αντλίες μεγάλης αφαλάτωσης

Η αφαλατική μονάδα χρησιμοποιεί για τη λειτουργία της διάφορων ειδών και χαρακτηριστικών αντλίες. Συγκεκριμένα χρησιμοποιεί :

- 4 αντλίες υποπίεσης θαλασσινού νερού και των οποίων οι 3 εφεδρικές
- 1 αντλία προσαγωγής νερού στη διαδικασία χημικού καθαρισμού
- 1 αντλία δοσομετρικής διαδικασίας
- 1 εναλλάκτη πίεσης

Για την καλύτερη προσέγγιση της αφαλατικής αυτής μονάδας αλλά και χρησιμων συμπερασμάτων μελετήθηκαν ξεχωριστά τα διάφορα αυτά είδη αντλιών.

7.13.1 Αντλία παραλαβής θαλασσινού νερού

Πρόκειται ίσως για την πιο μεγάλη αντλία ισχύος αλλά και αυτή που καλύπτει τη μεγαλύτερη απόσταση μεταφοράς του νερού. Λειτουργεί υπό πίεσης στα $-2 [bar]$ και ευθύνη της είναι να παραλάβει το νερό από το φίλτρο συνεργασίας και να το μεταφέρει έως και την αντλία προσαγωγής



νερού για να εκπληρωθεί μετέπειτα η διαδικασία χημικού καθαρισμού. Τα χαρακτηριστικά αυτής της αντλίας σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή της είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ | | |
|---|------------|----------------------|
| Μοντέλο | KSB 40-160 | - |
| Μέγιστο μανομετρικό (Hmax) | 9,8 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 1450 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (Pon) | 14,55 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 75 | [%] |
| Μέγιστη παροχή (Qmax) | 40 | [m ³ /hr] |
| Στατικό ύψος (Hgeo) | 3,2 | [m] |

Πίνακας 7.13.1.1 Πίνακας χαρακτηριστικών αντλίας τμήματος

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) = 9,806 [m²/sec], τη πυκνότητα ρευστού (ρ)=1000 [Kg/m³] αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q=25$ [m³/hr], υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς.

Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτή. Επομένως οι συνολικές γραμμικές απώλειες (Σh_f) είναι ίσες με 2,16[m] ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σh_k) είναι ίσες με 55,55[m]. Συνεπώς οι συνολικές απώλειες (Σh_{fol}) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με 57,71 [m].

Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το άθροισμα του στατικού ύψους (H_{geo}) και των συνολικών απωλειών (Σh_{fol}) της σωληνογραμμής. Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με 4,15 [kW]. Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (N_m) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η). Συνεπώς προέκυψε ίση με 5,53 [kW]. Τέλος, από τα τεχνικά εγχειρίδια της SYCHEM προέκυψαν τα χαρακτηριστικά όσον αφορά τη σωληνογραμμή και την ίδια την αντλία. Αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ $n=1450$ [rpm] | | |
|---|--------------------------|----------------------|
| Μανομετρικό (H _p) | Παροχή (Q _p) | |
| | [m] | [m ³ /hr] |
| 10,70 | 0,00 | 0,000 |
| 8,60 | 18,00 | 0,005 |
| 5,40 | 23,00 | 0,006 |
| 3,30 | 25,00 | 0,007 |



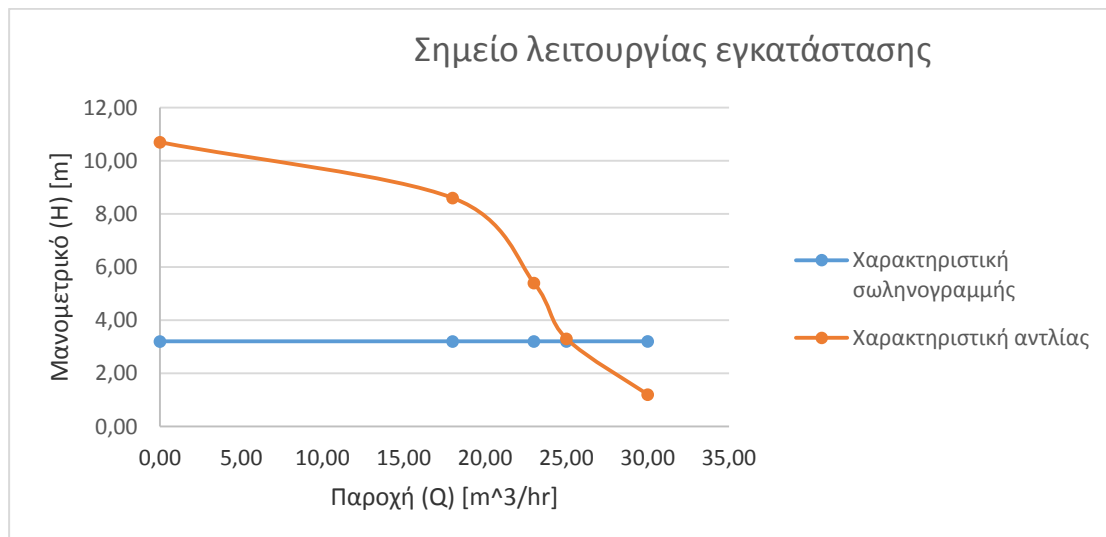
ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | |
|------|-------|-------|
| 1,20 | 30,00 | 0,008 |
|------|-------|-------|

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗΣ | | |
|------------------------------|---------------|----------------------|
| Μανομετρικό (Hσολ) | Παροχή (Qσολ) | |
| | [m] | [m ³ /hr] |
| 3,20 | 0,00 | 0,000 |
| 3,20 | 18,00 | 0,005 |
| 3,20 | 23,00 | 0,006 |
| 3,20 | 25,00 | 0,007 |
| 3,20 | 30,00 | 0,008 |

Πίνακας 7.13.1.2 Πίνακας σημείου λειτουργίας τμήματος

Εξισώνοντας επομένως τη χαρακτηριστική της σωληνογραμμή και τη χαρακτηριστική της αντλίας, βρέθηκε το σημείο λειτουργίας της εγκατάστασης στα συγκεκριμένα τμήματα που εξετάστηκε. Η γραφική φαίνεται παρακάτω:



Γράφημα 6.1.6. Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας εκάστοτε τμημάτων

7.13.2 Αντλία προσαγωγής νερού στη διαδικασία χημικού καθαρισμού

Πρόκειται μια αντλία η οποία παραλαμβάνει το νερό σε συνεργασία με την KSB 40-160 και συμβάλει σε μια από τις σημαντικότερες διαδικασίες που υφίσταται το θαλασσινό νερού, αυτή του χημικού καθαρισμού. Τα χαρακτηριστικά αυτής της αντλίας σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή της είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ | | |
|---|--------------|---|
| Μοντέλο | GRUNDFOS CRN | - |



| | | |
|---|------|----------------------|
| Μέγιστο μανομετρικό (H _{max}) | 9,5 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 1200 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (P _{ον}) | 3,8 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 72 | [%] |
| Μέγιστη παροχή (Q _{max}) | 12 | [m ³ /hr] |
| Στατικό ύψος (H _{geo}) | 3,1 | [m] |

Πίνακας 7.13.2.1 Πίνακας χαρακτηριστικών αντλίας τμήματος

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) = 9,806 [m²/sec], τη πυκνότητα ρευστού (ρ)=1000 [Kg/m³] αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q=8$ [m³/hr], υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς.

Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτή. Επομένως οι συνολικές γραμμικές απώλειες (Σh_f) είναι ίσες με 0,00[m] ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σh_k) είναι ίσες με 0,04[m]. Συνεπώς οι συνολικές απώλειες ($\Sigma h_{fολ}$) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με 0,05 [m]. Πρόκειται δηλαδή σχεδόν αμελητέες απώλειες ροής. Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το άθροισμα του στατικού ύψους (H_{geo}) και των συνολικών απωλειών ($\Sigma h_{fολ}$) της σωληνογραμμής. Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με 0,1 [kW].

Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (N_m) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η). Συνεπώς προέκυψε ίση με 0,15 [kW]. Τέλος, από τα τεχνικά εγχειρίδια της SYCHEM προέκυψαν τα χαρακτηριστικά όσον αφορά τη σωληνογραμμή και την ίδια την αντλία. Αυτά όλα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ n=1200 [rpm] | | |
|---|--------------------------|----------------------|
| Μανομετρικό (H _p) | Παροχή (Q _p) | |
| | [m] | [m ³ /hr] |
| 5,40 | 0,00 | 0,000 |
| 4,20 | 9,40 | 0,003 |
| 3,20 | 8,20 | 0,002 |
| 2,40 | 7,30 | 0,002 |
| 1,10 | 6,10 | 0,002 |

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗΣ | |
|---------------------------------|----------------------------|
| Μανομετρικό (H _{σωλ}) | Παροχή (Q _{σωλ}) |

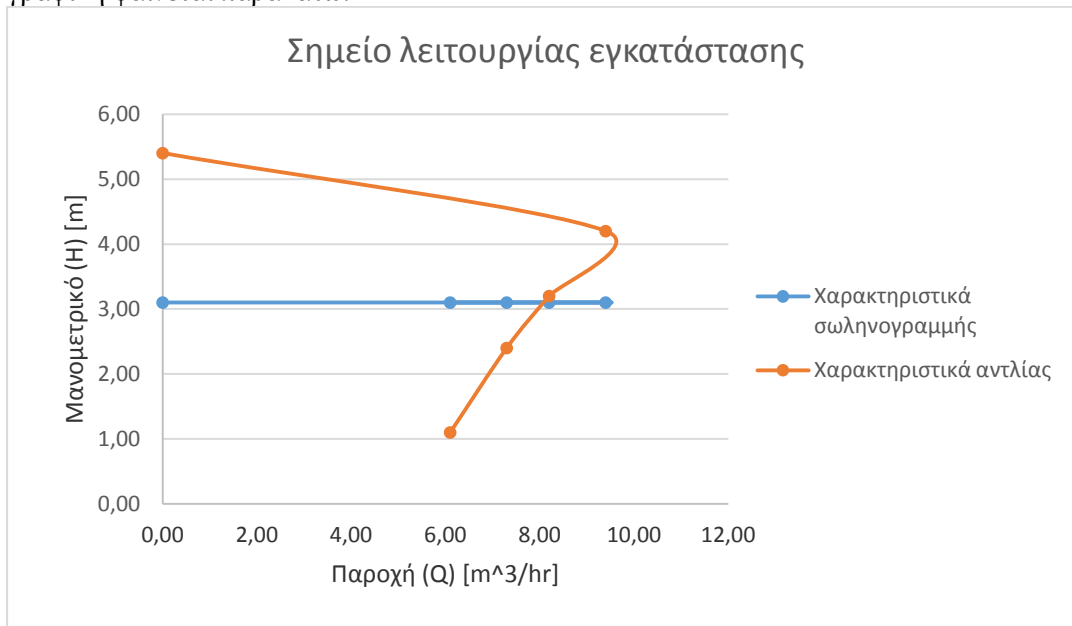


ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| [m] | [m ³ /hr] | [m ³ /sec] |
|------|----------------------|-----------------------|
| 3,10 | 0,00 | 0,000 |
| 3,10 | 9,40 | 0,003 |
| 3,10 | 8,20 | 0,002 |
| 3,10 | 7,30 | 0,002 |
| 3,10 | 6,10 | 0,002 |

Πίνακας 7.13.2.2 Πίνακας σημείου λειτουργίας τμήματος

Εξισώνοντας επομένως τη χαρακτηριστική της σωληνογραμμή και τη χαρακτηριστική της αντλίας, βρέθηκε το σημείο λειτουργίας της εγκατάστασης στα συγκεκριμένα τμήματα που εξετάστηκε. Η γραφική φαίνεται παρακάτω:



Γράφημα 7.13.2.1 Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας εκάστοτε τμημάτων

7.13.3 Αντλία δοσομετρικής διαδικασίας

Πρόκειται μια αντλία η οποία συντελεί στην επίτευξη δοσομετρική διαδικασία του θαλασσινού νερού. Τα χαρακτηριστικά αυτής της αντλίας σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή της είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ | | |
|---|--------------------|----------------------|
| Μοντέλο | GRUNDFOS DMS2-11 B | - |
| Μέγιστο μανομετρικό (H _{max}) | 11,0 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 1100 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (P _{ov}) | 2,2 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 73 | [%] |
| Μέγιστη παροχή | 9,5 | [m ³ /hr] |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | |
|----------------------------------|-----|-----|
| (Q _{max}) | | |
| Στατικό ύψος (H _{geo}) | 1,1 | [m] |

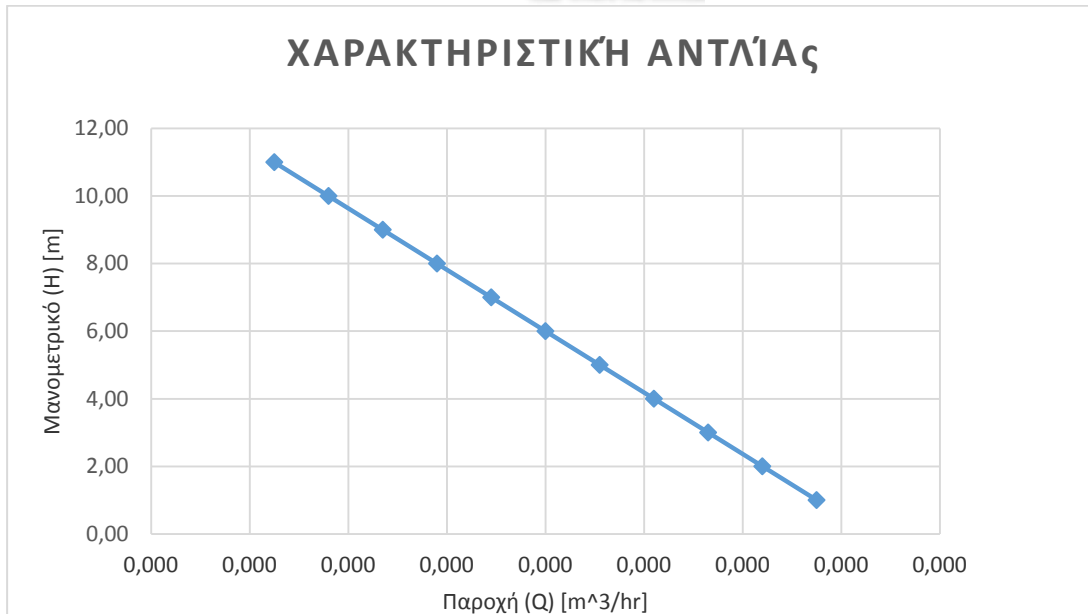
Πίνακας 7.13.3.1 Πίνακας χαρακτηριστικών αντλίας τμήματος

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) = 9,806 [m²/sec], τη πυκνότητα ρευστού (ρ)=1000 [Kg/m³] αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q=8$ [m³/hr], υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς.

Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτή. Επομένως οι συνολικές γραμμικές απώλειες (Σhf) είναι ίσες με 0,02[m] ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σhk) είναι ίσες με 0,04m]. Συνεπώς οι συνολικές απώλειες ($\Sigma hf_{ολ}$) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με 0,025 [m]. Πρόκειται δηλαδή σχεδόν αμελητέες απώλειες ροής. Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το άθροισμα του στατικού ύψους (H_{geo}) και των συνολικών απωλειών ($\Sigma hf_{ολ}$) της σωληνογραμμής. Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με 0,3 [kW]. Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (N_m) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η). Συνεπώς προέκυψε ίση με 0,055 [kW]. Τέλος, από τα τεχνικά εγχειρίδια της SYCHEM προέκυψαν τα χαρακτηριστικά όσον αφορά την ίδια την αντλία. Αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ $n=1200$ [rpm] | | |
|---|--------------------------|----------------------|
| Μανομετρικό (H _p) | Παροχή (Q _p) | |
| | [m] | [m ³ /hr] |
| 11,00 | 0,003 | 0,000 |
| 10,00 | 0,004 | 0,000 |
| 9,00 | 0,005 | 0,000 |
| 8,00 | 0,006 | 0,000 |
| 7,00 | 0,007 | 0,000 |
| 6,00 | 0,008 | 0,000 |
| 5,00 | 0,009 | 0,000 |
| 4,00 | 0,0010 | 0,000 |
| 3,00 | 0,0011 | 0,000 |
| 2,00 | 0,0012 | 0,000 |
| 1,00 | 0,0013 | 0,000 |

Πίνακας 7.13.3.2 Πίνακας σημείου λειτουργίας τμήματος



Γράφημα 7.13.3.1 Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας εκάστοτε τμημάτων

7.13.4 Εναλλάκτης πίεσης αφαλατικής εγκατάστασης

Πρόκειται για έναν εναλλάκτη πίεσης ο οποίος προσδίδει στο νερό τη κατάλληλη θερμοκρασία που απαιτείται να βρίσκεται και αντισταθμίζει τις πιέσεις στο εσωτερικό του κοντέινερ και των σωληνώσεων του. Τα χαρακτηριστικά του εναλλάκτη πίεσης σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή του είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ | | |
|---|------------|----------------------|
| Μοντέλο | ERI PX-90s | - |
| Μέγιστο μανομετρικό (H _{max}) | 14,0 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 2400 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (P _{ον}) | 6,5 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 85 | [%] |
| Μέγιστη παροχή (Q _{max}) | 15,5 | [m ³ /hr] |
| Στατικό ύψος (H _{geo}) | 5,7 | [m] |

Πίνακας 7.13.4.1 Πίνακας χαρακτηριστικών αντλίας τμήματος

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας ($g = 9,806 \text{ [m}^2/\text{sec}^2]$), τη πυκνότητα ρευστού ($\rho = 1000 \text{ [Kg/m}^3]$) αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q = 8 \text{ [m}^3/\text{hr}]$, υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς.

Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτή. Επομένως οι συνολικές



γραμμικές απώλειες (Σhf) είναι ίσες με 0,06[m] ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σhk) είναι ίσες με 0,33[m]. Συνεπώς οι συνολικές απώλειες ($\Sigma hf_{ολ}$) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με 0,39 [m]. Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το άθροισμα του στατικού ύψους (H_{geo}) και των συνολικών απωλειών ($\Sigma hf_{ολ}$) της σωληνογραμμής. Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με 0,19 [kW].

Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (N_m) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η). Συνεπώς προέκυψε ίση με 0,23 [kW].

7.13.5 Συνολικό δίκτυο μεγάλης αφαλάτωσης

Μετά και όλους τους παραπάνω υπολογισμούς βγήκαν κάποια πολύ χρήσιμα συμπεράσματα. Αθροίζοντας όλες τις τοπικές κι γραμμικές απώλειες των τμημάτων της μεγάλης αφαλατικής μονάδας προκύπτει ότι :

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΔΙΚΤΥΟΥ | |
|--|-----------|
| Συνολικές τοπικές απώλειες δικτύου (Σhk) | 55,94 [m] |
| Συνολικές γραμμικές απώλειες δικτύου (Σhf) | 2,23 [m] |
| Συνολικές απώλειες ροής δικτύου ($\Sigma h_{ολ}$) | 58,17 [m] |

Πίνακας 7.13.5.1 Πίνακας απωλειών δικτύου

Έπειτα αθροίζοντας τις συνολικές μηχανικές ισχύς των εκάστοτε αντλιών (ΣN_m) αλλά και τις συνολικές αποδιδόμενες στο ρευστό (ΣN_d) προέκυψε ότι :

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΣΧΥΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ | |
|--|-----------|
| Συνολική μηχανική ισχύς αντλίας (ΣN_m) | 5,86 [m] |
| Συνολική αποδιδόμενη ισχύς στο ρευστό (ΣN_d) | 4,41 [m] |
| Συνολική ισχύς αντλιών ($N_{ολ}$) | 10,27 [m] |
| Συνολική ονομαστική ισχύς αντλιών (P) | 26,65 [m] |

Πίνακας 7.13.5.2 Πίνακας ισχύων αντλιών



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

7.14 Οικονομική προσέγγιση μεγάλης αφαλάτωσης

Στη συνέχεια έχοντας υπολογιστεί η συνολική ονομαστική ισχύς (P) των αντλιών της μεγάλης αφαλατικής εγκατάστασης, με δεδομένο πως η εκπτωτική τιμή της κιλοβατώρας κυμαίνεται περίπου στα 0,17 [€/kWh] αλλά και η τυπική ώρα λειτουργίας της αφαλάτωσης είναι οι 16 ώρες προκύπτει ότι.

| ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΓΑΛΗΣ ΑΦΑΛΑΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ | |
|--|---------------|
| Τιμή κιλοβατώρας | 0,17 [€/kWh] |
| Τυπική ώρα λειτουργίας αφαλάτωσης | 16 [hr] |
| Κοστολόγηση ενέργειας αντλιών για τυπική ώρα λειτουργίας | 72,49 [€] |
| Μηνιαία κοστολόγηση ενέργειας αντλιών | 2247,13 [€] |
| Τυπική ετήσια κοστολόγηση ενέργειας αντλιών | 26.965,54 [€] |

Πίνακας 7.14.1 Κοστολόγηση μεγάλης αφαλατικής μονάδας



8. Μικρή αφαλατική μονάδα

Η μονάδα αφαλάτωσης με τεχνολογία αντίστροφης ώσμωσης αποτελείται από το τμήμα προκατεργασίας, μια αντλία υψηλής πίεσης, μια αντλία ανακυκλοφορίας, 2 μεμβρανοθήκες στην καθεμία εκ των οποίων είναι εγκατεστημένες 2 μεμβράνες, σύστημα καθαρισμού μεμβρανών καθώς και δίκτυο σωλήνων με βάνες, μανόμετρα, παροχόμετρα των κλάδων παραγωγής και απόρριψης νερού. Επίσης, περιλαμβάνει κεντρικό πίνακα ελέγχου με ενσωματωμένο PLC και ψηφιακή οθόνη αφής καθώς και όλες τις απαραίτητες συσκευές και συστήματα ελέγχου για την ασφαλή και συνεχή λειτουργία της μονάδας.

Η μονάδα προορίζεται για συνεχή λειτουργία ενώ είναι εφοδιασμένη με ενσωματωμένο σύστημα καθαρισμού των μεμβρανών CIP. Το σύστημα CIP αντικαθιστά το χειροκίνητο καθαρισμό και διασφαλίζει την βέλτιστη χρήση του χημικού καθαρισμού. Παράλληλα, ελεγχόμενα από την μονάδα, ψηφιακά δοσομετρικά συστήματα αποτελούν το τμήμα επεξεργασίας παραγόμενου νερού με σκοπό την χημική του εξισορρόπηση και απολύμανση πριν την τελική οδήγηση του στην δεξαμενή αποθήκευσης.



Εικόνα 8.1 Μικρή αφαλατική εγκατάσταση

8.1 Αρχή λειτουργίας μικρής αφαλάτωσης

Πρόκειται για μια μονάδα η οποία είναι συνεχής λειτουργίας γλυκού νερού. Καλύπτει τις ανάγκες πόσιμου νερού του ξενοδοχείου όπως και συγκεκριμένων κολυμβητικών δεξαμενών της Θαλασσοθεραπείας. Καλύπτει δηλαδή το 30% του νερού που απαιτεί το ξενοδοχείο για ζήτηση. Η αφαλατική εγκατάσταση είναι ονομαστικής παροχής 100-140 [m³/day] ακατέργαστου γλυκού νερού. Το νερό αυτό έρχεται εντός της εγκατάστασης είτε μέσω των 3 γεωτρήσεων που έχουν δημιουργηθεί στη περιοχή των Κουρητών είτε μέσω της φλέβας νερού που περνάει από τη δεξαμενή του πάρκινγκ του ξενοδοχείου.



Συνήθως χρησιμοποιείται η φλέβα νερού της δεξαμενής του πάρκινγκ καθώς είναι αρκετή για τη κάλυψη του 30% της ζήτησης. Έπειτα το ακατέργαστο νερό διέρχεται καταρχήν από τα αμμόφιλτρα τα οποία κατακρατούν τα αιωρούμενα στερεά καθώς και οξείδια του σιδήρου/μαγγανίου, εφόσον υπάρχουν. Μετά η αφαλάτωση διαθέτει δοσομετρικό σύστημα δικό της, το οποίο ελέγχεται από την μονάδα και το οποίο είναι τοποθετημένο προ των αμμόφιλτρων και διασφαλίζει την απολύμανση του εισερχόμενου νερού.

Στη συνέχεια αφού περάσει και τα αμμόφιλτρα, το νερό διέρχεται από τα φίλτρα φύσιγγας (5 μικρών) όπου επιτυγχάνεται περαιτέρω φίλτραση και αφαίρεση επικίνδυνων ουσιών. Το ακατέργαστο νερό θα πρέπει να είναι δυνατόν να περάσει από τα φίλτρα των 5 μικρών, και να μην περιέχει λάδια, ελεύθερο υπολειμματικό χλώριο, υδρόθειο και άλλες επικίνδυνες ουσίες. Εκεί υπάρχει ενσωματωμένη ψηφιακή μονάδα δοσομέτρησης η οποία διασφαλίζει την προσθήκη αντικαθαλώτικου στο ακατέργαστο νερό με σκοπό την αύξηση του ποσοστού ανάκτησης. Έτσι αποφεύγετε κάθε κίνδυνος μικροβίων στο νερό.

Τέλος, μέσω μιας φυγοκεντρική αντλίας τύπου GRUNDFOS (υψηλής πίεσης), ανεβαίνει η πίεση του ακατέργαστου νερού στα επίπεδα των 20 [bar] αναλόγως της αλατότητας και της θερμοκρασίας του ακατέργαστου νερού βέβαια και σε συνδυασμό με μια δεύτερη φυγοκεντρική αντλία τύπου GRUNDFOS (ανακυκλοφορίας) διασφαλίζεται η απαραίτητη ροή του νερού στις μεμβράνες. Εντός των μεμβρανών το ακατέργαστο νερό διαχωρίζεται σε δύο ροές. Το αφαλατωμένο νερό που περνά διαμέσου των μεμβρανών ενώ οι ακαθαρσίες και τα συμπυκνωμένα άλατα παραμένουν στην ροή του συμπυκνώματος. Μετά και απ' αυτό το στάδιο η καθαρό γλυκό νερό αποθηκεύεται στις δεξαμενές του μηχανοστασίου της αφαλάτωσης.



Εικόνα 8.1.1 Δεξαμενές αποθήκευσης αφαλατώσεων



8.2 Τεχνικές προδιαγραφές μικρής αφαλατικής μονάδας

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά οι τεχνικές προδιαγραφές της μικρής αφαλατικής εγκατάστασης.

| ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΜΙΚΡΗΣ ΑΦΑΛΑΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ |
|---|
| 1) Δυναμικότητα 120m ³ /day επεξεργασμένου νερού – max |
| 2) Μεταλλικός σκελετός από ανοξείδωτο χάλυβα 316 L |
| 3) Αντλία υψηλής πίεσης GRUNDFOS κατασκευασμένη εξ' ολοκλήρου από INOX 316 Αντλία ανακυκλοφορίας GRUNDFOS κατασκευασμένη εξ' ολοκλήρου από INOX 316 |
| 4) Δίκτυο υψηλής πίεσης κατασκευασμένο εξ' ολοκλήρου από ανοξείδωτο χάλυβα με δυνατότητα άμεσης αποσυναρμολόγησης για εύκολη συντήρηση Δίκτυο νερού εισόδου και παραγωγής κατασκευασμένο από UPVC 16 atm ή πολυπροπυλένιο |
| 5) 2 μεμβρανοθήκες διαμέτρου 8 inc - 400 psi από πολυεστέρα ενισχυμένο με ίνες γυαλιού |
| 6) 4 μεμβράνες διαμέτρου 8 inc υψηλής ποιότητας DOW FILMTEC |
| 7) Πολυστρωματικό φίλτρο θολότητας από πολυαμίδιο, με πλήρωση χαλαζιακής άμμου διπλής κοκκομετρίας, ενσωματωμένο σύστημα αντίστροφης πλύσης |
| 8) Ενσωματωμένο πλήρως ψηφιακό σύστημα δοσομέτρησης αντικαθαλωτικού με δοσομετρική αντλία GRUNDFOS DMS και δοχείο |
| 9) Πλαστικά φίλτρα 5μm για την επεξεργασία του νερού εισόδου με ελάχιστη αντοχή σε πίεση 6atm |
| 10) Ενσωματωμένο σύστημα χημικού καθαρισμού συμπεριλαμβανομένου δοχείου 210 λίτρα και όλων των κατάλληλων συνδέσεων με τρίοδες βάνες PVC 16 atm |
| 11) Ηλεκτρονικός πίνακας ελέγχου PLC και ψηφιακή οθόνη αφής σύμφωνα με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά : Ενδείξεις : γενική κατάσταση λειτουργίας ,πίεση εισόδου ,θερμοκρασία νερού εισόδου,αγωγιμότητα παραγόμενου νερού,στιγμιαία και συνολική παροχή,συνολικός χρόνος λειτουργίας,συνολική ηλεκτρική κατανάλωση,στάθμη δεξαμενής παραγόμενου νερού Ψηφιακοί διακόπτες λειτουργίας : έναρξη – παύση λειτουργίας,χημικός καθαρισμός,αντλία υψηλής πίεσης,αντλία ανακυκλοφορίας Ενδείξεις alarm : Αντλία υψηλής πίεσης,αντλία ανακυκλοφορίας,χαμηλή πίεση εισόδου,υψηλή αγωγιμότητα παραγόμενου νερού,χαμηλή στάθμη αντικαθαλωτικού,χαμηλή στάθμη παραγόμενου νερού Διακόπτης άμεσης χειροκίνητης διακοπής λειτουργίας Αυτόματη διαδικασία πλύσης μεμβρανών πριν και μετά την παύση λειτουργίας του συστήματος Ξέπλυμα μεμβρανών με νερό από την δεξαμενή αποθήκευσης του παραγόμενου νερού Δυνατότητα πλήρους χειροκίνητης λειτουργίας μέσω της οθόνης αφής Αυτόματος έλεγχος ηλεκτρομαγνητικών βανών by pass διακοπών στάθμης (flotter) Αυτοματισμός ενεργοποίησης by pass/alarm σε περίπτωση έλλειψης νερού Έλεγχος του συνόλου των συστημάτων προ και μετά κατεργασίας νερού |
| 12) Ροόμετρα παραγωγής – Απόρριψης και βάνες για δειγματοληψίες |
| 13) Μανόμετρα νερού εισόδου πριν και μετά τα φίλτρα φάσιγγας, υψηλής πίεσης από ανοξείδωτο χάλυβα 316 L |
| 14) Αυτόματο σύστημα διακοπής λειτουργίας σε περίπτωση χαμηλής πίεσης νερού εισόδου ή έλλειψης αντικαθαλωτικού |
| 15) Ανοξείδωτη ή ορειχάλκινη ηλεκτρομαγνητική βάνα για την διακοπή λειτουργίας της όσμωσης από τον διακόπτη στάθμης |
| 16) Η μονάδα παραδίδεται πλήρως συναρμολογημένη σε ανοξείδωτο πλαίσιο |
| 17) Δολομιτικό φίλτρο για την εξισορρόπηση του παραγόμενου νερού |



18) Πλήρως ψηφιακό σύστημα επεξεργασίας ακατέργαστου / παραγόμενου νερού αποτελούμενα από αντλία GRUNDFOS DMS και δοχείο

Πίνακας 8.2 Προδιαγραφές μικρής αφαλάτωσης

8.3 Μελέτη σωληνογραμμών δικτύου. Μελέτη από 1η γεώτρηση μέχρι δεξαμενή Κουρητών

Μελετήθηκε και υπολογίστηκε η σωληνογραμμή μεταφοράς του νερού, από την 1^η γεώτρηση της περιοχής των Κουρητών ως και την δεξαμενή. Πρόκειται για αρκετά υψηλό υψόμετρο πράγμα που σημαίνει πως οι ταχύτητες του νερού είναι πολύ μικρές λόγω κατακόρυφης εγκατάστασης.

Σύμφωνα λοιπόν με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωσης 1^{ης} γεώτρησης (D) = 90[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 3[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,13 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 7500[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικοτήτων για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,00001003 [m²/sec]. Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός των Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 11759,95 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,000078.

Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0013. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 9,12[m]. Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 8 απότομες καμπύλες των 45 μοιρών, 14 απότομες καμπύλες των 55 μοιρών καθώς και από ένα στόμιο σωλήνα με στρογγυλεμένο χείλος. Αναλυτικά οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συντελεστή εξαρτημάτων K φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|------------------------|--------|
| Απότομες καμπύλες των 55 [degrees] | 14 απότομες καμπύλες | 9,8 |
| Απότομες καμπύλες των 45 [degrees] | 8 απότομες καμπύλες | 3,2 |
| Στόμιο σωλήνα | 1 στρογγυλεμένο χείλος | 0,2 |
| Βάνες θ=60 [degrees] | 15 βάνες πεταλούδα | 162,0 |
| Βάνες πεταλούδα θ=90[degrees] | 5 βάνες πεταλούδα | 59,0 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 234,20 |

Πίνακας 8.3 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 19,72 [m]. Τέλος οι συνολικές



απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 28,85 [m].

8.3.1 Μελέτη σωληνογραμμής από 2^η γεώτρηση μέχρι δεξαμενή Κουρητών

Μελετήθηκε και υπολογίστηκε η σωληνογραμμή μεταφοράς του νερού, από την 2^η γεώτρηση της περιοχής των Κουρητών ως και την δεξαμενή. Πρόκειται για αρκετά υψηλό υψόμετρο πράγμα αλλά και αρκετά μικρότερης απόσταση μέχρι τη δεξαμενή από την 1^η γεώτρηση, που σημαίνει πως οι ταχύτητες του νερού είναι πολύ μικρές λόγω κατακόρυφης εγκατάστασης.

Σύμφωνα λοιπόν με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωσης 2^{ης} γεώτρησης (D) = 90[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 3[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,12 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 280[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 11769,85 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,000077. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0012. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,34[m].

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 5 απότομες καμπύλες των 45 μοιρών, 8 απότομες καμπύλες των 55 μοιρών καθώς και από ένα στόμιο σωλήνα με στρογγυλεμένο χείλος. Αναλυτικά οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συντελεστή εξαρτημάτων K φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|---|------------------------|------|
| Απότομες καμπύλες των 55 [degrees] | 8 απότομες καμπύλες | 5,6 |
| Απότομες καμπύλες των 45 [degrees] | 5 απότομες καμπύλες | 2,0 |
| Στόμιο σωλήνα | 1 στρογγυλεμένο χείλος | 0,2 |
| Βάνες | 2 βάνες διαφράγματος | 4,6 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 12,4 |

Πίνακας 8.3.1.1 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 1,21 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 1,55[m].



8.3.2 Μελέτη σωληνογραμμής από 3η γεώτρηση μέχρι δεξαμενή Κουρητών

Μελετήθηκε και υπολογίστηκε η σωληνογραμμή μεταφοράς του νερού, από την 2^η γεώτρηση της περιοχής των Κουρητών ως και την δεξαμενή. Πρόκειται για αρκετά υψηλό υψόμετρο αλλά και αρκετά μικρότερη απόσταση μέχρι τη δεξαμενή από την 1^η και 2^η γεώτρηση, πράγμα που σημαίνει πως οι ταχύτητες του νερού είναι πολύ μικρές λόγω κατακόρυφης εγκατάστασης. Σύμφωνα λοιπόν με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωσης 3^{ης} γεώτρησης (D) = 90[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 3[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,12 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 204[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητων για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 11769,85 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,000077. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0012. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,25[m].

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 5 απότομες καμπύλες των 45 μοιρών και ένα στόμιο σωλήνα με στρογγυλεμένο χείλος. Αναλυτικά οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συντελεστή εξαρτημάτων K φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|------------------------|-----|
| Απότομες καμπύλες των 45 [degrees] | 5 απότομες καμπύλες | 4,0 |
| Στόμιο σωλήνα | 1 στρογγυλεμένο χείλος | 0,2 |
| Βάνες | 2 βάνες διαφράγματος | 4,6 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | 8,8 | |

Πίνακας 8.3.2.1 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 0,74 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 0,99 [m].

8.3.3 Μελέτη σωληνογραμμής από δεξαμενή Κουρητών μέχρι πηγάδι πάρκινγκ

Μόλις το φλοτέρ της δεξαμενής των Κουρητών ανεβεί στην επιφάνεια του νερού, τότε η δεξαμενή έχει γεμίσει. Μόλις γίνει αυτό τότε το αντλητικό σύστημα της εγκατάστασης ενεργοποιείται αυτόματα και μεταφέρουν το νερό σε απόσταση 4,7 χιλιομέτρων στη φλέβα πηγαδιού του ξενοδοχείου, αυτή που βρίσκεται στο πάρκινγκ του. Σύμφωνα λοιπόν με τα τεχνικά χαρακτηριστικά



της εταιρείας SYCHEM, μελετήθηκε και υπολογίστηκε η συγκεκριμένη σωληνογραμμή. Έτσι, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωσης (D) = 90[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 9,2[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,40 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 4700[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικοτήτων για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,00001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 36063,96 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,000077.

Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0013. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 53,77[m].

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 24 απότομες καμπύλες των 45 μοιρών, 5 απότομες καμπύλες των 90 μοιρών και ένα στόμιο σωλήνα με στρογγυλεμένο χείλος. Αναλυτικά οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συντελεστή εξαρτημάτων K φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|------------------------|------|
| Απότομες καμπύλες των 45 [degrees] | 24 απότομες καμπύλες | 9,6 |
| Στόμιο σωλήνα | 1 στρογγυλεμένο χείλος | 0,2 |
| Βάνες διαφράγματος | 8 βάνες διαφράγματος | 13,8 |
| Βάνες θ=20 [degrees] | 6 βάνες πεταλούδα | 64,8 |
| Απότομες καμπύλες των 90 [degrees] | 5 απότομες καμπύλες | 4,0 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 92,4 |

Πίνακας 8.3.3.1 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 73,18 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 126,95 [m].

8.3.4 Μελέτη σωληνογραμμής από πηγάδι πάρκινγκ μέχρι δεξαμενή πάρκινγκ

Όταν το νερό φθάσει στη φλέβα του πηγαδιού, τότε για να μεταφερθεί το νερό στην μικρή αφαλάτωση για την περαιτέρω επεξεργασία του πρέπει πρώτα να μεταφερθεί στην εγκατεστημένη



δεξαμενή που βρίσκεται 11,5 μέτρα μακριά της φλέβας. Για να συμβεί αυτό όμως, υπάρχει 0,55 μέτρα χαλυβδοσωλήνα των 1,25 ιντσών η οποία και διαστέλλεται με μία πολυαιθυλενίου σωλήνα 3^{ης} γενιάς. Σύμφωνα λοιπόν με τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εταιρείας SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος χαλυβδοσωλήνα (D) = 1,25[inc]
- Διάμετρος σωλήνωσης διαστολής (Dδ) = 63[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης διαστολής : PVC 3ης γενιάς
- Παροχή χαλυβδοσωλήνας (Q) = 8,8[m³/hr]
- Παροχή σωλήνωσης διαστολής (Qδ) = 8,8[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της χαλυβδοσωλήνας ίσο με 3,04 [m/sec]. Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 0,55[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίο ήταν 11769,85 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,0047.

Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,03. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 21,04[m].

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 2 απότομες καμπύλες των 45 μοιρών και 3 απότομες καμπύλες των 55 μοιρών. Αναλυτικά οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συντελεστή εξαρτημάτων K φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|---------------------|-----|
| Καμπύλες 45 [degrees] | 2 απότομες καμπύλες | 0,8 |
| Απότομες καμπύλες των 55 [degrees] | 3 απότομες καμπύλες | 2,1 |
| Συντελεστής K | | 2,9 |

Πίνακας 8.3.4.1 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 131,49 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 152,53[m].

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα ίδια μεγέθη και για την σωλήνα πολυαιθυλενίου. Με γνώμονα όλα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,78[m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 11,5[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητας για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].



Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ϵ) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός των Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 49279,81 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ϵ)/Διάμετρο (D) =0,00011. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ϵ/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,03. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 6,06[m].

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 2 απότομες καμπύλες των 45 μοιρών και 3 απότομες καμπύλες των 55 μοιρών. Ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε από τον τύπο $K = (1 - (\text{Διάμετρος σημείου διαστολής} / \text{Διάμετρος χαλυβδοσωλήνας}))^2$ για $D2/D1 > 0,76$. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|----------------------------------|-------|
| Απότομες καμπύλες των 45 [degrees] | 2 απότομες καμπύλες | 0,8 |
| Απότομες καμπύλες των 55 [degrees] | 3 απότομες καμπύλες | 2,1 |
| Στόμιο σωλήνα | 1 στόμιο με στρογγυλεμένο χείλος | 0,2 |
| Σημείο διαστολής | D/Dδ | 1,97 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 11,37 |

Πίνακας 8.3.4.2 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 34,32 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 40,38[m].

8.3.5 Μελέτη σωληνογραμμής από δεξαμενή πάρκινγκ μέχρι κολλεκτέρ

Αφού πραγματοποιηθεί και η μεταφορά του νερού από τη φλέβα του πηγαδιού στη δεξαμενή του πάρκινγκ, το νερό μεταφέρεται στο κεντρικό κολλεκτέρ της μικρής αφαλατικής εγκατάστασης. Σύμφωνα με τη SYCHEM, μελετήθηκε και υπολογίστηκε και η συγκεκριμένη σωληνογραμμή. Έτσι, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωσης (D) = 63[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 8,8[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,76 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 120[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητων για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ϵ) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν,



προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίο ήταν 49279,81 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ϵ)/Διάμετρο (D) =0,00011 Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ϵ/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0013. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 6,32[m]. Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 4 απότομες καμπύλες των 45 μοιρών και 5 απότομες καμπύλες των 90 μοιρών. Αναλυτικά οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συντελεστή εξαρτημάτων K φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|---------------------|-----|
| Απότομες καμπύλες των 45 [degrees] | 4 απότομες καμπύλες | 1,6 |
| Απότομες καμπύλες των 55 [degrees] | 5 απότομες καμπύλες | 3,5 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 5,1 |

Πίνακας 8.3.5.1 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 15,39 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 21,72 [m].

8.3.6 Μελέτη σωληνογραμμής από κολλεκτέρ μέχρι 1ο φίλτρο

Φθάνοντας το διερχόμενο νερό στο κεντρικό κολλεκτέρ του μηχανοστασίου των αφαλατικών μονάδων, το νερό μεταφέρεται για τη φίλτραση και την καθαριότητα του από μικροοργανισμούς και σκουπίδια, στο 1^ο φίλτρο.

Με βάση τα σχέδια και της προδιαγραφές της SYCHEM, μελετήθηκε και υπολογίστηκε η συγκεκριμένη σωληνογραμμή. Έτσι, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωσης (D) = 50[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 8,8[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 1,25 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 7,5[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικοτήτων για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ϵ) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίο ήταν 62092,56 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ϵ)/Διάμετρο (D) =0,00011. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ϵ/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,01. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 12,55[m].



Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 2 απότομες καμπύλες των 90 μοιρών και βάνες διαφράγματος και πεταλούδας. Αναλυτικά οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συντελεστή εξαρτημάτων K φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|--|-----|
| Απότομες καμπύλες των 90 [degrees] | 2 απότομες καμπύλες | 1,6 |
| Βάνες διαφράγματος | 1 βάνα διαφράγματος | 2,3 |
| Βάνες πεταλούδα | 1 βάνα πεταλούδα $\theta=5$ [degrees] | 2,4 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 6,3 |

Πίνακας 8.3.6.1 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 47,92 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 60,47 [m].

8.3.7 Μελέτη σωληνογραμμής από έξοδο 1ου φίλτρου μέχρι διεργασία αφαλάτωσης

Όταν πραγματοποιηθεί και το στάδιο της πρώτης φίλτρανης του νερού, τότε αυτό μεταφέρεται στη διεργασία αφαλάτωσης του. Σύμφωνα με τη SYCHEM, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωσης (D) = 50[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 8,8[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 1,25 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 4 [m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητων για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 62092,56 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00014. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,01. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 7,91[m].

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 2 απότομες καμπύλες των 90 μοιρών και ένα ακροφύσιο εξόδου του νερού. Αναλυτικά οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συντελεστή εξαρτημάτων K φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|-----------------------|---------------------|-----|
| Απότομες καμπύλες των | 2 απότομες καμπύλες | 1,6 |



| | | |
|---------------------------|--------------------|------|
| 90 [degrees] | | |
| Ακροφύσιο εξόδου | 1 ακροφύσιο εξόδου | 0,04 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 1,64 |

Πίνακας 8.3.7.1 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 12,48 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 20,39 [m].

8.3.8 Μελέτη σωληνογραμμής από διεργασία αφαλάτωσης μέχρι υποδοχή 2ου φίλτρου

Όταν επιτευχθεί και η διεργασία της αφαλάτωσης, το νερό περνά σε μια επιπλέον φίλτραση του έτσι ώστε να καθαρίσει εντελώς από παθογόνους μικροοργανισμούς.

Με βάση τα σχέδια της SYCHEM, μελετήθηκε και υπολογίστηκε η συγκεκριμένη σωληνογραμμή. Έτσι, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωσης (D) = 50[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 3,1[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,44 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 4[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικοτήτων για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,00014 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 21873,52 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00014. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0013. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,10[m]. Πρόκειται δηλαδή για αμελητέες απώλειες γραμμικές.

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 2 απότομες καμπύλες των 90 μοιρών, 2 απότομες καμπύλες των 30 μοιρών και ένα στόμιο σωλήνα με στρογγυλεμένο χείλος. Αναλυτικά οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συντελεστή εξαρτημάτων K φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|--|------|
| Απότομες καμπύλες των 90 [degrees] | 2 απότομες καμπύλες | 1,6 |
| Στόμιο σωλήνα | 1 στρογγυλεμένο χείλος | 0,2 |
| Βάνες πεταλούδα | 5 βάνες πεταλούδα $\theta = 60$ [degrees] | 55,1 |
| Απότομες καμπύλες των 30 [degrees] | 2 απότομες καμπύλες | 0,6 |



| | | |
|----------------------------------|---------------------|-----|
| Βάνες διαφράγματος | 1 βάνα διαφράγματος | 2,3 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | 59,7 | |

Πίνακας 8.3.8.1 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 56,36 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 56,46 [m].

8.3.9 Μελέτη σωληνογραμμής δοσομέτρησης

Μόλις το νερό υποστεί και τη 2^η φίλτρανση του, περνάει στην διαδικασία δοσομέτρησης αντικαθαλωτικού οξέως - χλωρίου για την περαιτέρω καθαριότητα του. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές της SYCHEM, μελετήθηκε και υπολογίστηκε η συγκεκριμένη σωληνογραμμή. Έτσι, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωσης (D) = 50[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 3,1[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,43 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 4,4[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικοτήτων για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,00001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 21873,52 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00014. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0014. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,0012[m].

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 4 απότομες καμπύλες των 90 μοιρών και 4 απότομες καμπύλες των 60 μοιρών. Αναλυτικά οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συντελεστή εξαρτημάτων K φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|---|---------------------|-----|
| Απότομες καμπύλες των 90 [degrees] | 4 απότομες καμπύλες | 3,2 |
| Απότομες καμπύλες των 60 [degrees] | 4 απότομες καμπύλες | 2,4 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | 5,6 | |

Πίνακας 8.3.9.1 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος



Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 0,05 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 0,06 [m]. Πρόκειται δηλαδή για μια σωληνογραμμή με σχεδόν αμελητέες απώλειες ροής.

8.3.10 Μελέτη σωληνογραμμής από διαδικασία δοσομέτρησης μέχρι δεξαμενές αποθήκευσης

Αφού τελειώσει και η διεργασία δοσομέτρησης, το νερό είναι κατάλληλο για αποθήκευση στις δεξαμενές του μηχανοστασίου. Για να γίνει αυτό υπάρχει ένα σημείο διαστολής. Το σημείο αυτό αποτελείται από μία διαστολή διαμέτρου Φ50 με μία Φ63 για την 1^η δεξαμενή και με βάση τα σχέδια και τις προδιαγραφές της SYCHEM, μελετήθηκε και υπολογίστηκε η συγκεκριμένη σωληνογραμμή. Έτσι, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωσης (D) = 50[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 3,1[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,44 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 2,5[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικοτήτων για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 21873,52 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00014. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0013. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma hf = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,06[m].

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 7 απότομες καμπύλες των 90 μοιρών.

Αναλυτικά οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συντελεστή εξαρτημάτων K φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|---------------------|-----|
| Απότομες καμπύλες των 90 [degrees] | 7 απότομες καμπύλες | 5,6 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 5,6 |

Πίνακας 8.3.10.1 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma hk = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σhk) ίσες με 5,29 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 5,35 [m]. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το σημείο διαστολής μέχρι τη πρώτη δεξαμενή. Έτσι, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος κεντρικής σωλήνωσης (D) = 63[mm]



- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 3,1[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,28 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 10,5[m] υπολογίστηκαν η συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητων για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,000001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίο ήταν 17359,93 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) = 0,00014. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0013. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot L / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,08[m].

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 6 απότομες καμπύλες των 90 μοιρών. Ο συντελεστής εξαρτημάτων K υπολογίστηκε από τον τύπο $K = (1 - (\text{Διάμετρος σημείου διαστολής} / \text{Διάμετρος κεντρικής σωλήνωσης}))^2$ για $D2/D1 > 0,76$. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|------------------------------------|---------------------|-----|
| Απότομες καμπύλες των 90 [degrees] | 7 απότομες καμπύλες | 4,8 |
| Σημείο διαστολής | D2/D1 | 0,4 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | 5,2 | |

Πίνακας 8.3.10.2 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 1,95 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 2,03 [m].

8.3.11 Μελέτη σωληνογραμμής από σημείο διαστολής μέχρι δεύτερη δεξαμενή αποθήκευσης

Μόλις το νερό περάσει από τη διαστολή της σωληνογραμμής τότε σε απόσταση 3,6 μέτρων περίπου φθάνει στη δεύτερη δεξαμενή αποθήκευσης του. Με βάση τα σχέδια και τις προδιαγραφές της SYCHEM, μελετήθηκε και υπολογίστηκε η συγκεκριμένη σωληνογραμμή. Έτσι, προκύπτουν τα παρακάτω:

- Διάμετρος σωλήνωσης (D) = 63[mm]
- Υλικό κατασκευής σωλήνωσης PVC 3ης γενιάς
- Παροχή σωλήνωσης (Q) = 3,1[m³/hr]

Με γνώμονα τα παραπάνω, από τη σχέση του Ventouri $Q = U \cdot A$ και με διατομή $A = \pi \cdot D^2 / 4$ υπολογίστηκε η ταχύτητα ρευστού της σωλήνωσης ίσο με 0,28 [m/sec].

Συνεπώς έχοντας ως δεδομένο πως η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9,806[m²/sec], αλλά και το συνολικό μήκος της σωλήνωσης με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά ίσο με 3,6[m] υπολογίστηκαν η



συνεκτικότητα του ρευστού, ο αριθμός Reynolds και από γράφημα ο συντελεστής τριβής (f). Από πίνακες αναγραφόμενων συνεκτικότητων για είδος ρευστού νερό και θερμοκρασία αναφοράς 20[°C] η συνεκτικότητα βρέθηκε 0,00001003 [m²/sec].

Αντίστοιχα από πίνακες βρέθηκε και η τραχύτητα (ε) της σωλήνωσης, για υλικό κατασκευής πολυαιθυλένιο 3ης γενιάς ίσο με 0,007[mm]. Έχοντας ακόμη και τις παραπάνω παράμετρος λοιπόν, προσεγγίστηκε ο αριθμός τον Reynolds από τον τύπο $Re = U \cdot D / \nu$ η τιμή του οποίου ήταν 17359,93 αλλά και ο λόγος τραχύτητας (ε)/Διάμετρο (D) =0,00014. Έτσι, από το διάγραμμα Moody και με παραμέτρους αναφοράς τον συντελεστή Reynolds αλλά και την τον λόγο ε/D υπολογίστηκε ένας συντελεστής τριβής (f) ίσος με 0,0013. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, από τον τύπο $\Sigma h_f = f \cdot l / D \cdot u^2 / 2 \cdot g$ υπολογίστηκαν οι γραμμικές απώλειες ροής της σωλήνωσης ίσες με 0,03[m].

Όσον αφορά τις τοπικές απώλειες ροής, στη συγκεκριμένη σωλήνωση τα εξαρτήματα τα οποία παρεμβάλλονται είναι 8 απότομες καμπύλες των 90 μοιρών, 7 απότομες καμπύλες των 30 μοιρών και ένα στόμιο σωλήνα. Αναλυτικά οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του συντελεστή εξαρτημάτων K φαίνονται παρακάτω:

| ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ | | |
|---------------------------|----------------------|-----|
| Καμπύλες 90 [degrees] | 8 απότομες καμπύλες | 6,4 |
| Καμπύλες 30 [degrees] | 7 απότομες καμπύλες | 0,6 |
| Στόμιο σωλήνα | Στρογγυλεμένο χείλος | 0,2 |
| Συντελεστής εξαρτημάτων K | | 7,2 |

Πίνακας 8.3.11.1 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Άρα έχοντας και τον συντελεστή εξαρτημάτων υπολογίστηκαν από τον τύπο $\Sigma h_k = K \cdot u^2 / 2g$ οι τοπικές απώλειες ροής της κατακόρυφης σωλήνωσης (Σh_k) ίσες με 2,7 [m]. Τέλος οι συνολικές απώλειες ροής της συγκεκριμένης σωλήνωσης προκύπτει από το άθροισμα των τοπικών αλλά και γραμμικών απωλειών ροής και είναι ίσες με 2,73 [m].

8.4 Μελέτη αντλιών δικτύου. Μελέτη μεταφοράς νερού από 1^η γεώτρηση σε δεξαμενή Κουρητών

Πρόκειται για μια αντλία η οποία μεταφέρει το νερό της 1^{ης} γεώτρησης στη δεξαμενή των Κουρητών. Παραλαμβάνει το νερό υπό αναρρόφηση σε βάθος 95 [m] περίπου και το μεταφέρει σε απόσταση 7500[m]. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά αυτής της αντλίας σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή της είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ | | |
|---|--------------------------|----------------------|
| Μοντέλο | WILO CRONOBLE BL E 40 | - |
| Μέγιστο μανομετρικό (Hmax) | 172,0 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 2600 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (P _{ον}) | 21,12 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 78 | [%] |
| Μέγιστη παροχή (Q _{max}) | 30,0 | [m ³ /hr] |
| Στατικό ύψος (H _{geo}) | 105,0 | [m] |

Πίνακας 8.4.1 Χαρακτηριστικά αντλίας παραλαβής



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) = 9,806 [m^2/sec], τη πυκνότητα ρευστού (ρ)=1000 [Kg/m^3] αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q=2,8[m^3/hr]$, υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς. Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτής. Επομένως οι συνολικές γραμμικές απώλειες (Σhf) είναι ίσες με 9,12[m] ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σhk) είναι ίσες με 19,72[m]. Συνεπώς οι συνολικές απώλειες ($\Sigma hf_{ολ}$) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με 28,85 [m].

Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το άθροισμα του στατικού ύψους (H_{geo}) και των συνολικών απωλειών ($\Sigma hf_{ολ}$) της σωληνογραμμής. Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με 1,46 [kW].

Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (N_m) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η). Συνεπώς προέκυψε ίση με 1,89 [kW] Τέλος, από τα τεχνικά εγχειρίδια της SYCHEM προέκυψαν τα χαρακτηριστικά όσον αφορά τη σωληνογραμμή και την ίδια την αντλία. Αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

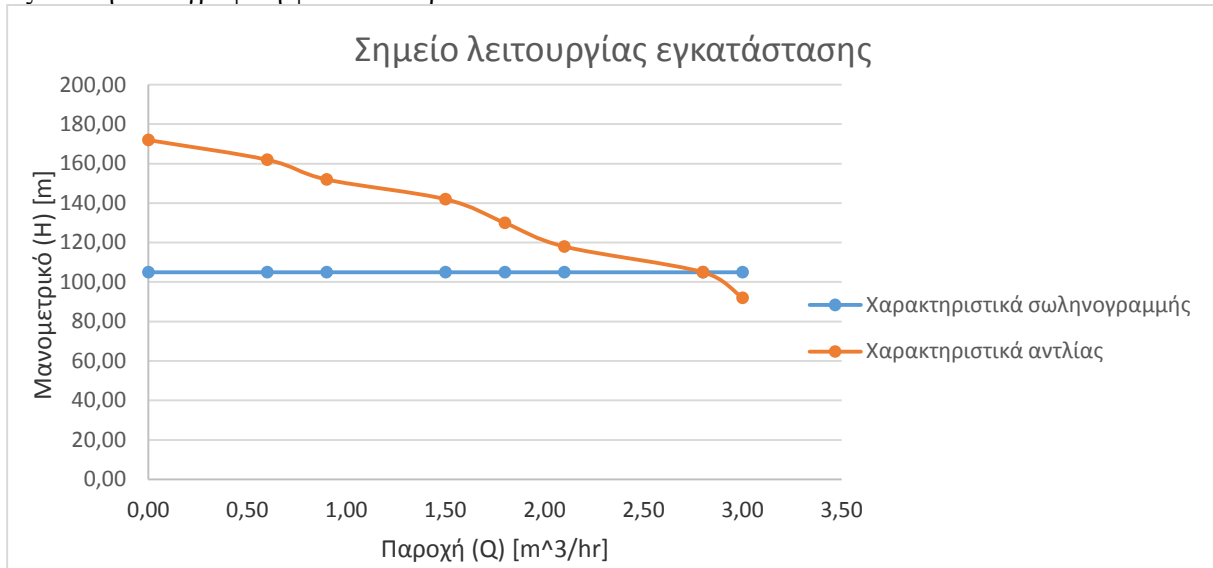
| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗΣ | | |
|------------------------------|------------------|---------------|
| Μανομετρικό (H_p) | Παροχή (Q_p) | |
| [m] | [m^3/hr] | [m^3/sec] |
| 105,0 | 0,00 | 0,00 |
| 105,0 | 0,60 | 0,00 |
| 105,0 | 0,90 | 0,00 |
| 105,0 | 1,50 | 0,00 |
| 105,0 | 1,80 | 0,00 |
| 105,0 | 2,10 | 0,00 |
| 105,0 | 2,80 | 0,00 |
| 105,0 | 3,00 | 0,00 |

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ $n=2600$ [rpm] | | |
|---|----------------------|---------------|
| Μανομετρικό ($H_{σολ}$) | Παροχή ($Q_{σολ}$) | |
| [m] | [m^3/hr] | [m^3/sec] |
| 172,0 | 0,00 | 0,00 |
| 162,0 | 0,60 | 0,00 |
| 152,0 | 0,90 | 0,00 |
| 142,0 | 1,50 | 0,00 |
| 130,0 | 1,80 | 0,00 |
| 118,0 | 2,10 | 0,00 |
| 105,0 | 2,80 | 0,00 |
| 92,0 | 3,00 | 0,00 |

Πίνακας 8.4.2 Πίνακας σημείου λειτουργίας



Εξισώνοντας επομένως τη χαρακτηριστική της σωληνογραμμή και τη χαρακτηριστική της αντλίας, βρέθηκε το σημείο λειτουργίας της εγκατάστασης στα συγκεκριμένα τμήματα που εξετάστηκε. Η γραφική φαίνεται παρακάτω:



Γράφημα 8.4.1 Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας εκάστοτε τμημάτων

8.4.1. Αντλία μεταφοράς νερού από 2η γεώτρηση σε δεξαμενή Κουρητών

Πρόκειται για μια αντλία παρόμοιας λειτουργίας με την προηγούμενη. Και αυτή μεταφέρει το νερό της 2^{ης} γεώτρησης στη δεξαμενή των Κουρητών. Παραλαμβάνει το νερό υπό αναρρόφηση σε βάθος 83 [m] περίπου και το μεταφέρει σε απόσταση 280[m]. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά αυτής της αντλίας σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή της είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ | | |
|---|--------------------|----------------------|
| Μοντέλο | ROVATTI ROMPE 4-20 | - |
| Μέγιστο μανομετρικό (H _{max}) | 125,0 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 2300 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (P _{ον}) | 2,21 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 80 | [%] |
| Μέγιστη παροχή (Q _{max}) | 7,2 | [m ³ /hr] |
| Στατικό ύψος (H _{geo}) | 89,0 | [m] |

Πίνακας 8.4.1.1 Χαρακτηριστική αντλίας

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) = 9,806 [m²/sec], τη πυκνότητα ρευστού (ρ)=1000 [Kg/m³] αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q=3,3$ [m³/hr], υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς. Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτής. Επομένως οι συνολικές γραμμικές απώλειες (Σh_f) είναι ίσες με 0,34[m] ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σh_k) είναι ίσες με 1,04[m]. Συνεπώς οι συνολικές απώλειες ($\Sigma h_{\text{ολ}}$) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με 1,38 [m].

Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

άθροισμα του στατικού ύψους (H_{geo}) και των συνολικών απωλειών (Σh_{fol}) της σωληνογραμμής. Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με $0,81[kW]$.

Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (N_m) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η).

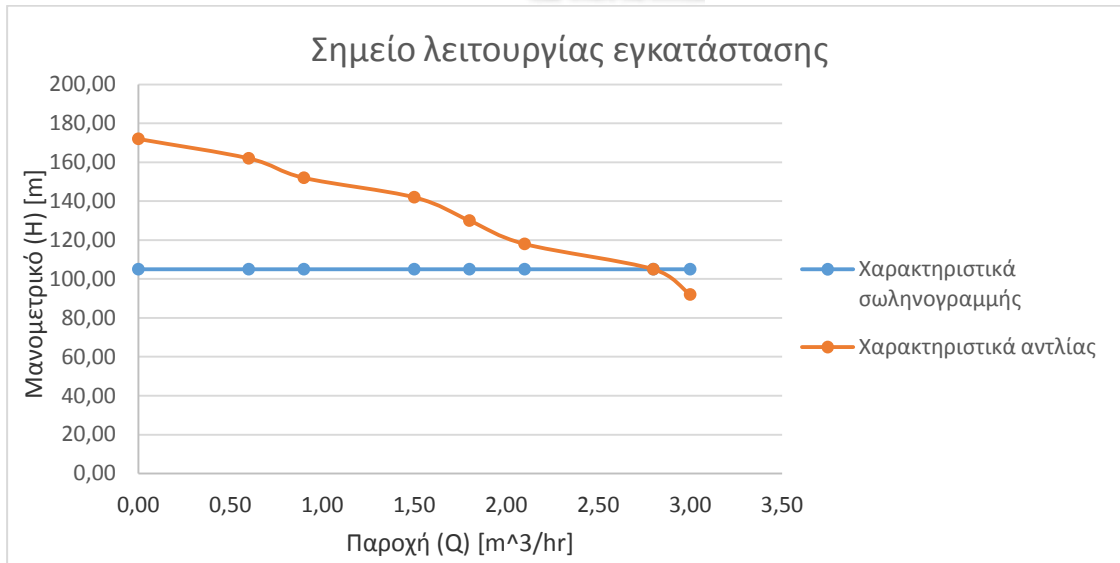
Συνεπώς προέκυψε ίση με $1,02 [kW]$ Τέλος, από τα τεχνικά εγχειρίδια της SYCHEM προέκυψαν τα χαρακτηριστικά όσον αφορά τη σωληνογραμμή και την ίδια την αντλία. Αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗΣ | | |
|------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Μανομετρικό (H_p) | Παροχή (Q_p) | |
| [m] | [m ³ /hr] | [m ³ /sec] |
| 89,0 | 0,00 | 0,00 |
| 89,0 | 0,90 | 0,00 |
| 89,0 | 1,80 | 0,00 |
| 89,0 | 3,20 | 0,00 |
| 89,0 | 4,10 | 0,00 |

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ $n=2300 [rpm]$ | | |
|---|----------------------|-----------------------|
| Μανομετρικό ($H_{σολ}$) | Παροχή ($Q_{σολ}$) | |
| [m] | [m ³ /hr] | [m ³ /sec] |
| 93,0 | 0,90 | 0,00 |
| 80,0 | 3,30 | 0,00 |
| 65,0 | 4,50 | 0,00 |
| 45,0 | 5,10 | 0,00 |
| 30,0 | 5,40 | 0,00 |

Πίνακας 8.4.1.2 Σημείο λειτουργίας τμήματος

Εξισώνοντας επομένως τη χαρακτηριστική της σωληνογραμμής και τη χαρακτηριστική της αντλίας, βρέθηκε το σημείο λειτουργίας της εγκατάστασης στα συγκεκριμένα τμήματα που εξετάστηκε. Η γραφική φαίνεται παρακάτω:



Γράφημα 8.4.1.1 Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας εκάστοτε τμημάτων

8.4.2 Αντλία μεταφοράς νερού από 3η γεώτρηση σε δεξαμενή Κουρητών

Πρόκειται για μια αντλία παρόμοιας λειτουργίας με τις προηγούμενες δύο. Και αυτή μεταφέρει το νερό της 3^{ης} γεώτρησης στη δεξαμενή των Κουρητών. Παραλαμβάνει το νερό υπό αναρρόφηση σε βάθος 62[m] περίπου και το μεταφέρει σε απόσταση 204[m]. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά αυτής της αντλίας σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή της είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ | | |
|---|--------------------|----------------------|
| Μοντέλο | ROVATTI ROMPE 4-15 | - |
| Μέγιστο μανομετρικό (H _{max}) | 93,0 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 2100 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (P _{ον}) | 1,80 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 79 | [%] |
| Μέγιστη παροχή (Q _{max}) | 6,3 | [m ³ /hr] |
| Στατικό ύψος (H _{geo}) | 62,0 | [m] |

Πίνακας 8.4.2.1 Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) = 9,806 [m²/sec], τη πυκνότητα ρευστού (ρ)=1000 [Kg/m³] αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q=3,2$ [m³/hr], υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς.

Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτής. Επομένως οι συνολικές γραμμικές απώλειες (Σh_f) είναι ίσες με 0,25[m] ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σh_k) είναι ίσες με 0,74[m]. Συνεπώς οι συνολικές απώλειες (Σh_{f0l}) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με 1,01 [m]. Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το άθροισμα του στατικού ύψους (H_{geo}) και των συνολικών απωλειών (Σh_{f0l}) της σωληνογραμμής. Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με 0,5[kW].



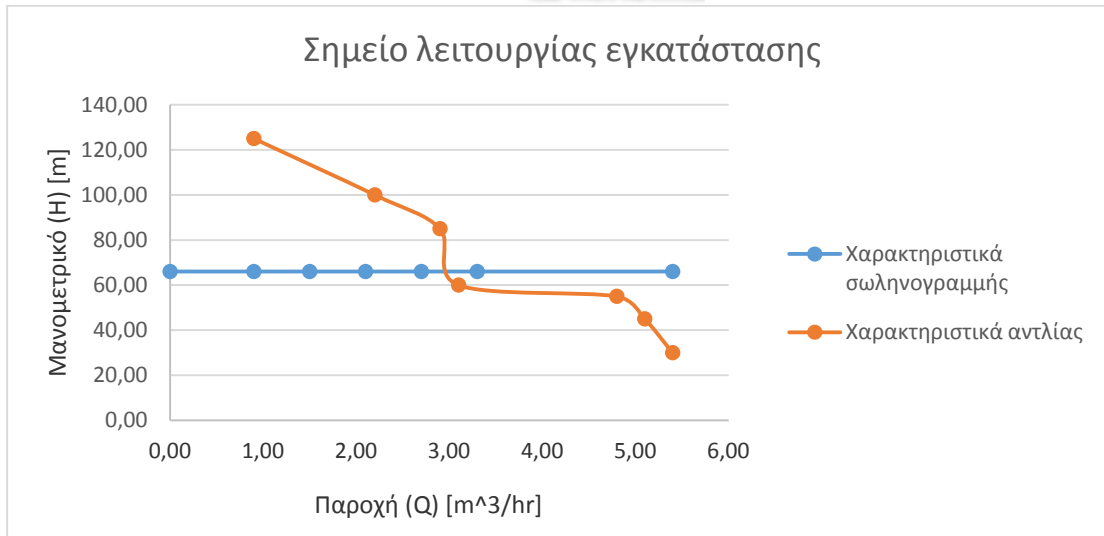
Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (Nm) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η). Συνεπώς προέκυψε ίση με 0,4 [kW] Τέλος, από τα τεχνικά εγχειρίδια της SYCHEM προέκυψαν τα χαρακτηριστικά όσον αφορά τη σωληνογραμμή και την ίδια την αντλία. Αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΗΣ | | |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------|
| Μανομετρικό (H _p) | Παροχή (Q _p) | |
| | [m] | [m ³ /hr] |
| 66,0 | 0,00 | 0,00 |
| 66,0 | 0,90 | 0,00 |
| 66,0 | 1,50 | 0,00 |
| 66,0 | 2,10 | 0,00 |
| 66,0 | 2,70 | 0,00 |
| 66,0 | 3,30 | 0,00 |
| 66,0 | 5,40 | 0,00 |

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ n=2300 [rpm] | | |
|---|----------------------------|----------------------|
| Μανομετρικό (H _{σολ}) | Παροχή (Q _{σολ}) | |
| | [m] | [m ³ /hr] |
| 125,0 | 0,90 | 0,00 |
| 100,0 | 2,20 | 0,00 |
| 85,0 | 2,90 | 0,00 |
| 60,0 | 3,10 | 0,00 |
| 55,0 | 4,80 | 0,00 |
| 45,0 | 5,10 | 0,00 |
| 30,0 | 5,40 | 0,00 |

Πίνακας 8.4.2.2 Σημείο λειτουργίας τμήματος

Εξισώνοντας επομένως τη χαρακτηριστική της σωληνογραμμή και τη χαρακτηριστική της αντλίας, βρέθηκε το σημείο λειτουργίας της εγκατάστασης στα συγκεκριμένα τμήματα που εξετάστηκε. Η γραφική φαίνεται παρακάτω:



Γράφημα 8.4.2.1 Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας εκάστοτε τμημάτων

8.4.3 Αντλία μεταφοράς νερού από δεξαμενή Κουρητών σε δεξαμενή πάρκινγκ

Είναι μία αντλία η οποία μόλις το φλοτέρ της δεξαμενής δώσει σήμα ότι γέμισε, ενεργοποιείται και μεταφέρει το νερό στην δεξαμενή του πάρκινγκ ώστε μετέπειτα να μεταφερθεί στο μηχανοστάσιο της αφαλατικής μονάδας. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά αυτής της αντλίας σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή της είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ | | |
|---|-----------------------------|----------------------|
| Μοντέλο | WILO COMFORT VARIO COR-1 | - |
| Μέγιστο μανομετρικό (H _{max}) | 160,0 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 2400 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (P _{ον}) | 25,0 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 73 | [%] |
| Μέγιστη παροχή (Q _{max}) | 20,0 | [m ³ /hr] |
| Στατικό ύψος (H _{geo}) | 71,5 | [m] |

Πίνακας 8.4.3.1 Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) = 9,806 [m²/sec], τη πυκνότητα ρευστού (ρ)=1000 [Kg/m³] αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q=9,3$ [m³/hr], υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς.

Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτής. Επομένως οι συνολικές γραμμικές απώλειες (Σh_f) είναι ίσες με 68,71[m] ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σh_k) είναι ίσες με 93,52[m]. Συνεπώς οι συνολικές απώλειες (Σh_{fol}) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με 162,22 [m].

Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το άθροισμα του στατικού ύψους (H_{geo}) και των συνολικών απωλειών (Σh_{fol}) της σωληνογραμμής. Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με 7,57[kW].



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

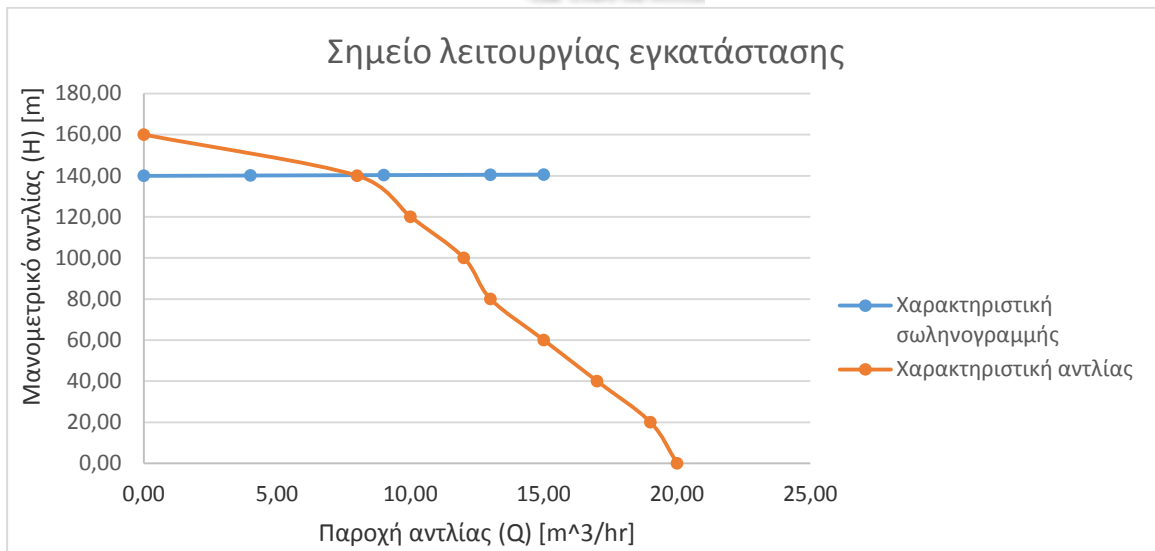
Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (Nm) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η). Συνεπώς προέκυψε ίση με 18,24 [kW] Τέλος, από τα τεχνικά εγχειρίδια της SYCHEM προέκυψαν τα χαρακτηριστικά όσον αφορά τη σωληνογραμμή και την ίδια την αντλία. Αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗΣ | | |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Μανομετρικό (H _p) | Παροχή (Q _p) | |
| [m] | [m ³ /hr] | [m ³ /sec] |
| 140,00 | 0,00 | 0,00 |
| 140,18 | 4,00 | 0,00 |
| 140,41 | 9,00 | 0,00 |
| 140,59 | 13,00 | 0,00 |
| 140,68 | 15,00 | 0,00 |
| 140,72 | 16,00 | 0,00 |
| 140,81 | 18,00 | 0,00 |
| 140,86 | 19,00 | 0,01 |
| 140,90 | 20,00 | 0,01 |

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ n=2400 [rpm] | | |
|---|----------------------------|-----------------------|
| Μανομετρικό (H _{σολ}) | Παροχή (Q _{σολ}) | |
| [m] | [m ³ /hr] | [m ³ /sec] |
| 160,00 | 0,00 | 0,00 |
| 140,00 | 8,00 | 0,00 |
| 120,00 | 10,00 | 0,00 |
| 100,00 | 12,00 | 0,00 |
| 80,00 | 13,00 | 0,00 |
| 60,00 | 15,00 | 0,00 |
| 40,00 | 17,00 | 0,00 |
| 20,00 | 19,00 | 0,00 |
| 0,00 | 20,00 | 0,00 |

Πίνακας 8.4.3.2 Σημείο λειτουργίας τμήματος

Εξισώνοντας επομένως τη χαρακτηριστική της σωληνογραμμή και τη χαρακτηριστική της αντλίας, βρέθηκε το σημείο λειτουργίας της εγκατάστασης στα συγκεκριμένα τμήματα που εξετάστηκε. Η γραφική φαίνεται παρακάτω:



Γράφημα 8.4.3.1 Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας εκάστοτε τμημάτων

8.4.4 Αντλία μεταφοράς νερού από πηγάδι πάρκινγκ σε δεξαμενή πάρκινγκ

Το πηγάδι του πάρκινγκ διαθέτει και αυτό ένα φλοτέρ έτσι ώστε μόλις γεμίσει, να δίνεται αυτομάτως εντολή ώστε να ενεργοποιείται μία αντλία προσαγωγής και μεταφοράς του προς τη δεξαμενή του πάρκινγκ. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά αυτής της αντλίας σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή της είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ | | |
|---|----------------|----------------------|
| Μοντέλο | WILO DRAIN MTC | - |
| Μέγιστο μανομετρικό (H _{max}) | 33,0 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 1800 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (P _{ον}) | 22,0 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 74 | [%] |
| Μέγιστη παροχή (Q _{max}) | 15,5 | [m ³ /hr] |
| Στατικό ύψος (H _{geo}) | 5,0 | [m] |

Πίνακας 8.4.4.1 Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) = 9,806 [m²/sec], τη πυκνότητα ρευστού (ρ)=1000 [Kg/m³] αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q=8,8$ [m³/hr], υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς. Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτής. Επομένως οι συνολικές γραμμικές απώλειες (Σh_f) είναι ίσες με 30,51[m] ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σh_k) είναι ίσες με 185,11[m]. Συνεπώς οι συνολικές απώλειες (Σh_{foll}) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με 215,62 [m].

Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το άθροισμα του στατικού ύψους (H_{geo}) και των συνολικών απωλειών (Σh_{foll}) της σωληνογραμμής.



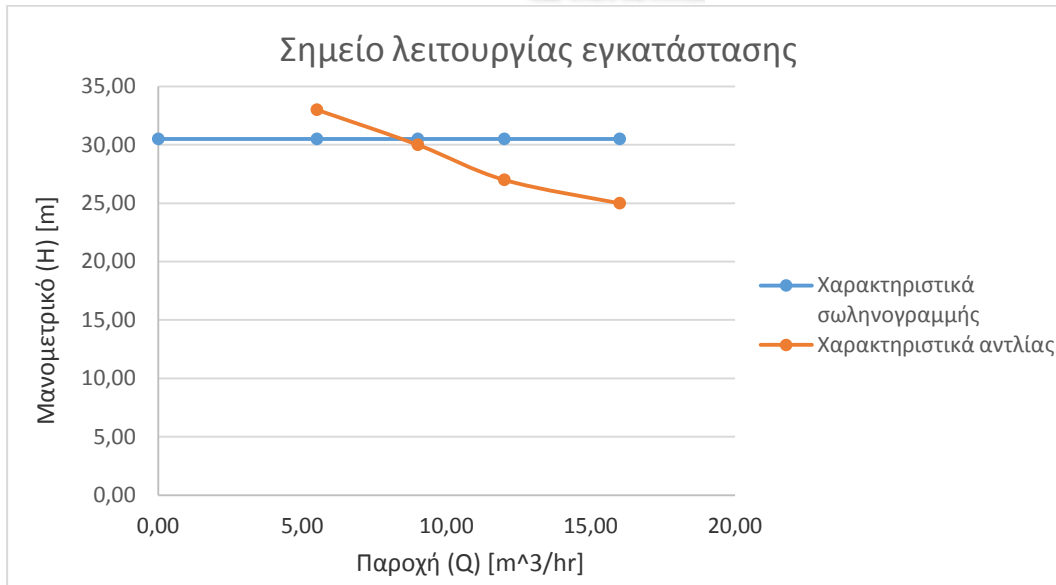
Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με 5,90[kW]. Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (Nm) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η). Συνεπώς προέκυψε ίση με 8,08 [kW] Τέλος, από τα τεχνικά εγχειρίδια της SYCHEM προέκυψαν τα χαρακτηριστικά όσον αφορά τη σωληνογραμμή και την ίδια την αντλία. Αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΗΣ | | |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Μανομετρικό (H _p) | Παροχή (Q _p) | |
| [m] | [m ³ /hr] | [m ³ /sec] |
| 30,50 | 0,00 | 0,00 |
| 30,50 | 5,50 | 0,00 |
| 30,50 | 9,00 | 0,00 |
| 30,50 | 12,00 | 0,00 |
| 30,50 | 16,00 | 0,00 |

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ n=1800 [rpm] | | |
|---|----------------------------|-----------------------|
| Μανομετρικό (H _{σολ}) | Παροχή (Q _{σολ}) | |
| [m] | [m ³ /hr] | [m ³ /sec] |
| 33,00 | 0,00 | 0,00 |
| 30,00 | 5,50 | 0,00 |
| 27,00 | 9,00 | 0,00 |
| 25,00 | 12,00 | 0,00 |
| 20,00 | 16,00 | 0,00 |

Πίνακας 8.4.4.2 Σημείο λειτουργίας τμήματος

Εξισώνοντας επομένως τη χαρακτηριστική της σωληνογραμμή και τη χαρακτηριστική της αντλίας, βρέθηκε το σημείο λειτουργίας της εγκατάστασης στα συγκεκριμένα τμήματα που εξετάστηκε. Η γραφική φαίνεται παρακάτω:



Γράφημα 8.4.5.1 Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας εκάστοτε τμημάτων

8.4.5 Αντλία μεταφοράς δεξαμενή πάρκινγκ σε 1ο φίλτρο

Είναι μία αντλία η οποία παίζει σημαντικό ρόλο καθώς συντελεί στη μεταφορά του νερού στο κεντρικό μηχανοστάσιο αφαλάτωσης για την επεξεργασία του, αλλά και στην φίλτρανση του και τον καθαρισμό του από παθογόνους μικροοργανισμούς. Επομένως μελετήθηκε και αυτή όπως και οι προηγούμενες. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά αυτής της αντλίας σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή της είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ | | |
|---|--------------------|----------------------|
| Μοντέλο | WILO VARIO MVIE-VR | - |
| Μέγιστο μανομετρικό (H _{max}) | 190,0 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 1900 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (P _{ον}) | 17,5 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 75 | [%] |
| Μέγιστη παροχή (Q _{max}) | 13,6 | [m ³ /hr] |
| Στατικό ύψος (H _{geo}) | 80,0 | [m] |

Πίνακας 8.4.5.1 Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας ($g = 9,806 \text{ [m}^2/\text{sec}^2]$), τη πυκνότητα ρευστού ($\rho = 1000 \text{ [Kg/m}^3]$) αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q = 8,8 \text{ [m}^3/\text{hr}]$, υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς. Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτής.

Επομένως οι συνολικές γραμμικές απώλειες (Σh_f) είναι ίσες με $26,79 \text{ [m]}$ ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σh_k) είναι ίσες με $75,79 \text{ [m]}$. Συνεπώς οι συνολικές απώλειες ($\Sigma h_{fολ}$) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με $102,58 \text{ [m]}$. Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το άθροισμα του στατικού



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ύψους (Hgeo) και των συνολικών απωλειών (Σhfol) της σωληνογραμμής. Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με 4,38[kW].

Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (Nm) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η). Συνεπώς προέκυψε ίση με 5,91 [Kw] Τέλος, από τα τεχνικά εγχειρίδια της SYCHEM προέκυψαν τα χαρακτηριστικά όσον αφορά τη σωληνογραμμή και την ίδια την αντλία. Αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

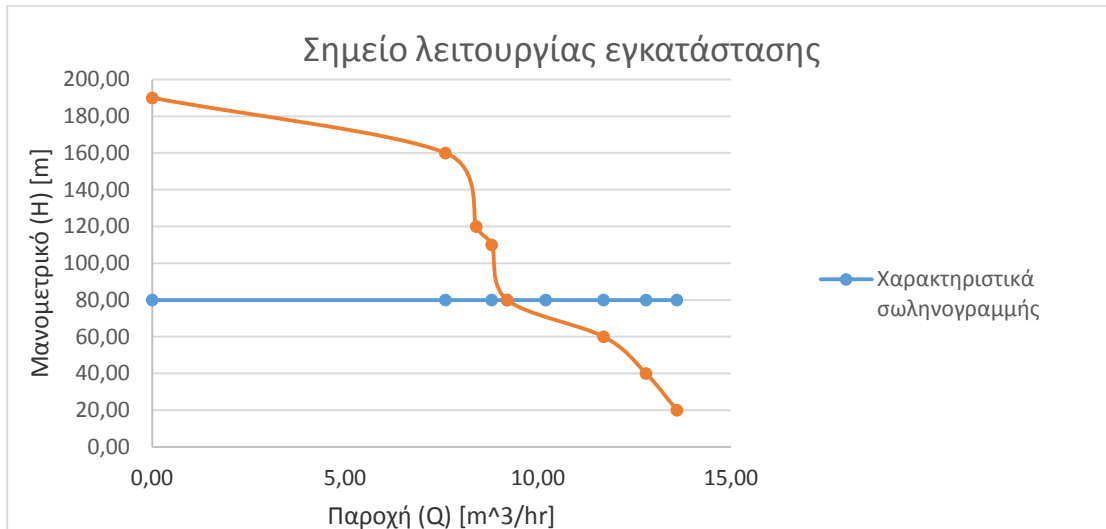
| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗΣ | | |
|------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Μανομετρικό (Hρ) | Παροχή (Qρ) | |
| [m] | [m ³ /hr] | [m ³ /sec] |
| 80,0 | 0,00 | 0,00 |
| 80,0 | 7,60 | 0,00 |
| 80,0 | 8,80 | 0,00 |
| 80,0 | 9,20 | 0,00 |
| 80,0 | 10,20 | 0,00 |
| 80,0 | 11,70 | 0,00 |
| 80,0 | 12,80 | 0,00 |
| 80,0 | 13,60 | 0,00 |

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ n=1900 [rpm] | | |
|---|----------------------|-----------------------|
| Μανομετρικό (Hσολ) | Παροχή (Qσολ) | |
| [m] | [m ³ /hr] | [m ³ /sec] |
| 190,0 | 0,00 | 0,00 |
| 160,0 | 7,60 | 0,00 |
| 120,0 | 8,80 | 0,00 |
| 110,0 | 9,20 | 0,00 |
| 80,0 | 10,20 | 0,00 |
| 60,0 | 11,70 | 0,00 |
| 40,0 | 12,80 | 0,00 |
| 20,0 | 13,60 | 0,00 |

Πίνακας 8.4.5.2 Σημείο λειτουργίας τμήματος



Εξισώνοντας επομένως τη χαρακτηριστική της σωληνογραμμή και τη χαρακτηριστική της αντλίας, βρέθηκε το σημείο λειτουργίας της εγκατάστασης στα συγκεκριμένα τμήματα που εξετάστηκε. Η γραφική φαίνεται παρακάτω:



Γράφημα 8.4.5.1 Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας εκάστοτε τμημάτων

8.4.6 Αντλία δοσομετρικής διαδικασίας

Είναι μία αντλία η οποία παίζει σημαντικό ρόλο και αυτή καθώς συντελεί στην επίτευξη της δοσομετρικής διαδικασίας. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά αυτής της αντλίας σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή της είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ | | |
|---|--------------|----------------------|
| Μοντέλο | GRUNDFOS DMS | - |
| Μέγιστο μανομετρικό (H _{max}) | 5,5 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 1200 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (P _{ov}) | 4,4 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 72 | [%] |
| Μέγιστη παροχή (Q _{max}) | 11,4 | [m ³ /hr] |
| Στατικό ύψος (H _{geo}) | 2,6 | [m] |

Πίνακας 8.4.6.1 Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) = 9,806 [m²/sec], τη πυκνότητα ρευστού (ρ)=1000 [Kg/m³] αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q=3,1$ [m³/hr], υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς. Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτής. Επομένως οι συνολικές γραμμικές απώλειες (Σh_f) είναι ίσες με 0,2[m] ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σh_k) είναι ίσες με 0,3[m].

Συνεπώς οι συνολικές απώλειες (Σh_{f0l}) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με 0,5 [m]. Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

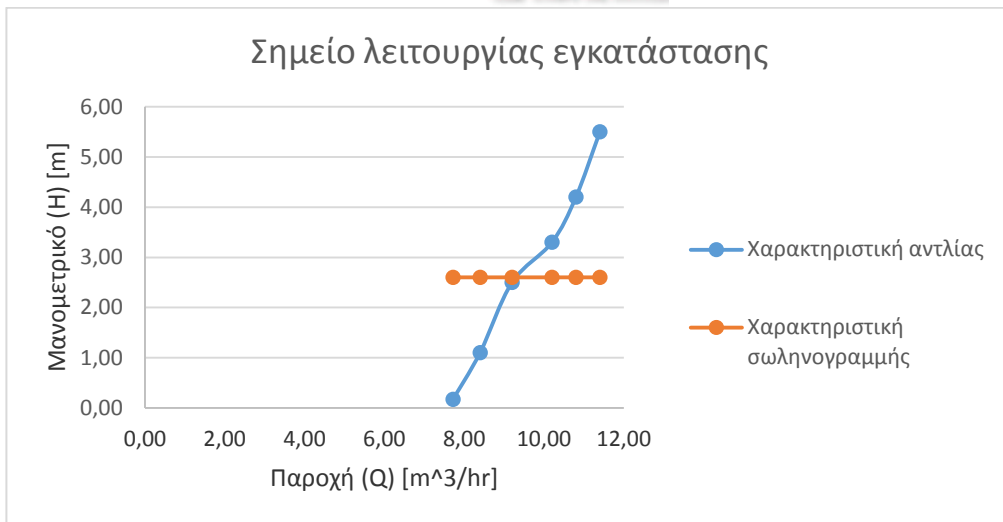
στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το άθροισμα του στατικού ύψους (H_{geo}) και των συνολικών απωλειών ($\Sigma h_{\phi\lambda}$) της σωληνογραμμής. Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με 0,02[kW]. Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (Nm) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η). Συνεπώς προέκυψε ίση με 0,03 [Kw] Τέλος, από τα τεχνικά εγχειρίδια της SYCHEM προέκυψαν τα χαρακτηριστικά όσον αφορά τη σωληνογραμμή και την ίδια την αντλία. Αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗΣ | | |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------|
| Μανομετρικό (H _p) | Παροχή (Q _p) | |
| | [m] | [m ³ /hr] |
| 2,6 | 11,40 | 0,00 |
| 2,6 | 10,80 | 0,00 |
| 2,6 | 10,20 | 0,00 |
| 2,6 | 9,20 | 0,00 |
| 2,6 | 8,40 | 0,00 |
| 2,6 | 7,72 | 0,00 |

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ n=1900 [rpm] | | |
|--|---------------------------------------|----------------------|
| Μανομετρικό (H _{σ\omega\lambda}) | Παροχή (Q _{σ\omega\lambda}) | |
| | [m] | [m ³ /hr] |
| 5,50 | 11,40 | 0,00 |
| 4,20 | 10,80 | 0,00 |
| 3,30 | 10,20 | 0,00 |
| 2,50 | 9,20 | 0,00 |
| 1,10 | 8,40 | 0,00 |
| 0,17 | 7,72 | 0,00 |

Πίνακας 8.4.6.2 Σημείο λειτουργίας τμήματος

Εξισώνοντας επομένως τη χαρακτηριστική της σωληνογραμμή και τη χαρακτηριστική της αντλίας, βρέθηκε το σημείο λειτουργίας της εγκατάστασης στα συγκεκριμένα τμήματα που εξετάστηκε. Η γραφική φαίνεται παρακάτω:



Γράφημα 8.4.6.1 Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας εκάστοτε τμημάτων

8.4.7 Πιστικό συγκρότημα μικρής αφαλάτωσης

Η αφαλατική αυτή μονάδα διαθέτει ένα πιστικό συγκρότημα το οποίο αποτελείται από δύο αντλίες και συντελεί στη μεταφορά του νερού από τη δοσομετρική διεργασία μέχρι και την αποθήκευση του στις δεξαμενές. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά της πρώτης αντλίας που αποστέλλει νερό στην πρώτη δεξαμενή σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή της είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ | | |
|--|--------------------|----------------------|
| Μοντέλο | GRUNDFOS CRN 10-14 | - |
| Μέγιστο μανομετρικό (H_{max}) | 143,0 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 1950 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (P_{ον}) | 5,5 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 72 | [%] |
| Μέγιστη παροχή (Q_{max}) | 13,0 | [m ³ /hr] |
| Στατικό ύψος (H_{geo}) | 1,5 | [m] |

Πίνακας 8.4.7.1 Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) = 9,806 [m²/sec], τη πυκνότητα ρευστού (ρ)=1000 [Kg/m³] αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q=3,1$ [m³/hr], υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς.

Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτής. Επομένως οι συνολικές γραμμικές απώλειες (Σh_f) είναι ίσες με 0,33[m] ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σh_k) είναι ίσες με 59,11[m]. Συνεπώς οι συνολικές απώλειες ($\Sigma h_{fολ}$) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με 59,43 [m]. Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το άθροισμα του στατικού ύψους (H_{geo}) και των συνολικών απωλειών ($\Sigma h_{fολ}$) της σωληνογραμμής. Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με 0,55 [kW].



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

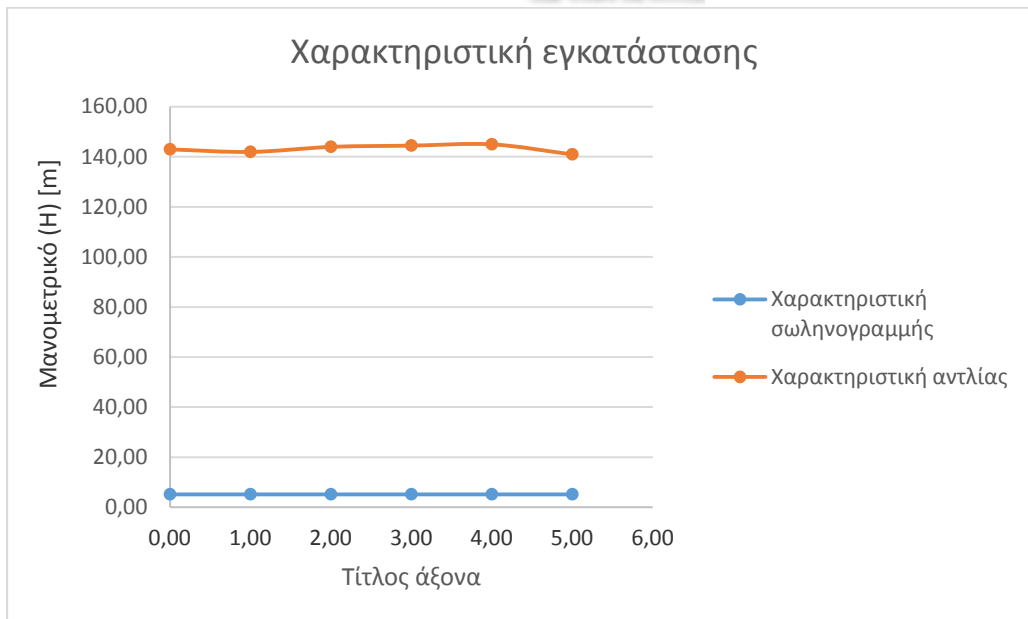
Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (Nm) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η). Συνεπώς προέκυψε ίση με 0,65[Kw] Τέλος, από τα τεχνικά εγχειρίδια της SYCHEM προέκυψαν τα χαρακτηριστικά όσον αφορά τη σωληνογραμμή και την ίδια την αντλία. Αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗΣ | | |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------|
| Μανομετρικό (H _p) | Παροχή (Q _p) | |
| | [m] | [m ³ /hr] |
| 143,0 | 0,00 | 0,00 |
| 142,0 | 1,00 | 0,00 |
| 144,0 | 2,00 | 0,00 |
| 144,0 | 3,00 | 0,00 |
| 145,0 | 4,00 | 0,00 |
| 141,0 | 5,00 | 0,00 |
| 138,0 | 7,00 | 0,00 |
| 125,0 | 9,00 | 0,00 |
| 110,0 | 11,00 | 0,00 |
| 85,0 | 13,00 | 0,00 |

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ n=1950 [rpm] | | |
|---|----------------------------|----------------------|
| Μανομετρικό (H _{σολ}) | Παροχή (Q _{σολ}) | |
| | [m] | [m ³ /hr] |
| 5,20 | 0,00 | 0,00 |
| 5,20 | 1,00 | 0,00 |
| 5,20 | 2,00 | 0,00 |
| 5,20 | 3,00 | 0,00 |
| 5,20 | 4,00 | 0,00 |
| 5,20 | 5,00 | 0,00 |
| 5,20 | 7,00 | 0,00 |
| 5,20 | 9,00 | 0,00 |
| 5,20 | 11,00 | 0,00 |

Πίνακας 8.4.7.2 Σημείο λειτουργίας τμήματος

Εξισώνοντας επομένως τη χαρακτηριστική της σωληνογραμμή και τη χαρακτηριστική της αντλίας, δε βρέθηκε το σημείο λειτουργίας επομένως κρίθηκε ακατάλληλη η συγκεκριμένη αντλία. Η γραφική της φαίνεται παρακάτω:



Γράφημα 8.4.7.1 Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας εκάστοτε τμημάτων

Στη συνέχεια μελετήθηκε και υπολογίστηκε η λειτουργία της δεύτερης αντλίας του πιεστικού συγκροτήματος. Συνεπώς, τα χαρακτηριστικά της πρώτης αντλίας που αποστέλλει νερό στην πρώτη δεξαμενή σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή της είναι τα ακόλουθα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ | | |
|--|--------------------|----------------------|
| Μοντέλο | GRUNDFOS CRN 15-02 | - |
| Μέγιστο μανομετρικό (H_{max}) | 143,0 | [m] |
| Στροφές λειτουργίας (n) | 2000 | [rpm] |
| Ονομαστική ισχύς (P_{ον}) | 2,2 | [kW] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 73 | [%] |
| Μέγιστη παροχή (Q_{max}) | 22,0 | [m ³ /hr] |
| Στατικό ύψος (H_{geo}) | 1,5 | [m] |

Πίνακας 8.4.7.2 Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης αντλίας, αλλά και παίρνοντας ως δεδομένο την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) = 9,806 [m²/sec], τη πυκνότητα ρευστού (ρ)=1000 [Kg/m³] αλλά και τη παροχή της αντλίας σύμφωνα με τη λειτουργία της εγκατάστασης $Q=3,1$ [m³/hr], υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα μεγέθη αναφοράς.

Στην συνέχεια αθροίστηκαν οι εκάστοτε τοπικές και γραμμικές απώλειες των τμημάτων που αποτελούν την διαδρομή που έχει να διανύσει το νερό μέσω της αντλίας αυτής. Επομένως οι συνολικές γραμμικές απώλειες (Σh_f) είναι ίσες με 0,33[m] ενώ οι τοπικές απώλειες ροής (Σh_k) είναι ίσες με 59,11[m]. Συνεπώς οι συνολικές απώλειες (Σh_{f0l}) της σωληνογραμμής που συνεργάζεται με την συγκεκριμένη αντλία είναι ίσες με 59,43 [m].

Έτσι υπολογίστηκε η αποδιδόμενη ισχύς (N_d) της αντλίας στο ρευστό μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της πυκνότητας του ρευστού (ρ) επί την επιτάχυνση της βαρύτητας (g) επί το



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

άθροισμα του στατικού ύψους (H_{geo}) και των συνολικών απωλειών (Σh_{fol}) της σωληνογραμμής. Υπολογίστηκε λοιπόν ίση με 0,56 [kW].

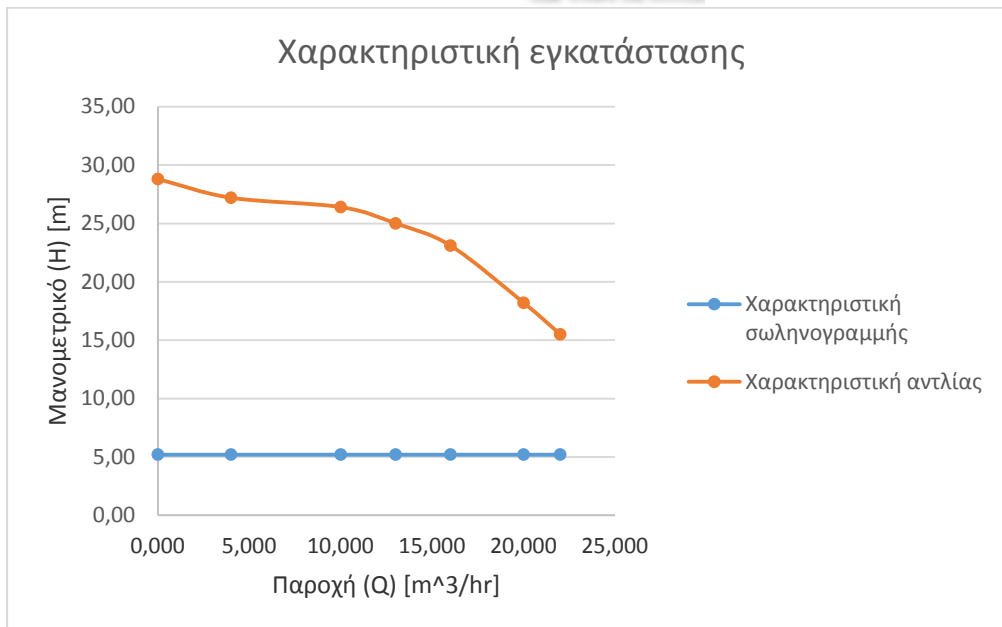
Επιπροσθέτως, προσεγγίστηκε και η μηχανική ισχύς (Nm) στον άξονα της αντλίας, μέσω του γινομένου της παροχής (Q) επί της επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) επί τη πυκνότητα του ρευστού (ρ) επί το ολικό ύψος άντλησης προς τον βαθμό απόδοσης (η). Συνεπώς προέκυψε ίση με 0,68 [Kw] Τέλος, από τα τεχνικά εγχειρίδια της SYCHEM προέκυψαν τα χαρακτηριστικά όσον αφορά τη σωληνογραμμή και την ίδια την αντλία. Αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗΣ | | |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------|
| Μανομετρικό (H _p) | Παροχή (Q _p) | |
| | [m] | [m ³ /hr] |
| 5,20 | 0,00 | 0,00 |
| 5,20 | 4,00 | 0,00 |
| 5,20 | 10,00 | 0,00 |
| 5,20 | 13,00 | 0,00 |
| 5,20 | 16,00 | 0,00 |
| 5,20 | 20,00 | 0,00 |
| 5,20 | 22,00 | 0,00 |

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΛΙΑΣ ΓΙΑ n=2000 [rpm] | | |
|---|----------------------------|----------------------|
| Μανομετρικό (H _{σολ}) | Παροχή (Q _{σολ}) | |
| | [m] | [m ³ /hr] |
| 28,80 | 0,00 | 0,00 |
| 27,20 | 4,00 | 0,00 |
| 26,40 | 10,00 | 0,00 |
| 25,00 | 13,00 | 0,00 |
| 23,10 | 16,00 | 0,00 |
| 18,20 | 20,00 | 0,00 |
| 15,50 | 22,00 | 0,00 |

Πίνακας 8.4.7.3 Σημείο λειτουργίας τμήματος

Εξισώνοντας επομένως τη χαρακτηριστική της σωληνογραμμή και τη χαρακτηριστική της αντλίας, δε βρέθηκε το σημείο λειτουργίας επομένως κρίθηκε ακατάλληλη η συγκεκριμένη αντλία. Η γραφική της φαίνεται παρακάτω:



Γράφημα 8.4.7.2 Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας εκάστοτε τμημάτων

8.4.8 Συνολικό δίκτυο μικρής αφαλάτωσης

Μετά και όλους τους παραπάνω υπολογισμούς βγήκαν κάποια πολύ χρήσιμα συμπεράσματα. Αθροίζοντας όλες τις τοπικές κι γραμμικές απώλειες των τμημάτων της μεγάλης αφαλατικής μονάδας προκύπτει ότι :

| ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΙΚΡΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ | |
|--|------------|
| Συνολικές τοπικές απώλειες δικτύου (Σhk) | 514,69 [m] |
| Συνολικές γραμμικές απώλειες δικτύου (Σhf) | 153,39 [m] |
| Συνολικές απώλειες ροής δικτύου (Σhol) | 668,09 [m] |

Πίνακας 8.4.8.1 : Απώλειες δικτύου μικρής αφαλάτωσης

Έπειτα αθροίζοντας τις συνολικές μηχανικές ισχύς των εκάστοτε αντλιών (ΣNm) αλλά και τις συνολικές αποδιδόμενες στο ρευστό (ΣNd) προέκυψε ότι :

| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΜΙΚΡΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ | |
|---|------------|
| Συνολική μηχανική ισχύς αντλιών (ΣNm) | 35,62 [m] |
| Συνολική αποδιδόμενη ισχύς αντλιών στο ρευστό (ΣNd) | 26,78 [m] |
| Συνολική ισχύς αντλιών (Nολ) | 62,40 [m] |
| Συνολική ονομαστική ισχύς αντλιών (P) | 120,96 [m] |

Πίνακας 8.4.8.2 : Συνολική ισχύς αντλιών μικρής αφαλάτωσης



8.4.9 Οικονομική προσέγγιση μικρής αφαλάτωσης

Στη συνέχεια έχοντας υπολογιστεί η συνολική ονομαστική ισχύς (P) των αντλιών της μεγάλης αφαλατικής εγκατάστασης, με δεδομένο πως η εκπτωτική τιμή της κιλοβατώρας κυμαίνεται περίπου στα 0,17 [€/kWh] αλλά και η τυπική ώρα λειτουργίας της αφαλάτωσης είναι οι 16 ώρες προκύπτει ότι:

| ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΜΙΚΡΗΣ ΑΦΑΛΑΤΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ | |
|--|----------------|
| Τιμή κιλοβατώρας | 0,17 [€/kWh] |
| Τυπική ώρα λειτουργίας αφαλάτωσης | 16 [hr] |
| Κοστολόγηση ενέργειας αντλιών για τυπική ώρα λειτουργίας | 329,01 [€] |
| Μηνιαία κοστολόγηση ενέργειας αντλιών | 2247,13 [€] |
| Τυπική ετήσια κοστολόγηση ενέργειας αντλιών | 120.089,09 [€] |

Πίνακας 8.4.9.1 Κοστολόγηση μικρής αφαλατικής μονάδας

8.5 Πρόταση βελτιστοποίησης μικρής αφαλατικής μονάδας

Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς, οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στην μικρή αφαλατική μονάδα κρίνονται μεγάλης ισχύος με αποτέλεσμα μεγάλη οικονομική επίπτωση και δυσχέρεια για τη ξενοδοχειακή μονάδα. Έτσι οι υφιστάμενες αντλίες που έχουν προταθεί για αντικατάσταση είναι οι εξής :

| ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΛΙΩΝ | | | |
|--------------------------|---------------------|---|--|
| Υφιστάμενη αντλία | Προτεινόμενη αντλία | Περιγραφή | Ονομαστική ισχύς (P) προτεινόμενης αντλίας |
| WILO COMFORT VARIO COR-1 | WILO HEL EXL | Μεταφορά νερού από δεξαμενή Κουρητών σε δεξαμενή πάρκινγκ | 15,5 [kW] |
| WILO DRAIN MTC | CRN 8-30 | Μεταφορά νερού από πηγάδι πάρκινγκ προς δεξαμενή πάρκινγκ | 15,2 [kW] |
| WILO VARIO MVIE-VR | WILO HELIX EXCEL | Μεταφορά νερού από δεξαμενή πάρκινγκ σε κολλεκτέρ μηχανοστασίου | 12,4 [kW] |
| GRUNDFOS DMS | CRN 40-20-1 | Δοσομετρική διαδικασία | 1,0 [kW] |
| GRUNDFOS CRN10-14 | WILO-SUB TWU3-0123 | Πιεστικό συγκρότημα | 5,5 [kW] |
| GRUNDFOS CRN 15-02 | WILO-SUB TWU3-0123 | Πιεστικό συγκρότημα | 5,5 [kW] |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Πίνακας 8.5.1 Αντικατάσταση αντλιών

8.5.1 Οικονομική υπόσταση πρότασης βελτιστοποίησης

Καταλήγοντας στις συγκεκριμένες αντικαταστάσεις, υπολογίστηκε και η οικονομική διαφορά μεταξύ της υφιστάμενης κατάστασης των αντλητικών συγκροτημάτων της αφαλατικής μονάδας με αυτή της πρότασης. Συνεπώς :

| ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΙΚΡΗΣ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗΣ | | |
|--|------------|-----|
| ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | | |
| Ετήσια κοστολόγηση | 120.089,09 | [€] |
| ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | | |
| Ετήσια κοστολόγηση | 75.493,38 | [€] |
| ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΞΟΔΩΝ ΕΤΗΣΙΩΣ | | |
| 37,19 [%] | | |
| ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΜΕΙΩΜΕΝΑ ΕΞΟΔΑ | | |
| 44.595,71 [€] | | |
| Συνολική μηχανική ισχύς αντλιών (ΣNm) | 35,62 [m] | |

Πίνακας 8.5.1.1 Κοστολόγηση από αντικατάσταση μικρής αφαλάτωσης

Συνεπώς στο πέρας του χρόνου τα συνολικά έξοδα θα μειώνονται κατά 44.595,71 [€], πράγμα που σημαίνει πως η προτεινόμενη κατάσταση σίγουρα θα μπορούσε να θεωρηθεί κερδοφόρα για τη ξενοδοχειακή μονάδα.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

9. Κεντρικό σύστημα ελέγχου (BMS)

Για τον έλεγχο του συνόλου των εγκαταστάσεων παραγωγής θερμικής ενέργειας και εξοικονόμηση νερού, έχει εγκατασταθεί κεντρικό σύστημα ελέγχου BMS. Συγκεκριμένα, ελέγχει:

- ✓ Τη λειτουργία ηλιακών του κάθε πεδίου
- ✓ Όλες τις θερμοκρασίες των πεδίων
- ✓ Τη λειτουργία των θερμοδόμετρων
- ✓ Την ομαλή και σωστή χρήση των ρυθμιστών συχνότητας (inverter) των αντλιών πρωτεύοντος και δευτερεύοντος ηλιακών
- ✓ Τη λειτουργία των καυστήρων και τον χρόνο λειτουργίας τους
- ✓ Θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου προς του εναλλάκτες
- ✓ Ηλεκτροβάνες απομόνωσης
- ✓

Ακόμη, διαθέτει γραφική απεικόνιση όπου με απλή επιλογή του κάθε τμήματος ή συστήματος παρουσιάζονται αμέσως όλες οι παράμετροι λειτουργίας και καταγράφονται αυτομάτως. Τέλος, υπάρχει βάση δεδομένων όπου λαμβάνουν χώρα καταγραφές και μετρήσεις. Στη συνέχεια αφού το νερό περάσει και το οριακό σημείο της σωλήνωσης στην είσοδο του κοντέινερ της αφαλατικής εγκατάστασης, εισέρχεται εντός για την περαιτέρω επεξεργασία του. Δηλαδή τη διαδικασία χημικού καθαρισμού του. Έτσι, για την ολοκληρωμένη μελέτη και προσέγγιση της σωληνογραμμής της μεγάλης αφαλατικής μονάδας, το τμήμα αυτό μελετήθηκε και υπολογίστηκε όπως φαίνεται παρακάτω.



10. Καταναλώσεις CANDIA MARIS

Για να γίνει η ενεργειακή επιθεώρηση στη ξενοδοχειακή μονάδα του CANDIA MARIS, έπρεπε να υπάρχει μια σχετική προσέγγιση όσον αφορά τις καταναλώσεις του ξενοδοχείου ανά έτος σε ηλεκτρικό ρεύμα, υγραέριο και νερό καθώς και τις αφίξεις των ατόμων.

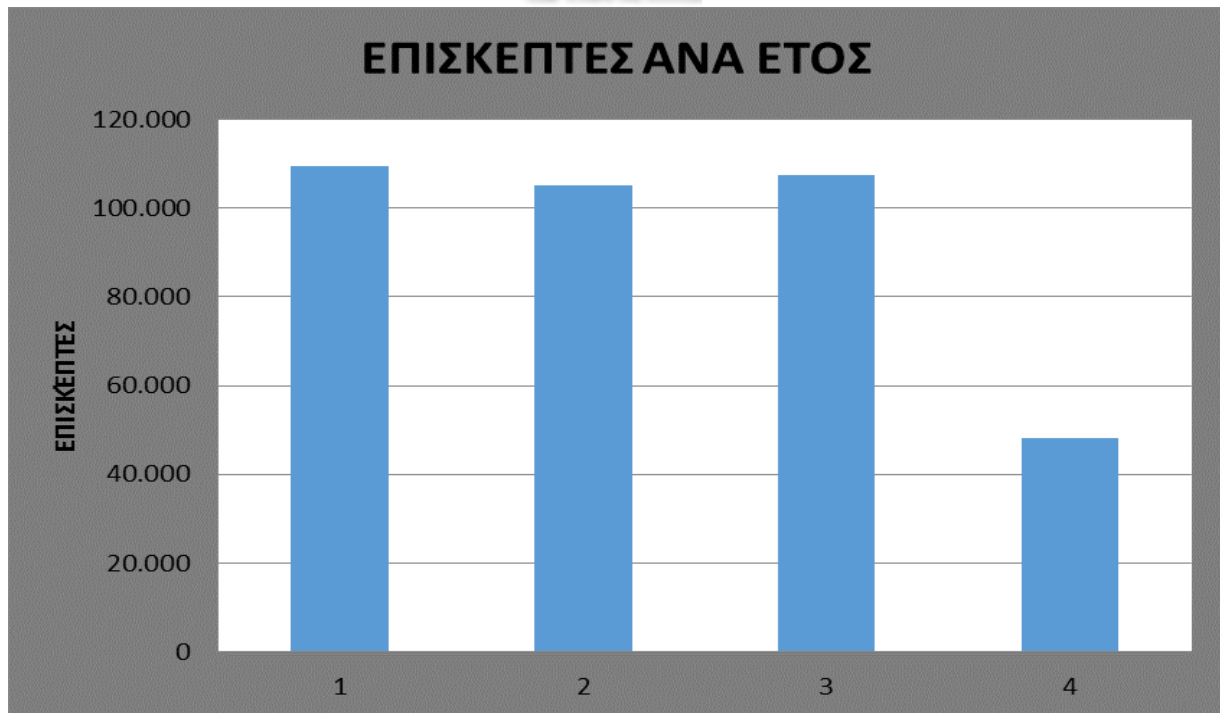
10.1 Αφίξεις ατόμων τη θερινή περίοδο

Η ξενοδοχειακή μονάδα συνεργάζεται με δύο από τα μεγαλύτερα πρακτορεία της Γερμανίας, το Engel Reisen και το SuperTravelNet. Επομένως από τις αρχές Ιουνίου μέχρι και τα τέλη Σεπτεμβρίου το ξενοδοχείο λειτουργεί κανονικά φιλοξενώντας χιλιάδες τουρίστες. Κάποια έτη συγκεκριμένα φιλοξενούσε και από αρχές Μαρτίου έως και τέλη Νοεμβρίου, όμως αποδείχθηκε μη συμφέρουσα αυτή η λειτουργία και κατά το έτος 2015 διακόπηκε. Οι αφίξεις των ατόμων κατά τα έτη 2012 έως 2015 φαίνονται στο παρακάτω πίνακα και γράφημα.

| ΑΦΙΞΕΙΣ ΑΤΟΜΩΝ | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| ΕΤΗ | | | | |
| ΜΗΝΑΣ | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ΜΑΡΤΙΟΣ | 51 | 0 | 0 | 0 |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ | 5.679 | 1.838 | 3.646 | 2.002 |
| ΜΑΪΟΣ | 12.246 | 13.325 | 13.459 | 14.972 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 17.574 | 16.400 | 17.871 | 14.233 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 21.268 | 18.815 | 20.092 | 17.089 |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 20.969 | 20.056 | 20.169 | 0 |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 17.279 | 17.334 | 17.131 | 0 |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | 13.361 | 16.040 | 13.904 | 0 |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | 1.013 | 1.368 | 1.162 | 0 |
| ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 109.440 | 105.176 | 107.434 | 48.296 |

Πίνακας 10.1.1 Αφίξεις ατόμων

Κατά τη περίοδο 2012-13 παρατηρείται μία μικρή αύξηση των αφίξεων σε σχέση με τις υπόλοιπες περιόδους. Συνεπώς όσο οι περίοδοι περνάν τόσο οι αφίξεις του ξενοδοχείου μειώνονται. Κατά τη περίοδο 2015-16 συγκεκριμένα, το ξενοδοχείο σταματάει τη λειτουργία του από Ιούλιο μήνα καθώς πρόκειται για μία απόφαση καθαρά οικονομικού σκέλους. Οι αυξομειώσεις αυτές των αφίξεων ανά έτος, γίνονται διακριτές στο παρακάτω γράφημα :



Γράφημα 10.1.1 Αυξομειώσεις αφίξεων ατόμων ανά έτος λειτουργίας

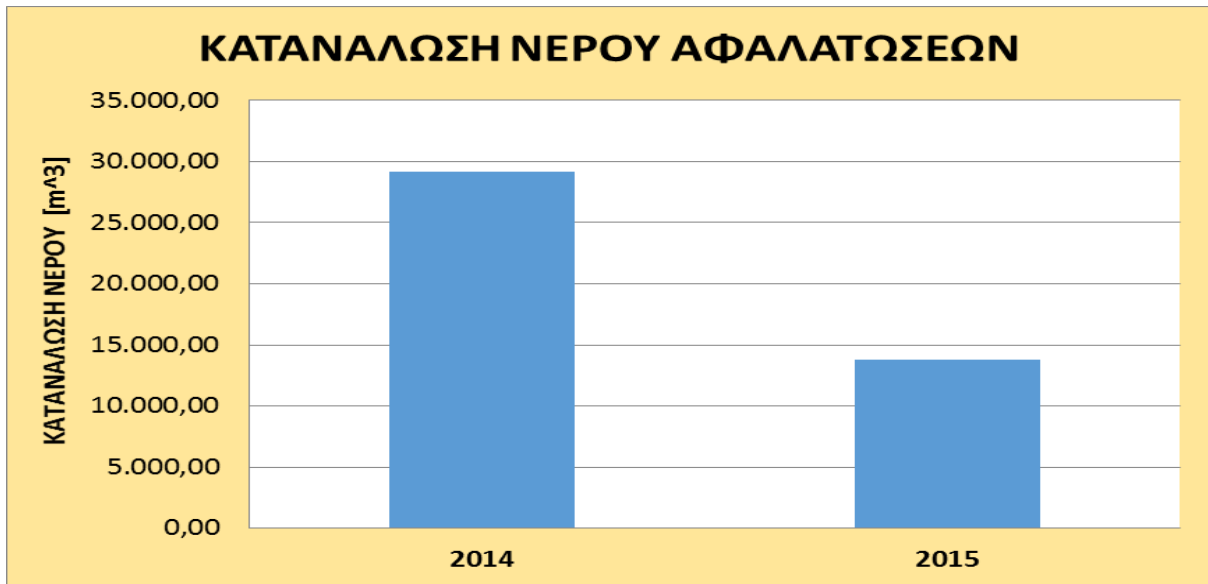
10.2 Καταναλώσεις νερού ξενοδοχειακής μονάδας

Έπειτα από καταγραφές αλλά και λογαριασμούς προσεγγίστηκαν προσεγγιστικά και οι καταναλώσεις της ξενοδοχειακής μονάδας. Αρχικά, προσεγγίστηκαν οι καταναλώσεις του νερού κατά τις περιόδους 2014-15 και 2015-16 με βάση τις αφαλατικές μονάδες. Συνεπώς :

| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ [m ³] | | |
|--------------------------------------|-----------------|------------------|
| 2014-15 | | |
| ΜΗΝΑΣ | ΜΙΚΡΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ | ΜΕΓΑΛΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ |
| ΜΑΪΟΣ | 981,60 | 4.762,30 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 1.760,00 | 4.782,30 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 1.564,50 | 4.792,30 |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 1.733,20 | 4.516,70 |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 1.721,50 | 4.432,60 |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | 1.428,80 | 3.885,30 |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | 732,10 | 1.603,00 |
| ΣΥΝΟΛΟ | | 38.696,20 |
| 2015-16 | | |
| ΜΑΪΟΣ | 858,60 | 2.437,90 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 1.607,29 | 3.849,90 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 1.390,50 | 3.632,20 |
| ΣΥΝΟΛΟ | | 13.776,39 |

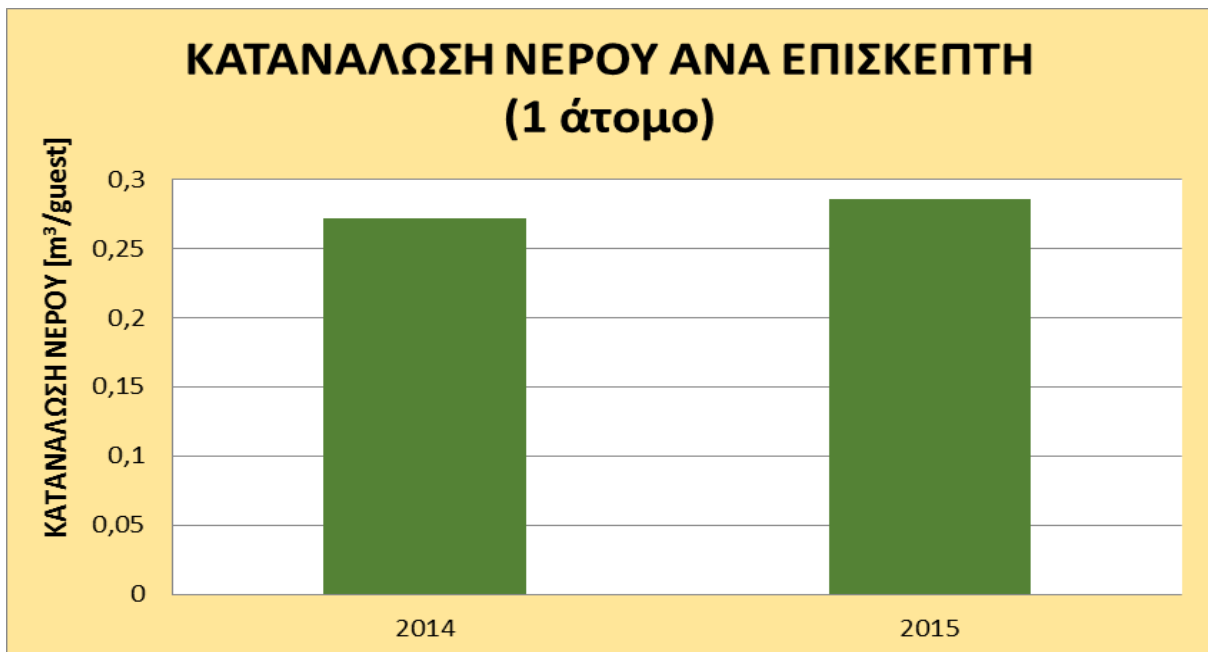
Πίνακας 10.2.1 Μηνιαίες καταναλώσεις νερού

Παρατηρείται μία αρκετά αισθητή μείωση χρήσης νερού από τη περίοδο 2014-15 μέχρι και τη 2015-16. Η ποσοστιαία μείωση αυτή είναι τοις τάξεως του 64,4[%]. Αυτό γίνεται διακριτό και στο παρακάτω γράφημα :



Γράφημα 10.2.1 Κατανάλωσεις νερού αφαλατώσεων ανά έτος

Στη συνέχεια σύμφωνα με τις συνολικές αφίξεις ανά έτος των ατόμων στο ξενοδοχείο, υπολογίστηκε η κατανάλωση νερού ανά 1 άτομο. Έτσι προέκυψε πως για τη περίοδο 2014-15 η κατανάλωση νερού ανά 1 άτομο ήταν 0,27 [m³/guest] ενώ για τη περίοδο 2015-16 ήταν 0,29 [m³/guest].



Γράφημα 10.2.2 Κατανάλωσεις νερού ανά άτομο κάθε έτος

Επομένως έχοντας ως δεδομένο την κατανάλωση ανά άτομο κάθε έτους προσεγγίστηκαν και οι κατανάλωσεις του νερού των δύο αφαλατώσεων ανά μήνα. Άρα :



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

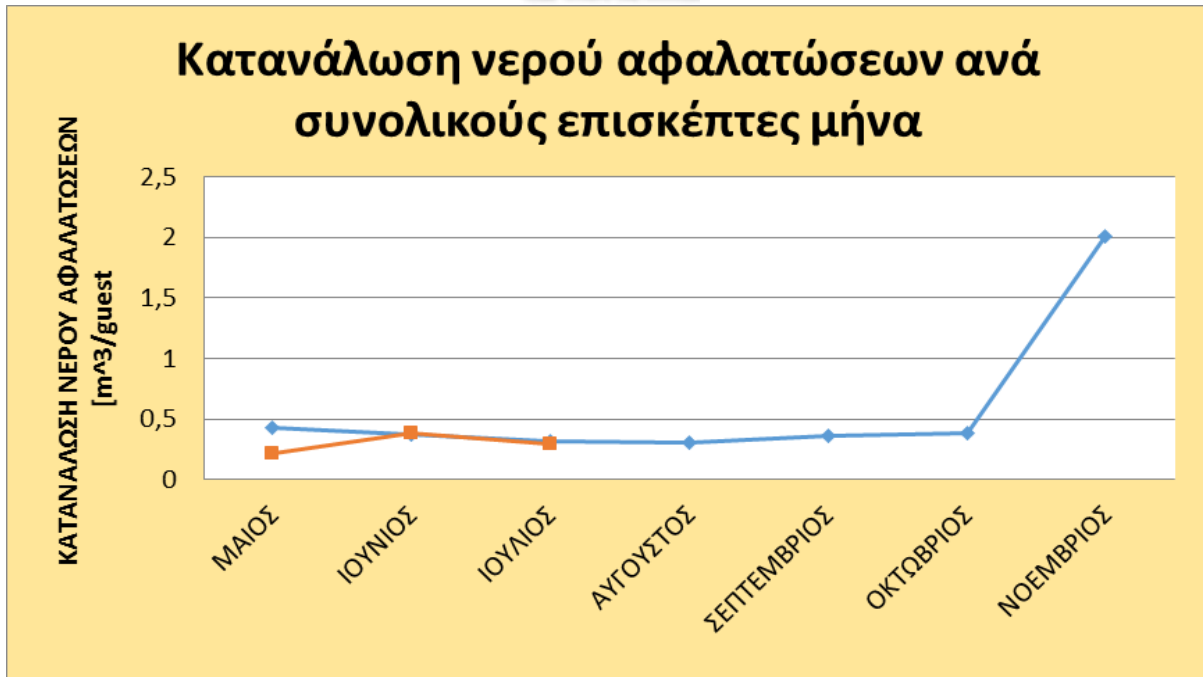
| ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΥΟ ΑΦΑΛΑΤΩΣΕΙΣ | | |
|--|-------------|-------------|
| ΜΗΝΑΣ | 2014 | 2015 |
| ΜΑΪΟΣ | 5.743,90 | 3.296,50 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 6.542,30 | 5.457,19 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 6.356,80 | 5.022,70 |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 6.249,90 | |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 6.154,10 | |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | 5.314,10 | |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | 2.335,10 | |

Πίνακας 10.2.2 Κοστολόγηση από αντικατάσταση μικρής αφαλάτωσης

Τέλος, έχοντας τα παραπάνω δεδομένα τόσο για τη κατανάλωση νερού ανά 1 άτομο κάθε έτος όσο και τη συνολική κατανάλωση νερού των αφαλατώσεων υπολογίστηκε και η κατανάλωση νερού των δύο αφαλατικών μονάδων ανά τους συνολικούς επισκέπτες κάθε έτους. Συνεπώς :

| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ ΑΦΑΛΑΤΩΣΕΩΝ ΑΝΑ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥΣ ΕΠΙΣΚΕΠΤΕΣ | | |
|---|-------------|-------------|
| ΜΗΝΑΣ | 2014 | 2015 |
| ΜΑΪΟΣ | 0,43 | 0,22 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 0,37 | 0,38 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 0,32 | 0,29 |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 0,31 | |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 0,35 | |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | 0,38 | |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | 2,01 | |

Πίνακας 10.2.3 Καταναλώσεις νερού ανά επισκέπτες



Γράφημα 10.2.4 Κατανάλωση νερού αφαλατώσεων ανά συνολικούς επισκέπτες

10.3 Καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος ξενοδοχειακής μονάδας

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες κάθε ξενοδοχειακής μονάδας είναι η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και παράλληλα η όσο το δυνατόν μείωση των καταναλώσεων αυτών. Η συγκεκριμένη ξενοδοχειακή μονάδα χωρίζεται σε δύο επιμέρους τμήματα. Το AEGEO SPA όπου το 50% ανήκει στον κύριο Μεταξά, τον ιδιοκτήτη του CANDIA MARIS και το υπόλοιπο 50% στον κύριο Χνάρη.

Έτσι όλες οι οικονομικές δαπάνες του AEGEO SPA πληρώνονται από κοινού και μισές μισές. Συνεπώς στην αρχή προσεγγίστηκαν οι καταναλώσεις της ξενοδοχειακής μονάδας CANDIA MARIS και έπειτα του AEGEO SPA. Σύμφωνα με τους λογαριασμούς της ΔΕΗ, η συνολικές καταναλώσεις του ξενοδοχείου από το έτος 2012 μέχρι και το 2015 φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

| ΕΤΗΣΙΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | |
|--|------------------|
| ΕΤΟΣ | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh] |
| 2012 | 3.092.681,02 |
| 2013 | 2.827.045,03 |
| 2014 | 2.904.995,63 |
| 2015 | 832.985,72 |

Πίνακας 10.3.1 Ετήσιες καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος

Η διακύμανση των αριθμών καταναλώσεις ενέργειας γίνονται διακριτές στο συγκεντρωτικό γράφημα ηλεκτρικών καταναλώσεων ρεύματος.



Γράφημα 10.2.5 Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ξενοδοχείου ανά έτος

Παρατηρείται μια αισθητή μείωση από το έτος 2012-13 μέχρι και το 2015-16. Πράγμα που αποδεικνύει τις τάσεις των ανθρώπων του ξενοδοχείου για ενεργειακή μείωση των εξόδων της μονάδας αλλά και εξοικονόμησης. Στη συνέχεια προσεγγίστηκε η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά άτομο κατά τις περιόδους 2012-13 έως και 2015-16. Η προσέγγιση αυτή στηρίχτηκε στη συνολική ετήσια εκάστοτε κατανάλωση αλλά και στις συνολικές ετήσιες αφίξεις ατόμων. Επομένως :

| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ | |
|--|------------------|
| ΕΤΟΣ | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh] |
| 2012 | 28,26 |
| 2012 | 26,88 |
| 2014 | 27,04 |
| 2015 | 17,25 |

Πίνακας 10.3.2 Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά άτομο

Έπειτα από λογαριασμούς τις ΔΕΗ πάλι βρέθηκε η συνολική κατανάλωση ενέργειας από τη ξενοδοχειακή μονάδα ανά έτος. Αυτή η συνολική κατανάλωση φαίνεται στον παρακάτω πίνακα :

| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ [kWh] | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|
| ΜΗΝΑΣ | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ | 81.216,03 | 90.979,89 | 79.638,41 | 67.201,42 |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | 58.671,06 | 80.678,83 | 35.764,79 | 45.948,78 |
| ΜΑΡΤΙΟΣ | 124.314,42 | 106.737,65 | 55.689,14 | 61.697,34 |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ | 280.833,53 | 185.559,45 | 195.714,29 | 159.217,77 |
| ΜΑΪΟΣ | 351.795,71 | 368.402,47 | 296.925,43 | 316.259,52 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 433.097,77 | 433.193,50 | 377.805,88 | 357.508,43 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 533.631,34 | 425.239,77 | 457.527,38 | |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

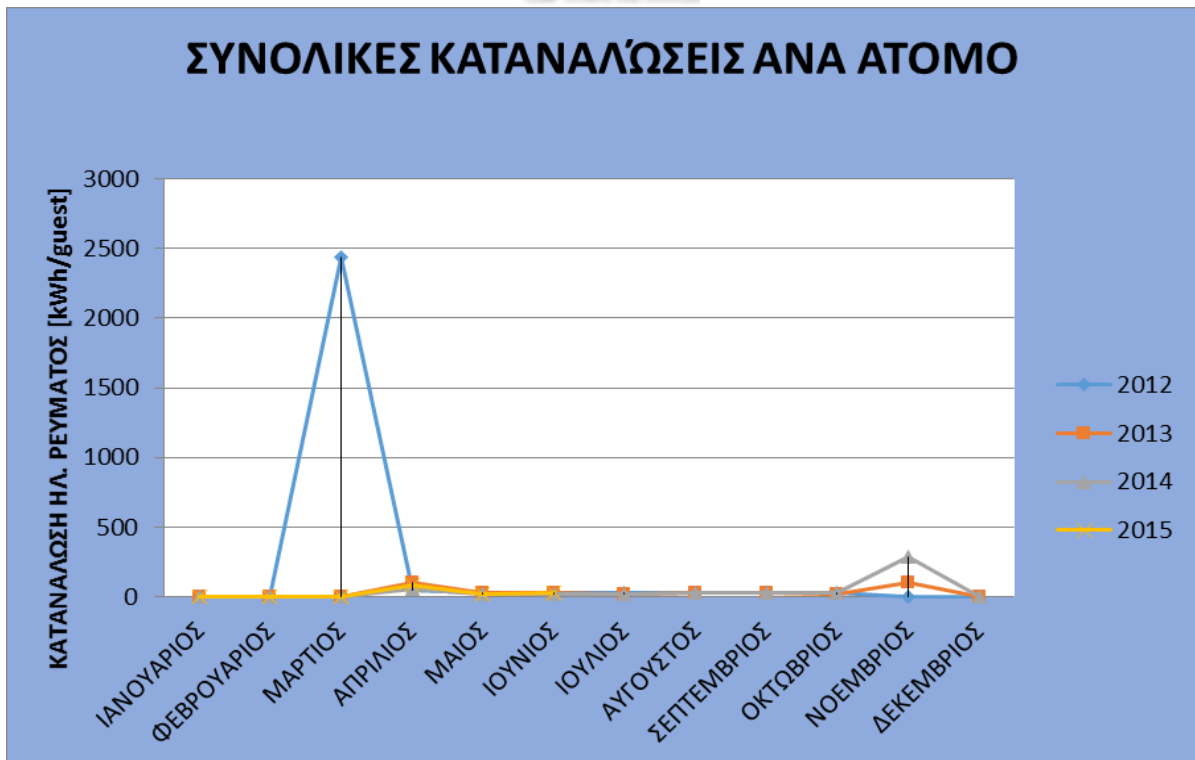
| | | | | |
|-------------|------------|------------|------------|--|
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 520.362,38 | 482.833,51 | 489.014,74 | |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 436.905,55 | 426.591,82 | 419.526,87 | |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | 411.740,32 | 369.894,36 | 335.844,93 | |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | 0 | 138.330,15 | 332.636,11 | |
| ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | 0 | 52.922,03 | 54.607,86 | |

Πίνακας 10.3.3 Συνολική ετήσια κατανάλωση ρεύματος

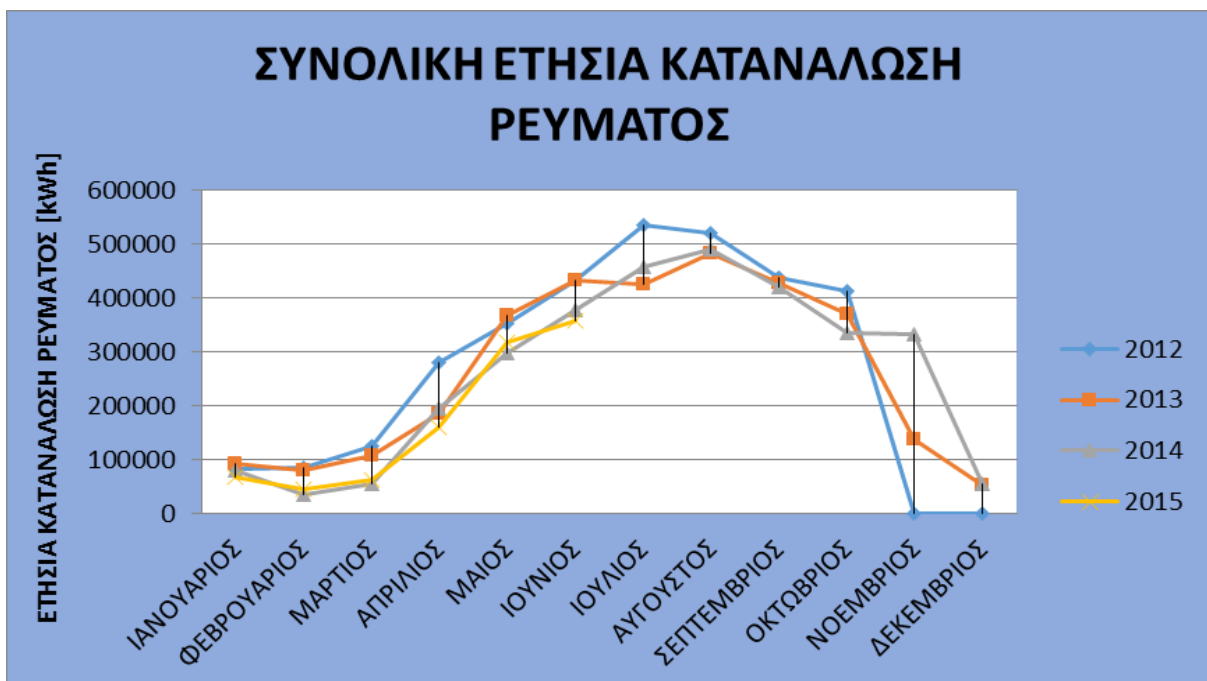
Συνεπώς με βάση και τη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά άτομο αλλά και τη ετήσια συνολική κατανάλωση όσο και τις αφίξεις το εκάστοτε έτος υπολογίστηκε η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά άτομα αφίξεων. Άρα :

| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ [kWh/guest] | | | | |
|---|----------|--------|--------|-------|
| ΜΗΝΑΣ | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ΜΑΡΤΙΟΣ | 2.437,54 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ | 49,45 | 100,96 | 53,68 | 79,53 |
| ΜΑΪΟΣ | 28,73 | 27,65 | 22,06 | 21,12 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 24,64 | 26,41 | 21,14 | 25,12 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 25,09 | 22,60 | 22,77 | |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 24,82 | 24,07 | 24,25 | |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 25,29 | 24,61 | 24,49 | |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | 30,82 | 23,06 | 24,15 | |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | 0,00 | 101,12 | 286,26 | |
| ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |

Πίνακας 10.3.4 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά άτομο



Γράφημα 10.2.6 Συνολικές καταναλώσεις ανά άτομο



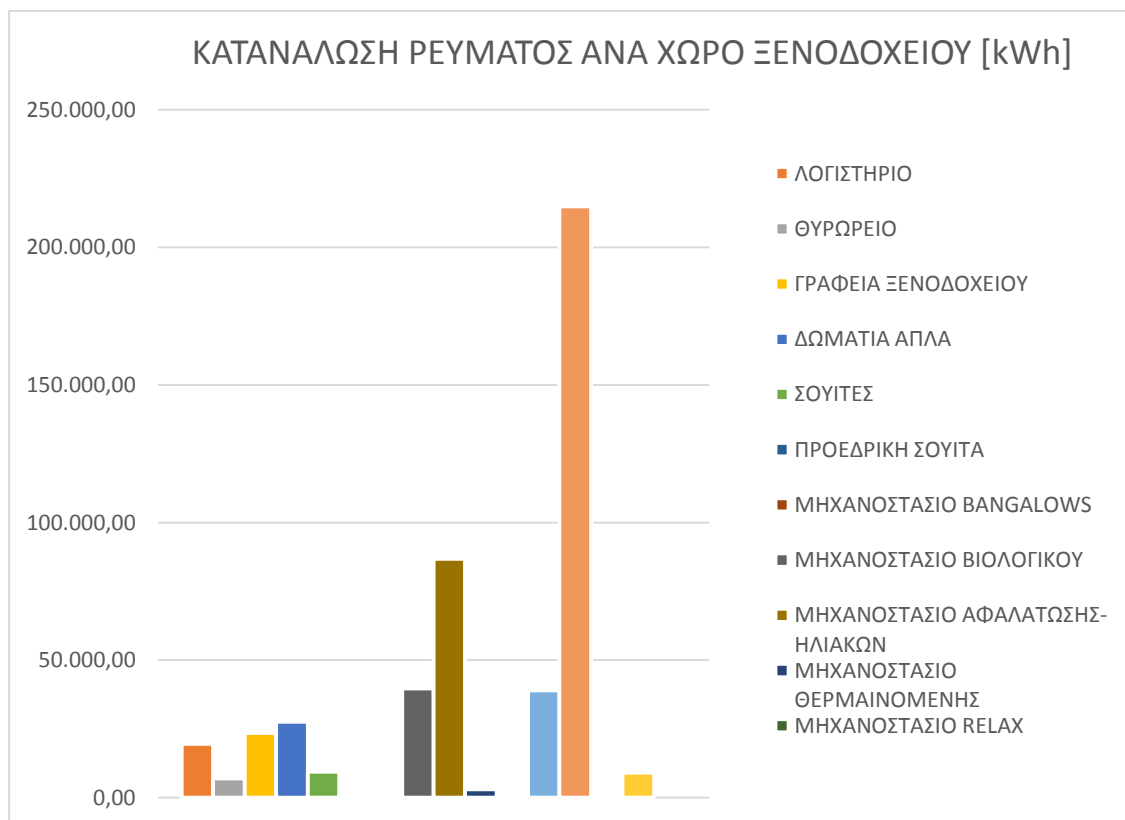
Γράφημα 10.2.7 Συνολική ετήσια κατανάλωση

Γίνεται διακριτό πως το έτος 2012 οι καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος ήταν δυσχερείς για το ξενοδοχείο. Αυτό φαίνεται από τη ξαφνική άνοδο της γραφικής παράστασης κατά το έτος 2012. Τέλος παρατηρείται μείωση από έτος σε έτος κάτι το οποίο συντελεί τόσο και μικρότερες οικονομικές δαπάνες όσο και σε εξοικονομήσεις ενέργειας. Τέλος, με βάση τις ηλεκτρικές συσκευές κάθε χώρου



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

αλλά και τις ονομαστικές τους ισχύς, προσεγγίστηκε για τυπική ώρα λειτουργίας, σε ποιους χώρους του ξενοδοχείου καταναλώνονται οι μεγαλύτερες ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος.



Γράφημα 10.2.8 Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά χώρο ξενοδοχείου

Σύμφωνα με τη γραφική απεικόνιση όπως είναι λογικό τις μεγαλύτερες καταναλώσεις συγκεντρώνει το μεγαλύτερο μηχανοστάσιο του ξενοδοχείου αυτό των ηλιακών συλλεκτών και αφαλατώσεων καθώς και οι κουζίνες όπου χρησιμοποιούν αποκλειστικά συσκευές Zanussi υγραερίου.

10.4 Καταναλώσεις υγραερίου (LPG) ξενοδοχειακής μονάδας

Η ξενοδοχειακή μονάδα ως καύσιμο υλικό, στις περισσότερες εγκαταστάσεις της χρησιμοποιεί υγραέριο. Συνεργάζεται με την εταιρεία της Πετρογκάζ πάνω από 5 χρόνια η οποία και τροφοδοτεί τις εγκαταστάσεις της. Και αυτό συμβαίνει διότι ο συνδυασμός απόδοσης του υγραερίου και τιμής αγοράς του είναι πολύ συμφέρον για τη μονάδα. Σύμφωνα λοιπόν με καταγραφές του ξενοδοχείου βγήκε το συμπέρασμα πως η ποσότητα κατανάλωσης υγραερίου ανά τα έτη 2012 μέχρι και 2015 πέφτει αρκετά αισθητά. Εκτός από το έτος 2013 που χρησιμοποιήθηκε πετρέλαιο ως καύσιμη ύλη. Συνεπώς στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται οι ποσότητες αγοράς ανά έτος.

| ΥΓΡΑΕΡΙΟ (LPG) | |
|----------------------------|----------------------|
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ | |
| ΕΤΗ | ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΓΟΡΑΣ [lt] |
| 2012 | 140.115,46 |
| 2013 | 0,0 |
| 2014 | 139.915,54 |
| 2015 | 35.976,71 |

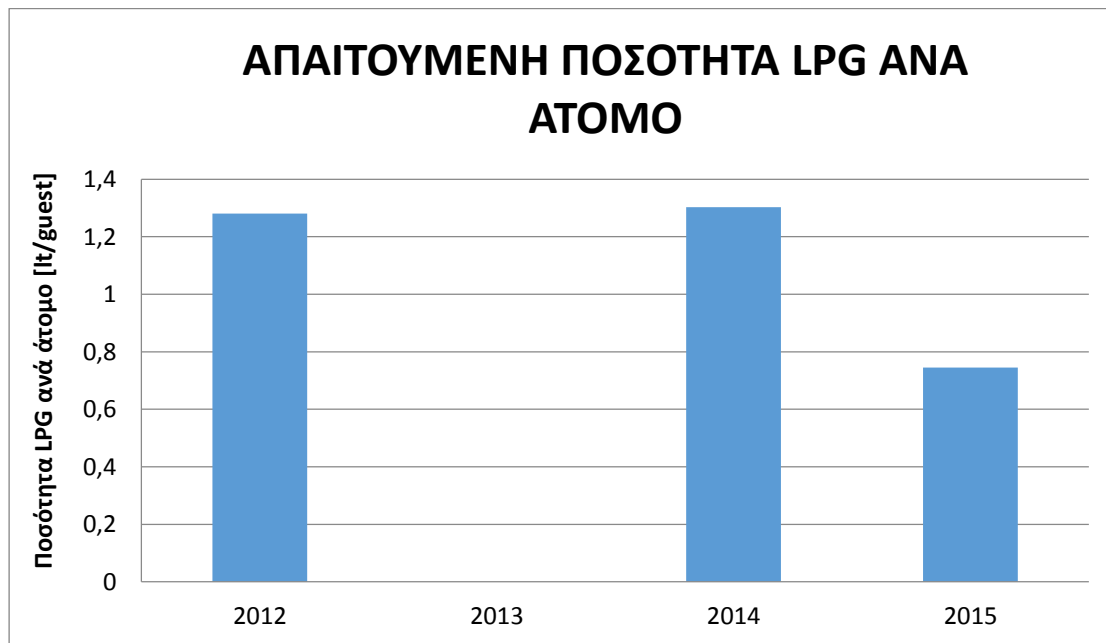
Πίνακας 10.4.1 Ποσότητες αγοράς LPG ανά έτος



Στη συνέχεια γνωρίζοντας τη συνολική ποσότητα αγοράς του υγραερίου ανά έτος αλλά και τις αφίξεις των ατόμων του ξενοδοχείου, υπολογίστηκε η απαιτούμενη ποσότητα υγραερίου ανά έτος του κάθε άτομου. Τα αποτελέσματα αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

| ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ | |
|--|---------------------------|
| ΕΤΗ | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ [lt] |
| 2012 | 1,28 |
| 2013 | 0,00 |
| 2014 | 1,30 |
| 2015 | 0,75 |

Πίνακας 10.4.2 Ποσότητες LPG ανά άτομο



Γράφημα 10.4.1 Γραφική απεικόνιση απαιτούμενης ποσότητας LPG ανά άτομο

Παρατηρείται πως η ανάγκη για υγραέριο ανά άτομο χρόνο με το χρόνο μειώνεται, εξαιρώντας το έτος 2013 λόγω χρησιμοποίησης πετρελαίου. Αυτό συντελεί σε μικρότερο κόστος αγοράς αλλά και χρησιμοποίησης του. Έπειτα σύμφωνα πάλι με καταγραφές του ξενοδοχείου προέκυψαν οι καταναλώσεις για τα έτη 2014-2015 ανά μήνα και ανά χώρο. Συνεπώς:

| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ LPG EN ΕΤΗ 2014 | | | | | ΟΛΙΚΟ LPG | LPG ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ |
|------------------------------|---------|------------------|----------|---------------------------------|--------------|------------------|
| ΜΗΝΑΣ | ΚΟΥΖΙΝΑ | ΜΗΧΑΝΟ ΣΤΑΣΙΑ | SPA | ΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝ ΑΛΩΣΗ [lt] | [lt] | [lt/guest] |
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | 0,0 | 0,0 | 3.029,9 | 3.029,9 | 11.665,1 | 0,0 |
| ΜΑΡΤΙΟΣ | 0,0 | 0,0 | 18.321,0 | 18.321,0 | 70.535,9 | 0,0 |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ | 78,2 | 925,9 | 769,5 | 1.773,6 | 6.828,4 | 1,87 |
| ΜΑΪΟΣ | 507,5 | 1.288,4 | 744,9 | 2.540,8 | 9.782,1 | 0,73 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

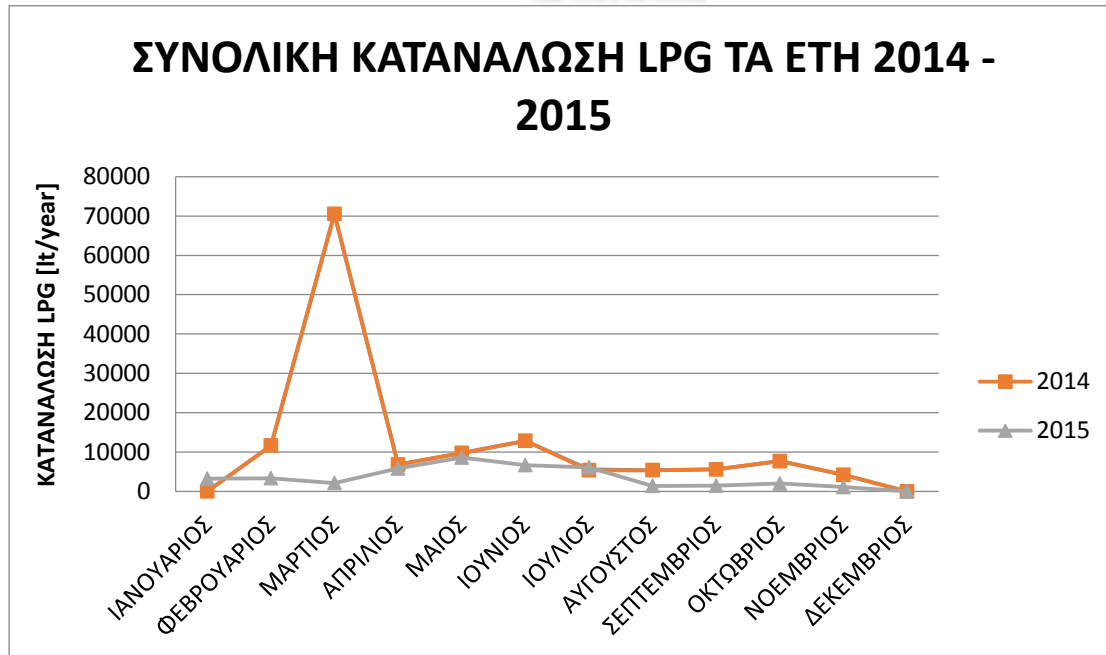
| | | | | | | |
|-------------|-------|---------|-------|---------|----------|------|
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 427,9 | 2.298,7 | 614,5 | 3.341,1 | 12.863,2 | 0,72 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 300,9 | 1.020,0 | 0,0 | 1.396,8 | 5.377,7 | 0,27 |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 396,2 | 1.005,0 | 1,2 | 1.402,4 | 5.399,2 | 0,27 |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 348,1 | 1.075,0 | 22,8 | 1.445,9 | 5.566,7 | 0,32 |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | 327,4 | 1.668,0 | 0,0 | 1.995,4 | 7.682,3 | 0,55 |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | 29,6 | 901,9 | 163,3 | 1.094,8 | 4.214,9 | 3,63 |
| ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Πίνακας 10.4.3 Καταναλώσεις LPG εν έτη 2014

| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ LPG EN ETH 2015 | | | | | ΟΛΙΚΟ LPG | ΣΥΝΟΛΙΚΟ LPG ANA ΑΤΟΜΟ |
|------------------------------|------------------|------------------|-------|---------------------------------|--------------|------------------------------|
| ΜΗΝΑΣ | ΚΟΥ ΖΙΝΕ Σ | ΜΗΧΑΝΟ ΣΤΑΣΙΑ | SPA | ΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝ ΑΛΩΣΗ [lt] | [lt] | [lt/guest] |
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ | 0,0 | 0,0 | 844,3 | 844,3 | 3.250,6 | 0,0 |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | 0,0 | 0,0 | 870,4 | 870,4 | 3.351,1 | 0,0 |
| ΜΑΡΤΙΟΣ | 0,0 | 0,0 | 556,6 | 556,6 | 2.142,9 | 0,0 |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ | 113,8 | 821,4 | 576,1 | 1.511,3 | 5.818,5 | 2,91 |
| ΜΑΪΟΣ | 382,1 | 1.411,0 | 441,2 | 2.234,0 | 8.600,9 | 0,57 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 431,2 | 1.093,0 | 213,3 | 1.737,3 | 6.687,5 | 0,47 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 447,2 | 1.092,1 | 52,8 | 1591,2 | 6.125,4 | 0,36 |

Πίνακας 10.4.4 Καταναλώσεις LPG εν έτη 2015

Παρατηρείται μία αισθητή μείωση όπως και στην συνολική αγορά υγραερίου από τη Πετρογκάζ κατά το πέρας ενός έτος από το 2014 στο 2015. Αυτό πιθανός να οφείλεται σε καινοτόμες ενέργειες του ξενοδοχείου για μείωση έξοδος είτε σε λιγότερες αφίξεις το συγκεκριμένο έτος. Άρα και λιγότερη κατανάλωση υγραερίου. Στο παρακάτω γράφημα γίνεται ευδιάκριτη αυτή η διακύμανση του υγραερίου ανά έτος.



Γράφημα 10.4.2 Γραφική απεικόνιση διακύμανσης LPG ανά έτος

10.5 Καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος AEGEO SPA

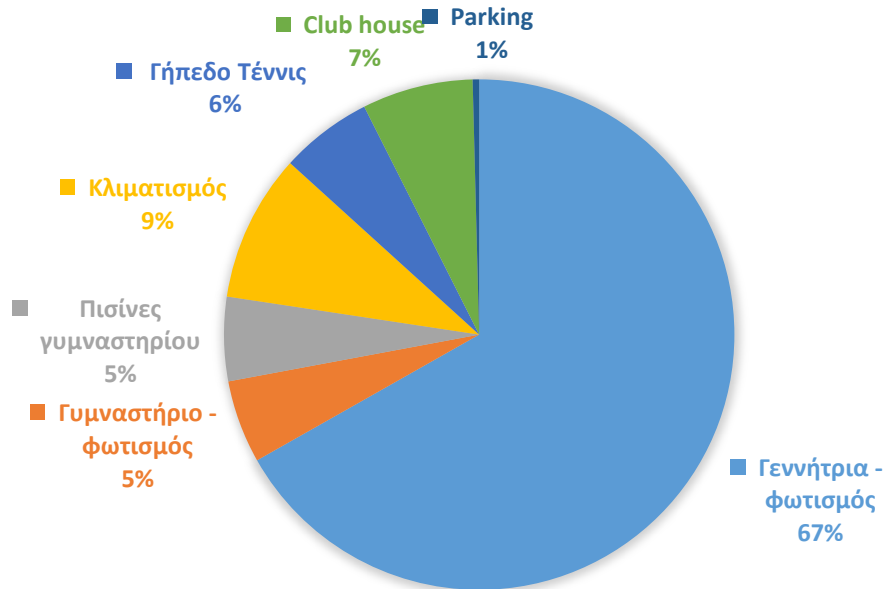
Δίπλα ακριβώς από τη ξενοδοχειακή μονάδα, υπάρχει ένας χώρος τον οποίο έχει νοικιάσει ο ιδιοκτήτης του Candia Maris και αποτελεί χώρο Spa. Το 50% του ποσοστού αυτού από τα κέρδη ανήκουν στον ιδιοκτήτη του ξενοδοχείου όπως και των εξόδων. Σύμφωνα με λογαριασμούς ΔΕΗ και σημειώσεις καταναλώσεων του ίδιου του Aegeo Spa, στον παρακάτω πίνακα γίνονται διακριτοί οι χώροι-μηχανήματα που καταναλώνουν το ηλεκτρικό ρεύμα. Άρα:

| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ AEGEO SPA 2015 | | | | | | |
|---|--------------------|-----------|-------------|----------|------------|---------|
| ΧΩΡΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ AEGEO SPA | | | | | | |
| ΓΕΝΝΗΤΡΙ Α ΦΩΤΙΣΜΟΣ | ΓΥΜΝΑΣΤΗΡ ΦΩΤΙΣΜΟΣ | ΠΙΣΙΝΕ Σ | ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ | TENNIS | CLUB HOUSE | PARKING |
| 52.807,20 | 1.931,50 | 4.112,00 | 10.704,00 | 1.733,90 | 5.193,60 | 631,00 |
| 57.067,20 | 1.973,60 | 4.568,00 | 10.148,00 | 1.520,60 | 5.559,40 | 647,40 |
| 60.000,00 | 2.054,90 | 4.572,00 | 13.056,80 | 2.035,30 | 5.234,00 | 607,40 |
| 45.396,00 | 1.890,90 | 4.532,00 | 15.360,00 | 1.663,10 | 3.270,60 | 513,10 |
| 47.113,00 | 2.182,20 | 5.160,00 | 15.372,00 | 1.814,60 | 3.353,00 | 517,00 |
| 48.196,00 | 2.212,10 | 4.987,00 | 16.870,00 | 1.812,20 | 3.289,00 | 512,00 |
| 49.086,00 | 1.880,20 | 3.576,00 | 10.140,00 | 1.819,60 | 3.312,00 | 511,00 |
| 44.628,00 | 2.000,30 | 3.214,00 | 17.640,00 | 1.432,60 | 2.567,50 | 514,00 |
| 46.727,00 | 2.043,70 | 2.011,30 | 17.580,00 | 1.671,40 | 2.751,80 | 507,00 |
| 512.755,20 | 2.240,60 | 2.019,80 | 21.612,60 | 2.158,70 | 2.848,20 | 511,00 |
| 74.856,08 | 62.787,10 | 42.840,90 | 2.034,10 | 72.484,1 | 74.285,9 | 375,40 |
| 32.634,90 | 1.105,21 | 3.774,40 | 9.408,42 | 3.458,06 | 1.008,10 | 721,02 |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh] | | | | | | |
| 1.603.591,07 | | | | | | |

Πίνακας 10.5.1 Καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος Aegeo Spa

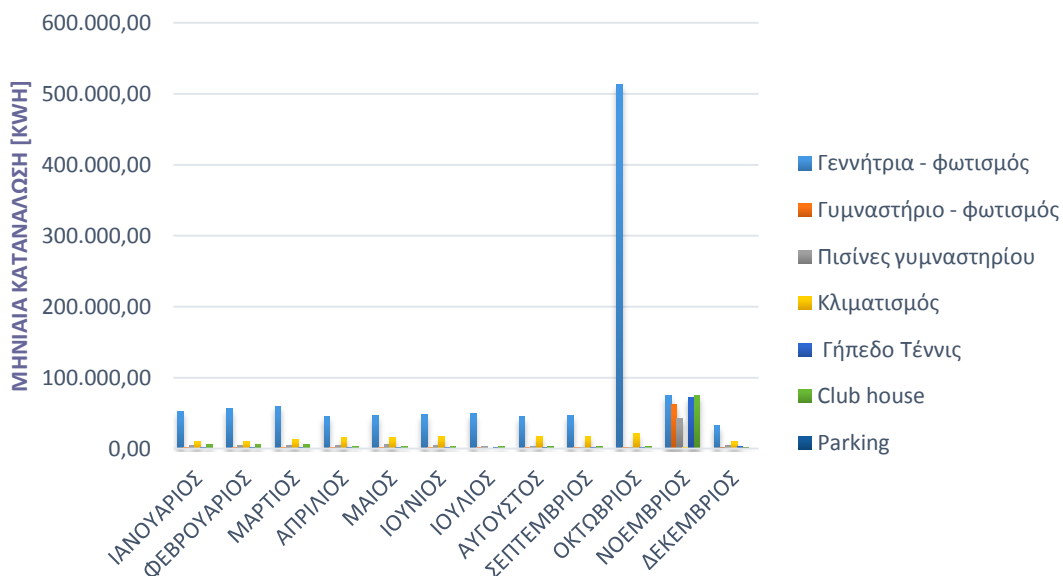


ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΗΛ.ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΕΓΕΟ SPA



Γράφημα 10.5.1 Καταμερισμός ηλεκτρικής κατανάλωσης χώρων ΑΕΓΕΟ SPA

Συνολικές μηνιαίες καταναλώσεις Spa



Γράφημα 10.5.2 Μηνιαίες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας χώρων ΑΕΓΕΟ SPA

Εν κατακλείδι όπως γίνεται διακριτό και από το γράφημα των μηνιαίων καταναλώσεων αλλά και από τον καταμερισμό της ηλεκτρικής ενέργειας, τη περισσότερη κατανάλωση την έχει η γεννήτρια για τον φωτισμό των χώρων του Aegeo Spa και με μεγάλη διαφορά από τις υπόλοιπες. Άρα, αν κάπου



πρέπει να εστιάσει το Aegeo Spa για εξοικονόμηση, ο φωτισμός σίγουρα θα πρέπει να είναι ο κυρίαρχος παράγοντας βελτιστοποίησης.

10.6 Καταναλώσεις λεβήτων και αντλίας θερμότητας ξενοδοχείου

Για τη προσέγγιση των καταναλώσεων των λεβήτων και της αντλίας θερμότητας του ξενοδοχείου χρειάστηκαν τόσο τα στοιχεία του ξενοδοχείου και της ΔΕΗ, όσο και η εμπειρία των αρμόδιων ανθρώπων του τμήματος συντήρησης του ξενοδοχείου. Συνεπώς οι συνολικές καταναλώσεις των συγκεκριμένων λεβήτων και της αντλίας θερμότητας για όλους τους μήνες του έτους αλλά τυπικές ώρες λειτουργίας τους, γίνονται διακριτές στο παρακάτω πίνακα :

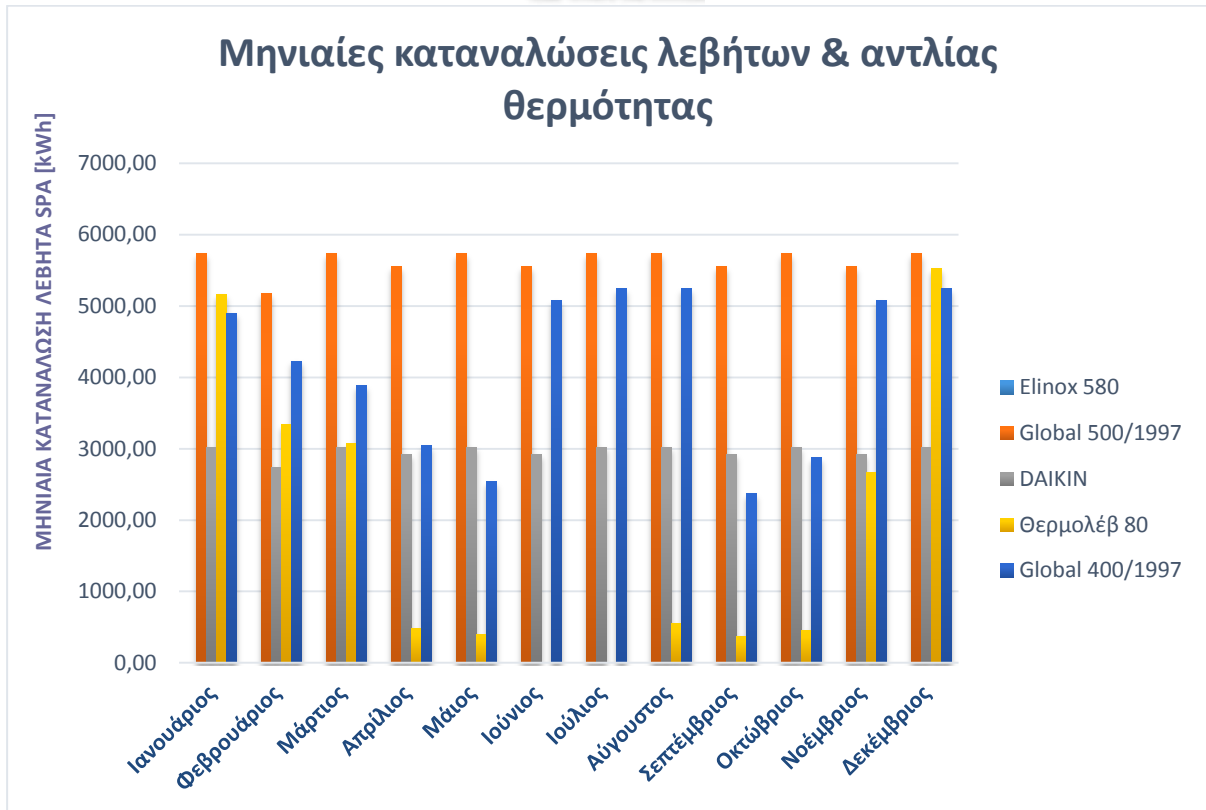
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΛΕΒΗΤΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ ΚΑΙ AEGEO SPA [kWh] | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|----------------|--------|
| ΜΗΝΕΣ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ | | | | | |
| A/A | GLOBAL 500 | GLOBAL 400 | ELINOX 580 | ΘΕΡΜΟΛΕΒ 80 | DAIKIN |
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ | 5.375 | 4.901 | 0,0 | 0,0 | 3.023 |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | 5.180 | 4.225 | 0,0 | 0,0 | 2.730 |
| ΜΑΡΤΙΟΣ | 5.735 | 3.887 | 0,0 | 0,0 | 3.022 |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ | 5.550 | 3.047 | 0,0 | 0,0 | 2.925 |
| ΜΑΪΟΣ | 5.375 | 2.535 | 0,0 | 0,0 | 3.022 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 5.550 | 5.070 | 0,0 | 0,0 | 2.925 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 5.735 | 5.239 | 0,0 | 0,0 | 3.023 |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 5.735 | 5.239 | 0,0 | 0,0 | 3.022 |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 5.550 | 2.366 | 0,0 | 0,0 | 2.925 |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | 5.735 | 2.873 | 0,0 | 0,0 | 3.022 |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | 5.550 | 5.070 | 0,0 | 0,0 | 2.925 |
| ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | 5.375 | 5.239 | 0,0 | 0,0 | 3.022 |

Πίνακας 10.6.1 Καταναλώσεις λεβήτων ξενοδοχειακής μονάδας

Συνεπώς από τις τιμές κατανάλωσης του καθενός θερμικού μέσου, προκύπτει το συμπέρασμα πως τη μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος καταλαμβάνει ο λέβητας υγραερίου του ξενοδοχείο GLOBAL 500 και έπειτα ο GLOBAL 400. Κάτι απόλυτα λογικό από τη στιγμή που οι δύο αυτοί καλύπτουν τις θερμικές ανάγκες του μεγαλύτερου μέρους του ξενοδοχείου αλλά και του Aegeo Spa. Στο παρακάτω γράφημα φαίνεται ακριβώς αυτό το συμπέρασμα.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Γράφημα 10.6.1 Μηνιαίες καταναλώσεις λεβήτων και αντλίας θερμότητας



Γράφημα 10.6.2 Συνολικές ετήσιες καταναλώσεις λεβήτων και αντλίας θερμότητας



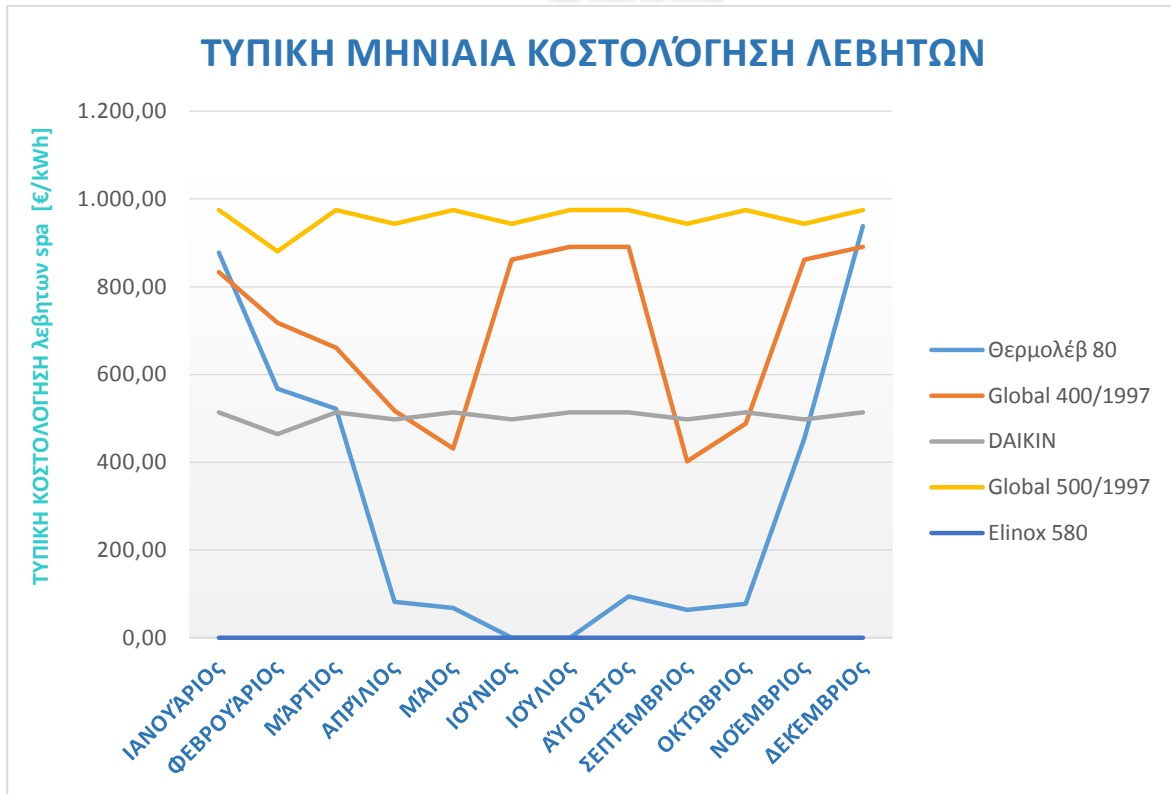
ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

10.7 Οικονομική προσέγγιση κατανάλωσης λεβήτων και αντλίας θερμότητας

Με γνώμονα τις μηνιαίες ώρες λειτουργίας του εκάστοτε λέβητα αλλά και της αντλίας θερμότητας, προσεγγίστηκε και η μηνιαία τυπική κοστολόγηση του καθένα λέβητα αλλά και της αντλίας θερμότητας. Οι τιμές υπολογισμού γίνονται διακριτές στους παρακάτω πίνακες :

| ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ ΚΑΙ AEGEO SPA [kWh] | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|----------------|--------|
| ΜΗΝΕΣ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ | | | | | |
| A/A | GLOBAL 500 | GLOBAL 400 | ELINOX 580 | ΘΕΡΜΟΛΕΒ 80 | DAIKIN |
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ | 833,2 | 877,5 | 0,0 | 0,0 | 513,8 |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | 718,3 | 567,5 | 0,0 | 0,0 | 467,1 |
| ΜΑΡΤΙΟΣ | 660,8 | 522,0 | 0,0 | 0,0 | 513,8 |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ | 514,1 | 81,7 | 0,0 | 0,0 | 497,3 |
| ΜΑΪΟΣ | 430,9 | 68,1 | 0,0 | 0,0 | 513,8 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 861,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 497,3 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 890,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 513,8 |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 402,2 | 93,8 | 0,0 | 0,0 | 213,8 |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 488,4 | 63,6 | 0,0 | 0,0 | 497,3 |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | 861,9 | 77,2 | 0,0 | 0,0 | 513,8 |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | 890,6 | 453,9 | 0,0 | 0,0 | 497,3 |
| ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | 877,7 | 938,1 | 0,0 | 0,0 | 513,8 |

Πίνακας 10.7.1 Κοστολόγηση καταναλώσεων λεβήτων ξενοδοχειακής μονάδας



Γράφημα 10.7.1 Τυπική μηνιαία κοστολόγηση λεβήτων

Από το παραπάνω γράφημα βγαίνει το συμπέρασμα πως ο λέβητας υγραερίου GLOBAL 500 και GLOBAL 400 επιβαρύνουν οικονομικά περισσότερο τη ξενοδοχειακή μονάδα και το Aegeo Spa. Κάτι που είναι απόλυτα λογικό αν αναλογιστεί κανείς πως καλύπτουν και το μεγαλύτερο ποσοστό των απωλειών θερμότητας αλλά καταναλώνουν και το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας.

10.8 Καταναλώσεις εναλλακτών ξενοδοχείου

Στη συνέχεια υπολογίστηκε με τυπικές ώρες λειτουργίας οι καταναλώσεις των εναλλακτών της ξενοδοχειακής μονάδας αλλά και του Aegeo Spa. Πρόκειται για εναλλάκτες αντιροής όπου το ζεστό νερό το δέχονται είτε από τους λέβητες εφόσον το ηλιακό πεδίο δε πιάνει την επιθυμητή θερμοκρασία για να στείλει ζεστό νερό, είτε από την αντλία θερμότητας. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εναλλακτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ ΚΑΙ AEGEO SPA | |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | |
| Μοντέλο | Ονομαστική θερμική ισχύς [kW] |
| KONOR 75 ORW | 645,5 |
| KONOR 75 ORW | 465,6 |
| KONOR 91 ORW | 510,8 |
| AEGEO SPA | |
| Μοντέλο | Ονομαστική θερμική ισχύς [kW] |
| PAHLEN | 75,0 |
| GEA ECOFLEX NT50 | 60,0 |
| GEA ECOFLEX NT50 | 60,0 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|------------------|--------|
| KONOR 75 ORW | 645,47 |
| GEA ECOFLEX NT60 | 75,0 |

Πίνακας 10.8.1 Εναλλάκτες ξενοδοχειακής μονάδας

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης του κάθε λέβητα, προσεγγίστηκαν τυπικά οι ώρες λειτουργίας των λεβήτων, του ηλιακού πεδίου και της αντλίας θερμότητας και ανάλογα τις τιμές αυτές υπολογίστηκαν οι καταναλώσεις στη κάθε περίπτωση των εναλλακτών. Συνεπώς :

| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ ΚΑΙ ΑΕΓΕΟ SPA | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΕΒΗΤΑ GLOBAL 400 ΓΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ SPA | | | | | | | | | | | |
| ΙΑΝ. | ΦΕΒΡ | ΜΑΡΤ | ΑΠΡ | ΜΑΙ | ΙΟΥ N | ΙΟΥΛ | ΑΥΓ | ΣΕΠΤ | ΟΚΤ | ΝΟΕ | ΔΕΚ |
| 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΕΒΗΤΑ ΘΕΡΜΟΛΕΒ 80 ΓΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ SPA | | | | | | | | | | | |
| 2,0 | 1,5 | 1,5 | 0,3 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 2,0 |
| ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΕΒΗΤΑ ELINOX 580 ΓΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ CANDIA | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΕΒΗΤΑ GLOBAL500 ΓΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ CANDIA | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 0,0 | 0,0 |
| ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΓΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ CANDIA ΚΑΙ SPA | | | | | | | | | | | |
| 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ CANDIA ΚΑΙ SPA | | | | | | | | | | | |
| 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ SPA | | | | | | | | | | | |
| ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ SPA ΜΕΣΩ ΛΕΒΗΤΩΝ | | | | | | | | | | | |
| 93,0 | 70,0 | 77,5 | 39,0 | 40,3 | 30,0 | 31,0 | 37,2 | 39,0 | 40,3 | 60,0 | 93,0 |
| ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ SPA ΜΕΣΩ ΗΛΙΑΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ | | | | | | | | | | | |
| 77,5 | 70,0 | 77,5 | 75,0 | 77,5 | 75,0 | 77,5 | 77,5 | 75,0 | 77,5 | 75,0 | 77,5 |
| ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ SPA ΜΕΣΩ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | | | | | | | | | | | |
| 46,5 | 42,0 | 46,5 | 45,0 | 46,5 | 45,0 | 46,5 | 46,5 | 45,0 | 46,5 | 45,0 | 46,5 |
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ CANDIA | | | | | | | | | | | |
| ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ CANDIA ΜΕΣΩ ΛΕΒΗΤΩΝ | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 20,0 | 15,0 | 5,0 | 21,0 | 32,0 | 0,0 | 0,0 |
| ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ CANDIA ΜΕΣΩ ΗΛΙΑΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ | | | | | | | | | | | |
| 124,0 | 112,0 | 139,5 | 135,0 | 170,5 | 360,0 | 372,0 | 372,0 | 300,0 | 217,0 | 60,0 | 31,0 |
| ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ CANDIA ΜΕΣΩ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 90,0 | 77,5 | 62,0 | 75,0 | 93,0 | 0,0 | 0,0 |

Πίνακας 10.8.2 Καταναλώσεις εναλλακτών ξενοδοχειακής μονάδας

Επομένως έχοντας τις μηνιαίες τιμές λειτουργίας για την κάθε περίπτωση κάλυψης θερμικής ενέργειας στους εναλλάκτες, προσεγγίστηκε και η μηνιαία κατανάλωση των ξενοδοχείων τόσο του ξενοδοχείου όσο και του Aegeo Spa.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

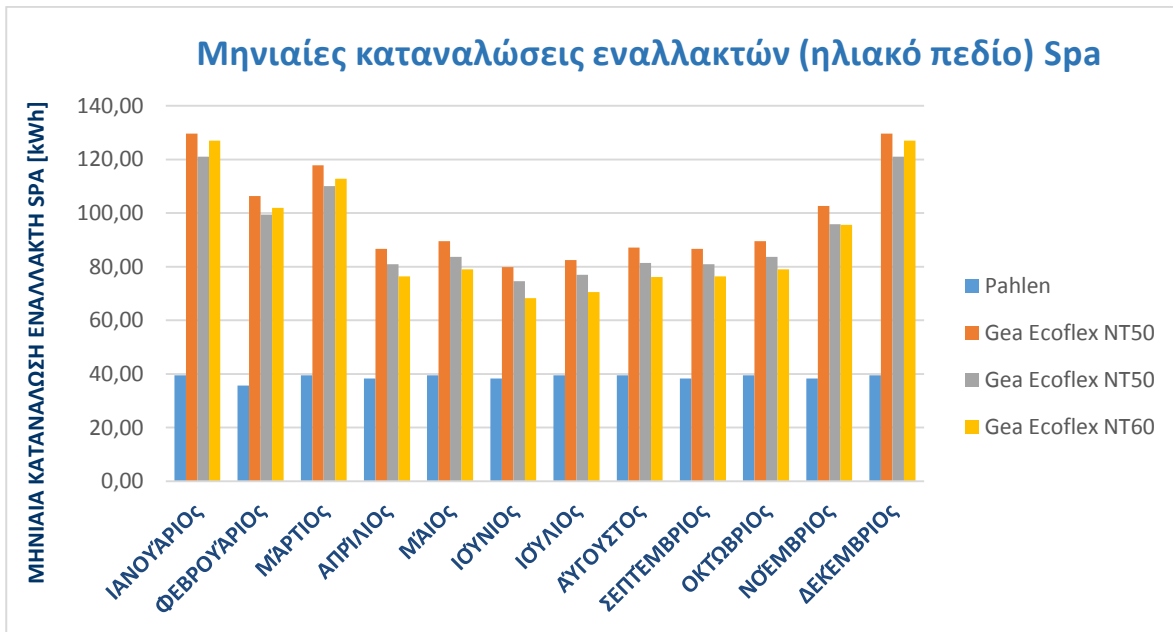
| ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ ΚΑΙ ΑΕΓΕΟ SPA | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ΜΗΝΕΣ ΕΤΟΥΣ | | | | | | | | | | | |
| ΙΑΝ. | ΦΕΒΡ. | ΜΑΡΤ. | ΑΠΡ. | ΜΑΙ. | ΙΟΥΝ. | ΙΟΥΛ. | ΑΥΓ. | ΣΕΠΤ. | ΟΚΤ. | ΝΟΕ. | ΔΕΚ. |
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ SPA | | | | | | | | | | | |
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΡΑΗΛΕΝ | | | | | | | | | | | |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΟ ΠΕΔΙΟ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 39,5 | 35,7 | 39,5 | 38,3 | 39,5 | 38,3 | 39,5 | 39,5 | 38,3 | 39,5 | 38,3 | 39,5 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΛΕΒΗΤΕΣ | | | | | | | | | | | |
| 83,7 | 63,0 | 69,8 | 35,1 | 36,3 | 27,0 | 27,9 | 33,5 | 35,1 | 36,3 | 54,0 | 83,7 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 30,2 | 27,3 | 30,2 | 29,3 | 30,2 | 29,3 | 30,2 | 30,2 | 29,3 | 30,2 | 29,3 | 30,2 |
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΓΕΑ ECOFLEX NT50 | | | | | | | | | | | |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΟ ΠΕΔΙΟ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 129,6 | 106,4 | 117,8 | 86,6 | 89,5 | 79,8 | 82,5 | 87,2 | 86,6 | 89,5 | 102,6 | 129,6 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΛΕΒΗΤΕΣ | | | | | | | | | | | |
| 114,4 | 86,1 | 95,3 | 47,9 | 49,6 | 36,9 | 38,1 | 45,8 | 48,0 | 49,6 | 73,8 | 114,4 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 46,5 | 42,0 | 46,5 | 45,0 | 46,5 | 45,0 | 46,5 | 46,5 | 45,0 | 46,5 | 45,0 | 46,5 |
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΓΕΑ ECOFLEX NT50 | | | | | | | | | | | |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΟ ΠΕΔΙΟ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 129,6 | 106,4 | 117,8 | 86,6 | 89,5 | 79,8 | 82,5 | 87,2 | 86,6 | 89,5 | 102,6 | 129,6 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΛΕΒΗΤΕΣ | | | | | | | | | | | |
| 114,4 | 86,1 | 95,3 | 47,9 | 49,6 | 36,9 | 38,1 | 45,8 | 48,0 | 49,6 | 73,8 | 114,4 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 46,5 | 42,0 | 46,5 | 45,0 | 46,5 | 45,0 | 46,5 | 46,5 | 45,0 | 46,5 | 45,0 | 46,5 |
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΚΟΝΟΡ 75 ORW | | | | | | | | | | | |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΟ ΠΕΔΙΟ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 112,8 | 101,9 | 112,8 | 109,2 | 112,8 | 109,2 | 112,8 | 112,8 | 109,2 | 112,8 | 109,2 | 112,8 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΛΕΒΗΤΕΣ | | | | | | | | | | | |
| 133,9 | 107,5 | 119,1 | 80,6 | 83,3 | 72,0 | 74,4 | 80,4 | 80,6 | 83,3 | 100,8 | 133,9 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 124,0 | 112,0 | 124,0 | 120,0 | 124,0 | 120,0 | 124,0 | 124,0 | 120,0 | 124,0 | 120,0 | 124,0 |
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΓΕΑ ECOFLEX NT60 | | | | | | | | | | | |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΟ ΠΕΔΙΟ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 139,5 | 112,0 | 124,0 | 84,0 | 86,8 | 75,0 | 77,5 | 83,7 | 84,0 | 86,8 | 105,0 | 139,5 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΛΕΒΗΤΕΣ | | | | | | | | | | | |
| 170,5 | 140,0 | 155,0 | 114,0 | 117,8 | 105,0 | 108,5 | 114,7 | 114,0 | 117,8 | 135,0 | 170,5 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 124,0 | 112,0 | 124,0 | 120,0 | 124,0 | 120,0 | 124,0 | 124,0 | 120,0 | 124,0 | 120,0 | 124,0 |
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ CANDIA | | | | | | | | | | | |
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΚΟΝΟΡ 75 ORW | | | | | | | | | | | |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΟ ΠΕΔΙΟ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 81,8 | 73,9 | 92,1 | 89,1 | 112,5 | 237,6 | 245,5 | 245,5 | 198,0 | 143,2 | 39,6 | 20,5 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΛΕΒΗΤΕΣ | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 7,4 | 5,6 | 1,9 | 7,8 | 11,8 | 0,0 | 0,0 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 0,0 | 0,0 |
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΚΟΝΟΡ 75 ORW | | | | | | | | | | | |



| | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΟ ΠΕΔΙΟ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΔΕΒΗΤΕΣ | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 60,2 | 45,2 | 15,1 | 63,2 | 96,3 | 0,0 | 0,0 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 90,0 | 77,5 | 62,1 | 75,2 | 93,2 | 0,0 | 0,0 |
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΚΟΝΟΡ 91 ORW | | | | | | | | | | | |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΟ ΠΕΔΙΟ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΔΕΒΗΤΕΣ | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 50,2 | 37,7 | 12,6 | 52,7 | 80,3 | 0,0 | 0,0 |
| ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ [kWh] | | | | | | | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Πίνακας 10.8.3 Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών ξενοδοχειακής μονάδας

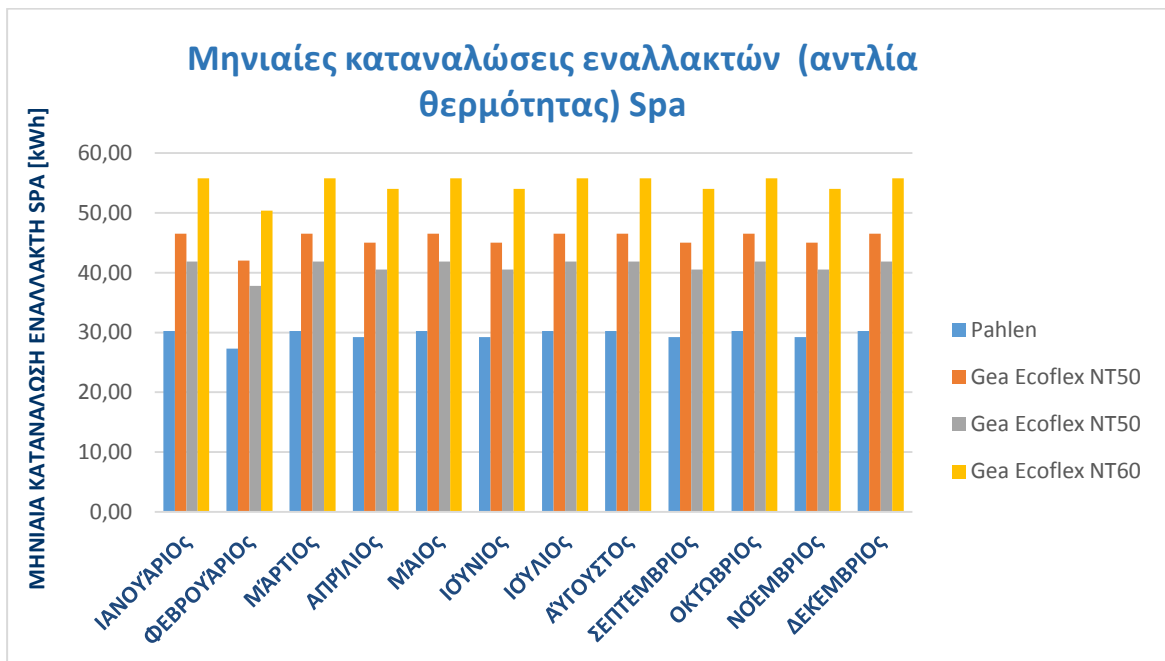
Επομένως με βάση όλες τις μηνιαίες καταναλώσεις των εναλλακτών του ξενοδοχείου ανάλογα τον τρόπο θερμικής τους αποκατάστασης, προκύπτουν τα παρακάτω γραφήματα :



Γράφημα 6.1.6. Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών Spa μέσω ηλιακού πεδίου



Γράφημα 10.8.2 Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών Spa μέσω λεβήτων

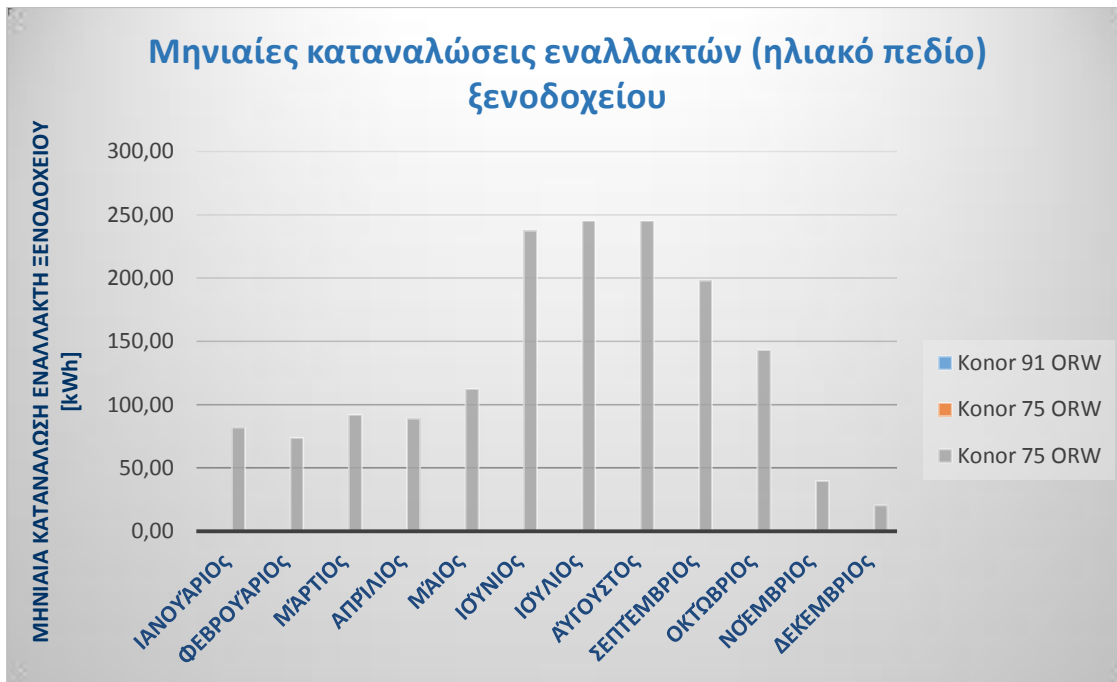


Γράφημα 10.8.3 Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών Spa μέσω αντλίας θερμότητας

Όσον αφορά τους εναλλάκτες του Spa γίνεται εύκολα αντιληπτό πως όποτε λειτουργεί η αντλία θερμότητας ή οι λέβητες, ο εναλλάκτης Gea Ecoflex NT60 καταναλώνει τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας. Ενώ στη περίπτωση που λειτουργεί το ηλιακό πεδίο μόνο ο Gea Ecoflex NT50 καταναλώνει τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας.



Στη περίπτωση τώρα των εναλλακτών του ξενοδοχείου, ο KONOR 75 ORW (γκρι χρώμα) καταναλώνει τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας όταν δρα το ηλιακό πεδίο για τη θερμική κάλυψη είτε η αντλία θερμότητας ενώ στη περίπτωση των λεβήτων ο KONOR 75 ORW (πορτοκαλί χρώμα) απορροφά τα μεγαλύτερα ποσά ενέργεια. Τα συμπεράσματα αυτά γίνονται διακριτά στα παρακάτω τρία διαγράμματα.



Γράφημα 10.8.4 Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών Candia μέσω ηλιακού πεδίου



Γράφημα 10.8.5 Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών Candia μέσω αντλίας θερμότητας



Γράφημα 10.8.6 Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών Candia μέσω λεβήτων

10.9 Οικονομική προσέγγιση κατανάλωσης εναλλακτών

Για την οικονομική προσέγγιση της κατανάλωσης των εναλλακτών του ξενοδοχείου αλλά και του Aegeo Spa, χρησιμοποιήθηκαν και τόσο οι μηνιαίες καταναλώσεις του κάθε εναλλάκτη όσο και η εκπωτική τιμή της κιλοβατώρας. Έτσι για την κάθε περίπτωση προέκυψαν τα παρακάτω :

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ ΚΑΙ AEGEO SPA | |
|---|---------------|
| ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ | |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ (ΗΛΙΑΚΟ ΠΕΔΙΟ) [kWh] | 1.579,38 |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ (ΛΕΒΗΤΕΣ) [kWh] | 547,77 |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ (ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ) [kWh] | 4,68 |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΥΠΙΚΗ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ [€/kWh] | 439,51 |
| AEGEO SPA | |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ (ΗΛΙΑΚΟ ΠΕΔΙΟ) [kWh] | 5.002,58 |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ (ΛΕΒΗΤΕΣ) [kWh] | 4.481,07 |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ | 2.053,13 |



| | |
|--------------------------------------|----------|
| ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ (ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ) [kWh] | |
| ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΥΠΙΚΗ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ [€/kWh] | 2.133,98 |

Πίνακας 10.9.1 Οικονομική προσέγγιση εναλλακτών

Παρατηρείται πως οι μεγαλύτερες και οι πιο επιβαρυνμένες οικονομικά καταναλώσεις εναλλακτών γίνονται κατά τη χρήση του ηλιακού πεδίου. Όμως αν αναλογιστούμε πως με τη χρήση του ηλιακού πεδίου το ξενοδοχείο γλιτώνει και τη κατανάλωση ρεύματος των λεβήτων ή της αντλίας θερμότητας τότε κρίνεται ως κερδοφόρα η λειτουργία αυτή.

10.10 Καταναλώσεις υπολοίπων μηχανολογικών εξοπλισμών ξενοδοχείου

Στη συνέχεια έχοντας υπολογίσει τις καταναλώσεις των λεβήτων αλλά και των εναλλακτών της ξενοδοχειακής μονάδας αλλά και του Aegeo Spa, προσεγγίστηκαν και οι καταναλώσεις των λοιπών μηχανολογικών εξοπλισμών για προσεγγιστικές τυπικές τιμές ώρας λειτουργίας τους. Στο παρακάτω γράφημα γίνονται διακριτές οι προσεγγίσεις αυτές :



Γράφημα 10.10.1 Ετήσιες καταναλώσεις μηχανολογικού εξοπλισμού

Γίνεται εύκολα αντιληπτό πως οι μεγαλύτερες καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος προκύπτουν από τους λέβητες αλλά και από τις αντλίες. Λογικό καθώς οι αφαλατικές μονάδες, το ηλιακό πεδίο αλλά και το συγκρότημά πυρόσβεσης αποτελείται από πάρα πολλές αντλίες. Συνεπώς αν τελικά γίνουν ποθητές κάποιες αλλαγές, τότε θα πρέπει να γίνει εξοικονόμηση πάνω στις αντλίες αλλά και στους ήδη υπάρχον λέβητες θέρμανσης.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

10.11 Οικονομική προσέγγιση ολόκληρου του μηχανολογικού εξοπλισμού

Έχοντας όλα τα παραπάνω αλλά και αξιολογώντας τα, προσεγγίστηκε η οικονομική επιβάρυνση της ξενοδοχειακής μονάδας. Συνεπώς για τον υπολογισμό των οικονομικών παραμέτρων πέρα από τις καταναλώσεις του κάθε εξοπλισμού ξεχωριστά, τα μεγέθη υπολογίστηκαν και με σταθερή τη τιμή της κιλοβατώρας στα 0,17 €. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΕΞΟΔΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ | |
|---|------------|
| ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ [kWh] | 664.198,03 |
| ΕΚΠΤΩΤΙΚΗ ΤΙΜΗ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑΣ [€] | 0,17 |
| ΕΤΗΣΙΑ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ [€/kWh] | 112.913,66 |

Πίνακας 10.11.1 Έξοδα καταναλώσεων μηχανολογικού εξοπλισμού



11. Λέβητες

Στη ξενοδοχειακή μονάδα είναι εγκατεστημένοι δύο βασικοί λέβητες υγραερίου για τη κάλυψη των κύριων και βασικών αναγκών, συνδυάζοντας προσιτή τιμή με μεγάλο βαθμό απόδοσης καθώς και δύο εφεδρικούς πιο μικρής ισχύος οι οποίοι χρησιμοποιούν ως καύσιμη ύλη το πετρέλαιο και λειτουργούν για συγκεκριμένες ώρες ή λεπτά το μήνα. Επίσης το τμήμα του Aegeo Spa χρησιμοποιεί σε συνδυασμό με το λέβητα υγραερίου και μια αντλία θερμότητας σε συνδυασμό με το λέβητα, αντισταθμίζοντας έτσι τη παροχή θερμικής ενέργειας.

Ο ένας από τους λέβητες υγραερίου χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των εναλλακτών των πισίνων του Aegeo Spa καθώς και στη κάλυψη των θερμικών φορτίων των χώρων, ενώ ο άλλος για τη θέρμανση των δωματίων και γραφείων του ξενοδοχείου αλλά και της θερμαινόμενης εξωτερικής πισίνας όποτε αυτή το έχει ανάγκη. Τα χαρακτηριστικά του λέβητα κάλυψης των αναγκών της ξενοδοχειακής μονάδας αλλά και του Aegeo Spa είναι τα παρακάτω:

| ΛΕΒΗΤΑΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | | |
|---|--------------|----------------------|
| Μοντέλο λέβητα | GLOBAL 500 | |
| Θερμικής ισχύς (q _{λεβ}) | 582,0 | [kW] |
| Παροχή καυσίμου (m) | 52,9 | [kg/hr] |
| Πυκνότητα υγραερίου (ρ) | 520,0 | [kg/m ³] |
| Παροχή λέβητα (Q _{λεβ}) | 72,6 | [kg/hr] |
| Μέγιστη πίεση (P _{max}) | 4,5 | [atm] |
| Πίεση δοκιμής (P _{δοκ}) | 6,0 | [atm] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 91 | [%] |
| ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ | | |
| Μοντέλο καυστήρα | QUERTLI01154 | |
| Μέγιστη ισχύς καυστήρα (P _{max}) [kW] | 673,0 | |
| Ελάχιστη ισχύς καυστήρα (P _{min}) [kW] | 185,0 | |
| Ονομαστική παροχή καυστήρα (Q _κ) [m ³ /hr] | 92,5 | |
| Διαστάσεις [mm] | 400x795x305 | |

Πίνακας 11.1 Χαρακτηριστικά λέβητα ξενοδοχείου υγραερίου

| ΛΕΒΗΤΑΣ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ AEGEO SPA | | |
|------------------------------------|------------|----------------------|
| Μοντέλο λέβητα | GLOBAL 400 | |
| Θερμικής ισχύς (q _{λεβ}) | 465,6 | [kW] |
| Παροχή καυσίμου (m) | 43,3 | [kg/hr] |
| Πυκνότητα υγραερίου (ρ) | 520,0 | [kg/m ³] |
| Παροχή λέβητα (Q _{λεβ}) | 59,5 | [kg/hr] |
| Μέγιστη πίεση | 4,0 | [atm] |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | |
|--|--------------|-------|
| (P _{max}) | | |
| Πίεση δοκιμής (P _{δοκ}) | 6,1 | [bar] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 91 | [%] |
| ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ | | |
| Μοντέλο καυστήρα | BALTUR BGN50 | |
| Μέγιστη ισχύς καυστήρα (P _{max}) [kW] | 596,0 | |
| Ελάχιστη ισχύς καυστήρα (P _{min}) [kW] | 169,0 | |
| Ονομαστική παροχή καυστήρα (Q _κ) [m ³ /hr] | 80,0 | |

Πίνακας 11.2 Χαρακτηριστικά λέβητα ξενοδοχείου υγραερίου Aegeo Spa

Πρόκειται για δύο λέβητες με πανομοιότυπα χαρακτηριστικά αλλά με διαφορετικές ισχύς και καυστήρες. Όπως είναι λογικό ο καυστήρας του ξενοδοχείου είναι μεγαλύτερος καθώς οι ανάγκες του ξενοδοχείου είναι μεγαλύτερες από αυτές του Aegeo Spa αλλά και απαιτούν πιο ταχύ χρονικά κάλυψη σε σχέση με αυτές του Spa. Όσον αφορά τους εφεδρικού λέβητες πετρελαίου, τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους φαίνονται στους παρακάτω πίνακες :

| | | |
|--|----------------|----------------------|
| ΛΕΒΗΤΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | | |
| Μοντέλο λέβητα | ELINOX 580 | |
| Θερμικής ισχύς (q _{λεβ}) | 674,5 | [kW] |
| Παροχή καυσίμου (m) | 52,85 | [kg/hr] |
| Ποκνότητα υγραερίου (ρ) | 580,0 | [kg/m ³] |
| Παροχή λέβητα (Q _{λεβ}) | 62,8 | [kg/hr] |
| Μέγιστη πίεση (P _{max}) | 5,0 | [atm] |
| Πίεση δοκιμής (P _{δοκ}) | 6,0 | [atm] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 78 | [%] |
| ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ | | |
| Μοντέλο καυστήρα | QUERTLI 210253 | |
| Ισχύς καυστήρα (P) [kW] | 125,0 | |
| Ονομαστική παροχή καυστήρα (Q _κ) [m ³ /hr] | 85,0 | |

Πίνακας 11.3 Χαρακτηριστικά λέβητα ξενοδοχείου πετρελαίου Aegeo Spa

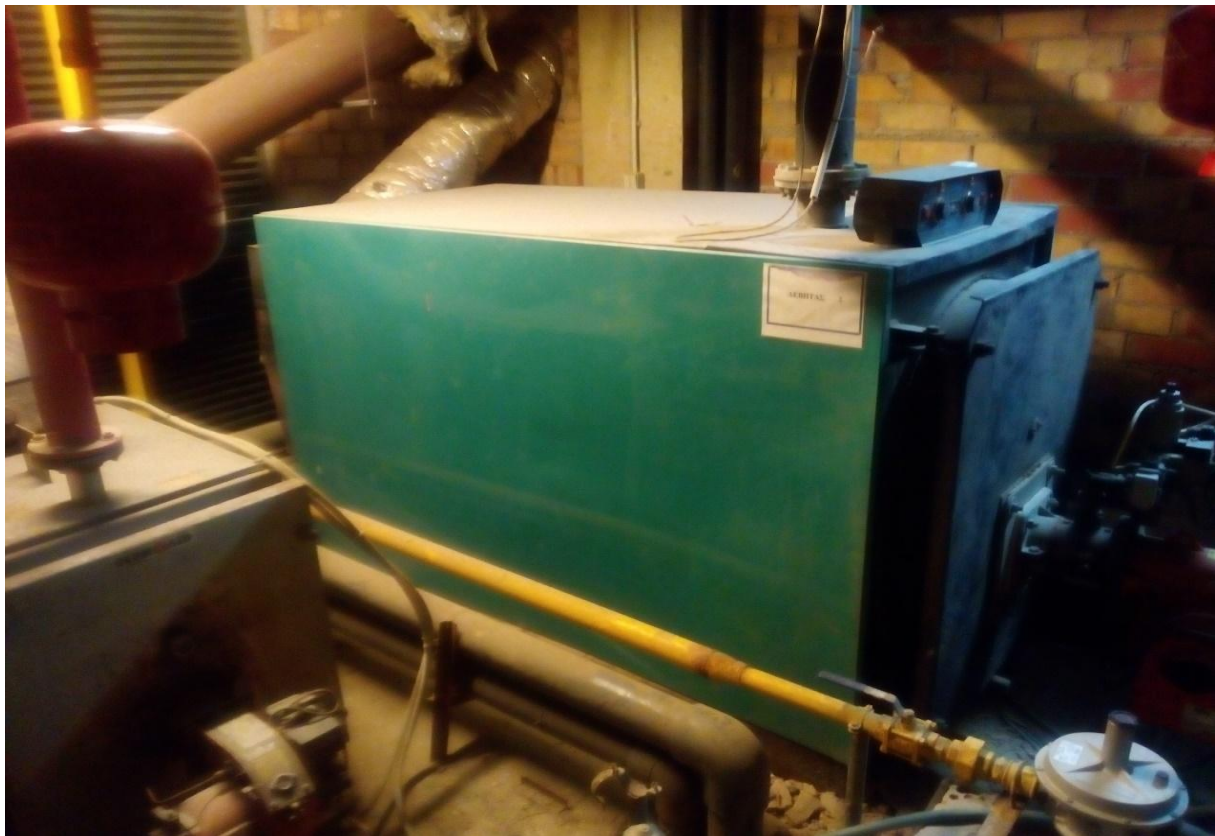
| | | |
|---------------------------------------|-------------|----------------------|
| ΛΕΒΗΤΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ AEGEO SPA | | |
| Μοντέλο λέβητα | ΘΕΡΜΟΛΕΒ 80 | |
| Θερμικής ισχύς (q _{λεβ}) | 92,1 | [kW] |
| Παροχή καυσίμου (m) | 9,32 | [kg/hr] |
| Ποκνότητα υγραερίου (ρ) | 580,0 | [kg/m ³] |
| Παροχή λέβητα | 11,5 | [kg/hr] |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | |
|--|--------------|-------|
| (Q _{λεβ}) | | |
| Μέγιστη πίεση (P _{max}) | 4,9 | [atm] |
| Βαθμός απόδοσης (η) | 79 | [%] |
| ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ | | |
| Μοντέλο καυστήρα | BALTUR BGN20 | |
| Μέγιστη ισχύς καυστήρα (P _{max}) [kW] | 89,0 | |
| Ελάχιστη ισχύς καυστήρα (P _{min}) [kW] | 75,0 | |
| Μέγιστη παροχή καυστήρα (Q _{kmax}) [m ³ /hr] | 75,0 | |
| Ελάχιστη παροχή καυστήρα (Q _{kmin}) [m ³ /hr] | 14,5 | |

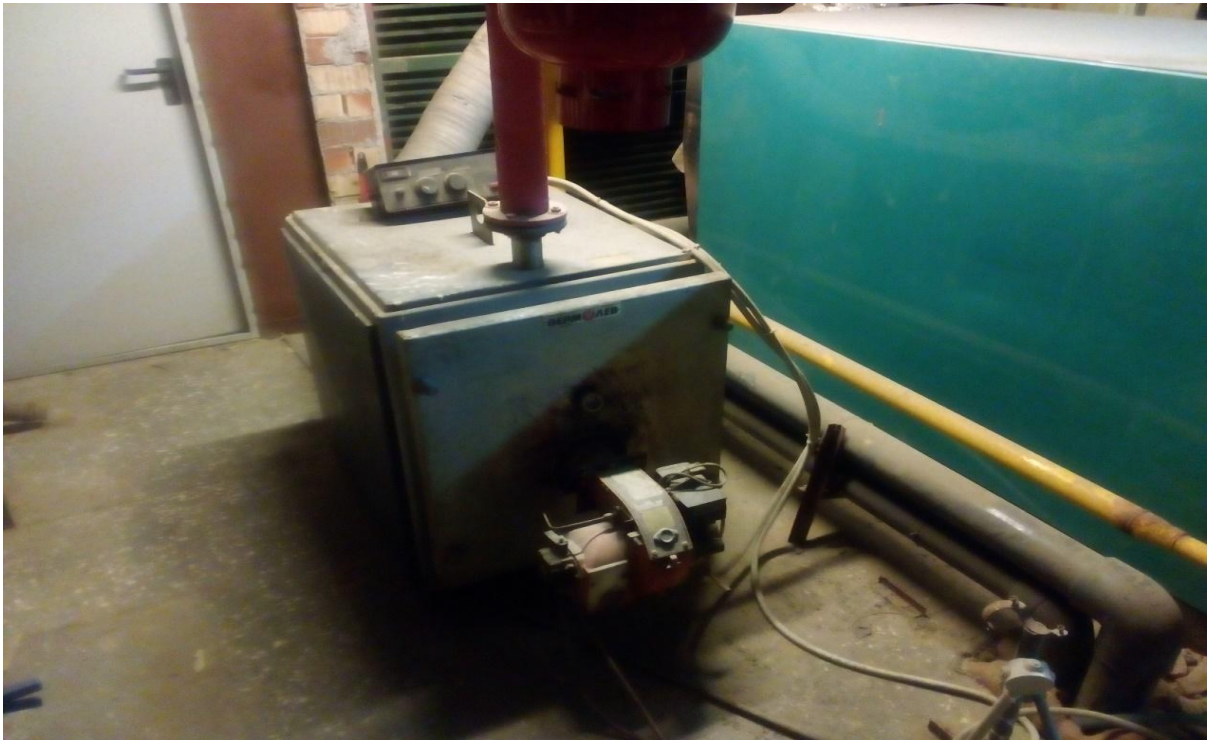
Πίνακας 11.5 Χαρακτηριστικά λέβητα ξενοδοχείου πετρελαίου Aegeo Spa



Εικόνα 11.1 Λέβητας υγραερίου Global 400



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Εικόνα 11.2 Λέβητας πετρελαίου Θερμολέβ 80



Εικόνα 11.3 Λέβητας υγραερίου Global 500



11.1 Υπολογισμός απώλειες θερμότητας λέβητων υγραερίου

Σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κάθε λέβητα θέρμανσης, υπολογίστηκαν και οι θερμικές απώλειες και η μέγιστες ταχύτητες θέρμανσης. Αρχικά, για τον κεντρικό λέβητα υγραερίου θέρμανσης του ξενοδοχείου υπολογίστηκε ο συντελεστής διαπερατότητας (U). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του συντελεστή αυτού είναι τα παρακάτω:

- Υλικό κατασκευής : Χάλυβας
- Διατομή λέβητα (Ak) : 1,1 [m]
- Συντελεστής συναγωγής εσωτερικά (hi) : 50,0 [W/m²K]
- Συντελεστής συναγωγής εσωτερικά (ho) για εξαναγκασμένη κυκλοφορία ρευστού : 25,0 [W/m²K]
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ) : 46,0 [W/mK]

Έτσι υπολογίστηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ίσος με 11,47 [W/m²K]. Έπειτα σύμφωνα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, υπολογίστηκε τόσο η μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης (Q_{max}) όσο και οι θερμικές απώλειες του λέβητα (Q_{loss})

Για τον προσδιορισμό τους, οι παράμετροι οι οποίου χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με τους προαναγραφόμενους είναι οι εξής :

- ✓ Θερμοκρασία γύρω από τον υπολογισμό απωλειών (T_{env}) : 75,0 [°C]
- ✓ Μέση θερμοκρασία λέβητα (T_m) : 77,0 [°C]
- ✓ Βαθμός απόδοσης λέβητα (η) : 91[%]

Συνεπώς για τον συγκεκριμένο λέβητα η μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης (Q_{max}) υπολογίστηκε ίση με 582,0 [kW] ενώ οι απώλειες θερμότητας (Q_{loss}) μέσω του γινομένου της διατομής του λέβητα (Ak) επί τον συντελεστή διαπερατότητας (U) επί το γινόμενο της διαφοράς της θερμοκρασίας γύρω από τον υπολογισμό απωλειών (T_{env}) με τη μέση θερμοκρασία λέβητα (T_m) συν τη διαφορά 1- (βαθμός απόδοσης (η) – μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης (Q_{max})). Η τιμή των θερμικών απωλειών (Q_{loss}) του λέβητα υγραερίου Global 500 υπολογίστηκαν ίσες με 279,42 [Kj/hr].

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα ίδια μεγέθη και για τον λέβητα υγραερίου Global 400. Η μέση θερμοκρασία του λέβητα (T_m), ο βαθμός απόδοσης (η), η θερμοκρασία γύρω από τον υπολογισμό απωλειών (T_{env}) αλλά και το υλικό κατασκευής του, οι συντελεστές συναγωγής (hi) και (ho) και η θερμική αγωγιμότητα (λ) είναι πανομοιότυπες με του Global 500.

Η μόνη διαφορά που έχουν μεταξύ τους είναι στη μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης (Q_{max}) όπου στη προκειμένη είναι ίση με 465,6 [kW]. Συνεπώς οι θερμικές απώλειες (Q_{loss}) του λέβητα αυτού είναι ίσες με 244,03 [kW].

11.1.1 Υπολογισμός απώλειες θερμότητας λέβητων πετρελαίου

Στη συνέχεια για την ολοκλήρωση της μελέτης σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κάθε λέβητα θέρμανσης πετρελαίου (εφεδρικούς), υπολογίστηκαν οι θερμικές απώλειες τους.

Αρχικά, για τον μεγαλύτερο σε ισχύ λέβητα πετρελαίου Elinox 582, υπολογίστηκε ο συντελεστής διαπερατότητας (U). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του συντελεστή αυτού είναι τα παρακάτω:

- Υλικό κατασκευής : Χάλυβας
- Διατομή λέβητα (Ak) : 0,89 [m]
- Συντελεστής συναγωγής εσωτερικά (hi) : 50,0 [W/m²K]
- Συντελεστής συναγωγής εσωτερικά (ho) για εξαναγκασμένη κυκλοφορία ρευστού : 25,0 [W/m²K]



- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ) : 46,0 [W/mK]

Έτσι υπολογίστηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ίσος με 12,61 [W/m²K]. Έπειτα σύμφωνα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, υπολογίστηκε τόσο η μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης (Q_{max}) όσο και οι θερμικές απώλειες του λέβητα (Q_{loss})

Για τον προσδιορισμό τους, οι παράμετροι οι οποίου χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με τους προαναγραφόμενους είναι οι εξής :

- ✓ Θερμοκρασία γύρω από τον υπολογισμό απωλειών (T_{env}) : 75,0 [°C]
- ✓ Μέση θερμοκρασία λέβητα (T_m) : 70,0 [°C]
- ✓ Βαθμός απόδοσης λέβητα (η) : 85[%]

Συνεπώς για τον συγκεκριμένο λέβητα η μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης (Q_{max}) υπολογίστηκε ίση με 674,54 [kW] ενώ οι απώλειες θερμότητας (Q_{loss}) μέσω του γινομένου της διατομής του λέβητα (A_k) επί τον συντελεστή διαπερατότητας (U) επί το γινόμενο της διαφοράς της θερμοκρασίας γύρω από τον υπολογισμό απωλειών (T_{env}) με τη μέση θερμοκρασία λέβητα (T_m) συν τη διαφορά 1- (βαθμός απόδοσης (η) – μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης (Q_{max})). Η τιμή των θερμικών απωλειών (Q_{loss}) του λέβητα πετρελαίου Elinox 580 υπολογίστηκαν ίσες με 162,36 [Kj/hr].

Τέλος, ακριβώς με την ίδια μεθοδολογία υπολογίστηκαν και οι θερμικές απώλειες του μικρότερου σε ισχύ λέβητα πετρελαίου του Θερμολέβ 80. Έτσι, με βάση το manual του συγκεκριμένου λέβητα, τα τεχνικά χαρακτηριστικά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του συντελεστή αυτού είναι τα παρακάτω:

- Υλικό κατασκευής : Χάλυβας
- Διατομή λέβητα (A_k) : 0,69 [m]
- Συντελεστής συναγωγής εσωτερικά (h_i) : 50,0 [W/m²K]
- Συντελεστής συναγωγής εσωτερικά (h_o) για εξαναγκασμένη κυκλοφορία ρευστού : 25,0 [W/m²K]
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ) : 46,0 [W/mK]

Έτσι υπολογίστηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ίσος με 13,35 [W/m²K]. Έπειτα σύμφωνα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά, υπολογίστηκαν και γι' αυτό το λέβητα τόσο η μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης (Q_{max}) όσο και οι θερμικές απώλειες του λέβητα (Q_{loss})

Για τον προσδιορισμό τους, οι παράμετροι οι οποίου χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με τους προαναγραφόμενους είναι οι εξής :

- ✓ Θερμοκρασία γύρω από τον υπολογισμό απωλειών (T_{env}) : 65,0 [°C]
- ✓ Μέση θερμοκρασία λέβητα (T_m) : 68,5 [°C]
- ✓ Βαθμός απόδοσης λέβητα (η) : 85[%]

Συνεπώς για τον συγκεκριμένο λέβητα η μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης (Q_{max}) υπολογίστηκε ίση με 92,06 [kW] ενώ οι απώλειες θερμότητας (Q_{loss}) μέσω του γινομένου της διατομής του λέβητα (A_k) επί τον συντελεστή διαπερατότητας (U) επί το γινόμενο της διαφοράς της θερμοκρασίας γύρω από τον υπολογισμό απωλειών (T_{env}) με τη μέση θερμοκρασία λέβητα (T_m) συν τη διαφορά 1- (βαθμός απόδοσης (η) – μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης (Q_{max})). Η τιμή των θερμικών απωλειών (Q_{loss}) του λέβητα πετρελαίου Elinox 580 υπολογίστηκαν ίσες με 164,96 [Kj/hr].

11.2 Πρόταση αντικατάστασης λέβητα υγραερίου Global 500

Με σκοπό τη περιβαλλοντική προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και μικρότερη οικονομικά δυσχέρεια του ξενοδοχείου προτάθηκε αντικατάσταση του μεγάλου λέβητα υγραερίου με έναν αντίστοιχο μεγάλο λέβητα βιομάζας.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Στόχος της πρότασης αυτής είναι η βελτιστοποίηση, η μείωση των εξόδων και τη μελλοντική ελαχιστοποίηση των εξόδων λειτουργίας του. Η υφιστάμενη κατάσταση του λέβητα υγραερίου και η προτεινόμενη φαίνεται στο παρακάτω πίνακα τεχνικών χαρακτηριστικών.

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ | | | | | |
|---|---|-----------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
| ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ GLOBAL 500 | | | | | |
| Θερμική ισχύς λέβητα (q _{λεβ}) | Πυκνότητα υγραερίου (ρ _{υγρ}) | Παροχή λέβητα (Q _{λεβ}) | Μέγιστη πίεση λειτουργίας (P _{max}) | Πίεση δοκιμής (P _{δοκ}) | Βαθμός απόδοσης λέβητα (η) |
| [kW] | [Kg/m ³] | [Kg/hr] | [atm] | [atm] | [%] |
| 582,0 | 520,0 | 59,48 | 4,0 | 6,0 | 91 |
| ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ DCM B.I.G | | | | | |
| Θερμική ισχύς λέβητα (q _{λεβ}) | Πυκνότητα πέλλετ (ρ _{πελ}) | Παροχή λέβητα (Q _{λεβ}) | Μέγιστη πίεση λειτουργίας (P _{max}) | Πίεση δοκιμής (P _{δοκ}) | Βαθμός απόδοσης λέβητα (η) |
| [kW] | [Kg/m ³] | [Kg/hr] | [atm] | [atm] | [%] |
| 550,0 | 660,0 | 58,31 | 4,5 | 7,0 | 89 |

Πίνακας 11.2.1 Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών λεβήτων

Τα χαρακτηριστικά του υφιστάμενου καυστήρα αλλά και του προτεινόμενου καυστήρα για τον λέβητα βιομάζας, φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΤΗΡΩΝ | | |
|--|-------|---------|
| ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ QUERTLI 01154 | | |
| Ισχύς καυστήρα (P _{max}) | 673,0 | [kW] |
| Ονομαστική παροχή καυστήρα (Q _{καυ}) | 20,12 | [Kg/hr] |
| ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ PASIAS BRUCIATORE BP500 | | |
| Ισχύς καυστήρα (P _{max}) | 660,0 | [kW] |
| Ονομαστική παροχή καυστήρα (Q _{καυ}) | 19,35 | [Kg/hr] |

Πίνακας 11.2.2 Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών καυστήρων

11.2.1 Οικονομική προσέγγιση καταναλώσεων λεβήτων κατά τη λειτουργία τους

Έπειτα υπολογίστηκαν οι καταναλώσεις ρεύματος του υφιστάμενου λέβητα και του προτεινόμενου ξεχωριστά κατά τη λειτουργία τους για κάθε μήνα του έτους και με βάση την ονομαστική ισχύς του καθενός. Έτσι για τον εκάστοτε καυστήρα αλλά και μία τυπική ώρα λειτουργίας τις 2,5 ώρες τη μέρα, οι μηνιαίες καταναλώσεις του καθενός αλλά και οι οικονομικές διαφορές τους μηνιαία γίνονται διακριτές στον παρακάτω πίνακα:

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ | | | | | |
|--|---------------|---------|------|-------------------------|---------|
| A/A | QUERTLI 01154 | | | PASIAS BRUCIATORE BP500 | |
| ΜΗΝΑΣ | ΜΗΝΙΑΙΕΣ | ΜΗΝΙΑΙΑ | ΤΙΜΗ | ΜΗΝΙΑΙΕΣ | ΜΗΝΙΑΙΑ |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ [hr] | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ [kWh] | ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑΣ [€/kWh] | ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ [hr] | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh] |
|-------|-----------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|
| ΙΑΝ. | 2,5 | 0,00 | 0,17 | 2,5 | 0,00 |
| ΦΕΒ. | 2,5 | 0,00 | 0,17 | 2,5 | 0,00 |
| ΜΑΡΤ. | 2,5 | 0,00 | 0,17 | 2,5 | 0,00 |
| ΑΠΡ. | 2,5 | 0,00 | 0,17 | 2,5 | 0,00 |
| ΜΑΪ. | 2,5 | 0,00 | 0,17 | 2,5 | 0,00 |
| ΙΟΥΝ. | 2,5 | 50.475,00 | 0,17 | 2,5 | 48.750,00 |
| ΙΟΥΛ. | 2,5 | 52.157,50 | 0,17 | 2,5 | 50.375,00 |
| ΑΥΓ. | 2,5 | 52.157,50 | 0,17 | 2,5 | 50.375,00 |
| ΣΕΠΤ. | 2,5 | 50.475,00 | 0,17 | 2,5 | 48.750,00 |
| ΟΚΤ. | 2,5 | 20.190,00 | 0,17 | 2,5 | 19.500,00 |
| ΝΟΕ. | 2,5 | 0,00 | 0,17 | 2,5 | 0,00 |
| ΔΕΚ. | 2,5 | 0,00 | 0,17 | 2,5 | 0,00 |

Πίνακας 11.2.1.1 Οικονομική προσέγγιση περιπτώσεων

Συνεπώς έχοντας υπολογίσει και βρει τις καταναλώσεις και των δύο λεβήτων για κάθε μήνα λειτουργίας τους, υπολογίστηκε η συνολική ετήσια κατανάλωση τους αλλά και οι διαφορές καταναλώσεων ανά μήνα του έτους. Στο παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα :

| ΜΗΝΑΣ | ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΗΝΙΑΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΕΒΗΤΩΝ [kWh] | ΕΤΗΣΙΑ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ [€/kWh] | ΕΤΗΣΙΑ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ [€/kWh] | ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΞΟΔΩΝ [%] |
|-------|--|---|---|-------------------------------------|
| ΙΑΝ. | 0,00 | 38.327,35 | 37.017,50 | 3,5 |
| ΦΕΒ. | 0,00 | | | |
| ΜΑΡΤ. | 0,00 | | | |
| ΑΠΡ. | 0,00 | | | |
| ΜΑΪ. | 0,00 | | | |
| ΙΟΥΝ. | 1.725,00 | | | |
| ΙΟΥΛ. | 1.782,50 | | | |
| ΑΥΓ. | 1.782,50 | | | |
| ΣΕΠΤ. | 1.725,00 | | | |
| ΟΚΤ. | 690,00 | | | |
| ΝΟΕ. | 0,00 | | | |
| ΔΕΚ. | 0,00 | | | |

Πίνακας 11.2.1.2 Συνολική ετήσια κατανάλωση περιπτώσεων

11.2.2 Οικονομική προσέγγιση καταναλώσεων λεβήτων κατά τη κατανάλωση καύσιμης ύλης

Για τον ολοκληρωμένο υπολογισμό των εξόδων ανά εκάστοτε περίπτωση, υπολογίστηκαν και τα έξοδα αγοράς και κατανάλωσης καύσιμου υλικού ανά περίπτωση.

Συνεπώς τα αποτελέσματα ανά μήνα του έτους και αγοράς καύσιμης ύλης, αναγράφονται στο παρακάτω πίνακα.

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ | | | | |
|-----------------------------------|---------------|---------|-------------------------|---------------|
| A/A | QUERTLI 01154 | | PASIAS BRUCIATORE BP500 | |
| ΜΗΝΑΣ | ΑΓΟΡΑ LPG | ΜΗΝΙΑΙΑ | ΤΙΜΗ LPG | ΑΓΟΡΑ ΜΗΝΙΑΙΑ |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | ΑΝΑ ΜΗΝΑ [t] | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ LPG ΕΤΟΣ 2015 [kWh] | (ΕΚΠΤΩΤΙΚΗ) [€/t] | ΠΕΛΛΕΤ ΑΝΑ ΜΗΝΑ [t] | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΛΛΕΤ ΤΟ ΕΤΟΣ 2015[kWh] |
|-------|-----------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--|
| ΙΑΝ. | 844,30 | 10.000,00 | 0,40 | 844,30 | 10.000,00 |
| ΦΕΒ. | 870,40 | 8.747,00 | ΤΙΜΗ ΠΕΛΛΕΤ (ΕΚΠΤΩΤΙΚΗ) [€/t] | 870,40 | 8.747,00 |
| ΜΑΡΤ. | 556,60 | 10.000,00 | 0,16 | 556,60 | 10.000,00 |
| ΑΠΡ. | 1.511,30 | 10.000,00 | | 1.511,30 | 10.000,00 |
| ΜΑΪ. | 2.234,00 | 3.865,00 | | 2.234,00 | 3.865,00 |
| ΙΟΥΝ. | 1.737,00 | 6.135,00 | | 1.737,00 | 6.135,00 |
| ΙΟΥΛ. | 1.591,00 | 10.000,00 | | 1.591,00 | 10.000,00 |
| ΑΥΓ. | 1.402,40 | 10.000,00 | | 1.402,40 | 10.000,00 |
| ΣΕΠΤ. | 1.445,90 | 2.000,00 | | 1.445,90 | 2.000,00 |
| ΟΚΤ. | 1.995,40 | 7.000,00 | | 1.995,40 | 7.000,00 |
| ΝΟΕ. | 3.333,33 | 0,00 | | 3.333,33 | 1.094,80 |
| ΔΕΚ. | 1.296,67 | 0,00 | | 1.296,67 | 1.256,30 |

Πίνακας 11.2.2.1 Οικονομική προσέγγιση περιπτώσεων

Άρα το μηνιαίο κόστος αγοράς LPG για τον λέβητα της υφιστάμενης κατάστασης της ξενοδοχειακής μονάδας αλλά και το κόστος για τον προτεινόμενο λέβητα βιομάζας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

| ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΟΣΤΗ ΑΓΟΡΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ | | | | |
|---|---|---|--|---|
| ΜΗΝΑΣ | ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΠΕΛΛΕΤ [€] | ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΠΕΛΛΕΤ [€] | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΓΟΡΑΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ [€] | ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΞΟΔΩΝ ΑΓΟΡΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ [%] |
| ΙΑΝ. | 4.000,00 | 1.600,00 | 21.992,88 | 59,8 |
| ΦΕΒ. | 3.498,80 | 1.399,52 | | |
| ΜΑΡΤ. | 4.000,00 | 1.600,00 | | |
| ΑΠΡ. | 4.000,00 | 1.600,00 | | |
| ΜΑΪ. | 1.546,00 | 618,40 | | |
| ΙΟΥΝ. | 2.454,00 | 981,60 | | |
| ΙΟΥΛ. | 4.000,00 | 1.600,00 | | |
| ΑΥΓ. | 4.000,00 | 1.600,00 | | |
| ΣΕΠΤ. | 800,00 | 320,00 | | |
| ΟΚΤ. | 2.800,00 | 1.120,00 | | |
| ΝΟΕ. | 4.000,00 | 1.600,00 | | |
| ΔΕΚ. | 1.556,00 | 622,40 | | |

Πίνακας 11.2.2.2 Συνολικό κόστος αγοράς

Άρα τα μηνιαία έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας από την αντικατάσταση της υφιστάμενης κατάστασης με τη προτεινόμενη, φαίνονται στο παρακάτω πίνακα :



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | | | |
|--|---|---|--|
| ΜΗΝΑΣ | ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ [€] | ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΑΓΟΡΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ [€] | ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ [€] |
| ΙΑΝ. | 0,00 | 2.400,00 | 2.400,00 |
| ΦΕΒ. | 0,00 | 2.099,28 | 2.099,28 |
| ΜΑΡΤ. | 0,00 | 2.400,00 | 2.400,00 |
| ΑΠΡ. | 0,00 | 2.400,00 | 2.400,00 |
| ΜΑΪ. | 0,00 | 927,60 | 927,60 |
| ΙΟΥΝ. | 293,25 | 1.472,40 | 1.765,65 |
| ΙΟΥΛ. | 303,03 | 2.400,00 | 2.703,03 |
| ΑΥΓ. | 303,03 | 2.400,00 | 2.703,03 |
| ΣΕΠΤ. | 293,25 | 480,00 | 773,25 |
| ΟΚΤ. | 117,30 | 1.680,00 | 1.797,30 |
| ΝΟΕ. | 0,00 | 2.400,00 | 2.400,00 |
| ΔΕΚ. | 0,00 | 933,60 | 933,60 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 0,00 | 21.992,88 | 21.992,88 |

Πίνακας 11.2.2.3 Οικονομικά οφέλη περιπτώσεων

Τέλος για να βγει το συμπέρασμα αν τελικά είναι συμφέρουσα η αντικατάσταση ή όχι, υπολογίστηκαν τα συνολικά ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση για ένα εύρος 10 ετών όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα :

| ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ | | |
|--------------------------------------|---|---|
| ΕΤΟΣ | ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ | ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ |
| [year] | [€] | [€] |
| 1 | 21.992,88 | 21.992,88 |
| 2 | 43.985,76 | 65.978,64 |
| 3 | 65.978,64 | 109.964,40 |
| 4 | 87.971,52 | 153.950,16 |
| 5 | 109.964,40 | 197.935,92 |
| 6 | 131.957,28 | 241.921,68 |
| 7 | 153.950,16 | 285.907,44 |
| 8 | 175.943,04 | 329.893,20 |
| 9 | 197.935,92 | 373.878,96 |

Πίνακας 11.2.2.4 Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση

11.2.3 Συνολικά έξοδα λέβητα βιομάζας

Σε περίπτωση που η ξενοδοχειακή μονάδα ήθελε να υιοθετήσει τη προτεινόμενη κατάσταση, θα έπρεπε να εξετάσει και το συνολικό λειτουργικό και αρχικό κόστος αλλά και τα έξοδα αγοράς. Συνεπώς από μια γρήγορη προσέγγιση με βάση το μέγεθος του λέβητα που προτείνεται αλλά και τους σκοπούς που καλύπτει, στο παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα κόστη ανά κατηγορία.

| ΑΡΧΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΟΣΤΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΛΕΒΗΤΑ | |
|--|---------------|
| ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ | |
| Κόστος Αγοράς (καυστήρας & λέβητας) + Φ.Π.Α | 40.256,50 [€] |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|--|---------------|
| Απρόβλεπτα | 550,00 [€] |
| Συνολικό Αρχικό κόστος | 42.512,50 [€] |
| ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ | |
| Εξειδικευμένος συντηρητής | 850,00 [€] |
| Συντήρηση λέβητα | 2.000,00 [€] |
| Καθαρισμός | 1.500,00 [€] |
| Συνολικό Λειτουργικό κόστος | 4.350,00 [€] |
| ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΞΟΔΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | |
| | 52.886,50 [€] |

Πίνακας 11.2.3.1 Κόστη αντικατάστασης λέβητα

Επειδή το ποσό είναι μεγάλο και ίσως ο ιδιοκτήτης της ξενοδοχειακής μονάδας επιθυμεί τη χρήση κάποιου δανείου για την αγορά και την αντικατάστασή του, το χρηματοοικονομικό προφίλ αλλά και ο αναλυτικός δανεισμός που προτείνεται για να επιτευχθεί κάτι ανάλογο, είναι τα εξής :

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | |
|--|----------------------------------|
| ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ | |
| Ίδια κεφάλαια | 7% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| Δάνεια | 85% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| Επιχορήγηση | 8% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| ΔΑΝΕΙΣΜΟΣ | |
| Επιτόκιο δανεισμού | 0,4% |
| Διάρκεια αποπληρωμής | 5 έτη |
| Επιτόκιο προεξόφλησης | 1% |

Πίνακας 11.2.3.2 Οικονομικές συνιστώσες αντικατάστασης

11.2.4 Λειτουργικές δαπάνες προτεινόμενης αντικατάστασης

Για κάθε έτος στο διάστημα της δεκαετίας που έχει οριστεί εξαρχής ως κάλυψη των εξόδων αγοράς και λειτουργίας του λέβητα βιομάζας, με βασικό στοιχείο τα συνολικά έσοδα ανά έτους αλλά και του λειτουργικού κόστους υπολογίστηκαν οι λειτουργικές δαπάνες. Για την εύρεση των τιμών της κάθε ετήσιας λειτουργικής δαπάνης, αθροίστηκαν από το 3^ο έτος και έπειτα το λειτουργικό κόστος του λέβητα βιομάζας. Οι τιμές αυτές αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα αναλυτικής παρουσίασης.

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ ΛΕΒΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ | | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------|------------|------------------|------------|----------------------|
| Έτος | Έσοδα κατανάλωσης από αντικατάσταση | Εξειδικευμένος συντηρητής | Καθαρισμός | Συντήρηση λέβητα | Απρόβλεπτα | Λειτουργικές Δαπάνες |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [€] | [€] | [€] |
| 1 | 21.992,88 | | | | | |
| 2 | 65.978,64 | | | | | |
| 3 | 109.964,40 | 850,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 550,00 | 2.900,00 |
| 4 | 153.950,16 | 850,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 550,00 | 2.900,00 |
| 5 | 197.935,92 | 850,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 550,00 | 2.900,00 |
| 6 | 241.921,68 | 850,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 550,00 | 2.900,00 |
| 7 | 285.907,44 | 850,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 550,00 | 2.900,00 |
| 8 | 329.893,20 | 850,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 550,00 | 2.900,00 |
| 9 | 373.878,96 | 850,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 550,00 | 2.900,00 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | | | |
|--------|------------|--------|----------|----------|--------|-----------|
| 10 | 417.864,72 | 850,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 550,00 | 2.900,00 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 549.822,00 | | | | | 23.200,00 |

Πίνακας 11.2.4.1 Λειτουργικές δαπάνες λέβητα βιομάζας

Συνεπώς έχοντας υπολογίσει τις λειτουργικές δαπάνες της αντικατάστασης, υπολογίστηκαν και τα κέρδη προ αποσβέσεων τόκων και φόρων ως η διαφορά της κάθε ετήσιας λειτουργικής δαπάνης με τα ετήσια έσοδα κατανάλωσης από αντικατάσταση. Έπειτα ως προτεινόμενο δανειζόμενο κεφάλαιο των 12.000.00 με σκοπό την βοήθεια του ιδιοκτήτη για την κάλυψη εξόδων, υπολογίστηκε η τοκογλεωλυτική δόση με βάση επιτόκιο δανεισμού.

Η τοκογλεωλυτική δόση υπολογίστηκε από το γινόμενο του δανειζόμενου κεφαλαίου (K) και του επιτοκίου δανεισμού (i) προς $(1 - (1/(1 + \text{επιτόκιο δανεισμού} (i)^{10}))$). Τέλος για τον προσδιορισμών τον τόκων δανείων για τα πρώτα 5 χρόνια της αντικατάστασης, υπολογίστηκε από τον τύπο (τοκογλεωλυτική δόση - (τοκογλεωλυτική δόση / ((1 + επιτόκιο δανεισμού (i)⁵ έτος - 1^ο έτος)). Τα αποτελέσματα των υπολογισμών γίνονται διακριτά στον παρακάτω πίνακα ανάλυσης.

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΕΡΔΩΝ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ ΤΟΚΩΝ ΚΑΙ ΦΟΡΩΝ & ΤΟΚΩΝ ΔΑΝΕΙΩΝ | | |
|--|-----------------------------|----------------------------|
| Δανειζόμενο κεφάλαιο K | Επιτόκιο δανεισμού i | Τοκογλεωλυτική δόση |
| [€] | [%] | [€] |
| 60.000,00 | 0,4 | 6.132,79 |
| Κέρδη προ αποσβέσεων Τόκων και Φόρων | Τόκοι Δανείων | |
| [€] | [€] | |
| [€] | 121,20 | |
| 21.992,88 | 97,15 | |
| 65.978,64 | 73,01 | |
| 107.064,40 | 48,77 | |
| 151.050,16 | 24,43 | |
| 195.035,92 | | |
| 239.021,68 | | |
| 283.007,44 | | |
| 326.993,20 | | |
| 370.978,96 | | |

Πίνακας 11.2.4.2 Κέρδη προ αποσβέσεων τόκων και φόρων αντικατάστασης

11.2.5 Καθαρές ταμειακές ροές προτεινόμενης αντικατάστασης

Οι καθαρές ταμειακές ροές υπολογίστηκαν συναρτήσει των φορολογικών παραμέτρων οι οποίες προκύπτουν από τις λειτουργικές δαπάνες. Για καθεμιά παράμετρο οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν είναι η εξής :

1. Φορολογητέο : Κέρδη προ τόκων και φόρων κάθε έτους - (τόκοι δανείων κάθε έτους + αποσβέσεις κάθε έτους)
2. Αποσβέσεις : Κόστος λειτουργίας κάθε περίπτωσης - αντίστοιχο ποσοστό απόσβεσης
3. Φορολογία : Φορολογητέο * συντελεστή φορολογίας

Με βάση την εκτέλεση των παραπάνω τύπων, οι τιμές ανά έτος της κάθε περίπτωσης αναγράφεται στον παρακάτω πίνακα.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ | | | | |
|--|------------|-------------|--------------------------------|------------------------|
| Έτος | Αποσβέσεις | Φορολογητέο | Φορολογία | Συντελεστής φορολογίας |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [%] |
| 1 | 4.913,28 | 16.958,40 | 3.900,43 | 23% |
| 2 | 4.913,28 | 60.968,21 | 14.022,69 | |
| 3 | 4.913,28 | 102.078,11 | 23.477,97 | |
| 4 | 4.913,28 | 146.088,11 | 33.600,27 | |
| 5 | 4.913,28 | 190.098,21 | 43.722,59 | |
| 6 | 4.913,28 | 234.108,40 | 53.844,93 | |
| 7 | 4.913,28 | 278.094,16 | 63.961,66 | |
| 8 | 4.913,28 | 322.079,92 | 74.078,38 | |
| 9 | 4.913,28 | 366.065,68 | 84.195,11 | |
| 10 | 4.913,28 | 410.051,44 | 94.311,83 | |
| Ποσοστό απόσβεσης | | | Συντελεστής φορολογίας λεβήτων | |
| Απρόβλεπτα: 15,0 [%] | | | [%] | |
| Βασικός εξοπλισμός: 12,0 [%] | | | 23,0 | |

Πίνακας 11.2.5.1 Φορολογικοί παράμετροι καθαρών ταμειακών ροών

Συνεπώς η υπολογισμοί των καθαρών ταμειακών ροών τελειώνουν με τον υπολογισμό μέσω των εκάστοτε τύπων, με τις παρακάτω παραμέτρους.

- Πληρωμές δανείων: $((\text{Δανειζόμενο κεφάλαιο}/10) * \text{Επιτόκιο δανεισμού} (i) + \text{Δανειζόμενο κεφάλαιο}/10)$ για τα πρώτα 5 έτη αποπληρωμής.
- Καθαρή χρηματική ροή : Συνολικά έξοδα κάθε έτους - (Λειτουργικές δαπάνες ανά έτος + Φορολογία + Πληρωμές δανείων)
- Παρούσα Αξία : $(\text{Ετήσια καθαρή χρηματική ροή} / ((1 + \text{Επιτόκιο προεξόφλησης})^{\text{εκάστοτε έτος}}))$

Έτσι οι τιμές των παραπάνω μεγεθών αλλά και η αθροιστική καθαρή ταμειακή ροή, αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα οικονομικής ανάλυσης.

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ | | | | |
|--|------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------|
| Έτος | Πληρωμές Δανείων | Καθαρή χρηματική ροή | Καθαρή χρηματική ροή (αθροιστική) | Παρούσα Αξία |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [%] |
| 1 | 6.024,00 | 12.068,45 | 12.068,45 | 11.948,96 |
| 2 | 6.024,00 | 23.939,07 | 36.007,52 | 23.467,38 |
| 3 | 6.024,00 | 33.576,67 | 69.584,19 | 32.589,19 |
| 4 | 6.024,00 | 45.447,25 | 115.031,45 | 43.673,92 |
| 5 | 6.024,00 | 57.317,81 | 172.349,26 | 54.535,93 |
| 6 | | 75.212,35 | 247.561,61 | 70.853,43 |
| 7 | | 87.088,50 | 334.650,11 | 81.229,02 |
| 8 | | 98.964,66 | 433.614,77 | 91.392,20 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 24.566,40 | 110.840,81 | 544.455,58 | 101.346,17 |

Πίνακας 11.2.5.2 Οικονομικοί παράγοντες καθαρών ταμειακών ροών

11.2.5.1 Υπολογισμός ετήσιων κερδών από αντικατάσταση

Με σκοπό τη τελικά οικονομικά οφέλη από την προτεινόμενη αντικατάσταση αυτή, υπολογίστηκαν τα συνολικά κέρδη ανά έτος αλλά και τα κέρδη από τη παρούσα αξία.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Ο υπολογισμός της πρώτης παραμέτρου προέκυψε από την αφαίρεση των συνολικών εσόδων ανά έτος με τα συνολικά έξοδα του λέβητα βιομάζας. Η δεύτερη παράμετρος υπολογίστηκε από τον τύπο (Κέρδη/((1+ Επιτόκιο δανεισμού (i))^Εκάστοτε έτος)). Συνεπώς τα αποτελέσματα των πράξεων φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| ΕΤΗΣΙΑ ΚΕΡΔΗ ΑΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | | |
|---------------------------------------|------------|------------------------|
| Έτος | Κέρδη | Κέρδη από παρούσα αξία |
| [year] | [€] | [€] |
| 1 | -30.893,62 | -22.066,87 |
| 2 | -8.900,74 | -4.541,19 |
| 3 | 13.092,14 | 4.771,19 |
| 4 | 35.085,02 | 9.132,92 |
| 5 | 57.077,90 | 10.612,75 |
| 6 | 79.070,78 | 10.501,41 |
| 7 | 101.063,66 | 9.587,35 |
| 8 | 123.056,54 | 8.338,36 |
| 9 | 145.049,42 | 7.020,43 |
| 10 | 167.042,30 | 5.774,92 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 680.743,40 | 39.131,26 |

Πίνακας 11.2.5.1.1 Ετήσια κέρδη από αντικατάσταση

11.2.6 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης και NPV

Τελευταίοι υπολογισμοί που γίνανε για να δείξουν τελικά αν η αντικατάσταση που προτάθηκε μακροπρόθεσμο θα είναι συμφέρουσα για το ξενοδοχείο, ήταν αυτοί της καθαρής παρούσας αξίας (NPV) και εσωτερικού βαθμού απόδοσης (IRR).

Για τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας αφαιρέθηκαν από τα κέρδη από παρούσα αξία τα ίδια κεφάλαια. Έτσι για κάθε έτος προέκυψε και μια διαφορετική τιμή. Ενώ για ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προέκυψε εξισώνοντας την παρούσα αξία της αναμενόμενης καθαρής εισροής μετρητών με την παρούσα αξία της εκροής μετρητών. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ | | |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Έτος | Καθαρή παρούσα αξία (NPV) | Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) |
| [year] | [€] | [%] |
| 1 | -24.830,18 | 9,3% |
| 2 | -7.304,51 | |
| 3 | 2.007,88 | |
| 4 | 6.369,61 | |
| 5 | 7.849,43 | |
| 6 | 7.738,10 | |
| 7 | 6.824,04 | |
| 8 | 5.575,04 | |

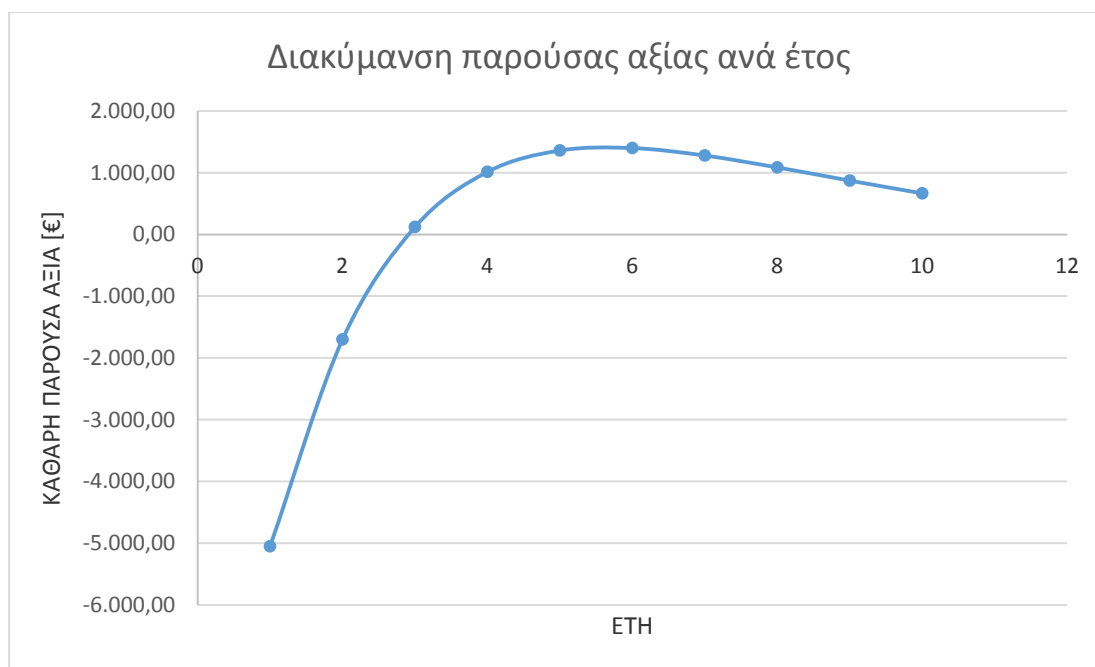


ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|--------|-----------|
| 9 | 4.257,12 |
| 10 | 3.011,61 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 11.498,14 |

Πίνακας 11.2.6 Οικονομικοί δείκτες επένδυσης

Συνεπώς η επένδυση κρίνεται επιτυχής αν αναλογιστεί κανείς το τελικό αριθμό του συνόλου του δείκτη NPV αλλά και το γεγονός πως ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προκύπτει μεγαλύτερος του μηδενός. Πράγμα που σημαίνει πως η αντικατάσταση και η συγκεκριμένη επένδυση στο χρόνο θα είναι βιώσιμη. Το διάγραμμα της διακύμανσης του παρούσας αξίας ανά τα έτη επένδυσης, φαίνονται στο παρακάτω γράφημα.



Γράφημα 11.2.6 Διακύμανση παρούσας αξίας ανά έτος.

11.3 Πρόταση αντικατάστασης λέβητα υγραερίου Global 400

Με σκοπό τη περιβαλλοντική προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και μικρότερη οικονομικά δυσχέρεια του ξενοδοχείου προτάθηκε αντικατάσταση του μεγάλου λέβητα υγραερίου με έναν αντίστοιχο μεγάλο λέβητα βιομάζας. Στόχος της πρότασης αυτής είναι η βελτιστοποίηση, η μείωση των εξόδων και τη μελλοντική ελαχιστοποίηση των εξόδων λειτουργίας του. Η υφιστάμενη κατάσταση του λέβητα υγραερίου και η προτεινόμενη φαίνεται στο παρακάτω πίνακα τεχνικών χαρακτηριστικών.

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ | | | | | |
|--|----------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|
| ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ GLOBAL 400 | | | | | |
| Θερμική ισχύς λέβητα (Qλεβ) | Πυκνότητα υγραερίου (ρυγρ) | Παροχή λέβητα (Qλεβ) | Μέγιστη πίεση λειτουργίας (Pmax) | Πίεση δοκιμής (Pδοκ) | Βαθμός απόδοσης λέβητα (η) |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | | |
|---|--|-----------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
| [kW] | [Kg/m ³] | [Kg/hr] | [atm] | [atm] | [%] |
| 465,6 | 520,0 | 59,48 | 4,0 | 6,0 | 91 |
| ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ DCM B.I.G | | | | | |
| Θερμική ισχύς λέβητα (Q _{λεβ}) | Πυκνότητα α πέλλετ (ρ _{πελ}) | Παροχή λέβητα (Q _{λεβ}) | Μέγιστη πίεση λειτουργίας (P _{max}) | Πίεση δοκιμής (P _{δοκ}) | Βαθμός απόδοσης λέβητα (η) |
| [kW] | [Kg/m ³] | [Kg/hr] | [atm] | [atm] | [%] |
| 500,0 | 660,0 | 49,24 | 4,5 | 7,1 | 89 |

Πίνακας 11.3.1 Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών λεβήτων

Τα χαρακτηριστικά του υφιστάμενου καυστήρα αλλά και του προτεινόμενου καυστήρα για τον λέβητα βιομάζας, φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| | | |
|--|-------|---------|
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΤΗΡΩΝ | | |
| ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ BALTUR BGN50 | | |
| Ισχύς καυστήρα (P _{max}) | 596,0 | [kW] |
| Ονομαστική παροχή καυστήρα (Q _{καυ}) | 18,85 | [Kg/hr] |
| ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ PASIAS BRUCIATORE BP500 | | |
| Ισχύς καυστήρα (P _{max}) | 590,0 | [kW] |
| Ονομαστική παροχή καυστήρα (Q _{καυ}) | 19,35 | [Kg/hr] |

Πίνακας 11.3.2 Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών καυστήρων

11.3.1 Οικονομική προσέγγιση καταναλώσεων λεβήτων κατά τη λειτουργία τους

Έπειτα υπολογίστηκαν οι καταναλώσεις ρεύματος του υφιστάμενου λέβητα και του προτεινόμενου ξεχωριστά κατά τη λειτουργία τους για κάθε μήνα του έτους και με βάση την ονομαστική ισχύς του καθενός. Έτσι για τον εκάστοτε καυστήρα αλλά και μία τυπική ώρα λειτουργίας τις 2,5 ώρες τη μέρα, οι μηνιαίες καταναλώσεις του καθενός αλλά και οι οικονομικές διαφορές τους μηνιαία γίνονται διακριτές στον παρακάτω πίνακα:

| | | | | | |
|--|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ | | | | | |
| A/A | BALTUR BGN50 | | | PASIAS BRUCIATORE BP500 | |
| ΜΗΝΑΣ | ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ | ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ | ΤΙΜΗ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑΣ [€/kWh] | ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ | ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh] |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | [hr] | [kWh] | | [hr] | |
|-------|------|------------|------|------|------------|
| ΙΑΝ. | 2,5 | 295.616,00 | 0,17 | 2,5 | 292.640,00 |
| ΦΕΒ. | 2,5 | 267.008,00 | 0,17 | 2,5 | 264.320,00 |
| ΜΑΡΤ. | 2,5 | 295.616,00 | 0,17 | 2,5 | 292.640,00 |
| ΑΠΡ. | 2,5 | 286.080,00 | 0,17 | 2,5 | 283.200,00 |
| ΜΑΪ. | 2,5 | 295.616,00 | 0,17 | 2,5 | 292.640,00 |
| ΙΟΥΝ. | 2,5 | 44.700,00 | 0,17 | 2,5 | 23.600,00 |
| ΙΟΥΛ. | 2,5 | 46.190,00 | 0,17 | 2,5 | 23.600,00 |
| ΑΥΓ. | 2,5 | 46.190,00 | 0,17 | 2,5 | 23.600,00 |
| ΣΕΠΤ. | 2,5 | 44.700,00 | 0,17 | 2,5 | 23.600,00 |
| ΟΚΤ. | 2,5 | 295.616,00 | 0,17 | 2,5 | 292.640,00 |
| ΝΟΕ. | 2,5 | 286.080,00 | 0,17 | 2,5 | 283.200,00 |
| ΔΕΚ. | 2,5 | 295.616,00 | 0,17 | 2,5 | 292.640,00 |

Πίνακας 11.3.1.1 Οικονομική προσέγγιση περιπτώσεων

Συνεπώς έχοντας υπολογίσει και βρει τις καταναλώσεις και των δύο λεβήτων για κάθε μήνα λειτουργίας τους, υπολογίστηκε η συνολική ετήσια κατανάλωση τους αλλά και οι διαφορές καταναλώσεων ανά μήνα του έτος.. Στο παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα :

| ΜΗΝΑΣ | ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΗΝΙΑΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΕΒΗΤΩΝ [kWh] | ΕΤΗΣΙΑ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ [€/kWh] | ΕΤΗΣΙΑ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ [€/kWh] | ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΞΟΔΩΝ [%] |
|-------|--|---|---|----------------------------------|
| ΙΑΝ. | 505,92 | 424.834,76 | 406.014,40 | 4,43 |
| ΦΕΒ. | 456,96 | | | |
| ΜΑΡΤ. | 505,92 | | | |
| ΑΠΡ. | 489,60 | | | |
| ΜΑΪ. | 505,92 | | | |
| ΙΟΥΝ. | 3.587,00 | | | |
| ΙΟΥΛ. | 3.840,30 | | | |
| ΑΥΓ. | 3.840,30 | | | |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|-------|----------|
| ΣΕΠΤ. | 3.587,00 |
| ΟΚΤ. | 505,92 |
| ΝΟΕ. | 489,60 |
| ΔΕΚ. | 505,92 |

Πίνακας 11.3.1.2 Συνολική ετήσια κατανάλωση περιπτώσεων

11.3.2 Οικονομική προσέγγιση καταναλώσεων λεβήτων κατά τη κατανάλωση καύσιμης ύλης

Για τον ολοκληρωμένο υπολογισμό των εξόδων ανά εκάστοτε περίπτωση, υπολογίστηκαν και τα έξοδα αγοράς και κατανάλωσης καύσιμου υλικού ανά περίπτωση.

Συνεπώς τα αποτελέσματα ανά μήνα του έτους και αγοράς καύσιμης ύλης, αναγράφονται στο παρακάτω πίνακα.

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| A/A | BALTUR BGN50 | | | PASIAS BRUCIATORE BP500 | |
| ΜΗΝΑΣ | ΑΓΟΡΑ LPG ΑΝΑ ΜΗΝΑ [lt] | ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ LPG ΕΤΟΣ 2015 [kWh] | ΤΙΜΗ LPG (ΕΚΠΤΩΤΙΚΗ) [€/lt] | ΑΓΟΡΑ ΠΕΛΛΕΤ ΑΝΑ ΜΗΝΑ [lt] | ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΛΛΕΤ ΤΟ ΕΤΟΣ 2015[kWh] |
| ΙΑΝ. | 844,30 | 10.000,00 | 0,40 | 844,30 | 10.000,00 |
| ΦΕΒ. | 870,40 | 8.747,00 | ΤΙΜΗ ΠΕΛΛΕΤ (ΕΚΠΤΩΤΙΚΗ) [€/lt] | 870,40 | 8.747,00 |
| ΜΑΡΤ. | 556,60 | 10.000,00 | 0,16 | 556,60 | 10.000,00 |
| ΑΠΡ. | 1.511,30 | 10.000,00 | | 1.511,30 | 10.000,00 |
| ΜΑΪ. | 2.234,00 | 3.865,00 | | 2.234,00 | 3.865,00 |
| ΙΟΥΝ. | 1.737,00 | 6.135,00 | | 1.737,00 | 6.135,00 |
| ΙΟΥΛ. | 1.591,00 | 10.000,00 | | 1.591,00 | 10.000,00 |
| ΑΥΓ. | 1.402,40 | 10.000,00 | | 1.402,40 | 10.000,00 |
| ΣΕΠΤ. | 1.445,90 | 2.000,00 | | 1.445,90 | 2.000,00 |
| ΟΚΤ. | 1.995,40 | 7.000,00 | | 1.995,40 | 7.000,00 |
| ΝΟΕ. | 1.094,80 | 10.000,00 | | 1.094,80 | 10.000,00 |
| ΔΕΚ. | 0,00 | 3.890,00 | | 0,00 | 3.890,00 |

Πίνακας 11.3.2.1 Οικονομική προσέγγιση περιπτώσεων



**ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

Άρα το μηνιαίο κόστος αγοράς LPG για τον λέβητα της υφιστάμενης κατάστασης της ξενοδοχειακής μονάδας αλλά και το κόστος για τον προτεινόμενο λέβητα βιομάζας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

| ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΟΣΤΗ ΑΓΟΡΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ΜΗΝΑΣ | ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΠΕΛΛΕΤ [€] | ΜΗΝΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΠΕΛΛΕΤ [€] | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΓΟΡΑΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ [€] | ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΞΟΔΩΝ ΑΓΟΡΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ [%] |
| ΙΑΝ. | 4.000,00 | 1.600,00 | 21.992,88 | 59,8 |
| ΦΕΒ. | 3.498,80 | 1.399,52 | | |
| ΜΑΡΤ. | 4.000,00 | 1.600,00 | | |
| ΑΠΡ. | 4.000,00 | 1.600,00 | | |
| ΜΑΪ. | 1.546,00 | 618,40 | | |
| ΙΟΥΝ. | 2.454,00 | 981,60 | | |
| ΙΟΥΛ. | 4.000,00 | 1.600,00 | | |
| ΑΥΓ. | 4.000,00 | 1.600,00 | | |
| ΣΕΠΤ. | 800,00 | 320,00 | | |
| ΟΚΤ. | 2.800,00 | 1.120,00 | | |
| ΝΟΕ. | 4.000,00 | 1.600,00 | | |
| ΔΕΚ. | 1.556,00 | 622,40 | | |

Πίνακας 11.3.2.2 Συνολικό κόστος αγοράς

Άρα τα μηνιαία έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας από την αντικατάσταση της υφιστάμενης κατάστασης με τη προτεινόμενη, φαίνονται στο παρακάτω πίνακα :

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | | | |
|--|---|---|--|
| ΜΗΝΑΣ | ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ [€] | ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΑΓΟΡΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ [€] | ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ [€] |
| ΙΑΝ. | 505,92 | 2.400,00 | 2.905,92 |
| ΦΕΒ. | 456,96 | 2.099,28 | 2.556,24 |
| ΜΑΡΤ. | 505,92 | 2.400,00 | 2.905,92 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| ΑΠΡ. | 489,60 | 2.400,00 | 2.889,60 |
| ΜΑΪ. | 505,92 | 927,60 | 1.433,52 |
| ΙΟΥΝ. | 3.587,00 | 1.472,40 | 5.059,40 |
| ΙΟΥΛ. | 3.840,30 | 2.400,00 | 6.240,30 |
| ΑΥΓ. | 3.840,30 | 2.400,00 | 6.240,30 |
| ΣΕΠΤ. | 3.587,00 | 480,00 | 4.067,00 |
| ΟΚΤ. | 505,92 | 1.680,00 | 2.185,92 |
| ΝΟΕ. | 489,60 | 2.400,00 | 2.889,60 |
| ΔΕΚ. | 505,92 | 933,60 | 1.439,52 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 18.820,36 | 21.992,88 | 40.813,24 |

Πίνακας 11.3.2.3 Οικονομικά οφέλη περιπτώσεων

Τέλος για να βγει το συμπέρασμα αν τελικά είναι συμφέρουσα η αντικατάσταση ή όχι, υπολογίστηκαν τα συνολικά ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση για ένα εύρος 10 ετών όπως φαίνεται στο παρακάτω πίνακα :

| ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ | | |
|--------------------------------------|---|---|
| ΕΤΟΣ | ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ | ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΑ ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ |
| [year] | [€] | [€] |
| 1 | 40.813,24 | 40.813,24 |
| 2 | 81.626,48 | 122.439,72 |
| 3 | 122.439,72 | 204.066,20 |
| 4 | 163.252,96 | 285.692,68 |
| 5 | 204.066,20 | 367.319,16 |
| 6 | 244.879,44 | 448.945,64 |
| 7 | 285.692,68 | 530.572,12 |
| 8 | 326.505,92 | 612.198,60 |
| 9 | 367.319,16 | 693.825,08 |

Πίνακας 11.2.2.4 Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση



11.3.3 Συνολικά έξοδα λέβητα βιομάζας

Σε περίπτωση που η ξενοδοχειακή μονάδα ήθελε να υιοθετήσει τη προτεινόμενη κατάσταση, θα έπρεπε να εξετάσει και το συνολικό λειτουργικό και αρχικό κόστος αλλά και τα έξοδα αγοράς. Συνεπώς από μια γρήγορη προσέγγιση με βάση το μέγεθος του λέβητα που προτείνεται αλλά και τους σκοπούς που καλύπτει, στο παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα κόστη ανά κατηγορία.

| ΑΡΧΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΟΣΤΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΛΕΒΗΤΑ | |
|--|---------------|
| ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ | |
| Κόστος Αγοράς (καυστήρας & λέβητας) + Φ.Π.Α | 40.256,50 [€] |
| Απόβλεπτα | 550,00 [€] |
| Συνολικό Αρχικό κόστος | 40.806,50 [€] |
| ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ | |
| Εξειδικευμένος συντηρητής | 850,00 [€] |
| Συντήρηση λέβητα | 2.000,00 [€] |
| Καθαρισμός | 1.500,00 [€] |
| Συνολικό Λειτουργικό κόστος | 4.350,00 [€] |
| ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΞΟΔΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | |
| 50.206,50 [€] | |

Πίνακας 11.3.3.1 Κόστη αντικατάστασης λέβητα

Επειδή το ποσό είναι μεγάλο και ίσως ο ιδιοκτήτης της ξενοδοχειακής μονάδας επιθυμεί τη χρήση κάποιου δανείου για την αγορά και την αντικατάστασή του, το χρηματοοικονομικό προφίλ αλλά και ο αναλυτικός δανεισμός που προτείνεται για να επιτευχθεί κάτι ανάλογο, είναι τα εξής :

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | |
|--|----------------------------------|
| ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ | |
| Ίδια κεφάλαια | 6% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| Δάνεια | 85% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| Επιχορήγηση | 9% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| ΔΑΝΕΙΣΜΟΣ | |
| Επιτόκιο δανεισμού | 1,0% |
| Διάρκεια αποπληρωμής | 5 έτη |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|-----------------------|----|
| Επιτόκιο προεξόφλησης | 1% |
|-----------------------|----|

Πίνακας 11.3.3.2 Οικονομικές συνιστώσες αντικατάστασης

11.3.4 Λειτουργικές δαπάνες προτεινόμενης αντικατάστασης

Για κάθε έτος στο διάστημα της δεκαετίας που έχει οριστεί εξαρχής ως κάλυψη των εξόδων αγοράς και λειτουργίας του λέβητα βιομάζας, με βασικό στοιχείο τα συνολικά έσοδα ανά έτους αλλά και του λειτουργικού κόστους υπολογίστηκαν οι λειτουργικές δαπάνες. Για την εύρεση των τιμών της κάθε ετήσιας λειτουργικής δαπάνης, αθροίστηκαν από το 3^ο έτος και έπειτα το λειτουργικό κόστος του λέβητα βιομάζας. Οι τιμές αυτές αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα αναλυτικής παρουσίασης.

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ ΛΕΒΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ | | | | | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------|------------|------------------|------------|----------------------|
| Έτος | Έσοδα κατανάλωσης από αντικατάσταση | Εξειδικευμένος συντηρητής | Καθαρισμός | Συντήρηση λέβητα | Απρόβλεπτα | Λειτουργικές Δαπάνες |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [€] | [€] | [€] |
| 1 | 40.813,24 | | | | | |
| 2 | 122.439,72 | | | | | |
| 3 | 204.066,20 | 833,33 | 500,00 | 250,00 | 550,00 | 1.883,33 |
| 4 | 285.692,68 | 833,33 | 500,00 | 250,00 | 550,00 | 1.883,33 |
| 5 | 367.319,16 | 833,33 | 500,00 | 250,00 | 550,00 | 1.883,33 |
| 6 | 448.945,64 | 833,33 | 500,00 | 250,00 | 550,00 | 1.883,33 |
| 7 | 530.572,12 | 833,33 | 500,00 | 250,00 | 550,00 | 1.883,33 |
| 8 | 612.198,60 | 833,33 | 500,00 | 250,00 | 550,00 | 1.883,33 |
| 9 | 693.825,08 | 833,33 | 500,00 | 250,00 | 550,00 | 1.883,33 |
| 10 | 775.451,56 | 833,33 | 500,00 | 250,00 | 550,00 | 1.883,33 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 1.020.331,00 | | | | | 15.066,67 |

Πίνακας 11.3.4.1 Λειτουργικές δαπάνες λέβητα βιομάζας

Συνεπώς έχοντας υπολογίσει τις λειτουργικές δαπάνες της αντικατάστασης, υπολογίστηκαν και τα κέρδη προ αποσβέσεων τόκων και φόρων ως η διαφορά της κάθε ετήσιας λειτουργικής δαπάνης με τα ετήσια έσοδα κατανάλωσης από αντικατάσταση. Έπειτα ως προτεινόμενο δανειζόμενο κεφάλαιο των 12.000.00 με σκοπό την βοήθεια του ιδιοκτήτη για την κάλυψη εξόδων, υπολογίστηκε η τοκογλεωλυτική δόση με βάση επιτόκιο δανεισμού.

Η τοκογλεωλυτική δόση υπολογίστηκε από το γινόμενο του δανειζόμενου κεφαλαίου (K) και του επιτοκίου δανεισμού (i) προς $(1 - (1 / (1 + \text{επιτόκιο δανεισμού} (i)^{10}))$.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Τέλος για τον προσδιορισμό των τόκων δανείων για τα πρώτα 5 χρόνια της αντικατάστασης, υπολογίστηκε από τον τύπο (τοκοχρεωλυτική δόση-(τοκοχρεωλυτική δόση/((1+ επιτόκιο δανεισμού)ⁱ))⁵ (5^ο έτος – 1^ο έτος). Τα αποτελέσματα των υπολογισμών γίνονται διακριτά στον παρακάτω πίνακα ανάλυσης.

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΕΡΔΩΝ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ ΤΟΚΩΝ ΚΑΙ ΦΟΡΩΝ & ΤΟΚΩΝ ΔΑΝΕΙΩΝ | | |
|--|-----------------------------|----------------------------|
| Δανειζόμενο κεφάλαιο K | Επιτόκιο δανεισμού i | Τοκοχρεωλυτική δόση |
| [€] | [%] | [€] |
| 50.500,00 | 1,0 | 5.279,10 |
| Κέρδη προ αποσβέσεων Τόκων και Φόρων | Τόκοι Δανείων | |
| [€] | [€] | |
| 36.684,28 | 256,22 | |
| 110.052,84 | 205,99 | |
| 181.538,07 | 155,26 | |
| 254.906,63 | 104,02 | |
| 328.275,19 | 52,27 | |
| 401.643,75 | | |
| 475.012,31 | | |
| 548.380,87 | | |
| 621.749,43 | | |
| 695.117,99 | | |

Πίνακας 11.2.4.2 Κέρδη προ αποσβέσεων τόκων και φόρων αντικατάστασης

11.3.5 Καθαρές ταμειακές ροές προτεινόμενης αντικατάστασης

Οι καθαρές ταμειακές ροές υπολογίστηκαν συναρτήσει των φορολογικών παραμέτρων οι οποίες προκύπτουν από τις λειτουργικές δαπάνες. Για καθεμιά παράμετρο οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν είναι η εξής :

- Φορολογητέο : Κέρδη προ τόκων και φόρων κάθε έτους-(τόκοι δανείων κάθε έτους+ αποσβέσεις κάθε έτους)
- Αποσβέσεις : Κόστος λειτουργίας κάθε περίπτωσης – αντίστοιχο ποσοστό απόσβεσης
- Φορολογία : Φορολογητέο * συντελεστή φορολογίας



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Με βάση την εκτέλεση των παραπάνω τύπων, οι τιμές ανά έτος της κάθε περίπτωσης αναγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

| ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ | | | | |
|--|------------|-------------|--------------------------------|------------------------|
| Έτος | Αποσβέσεις | Φορολογητέο | Φορολογία | Συντελεστής φορολογίας |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [%] |
| 1 | 4.477,72 | 31.950,35 | 755,03 | 23% |
| 2 | 4.477,72 | 105.369,14 | 2.560,26 | |
| 3 | 4.477,72 | 176.905,09 | 3.828,83 | |
| 4 | 4.477,72 | 250.324,89 | 5.634,06 | |
| 5 | 4.477,72 | 323.745,20 | 7.439,30 | |
| 6 | 4.477,72 | 397.166,03 | 9.244,54 | |
| 7 | 4.477,72 | 470.534,59 | 11.048,66 | |
| 8 | 4.477,72 | 543.903,15 | 12.852,78 | |
| 9 | 4.477,72 | 617.271,71 | 158.116,73 | |
| 10 | 4.477,72 | 690.640,27 | 176.890,82 | |
| Ποσοστό απόσβεσης | | | Συντελεστής φορολογίας λεβήτων | |
| Απόβλεπτα: 9,0[%] | | | [%] | |
| Βασικός εξοπλισμός: 11,0[%] | | | 23,0 | |

Πίνακας 11.3.5.1 Φορολογικοί παράμετροι καθαρών ταμειακών ροών

Συνεπώς η υπολογισμοί των καθαρών ταμειακών ροών τελειώνουν με τον υπολογισμό μέσω των εκάστοτε τύπων, με τις παρακάτω παραμέτρους.

- Πληρωμές δανείων: $((\text{Δανειζόμενο κεφάλαιο}/10) * \text{Επιτόκιο δανεισμού (i)}) + \text{Δανειζόμενο κεφάλαιο}/10$ για τα πρώτα 5 έτη αποπληρωμής.
- Καθαρή χρηματική ροή : Συνολικά έξοδα κάθε έτους - (Λειτουργικές δαπάνες ανά έτος + Φορολογία + Πληρωμές δανείων)
- Παρούσα Αξία : $(\text{Ετήσια καθαρή χρηματική ροή} / ((1 + \text{Επιτόκιο προεξόφλησης})^{\text{εκάστοτε έτος}}))$

Έτσι οι τιμές των παραπάνω μεγεθών αλλά και η αθροιστική καθαρή ταμειακή ροή, αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα οικονομικής ανάλυσης.

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ | | | | |
|--|------------------|----------------------|----------------------|--------------|
| Έτος | Πληρωμές Δανείων | Καθαρή χρηματική ροή | Καθαρή χρηματική ροή | Παρούσα Αξία |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | (αθροιστική) | |
|--------|-----------|------------|--------------|------------|
| [year] | [€] | [€] | [€] | [%] |
| 1 | 5.050,00 | 24.285,70 | 24.285,70 | 24.045,25 |
| 2 | 5.050,00 | 44.083,66 | 68.369,36 | 43.215,04 |
| 3 | 5.050,00 | 62.431,34 | 130.800,69 | 60.595,24 |
| 4 | 5.050,00 | 82.229,06 | 213.029,76 | 79.020,51 |
| 5 | 5.050,00 | 102.026,67 | 315.056,43 | 97.074,88 |
| 6 | | 126.874,16 | 441.930,58 | 119.521,20 |
| 7 | | 146.683,67 | 588.614,26 | 136.814,51 |
| 8 | | 166.493,18 | 755.107,44 | 153.753,66 |
| | | 186.302,69 | 941.410,13 | 170.343,97 |
| | | 206.112,20 | 1.147.522,33 | 186.590,69 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 25.250,00 | 315.056,43 | 751.541,93 | 303.950,91 |

Πίνακας 11.3.5.2 Οικονομικοί παράγοντες καθαρών ταμειακών ροών

11.3.5.1 Υπολογισμός ετήσιων κερδών από αντικατάσταση

Με σκοπό τη τελικά οικονομικά οφέλη από την προτεινόμενη αντικατάσταση αυτή, υπολογίστηκαν τα συνολικά κέρδη ανά έτος αλλά και τα κέρδη από τη παρούσα αξία.

Ο υπολογισμός της πρώτης παραμέτρου προέκυψε από την αφαίρεση των συνολικών εσόδων ανά έτος με τα συνολικά έξοδα του λέβητα βιομάζας. Η δεύτερη παράμετρος υπολογίστηκε από τον τύπο (Κέρδη/((1+ Επιτόκιο δανεισμού (i))^Εκάστοτε έτος)). Συνεπώς τα αποτελέσματα των πράξεων φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| ΕΤΗΣΙΑ ΚΕΡΔΗ ΑΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | | |
|--------------------------------|------------|------------------------|
| Έτος | Κέρδη | Κέρδη από παρούσα αξία |
| [year] | [€] | [€] |
| 1 | -13.505,55 | -6.752,78 |
| 2 | 23.178,73 | 5.794,68 |
| 3 | 59.863,01 | 7.482,88 |
| 4 | 96.547,29 | 6.034,21 |
| 5 | 133.231,57 | 4.163,49 |
| 6 | 169.915,85 | 2.654,94 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | |
|--------|--------------|-----------|
| 7 | 206.600,13 | 1.614,06 |
| 8 | 243.284,41 | 950,33 |
| 9 | 279.968,69 | 546,81 |
| 10 | 316.652,97 | 309,23 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 1.515.737,10 | 22.797,85 |

Πίνακας 11.2.5.1.1 Ετήσια κέρδη από αντικατάσταση

11.3.6 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης και NPV

Τελευταίοι υπολογισμοί που γίνανε για να δείξουν τελικά αν η αντικατάσταση που προτάθηκε μακροπρόθεσμο θα είναι συμφέρουσα για το ξενοδοχείο, ήταν αυτοί της καθαρής παρούσας αξίας (NPV) και εσωτερικού βαθμού απόδοσης (IRR).

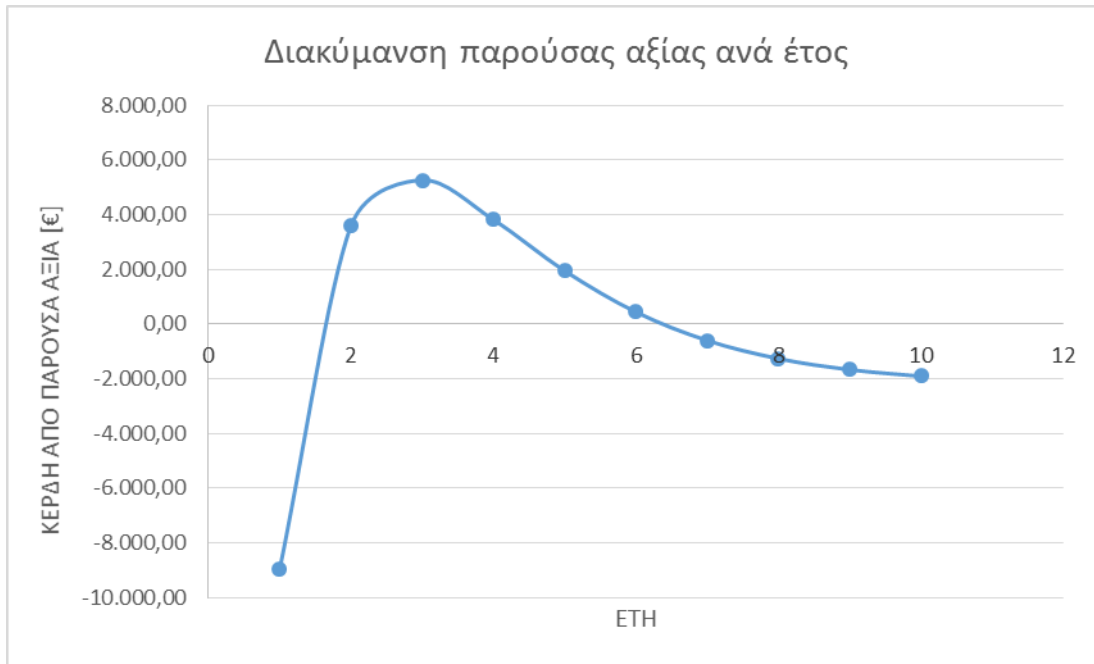
Για τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας αφαιρέθηκαν από τα κέρδη από παρούσα αξία τα ίδια κεφάλαια. Έτσι για κάθε έτος προέκυψε και μια διαφορετική τιμή. Ενώ για ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προέκυψε εξισώνοντας την παρούσα αξία της αναμενόμενης καθαρής εισροής μετρητών με την παρούσα αξία της εκροής μετρητών.

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ | | |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Έτος | Καθαρή παρούσα αξία (NPV) | Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) |
| [year] | [€] | [%] |
| 1 | -8.966,88 | 17,0% |
| 2 | 3.580,58 | |
| 3 | 5.268,77 | |
| 4 | 3.820,10 | |
| 5 | 1.949,38 | |
| 6 | 440,83 | |
| 7 | -600,04 | |
| 8 | -1.263,78 | |
| 9 | -1.667,29 | |
| 10 | -1.904,88 | |
| ΣΥΝΟΛΟ | 656,77 | |

Πίνακας 11.2.6 Οικονομικοί δείκτες επένδυσης



Συνεπώς η επένδυση κρίνεται επιτυχής αν αναλογιστεί κανείς το τελικό αριθμό του συνόλου του δείκτη NPV αλλά και το γεγονός πως ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προκύπτει μεγαλύτερος του μηδενός. Πράγμα που σημαίνει πως η αντικατάσταση και η συγκεκριμένη επένδυση στο χρόνο θα είναι βιώσιμη. Το διάγραμμα της διακύμανσης του παρούσας αξίας ανά τα έτη επένδυσης, φαίνονται στο παρακάτω γράφημα.



Γράφημα 11.3.6 Διακύμανση παρούσας αξίας ανά έτος.



12. Πισίνες

12.1 Περιγραφή κολυμβητικών δεξαμενών ξενοδοχείου και Aegeo Spa

Στη ξενοδοχειακή μονάδα είναι εγκατεστημένες 4 μεγάλες κολυμβητικές δεξαμενές ώστε να ικανοποιεί τις πεποιθήσεις των πελατών της. Πρόκειται για 4 κολυμβητικές δεξαμενές οι οποίες μοιάζουν πολύ στον τρόπο λειτουργίας τους, είναι επαγγελματικών προδιαγραφών και 3 από αυτές είναι εξωτερικού χώρου. Η μία από τις τέσσερις αυτές είναι κολυμβητική δεξαμενή κλειστού χώρου και με θερμαινόμενο νερό, ώστε οι πελάτες να μπορούν να χαλαρώνουν κατά τη διάρκεια της ημέρας και ενώ έχουν κάνει τις υπόλοιπες δραστηριότητες που προσφέρει ως πακέτο το ξενοδοχείο.

Όσον αφορά το Aegeo Spa, έχοντας εξασφαλίσει την απαραίτητη αδειοδότηση για λειτουργία κολυμβητικών δεξαμενών θερμοκρασιών πάνω από το επιτρεπόμενο όριο των 27[°C], διαθέτει 3 μεγάλες κολυμβητικές δεξαμενές. Τυπικά οι δεξαμενές αυτές ανήκουν στο Aegeo Spa, όμως στη πραγματικότητα συντηρούνται από τη ξενοδοχειακή μονάδα και ανήκουν ολοκληρωτικά σε αυτήν.

12.2 Αρχή λειτουργίας πισινών του Aegeo Spa

Το Aegeo spa διαθέτει 4 πισίνες κλειστού χώρου, όπου όλες είναι θερμαινόμενες με θερμοκρασίες άνω των 27[°C]. Για τη θέρμανση τους λειτουργούν σε συνεργασία με το ηλιακό πεδίο, τους λέβητες του μηχανοστασίου του Aegeo Spa αλλά και την αντλία θερμότητας. Οι κολυμβητικές δεξαμενές που διαθέτει είναι οι εξής :

- Jacuzzi χαμηλό
- Jacuzzi υψηλό
- Πισίνα γυμναστηρίου
- Πισίνα thalasso

Η κάθε πισίνα από τις προαναφερθέντες διαθέτει δεξαμενή πλήρωσης, φίλτρο για φίλτρανση του νερού και εισαγωγή του εκ νέου στη πισίνα, αυτόματες δοσομετρικές χλωρίου και ρύθμισης Ph καθώς και αντλίες-κυκλοφορητές τύπου TIPO KP300T. Η βασική λειτουργία των υδραυλικών-μηχανοηλεκτρικών διατάξεων των πισινών περιληπτικά είναι η ακόλουθη.

Οι κυκλοφορητές τραβάν νερό είτε από τον πάτο της πισίνας είτε από τα στόμια που βρίσκονται εντός της πισίνας. Έπειτα, το μεταφέρουν στο φίλτρο άμμου ή άνθρακα όπου γίνεται η φίλτρανση και ο καθαρισμός του. Ο καθαρισμός του γίνεται σε τρία στάδια εντός του φίλτρου σε μία διαδικασία αυτόματη είτε χειροκίνητη μέσω αυτόματου εκκινήτη ή χειροκίνητης λαβής.

Κατά τη διάρκεια της φίλτρανσης του απερχόμενου νερού από τη πισίνα στο φίλτρο έχει ανοιχθεί η αποχέτευση ώστε οι ακαθαρσίες εσωτερικά του νερού να απορριφτούν εντός των σωληνώσεων αποχέτευσης. Αφού φιλτρανθεί και καθαριστεί το νερό κλείνει η βάννα της αποχέτευσης και γίνεται εξαερισμός χειροκίνητα του φίλτρου από την εκτονωτική βαλβίδα.

Αφού το νερό φιλτρανθεί η θερμοκρασία του έχει πέσει αισθητά. Τότε το νερό μεταφέρεται εντός ενός εναλλάκτη αντιρροής θερμότητας και αυξάνεται σταδιακά η θερμοκρασία του μέσω συναγωγής. Αφού περάσει και το στάδιο της αύξησης της θερμοκρασίας του οι κυκλοφορητές το αποστέλλουν εντός της δεξαμενής (πισίνα).

Οι πισίνες του Spa διαθέτουν επίσης στόμια υπερχείλισης και δεξαμενή πλήρωσης. Τα στόμια αυτά μεταφέρουν το νερό που πέφτει πάνω τους εντός της δεξαμενής πλήρωσης μέσω της οποίας μπορούμε επίσης να αντλήσουμε νερό το οποίο έπειτα θα φιλτρανθεί και θα ακολουθήσει την παραπάνω διαδικασία.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

12.2.1 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά χαμηλού και υψηλού Jacuzzi

Για χαλάρωση αλλά και για υδρομασάζ χρησιμοποιούνται οι συγκεκριμένες δεξαμενές από τους υπευθύνους του Spa. Συνήθως είναι γεμάτο καθ' όλη τη λειτουργία εντός του 24ωρου του Spa. Το χαμηλό αυτό Jacuzzi διαθέτει συνολική επιφάνεια πισίνας 13,86 [m²], ελάχιστο βάθος 0,6 [m], μέγιστο βάθος 1,4 m και όγκο νερού 3,5 [m³]. Το υψηλό Jacuzzi πάλι διαθέτει συνολική επιφάνεια πισίνας 16,61 [m²], ελάχιστο βάθος 0,4 [m], μέγιστο βάθος 1 [m] και όγκο νερού 2 [m³]. Και τα δύο Jacuzzi διαθέτουν για κάλυμμα πισινών μεμβράνη πολυαιθυλενίου PVC.

Και τα δύο αυτά Jacuzzi διαθέτουν στόμια υπερχειλίσης, κοινή δεξαμενή πλήρωσης, καθώς και από ένα φίλτρο και μία αντλία έκαστος. Η αποχέτευση είναι κοινή. Το χαμηλό Jacuzzi για λόγους ασφαλείας απορροφά νερό από τον πάτο της πισίνας είτε από τη δεξαμενή πλήρωσης. Αντιστοίχως το υψηλό Jacuzzi ακολουθεί την ίδια διαδικασία εισαγωγής νερού με το χαμηλό. Τα δύο Jacuzzi διαθέτουν αντλία τύπου TIPO KP300T ονομαστικής ισχύος 2,5 [kW] η κάθε μία, καθώς και από ένα φίλτρο άμμου όγκου 2000 λίτρων.

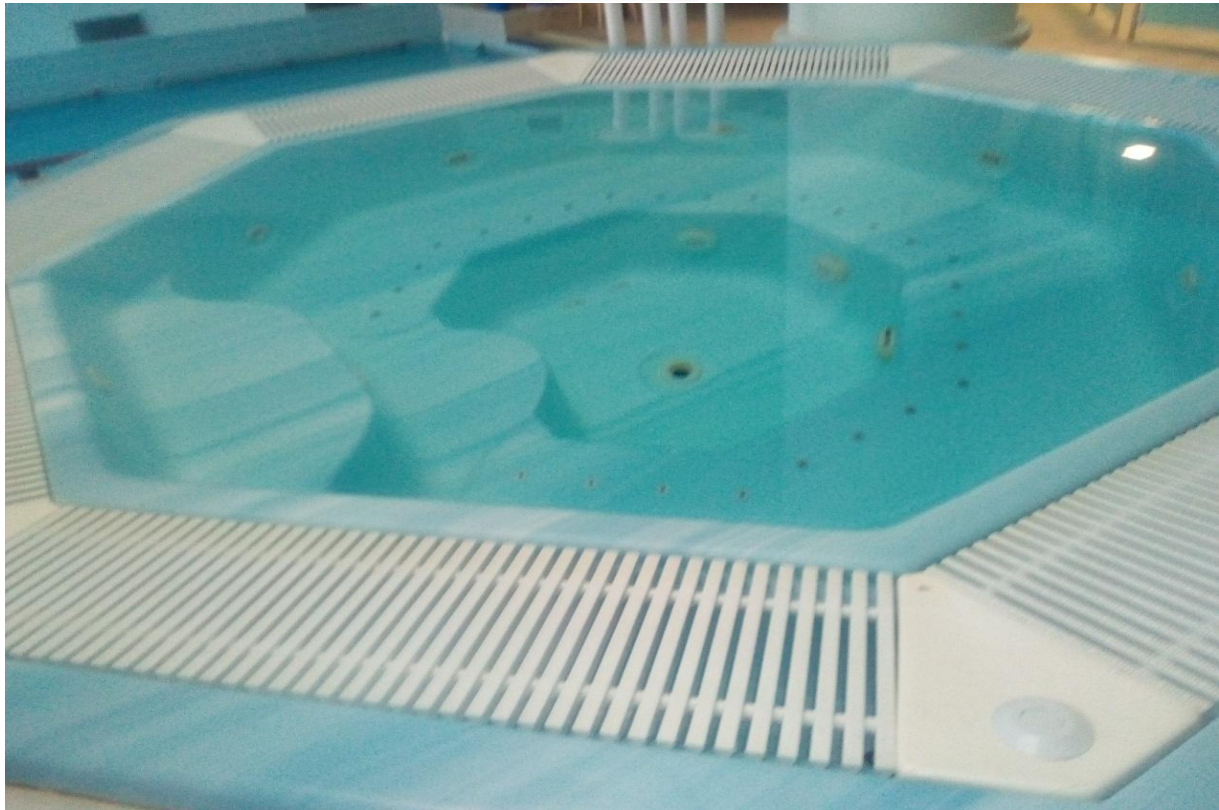
Το χαμηλό Jacuzzi κατά της διάρκεια της φίλτρανσης – απολύμανσης μεταφέρει το νερό εντός εναλλάκτη αντιρροής θερμότητας 75 [kW] μοντέλου PAHLEN. Αντιθέτως το υψηλό Jacuzzi μεταφέρει το νερό σε εναλλάκτη αντιρροής θερμότητας 60 [kW] μοντέλου GEA ECOFLEX NT50.



Εικόνα 12.2.1.1 Χαμηλό Jacuzzi του Aegeo Spa



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Εικόνα 12.2.1.2 Υψηλό Jacuzzi του Aegeo Spa

12.2.1.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας χαμηλού Jacuzzi

Πραγματοποιήθηκε μελέτη υπολογισμού θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας της συγκεκριμένης πισίνας. Για να γίνει αυτό, η μελέτη στηρίχτηκε σε παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, μετεωρολογικών δεδομένων αλλά και τεχνικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής. Οι σταθεροί παράμετροι μεταφοράς θερμότητας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | |
|--|---------------------------|
| Μέση θερμοκρασία νερού περιβάλλοντος (T _w) | 294 [K] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα (h _{ce}) | 22 [W/m ² K] |
| Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας PVC καλύμματος (λ _κ) | 0,23 [W/m ² K] |
| Πάχος καλύμματος (d _κ) | 0,55 [m] |
| Θερμική αντίσταση καλύμματος (R _κ) | 2,39 [m ² K/W] |
| Συντελεστής συναγωγής νερού (h _w) | 72 [W/m ² K] |
| Λόγος ακτινοβολίας νερού (ε _v) | 0,96 |
| Λόγος ακτινοβολίας υλικού καλύμματος (ε _κ) | 0,58 |

Πίνακας 12.2.1.2.1 Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Εκτός από τους σταθερούς παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, χρειάστηκαν και οι μετεωρολογικοί παράμετροι. Με τη βοήθεια της μετεωρολογικής υπηρεσίας Κρήτης ΕΜΥ, οι μετεωρολογικοί παράμετροι υπολογισμού είναι οι ακόλουθοι :

| ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|----------------------------------|--------------|
| Επιθυμητή θερμοκρασία νερού (Θν) | 32,5 [°C] |
| Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (Uα) | 5,33 [m/sec] |

Πίνακας 12.2.1.2.2 Μετεωρολογικοί παράμετροι

Τέλος, οι γενικοί παράμετροι οι οποίοι προκύπτουν και από το τεχνικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής είναι τα παρακάτω :

| ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|--|---|
| Σταθερά Stefan-Boltzmann (σ) | $5,67 \cdot 10^{-8}$ [W/m ² K ⁴] |
| Συνολική επιφάνεια πισίνας (Επ) | 13,86 [m ²] |
| Έναρξη ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 09:00 |
| Πέρασ ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 15:30 |
| Ανώτατη θερμοκρασία στεγασμένου χώρου (Τχ) | 30,3 [°C] |

Πίνακας 12.2.1.2.3 Γενικοί παράμετροι

Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση, οι υπολογισμοί έγιναν για καθεμία ώρα του έτους, δηλαδή και τις 8760. Συνεπώς έχοντας όλους τους παραπάνω παραμέτρους υπολογίστηκε και ο ωριαίος συντελεστής ακτινοβολίας του νερού (hw) ως το γινόμενο του λόγου εκπομπής της ακτινοβολίας του νερού (εν), της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann αλλά και της μέσης ωριαίας θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο. Έπειτα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο υπολογίστηκε και ο συντελεστής ακτινοβολίας του καλύμματος (hr), δηλαδή ως το γινόμενο της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann, του λόγου εκπομπής του καλύμματος (εκ) της κολυμβητικής δεξαμενής αλλά και της μέσης θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο ολικός ωριαίος συντελεστής μετάβασης του νερού (Mw) μέσω του γινομένου του συντελεστή ακτινοβολίας (hre) του νερού αλλά και της σταθεράς παραμέτρου μεταφοράς θερμότητας του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce). Με παρόμοιο τρόπο υπολογίστηκε και ο ωριαίος ετήσιος ολικός συντελεστής καλύμματος, δηλαδή ως το γινόμενο του συντελεστή ακτινοβολίας (hr) του καλύμματος αλλά και του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce).

Έτσι έχοντας κάνει όλους τους παραπάνω ωριαίους υπολογισμούς υπολογίστηκε ο ωριαίος συντελεστής θερμοπερατότητας (U) με κάλυμμα. Ο τύπος υπολογισμού του είναι: $1/((1/\text{Ολικός συντελεστής θερμικής μετάβασης}) + \text{Συντελεστής αντίστασης καλύμματος (Rk)} + (1/\text{Συντελεστής συναγωγής νερού (hw)}))$. Τέλος, το τελευταίο μέγεθος το οποίο προσεγγίστηκε ωριαία είναι αυτό των φορτίων θέρμανσης. Για την εύρεση του, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής αλληλεξαρτώμενες παραδοχές :

- Αν η τιμή της διαφοράς της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη του μηδέν τότε η ωριαία τιμή του θα είναι μηδέν.
- Αν όμως είναι διάφορη του μηδέν, τότε αν η συγκεκριμένη ώρα πριν την έναρξη της ημερήσιας λειτουργίας της πισίνας αλλά ή και μετά το πέρας ημερήσιας λειτουργίας της τότε η τιμή των φορτίων θέρμανσης στη συγκεκριμένη η ώρα θα είναι το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του καλύμματος επί τη συνολική επιφάνεια της πισίνας (Επ) αλλά και επί τη διαφορά της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού (Θν) με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.



Κάνοντας αυτές της παραδοχές προσεγγίστηκαν αλλά και υπολογίστηκαν τα φορτία θέρμανσης για κάθε ώρα του έτος της συγκεκριμένης πισίνας. Η ετήσια κατανάλωση (Θκτ) της θερμικής ενέργειας της πισίνας προέκυψε από το άθροισμα των ωριαίων τιμών των φορτίων θέρμανσης ενώ τα μέγιστα φορτία θέρμανσης προέκυψε από τη μέγιστη τιμή τους εντός του έτους. Συνεπώς στο παρακάτω πίνακα γίνονται ευδιάκριτοι οι παράμετροι που υπολογίστηκαν και τα συμπεράσματα που βγαίνουν.

| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ | |
|--|-------------|
| Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας πισίνας (Θκτ) | 684,0 [kWh] |
| Μέγιστα φορτία θέρμανσης (Φθ) | 0,160 [kW] |

Πίνακας 12.2.1.4.2.4 Συμπερασματικός πίνακας

12.2.1.3 Πρόταση βελτιστοποίησης χαμηλού jacuzzi

Έχοντας υπολογίσει τα θερμικά φορτία που απαιτεί η συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή κυρίως λόγω χρήσης λέβητα υγραερίου, έγινα υπολογισμού για βελτίωση της. Όσον αφορά την υφιστάμενη κατάσταση υπολογίστηκε επιπλέον η απαιτούμενη ποσότητα υγραερίου θέρμανσης η αρχική θερμική ενέργεια αλλά και η πρωτογενής ενέργεια. Για τους υπολογισμούς των παραπάνω παραμέτρων, τα στοιχεία του καύσιμου υλικού αλλά του λέβητα θέρμανσης πάνω στα οποία στηρίχτηκαν όλα τα παραπάνω είναι τα εξής:

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΒΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ LPG | | |
|---|-------|----------|
| Θερμογόνος ικανότητα LPG (Μίγμα) | 6,61 | [kWh/lt] |
| Ετήσια κατανάλωση LPG (Έτος 2015) | 41,16 | [tn] |
| Αρχική ενέργεια LPG | 720,2 | [kWh] |
| Βαθμός απόδοσης λέβητα | 91 | [%] |
| Συντελεστής υπολογισμού πρωτογενούς ενέργειας LPG | 1,10 | |
| Εκπομπή ρύπων | 0,21 | [g/Kg] |

Πίνακας 12.2.1.3.1 Καύσιμο υλικό και στοιχεία λέβητα

Συνεπώς έχοντας τις παραπάνω παραμέτρους η υφιστάμενη κατάσταση για τη συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή είναι η εξής :

| ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ | | | | |
|--|-----------------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|
| ΟΝΟΜΑ ΠΙΣΙΝΑΣ | ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ | ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] | ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | |
|-------------------|-------|---------|---------|---------|
| | [kWh] | [lt] | | |
| ΧΑΜΗΛΟ JACUZZI | 684,0 | 113,741 | 751.830 | 827.013 |

Πίνακας 12.2.1.3.2 Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος

Έχοντας προτείνει αντικατάσταση του ήδη υπάρχον λέβητα με λέβητα βιομάζας πέλλετ, τα στοιχεία του λέβητα βιομάζας αλλά και του καύσιμου υλικού που διαθέτει είναι τα εξής :

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΒΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΕΛΛΕΤ | | |
|--|-------|----------|
| Θερμογόνος ικανότητα πέλλετ | 5,81 | [kWh/lt] |
| Πιθανή ετήσια κατανάλωση πέλλετ (ίδιο με υφιστάμενη κατάσταση) | 41,16 | [tn] |
| Βαθμός απόδοσης λέβητα | 90 | [%] |
| Συντελεστής υπολογισμού πρωτογενούς ενέργειας πέλλετ | 1,10 | |
| Εκπομπή ρύπων | 0,34 | [g/Kg] |

Πίνακας 12.2.1.3.3 Στοιχεία λέβητα βιομάζας

Επομένως έχοντας προτείνει τις παραπάνω παραμέτρους η υφιστάμενη κατάσταση για τη συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή θα προκύπτουν ως εξής :

| ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ | | | | |
|-----------------------------------|---|--|-------------------------------|---------------------------|
| ΟΝΟΜΑ ΠΙΣΙΝΑΣ | ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ [kWh] | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΕΛΛΕΤ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ [lt] | ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] | ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] |
| ΧΑΜΗΛΟ JACUZZI | 684,0 | 111,320 | 710.452 | 781.497 |

Πίνακας 12.2.1.3.4 Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος

Τέλος, ο παρακάτω συγκεντρωτικός πίνακας δείχνει γιατί η εξοικονόμηση αυτή μπορεί να προκύψει συμφέρουσα για την επιχείρηση τόσο οικονομικά όσο και ενεργειακά.

| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------|---------------------|------------------------|------------|
| | Πριν τις παρεμβάσεις με λέβητα LPG | Μετά τις παρεμβάσεις με λέβητα πέλλετ | Τρέχουσα μονάδα μεγέθους εξοικονόμησης | Ποσοστιαία εξοικονόμηση | Τιμή LPG (=0,40[€]) | Τιμή πέλλετ (=0,16[€]) | Ποσοστιαία |



| | | | | | | | |
|--|---------|---------|--------|-----|---------|---------|------|
| Ετήσια ζήτηση τελικής ενέργειας θέρμανσης [kWh] | 684,0 | 684,0 | 0,0 | 0,0 | - | - | - |
| Ετήσια ζήτηση αρχικής ενέργειας θέρμανσης [kWh] | 751.830 | 710.451 | 41.378 | 5.5 | - | - | - |
| Ετήσια κατανάλωση καυσίμου θέρμανσης [lt] | 113,74 | 111,32 | 2,42 | 4,3 | 45.496 | 19.564 | 57,0 |
| Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καυσίμων [kWh] | 827.013 | 781.496 | 45.516 | 5.5 | 330.805 | 125.040 | 62,2 |

Πίνακας 12.2.1.3.5 Συγκεντρωτικός πίνακας εξοικονόμησης

Το συμπέρασμα που βγαίνει είναι πως η προτεινόμενη κατάσταση ίσως να υστερεί λίγο σε απόδοση συστήματος όμως οικονομικά είναι πιο συμφέρουσα καθώς υπάρχει μείωση στο 57,0[%] της τιμής αγοράς της καύσιμης ύλης αλλά και ένα μεγάλο ποσοστό στην ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καυσίμου και αυτό λόγω της μείωσης στη τιμή καυσίμου.

12.2.1.4 Υπολογισμός θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας υψηλού Jacuzzi

Πραγματοποιήθηκε μελέτη υπολογισμού θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας της συγκεκριμένης πισίνας. Για να γίνει αυτό, η μελέτη στηρίχτηκε σε παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, μετεωρολογικών δεδομένων αλλά και τεχνικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής. Οι σταθεροί παράμετροι μεταφοράς θερμότητας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | |
|--|---------------------------|
| Μέση θερμοκρασία νερού περιβάλλοντος (T _w) | 294 [K] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα (h _{ce}) | 22 [W/m ² K] |
| Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας PVC καλύμματος (λ _κ) | 0,23 [W/m ² K] |
| Πάχος καλύμματος (d _κ) | 0,62 [m] |
| Θερμική αντίσταση καλύμματος (R _κ) | 2,39 [m ² K/W] |
| Συντελεστής συναγωγής νερού (h _w) | 72 [W/m ² K] |
| Λόγος ακτινοβολίας νερού (ε _v) | 0,96 |
| Λόγος ακτινοβολίας υλικού καλύμματος (ε _κ) | 0,58 |

Πίνακας 12.2.1.4.1 Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Εκτός από τους σταθερούς παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, χρειάστηκαν και οι μετεωρολογικοί παράμετροι. Με τη βοήθεια της μετεωρολογικής υπηρεσίας Κρήτης ΕΜΥ, οι μετεωρολογικοί παράμετροι υπολογισμού είναι οι ακόλουθοι :

| ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|----------------------------------|--------------|
| Επιθυμητή θερμοκρασία νερού (Θν) | 32,3 [°C] |
| Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (Uα) | 5,33 [m/sec] |

Πίνακας 12.2.1.4.2 Μετεωρολογικοί παράμετροι

Τέλος, οι γενικοί παράμετροι οι οποίοι προκύπτουν και από τα τεχνικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής είναι τα παρακάτω :

| ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|--|---|
| Σταθερά Stefan-Boltzmann (σ) | $5,67 \cdot 10^{-8}$ [W/m ² K ⁴] |
| Συνολική επιφάνεια πισίνας (Επ) | 16,61 [m ²] |
| Έναρξη ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 09:00 |
| Πέρασμα ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 15:30 |
| Ανώτατη θερμοκρασία στεγασμένου χώρου (Τχ) | 30,1 [°C] |

Πίνακας 12.2.1.4.3 Γενικοί παράμετροι

Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση, οι υπολογισμοί έγιναν για καθεμία ώρα του έτους, δηλαδή και τις 8760. Συνεπώς έχοντας όλους τους παραπάνω παραμέτρους υπολογίστηκε και ο ωριαίος συντελεστής ακτινοβολίας του νερού (hw) ως το γινόμενο του λόγου εκπομπής της ακτινοβολίας του νερού (εν), της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann αλλά και της μέσης ωριαίας θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Έπειτα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο υπολογίστηκε και ο συντελεστής ακτινοβολίας του καλύμματος (hr), δηλαδή ως το γινόμενο της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann, του λόγου εκπομπής του καλύμματος (εκ) της κολυμβητικής δεξαμενής αλλά και της μέσης θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο ολικός ωριαίος συντελεστής μετάβασης του νερού (Mw) μέσω του γινομένου του συντελεστή ακτινοβολίας (hre) του νερού αλλά και της σταθεράς παραμέτρου μεταφοράς θερμότητας του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce).

Με παρόμοιο τρόπο υπολογίστηκε και ο ωριαίος συντελεστής καλύμματος, δηλαδή ως το γινόμενο του συντελεστή ακτινοβολίας (hr) του καλύμματος αλλά και του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce).

Έτσι έχοντας κάνει όλους τους παραπάνω ωριαίους υπολογισμούς υπολογίστηκε ο ωριαίος συντελεστής θερμοπερατότητας (U) με κάλυμμα. Ο τύπος υπολογισμού του είναι: $1/((1/\text{Ολικός συντελεστής θερμικής μετάβασης}) + \text{Συντελεστής αντίστασης καλύμματος (Rk)} + (1/\text{Συντελεστής συναγωγής νερού (hw)}))$.

Τέλος, το τελευταίο μέγεθος το οποίο προσεγγίστηκε ωριαία είναι αυτό των φορτίων θέρμανσης. Για την εύρεση του, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής αλληλεξαρτώμενες παραδοχές :

- Αν η τιμή της διαφοράς της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη του μηδέν τότε η ωριαία τιμή του θα είναι μηδέν.
- Αν όμως είναι διάφορη του μηδέν, τότε αν η συγκεκριμένη ώρα πριν την έναρξη της ημερήσιας λειτουργίας της πισίνας αλλά ή και μετά το πέρας ημερήσιας λειτουργίας της τότε η τιμή των φορτίων θέρμανσης στη συγκεκριμένη η ώρα θα είναι το γινόμενο του συντελεστή



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

θερμοπερατότητας (U) του καλύμματος επί τη συνολική επιφάνεια της πισίνας (Eπ) αλλά και επί τη διαφορά της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού (Θν) με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Κάνοντας αυτές της παραδοχές προσεγγίστηκαν αλλά και υπολογίστηκαν τα φορτία θέρμανσης για κάθε ώρα του έτος της συγκεκριμένης πισίνας. Η ετήσια κατανάλωση (Θκτ) της θερμικής ενέργειας της πισίνας προέκυψε από το άθροισμα των ωριαίων τιμών των φορτίων θέρμανσης ενώ τα μέγιστα φορτία θέρμανσης προέκυψε από τη μέγιστη τιμή τους εντός του έτους. Συνεπώς στο παρακάτω πίνακα γίνονται ευδιάκριτοι οι παράμετροι που υπολογίστηκαν και τα συμπεράσματα που βγαίνουν.

| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ | |
|--|-------------|
| Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας πισίνας (Θκτ) | 596,0 [kWh] |
| Μέγιστα φορτία θέρμανσης (Φθ) | 0,141 [kW] |

Πίνακας 12.2.1.4.5 Συγκεντρωτικός πίνακας

12.2.1.5 Πρόταση βελτιστοποίησης υψηλού jacuzzi

Έχοντας υπολογίσει τα θερμικά φορτία που απαιτεί η συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή κυρίως λόγω χρήσης λέβητα υγραερίου, έγινα υπολογισμού για βελτίωση της. Όσον αφορά την υφιστάμενη κατάσταση υπολογίστηκε επιπλέον η απαιτούμενη ποσότητα υγραερίου θέρμανσης η αρχική θερμική ενέργεια αλλά και η πρωτογενής ενέργεια. Για τους υπολογισμούς των παραπάνω παραμέτρων, τα στοιχεία του καύσιμου υλικού αλλά του λέβητα θέρμανσης πάνω στα οποία στηρίχτηκαν όλα τα παραπάνω είναι τα εξής:

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΒΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ LPG | | |
|---|-------|----------|
| Θερμογόνος ικανότητα LPG (Μίγμα) | 6,61 | [kWh/lt] |
| Ετήσια κατανάλωση LPG (Έτος 2015) | 41,16 | [tn] |
| Αρχική ενέργεια LPG | 628,1 | [kWh] |
| Βαθμός απόδοσης λέβητα | 91 | [%] |
| Συντελεστής υπολογισμού πρωτογενούς ενέργειας LPG | 1,10 | |
| Εκπομπή ρύπων | 0,19 | [g/Kg] |

Πίνακας 12.2.1.5.1 Καύσιμο υλικό και στοιχεία

Συνεπώς έχοντας τις παραπάνω παραμέτρους η υφιστάμενη κατάσταση για τη συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή είναι η εξής :

| ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ | | | | |
|--|--|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| ΟΝΟΜΑ ΠΙΣΙΝΑΣ | ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ | ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] | ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | |
|-------------------|-------|--------|---------|---------|
| | [kWh] | [lt] | | |
| ΧΑΜΗΛΟ JACUZZI | 596,0 | 99,140 | 655.314 | 720.845 |

Πίνακας 12.2.1.5.2 Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος

Έχοντας προτείνει αντικατάσταση του ήδη υπάρχον λέβητα με λέβητα βιομάζας πέλλετ, τα στοιχεία του λέβητα βιομάζας αλλά και του καύσιμου υλικού που διαθέτει είναι τα εξής :

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΒΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΕΛΛΕΤ | | |
|--|-------|----------|
| Θερμογόνος ικανότητα πέλλετ | 5,81 | [kWh/lt] |
| Πιθανή ετήσια κατανάλωση πέλλετ (ίδιο με υφιστάμενη κατάσταση) | 41,16 | [tn] |
| Βαθμός απόδοσης λέβητα | 89 | [%] |
| Συντελεστής υπολογισμού πρωτογενούς ενέργειας πέλλετ | 1,10 | |
| Εκπομπή ρύπων | 0,20 | [g/Kg] |

Πίνακας 12.2.1.5.3 Στοιχεία λέβητα βιομάζας

Επομένως έχοντας προτείνει τις παραπάνω παραμέτρους η υφιστάμενη κατάσταση για τη συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή θα προκύπτουν ως εξής :

| ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ | | | | |
|-----------------------------------|---|--|-------------------------------|---------------------------|
| ΟΝΟΜΑ ΠΙΣΙΝΑΣ | ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ [kWh] | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΕΛΛΕΤ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ [lt] | ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] | ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] |
| ΧΑΜΗΛΟ JACUZZI | 596,0 | 84,48 | 545.497 | 665.044 |

Πίνακας 12.2.1.5.4 Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος

Τέλος, ο παρακάτω συγκεντρωτικός πίνακας δείχνει γιατί η εξοικονόμηση αυτή μπορεί να προκύψει συμφέρουσα για την επιχείρηση τόσο οικονομικά όσο και ενεργειακά.

| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------|---------------------|------------------------|------------|
| | Πριν τις παρεμβάσεις με λέβητα LPG | Μετά τις παρεμβάσεις με λέβητα πέλλετ | Τρέχουσα μονάδα μεγέθους εξοικονόμησης | Ποσοστιαία εξοικονόμηση | Τιμή LPG (=0,40[€]) | Τιμή πέλλετ (=0,16[€]) | Ποσοστιαία |
| | | | | | | | |



| | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|-------|---------|---------|-------|
| Ετήσια ζήτηση τελικής ενέργειας θέρμανσης [kWh] | 596,0 | 596,0 | 0,0 | 0,0 | - | - | - |
| Ετήσια ζήτηση αρχικής ενέργειας θέρμανσης [kWh] | 655.314 | 545.497 | 109.817 | 16.76 | - | - | - |
| Ετήσια κατανάλωση καυσίμου θέρμανσης [lt] | 720.845 | 665.044 | 14,660 | 14.79 | 39.656 | 13.517 | 65,91 |
| Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καυσίμων [kWh] | 827.013 | 781.496 | 55.801 | 7,74 | 288.338 | 106.407 | 63,1 |

Πίνακας 12.2.1.5.5 Συγκεντρωτικός πίνακας εξοικονόμησης

Το συμπέρασμα που βγαίνει είναι πως η προτεινόμενη κατάσταση ίσως να υστερεί λίγο σε απόδοση συστήματος όμως οικονομικά είναι πιο συμφέρουσα καθώς υπάρχει μείωση στο 65,91[%] της τιμής αγοράς της καύσιμης ύλης αλλά και ένα μεγάλο ποσοστό στην ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καυσίμου και αυτό λόγω της μείωσης στη τιμή καυσίμου.

12.3 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά πισίνας γυμναστηρίου

Είναι μία από τις μεγαλύτερες κολυμβητικές δεξαμενές που υπάρχουν εντός του Aegeo Spa αλλά και αυτή που χρησιμοποιείται περισσότερο για τα διάφορα προγράμματα γυμναστικής. Η πισίνα γυμναστηρίου του Spa διαθέτει συνολική επιφάνεια πισίνας 79,52 [m²], ελάχιστο βάθος 1,5 [m], μέγιστο βάθος 5,2 [m] και όγκο νερού 100 [m³]. Επίσης για κάλυμμα πισινών έχει μεμβράνη πολυαιθυλενίου PVC.

Η πισίνα αυτή επίσης διαθέτει στόμια υπερχειλίσης, αδιάβροχες εσωτερικές λάμπες 25 [W], δύο φίλτρα άμμου όγκου 3000 λίτρων καθώς και δύο αντλίες μοντέλου TIPO KP300T ονομαστικής ισχύος 2,5 [kW].

Οι αντλίες τραβάνε νερό αποκλειστικά από το στόμιο του πάτου της πισίνας και το μεταφέρουν στο αντίστοιχο φίλτρο με το οποίο είναι συνδεδεμένες. Η υδραυλική εγκατάσταση της αποχέτευσης είναι κοινή με αυτή του ψηλού και χαμηλού Jacuzzi και ανοίγει χειροκίνητα λίγο πριν τελειώσει η φίλτρανση και απολύμανση του νερού από το φίλτρο. Έπειτα το νερό εξέρχεται από τα φίλτρα και εισέρχεται εντός εναλλάκτη θερμότητας GEA ECOFLEX NT50 ονομαστικής ισχύος 60 [kW].



Εικόνα 12.3.1 Πισίνα γυμναστηρίου του Aegeo Spa

12.3.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας υψηλού Jacuzzi

Πραγματοποιήθηκε μελέτη υπολογισμού θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας της συγκεκριμένης πισίνας. Για να γίνει αυτό, η μελέτη στηρίχτηκε σε παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, μετεωρολογικών δεδομένων αλλά και τεχνικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής. Οι σταθεροί παράμετροι μεταφοράς θερμότητας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | |
|--|---------------------------|
| Μέση θερμοκρασία νερού περιβάλλοντος (T _w) | 294 [K] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα (h _{ce}) | 22 [W/m ² K] |
| Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας PVC καλύμματος (λ _κ) | 0,23 [W/m ² K] |
| Πάχος καλύμματος (d _κ) | 0,62 [m] |
| Θερμική αντίσταση καλύμματος (R _κ) | 2,39 [m ² K/W] |
| Συντελεστής συναγωγής νερού (h _w) | 72 [W/m ² K] |
| Λόγος ακτινοβολίας νερού (ε _v) | 0,96 |
| Λόγος ακτινοβολίας υλικού καλύμματος (ε _κ) | 0,58 |

Πίνακας 12.3.1.1 Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας

Εκτός από τους σταθερούς παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, χρειάστηκαν και οι μετεωρολογικοί παράμετροι. Με τη βοήθεια της μετεωρολογικής υπηρεσίας Κρήτης EMY, οι μετεωρολογικοί παράμετροι υπολογισμού είναι οι ακόλουθοι :



| ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|--|-----------------------------|
| Επιθυμητή θερμοκρασία νερού (Θ_v) | 29,1 [$^{\circ}\text{C}$] |
| Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (U_a) | 5,33 [m/sec] |

Πίνακας 12.3.1.2 Μετεωρολογικοί παράμετροι

Τέλος, οι γενικοί παράμετροι οι οποίοι προκύπτουν και από το τεχνικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής είναι τα παρακάτω :

| ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|--|---|
| Σταθερά Stefan-Boltzmann (σ) | $5,67 \cdot 10^{-8}$ [$\text{W/m}^2\text{K}^4$] |
| Συνολική επιφάνεια πισίνας (E_{π}) | 79,52 [m^2] |
| Έναρξη ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 09:00 |
| Πέρασ ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 15:30 |
| Ανώτατη θερμοκρασία στεγασμένου χώρου (T_{χ}) | 30,1 [$^{\circ}\text{C}$] |

Πίνακας 12.3.1.3 Γενικοί παράμετροι

Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση, οι υπολογισμοί έγιναν για καθεμία ώρα του έτους, δηλαδή και τις 8760. Συνεπώς έχοντας όλους τους παραπάνω παραμέτρους υπολογίστηκε και ο ωριαίος συντελεστής ακτινοβολίας του νερού (h_w) ως το γινόμενο του λόγου εκπομπής της ακτινοβολίας του νερού (e_n), της σταθερά (σ) του Stefan Boltzmann αλλά και της μέσης ωριαίας θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Έπειτα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο υπολογίστηκε και ο συντελεστής ακτινοβολίας του καλύμματος (h_r), δηλαδή ως το γινόμενο της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann, του λόγου εκπομπής του καλύμματος (e_k) της κολυμβητικής δεξαμενής αλλά και της μέσης θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο ολικός ωριαίος ετήσιος συντελεστής μετάβασης του νερού (M_w) μέσω του γινομένου του συντελεστή ακτινοβολίας (h_{re}) του νερού αλλά και της σταθεράς παραμέτρου μεταφοράς θερμότητας του συντελεστή συναγωγής αέρα (h_{ce}). Με παρόμοιο τρόπο υπολογίστηκε και ο ωριαίος ετήσιος ολικός συντελεστής καλύμματος, δηλαδή ως το γινόμενο του συντελεστή ακτινοβολίας (h_r) του καλύμματος αλλά και του συντελεστή συναγωγής αέρα (h_{ce}).

Έτσι έχοντας κάνει όλους τους παραπάνω ωριαίους υπολογισμούς υπολογίστηκε ο ωριαίος συντελεστής θερμοπερατότητας (U) με κάλυμμα. Ο τύπος υπολογισμού του είναι: $1/((1/\text{Ολικός συντελεστής θερμικής μετάβασης}) + \text{Συντελεστής αντίστασης καλύμματος (Rk)} + (1/\text{Συντελεστής συναγωγής νερού (h_w)}))$.

Τέλος, το τελευταίο μέγεθος το οποίο προσεγγίστηκε ωριαία είναι αυτό των φορτίων θέρμανσης. Για την εύρεση του, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής αλληλεξαρτώμενες παραδοχές :

- Αν η τιμή της διαφοράς της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη του μηδέν τότε η ωριαία τιμή του θα είναι μηδέν.
- Αν όμως είναι διάφορη του μηδέν, τότε αν η συγκεκριμένη ώρα πριν την έναρξη της ημερήσιας λειτουργίας της πισίνας αλλά ή και μετά το πέρασ ημερήσιας λειτουργίας της τότε η τιμή των φορτίων θέρμανσης στη συγκεκριμένη η ώρα θα είναι το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του καλύμματος επί τη συνολική επιφάνεια της πισίνας (E_{π}) αλλά και επί τη διαφορά της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού (Θ_v) με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Κάνοντας αυτές της παραδοχές προσεγγίστηκαν αλλά και υπολογίστηκαν τα φορτία θέρμανσης για κάθε ώρα του έτος της συγκεκριμένης πισίνας. Η ετήσια κατανάλωση (Θκτ) της θερμικής ενέργειας της πισίνας προέκυψε από το άθροισμα των ωριαίων τιμών των φορτίων θέρμανσης ενώ τα μέγιστα φορτία θέρμανσης προέκυψε από τη μέγιστη τιμή τους εντός του έτους. Συνεπώς στο παρακάτω πίνακα γίνονται ευδιάκριτοι οι παράμετροι που υπολογίστηκαν και τα συμπεράσματα που βγαίνουν.

| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ | |
|--|-------------|
| Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας πισίνας (Θκτ) | 2.195 [kWh] |
| Μέγιστα φορτία θέρμανσης (Φθ) | 0,597 [kW] |

Πίνακας 12.3.1.4 Συμπερασματικός πίνακας

12.3.1.1 Πρόταση βελτιστοποίησης υφιστάμενης κατάστασης

Έχοντας υπολογίσει τα θερμικά φορτία που απαιτεί η συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή κυρίως λόγω χρήσης λέβητα υγραερίου, έγινα υπολογισμοί για βελτίωση της. Όσον αφορά την υφιστάμενη κατάσταση υπολογίστηκε επιπλέον η απαιτούμενη ποσότητα υγραερίου θέρμανσης η αρχική θερμική ενέργεια αλλά και η πρωτογενής ενέργεια. Για τους υπολογισμούς των παραπάνω παραμέτρων, τα στοιχεία του καύσιμου υλικού αλλά του λέβητα θέρμανσης πάνω στα οποία στηρίχτηκαν όλα τα παραπάνω είναι τα εξής:

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΒΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ LPG | | |
|---|-------|----------|
| Θερμογόνος ικανότητα LPG (Μίγμα) | 6,61 | [kWh/lt] |
| Ετήσια κατανάλωση LPG (Έτος 2015) | 41,16 | [tn] |
| Αρχική ενέργεια LPG | 628,1 | [kWh] |
| Βαθμός απόδοσης λέβητα | 91 | [%] |
| Συντελεστής υπολογισμού πρωτογενούς ενέργειας LPG | 1,10 | |
| Εκπομπή ρύπων | 0,19 | [g/Kg] |

Πίνακας 12.3.1.1.1 Στοιχεία λέβητα και καύσιμου υλικού

Συνεπώς έχοντας τις παραπάνω παραμέτρους η υφιστάμενη κατάσταση για τη συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή είναι η εξής :

| ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ | | | | |
|---------------------------------|---|--|-------------------------------|---------------------------|
| ΟΝΟΜΑ ΠΙΣΙΝΑΣ | ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ [kWh] | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΕΛΛΕΤ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ [lt] | ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] | ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] |
| ΠΙΣΙΝΑ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ | 2.195 | 364,872 | 2.411.807 | 2.652.988 |

Πίνακας 12.3.1.1.2 Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Έχοντας προτείνει αντικατάσταση του ήδη υπάρχον λέβητα με λέβητα βιομάζας πέλλετ, τα στοιχεία του λέβητα βιομάζας αλλά και του καυσίμου υλικού που διαθέτει είναι τα εξής :

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΒΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΕΛΛΕΤ | | |
|--|-------|---------|
| Θερμογόνος ικανότητα πέλλετ | 5,81 | [kWh/t] |
| Πιθανή ετήσια κατανάλωση πέλλετ (ίδιο με υφιστάμενη κατάσταση) | 41,16 | [tn] |
| Βαθμός απόδοσης λέβητα | 89 | [%] |
| Συντελεστής υπολογισμού πρωτογενούς ενέργειας πέλλετ | 1,10 | |
| Εκπομπή ρύπων | 0,20 | [g/Kg] |

Πίνακας 12.3.1.1.3 Στοιχεία λέβητα βιομάζας

Επομένως έχοντας προτείνει τις παραπάνω παραμέτρους η υφιστάμενη κατάσταση για τη συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή θα προκύπτουν ως εξής :

| ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ | | | | |
|--|--|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| ΟΝΟΜΑ ΠΙΣΙΝΑΣ | ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ [kWh] | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΕΛΛΕΤ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ [lt] | ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] | ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] |
| ΠΙΣΙΝΑ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ | 2.195 | 342.451 | 2.341.789 | 2.575.968 |

Πίνακας 12.3.1.1.4 Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος

Τέλος, ο παρακάτω συγκεντρωτικός πίνακας δείχνει γιατί η εξοικονόμηση αυτή μπορεί να προκύψει συμφέρουσα για την επιχείρηση τόσο οικονομικά όσο και ενεργειακά.

| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ | | | | | | | |
|---|---|--|---|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| | Πριν τις παρεμβάσεις με λέβητα LPG | Μετά τις παρεμβάσεις με λέβητα πέλλετ | Τρέχουσα μονάδα μεγέθους εξοικονόμησης | Ποσοστιαία εξοικονόμηση | Τιμή LPG (=0,40[€]) | Τιμή πέλλετ (=0,16[€]) | Ποσοστιαία |
| Ετήσια ζήτηση τελικής ενέργειας θέρμανσης [kWh] | 2.195 | 2.195 | 0,0 | 0,0 | - | - | - |



| | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|--------|------|-----------|---------|-------|
| Ετήσια ζήτηση αρχικής ενέργειας θέρμανσης [kWh] | 2.411.807 | 2.341.789 | 70.018 | 2,90 | - | - | - |
| Ετήσια κατανάλωση καυσίμου θέρμανσης [It] | 364,872 | 342,451 | 22,42 | 6,15 | 145.949 | 54.792 | 62,46 |
| Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καυσίμων [kWh] | 827.013 | 781.496 | 77.020 | 2,90 | 1.061.195 | 412.155 | 61,16 |

Πίνακας 12.3.1.1.5 Συγκεντρωτικός πίνακας εξοικονόμησης

Το συμπέρασμα που βγαίνει είναι πως η προτεινόμενη κατάσταση ίσως να υστερεί λίγο σε απόδοση συστήματος όμως οικονομικά είναι πιο συμφέρουσα καθώς υπάρχει μείωση στο 62,46[%] της τιμής αγοράς της καύσιμης ύλης αλλά και ένα μεγάλο ποσοστό στην ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καυσίμου και αυτό λόγω της μείωσης στη τιμή καυσίμου.

12.4 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά πισίνας Thalasso

Πρόκειται για μια κολυμβητική δεξαμενή η οποία χρησιμοποιεί θαλασσινό νερό για την αποθεραπεία και εκγύμναση των πελατών του Aegeo Spa. Το θαλασσινό νερό αυτό το παραλαμβάνει κατευθείαν από τη μεγάλη αφαιρατική μονάδα αφού περάσει πρώτα και την επεξεργασία του χημικού καθαρισμού. Η πισίνα αυτή διαθέτει συνολική επιφάνεια 92,45 [m²], ελάχιστο βάθος 0,5 m, μέγιστο βάθος 1,55 [m] και όγκο νερού 150 [m³].

Επίσης διαθέτει για κάλυμμα πισινών μεμβράνη πολυαιθυλενίου PVC, στόμια υπερχειλίσης, αδιάβροχες εσωτερικές λάμπες 30 [W], δύο φίλτρα άμμου όγκου 4000 λίτρων καθώς και τρεις αντλίες μοντέλου TIPO KP300T (η μία εφεδρική) ονομαστικής ισχύος 2,5 [kW]. Οι αντλίες που συνεργάζεται τραβάνε νερό αποκλειστικά από το στόμιο του πάτου της πισίνας και το μεταφέρουν στο αντίστοιχο φίλτρο με το οποίο είναι συνδεδεμένες.

Η υδραυλική εγκατάσταση της αποχέτευσης είναι ξεχωριστή από αυτή του ψηλού και χαμηλού Jacuzzi και ανοίγει χειροκίνητα λίγο πριν τελειώσει η φίλτρανση και απολύμανση του νερού από το φίλτρο. Έπειτα το νερό εξέρχεται από τα φίλτρα και εισέρχεται εντός εναλλάκτη θερμότητας GEA ECOFLEX NT60 ονομαστικής ισχύος 75 [kW].



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Εικόνα 12.4.1 Κολυμβητική δεξαμενή Thalasso του Aegeo Spa

12.4.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας υψηλού Jacuzzi

Πραγματοποιήθηκε μελέτη υπολογισμού θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας της συγκεκριμένης πισίνας. Για να γίνει αυτό, η μελέτη στηρίχτηκε σε παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, μετεωρολογικών δεδομένων αλλά και τεχνικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής. Οι σταθεροί παράμετροι μεταφοράς θερμότητας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | |
|--|---------------------------|
| Μέση θερμοκρασία νερού περιβάλλοντος (T _w) | 294 [K] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα (h _{ce}) | 22 [W/m ² K] |
| Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας PVC καλύμματος (λ _κ) | 0,23 [W/m ² K] |
| Πάχος καλύμματος (d _κ) | 0,62 [m] |
| Θερμική αντίσταση καλύμματος (R _κ) | 2,39 [m ² K/W] |
| Συντελεστής συναγωγής νερού (h _w) | 72 [W/m ² K] |
| Λόγος ακτινοβολίας νερού (ε _v) | 0,96 |
| Λόγος ακτινοβολίας υλικού καλύμματος (ε _κ) | 0,58 |

Πίνακας 12.4.1.1 Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας

Εκτός από τους σταθερούς παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, χρειάστηκαν και οι μετεωρολογικοί παράμετροι. Με τη βοήθεια της μετεωρολογικής υπηρεσίας Κρήτης ΕΜΥ, οι μετεωρολογικοί παράμετροι υπολογισμού είναι οι ακόλουθοι :



| ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|----------------------------------|--------------|
| Επιθυμητή θερμοκρασία νερού (Θν) | 32,8 [°C] |
| Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (Uα) | 5,33 [m/sec] |

Πίνακας 12.4.1.2 Μετεωρολογικοί παράμετροι

Τέλος, οι γενικοί παράμετροι οι οποίοι προκύπτουν και από το τεχνικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής είναι τα παρακάτω :

| ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|--|---|
| Σταθερά Stefan-Boltzmann (σ) | $5,67 \cdot 10^{-8}$ [W/m ² K ⁴] |
| Συνολική επιφάνεια πισίνας (Επ) | 92,45 [m ²] |
| Έναρξη ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 09:00 |
| Πέρασ ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 15:30 |
| Ανώτατη θερμοκρασία στεγασμένου χώρου (Τχ) | 30,5 [°C] |

Πίνακας 12.4.1.3 Γενικοί παράμετροι

Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση, οι υπολογισμοί έγιναν για καθεμία ώρα του έτους, δηλαδή και τις 8760. Συνεπώς έχοντας όλους τους παραπάνω παραμέτρους υπολογίστηκε και ο ωριαίος συντελεστής ακτινοβολίας του νερού (hw) ως το γινόμενο του λόγου εκπομπής της ακτινοβολίας του νερού (εν), της σταθερά (σ) του Stefan Boltzmann αλλά και της μέσης ωριαίας θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Έπειτα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο υπολογίστηκε και ο συντελεστής ακτινοβολίας του καλύμματος (hr),δηλαδή ως το γινόμενο της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann, του λόγου εκπομπής του καλύμματος (εκ) της κολυμβητικής δεξαμενής αλλά και της μέσης θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο. Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο ολικός ωριαίος ετήσιος συντελεστής μετάβασης του νερού (Mw) μέσω του γινομένου του συντελεστή ακτινοβολίας (hre) του νερού αλλά και της σταθεράς παραμέτρου μεταφοράς θερμότητας του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce).

Με παρόμοιο τρόπο υπολογίστηκε και ο ωριαίος ετήσιος ολικός συντελεστής καλύμματος, δηλαδή ως το γινόμενο του συντελεστή ακτινοβολίας (hr) του καλύμματος αλλά και του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce). Έτσι έχοντας κάνει όλους τους παραπάνω ωριαίους υπολογισμούς υπολογίστηκε ο ωριαίος συντελεστής θερμοπερατότητας (U) με κάλυμμα. Ο τύπος υπολογισμού του είναι: $1/((1/\text{Ολικός συντελεστής θερμικής μετάβασης})+\text{Συντελεστής αντίστασης καλύμματος (Rk)}+(1/\text{Συντελεστής συναγωγής νερού (hw)}))$.

Τέλος, το τελευταίο μέγεθος το οποίο προσεγγίστηκε ωριαία είναι αυτό των φορτίων θέρμανσης. Για την εύρεση του, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής αλληλεξαρτώμενες παραδοχές :

- Αν η τιμή της διαφοράς της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη του μηδέν τότε η ωριαία τιμή του θα είναι μηδέν.
- Αν όμως είναι διάφορη του μηδέν, τότε αν η συγκεκριμένη ώρα πριν την έναρξη της ημερήσιας λειτουργίας της πισίνας αλλά ή και μετά το πέρας ημερήσιας λειτουργίας της τότε η τιμή των φορτίων θέρμανσης στη συγκεκριμένη η ώρα θα είναι το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του καλύμματος επί τη συνολική επιφάνεια της πισίνας (Επ) αλλά και επί τη διαφορά της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού (Θν) με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Κάνοντας αυτές της παραδοχές προσεγγίστηκαν αλλά και υπολογίστηκαν τα φορτία θέρμανσης για κάθε ώρα του έτος της συγκεκριμένης πισίνας. Η ετήσια κατανάλωση (Θκτ) της θερμικής ενέργειας



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

της πσίνας προέκυψε από το άθροισμα των ωριαίων τιμών των φορτίων θέρμανσης ενώ τα μέγιστα φορτία θέρμανσης προέκυψε από τη μέγιστη τιμή τους εντός του έτους. Συνεπώς στο παρακάτω πίνακα γίνονται ευδιάκριτοι οι παράμετροι που υπολογίστηκαν και τα συμπεράσματα που βγαίνουν.

| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ | |
|---|-------------|
| Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας πσίνας (Θκτ) | 3.441 [kWh] |
| Μέγιστα φορτία θέρμανσης (Φθ) | 0,797 [kW] |

Πίνακας 12.4.1.4 Συμπερασματικός πίνακας

12.4.1.1 Πρόταση βελτιστοποίησης υφιστάμενης κατάστασης

Έχοντας υπολογίσει τα θερμικά φορτία που απαιτεί η συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή κυρίως λόγω χρήσης λέβητα υγραερίου, έγινα υπολογισμοί για βελτίωση της. Όσον αφορά την υφιστάμενη κατάσταση υπολογίστηκε επιπλέον η απαιτούμενη ποσότητα υγραερίου θέρμανσης η αρχική θερμική ενέργεια αλλά και η πρωτογενής ενέργεια. Για τους υπολογισμούς των παραπάνω παραμέτρων, τα στοιχεία του καύσιμου υλικού αλλά του λέβητα θέρμανσης πάνω στα οποία στηρίχτηκαν όλα τα παραπάνω είναι τα εξής:

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΒΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ LPG | | |
|---|-------|----------|
| Θερμογόνος ικανότητα LPG (Μίγμα) | 6,61 | [kWh/lt] |
| Ετήσια κατανάλωση LPG (Έτος 2015) | 41,16 | [tn] |
| Αρχική ενέργεια LPG | 628,1 | [kWh] |
| Βαθμός απόδοσης λέβητα | 91 | [%] |
| Συντελεστής υπολογισμού πρωτογενούς ενέργειας LPG | 1,10 | |
| Εκπομπή ρύπων | 0,19 | [g/Kg] |

Πίνακας 12.4.1.1 Στοιχεία λέβητα και καύσιμου υλικού

Συνεπώς έχοντας τις παραπάνω παραμέτρους η υφιστάμενη κατάσταση για τη συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή είναι η εξής :

| ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ | | | | |
|---------------------------------|---|---|-------------------------------|---------------------------|
| ΟΝΟΜΑ ΠΣΙΝΑΣ | ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ [kWh] | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ [lt] | ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] | ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] |
| ΠΣΙΝΑ THALASSO | 3.441 | 572,003 | 3.780.941 | 4.159.035 |

Πίνακας 12.4.1.2 Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Έχοντας προτείνει αντικατάσταση του ήδη υπάρχον λέβητα με λέβητα βιομάζας πέλλετ, τα στοιχεία του λέβητα βιομάζας αλλά και του καύσιμου υλικού που διαθέτει είναι τα εξής :

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΒΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΕΛΛΕΤ | | |
|--|-------|----------|
| Θερμογόνος ικανότητα πέλλετ | 5,81 | [kWh/lt] |
| Πιθανή ετήσια κατανάλωση πέλλετ (ίδιο με υφιστάμενη κατάσταση) | 41,16 | [tn] |
| Βαθμός απόδοσης λέβητα | 89 | [%] |
| Συντελεστής υπολογισμού πρωτογενούς ενέργειας πέλλετ | 1,10 | |
| Εκπομπή ρύπων | 0,20 | [g/Kg] |

Πίνακας 12.4.1.3 Στοιχεία λέβητα και καύσιμου υλικού

Επομένως έχοντας προτείνει τις παραπάνω παραμέτρους η υφιστάμενη κατάσταση για τη συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή θα προκύπτουν ως εξής :

| ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ | | | | |
|--|--|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| ΟΝΟΜΑ ΠΙΣΙΝΑΣ | ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ [kWh] | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΕΛΛΕΤ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ [lt] | ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] | ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] |
| ΠΙΣΙΝΑ THALASSO | 3.441 | 567,841 | 3.299.156 | 3.629.072 |

Πίνακας 12.4.1.5 Γενικοί παράμετροι

Τέλος, ο παρακάτω συγκεντρωτικός πίνακας δείχνει γιατί η εξοικονόμηση αυτή μπορεί να προκύψει συμφέρουσα για την επιχείρηση τόσο οικονομικά όσο και ενεργειακά.

| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ | | | | | | | |
|---|---|--|---|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| | Πριν τις παρεμβάσεις με λέβητα LPG | Μετά τις παρεμβάσεις με λέβητα πέλλετ | Τρέχουσα μονάδα μεγέθους εξοικονόμησης | Ποσοστιαία εξοικονόμηση | Τιμή LPG (=0,40[€]) | Τιμή πέλλετ (=0,16[€]) | Ποσοστιαία |
| Ετήσια ζήτηση τελικής ενέργειας θέρμανσης [kWh] | 3.441 | 3.441 | 0,0 | 0,0 | - | - | - |
| Ετήσια | 3.780.941 | 3.299.156 | 481.785 | 12.74 | - | - | - |



| | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|---------|-------|-----------|---------|-------|
| Ζήτηση αρχικής ενέργειας θέρμανσης [kWh] | | | | | | | |
| Ετήσια κατανάλωση καυσίμου θέρμανσης [It] | 572,003 | 567,841 | 4,16 | 0,73 | 228.801 | 90.855 | 60,29 |
| Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καυσίμων [kWh] | 4.159.035 | 3.629.071 | 529.964 | 12.74 | 1.663.614 | 580.651 | 65,10 |

Πίνακας 12.3.1.3 Συγκεντρωτικός πίνακας

Το συμπέρασμα που βγαίνει είναι πως η προτεινόμενη κατάσταση ίσως να υστερεί λίγο σε απόδοση συστήματος όμως οικονομικά είναι πιο συμφέρουσα καθώς υπάρχει μείωση στο 60,29[%] της τιμής αγοράς της καύσιμης ύλης αλλά και ένα μεγάλο ποσοστό στην ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καυσίμου και αυτό λόγω της μείωσης στη τιμή καυσίμου.

12.5 Επιθυμητές θερμοκρασίες και δοσοληψίες δεξαμενών Aegeo Spa

Σε όλες τις πισίνες του spa, δυο φορές το μήνα γίνεται προσθήκη ειδικού χημικού φαρμάκου για τη καταπολέμηση της λεγαιονέλας και επί καθημερινής βάσης ρύθμιση των δοσομετρικών χλωρίου – καυστικής σόδας για τη καταπολέμηση βακτηρίων και επικίνδυνων μικροοργανισμών για το ανθρώπινο σώμα. Η ποσότητα του χλωρίου και της καυστικής σόδας για τη ρύθμιση του χλωρίου και του pH της εκάστοτε πισίνας εξαρτάται από την επιφάνεια και τα κυβικά νερού που διαθέτει. Όλες οι πισίνες επιβάλλεται από το νόμο να έχουν pH από 7,0-7,2 και χλώριο από 0,8-1,2.

Τέλος το spa διαθέτει αδειοδότηση από το κράτος για θερμοκρασίες πισινών εσωτερικού χώρου πάνω από 25 βαθμούς Celsius. Το υψηλό Jacuzzi παίρνει θερμοκρασίες από 31,8-33,1 [°C], το χαμηλό από 32,2-32,4[°C], η πισίνα γυμναστηρίου από 28,6-29,5 [°C], και η πισίνα Thalasso από 32,2 μέχρι 34,7 [°C]

12.6 Αρχή λειτουργίας πισινών ξενοδοχείου

Η ξενοδοχειακή διαθέτει 3 πισίνες κλειστού χώρου, 8 πισίνες μικρές για τα εξωτερικά Bungalows δωμάτια, αλλά και μία εξωτερική κλειστή θερμαινόμενη. Συγκεκριμένα, για να θερμανθεί η κολυμβητική δεξαμενή αυτή, λειτουργεί σε συνεργασία με το ηλιακό πεδίο, τους λέβητες του μηχανοστασίου του ξενοδοχείου αλλά και την αντλία θερμότητας. Οι κολυμβητικές δεξαμενές που διαθέτει είναι οι εξής :

- Πισίνα Polo
- Πισίνα Κεντρική
- Πισίνα Relax
- Πισίνα Θερμαινόμενη
- 7 πισίνες μικρών διαστάσεων των Bangalows



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

12.6.1 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά πισίνας Πόλο

Πρόκειται για τη δεύτερη μεγαλύτερη κολυμβητική δεξαμενή του ξενοδοχείου αλλά και αυτή που συγκεντρώνει τον μεγαλύτερο αριθμητικά κόσμο. Επομένως είναι μια κολυμβητική δεξαμενή με συνεχής καθαρισμούς φίλτρων αλλά και χημικών καθαρισμών. Η πισίνα αυτή διαθέτει συνολική επιφάνεια πισίνας 335 [m²], ελάχιστο βάθος 1,2 [m], μέγιστο βάθος 4,5 [m] και όγκο νερού 500 [m³].

Συγκεκριμένα δε διαθέτει κάλυμμα πισινών καθώς είναι με πλακάκι με αρμούς. Έχει έξι φίλτρα άμμου, εκ των οποίων τα τρία είναι εφεδρικά, τρεις δοσομετρικές για ρύθμιση pH χλωρίου και έξι αντλίες μοντέλου TIPO KP300T ονομαστικής ισχύος 2,5 [kW] εκ των οποίων οι τρεις είναι εφεδρικές. Είναι εξωτερικού χώρου και δεν έχει υπερχειλίση. Τέλος διαθέτει 10 [W] αδιάβροχες λάμπες εντός της. Κατά τη λειτουργία της οι αντλίες τραβάν νερό είτε από τα στόμια του πάτου είτε από τα επίτοιχα ακροφύσια εντός της πισίνας.

Αφού τραβήξουν το νερό, το μεταφέρουν στο αντίστοιχο φίλτρο με το οποίο «συνεργάζονται» για την απαιτούμενη φίλτρανση και απολύμανσή του. Παράλληλα χειροκίνητα ανοίγεται η βάνα αποχέτευσης η οποία είναι κοινή με την κεντρική εγκατάσταση αποχέτευσης του ξενοδοχείου Έπειτα το νερό μεταφέρεται μέσω των σωληνώσεων PVC του μηχανοστασίου στα στόμια της πισίνας όπου και εξέρχεται εντός αυτής. Τέλος το δίκτυο αποχέτευσης είναι κοινό με το δίκτυο αποχέτευσης του ξενοδοχείου.



Πίνακας 12.6.1.1 Πισίνα Πόλο ξενοδοχείου

12.6.1.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών, κατανάλωσης θερμικής ενέργειας και ηλιακών κερδών πισίνας Πόλο

Στη συγκεκριμένη ανοιχτή κολυμβητική δεξαμενή, πραγματοποιήθηκε μελέτη υπολογισμού θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας σε περίπτωση τόσο που επιθυμεί το ξενοδοχείο να τη θερμάνει όσο και τα ηλιακά κέρδη που αποκομίζει. Για να γίνει αυτό, η μελέτη στηρίχτηκε σε



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, μετεωρολογικών δεδομένων αλλά και τεχνικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής. Οι σταθεροί παράμετροι μεταφοράς θερμότητας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | |
|---|--------------------------|
| Μέση θερμοκρασία νερού περιβάλλοντος (Tw) | 294 [K] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα (hce) | 20 [W/m ² K] |
| Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας καλύμματος (λκ) | 0,0 [W/m ² K] |
| Πάχος καλύμματος (dk) | 0,0[m] |
| Θερμική αντίσταση καλύμματος (Rk) | 0,0 [m ² K/W] |
| Συντελεστής αγωγιμότητας νερού (hw) | 25 [W/m ² K] |
| Λόγος ακτινοβολίας νερού (εν) | 0,96 |
| Λόγος ακτινοβολίας υλικού καλύμματος (εκ) | 0,0 |

Πίνακας 12.6.1.1.1 Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας

Εκτός από τους σταθερούς παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, χρειάστηκαν και οι μετεωρολογικοί παράμετροι. Με τη βοήθεια της μετεωρολογικής υπηρεσίας Κρήτης EMY, οι μετεωρολογικοί παράμετροι υπολογισμού είναι οι ακόλουθοι :

| ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|----------------------------------|--------------|
| Επιθυμητή θερμοκρασία νερού (Θv) | >25,2 [°C] |
| Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (Ua) | 5,33 [m/sec] |

Πίνακας 12.6.1.1.2 Γενικοί παράμετροι

Τέλος, οι γενικοί παράμετροι οι οποίοι προκύπτουν και από το τεχνικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής είναι τα παρακάτω :

| ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|--------------------------------------|---|
| Σταθερά Stefan-Boltzmann (σ) | 5,67 ⁻⁸ [W/m ² K ⁴] |
| Συνολική επιφάνεια πισίνας (Eπ) | 335,1 [m ²] |
| Έναρξη ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 09:00 |
| Πέρασ ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 21:00 |

Πίνακας 12.6.1.1.3 Γενικοί παράμετροι

Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση, οι υπολογισμοί έγιναν για καθεμία ώρα του έτους, δηλαδή και τις 8760. Συνεπώς έχοντας όλους τους παραπάνω παραμέτρους υπολογίστηκε και ο ωριαίος συντελεστής ακτινοβολίας του νερού (hw) ως το γινόμενο του λόγου εκπομπής της ακτινοβολίας του νερού (εν), της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann αλλά και της μέσης ωριαίας θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο. Έπειτα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο υπολογίστηκε και ο συντελεστής ακτινοβολίας του καλύμματος (hr), δηλαδή ως το γινόμενο της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann, του λόγου εκπομπής του καλύμματος (εκ) της κολυμβητικής δεξαμενής αλλά και της μέσης θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο ολικός ωριαίος συντελεστής μετάβασης του νερού (Mw) μέσω του γινομένου του συντελεστή ακτινοβολίας (hce) του νερού αλλά και της σταθεράς παραμέτρου μεταφοράς θερμότητας του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce). Με παρόμοιο τρόπο υπολογίστηκε και ο ωριαίος ετήσιος ολικός συντελεστής καλύμματος, δηλαδή ως το γινόμενο του συντελεστή



ακτινοβολίας (h_r) του καλύμματος αλλά και του συντελεστή συναγωγής αέρα (h_{ce}). Έτσι έχοντας κάνει όλους τους παραπάνω ωριαίους υπολογισμούς υπολογίστηκε ο ωριαίος συντελεστής θερμοπερατότητας (U) ίσος με τον ολικό συντελεστή θερμικής μετάβασης του νερού καθώς η πισίνα δεν αποτελείται από κάποιο κάλυμμα.

Τέλος, το τελευταίο μέγεθος το οποίο προσεγγίστηκε ωριαία είναι αυτό των φορτίων θέρμανσης. Για την εύρεση του, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής αλληλεξαρτώμενες παραδοχές :

- Αν η τιμή της διαφοράς της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη του μηδέν τότε η ωριαία τιμή του θα είναι μηδέν.
- Αν όμως είναι διάφορη του μηδέν, τότε αν η συγκεκριμένη ώρα πριν την έναρξη της ημερήσιας λειτουργίας της πισίνας αλλά ή και μετά το πέρας ημερήσιας λειτουργίας της τότε η τιμή των φορτίων θέρμανσης στη συγκεκριμένη η ώρα θα είναι το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του καλύμματος επί τη συνολική επιφάνεια της πισίνας (E_p) αλλά και επί τη διαφορά της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού (Θ_n) με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Κάνοντας αυτές της παραδοχές προσεγγίστηκαν αλλά και υπολογίστηκαν τα φορτία θέρμανσης για κάθε ώρα του έτος της συγκεκριμένης πισίνας σε περίπτωση που η ξενοδοχειακή μονάδα θελήσει να τη θερμάνει. Η ετήσια κατανάλωση ($\Theta_{κτ}$) της θερμικής ενέργειας της πισίνας προέκυψε από το άθροισμα των ωριαίων τιμών των φορτίων θέρμανσης ενώ τα μέγιστα φορτία θέρμανσης προέκυψε από τη μέγιστη τιμή τους εντός του έτους. Συνεπώς στο παρακάτω πίνακα γίνονται ευδιάκριτοι οι παράμετροι που υπολογίστηκαν και τα συμπεράσματα που βγαίνουν.

| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ | |
|--|---------------|
| Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας πισίνας ($\Theta_{κτ}$) | 371.161 [kWh] |
| Μέγιστα φορτία θέρμανσης (Φ_{θ}) | 146,05 [kW] |

Πίνακας 12.6.1.1.4 Γενικοί παράμετροι

Τέλος, για τη συγκεκριμένη πισίνα υπολογίστηκαν και τα ηλιακά κέρδη μέσω του Ηλίου, η μέγιστη ετήσια ισχύς τους αλλά και τα κέρδη ανά περίοδο λειτουργίας. Οι παράμετροι με τα αποτελέσματα τους γίνονται ευδιάκριτοι στο παρακάτω πίνακα :

| ΗΛΙΑΚΑ ΚΕΡΔΗ ΠΙΣΙΝΑΣ ΠΟΛΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | |
|--|-------------|
| Μέγιστη ετήσια ισχύς ηλιακών κερδών | 1018,0 [kW] |
| Μέγιστη χειμερινή ισχύς ηλιακών κερδών | 992,2 [kW] |
| Μέγιστη θερινή ισχύς ηλιακών κερδών | 1018,0 [kW] |
| Μέση τιμή ετήσιας ισχύος ηλιακών κερδών | 304,1 [kW] |

Πίνακας 12.6.1.1.5 Γενικοί παράμετροι

12.6.2 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά κεντρικής πισίνας

Είναι η μεγαλύτερη από όλες τις κολυμβητικές δεξαμενές [που υπάρχουν στο ξενοδοχείο αλλά και στο Aegeo Spa. Χρησιμοποιείται για χαλάρωση καθώς είναι εγκατεστημένο και μπαρ αναψυχής στο χώρο της, αλλά και για ασκήσεις με μπάλες από τους γυμναστές του ξενοδοχείου. Η κεντρική πισίνα αυτή διαθέτει συνολική επιφάνεια πισίνας 510 [m^2], ελάχιστο βάθος 0,8 [m], μέγιστο βάθος 4,3 [m] και όγκο νερού 680 [m^3].

Δεν αποτελείται από κάλυμμα πισινών καθώς είναι με πλακάκι με αρμούς, έχει όμως έξι φίλτρα άμμου, εκ των οποίων τα τρία είναι εφεδρικά, τρεις δοσομετρικές για ρύθμιση pH χλωρίου και έξι αντλίες μοντέλου TIPO KP300T ονομαστικής ισχύος 2,5 [kW] εκ των οποίων οι τρεις είναι



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

εφεδρικές. Η πισίνα αυτή μιας και είναι εξωτερικού χώρου, δεν διαθέτει υπερχειλίση, διαθέτει όμως 20 [W] αδιάβροχες λάμπες εντός της.

Όσον αφορά τη λειτουργία της, οι αντλίες τραβάν νερό είτε από τα στόμια του πάτου είτε από τα επίτοιχα ακροφύσια εντός της πισίνας. Αφού τραβήξουν το νερό, το μεταφέρουν στο αντίστοιχο φίλτρο με το οποίο «συνεργάζονται» για την απαιτούμενη φίλτρανση και απολύμανσή του. Παράλληλα χειροκίνητα ανοίγεται η βάνα αποχέτευσης η οποία είναι κοινή με την κεντρική εγκατάσταση αποχέτευσης του ξενοδοχείου. Έπειτα το νερό μεταφέρεται μέσω των σωληνώσεων PVC του μηχανοστασίου στα στόμια της πισίνας όπου και εξέρχεται εντός αυτής. Τέλος το δίκτυο αποχέτευσης είναι κοινό με το δίκτυο αποχέτευσης του ξενοδοχείου.



Εικόνα 12.6.2.1 Κεντρική κολυμβητική δεξαμενή ξενοδοχείου

12.6.2.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών, κατανάλωσης θερμικής ενέργειας και ηλιακών κερδών κεντρικής πισίνας

Στη συγκεκριμένη ανοιχτή κολυμβητική δεξαμενή, πραγματοποιήθηκε μελέτη υπολογισμού θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας σε περίπτωση τόσο που επιθυμεί το ξενοδοχείο να τη θερμάνει όσο και τα ηλιακά κέρδη που αποκομίζει. Για να γίνει αυτό, η μελέτη στηρίχτηκε σε παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, μετεωρολογικών δεδομένων αλλά και τεχνικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής. Οι σταθεροί παράμετροι μεταφοράς θερμότητας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | |
|--|--------------------------|
| Μέση θερμοκρασία νερού περιβάλλοντος (T _w) | 294 [K] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα (h _{ce}) | 20 [W/m ² K] |
| Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας καλύμματος (λ _κ) | 0,0 [W/m ² K] |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|---|------------------|
| Πάχος καλύμματος (d_k) | 0,0[m] |
| Θερμική αντίσταση καλύμματος (R_k) | 0,0 [m^2K/W] |
| Συντελεστής αγωγιμότητας νερού (h_w) | 25 [W/m^2K] |
| Λόγος ακτινοβολίας νερού (ϵ_n) | 0,96 |
| Λόγος ακτινοβολίας υλικού καλύμματος (ϵ_k) | 0,58 |

Εικόνα 12.6.2.1.1 Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας

Εκτός από τους σταθερούς παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, χρειάστηκαν και οι μετεωρολογικοί παράμετροι. Με τη βοήθεια της μετεωρολογικής υπηρεσίας Κρήτης ΕΜΥ, οι μετεωρολογικοί παράμετροι υπολογισμού είναι οι ακόλουθοι :

| ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|--|-----------------------|
| Επιθυμητή θερμοκρασία νερού (Θ_n) | >25,2 [$^{\circ}C$] |
| Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (U_a) | 5,33 [m/sec] |

Εικόνα 12.6.2.1.2 Μετεωρολογικοί παράμετροι

Τέλος, οι γενικοί παράμετροι οι οποίοι προκύπτουν και από τα τεχνικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής είναι τα παρακάτω :

| ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Σταθερά Stefan-Boltzmann (σ) | $5,67 \cdot 10^{-8}$ [W/m^2K^4] |
| Συνολική επιφάνεια πισίνας (E_p) | 335,1 [m^2] |
| Έναρξη ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 09:00 |
| Πέρασμα ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 21:00 |

Εικόνα 12.6.2.1.3 Γενικοί παράμετροι

Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση, οι υπολογισμοί έγιναν για καθεμία ώρα του έτους, δηλαδή και τις 8760. Συνεπώς έχοντας όλους τους παραπάνω παραμέτρους υπολογίστηκε και ο ωριαίος συντελεστής ακτινοβολίας του νερού (h_w) ως το γινόμενο του λόγου εκπομπής της ακτινοβολίας του νερού (ϵ_n), της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann αλλά και της μέσης ωριαίας θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Έπειτα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο υπολογίστηκε και ο συντελεστής ακτινοβολίας του καλύμματος (h_k), δηλαδή ως το γινόμενο της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann, του λόγου εκπομπής του καλύμματος (ϵ_k) της κολυμβητικής δεξαμενής αλλά και της μέσης θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο ολικός ωριαίος συντελεστής μετάβασης του νερού (M_w) μέσω του γινομένου του συντελεστή ακτινοβολίας (h_{re}) του νερού αλλά και της σταθεράς παραμέτρου μεταφοράς θερμότητας του συντελεστή συναγωγής αέρα (h_{ce}). Με παρόμοιο τρόπο υπολογίστηκε και ο ωριαίος ετήσιος ολικός συντελεστής καλύμματος, δηλαδή ως το γινόμενο του συντελεστή ακτινοβολίας (h_r) του καλύμματος αλλά και του συντελεστή συναγωγής αέρα (h_{ce}).

Έτσι έχοντας κάνει όλους τους παραπάνω ωριαίους υπολογισμούς υπολογίστηκε ο ωριαίος συντελεστής θερμοπερατότητας (U) ίσος με τον ολικό συντελεστή θερμικής μετάβασης του νερού καθώς η πισίνα δεν αποτελείται από κάποιο κάλυμμα.

Τέλος, το τελευταίο μέγεθος το οποίο προσεγγίστηκε ωριαία είναι αυτό των φορτίων θέρμανσης. Για την εύρεση του, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής αλληλεξαρτώμενες παραδοχές :



- Αν η τιμή της διαφοράς της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη του μηδέν τότε η ωριαία τιμή του θα είναι μηδέν.
- Αν όμως είναι διάφορη του μηδέν, τότε αν η συγκεκριμένη ώρα πριν την έναρξη της ημερήσιας λειτουργίας της πισίνας αλλά ή και μετά το πέρας ημερήσιας λειτουργίας της τότε η τιμή των φορτίων θέρμανσης στη συγκεκριμένη η ώρα θα είναι το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του καλύμματος επί τη συνολική επιφάνεια της πισίνας (Επ) αλλά και επί τη διαφορά της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού (Θν) με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Κάνοντας αυτές της παραδοχές προσεγγίστηκαν αλλά και υπολογίστηκαν τα φορτία θέρμανσης για κάθε ώρα του έτος της συγκεκριμένης πισίνας σε περίπτωση που η ξενοδοχειακή μονάδα θελήσει να τη θερμάνει. Η ετήσια κατανάλωση (Θκτ) της θερμικής ενέργειας της πισίνας προέκυψε από το άθροισμα των ωριαίων τιμών των φορτίων θέρμανσης ενώ τα μέγιστα φορτία θέρμανσης προέκυψε από τη μέγιστη τιμή τους εντός του έτους. Συνεπώς στο παρακάτω πίνακα γίνονται ευδιάκριτοι οι παράμετροι που υπολογίστηκαν και τα συμπεράσματα που βγαίνουν.

| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ | |
|--|---------------|
| Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας πισίνας (Θκτ) | 371.161 [kWh] |
| Μέγιστα φορτία θέρμανσης (Φθ) | 146,05 [kW] |

Εικόνα 12.6.2.1.4 Συμπερασματικός πίνακας

Τέλος, για τη συγκεκριμένη πισίνα υπολογίστηκαν και τα ηλιακά κέρδη μέσω του Ηλίου, η μέγιστη ετήσια ισχύς τους αλλά και τα κέρδη ανά περίοδο λειτουργίας. Οι παράμετροι με τα αποτελέσματα τους γίνονται ευδιάκριτοι στο παρακάτω πίνακα :

| ΗΛΙΑΚΑ ΚΕΡΔΗ ΠΙΣΙΝΑΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | |
|--|-------------|
| Μέγιστη ετήσια ισχύς ηλιακών κερδών | 1018,0 [kW] |
| Μέγιστη χειμερινή ισχύς ηλιακών κερδών | 992,2 [kW] |
| Μέγιστη θερινή ισχύς ηλιακών κερδών | 1018,0 [kW] |
| Μέση τιμή ετήσιας ισχύος ηλιακών κερδών | 304,1 [kW] |

Εικόνα 12.6.2.1.5 Ηλιακά κέρδη πισίνας

12.6.3 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά πισίνας Relax

Στη κολυμβητική δεξαμενή αυτή συνήθως ο κόσμος που φιλοξενεί το ξενοδοχείο χαλαρώνει, διαβάζοντας βιβλία ή ξαπλώνοντας. Πρόκειται για τη μόνη κολυμβητική δεξαμενή που μένει ανοιχτή μέχρι τις 10 το βράδυ. Η πισίνα αυτή διαθέτει συνολική επιφάνεια πισίνας 250 [m²], ελάχιστο βάθος 0,5 [m], μέγιστο βάθος 3,7 [m] και όγκο νερού 350 [m³]. Δεν διαθέτει κάλυμμα πισινών καθώς είναι με πλακάκι με αρμούς έχει όμως τρία φίλτρα άμμου, εκ των οποίων το ένα είναι εφεδρικό, τρεις δοσομετρικές για ρύθμιση pH χλωρίου και τρεις αντλίες μοντέλου TIPO KP300T ονομαστικής ισχύος 2,5 [kW] εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική. Η πισίνα αυτή είναι εξωτερικού χώρου και διαθέτει υπερχειλίση. Τέλος διαθέτει 15 [W] αδιάβροχες λάμπες εντός της.

Όσον αφορά τη λειτουργία της, οι αντλίες τραβάν νερό είτε από τα στόμια του πάτου είτε από τα επίτοιχα ακροφύσια εντός της πισίνας. Αφού τραβήξουν το νερό, το μεταφέρουν στο αντίστοιχο φίλτρο με το οποίο «συνεργάζονται» για την απαιτούμενη φίλτρανση και απολύμανσή του. Παράλληλα χειροκίνητα ανοίγεται η βάνα αποχέτευσης η οποία είναι κοινή με την κεντρική



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

εγκατάσταση αποχέτευσης του ξενοδοχείου. Έπειτα το νερό μεταφέρεται μέσω των σωληνώσεων PVC του μηχανοστασίου στα στόμια της πισίνας όπου και εξέρχεται εντός αυτής. Τέλος το δίκτυο αποχέτευσης είναι κοινό με το δίκτυο αποχέτευσης του ξενοδοχείου.



Εικόνα 12.6.3.1 Κολυμβητική δεξαμενή Relax ξενοδοχείου

12.6.3.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών, κατανάλωσης θερμικής ενέργειας και ηλιακών κερδών πισίνας Relax

Στη συγκεκριμένη ανοιχτή κολυμβητική δεξαμενή, πραγματοποιήθηκε μελέτη υπολογισμού θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας σε περίπτωση τόσο που επιθυμεί το ξενοδοχείο να τη θερμάνει όσο και τα ηλιακά κέρδη που αποκομίζει. Για να γίνει αυτό, η μελέτη στηρίχτηκε σε παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, μετεωρολογικών δεδομένων αλλά και τεχνικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής. Οι σταθεροί παράμετροι μεταφοράς θερμότητας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | |
|--|--------------------------|
| Μέση θερμοκρασία νερού περιβάλλοντος (T _w) | 294 [K] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα (h _{ce}) | 20 [W/m ² K] |
| Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας καλύμματος (λ _κ) | 0,0 [W/m ² K] |
| Πάχος καλύμματος (d _κ) | 0,0[m] |
| Θερμική αντίσταση καλύμματος (R _κ) | 0,0 [m ² K/W] |
| Συντελεστής αγωγιμότητας νερού (h _w) | 25 [W/m ² K] |
| Λόγος ακτινοβολίας νερού (ε _v) | 0,96 |
| Λόγος ακτινοβολίας υλικού καλύμματος (ε _κ) | 0,0 |

Πίνακας 12.6.3.1.1 Κεντρική κολυμβητική δεξαμενή ξενοδοχείου



Εκτός από τους σταθερούς παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, χρειάστηκαν και οι μετεωρολογικοί παράμετροι. Με τη βοήθεια της μετεωρολογικής υπηρεσίας Κρήτης ΕΜΥ, οι μετεωρολογικοί παράμετροι υπολογισμού είναι οι ακόλουθοι :

| ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|----------------------------------|--------------|
| Επιθυμητή θερμοκρασία νερού (Θν) | >25,2 [°C] |
| Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (Uα) | 5,33 [m/sec] |

Πίνακας 12.6.3.1.2 Μετεωρολογικοί παράμετροι

Τέλος, οι γενικοί παράμετροι οι οποίοι προκύπτουν και από το τεχνικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής είναι τα παρακάτω :

| ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|--------------------------------------|---|
| Σταθερά Stefan-Boltzmann (σ) | $5,67 \cdot 10^{-8}$ [W/m ² K ⁴] |
| Συνολική επιφάνεια πισίνας (Επ) | 250,0 [m ²] |
| Έναρξη ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 09:00 |
| Πέρασ ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 18:00 |

Πίνακας 12.6.3.1.3 Γενικοί παράμετροι

Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση, οι υπολογισμοί έγιναν για καθεμία ώρα του έτους, δηλαδή και τις 8760. Συνεπώς έχοντας όλους τους παραπάνω παραμέτρους υπολογίστηκε και ο ωριαίος συντελεστής ακτινοβολίας του νερού (hw) ως το γινόμενο του λόγου εκπομπής της ακτινοβολίας του νερού (εν), της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann αλλά και της μέσης ωριαίας θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Έπειτα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο υπολογίστηκε και ο συντελεστής ακτινοβολίας του καλύμματος (hr), δηλαδή ως το γινόμενο της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann, του λόγου εκπομπής του καλύμματος (εκ) της κολυμβητικής δεξαμενής αλλά και της μέσης θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο ολικός ωριαίος συντελεστής μετάβασης του νερού (Mw) μέσω του γινομένου του συντελεστή ακτινοβολίας (hre) του νερού αλλά και της σταθεράς παραμέτρου μεταφοράς θερμότητας του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce). Με παρόμοιο τρόπο υπολογίστηκε και ο ωριαίος ετήσιος ολικός συντελεστής καλύμματος, δηλαδή ως το γινόμενο του συντελεστή ακτινοβολίας (hr) του καλύμματος αλλά και του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce).

Έτσι έχοντας κάνει όλους τους παραπάνω ωριαίους υπολογισμούς υπολογίστηκε ο ωριαίος συντελεστής θερμοπερατότητας (U) ίσος με τον ολικό συντελεστή θερμικής μετάβασης του νερού καθώς η πισίνα δεν αποτελείται από κάποιο κάλυμμα.

Τέλος, το τελευταίο μέγεθος το οποίο προσεγγίστηκε ωριαία είναι αυτό των φορτίων θέρμανσης. Για την εύρεση του, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής αλληλεξαρτώμενες παραδοχές :

- Αν η τιμή της διαφοράς της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη του μηδέν τότε η ωριαία τιμή του θα είναι μηδέν.
- Αν όμως είναι διάφορη του μηδέν, τότε αν η συγκεκριμένη ώρα πριν την έναρξη της ημερήσιας λειτουργίας της πισίνας αλλά ή και μετά το πέρας ημερήσιας λειτουργίας της τότε η τιμή των φορτίων θέρμανσης στη συγκεκριμένη η ώρα θα είναι το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του καλύμματος επί τη συνολική επιφάνεια της πισίνας (Επ) αλλά και επί τη διαφορά της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού (Θν) με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.



Κάνοντας αυτές της παραδοχές προσεγγίστηκαν αλλά και υπολογίστηκαν τα φορτία θέρμανσης για κάθε ώρα του έτος της συγκεκριμένης πισίνας σε περίπτωση που η ξενοδοχειακή μονάδα θελήσει να τη θερμάνει. Η ετήσια κατανάλωση (Θκτ) της θερμικής ενέργειας της πισίνας προέκυψε από το άθροισμα των ωριαίων τιμών των φορτίων θέρμανσης ενώ τα μέγιστα φορτία θέρμανσης προέκυψε από τη μέγιστη τιμή τους εντός του έτους. Συνεπώς στο παρακάτω πίνακα γίνοντα ευδιάκριτοι οι παράμετροι που υπολογίστηκαν και τα συμπεράσματα που βγαίνουν.

| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ | |
|--|---------------|
| Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας πισίνας (Θκτ) | 267.627 [kWh] |
| Μέγιστα φορτία θέρμανσης (Φθ) | 107,922 [kW] |

Πίνακας 12.6.3.1.4 Γενικοί παράμετροι

Τέλος, για τη συγκεκριμένη πισίνα υπολογίστηκαν και τα ηλιακά κέρδη μέσω του Ηλίου ,η μέγιστη ετήσια ισχύς τους αλλά και τα κέρδη ανά περίοδο λειτουργίας. Οι παράμετροι με τα αποτελέσματα τους γίνονται ευδιάκριτοι στο παρακάτω πίνακα :

| ΗΛΙΑΚΑ ΚΕΡΔΗ ΠΙΣΙΝΑΣ RELAX ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | |
|---|-------------|
| Μέγιστη ετήσια ισχύς ηλιακών κερδών | 1018,0 [kW] |
| Μέγιστη χειμερινή ισχύς ηλιακών κερδών | 992,2 [kW] |
| Μέγιστη θερινή ισχύς ηλιακών κερδών | 1018,0 [kW] |
| Μέση τιμή ετήσιας ισχύος ηλιακών κερδών | 304,1 [kW] |

Πίνακας 12.6.3.1.5 Γενικοί παράμετροι

12.6.4 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά θερμαινόμενης πισίνας

Η μόνη πισίνα του ξενοδοχείου η οποία έχει θερμαινόμενο νερό. Αυτό επιτυγχάνεται χάρις το ηλιακό πεδίο ή τους λέβητες και την αντλία θερμότητας σε ειδικές περιπτώσεις. Ένας εναλλάκτης λειτουργεί σε συνεργασία με αυτούς τους τρόπους θέρμανσης της και έτσι επιτυγχάνεται η διαδικασία. Η θερμαινόμενη πισίνα αυτή, διαθέτει συνολική επιφάνεια πισίνας 68 m², ελάχιστο βάθος 1,25 m, μέγιστο βάθος 3,2 m και όγκο νερού 80,2 m³.

Επίσης έχει εγκατεστημένους εσωτερικούς υποβρύχιους λαμπτήρες ονομαστικής ισχύος 15 [W], δύο φίλτρα άνθρακα 2000 λίτρων, έναν εναλλάκτη θερμότητας αντιρροής μοντέλου KONOR 75 ORW των 645[kW] και τρεις αντλίες μοντέλου ΤΙΡΟ ΚΡ300Τ ονομαστικής ισχύος 2,5 [kW] εκ των οποίων η μια εφεδρική. Επίσης διαθέτει στόμια υπερχειλίσσης και δεξαμενή πλήρωσης τα οποία όμως είναι εκτός λειτουργίας. Η πισίνα αυτή διαθέτει και κάλυμμα πισινών μεμβράνης PVC.

Όσον αφορά τη λειτουργία της, οι αντλίες τραβάν νερό είτε από τα επίτοιχα στόμια εντός της πισίνας είτε από το πάτο της πισίνας για ασφάλεια και το μεταφέρουν στο εσωτερικό των φίλτρων άνθρακα όπου και χειροκίνητα απολυμαίνονται και καθαρίζεται. Έπειτα από αυτό το στάδιο το νερό μεταφέρεται στον εναλλάκτη θερμότητας αντιρροής για να φθάσει την επιθυμητή θερμοκρασία των 27 βαθμών Celsius. Αφού γίνει και αυτό, μέσω των σωληνώσεων PVC του μηχανοστασίου εκκρίνεται μέσω των ακροφυσίων της πισίνας εντός αυτής. Η πισίνα αυτή είναι εσωτερικού τύπου και για υποβοήθεια του λέβητα και του εναλλάκτη αλλά και για μείωση της επικείμενης κατανάλωσης ρεύματος είναι περιμετρικά χτισμένη με ειδικούς απορροφητικούς καθρέφτες-τζάμια. Έτσι εκμεταλλεύεται μέσω της ηλιακής απορροφητικότητας του υλικού των τζαμιών την θερμότητα της ολικής πρόσπτωσης των ακτινών του ήλιου για θέρμανσή της. Συνεπώς τα ηλιακά κέρδη μέσω της ανανεώσιμης πηγής του ήλιου γίνεται εύκολα εκμεταλλεύσιμα. Τέλος το δίκτυο αποχέτευσης είναι κοινό με το δίκτυο αποχέτευσης του ξενοδοχείου.



Εικόνα 12.6.4.1 Θερμαινόμενη κολυμβητική δεξαμενή ξενοδοχείου

12.6.4.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας θερμαινόμενης πισίνας

Πραγματοποιήθηκε μελέτη υπολογισμού θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας της συγκεκριμένης πισίνας. Για να γίνει αυτό, η μελέτη στηρίχτηκε σε παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, μετεωρολογικών δεδομένων αλλά και τεχνικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής. Οι σταθεροί παράμετροι μεταφοράς θερμότητας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | |
|--|---------------------------|
| Μέση θερμοκρασία νερού περιβάλλοντος (T_w) | 294 [K] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα (h_{ce}) | 22 [W/m ² K] |
| Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας PVC καλύμματος (λ_k) | 0,23 [W/m ² K] |
| Πάχος καλύμματος (d_k) | 0,75 [m] |
| Θερμική αντίσταση καλύμματος (R_k) | 3,26 [m ² K/W] |
| Συντελεστής αγωγιμότητας νερού (h_w) | 72 [W/m ² K] |
| Λόγος ακτινοβολίας νερού (ϵ_n) | 0,96 |
| Λόγος ακτινοβολίας υλικού καλύμματος (ϵ_k) | 0,58 |

Πίνακας 12.6.4.1.1 Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Εκτός από τους σταθερούς παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, χρειάστηκαν και οι μετεωρολογικοί παράμετροι. Με τη βοήθεια της μετεωρολογικής υπηρεσίας Κρήτης ΕΜΥ, οι μετεωρολογικοί παράμετροι υπολογισμού είναι οι ακόλουθοι :

| ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|----------------------------------|--------------|
| Επιθυμητή θερμοκρασία νερού (Θν) | 27 [°C] |
| Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (Uα) | 5,33 [m/sec] |

Πίνακας 12.6.4.1.2 Μετεωρολογικοί παράμετροι

Τέλος, οι γενικοί παράμετροι οι οποίοι προκύπτουν και από το τεχνικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής είναι τα παρακάτω :

| ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|--|---|
| Σταθερά Stefan-Boltzmann (σ) | $5,67 \cdot 10^{-8}$ [W/m ² K ⁴] |
| Συνολική επιφάνεια πισίνας (Επ) | 68 [m ²] |
| Έναρξη ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 09:00 |
| Πέρασ ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 15:30 |
| Ανώτατη θερμοκρασία στεγασμένου χώρου (Τχ) | 29,2 [°C] |

Πίνακας 12.6.4.1.3 Γενικοί παράμετροι

Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση, οι υπολογισμοί έγιναν για καθεμία ώρα του έτους, δηλαδή και τις 8760. Συνεπώς έχοντας όλους τους παραπάνω παραμέτρους υπολογίστηκε και ο ωριαίος συντελεστής ακτινοβολίας του νερού (hw) ως το γινόμενο του λόγου εκπομπής της ακτινοβολίας του νερού (εν), της σταθερά (σ) του Stefan Boltzmann αλλά και της μέσης ωριαίας θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο. Έπειτα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο υπολογίστηκε και ο συντελεστής ακτινοβολίας του καλύμματος (hr), δηλαδή ως το γινόμενο της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann, του λόγου εκπομπής του καλύμματος (εκ) της κολυμβητικής δεξαμενής αλλά και της μέσης θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο ολικός ωριαίος συντελεστής μετάβασης του νερού (Mw) μέσω του γινομένου του συντελεστή ακτινοβολίας (hre) του νερού αλλά και της σταθεράς παραμέτρου μεταφοράς θερμότητας του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce).

Με παρόμοιο τρόπο υπολογίστηκε και ο ωριαίος ετήσιος ολικός συντελεστής καλύμματος, δηλαδή ως το γινόμενο του συντελεστή ακτινοβολίας (hr) του καλύμματος αλλά και του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce).

Έτσι έχοντας κάνει όλους τους παραπάνω ωριαίους υπολογισμούς υπολογίστηκε ο ωριαίος συντελεστής θερμοπερατότητας (U) με κάλυμμα. Ο τύπος υπολογισμού του είναι: $1/((1/\text{Ολικός συντελεστής θερμικής μετάβασης}) + \text{Συντελεστής αντίστασης καλύμματος (Rk)} + (1/\text{Συντελεστής συναγωγής νερού (hw)}))$. Τέλος, το τελευταίο μέγεθος το οποίο προσεγγίστηκε ωριαία είναι αυτό των φορτίων θέρμανσης. Για την εύρεση του, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής αλληλεξαρτώμενες παραδοχές :

- Αν η τιμή της διαφοράς της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη του μηδέν τότε η ωριαία τιμή του θα είναι μηδέν.
- Αν όμως είναι διάφορη του μηδέν, τότε αν η συγκεκριμένη ώρα πριν την έναρξη της ημερήσιας λειτουργίας της πισίνας αλλά ή και μετά το πέρας ημερήσιας λειτουργίας της τότε η τιμή των φορτίων θέρμανσης στη συγκεκριμένη η ώρα θα είναι το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του καλύμματος επί τη συνολική επιφάνεια της πισίνας (Επ) αλλά και επί τη διαφορά της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού (Θν) με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.



Κάνοντας αυτές της παραδοχές προσεγγίστηκαν αλλά και υπολογίστηκαν τα φορτία θέρμανσης για κάθε ώρα του έτος της συγκεκριμένης πισίνας. Η ετήσια κατανάλωση (Θκτ) της θερμικής ενέργειας της πισίνας προέκυψε από το άθροισμα των ωριαίων τιμών των φορτίων θέρμανσης ενώ τα μέγιστα φορτία θέρμανσης προέκυψε από τη μέγιστη τιμή τους εντός του έτους. Συνεπώς στο παρακάτω πίνακα γίνονται ευδιάκριτοι οι παράμετροι που υπολογίστηκαν και τα συμπεράσματα που βγαίνουν.

| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ | |
|--|-------------|
| Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας πισίνας (Θκτ) | 1.528 [kWh] |
| Μέγιστα φορτία θέρμανσης (Φθ) | 0,467 [kW] |

Πίνακας 12.6.4.1.4 Συμπερασματικός πίνακας

12.6.4.1.1 Πρόταση βελτιστοποίησης υφιστάμενης κατάστασης

Έχοντας υπολογίσει τα θερμικά φορτία που απαιτεί η συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή κυρίως λόγω χρήσης λέβητα υγραερίου, έγινα υπολογισμού για βελτίωση της. Όσον αφορά την υφιστάμενη κατάσταση υπολογίστηκε επιπλέον η απαιτούμενη ποσότητα υγραερίου θέρμανσης η αρχική θερμική ενέργεια αλλά και η πρωτογενής ενέργεια. Για τους υπολογισμούς των παραπάνω παραμέτρων, τα στοιχεία του καύσιμου υλικού αλλά του λέβητα θέρμανσης πάνω στα οποία στηρίχτηκαν όλα τα παραπάνω είναι τα εξής:

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΒΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ LPG | | |
|--|--------|----------|
| Θερμογόνος ικανότητα LPG (Μίγμα) | 6,61 | [kWh/lt] |
| Ετήσια κατανάλωση LPG (Έτος 2015) | 41,16 | [tn] |
| Αρχική ενέργεια LPG | 272.07 | [kWh] |
| Βαθμός απόδοσης λέβητα | 91 | [%] |
| Συντελεστής υπολογισμού πρωτογενούς ενέργειας πέλλετ | 1,10 | |
| Εκπομπή ρύπων | 0,63 | [g/Kg] |

Πίνακας 12.6.4.1.1.1 Στοιχεία λέβητα και καύσιμου υλικού

Συνεπώς έχοντας τις παραπάνω παραμέτρους η υφιστάμενη κατάσταση για τη συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή είναι η εξής :

| ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ | | | | |
|---------------------------------|---|---|-------------------------------|---------------------------|
| ΟΝΟΜΑ ΠΙΣΙΝΑΣ | ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ [kWh] | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ [lt] | ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] | ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] |
| ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΗ ΠΙΣΙΝΑ | 1.528 | 0,25 | 1.679 | 1.847 |

Πίνακας 12.6.4.1.1.2 -Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος



Έχοντας προτείνει αντικατάσταση του ήδη υπάρχον λέβητα με λέβητα βιομάζας πέλλετ, τα στοιχεία του λέβητα βιομάζας αλλά και του καύσιμου υλικού που διαθέτει είναι τα εξής :

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΒΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΕΛΛΕΤ | | |
|--|-------|----------|
| Θερμογόνος ικανότητα πέλλετ | 5,81 | [kWh/lt] |
| Πιθανή ετήσια κατανάλωση πέλλετ (ίδιο με υφιστάμενη κατάσταση) | 41,16 | [tn] |
| Βαθμός απόδοσης λέβητα | 89 | [%] |
| Συντελεστής υπολογισμού πρωτογενούς ενέργειας πέλλετ | 1,10 | |
| Εκπομπή ρύπων | 0,34 | [g/Kg] |

Πίνακας 12.6.4.1.3 Στοιχεία λέβητα βιομάζας και καυσίμου

Επομένως έχοντας προτείνει τις παραπάνω παραμέτρους η υφιστάμενη κατάσταση για τη συγκεκριμένη κολυμβητική δεξαμενή θα προκύπτουν ως εξής :

| ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ | | | | |
|-----------------------------------|---|--|-------------------------------|---------------------------|
| ΟΝΟΜΑ ΠΙΣΙΝΑΣ | ΕΤΗΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ [kWh] | ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΕΛΛΕΤ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ [lt] | ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] | ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ [kWh] |
| Θερμαινόμενη πισίνα | 1.528 | 0,29 | 1.652 | 1.889 |

Πίνακας 12.6.4.1.4 Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος

Τέλος, ο παρακάτω συγκεντρωτικός πίνακας δείχνει γιατί η εξοικονόμηση αυτή μπορεί να προκύψει συμφέρουσα για την επιχείρηση τόσο οικονομικά όσο και ενεργειακά.

| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ | | | | | | | |
|---|------------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------|---------------------|------------------------|------------|
| | Πριν τις παρεμβάσεις με λέβητα LPG | Μετά τις παρεμβάσεις με λέβητα πέλλετ | Τρέχουσα μονάδα μεγέθους εξοικονόμησης | Ποσοστιαία εξοικονόμηση | Τιμή LPG (=0,40[€]) | Τιμή πέλλετ (=0,16[€]) | Ποσοστιαία |
| Ετήσια ζήτηση τελικής ενέργειας θέρμανσης [kWh] | 1.528 | 1.528 | 0,0 | 0,0 | - | - | - |
| Ετήσια ζήτηση | 1.679 | 1.652 | 27,1 | 1,62 | - | - | - |



| | | | | | | | |
|--|-------|-------|------|------|--------|--------|-------|
| αρχικής ενέργειας θέρμανσης [kWh] | | | | | | | |
| Ετήσια κατανάλωση καυσίμου θέρμανσης [lt] | 0,25 | 0,24 | 0,11 | 4,35 | 101,62 | 38,88 | 61,74 |
| Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καυσίμων [kWh] | 1.847 | 1.832 | 15,2 | 0,82 | 739,0 | 293,12 | 60,33 |

Πίνακας 12.6.4.1.1.5 Συγκεντρωτικός πίνακας εξοικονόμησης

Το συμπέρασμα που βγαίνει είναι πως η προτεινόμενη κατάσταση ίσως να υστερεί λίγο σε απόδοση συστήματος όμως οικονομικά είναι πιο συμφέρουσα καθώς υπάρχει μείωση στο 61,7[%] της τιμής αγοράς της καύσιμης ύλης αλλά και ένα μεγάλο ποσοστό στην ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας καυσίμου και αυτό λόγω της μείωσης στη τιμή καυσίμου.

12.6.5 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά μικρών πισινών δωματίων 900-901 των Bungalows

Η ξενοδοχειακή μονάδα έχει και ξεχωριστές μικρές πισίνες για τα 6 δωμάτια των Bungalows. Πρόκειται για ατομικές πισίνες οι οποίες στον αριθμό τους είναι 6 όσα και τα ισόγεια δωμάτια Bungalows του ξενοδοχείου. Τα μεγαλύτερα σε μέγεθος είναι αυτά των δύο πρώτων Bungalows, του 900 και 901. Συγκεκριμένα οι δύο πισίνες αυτές διαθέτουν συνολική επιφάνεια πισίνας 45,3 [m²] η κάθε μία, ελάχιστο βάθος 0,6 [m], μέγιστο βάθος 1,7 [m] και όγκο νερού 58,5 [m³].

Η διάταξη των μηχανών λειτουργίας αυτών των πισινών είναι πιο απλοϊκή και πιο εύχρηστη από αυτή των εξωτερικών και εσωτερικών πισινών του ξενοδοχείου και του spa. Διαθέτουν κάλυμμα πισινών μεμβράνης PVC, δύο σακόφιλτρα η κάθε μία, εσωτερικούς αδιάβροχους λαμπτήρας 5 [W], καθώς και μια αντλία μοντέλου KP200T ονομαστικής ισχύος 1,5 [kW]. Οι αντλίες αυτές τραβάν νερό από το επίτοιχο στόμιο εντός της πισίνας το περνάν μέσα από τους υποδοχείς των σακόφιλτρων και το σπρώχνουν εντός της δεξαμενής. Πρόκειται για μία συνεχή και ομαλή ανακυκλοφορία του νερού. Τέλος το δίκτυο αποχέτευσης είναι κοινό με το δίκτυο αποχέτευσης του ξενοδοχείου.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Εικόνα 12.6.5.1 Πισινάκι Bungalows

12.6.5.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών, κατανάλωσης θερμικής ενέργειας και ηλιακών κερδών πισίνων 900-901

Στη συγκεκριμένη ανοιχτή κολυμβητική δεξαμενή, πραγματοποιήθηκε μελέτη υπολογισμού θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας σε περίπτωση τόσο που επιθυμεί το ξενοδοχείο να τη θερμάνει όσο και τα ηλιακά κέρδη που αποκομίζει. Για να γίνει αυτό, η μελέτη στηρίχτηκε σε παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, μετεωρολογικών δεδομένων αλλά και τεχνικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής. Οι σταθεροί παράμετροι μεταφοράς θερμότητας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | |
|--|--------------------------|
| Μέση θερμοκρασία νερού περιβάλλοντος (T _w) | 294 [K] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα (h _{ce}) | 20 [W/m ² K] |
| Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας καλύμματος (λ _κ) | 0,0 [W/m ² K] |
| Πάχος καλύμματος (d _κ) | 0,0[m] |
| Θερμική αντίσταση καλύμματος (R _κ) | 0,0 [m ² K/W] |
| Συντελεστής αγωγιμότητας νερού (h _w) | 25 [W/m ² K] |
| Λόγος ακτινοβολίας νερού (ε _v) | 0,96 |
| Λόγος ακτινοβολίας υλικού καλύμματος (ε _κ) | 0,0 |

Πίνακας 12.6.5.1.1 Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας

Εκτός από τους σταθερούς παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, χρειάστηκαν και οι μετεωρολογικοί παράμετροι. Με τη βοήθεια της μετεωρολογικής υπηρεσίας Κρήτης EMY, οι μετεωρολογικοί παράμετροι υπολογισμού είναι οι ακόλουθοι :



| ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|----------------------------------|--------------|
| Επιθυμητή θερμοκρασία νερού (Θν) | >25,2 [°C] |
| Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (Uα) | 5,33 [m/sec] |

Πίνακας 12.6.5.1.2 Μετεωρολογικοί παράμετροι

Τέλος, οι γενικοί παράμετροι οι οποίοι προκύπτουν και από το τεχνικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής είναι τα παρακάτω :

| ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|---------------------------------------|---|
| Σταθερά Stefan-Boltzmann (σ) | 5,67 ⁻⁸ [W/m ² K ⁴] |
| Συνολική επιφάνεια πισίνας (Επ) | 45,3 [m ²] |
| Έναρξη ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 09:00 |
| Πέρασμα ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 19:00 |

Πίνακας 12.6.5.1.3 Γενικοί παράμετροι

Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση, οι υπολογισμοί έγιναν για καθεμία ώρα του έτους, δηλαδή και τις 8760. Συνεπώς έχοντας όλους τους παραπάνω παραμέτρους υ πολογίστηκε και ο ωριαίος συντελεστής ακτινοβολίας του νερού (hw) ως το γινόμενο του λόγου εκπομπής της ακτινοβολίας του νερού (εν), της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann αλλά και της μέσης ωριαίας θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο. Επειτα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο υπολογίστηκε και ο συντελεστής ακτινοβολίας του καλύμματος (hr), δηλαδή ως το γινόμενο της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann, του λόγου εκπομπής του καλύμματος (εκ) της κολυμβητικής δεξαμενής αλλά και της μέσης θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο ολικός ωριαίος συντελεστής μετάβασης του νερού (Mw) μέσω του γινομένου του συντελεστή ακτινοβολίας (hre) του νερού αλλά και της σταθεράς παραμέτρου μεταφοράς θερμότητας του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce). Με παρόμοιο τρόπο υπολογίστηκε και ο ωριαίος συντελεστής ολικός συντελεστής καλύμματος, δηλαδή ως το γινόμενο του συντελεστή ακτινοβολίας (hr) του καλύμματος αλλά και του συντελεστή συναγωγής αέρα (hce).

Έτσι έχοντας κάνει όλους τους παραπάνω ωριαίους υπολογισμούς υπολογίστηκε ο ωριαίος συντελεστής θερμοπερατότητας (U) ίσος με τον ολικό συντελεστή θερμικής μετάβασης του νερού καθώς η πισίνα δεν αποτελείται από κάποιο κάλυμμα. Τέλος, το τελευταίο μέγεθος το οποίο προσεγγίστηκε ωριαία είναι αυτό των φορτίων θέρμανσης. Για την εύρεση του, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής αλληλεξαρτώμενες παραδοχές :

- Αν η τιμή της διαφοράς της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη του μηδέν τότε η ωριαία τιμή του θα είναι μηδέν.
- Αν όμως είναι διάφορη του μηδέν, τότε αν η συγκεκριμένη ώρα πριν την έναρξη της ημερήσιας λειτουργίας της πισίνας αλλά ή και μετά το πέρας ημερήσιας λειτουργίας της τότε η τιμή των φορτίων θέρμανσης στη συγκεκριμένη η ώρα θα είναι το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του καλύμματος επί τη συνολική επιφάνεια της πισίνας (Επ) αλλά και επί τη διαφορά της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού (Θν) με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Κάνοντας αυτές της παραδοχές προσεγγίστηκαν αλλά και υπολογίστηκαν τα φορτία θέρμανσης για κάθε ώρα του έτος της συγκεκριμένης πισίνας σε περίπτωση που η ξενοδοχειακή μονάδα θελήσει να τη θερμάνει. Η ετήσια κατανάλωση (Θκτ) της θερμικής ενέργειας της πισίνας προέκυψε από το άθροισμα των ωριαίων τιμών των φορτίων θέρμανσης ενώ τα μέγιστα φορτία θέρμανσης προέκυψε



από τη μέγιστη τιμή τους εντός του έτους. Συνεπώς στο παρακάτω πίνακα γίνονται ευδιάκριτοι οι παράμετροι που υπολογίστηκαν και τα συμπεράσματα που βγαίνουν.

| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ | |
|--|--------------|
| Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας πισίνας (Θκτ) | 48.173 [kWh] |
| Μέγιστα φορτία θέρμανσης (Φθ) | 19,426 [kW] |

Πίνακας 12.6.5.1.4 Συμπερασματικός πίνακας

Τέλος, για τη συγκεκριμένη πισίνα υπολογίστηκαν και τα ηλιακά κέρδη μέσω του Ηλίου, η μέγιστη ετήσια ισχύς τους αλλά και τα κέρδη ανά περίοδο λειτουργίας. Οι παράμετροι με τα αποτελέσματα τους γίνονται ευδιάκριτοι στο παρακάτω πίνακα :

| ΗΛΙΑΚΑ ΚΕΡΔΗ ΠΙΣΙΝΩΝ BUNGALOWS | |
|---|-------------|
| Μέγιστη ετήσια ισχύς ηλιακών κερδών | 1018,0 [kW] |
| Μέγιστη χειμερινή ισχύς ηλιακών κερδών | 992,2 [kW] |
| Μέγιστη θερινή ισχύς ηλιακών κερδών | 1018,0 [kW] |
| Μέση τιμή ετήσιας ισχύος ηλιακών κερδών | 304,1 [kW] |

Πίνακας 12.6.5.1.5 Ηλιακά κέρδη πισινών Bungalows

12.6.6 Λειτουργία και τεχνικά χαρακτηριστικά μικρών πισινών δωματίων 902-907 των Bungalows

Η αρχή λειτουργίας τους είναι η ίδια με τις προηγούμενες προαναφερθέν κολυμβητικές δεξαμενές μόνο που έχουν μικρότερες διαστάσεις. Συγκεκριμένα διαθέτουν συνολική επιφάνεια πισίνας 28,8 [m²] η κάθε μία, ελάχιστο βάθος 0,5 [m], μέγιστο βάθος 1,6 [m] και όγκο νερού 36,4 [m³].

Η διάταξη των μηχανών λειτουργίας αυτών των πισινών είναι πιο απλοϊκή και πιο εύχρηστη από αυτή των εξωτερικών και εσωτερικών πισινών του ξενοδοχείου και του spa. Οι πισίνες αυτές διαθέτουν κάλυμμα πισινών μεμβράνης PVC, δύο σακόφιλτρα η κάθε μία, εσωτερικούς αδιάβροχους λαμπτήρας 5[W], καθώς και μια αντλία μοντέλου KP200T ονομαστικής ισχύος 1,5 [kW]. Οι αντλίες αυτές τραβάν νερό από το επίτοιχο στόμιο εντός της πισίνας το περνάν μέσα από τους υποδοχείς των σακόφιλτρων και το σπρώχνουν εντός της δεξαμενής. Πρόκειται για μία συνεχή και ομαλή ανακυκλοφορία του νερού. Τέλος το δίκτυο αποχέτευσης είναι κοινό με το δίκτυο αποχέτευσης του ξενοδοχείου.

12.6.6.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών, κατανάλωσης θερμικής ενέργειας και ηλιακών κερδών πισινών 902-907

Στη συγκεκριμένη ανοιχτή κολυμβητική δεξαμενή, πραγματοποιήθηκε μελέτη υπολογισμού θερμικών απωλειών και κατανάλωσης θερμικής ενέργειας σε περίπτωση τόσο που επιθυμεί το ξενοδοχείο να τη θερμάνει όσο και τα ηλιακά κέρδη που αποκομίζει. Για να γίνει αυτό, η μελέτη στηρίχτηκε σε παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, μετεωρολογικών δεδομένων αλλά και τεχνικών χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής. Οι σταθεροί παράμετροι μεταφοράς θερμότητας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ | |
|--|-------------------------|
| Μέση θερμοκρασία νερού περιβάλλοντος (T _w) | 294 [K] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα (h _{ce}) | 20 [W/m ² K] |



| | |
|--|--------------------------|
| Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας καλύμματος (λ_k) | 0,0 [W/m ² K] |
| Πάχος καλύμματος (d_k) | 0,0[m] |
| Θερμική αντίσταση καλύμματος (R_k) | 0,0 [m ² K/W] |
| Συντελεστής αγωγιμότητας νερού (h_w) | 25 [W/m ² K] |
| Λόγος ακτινοβολίας νερού (ϵ_n) | 0,96 |
| Λόγος ακτινοβολίας υλικού καλύμματος (ϵ_k) | 0,0 |

Πίνακας 12.6.6.1.1 Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας

Εκτός από τους σταθερούς παραμέτρους μεταφοράς θερμότητας, χρειάστηκαν και οι μετεωρολογικοί παράμετροι. Με τη βοήθεια της μετεωρολογικής υπηρεσίας Κρήτης ΕΜΥ, οι μετεωρολογικοί παράμετροι υπολογισμού είναι οι ακόλουθοι :

| ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|--|--------------|
| Επιθυμητή θερμοκρασία νερού (Θ_n) | >25,2 [°C] |
| Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου (U_a) | 5,33 [m/sec] |

Πίνακας 12.6.6.1.2 Μετεωρολογικοί παράμετροι

Τέλος, οι γενικοί παράμετροι οι οποίοι προκύπτουν και από το τεχνικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κολυμβητικής δεξαμενής είναι τα παρακάτω :

| ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | |
|---------------------------------------|---|
| Σταθερά Stefan-Boltzmann (σ) | 5,67 ⁻⁸ [W/m ² K ⁴] |
| Συνολική επιφάνεια πισίνας (E_p) | 28,8 [m ²] |
| Έναρξη ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 09:00 |
| Πέρασ ημερήσιας λειτουργίας πισίνας | 19:30 |

Πίνακας 12.6.6.1.3 Γενικοί παράμετροι

Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση, οι υπολογισμοί έγιναν για καθεμία ώρα του έτους, δηλαδή και τις 8760. Συνεπώς έχοντας όλους τους παραπάνω παραμέτρους υπολογίστηκε και ο ωριαίος συντελεστής ακτινοβολίας του νερού (h_w) ως το γινόμενο του λόγου εκπομπής της ακτινοβολίας του νερού (ϵ_n), της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann αλλά και της μέσης ωριαίας θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο. Έπειτα με τον ίδιο ακριβώς τρόπο υπολογίστηκε και ο συντελεστής ακτινοβολίας του καλύμματος (h_r), δηλαδή ως το γινόμενου της σταθεράς (σ) του Stefan Boltzmann, του λόγου εκπομπής του καλύμματος (ϵ_k) της κολυμβητικής δεξαμενής αλλά και της μέσης θερμοκρασίας του νερού υψωμένο στον κύβο.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο ολικός ωριαίος συντελεστής μετάβασης του νερού (M_w) μέσω του γινομένου του συντελεστή ακτινοβολίας (h_{re}) του νερού αλλά και της σταθεράς παραμέτρου μεταφοράς θερμότητας του συντελεστή συναγωγής αέρα (h_{ce}). Με παρόμοιο τρόπο υπολογίστηκε και ο ωριαίος ετήσιος ολικός συντελεστής καλύμματος, δηλαδή ως το γινόμενο του συντελεστή ακτινοβολίας (h_r) του καλύμματος αλλά και του συντελεστή συναγωγής αέρα (h_{ce}).

Έτσι έχοντας κάνει όλους τους παραπάνω ωριαίους υπολογισμούς υπολογίστηκε ο ωριαίος συντελεστής θερμοπερατότητας (U) ίσος με τον ολικό συντελεστή θερμικής μετάβασης του νερού καθώς η πισίνα δεν αποτελείται από κάποιο κάλυμμα. Τέλος, το τελευταίο μέγεθος το οποίο προσεγγίστηκε ωριαία είναι αυτό των φορτίων θέρμανσης. Για την εύρεση του, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής αλληλεξαρτώμενες παραδοχές :



- Αν η τιμή της διαφοράς της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη του μηδέν τότε η ωριαία τιμή του θα είναι μηδέν.
- Αν όμως είναι διάφορη του μηδέν, τότε αν η συγκεκριμένη ώρα πριν την έναρξη της ημερήσιας λειτουργίας της πισίνας αλλά ή και μετά το πέρας ημερήσιας λειτουργίας της τότε η τιμή των φορτίων θέρμανσης στη συγκεκριμένη η ώρα θα είναι το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) του καλύμματος επί τη συνολική επιφάνεια της πισίνας (Επ) αλλά και επί τη διαφορά της επιθυμητής θερμοκρασίας του νερού (Θν) με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Κάνοντας αυτές της παραδοχές προσεγγίστηκαν αλλά και υπολογίστηκαν τα φορτία θέρμανσης για κάθε ώρα του έτους της συγκεκριμένης πισίνας σε περίπτωση που η ξενοδοχειακή μονάδα θελήσει να τη θερμάνει. Η ετήσια κατανάλωση (Θκτ) της θερμικής ενέργειας της πισίνας προέκυψε από το άθροισμα των ωριαίων τιμών των φορτίων θέρμανσης ενώ τα μέγιστα φορτία θέρμανσης προέκυψε από τη μέγιστη τιμή τους εντός του έτους. Συνεπώς στο παρακάτω πίνακα γίνονται ευδιάκριτοι οι παράμετροι που υπολογίστηκαν και τα συμπεράσματα που βγαίνουν.

| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ | |
|--|--------------|
| Ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας πισίνας (Θκτ) | 28.926 [kWh] |
| Μέγιστα φορτία θέρμανσης (Φθ) | 11,968 [kW] |

Πίνακας 12.6.6.1.4 Συμπερασματικός πίνακας

Τέλος, για τη συγκεκριμένη πισίνα υπολογίστηκαν και τα ηλιακά κέρδη μέσω του Ηλίου, η μέγιστη ετήσια ισχύς τους αλλά και τα κέρδη ανά περίοδο λειτουργίας. Οι παράμετροι με τα αποτελέσματα τους γίνονται ευδιάκριτοι στο παρακάτω πίνακα :

| ΗΛΙΑΚΑ ΚΕΡΔΗ ΠΙΣΙΝΩΝ BUNGALOWS | |
|---|-------------|
| Μέγιστη ετήσια ισχύς ηλιακών κερδών | 1018,0 [kW] |
| Μέγιστη χειμερινή ισχύς ηλιακών κερδών | 992,2 [kW] |
| Μέγιστη θερινή ισχύς ηλιακών κερδών | 1018,0 [kW] |
| Μέση τιμή ετήσιας ισχύος ηλιακών κερδών | 304,1 [kW] |

Πίνακας 12.6.6.1.5 Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας

12.7 Επιθυμητές θερμοκρασίες και δοσοληψίες πισινών ξενοδοχείου

Στις πισίνες αυτές του ξενοδοχείου καθημερινά ελέγχεται το pH και το χλώριο που έχουν. Δύο φορές τη βδομάδα δέχονται αντικαθλωτικό και αντιαλατικό υγρό και κάψουλες κατά της λεγαιονέλας. Το pH σύμφωνα με τη νομοθεσία πρέπει να κυμαίνεται από 7.0-7.2 για όλες τις πισίνες του ξενοδοχείου και το χλώριο από 0,8-1,2. Αυτό για να επιτευχθεί εντός των μηχανοστασίων των πισινών κεντρικής, Polo, Relax, και θερμαινόμενης έχουν εγκατασταθεί αυτόματες δοσομετρικές ρύθμισης των δύο αυτών παραμέτρων.

Τέλος για τις πισίνες των bungalows επειδή δεν διαθέτουν δοσομετρικές ρύθμισης του pH και του χλωρίου κάθε μιάμιση μέρα ένας εξειδικευμένος τεχνικός τους βάζει κάψουλα χλωρίου και συγκεκριμένη ποσότητα καυστικής σόδας. Οι επιθυμητές θερμοκρασίες του νερού των εξωτερικών πισινών του ξενοδοχείου εκτός της θερμαινόμενης, πρέπει να είναι από 22-25 [°C], εν αντιθέσει με τη θερμαινόμενη πισίνα η οποία πρέπει να έχει από 24,5 μέχρι 27 [°C].



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

12.8 Σωληνώσεις και ηλεκτρολογικοί πίνακες μηχανοστασίων

Στα μηχανοστάσια των πισινών του Spa και της θερμαινόμενης πισίνας του ξενοδοχείου επειδή οι θερμοκρασίες είναι πολύ υψηλές, οι σωληνώσεις στο νερό που εισέρχεται στον εναλλάκτη από τον λέβητα είναι τύπου AQUATHERM διαμέτρου Φ60. Οι σωληνώσεις όπου το νερό μεταφέρεται από τη πισίνα στα φίλτρα και από τα φίλτρα στους υποδοχείς εισαγωγής του δεύτερου κυκλώματος του εναλλάκτη είναι διαμέτρου Φ60 μέχρι Φ90 πολυαιθυλενίου PVC. Στα υπόλοιπα μηχανοστάσια των πισινών του ξενοδοχείου επειδή οι θερμοκρασίες είναι μικρότερες των 26 [°C].

Οι υδραυλικές σωληνώσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται είναι διαμέτρου Φ50 μέχρι Φ110. Όλα τα μηχανοστάσια διαθέτουν ηλεκτρολογικό πίνακα κίνησης αλλά και ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι 25 [kW] ο καθένας. Τέλος το κάθε μηχανοστάσιο πισίνας του ξενοδοχείου και του spa διαθέτει προσωπικό αυτόνομο εξαερωτή για αερισμό των χώρων.



13. ΨΥΞΗ

Η ξενοδοχειακή μονάδα για τη κάλυψη των βασικών της αναγκών σε ψύξη χρησιμοποιεί διάφορα συστήματα με γνώμονα τι παροχή κατάλληλων υπηρεσιών στους πελάτες αλλά και περιβάλλον ευεξίας και χαλάρωσης. Τα παρακάτω ψυκτικά συστήματα χρησιμοποιούνται για αυτούς τους σκοπούς ανάλογα βέβαια την αντίστοιχη ανάγκη που προκύπτει :

- Συστήματα VRV (κτήρια Bungalows)
- Ψύκτες ψυγείων συντήρησης και κατάψυξης τροφίμων
- Chiller ψύξης ρευστού
- Fan coils για κλιματισμό δεματιών
- Πύργοι ψύξεως για προ κλιματισμό

Η καθεμία από της παραπάνω διατάξεις χρησιμοποιείται και σε διαφορετικό κλάδο αναγκαιότητας για ψύξη του ξενοδοχείου. Επίσης κάποιες από αυτές συνδυάζονται για την ομαλή και αδιάκοπη κάλυψη αναγκών του ξενοδοχείου κατά τη περίοδο λειτουργίας του. Παρακάτω γίνεται αναλυτική αναφορά στο καθένα σύστημα ψύξης.

13.1 Αρχή λειτουργίας συστημάτων VRV (κτήρια Bungalows)

Πρόκειται για μία καινοτόμο λύση διαχείρισης κλιματισμού, η οποία παρέχει βέλτιστη άνεση και έλεγχο, ενώ ταυτόχρονα επιβαρύνει λιγότερο το περιβάλλον και παρέχει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Έτσι με γνώμονα την εξοικονόμηση αλλά και τα όσα προσφέρει η διάταξη αυτή, το ξενοδοχείο υιοθέτησε το συγκεκριμένο σύστημα για τη ψύξη των δωματίων των κτηρίων των Bungalows. Με αυτό τον τρόπο το ξενοδοχείο επιτυγχάνει το κλιματισμός τους με ιδανική ισορροπία θερμοκρασίας και κυκλοφορίας καθαρού αέρα. Υπάρχει και η δυνατότητα θέρμανσης όμως δε χρησιμοποιείται καθώς το ξενοδοχείο λειτουργεί μόνο τη περίοδο του καλοκαιριού.

Τέλος, έχει τη δυνατότητα ελέγχου ανά επιμέρους ζώνες ρυθμίζοντας ξεχωριστά τον κλιματισμό σε κάθε δωμάτιο. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται έξυπνη διαχείριση της κατανάλωση ενέργειας, ελέγχοντας σε ποιος κλάδους των κτηρίων και σε ποια δωμάτια θα υπάρχει ψύξη. Τα συστήματα αυτά απαριθμούν στον αριθμό δύο, τα χαρακτηριστικά των οποίων αναγράφονται στους παρακάτω πίνακες τεχνικών χαρακτηριστικών.

| ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ VRV ΠΡΩΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ BUNGALOWS | | |
|---|--------------------------|----------------------------|
| <u>Κατασκευαστής</u> | <u>DAIKIN (INVERTER)</u> | |
| <u>Μοντέλο</u> | <u>RXYQ16P7W1BA</u> | |
| <u>Ψυκτικό μέσο</u> | <u>R410A</u> | |
| <u>Ψυκτική ισχύς (Q_ψ)</u> | <u>45,23</u> | <u>[kW]</u> |
| <u>Ψυκτική απόδοση (EER)</u> | <u>3,17</u> | <u>[kW]</u> |
| <u>Ηλεκτρική κατανάλωση (P)</u> | <u>11,94</u> | <u>[kW]</u> |
| <u>Ογκομετρική παροχή (V)</u> | <u>233</u> | <u>[m³/min]</u> |
| <u>Μέγιστη ταχύτητα περιστροφής (n_{max})</u> | <u>6300</u> | <u>[Rpm]</u> |
| <u>Μοτέρ ανεμιστήρας</u> | <u>750</u> | <u>[W]</u> |
| <u>Ηλεκτρικό ρεύμα (I)</u> | <u>31,51</u> | <u>[A]</u> |
| <u>Πιέση εξατμιστή</u> | <u>1,22</u> | <u>[Pa]</u> |
| <u>ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΨΥΞΗΣ</u> | | |
| <u>Μέγιστη θερμοκρασία ξηρού βολβού (T_{dbmax})</u> | <u>43,0</u> | <u>[°C]</u> |
| <u>Ελάχιστη θερμοκρασία ξηρού</u> | <u>-5,0</u> | <u>[°C]</u> |



| | | |
|--|------|------|
| βολβού (Tdbmin) | | |
| ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ | | |
| Θερμοκρασία ξηρού βολβού (Tdb) | 27,0 | [°C] |
| Θερμοκρασία υγρού βολβού (Twb) | 19,0 | [°C] |
| ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ | | |
| Εξωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού (Tdb) | 35,0 | [°C] |

Πίνακας 13.1.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά VRV 1^{ου} κτηρίου Bungalows

| ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ VRV ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ BUNGALOWS | | |
|---|--------------------------|-----------------------|
| <u>Κατασκευαστής</u> | <u>DAIKIN (INVERTER)</u> | |
| <u>Μοντέλο</u> | <u>RXYQ10P7W1B</u> | |
| <u>Ψυκτικό μέσο</u> | <u>R410A</u> | |
| <u>Ψυκτική ισχύς (Q_ψ)</u> | 28 | [kW] |
| <u>Ψυκτική απόδοση (EER)</u> | 3,77 | [kW] |
| <u>Ηλεκτρική κατανάλωση (P)</u> | 7,46 | [kW] |
| <u>Ογκομετρική παροχή (V)</u> | 185 | [m ³ /min] |
| <u>Μέγιστη ταχύτητα περιστροφής (n_{max})</u> | 6300 | [Rpm] |
| <u>Μοτέρ ανεμιστήρας</u> | 750 | [W] |
| <u>Ηλεκτρικό ρεύμα (I)</u> | 21,64 | [A] |
| <u>Πίεση εξατμιστή</u> | 1,16 | [Pa] |
| ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΨΥΞΗΣ | | |
| Μέγιστη θερμοκρασία ξηρού βολβού (Tdbmax) | 43,0 | [°C] |
| Ελάχιστη θερμοκρασία ξηρού βολβού (Tdbmin) | -5,0 | [°C] |
| ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ | | |
| Θερμοκρασία ξηρού βολβού (Tdb) | 27,0 | [°C] |
| Θερμοκρασία υγρού βολβού (Twb) | 19,0 | [°C] |
| ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ | | |
| Εξωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού (Tdb) | 35,0 | [°C] |

Πίνακας 13.1.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά VRV 2^{ου} κτηρίου Bungalows

13.2 Αρχή λειτουργίας ψυκτών συντήρησης και κατάψυξης

Η ξενοδοχειακή μονάδα για τη κατάψυξη και τη συντήρηση των τροφίμων των κουζινών και των restaurant που έχει, χρησιμοποιεί μεγάλα ψυγεία τροφίμων από τα οποία κάποια είναι για συντήρηση και κάποια για κατάψυξη.

Για να επιτευχθεί αυτό, η συντήρηση κυμαίνεται από 3 έως 4 βαθμούς Κελσίου ενώ η κατάψυξη από -4 έως -5 βαθμούς Κελσίου. Συνεπώς τα συστήματα που εμπλέκονται στη λειτουργία αυτή είναι δύο αρκετά μεγάλοι ψύκτες. Ο ένας ευθύνεται για τη συντήρηση των αποθηκών συντήρησης και ο



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

άλλος για τις αποθήκες κατάψυξης. Συνεπώς σύμφωνα με το manual του κατασκευαστή, τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ψύκτη συντήρησης είναι τα παρακάτω :

| <u>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΨΥΚΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ</u> | | |
|--|---------------|-----------------------|
| Κατασκευαστής | BITZER | |
| Μοντέλο | 4DC-7.2Y-40S | |
| Ψυκτικό μέσο | R404A / R507A | |
| Ψυκτική ισχύς (Q _ψ) | 17,73 | [kW] |
| Ψυκτική απόδοση (EER) | 2,83 | [kW] |
| Ηλεκτρική κατανάλωση (P) | 6,26 | [kW] |
| Ογκομετρική παροχή (V) | 25,7 | [m ³ /sec] |
| Παροχή μάζας (m) | 527,3 | [Kg/hr] |
| Θερμοκρασία συμπυκνωτή (T _σ) | -5 | [°C] |
| Θερμοκρασία εξατμιστή (T _{εξ}) | 40 | [°C] |

Πίνακας 13.2.1 Χαρακτηριστικά ψύκτη συντήρησης

Επομένως έχοντας τα παραπάνω τεχνικά χαρακτηριστικά ως δεδομένα, υπολογίστηκαν και παράμετροι Θ.Ψ.Κ. Οι υπολογισμοί αυτού διακρίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| <u>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ Θ.Ψ.Κ ΨΥΚΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ</u> | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Ισχύς εξατμιστή (Q _{ψth}) | Ισχύς συμπυκνωτή (Q _{σth}) | Μηχανική ισχύς συμπίεστη (W _{th}) | Ειδική ενθαλπία (h1) | Ειδική ενθαλπία (h2) | Ειδική ενθαλπία (h3) | Ειδική ενθαλπία (h4) | Ειδική ενθαλπία (h5) |
| [kW] | [kW] | [kW] | [kJ/hr] | [kJ/hr] | [kJ/hr] | [kJ/hr] | [kJ/hr] |
| 24,0 | 17,7 | 6,3 | 42,15 | 85,2 | 93,3 | 206,1 | 206,1 |

Πίνακας 13.2.2 Παράμετροι Θ.Ψ.Κ ψύκτη συντήρησης

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν ακριβώς οι ίδιοι υπολογισμοί για τον μεγαλύτερο ψύκτη ψυγείων της ξενοδοχειακής μονάδας, αυτόν της κατάψυξης. Οι παράμετροι των τεχνικών χαρακτηριστικών πάνω στους οποίους πραγματοποιήθηκαν οι υπολογισμοί Θ.Ψ.Κ αλλά και οι τιμές των Θ.Ψ.Κ φαίνονται στους παρακάτω δύο πίνακες :

| <u>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΨΥΚΤΗ ΚΑΤΑΨΥΞΗΣ</u> | |
|---------------------------------------|--------------|
| Κατασκευαστής | BITZER |
| Μοντέλο | 4CC-6.2Y-40S |
| Ψυκτικό μέσο | R404A |
| Ψυκτική ισχύς (Q _ψ) | 21,14 [kW] |
| Ψυκτική απόδοση (EER) | 2,77 |



| | | |
|--|-------|-----------------------|
| Ηλεκτρική κατανάλωση (P) | 6,47 | [kW] |
| Ογκομετρική παροχή (V) | 25,7 | [m ³ /sec] |
| Παροχή μάζας (m) | 599,4 | [Kg/hr] |
| Θερμοκρασία συμπυκνωτή (T _σ) | -40 | [°C] |
| Θερμοκρασία εξατμιστή (T _{εξ}) | -5 | [°C] |

Πίνακας 13.2.3 Χαρακτηριστικά ψύκτη κατάψυξης

| ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ Θ.Ψ.Κ ΨΥΚΤΗ ΚΑΤΑΨΥΞΗΣ | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Ισχύς εξατμιστή (Q _{ψth}) | Ισχύς συμπυκνωτή (Q _{σth}) | Μηχανική ισχύς συμπιεστή (W _{th}) | Ειδική ενθαλπία (h1) | Ειδική ενθαλπία (h2) | Ειδική ενθαλπία (h3) | Ειδική ενθαλπία (h4) | Ειδική ενθαλπία (h5) |
| [kW] | [kW] | [kW] | [kJ/hr] | [kJ/hr] | [kJ/hr] | [kJ/hr] | [kJ/hr] |
| 28,8 | 19,6 | 9,2 | 33,3 | 88,5 | 95,6 | 206,3 | 206,3 |

Πίνακας 13.2.4 Παράμετροι Θ.Ψ.Κ ψύκτη κατάψυξης

13.3 Αρχή λειτουργίας Chiller ψύξης ρευστού

Η ξενοδοχειακή μονάδα στο χώρο της συντήρησης διαθέτει δύο μεγάλα Chiller ψύξεως τα οποία τροφοδοτούν ψυκτικά φορτία όλες τις αίθουσες και πολλά από τα κτήρια της. Πρόκειται για δύο μεγάλα Chiller τα οποία λειτουργούν σε συνεργασία με έναν πύργο ψύξης το καθένα ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες σε ψύξη του ξενοδοχείου. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κάθε Chiller ψύξης αναγράφονται στους παρακάτω πίνακες γενικών στοιχείων.

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΩΤΟΥ CHILLER ΨΥΞΗΣ | |
|--|----------------|
| Κατασκευαστής | New York |
| Μοντέλο | LEHHM 7429 |
| Ψυκτικό μέσο | R22 |
| Ψυκτική ισχύς (Q _ψ) | 567,22 [kW] |
| Ψυκτική απόδοση (EER) | 17,4 |
| Ηλεκτρική κατανάλωση (P) | 165,5 [kW] |
| Ογκομετρική παροχή (V) | 450,1 [lt/sec] |
| Παροχή μάζας (m) | 450,0 [Kg/hr] |
| Θερμοκρασία ελάχιστη (T _{min}) | 4,4 [°C] |
| Θερμοκρασία μέγιστη (T _{max}) | 50,0 [°C] |



| Θ.Ψ.Κ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ | | |
|---|--|--|
| Ισχύς εξατμιστή (Q_{ψth}) | Ισχύς συμπυκνωτή (Q_{στth}) | Μηχανική ισχύς συμπιεστή (W_{th}) |
| [kW] | [kW] | [kW] |
| 59,2 | 44,4 | 14,8 |
| <u>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΥΤΕΡΟΥ CHILLER ΨΥΞΗΣ</u> | | |
| Κατασκευαστής | New York | |
| Μοντέλο | LEHHM 7430 | |
| Ψυκτικό μέσο | R22 | |
| Ψυκτική ισχύς (Q _ψ) | 555,64 | [kW] |
| Ψυκτική απόδοση (EER) | 16,8 | |
| Ηλεκτρική κατανάλωση (P) | 162,3 | [kW] |
| Ογκομετρική παροχή (V) | 430,2 | [lt/sec] |
| Παροχή μάζας (m) | 430,0 | [Kg/hr] |
| Θερμοκρασία ελάχιστη (T _{min}) | 4,4 | [°C] |
| Θερμοκρασία μέγιστη (T _{max}) | 50,0 | [°C] |
| Θ.Ψ.Κ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ | | |
| Ισχύς εξατμιστή (Q_{ψth}) | Ισχύς συμπυκνωτή (Q_{στth}) | Μηχανική ισχύς συμπιεστή (W_{th}) |
| [kW] | [kW] | [kW] |
| 55,2 | 40,7 | 14,5 |

Πίνακας 13.3.1 Χαρακτηριστικά Chiller και Θ.Ψ.Κ παράμετροι



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Εικόνα 13.3.1 1^ο Chiller ψύξεως



Εικόνα 13.3.2 2^ο Chiller ψύξεως



13.4 Αρχή λειτουργίας fan coil δωματίων

Κάθε σουίτα του ξενοδοχείου διαθέτει ατομικό fan coil για το κλιματισμό του δωματίου του. Πρόκειται τρία είδη fan coil για σχεδόν πανομοιότυπων, μικρής ισχύος με απώτερο σκοπό την εξυπηρέτηση του πελάτη και την κάλυψη της άνεσης του όποτε αυτός το επιθυμεί. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών αναγράφονται στο παρακάτω πίνακα :

| ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ FAN COIL ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | | |
|--|------|----------|
| FCU 42JW | | |
| Ψυκτικό μέσο | R22 | |
| Ψυκτική ισχύς (Q _ψ) | 16,0 | [kW] |
| Ογκομετρική παροχή (V) | 0,8 | [lt/min] |
| Ψυκτική απόδοση (EER) | 3,15 | |
| Ηλεκτρική κατανάλωση (P) | 9,0 | [kW] |
| FCU 80042Y | | |
| Ψυκτικό μέσο | R22 | |
| Ψυκτική ισχύς (Q _ψ) | 9,0 | [kW] |
| Ογκομετρική παροχή (V) | 1,2 | [lt/min] |
| Ψυκτική απόδοση (EER) | 3,22 | |
| Ηλεκτρική κατανάλωση (P) | 9,5 | [kW] |
| FCU LIFWD12AT | | |
| Ψυκτικό μέσο | R22 | |
| Ψυκτική ισχύς (Q _ψ) | 14,2 | [kW] |
| Ογκομετρική παροχή (V) | 1,3 | [lt/min] |
| Ψυκτική απόδοση (EER) | 3,19 | |
| Ηλεκτρική κατανάλωση (P) | 11,9 | [kW] |

Πίνακας 13.4.1 Χαρακτηριστικά fan coil δωματίων ξενοδοχείου

13.5 Αρχή λειτουργίας πύργων ψύξεως

Η ξενοδοχειακή μονάδα στο περιβάλλον χώρο του 4^{ου} ηλιακού πεδίου έχει δύο μεγάλους πύργους ψύξεως. Ο καθένας από αυτούς λειτουργεί με το ένα chiller ψύξεως που βρίσκεται στο χώρο της συντήρησης. Έτσι τα chiller δέχονται μια υποβοήθεια από τον εκάστοτε πύργο ψύξης και αυτό διότι το ρευστό προ κλιματίζεται στον πύργο ψύξεως και επιστρέφει πάλι πίσω στο chiller για εκ νέου ψύξη. Το αποτέλεσμα είναι να μη χρειάζεται να καταναλώνουν μεγάλα ποσά ρεύματος τα δύο chiller αλλά και να αποτρέπεται η συνεχής και κοπιαστική λειτουργία τους. Συνεπώς τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πύργων ψύξεως αναγράφονται στο παρακάτω πίνακα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΩΤΟΥ ΠΥΡΓΟΥ ΨΥΞΗΣ | | |
|---|-------------------------|----------------------|
| Κατασκευαστής | B.A.G BALTIMORE AIRCOIL | |
| Μοντέλο | VXT 370 | |
| Ψυκτικό μέσο | R410A | |
| Ψυκτική ισχύς (Q _ψ) | 55,5 | [kW] |
| Ψυκτική απόδοση (EER) | 3,2 | |
| Ηλεκτρική κατανάλωση (P) | 30,8 | [kW] |
| Ογκομετρική παροχή (V) | 25,7 | [m ³ /hr] |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | |
|--|---------|----------------------|
| Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας | 124,54 | [Pa] |
| Πίεση συμπίεστη | 25,0 | [bar] |
| <u>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΠΥΡΓΟΥ ΨΥΞΗΣ</u> | | |
| Κατασκευαστής | DESCT | |
| Μοντέλο | T/R 144 | |
| Ψυκτικό μέσο | R410A | |
| Ψυκτική ισχύς (Q _ψ) | 57,5 | [kW] |
| Ψυκτική απόδοση (EER) | 3,4 | |
| Ηλεκτρική κατανάλωση (P) | 30,0 | [kW] |
| Ογκομετρική παροχή (V) | 34,30 | [m ³ /hr] |
| Μέγιστη ταχύτητα περιστροφής (n) | 6100 | [Rpm] |
| Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας | 120,6 | [Pa] |
| Πίεση συμπίεστη | 30,0 | [bar] |

Πίνακας 13.5.1 Χαρακτηριστικά πύργων ψύξεως ξενοδοχείου



Εικόνα 13.5.1 Πύργος ψύξης VXT 370



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Εικόνα 13.5.2 Πύργος ψύξης DESCT



14. ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ένας από τους πιο σημαντικούς παράμετρους κατανάλωσης και οικονομικής επιβάρυνσης για τη ξενοδοχειακή μονάδα είναι αυτός του φωτισμού. Συνεπώς υπολογίστηκε η υφιστάμενη κατάσταση και προτάθηκε πρόταση εξοικονόμησης ανά περίπτωση λαμπτήρα.

14.1 Πρόταση εξοικονόμησης ενέργειας από λαμπτήρες

Επειτά και τον υπολογισμό των καταναλώσεων του μηχανολογικού εξοπλισμού, προσεγγίστηκε και η κατανάλωση από τους ήδη εγκατεστημένους στο ξενοδοχείο λαμπτήρες. Δεδομένης της συμβατικής και υπάρχουσας κατάστασης, προτάθηκε βελτιστοποίηση με λαμπτήρες τύπου LED χαμηλής κατανάλωσης. Οι συμβατική κατάσταση ανά είδος λαμπτήρα και αυτή της πρότασης LED, γίνονται διακριτές στους παρακάτω αναλυτικούς πίνακες καταγραφής.

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|------|----------|-----------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/y] | | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατικ ή | 40,0 | 3,00 | 200,00 | 572,00 | 13.728,00 | 0,17 | 2.333,76 |
| LED | 4,50 | | | | 1.544,40 | | 262,55 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 2.071,21 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 8,00 | 3,00 | 200,00 | 572,00 | 2.745,60 | 0,17 | 466,75 |
| LED | 3,50 | | | | 1.201,20 | | 204,20 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 262,55 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 7,00 | 3,00 | 200,00 | 896,00 | 3.763,20 | 0,17 | 639,74 |
| LED | 3,50 | | | | 1.881,60 | | 319,87 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 319,87 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 8,00 | 3,00 | 200,00 | 240,00 | 1.152,00 | 0,17 | 195,84 |
| LED | 3,50 | | | | 504,00 | | 85,68 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 110,16 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|-------|------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | | [kWh] | [€] | [€] |
| | | | | 448,00 | | | |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | | | | |
|---------------------------------|--------|------|--------|--|-----------|------|----------|
| Συμβατική | 140,00 | 3,00 | 200,00 | | 37.632,00 | 0,17 | 6.397,44 |
| LED | 72,00 | | | | 19.353,60 | | 3.290,11 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 3.107,33 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|--------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 45,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 139,40 | 3,00 | 200,00 | | 3.763,80 | 0,17 | 639,85 |
| LED | 36,00 | | | | 972,00 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 474,61 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 4,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 40,00 | 3,00 | 200,00 | | 96,00 | 0,17 | 16,32 |
| LED | 4,50 | | | | 10,80 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 14,48 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 130,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 50,00 | 3,00 | 200,00 | | 3.900,00 | 0,17 | 663,00 |
| LED | 2,00 | | | | 156,00 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 636,48 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 75,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 11,00 | 3,00 | 200,00 | | 495,00 | 0,17 | 84,15 |
| LED | 5,60 | | | | 252,00 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 41,31 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|-----------|--------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 134,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 140,00 | 3,00 | 200,00 | | 11.256,00 | 0,17 | 1.913,52 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|--|--|--|----------|--|--------|
| LED | 72,00 | | | | 5.788,80 | | 984,10 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 929,42 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|--------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 14,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 134,00 | 3,00 | 200,00 | | 1.125,60 | 0,17 | 191,35 |
| LED | 36,00 | | | | 302,40 | | 51,41 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 139,94 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 50,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 28,00 | 10,00 | 200,00 | | 2.800,00 | 0,17 | 476,00 |
| LED | 14,00 | | | | 1.400,00 | | 238,00 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 238,00 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 340,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 40,00 | 10,00 | 200,00 | | 27.200,00 | 0,17 | 4.624,00 |
| LED | 6,00 | | | | 4.080,00 | | 693,60 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 3.930,40 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 285,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 40,00 | 10,00 | 200,00 | | 22.800,00 | 0,17 | 3.876,00 |
| LED | 4,80 | | | | 2.736,00 | | 465,12 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 3.410,88 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 15,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 8,00 | 24,00 | 200,00 | | 576,00 | 0,17 | 97,92 |
| LED | 3,50 | | | | 252,00 | | 42,84 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 55,08 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|-----------|--------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 3,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 112,00 | 24,00 | 200,00 | | 1.612,80 | 0,17 | 274,18 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|--|--|--|--------|--|-------|
| LED | 36,00 | | | | 518,40 | | 88,13 |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 186,05 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 30,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 35,00 | 24,00 | 200,00 | | 5.040,00 | 0,17 | 856,80 |
| LED | 4,80 | | | | 691,20 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 739,30 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 210,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 8,00 | 24,00 | 200,00 | | 8.064,00 | 0,17 | 1.370,88 |
| LED | 3,50 | | | | 3.528,00 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 771,12 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|--------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 11,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 140,00 | 8,00 | 200,00 | | 2.464,00 | 0,17 | 418,88 |
| LED | 36,00 | | | | 633,60 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 311,17 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 4,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 40,00 | 8,00 | 200,00 | | 256,00 | 0,17 | 43,52 |
| LED | 4,50 | | | | 28,80 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 38,62 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 1.268,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 35,00 | 3,00 | 200,00 | | 26.628,00 | 0,17 | 4.526,76 |
| LED | 4,80 | | | | 3.651,84 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 3.905,95 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|-----------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 1.063,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 35,00 | 10,00 | 200,00 | | 74.410,00 | 0,17 | 12.649,70 |
| LED | 4,80 | | | | 691,20 | | |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| 12.532,20 | | | | | | | |
| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 360,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 36,00 | 4,00 | 200,00 | | 10.368,00 | 0,17 | 1.762,56 |
| LED | 18,00 | | | | 5.184,00 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 881,28 | | | | | | | |

| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| 4.700,16 | | | | | | | |
| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 640,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 18,00 | 24,00 | 200,00 | | 55.296,00 | 0,17 | 9.400,32 |
| LED | 9,00 | | | | 27.648,00 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 4.700,16 | | | | | | | |

| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| 1.405,70 | | | | | | | |
| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 95,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 60,00 | 8,00 | 200,00 | | 9.120,00 | 0,17 | 1.550,40 |
| LED | 5,60 | | | | 851,20 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 1.405,70 | | | | | | | |

| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| 10,23 | | | | | | | |
| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 4,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 15,00 | 8,00 | 200,00 | | 96,00 | 0,17 | 16,32 |
| LED | 5,60 | | | | 35,84 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 10,23 | | | | | | | |

| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| 10,23 | | | | | | | |
| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 119,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 40,00 | 8,00 | 200,00 | | 7.616,00 | 0,17 | 1.294,72 |
| LED | 4,50 | | | | 856,80 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 10,23 | | | | | | | |

| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| 19,58 | | | | | | | |
| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 16,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 40,00 | 8,00 | 200,00 | | 1.024,00 | 0,17 | 174,08 |
| LED | 4,50 | | | | 115,20 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 19,58 | | | | | | | |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

154,50

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 391,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 40,00 | 3,00 | 200,00 | | 7.038,00 | 0,17 | 1.196,46 |
| LED | 6,00 | | | | 1.055,70 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 1.016,99 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 23,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 60,00 | 10,00 | 200,00 | | 2.760,00 | 0,17 | 469,20 |
| LED | 5,60 | | | | 257,60 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 425,41 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 175,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 40,00 | 10,00 | 200,00 | | 14.000,00 | 0,17 | 2.380,00 |
| LED | 8,00 | | | | 2.800,00 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 1.904,00 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 125,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 15,00 | 10,00 | 200,00 | | 3.750,00 | 0,17 | 637,50 |
| LED | 8,00 | | | | 2.000,00 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 297,50 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 7,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 40,00 | 10,00 | 200,00 | | 560,00 | 0,17 | 95,20 |
| LED | 8,00 | | | | 33,60 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 89,49 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 60,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 40,00 | 10,00 | 200,00 | | 4.800,00 | 0,17 | 816,00 |
| LED | 4,50 | | | | 540,00 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 724,20 | | | | | | | |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 14,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 50,00 | 10,00 | 200,00 | | 1.400,00 | 0,17 | 238,00 |
| LED | 2,00 | | | | 56,00 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 228,48 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 543,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 35,00 | 8,00 | 200,00 | | 30.408,00 | 0,17 | 5.169,36 |
| LED | 4,80 | | | | 4.170,24 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 4.460,42 | | | | | | | |

| Είδος | Ισχύ | Ώρε/ημ | Ημέρες/έτ | Ποσότητα | Κατανάλωση | Τιμή κιλοβατώρας | Κόστος ρεύματος |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|----------|------------|---------------------|--------------------|
| | [W] | [hr/day] | [days/year] | 160,00 | [kWh] | [€] | [€] |
| Συμβατική | 72,00 | 8,00 | 200,00 | | 18.432,00 | 0,17 | 3.133,44 |
| LED | 45,00 | | | | 11.520,00 | | |
| Εξοικονόμηση ενέργειας [€/year] | | | | | | | |
| 1.175,04 | | | | | | | |

Πίνακας 14.1.1 Αναγραφή ιδιοτήτων συμβατικών και προτεινόμενων λαμπτήρων

14.2 Κοστολόγηση συμβατικής και προτεινόμενης κατάστασης

Έχοντας όλες τις παραπάνω καταγραφές και υπολογισμούς, υπολογίστηκε σε ετήσια κλίμακα τα έξοδα της συμβατικής και προτεινόμενης κατάστασης και τελικά προσεγγίστηκε η συνολική εξοικονόμηση για χρονική διάρκεια 10 ετών. Οι μετρήσεις των υπολογισμών γίνονται διακριτές στο παρακάτω πίνακα καταγραφής.

| ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ | | |
|---|------------------|--------------------|
| ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | | |
| Ετήσια κατανάλωση λαμπτήρων | Τιμή κιλοβατώρας | Ετήσια κοστολόγηση |
| [€] | [€] | [€/year] |
| 423.216,00 | 0,17 | 71.946,72 |
| ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | | |
| Ετήσια κατανάλωση λαμπτήρων | Τιμή κιλοβατώρας | Ετήσια κοστολόγηση |
| [€] | [€] | [€/year] |
| 107.849,22 | 0,17 | 18.334,37 |
| ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ | | |
| 74,5 [%] | | |
| ΚΕΡΔΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΑΝΑ ΕΤΟΣ | | |
| 53.612,35 [€/year] | | |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΣΟΔΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ 10 ΕΤΩΝ | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Έτος [year] | Συνολικά έσοδα για 10 έτη [€] | Αθροιστικά έσοδα [€] |
| 1 | 53.612,35 | 53.612,35 |
| 2 | 107.224,71 | 160.837,06 |
| 3 | 160.837,06 | 268.061,76 |
| 4 | 214.449,41 | 375.286,47 |
| 5 | 268.061,76 | 482.511,17 |
| 6 | 321.674,12 | 589.735,88 |
| 7 | 375.286,47 | 696.960,58 |
| 8 | 428.898,82 | 804.185,29 |
| 9 | 482.511,17 | 911.409,99 |
| 10 | 536.123,53 | 1.018.634,70 |

Πίνακας 14.2.1 Αναγραφή ιδιοτήτων συμβατικών και προτεινόμενων λαμπτήρων

14.2.1 Συνολικά κόστη αντικατάστασης λαμπτήρων

Σε περίπτωση που η ξενοδοχειακή μονάδα ήθελε να υιοθετήσει τη προτεινόμενη κατάσταση, θα έπρεπε να εξετάσει και το συνολικό λειτουργικό και αρχικό κόστος αλλά και τα έξοδα αγοράς. Συνεπώς από μια γρήγορη προσέγγιση στο παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα κόστη ανά κατηγορία.

| ΑΡΧΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΟΣΤΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΛΕΒΗΤΑ | |
|---|----------------|
| ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ | |
| Κόστος Αγοράς | 132.818,50 [€] |
| Συνολικό Αρχικό κόστος | 132.818,50 [€] |
| ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ | |
| Απρόβλεπτα | 1000,00 [€] |
| Συνολικό Λειτουργικό κόστος | 1000,00 [€] |
| ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΞΟΔΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | |
| 133.818,50 [€] | |

Πίνακας 14.2.1.1 Αρχικά και λειτουργικά κόστη αντικατάστασης

Επειδή το ποσό είναι μεγάλο και ίσως ο ιδιοκτήτης της ξενοδοχειακής μονάδας επιθυμεί τη χρήση κάποιου δανείου για την αγορά και την αντικατάσταση του, το χρηματοοικονομικό προφίλ αλλά και ο αναλυτικός δανεισμός που προτείνεται για να επιτευχθεί κάτι ανάλογο, είναι τα εξής :



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | |
|--|----------------------------------|
| ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ | |
| Ίδια κεφάλαια | 35% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| Δάνεια | 55% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| Επιχορήγηση | 10% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| ΔΑΝΕΙΣΜΟΣ | |
| Επιτόκιο δανεισμού | 1% |
| Διάρκεια αποπληρωμής | 5 έτη |
| Επιτόκιο προεξόφλησης | 1% |

Πίνακας 14.2.1.2 Αναγραφή ιδιοτήτων συμβατικών και προτεινόμενων λαμπτήρων

14.2.2 Λειτουργικές δαπάνες αντικατάστασης

Για κάθε έτος στο διάστημα της δεκαετίας που έχει οριστεί εξαρχής ως κάλυψη των εξόδων αγοράς και λειτουργίας των λαμπτήρων, με βασικό στοιχείο τα συνολικά έσοδα ανά έτους αλλά και του λειτουργικού κόστους υπολογίστηκαν οι λειτουργικές δαπάνες. Για την εύρεση των τιμών της κάθε ετήσιας λειτουργικής δαπάνης, αθροίστηκαν από το 4^ο έτος καθώς υπάρχει εγγύηση από την εταιρεία αντικατάστασης και έπειτα το λειτουργικό κόστος της προτεινόμενης κατάστασης. Οι τιμές αυτές αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα αναλυτικής παρουσίασης.

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | | | |
|--|--|-------------------|-----------------------------|
| Έτος | Έσοδα κατανάλωσης από αντικατάσταση | Απρόβλεπτα | Λειτουργικές Δαπάνες |
| [year] | [€] | [€] | [€] |
| 1 | 53.612,35 | | |
| 2 | 107.224,71 | | |
| 3 | 160.837,06 | 1000,00 | |
| 4 | 214.449,41 | 1000,00 | |
| 5 | 268.061,76 | 1000,00 | |
| 6 | 321.674,12 | 1000,00 | 1000,00 |
| 7 | 375.286,47 | 1000,00 | 1000,00 |
| 8 | 428.898,82 | 1000,00 | 1000,00 |
| 9 | 482.511,17 | 1000,00 | 1000,00 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | |
|--------|------------|---------|---------|
| 10 | 536.123,53 | 1000,00 | 1000,00 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 804.185,29 | | |

Πίνακας 14.2.2.1 Λειτουργικές δαπάνες προτεινόμενης κατάστασης

Συνεπώς έχοντας υπολογίσει τις λειτουργικές δαπάνες της αντικατάστασης, υπολογίστηκαν και τα κέρδη προ αποσβέσεων τόκων και φόρων ως η διαφορά της κάθε ετήσιας λειτουργικής δαπάνης με τα ετήσια έσοδα κατανάλωσης από αντικατάσταση. Έπειτα ως προτεινόμενο δανειζόμενο κεφάλαιο των 160.000,00 με σκοπό την βοήθεια του ιδιοκτήτη για την κάλυψη εξόδων, υπολογίστηκε η τοκοχρεωλυτική δόση με βάση επιτόκιο δανεισμού.

Η τοκοχρεωλυτική δόση υπολογίστηκε από το γινόμενο του δανειζόμενου κεφαλαίου (K) και του επιτοκίου δανεισμού (i) προς $(1 - (1/(1 + \text{επιτόκιο δανεισμού } (i)^{10}))$). Τέλος για τον προσδιορισμό των τόκων δανείων για τα πρώτα 5 χρόνια της αντικατάστασης, υπολογίστηκε από τον τύπο (τοκοχρεωλυτική δόση - (τοκοχρεωλυτική δόση / ((1 + επιτόκιο δανεισμού (i)⁵ έτος - 1^ο έτος)). Τα αποτελέσματα των υπολογισμών γίνονται διακριτά στον παρακάτω πίνακα ανάλυσης.

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΕΡΔΩΝ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ ΤΟΚΩΝ ΚΑΙ ΦΟΡΩΝ & ΤΟΚΩΝ ΔΑΝΕΙΩΝ | | | |
|--|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Δανειζόμενο κεφάλαιο K | Επιτόκιο δανεισμού i | Τοκοχρεωλυτική δόση | Δανειζόμενο κεφάλαιο K |
| [€] | [%] | [€] | [€] |
| 160.000,00 | 0,2 | 16.176,53 | 160.000,00 |
| Κέρδη προ αποσβέσεων Τόκων και Φόρων | Τόκοι Δανείων | | |
| [€] | [€] | | |
| 53.112,35 | 160,80 | | |
| 106.724,71 | 128,77 | | |
| 160.337,06 | 96,67 | | |
| 213.949,41 | 64,51 | | |
| 267.561,76 | 32,29 | | |
| 321.674,12 | | | |
| 375.286,47 | | | |
| 428.898,82 | | | |
| 482.511,17 | | | |
| 536.123,53 | | | |

Πίνακας 14.2.2.2 Κέρδη προ αποσβέσεων τόκων και φόρων



14.2.3 Καθαρές ταμειακές ροές προτεινόμενης αντικατάστασης λαμπτήρων

Οι καθαρές ταμειακές ροές υπολογίστηκαν συναρτήσει των φορολογικών παραμέτρων οι οποίες προκύπτουν από τις λειτουργικές δαπάνες. Για καθεμιά παράμετρο οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν είναι η εξής :

- Φορολογητέο : Κέρδη προ τόκων και φόρων κάθε έτους-(τόκοι δανείων κάθε έτους+ αποσβέσεις κάθε έτους)
- Αποσβέσεις : Κόστος λειτουργίας κάθε περίπτωσης – αντίστοιχο ποσοστό απόσβεσης
- Φορολογία : Φορολογητέο * συντελεστή φορολογίας

Με βάση την εκτέλεση των παραπάνω τύπων, ο τιμές ανά έτους της κάθε περίπτωσης αναγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

| ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ | | | | |
|---|------------|-------------|----------------------------------|------------------------|
| Έτος | Αποσβέσεις | Φορολογητέο | Φορολογία | Συντελεστής φορολογίας |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [%] |
| 1 | 14.610,04 | 31.950,35 | 0,00 | 23% |
| 2 | 14.610,04 | 105.369,14 | 0,00 | |
| 3 | 14.610,04 | 176.905,09 | 0,00 | |
| 4 | 14.610,04 | 250.324,89 | 0,00 | |
| 5 | 14.610,04 | 323.745,20 | 0,00 | |
| 6 | 14.610,04 | 397.166,03 | 0,00 | |
| 7 | 14.610,04 | 470.534,59 | 0,00 | |
| 8 | 14.610,04 | 543.903,15 | 0,00 | |
| 9 | 14.610,04 | 617.271,71 | 0,00 | |
| 10 | 14.610,04 | 690.640,27 | 0,00 | |
| Ποσοστό απόσβεσης | | | Συντελεστής φορολογίας λαμπτήρων | |
| Απρόβλεπτα: 12[%] | | | [%] | |
| Βασικός εξοπλισμός: 11[%] | | | 0,0 | |

Πίνακας 14.2.3.1 Καθαρείαικές ταμειακές ροές επένδυσης

Συνεπώς η υπολογισμοί των καθαρών ταμειακών ροών τελειώνουν με τον υπολογισμό μέσω των εκάστοτε τύπων, με τις παρακάτω παραμέτρους.

- Πληρωμές δανείων: (((Δανειζόμενο κεφάλαιο/10)*Επιτόκιο δανεισμού (i))+Δανειζόμενο κεφάλαιο/10) για τα πρώτα 5 έτη αποπληρωμής.
- Καθαρή χρηματική ροή : Συνολικά έξοδα κάθε έτους-(Λειτουργικές δαπάνες ανά έτος+ Φορολογία+ Πληρωμές δανείων)



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Παρούσα Αξία: (Ετήσια καθαρή χρηματική ροή/ $((1+\text{Επιτόκιο προεξόφλησης})^{\text{εκάστοτε έτος}})$)

Έτσι οι τιμές των παραπάνω μεγεθών αλλά και η αθροιστική καθαρή ταμειακή ροή, αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα οικονομικής ανάλυσης.

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ | | | | |
|--|------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------|
| Έτος | Πληρωμές Δανείων | Καθαρή χρηματική ροή | Καθαρή χρηματική ροή (αθροιστική) | Παρούσα Αξία |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [€] |
| 1 | 19.200,00 | 34.412,35 | 34.412,35 | 34.071,64 |
| 2 | 19.200,00 | 88.024,71 | 122.437,06 | 86.290,27 |
| 3 | 19.200,00 | 141.637,06 | 264.074,12 | 137.471,53 |
| 4 | 19.200,00 | 195.249,41 | 459.323,53 | 187.630,85 |
| 5 | 19.200,00 | 268.061,76 | 727.385,29 | 255.051,57 |
| 6 | | 321.174,12 | 1.048.559,40 | 302.560,55 |
| 7 | | 374.786,47 | 1.423.345,87 | 349.570,11 |
| 8 | | 428.398,82 | 1.851.744,69 | 395.619,12 |
| 9 | | 482.011,17 | 2.333.755,87 | 440.722,01 |
| 10 | | 462.573,35 | 2.796.329,22 | 418.761,62 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 73.050,18 | 727.385,29 | 1.607.632,34 | 700.515,86 |

Πίνακας 14.2.3.2 Οικονομικοί παράμετροι

14.2.4 Υπολογισμός ετήσιων κερδών αντικατάστασης

Με σκοπό τη τελικά οικονομικά οφέλη από την προτεινόμενη αντικατάσταση αυτή, υπολογίστηκαν τα συνολικά κέρδη ανά έτος αλλά και τα κέρδη από τη παρούσα αξία.

Ο υπολογισμός της πρώτης παραμέτρου προέκυψε από την αφαίρεση των συνολικών εσόδων ανά έτος με τα συνολικά έξοδα του λέβητα βιομάζας. Η δεύτερη παράμετρος υπολογίστηκε από τον τύπο (Κέρδη/ $((1+\text{Επιτόκιο δανεισμού (i)})^{\text{εκάστοτε έτος}})$). Συνεπώς τα αποτελέσματα των πράξεων φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| ΕΤΗΣΙΑ ΚΕΡΗ ΑΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | | |
|--------------------------------------|------------------------|----------------|
| Έτος | Κέρδη από παρούσα αξία | Συνολικά κέρδη |
| [year] | [€] | [€] |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | |
|----|------------|--------------|
| 1 | 44.676,96 | 2.948.679,39 |
| 2 | 74.461,60 | |
| 3 | 93.077,00 | |
| 4 | 103.418,89 | |
| 5 | 107.728,01 | |
| 6 | 107.728,01 | |
| 7 | 104.735,57 | |
| 8 | 99.748,16 | |
| 9 | 93.513,90 | |
| 10 | 86.586,94 | |

Πίνακας 14.2.4.1 Ετήσια κέρδη από αντικατάσταση

14.2.5 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης και παρούσα αξία

Τελευταίοι υπολογισμοί που γίνανε για να δείξουν τελικά αν η αντικατάσταση που προτάθηκε μακροπρόθεσμο θα είναι συμφέρουσα για το ξενοδοχείο, ήταν αυτοί της καθαρής παρούσας αξίας (NPV) και εσωτερικού βαθμού απόδοσης (IRR).

Για τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας αφαιρέθηκαν από τα κέρδη από παρούσα αξία τα ίδια κεφάλαια. Έτσι για κάθε έτος προέκυψε και μια διαφορετική τιμή. Ενώ για ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προέκυψε εξισώνοντας την παρούσα αξία της αναμενόμενης καθαρής εισροής μετρητών με την παρούσα αξία της εκροής μετρητών. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|
| Έτος | Καθαρή παρούσα αξία (NPV) | Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) |
| [year] | [€] | [%] |
| 1 | -1.809,51 | 16,1 |
| 2 | 27.975,13 | |
| 3 | 46.590,53 | |
| 4 | 56.932,42 | |

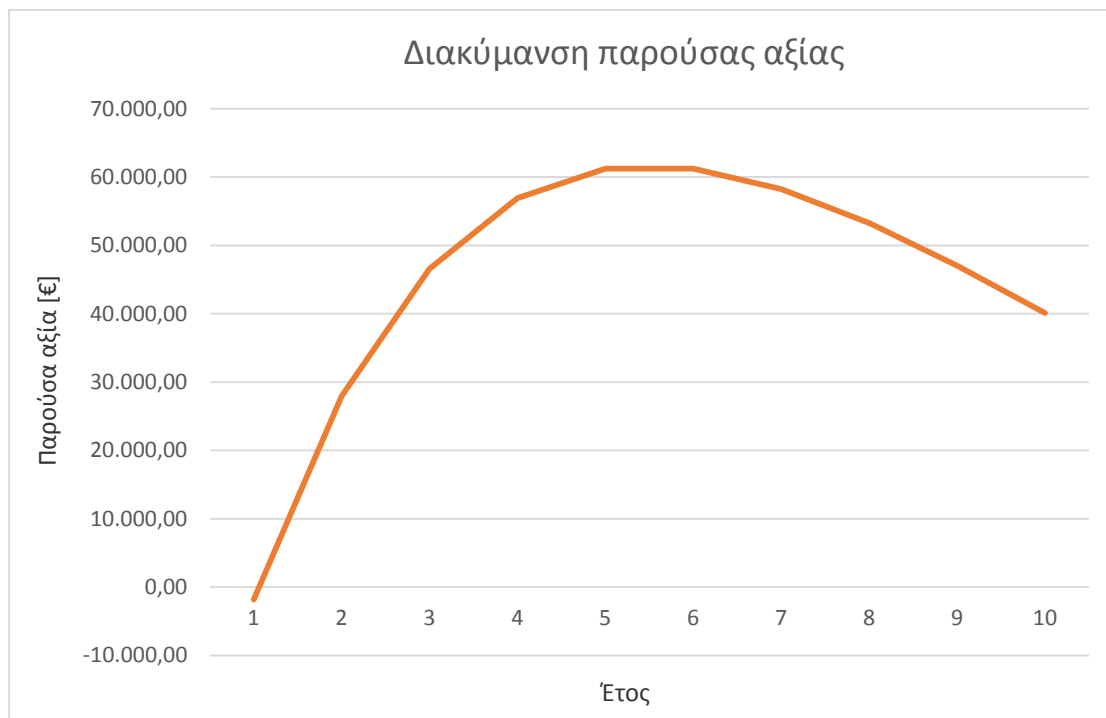


ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|--------|------------|
| 5 | 61.241,54 |
| 6 | 61.241,54 |
| 7 | 58.249,09 |
| 8 | 53.261,68 |
| 9 | 47.027,42 |
| 10 | 40.100,47 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 450.810,29 |

Πίνακας 14.1.1 Οικονομικοί δείκτες επένδυσης

Συνεπώς η επένδυση κρίνεται επιτυχής αν αναλογιστεί κανείς το τελικό αριθμό του συνόλου του δείκτη NPV αλλά και το γεγονός πως ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προκύπτει μεγαλύτερος του μηδενός. Πράγμα που σημαίνει πως η αντικατάσταση και η συγκεκριμένη επένδυση στο χρόνο θα είναι βιώσιμη. Το διάγραμμα της διακύμανσης του παρούσας αξίας ανά τα έτη επένδυσης, φαίνονται στο παρακάτω γράφημα.



Γράφημα 14.2.5.1 Διακύμανση παρούσας αξίας επένδυσης



15. ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ

Η ξενοδοχειακή μονάδα διαθέτει αρκετούς ανελκυστήρες με σκοπό τη διευκόλυνση των πελατών αλλά και των εργαζόμενων της. Όπως φαίνεται από τις καταναλώσεις, επιβαρύνουν πολύ το ηλεκτρικό φορτίο του ξενοδοχείου με αποτέλεσμα επιπλέον έξοδα. Έτσι μελετήθηκαν ξεχωριστά και προτάθηκαν τρεις νέοι πανομοιότυποι ανελκυστήρες με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας. Οι τύποι των ήδη υπάρχον ανελκυστήρων είναι οι εξής :

- GMV MI - 132 M των 18,4 [kW]
- GMV MI - 132/20 των 14,7 [kW]
- GMV MI - 112 S1 των 9,5 [kW]
- BUNGALOWS GN των 5,0 [kW]
- PUMP MOTER των 25,0 [kW]

Συνεπώς ο προτεινόμενος ανελκυστήρας έχει τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά που αναγράφονται στον αναλυτικό πίνακα :

| ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | | | | | |
|---|-------------------|-----------------------|-------------------------------|--|--|
| Μοντέλο ανελκυστήρα | Τύπος ανελκυστήρα | Προέλευση ανελκυστήρα | Αρχικό κόστος 1ος ανελκυστήρα | Αριθμός ανελκυστήρων για αντικατάσταση | Συνολικό αρχικό κόστος αγοράς ανελκυστήρων μαζί με Φ.Π.Α |
| | | | [€] | | [€] |
| GEN 2 FLEX | Ηλεκτρομηχανικός | Ισπανία | 21.930,71 | 3,00 | 65.792,13 |

Πίνακας 15.1.1 Χαρακτηριστικά προτεινόμενου ανελκυστήρα

15.1 Οικονομική προσέγγιση καταναλώσεων ανελκυστήρων ξενοδοχείου

Έπειτα υπολογίστηκαν οι καταναλώσεις ρεύματος των υφιστάμενων ανελκυστήρων και των προτεινόμενων ξεχωριστά κατά τη λειτουργία τους για κάθε μήνα του έτους και με βάση την ονομαστική ισχύ τους. Έτσι για τον εκάστοτε ανελκυστήρα αλλά και μία τυπική ώρα λειτουργίας τις 6,5 ώρες τη μέρα, οι μηνιαίες καταναλώσεις της κάθε κατάστασης αλλά και οι οικονομικές διαφορές τους μηνιαία γίνονται διακριτές στον παρακάτω πίνακα:

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| A/A | ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΙ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ | | | ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ | |
| ΜΗΝΑΣ | ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ [hr] | ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ [kWh] | ΤΙΜΗ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑΣ [€/kWh] | ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ [hr] | ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh] |
| ΙΑΝ. | 6,5 | 23.770,80 | 0,17 | 6,5 | 7.030,80 |
| ΦΕΒ. | 6,5 | 21.470,40 | 0,17 | 6,5 | 6.350,40 |
| ΜΑΡΤ. | 6,5 | 23.770,80 | 0,17 | 6,5 | 7.030,80 |
| ΑΠΡ. | 6,5 | 23.004,00 | 0,17 | 6,5 | 6.804,00 |
| ΜΑΪ. | 6,5 | 23.770,80 | 0,17 | 6,5 | 7.030,80 |
| ΙΟΥΝ. | 6,5 | 117.612,00 | 0,17 | 6,5 | 43.902,00 |
| ΙΟΥΛ. | 6,5 | 121.532,40 | 0,17 | 6,5 | 45.365,40 |
| ΑΥΓ. | 6,5 | 121.532,40 | 0,17 | 6,5 | 45.365,40 |
| ΣΕΠΤ. | 6,5 | 117.612,00 | 0,17 | 6,5 | 43.902,00 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | | |
|------|-----|-----------|------|-----|-----------|
| ΟΚΤ. | 6,5 | 40.510,80 | 0,17 | 6,5 | 15.121,80 |
| ΝΟΕ. | 6,5 | 23.004,00 | 0,17 | 6,5 | 6.804,00 |
| ΔΕΚ. | 6,5 | 23.770,80 | 0,17 | 6,5 | 7.030,80 |

Πίνακας 15.1.1.1 Οικονομική προσέγγιση περιπτώσεων

Συνεπώς έχοντας υπολογίσει και βρει τις καταναλώσεις και των δύο περιπτώσεων για κάθε μήνα λειτουργίας τους, υπολογίστηκε η συνολική ετήσια κατανάλωση τους αλλά και οι διαφορές καταναλώσεων ανά μήνα του έτος.. Στο παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα :

| ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΞΟΔΩΝ ΑΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | | | | |
|---|---|--|--|-----------------------------------|
| ΜΗΝΑΣ | ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΗΝΙΑΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ [kWh] | ΕΤΗΣΙΑ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ [€/kWh] | ΕΤΗΣΙΑ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ [€/kWh] | ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΞΟΔΩΝ [%] |
| ΙΑΝ. | 16.740,00 | 129.261,03 | 45.860,15 | 64,52 |
| ΦΕΒ. | 15.120,00 | | | |
| ΜΑΡΤ. | 16.740,00 | | | |
| ΑΠΡ. | 16.200,00 | | | |
| ΜΑΪ. | 16.740,00 | | | |
| ΙΟΥΝ. | 73.710,00 | | | |
| ΙΟΥΛ. | 76.167,00 | | | |
| ΑΥΓ. | 76.167,00 | | | |
| ΣΕΠΤ. | 73.710,00 | | | |
| ΟΚΤ. | 25.389,00 | | | |
| ΝΟΕ. | 16.200,00 | | | |
| ΔΕΚ. | 16.740,00 | | | |

Πίνακας 15.1.1.2 Ποσοστό μείωσης εξόδων από αντικατάσταση

15.2 Συνολικά έξοδα προτεινόμενης κατάστασης

Σε περίπτωση που η ξενοδοχειακή μονάδα ήθελε να υιοθετήσει τη προτεινόμενη κατάσταση, θα έπρεπε να εξετάσει και το συνολικό λειτουργικό και αρχικό κόστος αλλά και τα έξοδα αγοράς. Συνεπώς από μια γρήγορη προσέγγιση στο παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα κόστη ανά κατηγορία.

| ΑΡΧΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΟΣΤΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΛΕΒΗΤΑ | |
|--|---------------|
| ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ | |
| Κόστος Αγοράς | 65.792,13 [€] |
| Κόστος Εγκατάστασης | 0,00 [€] |
| Τοποθέτηση ανελκυστήρα | 0,00 [€] |
| Απόβλεπτα | 2000,00 [€] |
| Συνολικό Αρχικό κόστος | 67.992,13 [€] |
| ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ | |
| Συντήρηση έκτακτων αναγκών | 0,00 [€] |
| Συντήρηση | 0,00 [€] |
| Άλλα λειτουργικά κόστη | 1000,00 [€] |
| Συνολικό Λειτουργικό κόστος | 1000,00 [€] |



ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΞΟΔΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

68.242,13 [€]

Πίνακας 15.2.1 Αρχικά και λειτουργικά κόστη αντικατάστασης

Επειδή το ποσό είναι μεγάλο και ίσως ο ιδιοκτήτης της ξενοδοχειακής μονάδας επιθυμεί τη χρήση κάποιου δανείου για την αγορά και την αντικατάστασή του, το χρηματοοικονομικό προφίλ αλλά και ο αναλυτικός δανεισμός που προτείνεται για να επιτευχθεί κάτι ανάλογο, είναι τα εξής :

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | |
|--|----------------------------------|
| ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ | |
| Ίδια κεφάλαια | 50% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| Δάνεια | 50% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| Επιχορήγηση | 0% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| ΔΑΝΕΙΣΜΟΣ | |
| Επιτόκιο δανεισμού | 2,0% |
| Διάρκεια αποπληρωμής | 5 έτη |
| Επιτόκιο προεξόφλησης | 1% |

Πίνακας 15.2.2 Οικονομικές συνιστώσες αντικατάστασης

15.3 Λειτουργικές δαπάνες προτεινόμενης αντικατάστασης

Για κάθε έτος στο διάστημα της δεκαετίας που έχει οριστεί εξαρχής ως κάλυψη των εξόδων αγοράς και λειτουργίας των ανελκυστήρων, με βασικό στοιχείο τα συνολικά έσοδα ανά έτους αλλά και του λειτουργικού κόστους υπολογίστηκαν οι λειτουργικές δαπάνες. Για την εύρεση των τιμών της κάθε ετήσιας λειτουργικής δαπάνης, αθροίστηκαν από το 2^ο έτος και έπειτα το λειτουργικό κόστος της προτεινόμενης κατάστασης. Οι τιμές αυτές αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα αναλυτικής παρουσίασης.

| ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | | | | | |
|--|-------------------------------------|-----------|----------------------------|------------------------|----------------------|
| Έτος | Έσοδα κατανάλωσης από αντικατάσταση | Συντήρηση | Συντήρηση έκτακτων αναγκών | Άλλα λειτουργικά κόστη | Λειτουργικές Δαπάνες |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [€] | [€] |
| 1 | 83.400,88 | | | | 0,00 |
| 2 | 83.400,88 | | | | 0,00 |
| 3 | 83.400,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1.000,00 |
| 4 | 83.400,88 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1.000,00 |
| 5 | 83.400,88 | 0,00 | 0,00 | 1.000,00 | 1.000,00 |
| 6 | 83.400,88 | 0,00 | 0,00 | 1.000,00 | 1.000,00 |
| 7 | 83.400,88 | 0,00 | 0,00 | 1.000,00 | 1.000,00 |
| 8 | 83.400,88 | 0,00 | 0,00 | 1.000,00 | 1.000,00 |
| 9 | 83.400,88 | 0,00 | 0,00 | 1.000,00 | 1.000,00 |
| 10 | 83.400,88 | 0,00 | 0,00 | 1.000,00 | 1.000,00 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 417.004,40 | | | | 8.000,00 |

Πίνακας 15.3.1 Λειτουργικές δαπάνες προτεινόμενης κατάστασης

Συνεπώς έχοντας υπολογίσει τις λειτουργικές δαπάνες της αντικατάστασης, υπολογίστηκαν και τα κέρδη προ αποσβέσεων τόκων και φόρων ως η διαφορά της κάθε ετήσιας λειτουργικής δαπάνης με τα



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ετήσια έσοδα κατανάλωσης από αντικατάσταση. Έπειτα ως προτεινόμενο δανειζόμενο κεφάλαιο των 70.000,00 με σκοπό την βοήθεια του ιδιοκτήτη για την κάλυψη εξόδων, υπολογίστηκε η τοκοχρεωλυτική δόση με βάση επιτόκιο δανεισμού.

Η τοκοχρεωλυτική δόση υπολογίστηκε από το γινόμενο του δανειζόμενου κεφαλαίου (Κ) και του επιτοκίου δανεισμού (i) προς $(1 - (1/(1 + \text{επιτόκιο δανεισμού (i)}^{10}))$.

Τέλος για τον προσδιορισμό των τόκων δανείων για τα πρώτα 5 χρόνια της αντικατάστασης, υπολογίστηκε από τον τύπο (τοκοχρεωλυτική δόση - (τοκοχρεωλυτική δόση / ((1 + επιτόκιο δανεισμού (i)⁵ έτος - 1^ο έτος)). Τα αποτελέσματα των υπολογισμών γίνονται διακριτά στον παρακάτω πίνακα ανάλυσης.

| ΚΕΡΗ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ ΤΟΚΩΝ ΚΑΙ ΦΟΡΩΝ & ΤΟΚΩΝ ΔΑΝΕΙΩΝ | | | |
|--|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Δανειζόμενο κεφάλαιο Κ | Επιτόκιο δανεισμού i | Τοκοχρεωλυτική δόση | Δανειζόμενο κεφάλαιο Κ |
| [€] | [%] | [€] | [€] |
| 70.000,00 | 2,0 | 7.792,86 | 70.000,00 |
| Κέρδη προ αποσβέσεων Τόκων και Φόρων | Τόκοι Δανείων | | |
| [€] | [€] | | |
| 83.400,88 | 734,63 | | |
| 83.400,88 | 593,46 | | |
| 82.400,88 | 449,47 | | |
| 82.400,88 | 302,61 | | |
| 82.400,88 | 152,80 | | |
| 82.400,88 | | | |
| 82.400,88 | | | |
| 82.400,88 | | | |
| 82.400,88 | | | |
| 82.400,88 | | | |

Πίνακας 15.3.2 Κέρδη προ τόκων και φόρων επένδυσης

15.4 Καθαρές ταμειακές ροές προτεινόμενης αντικατάστασης

Οι καθαρές ταμειακές ροές υπολογίστηκαν συναρτήσει των φορολογικών παραμέτρων οι οποίες προκύπτουν από τις λειτουργικές δαπάνες. Για καθεμιά παράμετρο οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν είναι η εξής :

- **Φορολογητέο** : Κέρδη προ τόκων και φόρων κάθε έτους - (τόκοι δανείων κάθε έτους + αποσβέσεις κάθε έτους)
- **Αποσβέσεις** : Κόστος λειτουργίας κάθε περίπτωσης - αντίστοιχο ποσοστό απόσβεσης
- **Φορολογία** : Φορολογητέο * συντελεστή φορολογίας

Με βάση την εκτέλεση των παραπάνω τύπων, ο τιμές ανά έτους της κάθε περίπτωσης αναγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

| ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ | | | | |
|--|-------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|
| Έτος | Αποσβέσεις | Φορολογητέο | Φορολογία | Συντελεστής φορολογίας |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [%] |
| 1 | 9.882,82 | 72.783,43 | 9.461,85 | 23% |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | |
|---------------------------|----------|-----------|-------------------------------------|--|
| 2 | 9.882,82 | 72.924,60 | 9.480,20 | |
| 3 | 9.882,82 | 72.068,59 | 9.368,92 | |
| 4 | 9.882,82 | 72.215,45 | 9.388,01 | |
| 5 | 9.882,82 | 72.365,26 | 9.407,48 | |
| 6 | 9.882,82 | 72.518,06 | 9.427,35 | |
| 7 | 9.882,82 | 72.518,06 | 9.427,35 | |
| 8 | 9.882,82 | 72.518,06 | 9.427,35 | |
| 9 | 9.882,82 | 72.518,06 | 9.427,35 | |
| 10 | 9.882,82 | 72.518,06 | 9.427,35 | |
| Ποσοστό απόσβεσης | | | Συντελεστής φορολογίας ανελκυστήρων | |
| Απόβλεπτα: 7[%] | | | [%] | |
| Βασικός εξοπλισμός: 15[%] | | | 13,0 | |

Πίνακας 15.1.1.2 Φορολογικοί παράμετροι

Συνεπώς η υπολογισμοί των καθαρών ταμειακών ροών τελειώνουν με τον υπολογισμό μέσω των εκάστοτε τύπων, με τις παρακάτω παραμέτρους.

- Πληρωμές δανείων: (((Δανειζόμενο κεφάλαιο/10)*Επιτόκιο δανεισμού (i))+Δανειζόμενο κεφάλαιο/10) για τα πρώτα 5 έτη αποπληρωμής.
- Καθαρή χρηματική ροή : Συνολικά έξοδα κάθε έτους-(Λειτουργικές δαπάνες ανά έτος+ Φορολογία+ Πληρωμές δανείων)
- Παρούσα Αξία : (Ετήσια καθαρή χρηματική ροή/((1+Επιτόκιο προεξόφλησης)^εκάστοτε έτος))

Έτσι οι τιμές των παραπάνω μεγεθών αλλά και η αθροιστική καθαρή ταμειακή ροή, αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα οικονομικής ανάλυσης.

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ | | | | |
|--|------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------|
| Έτος | Πληρωμές Δανείων | Καθαρή χρηματική ροή | Καθαρή χρηματική ροή (αθροιστική) | Παρούσα Αξία |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [€] |
| 1 | 7.140,00 | 66.799,03 | 66.799,03 | 66.137,66 |
| 2 | 7.140,00 | 66.780,68 | 133.579,71 | 65.464,84 |
| 3 | 7.140,00 | 66.544,46 | 200.124,18 | 64.587,40 |
| 4 | 7.140,00 | 66.525,37 | 266.649,55 | 63.929,57 |
| 5 | 7.140,00 | 66.505,90 | 333.155,44 | 63.278,08 |
| 6 | | 73.626,03 | 406.781,48 | 69.359,05 |
| 7 | | 73.626,03 | 480.407,51 | 68.672,33 |
| 8 | | 73.626,03 | 554.033,54 | 67.992,40 |
| 9 | | 73.626,03 | 627.659,57 | 67.319,21 |
| 10 | | 73.626,03 | 701.285,60 | 66.652,69 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 35.700,00 | 333.155,44 | 1.000.307,92 | 323.397,55 |

Πίνακας 15.1.1.2 Οικονομικοί παράμετροι

15.5 Υπολογισμός ετήσιων κερδών από αντικατάσταση

Με σκοπό τη τελικά οικονομικά οφέλη από την προτεινόμενη αντικατάσταση αυτή, υπολογίστηκαν τα συνολικά κέρδη ανά έτος αλλά και τα κέρδη από τη παρούσα αξία.

Ο υπολογισμός της πρώτης παραμέτρου προέκυψε από την αφαίρεση των συνολικών εσόδων ανά έτος με τα συνολικά έξοδα του λέβητα βιομάζας.βΗ δεύτερη παράμετρος υπολογίστηκε από τον τύπο



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

(Κέρδη/((1+ Επιτόκιο δανεισμού (i))^Εκάστοτε έτος)). Συνεπώς τα αποτελέσματα των πράξεων φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| ΕΤΗΣΙΑ ΚΕΡΔΗ ΑΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | | |
|---------------------------------------|------------------------|----------------|
| Έτος | Κέρδη από παρούσα αξία | Συνολικά έξοδα |
| [year] | [€] | [€] |
| 1 | 66.137,66 | 66.242,13 |
| 2 | 65.464,84 | |
| 3 | 64.587,40 | |
| 4 | 63.929,57 | |
| 5 | 63.278,08 | |
| 6 | 69.359,05 | |
| 7 | 68.672,33 | |
| 8 | 67.992,40 | |
| 9 | 67.319,21 | |
| 10 | 66.652,69 | |

Πίνακας 15.5.1 Ετήσια κέρδη από αντικατάσταση

15.6 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης και NPV

Τελευταίοι υπολογισμοί που γίνανε για να δείξουν τελικά αν η αντικατάσταση που προτάθηκε μακροπρόθεσμο θα είναι συμφέρουσα για το ξενοδοχείο, ήταν αυτοί της καθαρής παρούσας αξίας (NPV) και εσωτερικού βαθμού απόδοσης (IRR).

Για τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας αφαιρέθηκαν από τα κέρδη από παρούσα αξία τα ίδια κεφάλαια. Έτσι για κάθε έτος προέκυψε και μια διαφορετική τιμή. Ενώ για ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προέκυψε εξισώνοντας την παρούσα αξία της αναμενόμενης καθαρής εισροής μετρητών με την παρούσα αξία της εκροής μετρητών. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ | | |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Έτος | Καθαρή παρούσα αξία (NPV) | Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) |
| [year] | [€] | [%] |
| 1 | -104,47 | 5,5% |
| 2 | -777,29 | |
| 3 | -1.654,73 | |
| 4 | -2.312,56 | |
| 5 | -2.964,05 | |
| 6 | 3.116,92 | |
| 7 | 2.430,20 | |
| 8 | 1.750,27 | |
| 9 | 1.077,08 | |
| 10 | 410,56 | |
| ΣΥΝΟΛΟ | 104,87 | |

Πίνακας 15.6.1 Οικονομικοί δείκτες επένδυσης



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Συνεπώς η επένδυση κρίνεται επιτυχής αν αναλογιστεί κανείς το τελικό αριθμό του συνόλου του δείκτη NPV αλλά και το γεγονός πως ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προκύπτει μεγαλύτερος του μηδενός. Πράγμα που σημαίνει πως η αντικατάσταση και η συγκεκριμένη επένδυση στο χρόνο θα είναι βιώσιμη. Το διάγραμμα της διακύμανσης του παρούσας αξίας ανά τα έτη επένδυσης, φαίνονται στο παρακάτω γράφημα.



Γράφημα 15.6.1 Διακύμανση παρούσας αξίας επένδυσης



16. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Για τον υπολογισμό των απωλειών θερμότητας των εσωτερικών χώρων της ξενοδοχειακής μονάδας, χρειάστηκε η προσέγγιση του αερισμού των ανοιγμάτων της κάθε θερμικής του ζώνης. Έπειτα έχοντας υπολογίσει τον αερισμό σειρά πήραν τα ηλιακά και θερμικά κέρδη λόγω μέσω των ανοιγμάτων. Στη συνέχεια καταχωρήθηκαν στο προγραμματιστικό περιβάλλον του TRNSYS για τον πλήρη προσδιορισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων των χώρων του ξενοδοχείου. Περιληπτικά, οι χώροι της ξενοδοχειακής μονάδας όπου έγιναν οι παραπάνω υπολογισμοί θερμικών και ψυκτικών απωλειών είναι οι εξής :

- ✓ Γραφεία
- ✓ Κτήρια δωματίων
- ✓ Τμήμα Συντήρησης
- ✓ Κουζίνες
- ✓ Restaurant
- ✓ Buffets
- ✓ Χώροι προσωπικού
- ✓ Ταβέρνες
- ✓ κ.α

Αερισμός ανοιγμάτων εντός των χώρων του ξενοδοχείου

Με βάση τα αρχιτεκτονικά σχέδια του ξενοδοχείου, βρέθηκαν και καταγράφηκαν τα ανοίγματα ανά θερμική ζώνη αλλά και η τοιχοποιία από την οποία αποτελείται. Έτσι, για τις απώλειες αερισμού καταγράφηκε αναλυτικά το μήκος και το ύψος κάθε ανοίγματος και υπολογίστηκε το εμβαδόν του.

Έχοντας αυτά, για τα διπλά παράθυρα αλλά και τις διπλές εξωτερικές θυρίδες πάρθηκαν ένας σταθερός συντελεστής διαπερατότητας (U) ίσος με 1,2 [kCal/mhK] ενώ για την αντίθετη περίπτωση και τις εσωτερικές μονές ένας ίσος με 1,5 [kCal/mhK].

Συνεπώς με γνώμονα όλα τα παραπάνω υπολογίστηκαν τα εκάστοτε μήκη χαραμάδων (l) των ανοιγμάτων ως το γινόμενο του πλήθους του κάθε ανοίγματος με το μήκος του συν το άθροισμα του ύψους του. Τέλος, τα γινόμενα των μηκών χαραμάδας και του συντελεστή διαπερατότητας μας έδωσε τον συντελεστή (a*1) απαραίτητο για περαιτέρω υπολογισμούς επί των ανοιγμάτων. Στη συνέχεια, προστέθηκαν τα εμβαδά όλων των εσωτερικών ανοιγμάτων (Fa) ξεχωριστά και μετά των εξωτερικών (Fn). Έχοντας τις τιμές αυτές προσεγγίστηκε και ο λόγος Fa/Fn. Έπειτα από TOTEE 20701-1 βρέθηκαν οι τιμές των παρακάτω μεγεθών :

- ✓ Συντελεστής προσβολής ανέμου (H) : 0,82 για κατηγορία Γ'
- ✓ Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (ZE) : 1,0 για μη γωνιακά παράθυρα
- ✓ Ειδικός συντελεστής διεισδυτικότητας (Re) : 0,70
- ✓ Επιθυμητή θερμοκρασία ανά περίοδο (Θπ) : Θερινή περίοδος : 20 [°C] , Χειμερινή περίοδος : 26 [°C] (TOTTE 20701-1)

Τέλος, με τη βοήθεια των τιμών της ιστοσελίδας της εθνικής μετεωρολογικής υπηρεσίας, πάρθηκαν οι μηνιαίες μέσες τιμές των παρακάτω θερμοκρασιών :

- ✓ Μέση θερμοκρασία Ηρακλείου (Tm)
- ✓ Εξωτερική θερμοκρασία (To)

Έτσι υπολογίστηκε η διαφορά των δύο αυτών θερμοκρασιών και για κάθε θερμική ζώνη του ξενοδοχείου υπολογίστηκαν οι απώλειες αερισμού (Qa) ως το γινόμενο του μηνιαίου μέσου όρου της διαφοράς της μέσης θερμοκρασίας και της εξωτερικής με τους συντελεστές διεισδυτικότητας, ανέμου, γωνιακών παραθύρων και Σ(a*1). Έτσι βρέθηκαν οι τιμές απωλειών αερισμού κάθε τομέα του



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ξενοδοχείου. Οι μηνιαίες τιμές των συγκεκριμένων θερμοκρασιών μέσω των οποίων υπολογίστηκαν οι απώλειες αερισμού κάθε τομέα είναι οι παρακάτω:

| ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΑΠΟ ΙΣΤΟΤΟΠΟ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ | | | |
|--|---|--|----------------------------------|
| Μήνας | Μέση θερμοκρασία Ηρακλείου (T_m) | Εξωτερική θερμοκρασία (T_o) | Διαφορά θερμοκρασίας (ΔT) |
| | [°C] | [°C] | [°C] |
| Ιανουάριος | 12,00 | 12,00 | 14,00 |
| Φεβρουάριος | 12,00 | 12,00 | 14,00 |
| Μάρτιος | 14,00 | 14,00 | 6,00 |
| Απρίλιος | 17,00 | 17,00 | 3,00 |
| Μάιος | 20,00 | 20,00 | 0,00 |
| Ιούνιος | 24,00 | 24,00 | -4,00 |
| Ιούλιος | 26,00 | 26,00 | -6,00 |
| Αύγουστος | 26,00 | 26,00 | -6,00 |
| Σεπτέμβριος | 24,00 | 24,00 | -4,00 |
| Οκτώβριος | 20,00 | 20,00 | 0,00 |
| Νοέμβριος | 16,00 | 16,00 | 10,00 |
| Δεκέμβριος | 13,00 | 13,00 | 13,00 |

Πίνακας 16.1 Θερμοκρασίες Ηρακλείου

Επομένως οι απώλειες αερισμού (Q_α) ανά χώρο ξενοδοχείου αλλά και οι συνολικές φαίνονται στο παρακάτω πίνακα καταγραφής:

| ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΧΩΡΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | |
|--|--|
| ΧΩΡΟΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ (Q_α) |
| | [kCal/hr] |
| ΚΤΗΡΙΑ BUNGALOWS | 27.416,94 |
| ΚΤΗΡΙΟ 800 | 12.501,13 |
| ΚΤΗΡΙΟ 700 | 50.004,52 |
| ΚΤΗΡΙΟ 600 | 19.257,93 |
| ΚΤΗΡΙΟ 500 | 80.165,07 |
| ΚΤΗΡΙΟ 400 | 182.098,19 |
| ΚΤΗΡΙΟ 300 | 1.208,60 |
| ΚΤΗΡΙΟ 200 | 4.935.005,29 |
| ΚΤΗΡΙΟ 100 | 102.312,11 |
| ΤΑΒΕΡΝΑ | 1.720,67 |
| ΚΟΥΖΙΝΕΣ | 6.461,02 |
| BUFFETS | 71,61 |
| ΓΡΑΦΕΙΑ | 465,33 |
| ΧΩΡΟΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ | 32,10 |
| RESTAURANT | 5.456,94 |
| ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟ | 31,98 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|--|-------------|
| ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ | 1.763,98 |
| ΥΠΟΔΟΧΗ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | 48,41 |
| ΧΩΡΟΙ ΑΝΑΠΑΥΣΗΣ | 118,90 |
| ΠΑΙΔΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ | 76,18 |
| MINI MARKET | 494,93 |
| ΠΡΟΕΔΡΙΚΗ ΣΟΥΙΤΑ | 544,80 |
| ΔΩΜΑΤΙΑ ΓΡΑΦΕΙΩΝ | 478,21 |
| ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ | 233,21 |
| BOUTIQUE | 505,53 |
| SNACK BAR | 145,55 |
| FUN MUSIC BAR | 381,67 |
| ΑΙΘΟΥΣΑ PASIPHAE | 2.742,71 |
| ΑΙΘΟΥΣΑ ARIADNI | 96,83 |
| ΑΙΘΟΥΣΑ PHAEDRA | 170,63 |
| ΑΙΘΟΥΣΑ MINOS | 17.554,83 |
| ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ [kCal/hr] | 5.449.565,8 |
| ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΧΩΡΩΝ AEGEO SPA [kCal/hr] | 2.984.774,9 |

Πίνακας 16.2 Απώλειες αερισμού ανοιγμάτων ανά χώρο

16.1 Απώλειες αερισμού τοιχοποιίας ξενοδοχειακής μονάδας

Έχοντας υπολογίσει και βρει τις συνολικές απώλειες αερισμού των ανοιγμάτων, στη συνέχεια υπολογίστηκαν και οι απώλειες αερισμού της κάθε τοιχοποιίας του ξενοδοχείου. Για τον υπολογισμό των παραπάνω παραμέτρων οι στρώσεις, τα υλικά και οι συντελεστές αγωγιμότητας της κάθε περίπτωσης φαίνεται στους παρακάτω πίνακες.

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ | | | |
|---|-------------------|---|-------------------------|
| Περιγραφή στρώσης | Πάχος στρώσης (d) | Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας (λ) | d/l [$m^2 \cdot K/w$] |
| | [m] | [w/m ² ·k] | |
| Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα | 0,02 | 0,9 | 0,02 |
| Τούβλο | 0,03 | 0,7 | 0,04 |
| Διογκωμένη πολυστερίνη | 0,05 | 0,0 | 1,52 |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα εσωτερικά (hin) | | 2,5 | [w/m ² /K] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα εξωτερικά (hout) | | 0,4 | [w/m ² /K] |
| Συντελεστής διαπερατότητας (Uτ) | | | |
| [W/m ² ·K] | | | |
| 0,51 | | | |

Πίνακας 16.1.1 Στοιχεία τοιχοποιίας



| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΟΦΗΣ/ΔΩΜΑΤΟΣ | | | |
|---|-------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Περιγραφή στρώσης | Πάχος στρώσης (d) | Συντελεστής Θερμικής αγωγιμότητας (λ) | d/l [$m^2 \cdot K/w$] |
| | [m] | [$w/m \cdot k$] | |
| Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα | 0,05 | 0,9 | 0,06 |
| Τούβλο | 0,08 | 0,7 | 0,11 |
| Διογκωμένη πολυστερίνη | 0,02 | 0,0 | 0,61 |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα εσωτερικά (hin) | | 5,0 | [$w/m^2/K$] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα εξωτερικά (hout) | | 0,3 | [$w/m^2/K$] |
| Συντελεστής διαπερατότητας (U_{op}) | | | |
| [$W/m^2 \cdot K$] | | | |
| 0,93 | | | |

Πίνακας 16.1.2 Στοιχεία οροφής/δώματος

| ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΚΩΝ/ΣΤΗΛΩΝ (ΣΚΕΛΕΤΟΣ) | | | |
|---|-------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Περιγραφή στρώσης | Πάχος στρώσης (d) | Συντελεστής Θερμικής αγωγιμότητας (λ) | d/l [$m^2 \cdot K/w$] |
| | [m] | [$w/m \cdot k$] | |
| Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα | 0,06 | 0,87 | 0,07 |
| Τούβλο | 0,03 | 0,73 | 0,04 |
| Πέτρα | 0,04 | 0,87 | 0,05 |
| Διογκωμένη πολυστερίνη | 0,05 | 0,03 | 1,52 |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα εσωτερικά (hin) | | 2,5 | [$w/m^2/K$] |
| Συντελεστής συναγωγής αέρα εξωτερικά (hout) | | 0,4 | [$w/m^2/K$] |
| Συντελεστής διαπερατότητας (U_{δ}) | | | |
| [$W/m^2 \cdot K$] | | | |
| 0,48 | | | |

Πίνακας 16.1.3 Στοιχεία δοκών/στηλών (σκελετός)

Συνεπώς, έχοντας ως δεδομένο τα παραπάνω αλλά και μία μέση ετήσια τιμή της θερμοκρασίας του νομού Ηρακλείου στους 18,67 [°C], έναν μηνιαίο συντελεστή συναγωγής (he) μεταβαλλόμενο και εξαρτώμενο από τις μέσες ωριαίες ετήσιες τιμές της ταχύτητας του ανέμου, υπολογίστηκαν οι ωριαίοι συντελεστές θερμοπερατότητας για τη τοιχοποιία, το σκελετό, το δώμα και την οροφή της ξενοδοχειακής μονάδας.

16.2 Υπολογισμός εμβαδών επιφανειών και μεταφορά θερμότητας

Μέσα από τα αρχιτεκτονικά σχέδια καταγράφηκαν και υπολογίστηκαν τα διάφορα δομικά στοιχεία του ξενοδοχείου αλλά και του αέρα που τα περιβάλλει. Επειδή όμως στο ξενοδοχείου υπόκειται και το Aegeo Spa, υπολογίστηκαν αθροιστικά όλα τα μεγέθη. Επομένως, οι τιμές των εμβαδών των χώρων του ξενοδοχείου αλλά και του Aegeo Spa φαίνονται στους παρακάτω πίνακες:



| ΕΜΒΑΔΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ | | | | |
|-------------------------------------|--|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| A/A | Διπλή τοιχοποιία με μόνωση [m ²] | Σκελετός [m ²] | Πόρτες [m ²] | Παράθυρα [m ²] |
| Βόρειος Τοίχος | 248,73 | 63,52 | 13,78 | 54,63 |
| Δυτικός τοίχος | 746,18 | 190,55 | 41,35 | 54,63 |
| Ανατολικός τοίχος | 248,73 | 127,04 | 27,57 | 54,63 |
| Νότιος τοίχος | 746,18 | 127,04 | 27,57 | 54,63 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 1.989,80 | 508,14 | 110,26 | 218,53 |

Πίνακας 16.2.1 Εμβαδά επιφανειών και δομικών στοιχείων

| ΛΟΙΠΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ | |
|---|---------|
| Εμβαδόν οροφής [m ²] | 2.826,7 |
| Εμβαδόν δώματος [m ²] | 2.826,7 |
| Συνολικός όγκος αέρα [m ³] | 3.462,7 |
| Συνολική μάζα αέρα [Kg] | 4.241,9 |
| Ειδική θερμοχωρητικότητα [J/m ³ K] | 4.090,0 |

Πίνακας 16.2.3 Λοιπά στοιχεία υπολογισμών

16.3 Υπολογισμός μεταφοράς θερμότητας δομικών στοιχείων από τους χώρους του ξενοδοχείου

Έχοντας προσεγγίσει λοιπόν όλα τα παραπάνω μεγέθη, υπολογίστηκε και η μεταφορά θερμότητας που αποβάλλεται από κάθε χώρο του ξενοδοχείου για κάθε ημέρα του έτους. Η συνθήκη για τον υπολογισμό της αποβαλλόμενης θερμότητας μέσω της συνολικής τοιχοποιίας του ξενοδοχείου είναι η παρακάτω για επιθυμητές θερμοκρασίες καλοκαιριού τους 22 [°C] και για χειμώνα τους 26 [°C] :

- Αν (θερμότητα περιβάλλοντος-επιθυμητή θερμοκρασία χώρων) <0 τότε το αποτέλεσμα θα ήταν το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας με το συνολικό εμβαδόν ολόκληρης της τοιχοποιίας. Αλλιώς η τιμή θα ήταν μηδενική.

Συνεπώς ο μέσος όρος της μέσης ετήσιας αποβαλλόμενης θερμότητας από τους χώρους του ξενοδοχείου υπολογίστηκε περίπου 8,8 [kW]. Αντίστοιχα η συνθήκη για τον υπολογισμό της αποβαλλόμενης θερμότητας μέσω της συνολικής επιφάνειας παραθύρων του ξενοδοχείου είναι η εξής :

- Αν (θερμότητα περιβάλλοντος-επιθυμητή θερμοκρασία χώρων) <0 τότε το θα το αποτέλεσμα θα προέκυπτε από το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας των παραθύρων με το συνολικό εμβαδόν των παραθύρων του ξενοδοχείου. Αλλιώς η τιμή θα ήταν μηδενική.

Έτσι ο μέσος όρος της μέσης ετήσιας αποβαλλόμενης θερμότητας στους χώρους του ξενοδοχείου υπολογίστηκε περίπου 0,62 [kW]. Επίσης η συνθήκη για τον υπολογισμό της αποβαλλόμενης θερμότητας μέσω της συνολικής επιφάνειας πορτών του ξενοδοχείου είναι η εξής :



- Αν (θερμότητα περιβάλλοντος-επιθυμητή θερμοκρασία χώρων) < 0 τότε το θα το αποτέλεσμα θα προέκυπτε από το γινόμενο του συντελεστή θερμοπερατότητας των πορτών με το συνολικό εμβαδόν των πορτών του ξενοδοχείου. Αλλιώς η τιμή θα ήταν μηδενική.

Άρα ο μέσος όρος υπολογίστηκε περίπου 0,31 [kW] για τη περίπτωση των πορτών που διαθέτει η ξενοδοχειακή μονάδα. Τέλος, για τις περιπτώσεις της μεταφοράς θερμότητας από τους εσωτερικούς χώρους του ξενοδοχείου μέσω του δώματος και του σκελετού εφαρμόστηκε αντίστοιχη συνθήκη και οι μέσοι όροι των τιμών για τις δύο περιπτώσεις ήταν 7,9 [kW] για αυτή του δώματος-οροφής και 1,67 [kW] για αυτή του σκελετού.

16.4 Υπολογισμός ηλιακών κερδών δομικών στοιχείων ξενοδοχείου

Στη συνέχεια με τη βοήθεια της ηλιακής γεωμετρίας αλλά και το συνολικό εμβαδό των ανοιγμάτων, προσεγγίστηκαν και υπολογίστηκαν τα ηλιακά κέρδη ανά προσανατολισμό σε ολόκληρο το έτος. Συνεπώς λαμβάνοντας υπόψιν έναν σταθερό συντελεστή ηλιακών κερδών ίσο με 0,40 η συνθήκη υπολογισμού τους είναι οι παρακάτω:

- Ανατολικά ηλιακά κέρδη ανατολικών παραθύρων : Ημερήσια τιμή των ανατολικών ηλιακών κερδών επί συντελεστή ηλιακών κερδών επί συνολική επιφάνεια ανατολικών παραθύρων.
- Δυτικά ηλιακά κέρδη ανατολικών παραθύρων : Ημερήσια τιμή των δυτικών ηλιακών κερδών επί συντελεστή ηλιακών κερδών επί συνολική επιφάνεια δυτικών παραθύρων.
- Βόρεια ηλιακά κέρδη ανατολικών παραθύρων : Ημερήσια τιμή των βόρειων ηλιακών κερδών επί συντελεστή ηλιακών κερδών επί συνολική επιφάνεια βόρειων παραθύρων.
- Νότια ηλιακά κέρδη ανατολικών παραθύρων : Ημερήσια τιμή των νότιων ηλιακών κερδών επί συντελεστή ηλιακών κερδών επί συνολική επιφάνεια νότιων παραθύρων.

Οι μέσες τιμές ανά περίπτωση προσανατολισμού των ηλιακών κερδών των ανοιγμάτων αλλά και της ηλιακής ακτινοβολίας αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

| ΗΛΙΑΚΑ ΚΕΡΔΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ | |
|--|----------|
| ΒΟΡΕΙΟΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ | |
| Ηλιακή ακτινοβολία [W/m ²] | 41,03 |
| Ηλιακά κέρδη [W/m ²] | 1.442,42 |
| ΝΟΤΙΟΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ | |
| Ηλιακή ακτινοβολία [W/m ²] | 238,98 |
| Ηλιακά κέρδη [W/m ²] | 5.306,29 |
| ΔΥΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ | |
| Ηλιακή ακτινοβολία [W/m ²] | 110,62 |
| Ηλιακά κέρδη [W/m ²] | 1.311,86 |
| ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ | |
| Ηλιακή ακτινοβολία [W/m ²] | 228,92 |
| Ηλιακά κέρδη [W/m ²] | 4.093,63 |

Πίνακας 16.4.1 Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων

16.5 Υπολογισμός ηλιακών κερδών και συνολικών φορτίων από ηλιακά κέρδη

Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, βρέθηκαν και τα συνολικά φορτία ανά ημέρα του έτους. Στη περίπτωση όπου η επιθυμητή θερμοκρασία των χώρων είναι ίση με 22 βαθμούς τότε η ημερήσια τιμή των ηλιακών κερδών κάθε προσανατολισμού αφαιρούνται. Σε αντίθετη περίπτωση προσθέτονται. Έτσι ο μέσος όρος των συνολικών φορτίων από ηλιακά κέρδη προέκυψε ίσος με 79,31 [W/m²].



Τέλος, τα ημερήσια συνολικά ηλιακά κέρδη βρέθηκαν προσθέτοντας τις τιμές της μεταφοράς θερμότητας μέσω της τοιχοποιίας και της μεταφοράς θερμότητας των παραθύρων με τη τιμή των συνολικών φορτίων της αντίστοιχης ημέρας. Αν η τιμή έβγαινε αρνητική τότε το αποτέλεσμα θα κατέληγε μηδενικό. Σε αντίθετη περίπτωση ως η τιμή της παραπάνω εξίσωσης. Συνεπώς ο μέσος όρος των ηλιακών κερδών της ξενοδοχειακής μονάδας είναι ίσος με 9,50 [kW/m²].

16.6 Υπολογισμός φορτίων θέρμανσης και ψύξης

Με γνώμονα τη μεταφορά θερμότητας μέσω των παραπάνω δομικών στοιχείων του ξενοδοχείου από τους εσωτερικούς χώρους και αθροίζοντας τις τιμές αυτές ανά συγκεκριμένους μήνες και περίπτωση, προέκυψαν και οι αντίστοιχες τιμές. Για την εύρεση των θερμικών φορτίων ανά περίπτωση αθροίστηκαν οι τιμές από αρχές Ιανουαρίου έως μέσα Μαΐου και μέσα Σεπτεμβρίου έως τέλη Δεκεμβρίου ενώ για της ψύξης από μέσα Μαΐου έως και μέσα Σεπτεμβρίου. Τα αποτελέσματα αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα υπολογισμών:

| ΑΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΨΥΚΤΙΚΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ | | |
|---|--------|-------|
| ΑΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΜΕΣΩ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ | | |
| Θερμικά φορτία | 65,71 | [MWh] |
| Ψυκτικά φορτία | 11,39 | [MWh] |
| ΑΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΜΕΣΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ | | |
| Θερμικά φορτία | 4,16 | [MWh] |
| Ψυκτικά φορτία | 1,25 | [MWh] |
| ΑΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΜΕΣΩ ΠΟΡΤΩΝ | | |
| Θερμικά φορτία | 2,11 | [MWh] |
| Ψυκτικά φορτία | 0,63 | [MWh] |
| ΑΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΟΡΟΦΗΣ/ΔΩΜΑΤΟΣ | | |
| Θερμικά φορτία | 53,76 | [MWh] |
| Ψυκτικά φορτία | 16,19 | [MWh] |
| ΑΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΜΕΣΩ ΣΚΕΛΕΤΟΥ | | |
| Θερμικά φορτία | 11,72 | [MWh] |
| Ψυκτικά φορτία | 2,91 | [MWh] |
| ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΠΟΒΑΛΛΟΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ | | |
| Θέρμανσης | 137,42 | [MWh] |
| Ψύξης | 32,37 | [MWh] |

Πίνακας 16.6.1 Αποβαλλόμενα ψυκτικά και θερμικά φορτία από χώρους του ξενοδοχείου

16.7 Προσδιορισμός συνολικών απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης

Για τη πλήρη εικόνα των θερμικών και ψυκτικών αναγκών της ξενοδοχειακής μονάδας υπολογίστηκαν και προσεγγίστηκαν τα απαιτούμενα θερμικά και ψυκτικά φορτία. Έτσι βγήκαν κάποια χρήσιμα συμπεράσματα και προτάθηκαν λύσεις κάλυψής τους. Το ξενοδοχείο λειτουργεί σε συνδυασμό με το Aegeo Spa.

Συνεπώς υπολογίστηκαν από κοινού τα θερμικά και ψυκτικά φορτία. Στην περίπτωση των θερμικών φορτίων όμως επειδή το ξενοδοχείο λειτουργεί κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, βρέθηκαν οι τιμές τους και σε περίπτωση που το ξενοδοχείο θέλει να αλλάξει πολιτική και να μένει ανοιχτό όλο το έτος.



16.8 Ψυκτικά και θερμικά φορτία θέρμανσης

Τα ψυκτικά και θερμικά φορτία υπολογίστηκαν με τη μέθοδο των βαθμοημερών. Δηλαδή με βάση των αριθμό των βαθμοημερών ψύξης και θέρμανσης του νομού Ηρακλείου, της συνολικής επιφάνειας του κελύφους του ξενοδοχείου που ανέρχεται στα 508,14 [m²] καθώς και του συντελεστή διαπερατότητας του. Τα υλικά κατασκευής του κελύφους της ξενοδοχειακής μονάδας μαζί με το πάχος της κάθε στρώσεις αλλά και το συντελεστή αγωγιμότητας τους (λ) αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

| ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | | | |
|--|---------------|---|---------------------------|
| Περιγραφή στρώσης | Πάχος στρώσης | Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας [w/m*k] | d/l [m ² *K/w] |
| Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα | 0,06 | 0,87 | 0,07 |
| Τούβλο | 0,03 | 0,73 | 0,04 |
| Πέτρα | 0,04 | 0,87 | 0,05 |
| Διογκωμένη πολυστερίνη | 0,05 | 0,03 | 1,67 |
| Συντελεστής διαπερατότητας κελύφους (Uk) [W/m²K] | | | |
| 0,45 | | | |

Πίνακας 16.8.1 Δομικά υλικά κελύφους ξενοδοχείου

Έτσι λαμβάνοντας υπόψιν ως δεδομένο μια θερμοκρασία αναφοράς $T_a = 18,0$ [° C] για κάθε μήνα και με τη βοήθεια της ΤΟΤΤΕ 20701-2 υπολογίστηκαν οι βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης του νομού Ηρακλείου. Αυτές αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΨΥΞΗΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ | | |
|--|-----------------------------|-------------------------|
| ΜΗΝΑΣ | ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (DDh) | ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ ΨΥΞΗΣ (DDc) |
| | [°C/day] | [°C/day] |
| Ιανουάριος | 186,0 | 0,0 |
| Φεβρουάριος | 159,0 | 0,0 |
| Μάρτιος | 141,0 | 0,0 |
| Απρίλιος | 64,0 | 0,0 |
| Μάιος | 39,0 | 0,0 |
| Ιούνιος | 0,0 | 6,0 |
| Ιούλιος | 0,0 | 17,0 |
| Αύγουστος | 0,0 | 16,0 |
| Σεπτέμβριος | 0,0 | 5,0 |
| Οκτώβριος | 17,0 | 0,0 |
| Νοέμβριος | 58,0 | 0,0 |
| Δεκέμβριος | 138,0 | 0,0 |

Πίνακας 16.8.2 Βαθμοημέρες θέρμανσης και ψύξης Ηρακλείου

Τέλος, από το γινόμενο του συντελεστή διαπερατότητας του κελύφους (Uk), των εκάστοτε βαθμοημερών αλλά και του συντελεστή εξοικονόμησης ενέργειας (κ) για μη συνεχή λειτουργία υπολογίστηκαν τα μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία. Συνεπώς, οι τιμές τους διακρίνονται στο παρακάτω πίνακα :



| ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ | | |
|------------------------------------|----------------|----------------|
| ΜΗΝΑΣ | ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ | ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ |
| | [GWh] | [GWh] |
| Ιανουάριος | 2,57 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 2,20 | 0,00 |
| Μάρτιος | 1,95 | 0,00 |
| Απρίλιος | 0,88 | 0,00 |
| Μάιος | 0,54 | 0,00 |
| Ιούνιος | 0,00 | 0,09 |
| Ιούλιος | 0,00 | 0,27 |
| Αύγουστος | 0,00 | 0,25 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 0,08 |
| Οκτώβριος | 0,24 | 0,00 |
| Νοέμβριος | 0,80 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 1,91 | 0,00 |
| ΣΥΝΟΛΙΚΑ | 11,09 | 0,70 |

Πίνακας 16.8.3 Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία

16.9 Ποσοστό κάλυψης φορτίων από υφιστάμενο μηχανολογικό εξοπλισμό

Έχοντας προσεγγίσει τα θερμικά και ψυκτικά φορτία, κρίθηκε αν ο υφιστάμενος μηχανολογικός εξοπλισμός καλύπτει πλήρως τα φορτία αυτά και τι περιορισμοί υπάρχουν. Η τυπική ώρα υπολογισμού πάρθηκε στις 2 ώρες λειτουργίας.

Όσον αφορά τα ψυκτικά φορτία, για τη τυπική ώρα λειτουργίας του ψυκτικού εξοπλισμού των chiller ψύξεως υπολογίστηκε η προσφερόμενη ισχύς που προσφέρουν και έτσι κρίθηκε αν καλύπτει επαρκώς τα 0,70 [GW] συνολικών ψυκτικών φορτίων. Στο παρακάτω πίνακα γίνονται ευδιάκριτες οι τιμές αυτές :

| ΚΑΛΥΨΗ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΑΠΟ CHILLER | | | |
|-------------------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| ΜΗΝΑΣ | ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ (Lec) | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ CHILLER | ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ CHILLER |
| | [GWh] | [kWh] | [GWh] |
| Ιανουάριος | 0,00 | 1.122,00 | 0,07 |
| Φεβρουάριος | 0,00 | | 0,06 |
| Μάρτιος | 0,00 | | 0,07 |
| Απρίλιος | 0,00 | | 0,07 |
| Μάιος | 0,00 | | 0,07 |
| Ιούνιος | 0,09 | | 0,07 |
| Ιούλιος | 0,27 | | 0,07 |
| Αύγουστος | 0,25 | | 0,07 |
| Σεπτέμβριος | 0,08 | | 0,07 |
| Οκτώβριος | 0,00 | | 0,07 |
| Νοέμβριος | 0,00 | | 0,07 |
| Δεκέμβριος | 0,00 | | 0,07 |
| ΕΤΗΣΙΩΣ | 0,70 | | 0,82 |

Πίνακας 16.9.1 Κάλυψη ψυκτικών φορτίων από chiller



Είναι διακριτό πως τα chillers που διαθέτει το ξενοδοχείο καλύπτουν σε εύρος χρόνου 2 ωρών λειτουργίας, πλήρως κατά τους μήνες λειτουργίας και αιχμής του ξενοδοχείου τα απαιτούμενα ψυκτικά φορτία. Έτσι επιτυγχάνεται επαρκής ψύξη στους χώρους του ξενοδοχείου όπου αυτή φυσικά είναι επιθυμητή.

Στη περίπτωση των θερμικών φορτίων, υπολογίστηκαν τόσο για ετήσια λειτουργία του ξενοδοχείου όσο και για καλοκαιρινή όπως και είναι η ισχύουσα. Αν το ξενοδοχείο λειτουργήσει μόνο τους καλοκαιρινούς μήνες, τα απαραίτητα θερμικά φορτία είναι σχεδόν μηδενικά. Και αυτό διότι λόγω υψηλών θερμοκρασιών δεν απαιτείται θέρμανση. Σε αντίθετη τροχιά αν το ξενοδοχείο αλλάξει πολιτική και αποφασίσει την ετήσια λειτουργία του, ο υφιστάμενος εξοπλισμός θα καλύπτει τα παρακάτω ποσά θερμικής ισχύος όπως αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΚΑΛΥΨΗ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΑΠΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ | | | |
|--|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| ΜΗΝΑΣ | ΘΕΡΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ (Lec) | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ | ΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ |
| | [GWh] | [kWh] | [GWh] |
| Ιανουάριος | 2,57 | 1.879,20 | 0,93 |
| Φεβρουάριος | 2,20 | | 0,84 |
| Μάρτιος | 1,95 | | 0,93 |
| Απρίλιος | 0,88 | | 0,90 |
| Μάιος | 0,54 | | 0,93 |
| Ιούνιος | 0,00 | | 0,90 |
| Ιούλιος | 0,00 | | 0,93 |
| Αύγουστος | 0,00 | | 0,93 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | | 0,90 |
| Οκτώβριος | 0,24 | | 0,93 |
| Νοέμβριος | 0,80 | | 0,90 |
| Δεκέμβριος | 1,91 | | 0,93 |
| ΕΤΗΣΙΩΣ | 11,09 | | 11,53 |

Πίνακας 16.9.2 Κάλυψη θερμικών φορτίων από εξοπλισμό θέρμανσης

Συνεπώς με τους ήδη εγκατεστημένους λέβητες και αντλίας θερμότητας αλλά και των ισχυουσών ισχύων τους, σε χρόνο 16 ωρών ημερησίως καταφέρνουν κατά την ετήσια λειτουργία του ξενοδοχείου να καλυφθούν πλήρως τα θερμικά φορτία για θέρμανση των χώρων του.

16.10 Ετήσια κοστολόγηση λειτουργίας μηχανολογικού εξοπλισμού για κάλυψη φορτίων

Αφού βρέθηκε και η τυπική ώρα λειτουργίας των μηχανολογικών εξοπλισμών ψύξης και θέρμανσης, υπολογίστηκε οικονομικά και η οικονομική επιβάρυνση ετησίως. Συνεπώς τα αποτελέσματα είναι τα εξής :

| ΕΤΗΣΙΑ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ | | |
|--|------------------------------------|--|
| Τιμή κιλοβατόρας | Ετήσια θερμικά φορτία (Lec) | Ετήσια κοστολόγηση λειτουργίας εξοπλισμού θέρμανσης |
| [€] | [GWh] | [€/kWh] |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | |
|------|-------|--------------|
| 0,17 | 11,09 | 1.865.669,76 |
|------|-------|--------------|

Πίνακας 16.10.1 Ετήσια κοστολόγηση κάλυψης θερμικών φορτίων

| ΕΤΗΣΙΑ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΛΥΨΗΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ | | |
|--|-----------------------------|---|
| Τιμή κιλοβατόρας | Ετήσια ψυκτικά φορτία (Lec) | Ετήσια κοστολόγηση λειτουργίας εξοπλισμού ψύξης |
| [€] | [MWh] | [€/kWh] |
| 0,17 | 819,06 | 139.240,20 |

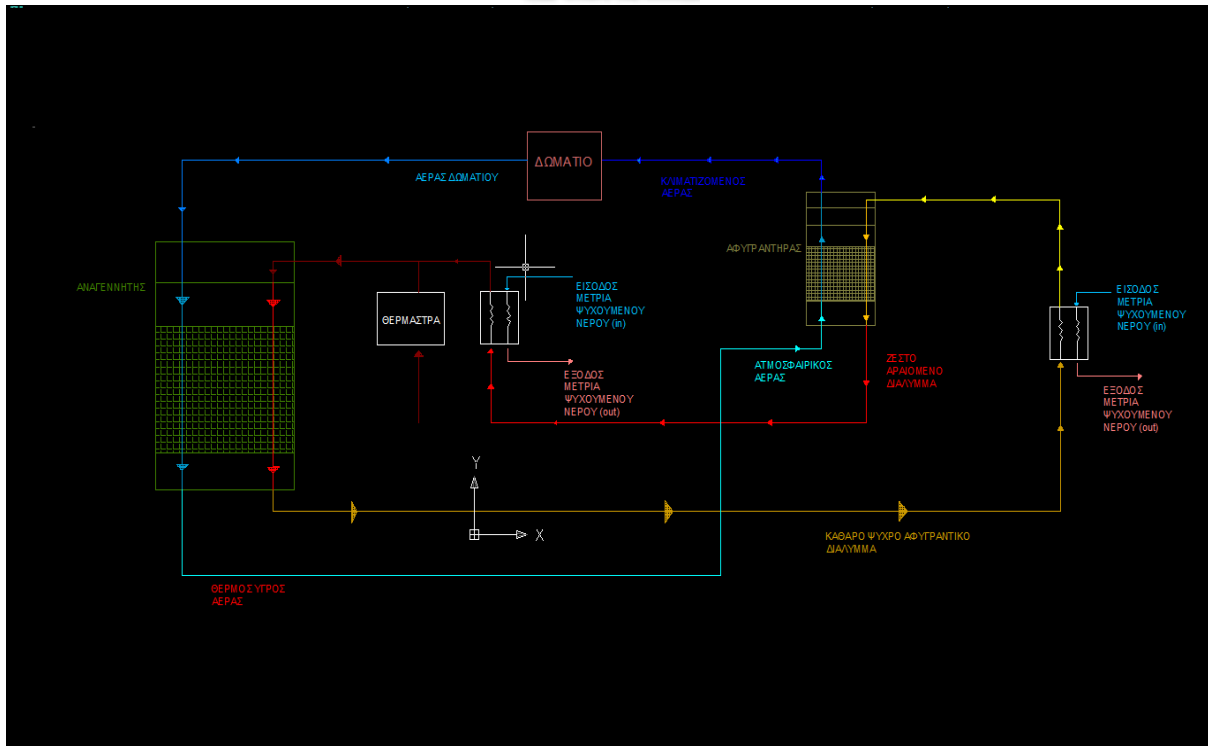
Πίνακας 16.10.2 Κάλυψη θερμικών φορτίων από εξοπλισμό θέρμανσης

16.11 Πρόταση συστήματος ηλιακού κλιματισμού

Με σκοπό τη εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και μείωση των οικονομικών επιπτώσεων της ξενοδοχειακής μονάδας, ως πρόταση οικονομική αποφόρτισης και μείωσης ενεργειακής σπατάλης προτείνεται σύστημα ηλιακού κλιματισμού. Ένα σύστημα κλειστού κυκλώματος με ψυκτικό μέσο το νερό σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα με κύρια λειτουργία τη παραγωγή κρύου νερού για ψύξη αλλά και ψύξη του νερού με εναλλάκτη. Περαιτέρω στοιχεία αναγράφονται στο παρακάτω πίνακα τεχνικών προδιαγραφών και ο τρόπος λειτουργίας του φαίνεται στη παρακάτω εικόνα :

| ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ | | |
|---|-------------------------------|-------|
| Τυπική ψυκτική ικανότητα | Προσοφητικός ψύκτης 20kW-50MW | [kW] |
| C.O.P | 0,85 - 1,0 | |
| Θερμοκρασία αναγέννησης | 45-95 | [°C] |
| Θερμοκρασία πρωτεύον εναλλάκτη | 80 - 60 | [°C] |
| Θερμοκρασία δευτερεύον εναλλάκτη | 15 - 45 | [°C] |
| Υλικό κατασκευής εναλλάκτη | INOX S.S 316 | |
| Τύπος εναλλάκτη | Oran m6/3 | |
| Είδος εναλλάκτη | Έμμεσης επαφής | |
| Αριθμός πλακών | 79 | |
| Κόστος αγοράς | 3.753,00 [€] | |

Πίνακας 16.11.1 Κάλυψη θερμικών φορτίων από εξοπλισμό θέρμανσης



Εικόνα 16.11.1 Διαγραμματική αναπαράσταση λειτουργίας ηλιακού κλιματισμού

16.12 Πρόταση εγκατάστασης Φ/Β σταθμού

Με σκοπό τη μείωση των οικονομικών επιπτώσεων και επιβάρυνσης της ξενοδοχειακής μονάδας, προτάσσεται εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού. Σκοπός του φωτοβολταϊκού αυτό σταθμού θα είναι η κάλυψη αναγκών ηλεκτρικού ρεύματος αλλά και αποταμίευσης για πολλαπλές χρήσεις της.

Ο φωτοβολταϊκός αυτός σταθμός ο οποίος προτάσσεται θα αποτελείται από 286 φωτοβολταϊκά ονομαστικής ισχύος 350 [W] το καθένα, πλαίσιο επιφάνειας 7-9 [m²/kWp], δομής πολυκρυσταλλικής και ετήσιων εκπομπών ρύπων περίπου 3200 [kg/kWp]. Κατάλληλοι χώροι εγκατάστασης του σταθμού εντός της ξενοδοχειακής μονάδας, όπου ενδεχομένως θα καρποφορούσε η πρόταση βελτιστοποίησης, κρίθηκαν οι αδειανοί χώροι δίπλα από τους ηλιακούς συλλέκτες ή πάνω από τον βιολογικό.

16.12.1 Αρχικοί υπολογισμοί επί του Φ/Β σταθμού

Ο υπολογισμός της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας που αποδίδει το προτεινόμενο Φ/Β σύστημα, προσεγγίστηκε ετησίως και στηρίχθηκε σε εμπειρικές παραμέτρους οι οποίες έχουν να κάνουν με το είδος και τη φύση του σταθμού. Συνεπώς για Φ/Β πλαίσιο c/Si με διαδοχικά στρώματα διάταξης : γυάλινη πλάκα, κυψέλη c/Si και μονωτική επίστρωση Tedlar οι σύνθετες εμπειρικές σταθερές που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής :

- $T_1 = 19,6 [^{\circ}\text{C}]$
- $T_2 = 11,5 [^{\circ}\text{C}]$
- $\Delta\theta = 3,0 [^{\circ}\text{C}]$
- $B = -0,223 [\text{m}/\text{sec}]^{-1}$
- Θερμικός συντελεστής πυριτίου $\gamma_{\text{pm}} = -0,0045 [\text{K}^{-1}]$
- Θερμοκρασία αναφοράς (ΘSTC) = 25,0 [°C]
- Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας σε πρότυπες συνθήκες λειτουργίας (GSTC) = 1[kW/m²]



Διαθέτοντας όλα τα παραπάνω αλλά και τις ωριαίες τιμές της ταχύτητας του ανέμου του νομού, από τον τύπο $T1 * e^{(-B * ταχύτητα \text{ ανέμου})} + T2 + \Delta\theta$ υπολογίστηκαν οι ωριαίες τιμές του συντελεστή αναφοράς θερμότητας μέσω ηλιακής ακτινοβολίας προς το Φ/Β σταθμό κ(wsd). Τέλος, με τη βοήθεια και των τιμών της ολικής ακτινοβολίας στην υπό κλίση επιφάνεια που βρέθηκαν από την ηλιακή γεωμετρία, υπολογίστηκε η εμπειρική παράμετρος (F) μέσω του τύπου $2,32 - 0,0017 * \omega$ ωριαία τιμή ολικής ακτινοβολίας στην υπό κλίση επιφάνεια.

16.12.2 Εύρεση μέση μηνιαίας ενεργού θερμοκρασίας κυψελίδας και λόγου επίδοσης Φ/Β σταθμού

Στη συνέχεια των υπολογισμών βρέθηκε η μέση μηνιαία ενεργός θερμοκρασία της κυψελίδας (θc,wa) του Φ/Β σταθμού ως το άθροισμα της εμπειρικής παραμέτρου με το γινόμενο της ολικής ακτινοβολίας στην υπό κλίση επιφάνεια με τον συντελεστή αναφοράς θερμότητας μέσω ηλιακής ακτινοβολίας προς Φ/Β σταθμό κ(wsd) και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Έπειτα, ένα πολύ σημαντικό και απαιτούμενο μέγεθος για τον υπολογισμό της αποδιδόμενης ισχύος του Φ/Β σταθμού είναι αυτό του λόγου επίδοσης διαφοροποίησης (PRT). Για την εύρεση των ωριαίων τιμών του χρησιμοποιήθηκε ο τύπος $1 + \gamma_{pm} * (\text{Μέση μηνιαία ενεργός θερμοκρασία της κυψελίδας-θερμοκρασία περιβάλλοντος})$. Τέλος, το γινόμενο του συντελεστή επίδοσης της διαφοροποίησης με τον αριθμό 2,83 έδωσε τον τελικό ωριαίο λόγο επίδοσης του Φ/Β σταθμού (PRs).

16.12.3 Εύρεση συντελεστή ισχύος Φ/Β σταθμού και παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

Έχοντας υπολογίσει και καταλήξει στους παραπάνω υπολογισμούς, ο συντελεστής ισχύος του συστήματος (εΦΒ) ορίστηκε ως το γινόμενο του λόγου επίδοσης του Φ/Β σταθμού (PRs) και της ολικής ακτινοβολίας στην υπό κλίση επιφάνεια. Έτσι έχοντας βρει και τον ωριαίο συντελεστή ισχύος του σταθμού, ο πολλαπλασιασμός του με την ονομαστική ισχύ του, προσέγγισε την παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ του (P_e).

16.12.4 Συγκεντρωτικός πίνακας υπολογισμού Φ/Β σταθμού

Έχοντας τελειώσει με τις ωριαίες τιμές του καθενός από τα παραπάνω μεγέθη, σε ετήσια βάση αξιολογήθηκε η πρόταση αυτή εξοικονόμησης και βελτιστοποίησης. Οι συγκεντρωτικές τιμές των μεγεθών του σταθμού αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα :

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ

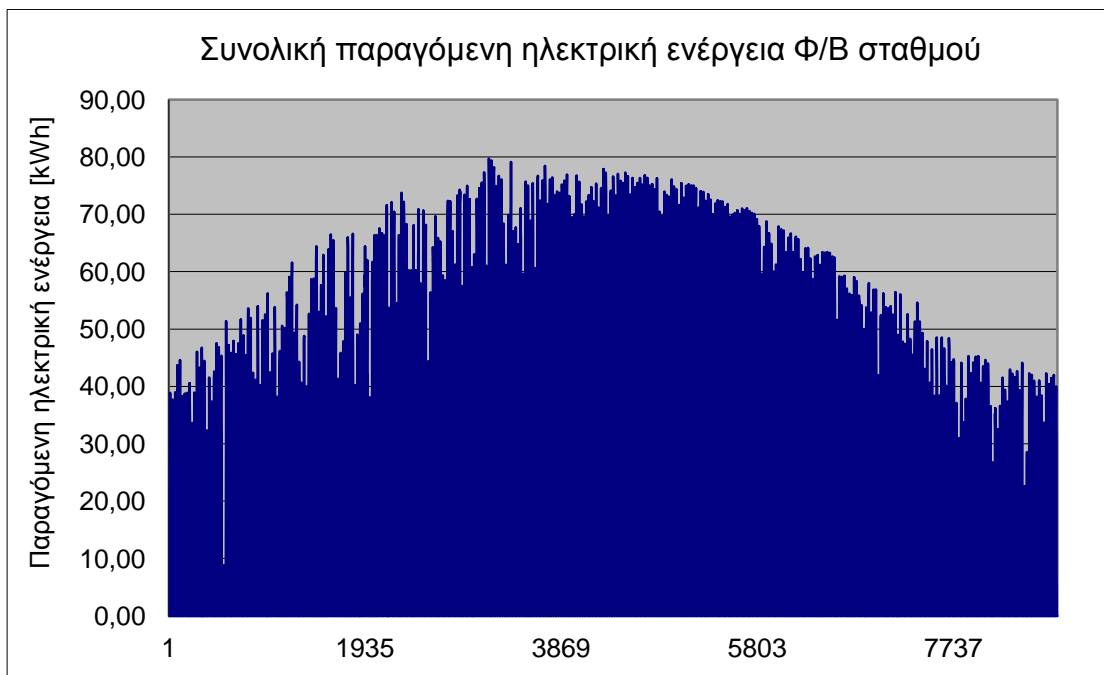
| Μήνες | Συνολική μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία (Ht) | Κλίση εγκατάστασης (φ) | Μέση ένταση ηλιακής ακτινοβολίας ανά ποσοστό ημέρας (Gt,d) | Παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς (Pφβ) | Μηνιαία παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια (Eφβ) | Συντελεστής απασχόλησης |
|-------|--|------------------------|--|----------------------------------|---|-------------------------|
| | [kWh/m ²] | [degrees] | [W/m ²] | [kW] | [kWh] | [%] |
| ΙΑΝ. | 73,00 | 45,00 | 239,31 | 8,59 | 6.390,63 | 8,59 |
| ΦΕΒ. | 90,00 | 45,00 | 297,62 | 11,62 | 7.809,34 | 11,62 |
| ΜΑΡ. | 131,00 | 30,00 | 366,82 | 15,06 | 11.205,72 | 15,06 |
| ΑΠΡ. | 162,00 | 0,00 | 424,53 | 18,80 | 13.538,65 | 18,80 |
| ΜΑΙ. | 213,90 | 0,00 | 522,73 | 23,18 | 17.245,52 | 23,18 |
| ΙΟΥΝ. | 230,10 | 0,00 | 551,01 | 25,43 | 18.311,72 | 25,43 |
| ΙΟΥΛ. | 248,93 | 0,00 | 576,87 | 26,53 | 19.741,82 | 26,53 |
| ΑΥΓ. | 221,03 | 0,00 | 530,51 | 23,63 | 17.577,16 | 23,63 |
| ΣΕΠΤ. | 178,00 | 30,00 | 466,46 | 19,92 | 14.341,45 | 19,92 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | | | |
|-------------|-----------------|-------|-----------------|---------------|-------------------|--------------|
| ΟΚΤ. | 130,00 | 30,00 | 356,59 | 14,46 | 10.754,88 | 14,46 |
| ΝΟΕ. | 101,00 | 45,00 | 311,73 | 11,84 | 8.522,51 | 11,84 |
| ΔΕΚ. | 79,00 | 45,00 | 265,46 | 9,20 | 6.842,17 | 9,20 |
| ΕΤΟΣ | 1.857,96 | | 4.909,63 | 208,26 | 152.281,57 | 17,38 |

Πίνακας 16.12.4.1 Συγκεντρωτικός πίνακας υπολογισμών Φ/Β σταθμού



Γράφημα 16.11.1 Συνολική παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια Φ/Β σταθμού

16.12.5 Χρησιμότητα εγκατάστασης Φ/Β σταθμού

Η ξενοδοχειακή μονάδα καταναλώνει 664.198,03 [kWh] για τη λειτουργία του μηχανολογικού της εξοπλισμού. Πράγμα που σημαίνει πως επιβαρύνεται οικονομικά κατά 112.913,66 [€]. Η υιοθέτηση της ιδέας του Φ/Β σταθμού που προτείνεται, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μείωση των καταναλώσεων του μηχανολογικού εξοπλισμού κατά το 1/3.

Έτσι και η οικονομική δυσχέρεια του ξενοδοχείου μειώνεται αλλά και αντισταθμίζονται οι καταναλώσεις. Ο παρακάτω συγκεντρωτικός πίνακας δείχνει αναλυτικά τις προσεγγίσεις εγκατάστασης της βελτιστοποίησης αυτής.

| ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ | |
|--|--|
| ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ | |
| Ετήσιες καταναλώσεις μηχανολογικού εξοπλισμού [kWh] | Ετήσια κοστολόγηση μηχανολογικού εξοπλισμού [€/kWh] |
| 664.198,03 | 112.913,66 |
| ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ | |
| Συνολική ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια [kWh] | Ετήσια κοστολόγηση κερδών από μη κατανάλωση [€/kWh] |
| | |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|---|-----------|
| 152.281,57 | 25.887,87 |
| ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΠΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Φ/Β ΣΤΑΘΜΟΥ | |
| Ποσοστό μείωσης καταναλώσεων και εξόδων | |
| [%] | |
| 22,92 | |

Πίνακας 16.12.5.1 Συγκεντρωτικός πίνακας προσέγγισης

16.12.6 Οικομοτεχνική προσέγγιση Φ/Β σταθμού

Για τον ακριβή προσδιορισμό του όφελος ανά το πέρας 20 ετών, το έργο μελετήθηκε και οικομοτεχνικά. Τα έσοδα από την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια του έργου υπολογίστηκαν στη περίπτωση που τη συγκεκριμένη ποσότητα τη κατανάλωνε στη ΔΕΗ το ξενοδοχείου.

Συνεπώς οι τιμές αυτές λειτούργησαν ως έσοδα στην οικομοτεχνική μελέτη πάνω στην Α.Π.Ε πρόταση βελτιστοποίησης που προτάθηκε. Οι τιμές και τα έσοδα αυτά για το πέρας 20 ετών από την εγκατάσταση του Φ/Β σταθμού, αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα :

| ΕΣΟΔΑ ΑΠΟ ΜΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΛΟΓΩ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΟΥ | | |
|---|---|------------------------------------|
| Έτος | Συνολικά έσοδα για 20 έτη μη κατανάλωση | Αθροιστικά έσοδα από μη κατανάλωση |
| [year] | [€] | [€] |
| 1 | 25.887,87 | 25.887,87 |
| 2 | 51.775,73 | 77.663,60 |
| 3 | 77.663,60 | 129.439,34 |
| 4 | 103.551,47 | 181.215,07 |
| 5 | 129.439,34 | 232.990,80 |
| 6 | 155.327,20 | 284.766,54 |
| 7 | 181.215,07 | 336.542,27 |
| 8 | 207.102,94 | 388.318,01 |
| 9 | 232.990,80 | 440.093,74 |
| 10 | 258.878,67 | 491.869,47 |
| 11 | 284.766,54 | 543.645,21 |
| 12 | 310.654,40 | 595.420,94 |
| 13 | 336.542,27 | 647.196,68 |
| 14 | 362.430,14 | 698.972,41 |
| 15 | 388.318,01 | 750.748,14 |
| 16 | 414.205,87 | 802.523,88 |
| 17 | 440.093,74 | 854.299,61 |
| 18 | 465.981,61 | 906.075,35 |
| 19 | 491.869,47 | 957.851,08 |
| 20 | 517.757,34 | 1.009.626,81 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 5.436.452,07 | 5.954.209,41 |

Πίνακας 16.12.6.1 Έσοδα από μη κατανάλωση ρεύματος λόγω Φ/Β σταθμού

16.12.7 Συνολικά έξοδα προτεινόμενης κατάστασης

Σε περίπτωση που η ξενοδοχειακή μονάδα ήθελε να υιοθετήσει τη προτεινόμενη κατάσταση, θα έπρεπε να εξετάσει και το συνολικό λειτουργικό και αρχικό κόστος αλλά και τα έξοδα αγοράς του Φ/Β σταθμού. Συνεπώς από μια γρήγορη προσέγγιση στο παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα κόστη ανά κατηγορία.



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| ΑΡΧΙΚΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΟΣΤΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΛΕΒΗΤΑ | |
|--|----------------|
| ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ | |
| Κόστος Αγοράς Φ/Β σταθμού | 210.000,00 [€] |
| Απρόβλεπτα | 2000,00 [€] |
| Συνολικό Αρχικό κόστος | 212.000,00 [€] |
| ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ | |
| Εξειδικευμένος συντηρητής | 1000,00 [€] |
| Συντήρηση | 2.000,00 [€] |
| Άλλα λειτουργικά κόστη | 500,00 [€] |
| Συνολικό Λειτουργικό κόστος | 3500,00 [€] |
| ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΞΟΔΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | |
| 221.524,00[€] | |

Πίνακας 16.12.7.1 Αρχικό και λειτουργικό κόστος επένδυσης

Επειδή το ποσό είναι μεγάλο και ίσως ο ιδιοκτήτης της ξενοδοχειακής μονάδας επιθυμεί τη χρήση κάποιου δανείου για την αγορά και την αντικατάσταση του, το χρηματοοικονομικό προφίλ αλλά και ο αναλυτικός δανεισμός που προτείνεται για να επιτευχθεί κάτι ανάλογο, είναι τα εξής :

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | |
|--|----------------------------------|
| ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ | |
| Ίδια κεφάλαια | 45% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| Δάνεια | 50% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| Επιχορήγηση | 5% (του αρχικού κόστους αγοράς) |
| ΔΑΝΕΙΣΜΟΣ | |
| Επιτόκιο δανεισμού | 2,0% |
| Διάρκεια αποπληρωμής | 20 έτη |
| Επιτόκιο προεξόφλησης | 1% |

Πίνακας 16.12.7.2 Οικονομικές συνιστώσες αντικατάστασης



16.12.8 Λειτουργικές δαπάνες προτεινόμενης αντικατάστασης

Για κάθε έτος στο διάστημα της εικοσαετίας που έχει οριστεί εξαρχής ως κάλυψη των εξόδων αγοράς και λειτουργίας του έργου, με βασικό στοιχείο τα συνολικά έσοδα ανά έτους αλλά και του λειτουργικού κόστους υπολογίστηκαν οι λειτουργικές δαπάνες.

Για την εύρεση των τιμών της κάθε ετήσιας λειτουργικής δαπάνης, αθροίστηκαν από το 2^ο έτος και έπειτα το λειτουργικό κόστος της προτεινόμενης κατάστασης. Οι τιμές αυτές αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα αναλυτικής παρουσίασης.

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ | | | | | |
|---|----------------------|---------------------------|---------------|------------|----------------------|
| Έτος | Έσοδα μη κατανάλωσης | Εξειδικευμένος συντηρητής | Συντήρηση Φ/Β | Απρόβλεπτα | Λειτουργικές Δαπάνες |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [€] | [€] |
| 1 | 25.887,87 | | | | |
| 2 | 77.663,60 | | | | |
| 3 | 129.439,34 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 4 | 181.215,07 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 5 | 232.990,80 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 6 | 284.766,54 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 7 | 336.542,27 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 8 | 388.318,01 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 9 | 440.093,74 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 10 | 491.869,47 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 11 | 543.645,21 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 12 | 595.420,94 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 13 | 647.196,68 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 14 | 698.972,41 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 15 | 750.748,14 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 16 | 802.523,88 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 17 | 854.299,61 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 18 | 906.075,35 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 19 | 957.851,08 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |
| 20 | 1.009.626,81 | 2.000,00 | 1.500,00 | 2.000,00 | 5.500,00 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | | |
|---------------|---------------------|--|--|--|------------------|
| ΣΥΝΟΛΟ | 5.954.209,41 | | | | 99.000,00 |
|---------------|---------------------|--|--|--|------------------|

Πίνακας 16.12.8.1 Λειτουργικές δαπάνες επένδυσης

Συνεπώς έχοντας υπολογίσει τις λειτουργικές δαπάνες της αντικατάστασης, υπολογίστηκαν και τα κέρδη προ αποσβέσεων τόκων και φόρων ως η διαφορά της κάθε ετήσιας λειτουργικής δαπάνης με τα ετήσια έσοδα κατανάλωσης από αντικατάσταση.

Έπειτα ως προτεινόμενο δανειζόμενο κεφάλαιο των 280.000,00 με σκοπό την βοήθεια του ιδιοκτήτη για την κάλυψη εξόδων, υπολογίστηκε η τοκοχρεωλυτική δόση με βάση επιτόκιο δανεισμού. Η τοκοχρεωλυτική δόση υπολογίστηκε από το γινόμενο του δανειζόμενου κεφαλαίου (K) και του επιτοκίου δανεισμού (i) προς $(1 - (1/(1+i)^{10}))$.

Τέλος για τον προσδιορισμό των τόκων δανείων για τα πρώτα 10 χρόνια της αντικατάστασης, υπολογίστηκε από τον τύπο (τοκοχρεωλυτική δόση - (τοκοχρεωλυτική δόση / ((1 + επιτόκιο δανεισμού)^(5^ο έτος - 1^ο έτος))). Τα αποτελέσματα των υπολογισμών γίνονται διακριτά στον παρακάτω πίνακα ανάλυσης.

| ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΕΡΔΩΝ ΠΡΟ ΑΠΟΣΒΕΣΕΩΝ ΤΟΚΩΝ ΚΑΙ ΦΟΡΩΝ & ΤΟΚΩΝ ΔΑΝΕΙΩΝ | | | |
|--|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Δανειζόμενο κεφάλαιο K | Επιτόκιο δανεισμού i | Τοκοχρεωλυτική δόση | Δανειζόμενο κεφάλαιο K |
| [€] | [%] | [€] | [€] |
| 280.000,00 | 2,0 | 31.171,43 | 280.000,00 |
| Κέρδη προ αποσβέσεων Τόκων και Φόρων | Τόκοι Δανείων | | |
| [€] | [€] | | |
| 83.400,88 | 1.120,00 | | |
| 83.400,88 | 1.010,00 | | |
| 82.400,88 | 899,56 | | |
| 82.400,88 | 788,68 | | |
| 82.400,88 | 677,36 | | |
| 82.400,88 | 565,59 | | |
| 82.400,88 | 453,37 | | |
| 82.400,88 | 340,71 | | |
| 82.400,88 | 227,59 | | |
| 82.400,88 | 114,02 | | |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| |
|-----------|
| 82.400,88 |
| 82.400,88 |
| 82.400,88 |
| 82.400,88 |
| 82.400,88 |

Πίνακας 16.12.8.2 Αρχικό και λειτουργικό κόστος επένδυσης

16.12.9 Καθαρές ταμειακές ροές προτεινόμενης αντικατάστασης

Οι καθαρές ταμειακές ροές υπολογίστηκαν συναρτήσσει των φορολογικών παραμέτρων οι οποίες προκύπτουν από τις λειτουργικές δαπάνες. Για καθεμιά παράμετρο οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν είναι η εξής :

- **Φορολογητέο** : Κέρδη προ τόκων και φόρων κάθε έτους-(τόκοι δανείων κάθε έτους+ αποσβέσεις κάθε έτους)
- **Αποσβέσεις** : Κόστος λειτουργίας κάθε περίπτωσης – αντίστοιχο ποσοστό απόσβεσης
- **Φορολογία** : Φορολογητέο * συντελεστή φορολογίας

Με βάση την εκτέλεση των παραπάνω τύπων, ο τιμές ανά έτους της κάθε περίπτωσης αναγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

| ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ | | | | |
|--|-------------------|--------------------|------------------|-------------------------------|
| Έτος | Αποσβέσεις | Φορολογητέο | Φορολογία | Συντελεστής φορολογίας |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [%] |
| 1 | 25.500,00 | -1.198,79 | -1.198,79 | 23% |
| 2 | 25.500,00 | 10.827,26 | 10.827,26 | |
| 3 | 25.500,00 | 21.590,66 | 21.590,66 | |
| 4 | 25.500,00 | 33.621,46 | 33.621,46 | |
| 5 | 25.500,00 | 45.654,70 | 45.654,70 | |
| 6 | 25.500,00 | 57.690,45 | 57.690,45 | |
| 7 | 25.500,00 | 69.728,74 | 69.728,74 | |
| 8 | 25.500,00 | 81.769,63 | 81.769,63 | |
| 9 | 25.500,00 | 93.813,16 | 93.813,16 | |
| 10 | 25.500,00 | 105.859,40 | 105.859,40 | |
| 11 | 25.500,00 | 96.403,40 | 96.403,40 | |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | |
|---------------------------|-----------|-------------------------------------|------------|--|
| 12 | 25.500,00 | 129.816,82 | 129.816,82 | |
| 13 | 25.500,00 | 141.725,24 | 141.725,24 | |
| 14 | 25.500,00 | 153.633,65 | 153.633,65 | |
| 15 | 25.500,00 | 165.542,07 | 165.542,07 | |
| 16 | 25.500,00 | 177.450,49 | 177.450,49 | |
| 17 | 25.500,00 | 189.358,91 | 189.358,91 | |
| 18 | 25.500,00 | 201.267,33 | 201.267,33 | |
| 19 | 25.500,00 | 213.175,75 | 213.175,75 | |
| 20 | 25.500,00 | 225.084,17 | 225.084,17 | |
| Ποσοστό απόσβεσης | | Συντελεστής φορολογίας ανελκυστήρων | | |
| Απρόβλεπτα: 7[%] | | [%] | | |
| Βασικός εξοπλισμός: 15[%] | | 13,0 | | |

Πίνακας 16.12.9.1 Φορολογικοί παράμετροι

Συνεπώς η υπολογισμοί των καθαρών ταμειακών ροών τελειώνουν με τον υπολογισμό μέσω των εκάστοτε τύπων, με τις παρακάτω παραμέτρους.

- Πληρωμές δανείων: $((\text{Δανειζόμενο κεφάλαιο}/10) * \text{Επιτόκιο δανεισμού (i)} + \text{Δανειζόμενο κεφάλαιο}/10)$ για τα πρώτα 5 έτη αποπληρωμής.
- Καθαρή χρηματική ροή : Συνολικά έξοδα κάθε έτους-(Λειτουργικές δαπάνες ανά έτος+ Φορολογία+ Πληρωμές δανείων)
- Παρούσα Αξία : $(\text{Ετήσια καθαρή χρηματική ροή}/((1+\text{Επιτόκιο προεξόφλησης})^{\text{εκάστοτε έτος}}))$

Έτσι οι τιμές των παραπάνω μεγεθών αλλά και η αθροιστική καθαρή ταμειακή ροή, αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα οικονομικής ανάλυσης.

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΘΑΡΩΝ ΤΑΜΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ | | | | |
|--|-------------------------|-----------------------------|--|---------------------|
| Έτος | Πληρωμές Δανείων | Καθαρή χρηματική ροή | Καθαρή χρηματική ροή (αθροιστική) | Παρούσα Αξία |
| [year] | [€] | [€] | [€] | [€] |
| 1 | 28.560,00 | -1.473,34 | -1.473,34 | -1.458,75 |
| 2 | 28.560,00 | 12.388,48 | 10.915,13 | 12.144,38 |
| 3 | 28.560,00 | 22.012,94 | 32.928,08 | 21.365,55 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | | | | |
|----|-----------|------------|--------------|------------|
| 4 | 28.560,00 | 35.870,01 | 68.798,09 | 34.470,38 |
| 5 | 28.560,00 | 49.724,63 | 118.522,72 | 47.311,28 |
| 6 | 28.560,00 | 63.576,75 | 182.099,48 | 59.892,18 |
| 7 | 28.560,00 | 77.426,33 | 259.525,81 | 72.216,94 |
| 8 | 28.560,00 | 119.833,31 | 379.359,12 | 110.664,05 |
| 9 | 28.560,00 | 133.677,64 | 513.036,76 | 122.226,79 |
| 10 | 28.560,00 | 147.519,27 | 660.556,03 | 133.547,27 |
| 11 | | 182.863,14 | 843.419,17 | 163.904,57 |
| 12 | | 175.337,59 | 1.018.756,76 | 155.603,21 |
| 13 | | 189.317,04 | 1.208.073,79 | 166.345,80 |
| 14 | | 203.296,48 | 1.411.370,27 | 176.860,41 |
| 15 | | 217.275,93 | 1.628.646,21 | 187.150,51 |
| 16 | | 231.255,38 | 1.859.901,59 | 197.219,51 |
| 17 | | 245.234,83 | 2.105.136,42 | 207.070,77 |
| 18 | | 259.214,28 | 2.364.350,69 | 216.707,62 |
| 19 | | 273.193,72 | 2.637.544,42 | 226.133,35 |
| 20 | | 287.173,17 | 2.924.717,59 | 235.351,19 |

Πίνακας 16.12.6.1 Οικονομικοί παράμετροι

16.12.10 Υπολογισμός ετήσιων κερδών από αντικατάσταση

Με σκοπό τη τελικά οικονομικά οφέλη από την προτεινόμενη αντικατάσταση αυτή, υπολογίστηκαν τα συνολικά κέρδη ανά έτος αλλά και τα κέρδη από τη παρούσα αξία. Ο υπολογισμός της πρώτης παραμέτρου προέκυψε από την αφαίρεση των συνολικών εσόδων ανά έτος με τα συνολικά έξοδα του λέβητα βιομάζας. Η δεύτερη παράμετρος υπολογίστηκε από τον τύπο (Κέρδη/((1+ Επιτόκιο δανεισμού (i))^Εκάστοτε έτος)). Συνεπώς τα αποτελέσματα των πράξεων φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| ΕΤΗΣΙΑ ΚΕΡΗ ΑΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | | |
|-------------------------------|------------------------|----------------|
| Έτος | Κέρδη από παρούσα αξία | Συνολικά έξοδα |
| [year] | [€] | [€] |
| 1 | -218.172,13 | 221.524,00 |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|----|-------------|
| 2 | -166.396,40 |
| 3 | -114.620,66 |
| 4 | -62.844,93 |
| 5 | -11.069,20 |
| 6 | 40.706,54 |
| 7 | 92.482,27 |
| 8 | 144.258,01 |
| 9 | 196.033,74 |
| 10 | 247.809,47 |
| 11 | 299.585,21 |
| 12 | 351.360,94 |
| 13 | 403.136,68 |
| 14 | 454.912,41 |
| 15 | 506.688,14 |
| 16 | 558.463,88 |
| 17 | 610.239,61 |
| 18 | 662.015,35 |
| 19 | 713.791,08 |
| 20 | 765.566,81 |

Πίνακας 16.12.10.1 Ετήσια κέρδη από αντικατάσταση

16.12.11 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης και NPV

Τελευταίοι υπολογισμοί που γίνανε για να δείξουν τελικά αν η αντικατάσταση που προτάθηκε μακροπρόθεσμο θα είναι συμφέρουσα για το ξενοδοχείο, ήταν αυτοί της καθαρής παρούσας αξίας (NPV) και εσωτερικού βαθμού απόδοσης (IRR).

Για τον υπολογισμό της καθαρής παρούσας αξίας αφαιρέθηκαν από τα κέρδη από παρούσα αξία τα ίδια κεφάλαια. Έτσι για κάθε έτος προέκυψε και μια διαφορετική τιμή. Ενώ για ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προέκυψε εξισώνοντας την παρούσα αξία της αναμενόμενης καθαρής εισροής μετρητών με την παρούσα αξία της εκροής μετρητών. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|
| Έτος | Καθαρή παρούσα αξία (NPV) | Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| [year] | [€] | [%] |
|--------|------------|-------|
| 1 | -69.512,13 | 37,2% |
| 2 | -43.624,27 | |
| 3 | -17.736,40 | |
| 4 | 8.151,47 | |
| 5 | 34.039,34 | |
| 6 | 59.927,20 | |
| 7 | 85.815,07 | |
| 8 | 111.702,94 | |
| 9 | 137.590,80 | |
| 10 | 163.478,67 | |
| 11 | 189.366,54 | |
| 12 | 215.254,40 | |
| 13 | 241.142,27 | |
| 14 | 267.030,14 | |
| 15 | 292.918,01 | |
| 16 | 318.805,87 | |
| 17 | 344.693,74 | |
| 18 | 370.581,61 | |
| 19 | 396.469,47 | |
| 20 | 422.357,34 | |

Πίνακας 16.12.11.1 Οικονομικοί δείκτες επένδυσης

Συνεπώς η επένδυση κρίνεται επιτυχής αν αναλογιστεί κανείς το τελικά αριθμό του συνόλου του δείκτη NPV αλλά και το γεγονός πως ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προκύπτει μεγαλύτερος του μηδενός. Πράγμα που σημαίνει πως η αντικατάσταση και η συγκεκριμένη επένδυση στο χρόνο θα είναι βιώσιμη.



17. Κατάλογος πινάκων

| | |
|--------------------------|--|
| <u>Πίνακας 6.2.6</u> | Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος ηλιακών |
| <u>Πίνακας 6.2.9</u> | Συγκεντρωτικός πίνακας υπολογισμών παραμέτρων |
| <u>Πίνακας 6.2.10</u> | Συντελεστές υπολογισμού X,Y |
| <u>Πίνακας 7.6.1</u> | Αντλητικό συγκρότημα μεγάλης αφαλάτωσης |
| <u>Πίνακας 7.6.2</u> | Αντλίες δοσομετρικών συστημάτων μεγάλης αφαλάτωσης |
| <u>Πίνακας 7.6.3</u> | Χαρακτηριστικά εναλλάκτη πίεσης ERI |
| <u>Πίνακας 7.7.1</u> | Όργανα ελέγχου |
| <u>Πίνακας 7.12.2.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.3.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.4.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.5.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.6.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.7.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.8.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.9.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.10.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.11.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.12.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.13.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.14.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.12.15.1</u> | Πίνακας εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.13.1.1</u> | Πίνακας χαρακτηριστικών αντλίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.13.2.1</u> | Πίνακας χαρακτηριστικών αντλίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.13.3.1</u> | Πίνακας χαρακτηριστικών αντλίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.13.4.1</u> | Πίνακας χαρακτηριστικών αντλίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.13.1.2</u> | Πίνακας σημείου λειτουργίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.13.2.2</u> | Πίνακας σημείου λειτουργίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.13.3.2</u> | Χαρακτηριστική αντλίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 7.13.5.1</u> | Πίνακας απωλειών δικτύου |
| <u>Πίνακας 7.13.5.2</u> | Πίνακας ισχύων αντλιών |
| <u>Πίνακας 7.14.1</u> | Κοστολόγηση μεγάλης αφαλατικής μονάδας |
| <u>Πίνακας 8.2</u> | Προδιαγραφές μικρής αφαλάτωσης |
| <u>Πίνακας 8.3</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.1.1</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.2.1</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.3.1</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.4.1</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.4.2</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.5.1</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.6.1</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.7.1</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.8.1</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.9.1</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.10.1</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.10.2</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.3.11.1</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |



| | |
|-------------------------|--|
| <u>Πίνακας 8.4.1.</u> | Συντελεστής εξαρτημάτων τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.2</u> | Σημείο λειτουργίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.1.1</u> | Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.1.2</u> | Σημείο λειτουργίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.2.1</u> | Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.2.2</u> | Σημείο λειτουργίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.3.1</u> | Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.3.2</u> | Σημείο λειτουργίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.4.1</u> | Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.4.2</u> | Σημείο λειτουργίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.5.1</u> | Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.5.2</u> | Σημείο λειτουργίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.6.1</u> | Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.7.1</u> | Χαρακτηριστικά αντλίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.7.2</u> | Σημείο λειτουργίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.7.3</u> | Σημείο λειτουργίας τμήματος |
| <u>Πίνακας 8.4.8.1</u> | Απώλειες δικτύου μικρής αφαλατικής μονάδας |
| <u>Πίνακας 8.4.8.2</u> | Συνολική ισχύς αντλιών μικρής αφαλάτωσης |
| <u>Πίνακας 8.4.9.1</u> | Υφιστάμενη κοστολόγηση μικρής αφαλατικής μονάδας |
| <u>Πίνακας 8.5.1</u> | Αντικατάσταση αντλιών |
| <u>Πίνακας 8.5.1.1</u> | Κοστολόγηση από αντικατάσταση αντλιών |
| <u>Πίνακας 10.1.1</u> | Αφίξεις ατόμων |
| <u>Πίνακας 10.2.1</u> | Μηνιαίες καταναλώσεις νερού |
| <u>Πίνακας 10.2.2</u> | Καταναλώσεις νερού |
| <u>Πίνακας 10.2.3</u> | Καταναλώσεις νερού ανά επισκέπτες |
| <u>Πίνακας 10.3.1</u> | Ετήσιες καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος |
| <u>Πίνακας 10.3.2</u> | Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά άτομο |
| <u>Πίνακας 10.3.3</u> | Συνολική ετήσια κατανάλωση ρεύματος |
| <u>Πίνακας 10.3.4</u> | Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά άτομο |
| <u>Πίνακας 10.4.1</u> | Ποσότητες αγοράς LPG ανά έτος |
| <u>Πίνακας 10.4.2</u> | Ποσότητες LPG ανά άτομο |
| <u>Πίνακας 10.4.3</u> | Καταναλώσεις LPG εν έτη 2014 |
| <u>Πίνακας 10.4.4</u> | Καταναλώσεις LPG εν έτη 2015 |
| <u>Πίνακας 10.5.1</u> | Καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος Aegeo Spa |
| <u>Πίνακας 10.6.1</u> | Καταναλώσεις λεβήτων ξενοδοχειακής μονάδας |
| <u>Πίνακας 10.7.1</u> | Κοστολόγηση καταναλώσεων λεβήτων ξενοδοχείου |
| <u>Πίνακας 10.8.1</u> | Εναλλάκτες ξενοδοχειακής μονάδας |
| <u>Πίνακας 10.8.2</u> | Καταναλώσεις εναλλακτών ξενοδοχείου |
| <u>Πίνακας 10.8.3</u> | Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών ξενοδοχείου |
| <u>Πίνακας 10.9.1</u> | Οικονομική προσέγγιση εναλλακτών |
| <u>Πίνακας 10.11.1</u> | Χαρακτηριστικά λέβητα υγραερίου ξενοδοχείου |
| <u>Πίνακας 11.1</u> | Χαρακτηριστικά λέβητα υγραερίου ξενοδοχείου |
| <u>Πίνακας 11.2</u> | Χαρακτηριστικά λέβητα υγραερίου Aegeo Spa |
| <u>Πίνακας 11.3</u> | Χαρακτηριστικά λέβητα πετρελαίου ξενοδοχείου |
| <u>Πίνακας 11.4</u> | Χαρακτηριστικά λέβητα πετρελαίου Aegeo Spa |
| <u>Πίνακας 11.2.1</u> | Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών λεβήτων |
| <u>Πίνακας 11.2.2</u> | Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών καυστήρων |
| <u>Πίνακας 11.2.1.1</u> | Οικονομική προσέγγιση περιπτώσεων |
| <u>Πίνακας 11.2.2.1</u> | Οικονομική προσέγγιση περιπτώσεων |
| <u>Πίνακας 11.2.1.2</u> | Συνολική ετήσια κατανάλωση περιπτώσεων |



**ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

| | |
|---------------------------|---|
| <u>Πίνακας 11.2.2.2</u> | Συνολικό κόστος αγοράς |
| <u>Πίνακας 11.2.2.3</u> | Οικονομικά οφέλη περιπτώσεων |
| <u>Πίνακας 11.2.2.4</u> | Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση |
| <u>Πίνακας 11.2.3.1</u> | Κόστη αντικατάστασης λέβητα |
| <u>Πίνακας 11.2.3.2</u> | Οικονομικές συνιστώσες αντικατάστασης |
| <u>Πίνακας 11.2.4.1</u> | Λειτουργικές δαπάνες λέβητα βιομάζας |
| <u>Πίνακας 11.2.4.2</u> | Κέρδη προ αποσβέσεων τόκων και φόρων αντικατάστασης |
| <u>Πίνακας 11.2.5.1</u> | Φορολογικοί παράμετροι καθαρών ταμειακών ροών |
| <u>Πίνακας 11.2.5.2</u> | Οικονομικοί παράμετροι καθαρών ταμειακών ροών |
| <u>Πίνακας 11.2.6</u> | Οικονομικοί δείκτες επένδυσης |
| <u>Πίνακας 11.3.1</u> | Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών λεβήτων |
| <u>Πίνακας 11.3.2</u> | Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών καυστήρων |
| <u>Πίνακας 11.3.1.1</u> | Οικονομική προσέγγιση περιπτώσεων |
| <u>Πίνακας 11.3.2.1</u> | Οικονομική προσέγγιση περιπτώσεων |
| <u>Πίνακας 11.3.1.2</u> | Συνολική ετήσια κατανάλωση περιπτώσεων |
| <u>Πίνακας 11.3.2.2</u> | Συνολικό κόστος αγοράς |
| <u>Πίνακας 11.3.2.3</u> | Οικονομικά οφέλη περιπτώσεων |
| <u>Πίνακας 11.3.2.4</u> | Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση |
| <u>Πίνακας 11.3.3.1</u> | Κόστη αντικατάστασης λέβητα |
| <u>Πίνακας 11.3.3.2</u> | Οικονομικές συνιστώσες αντικατάστασης |
| <u>Πίνακας 11.3.4.1</u> | Λειτουργικές δαπάνες λέβητα βιομάζας |
| <u>Πίνακας 11.3.4.2</u> | Κέρδη προ αποσβέσεων τόκων και φόρων αντικατάστασης |
| <u>Πίνακας 11.3.5.1</u> | Φορολογικοί παράμετροι καθαρών ταμειακών ροών |
| <u>Πίνακας 11.3.5.2</u> | Οικονομικοί παράμετροι καθαρών ταμειακών ροών |
| <u>Πίνακας 11.2.5.1.1</u> | Ετήσια κέρδη αντικατάστασης |
| <u>Πίνακας 11.2.6</u> | Οικονομικοί δείκτες επένδυσης |
| <u>Πίνακας 12.2.1.2.1</u> | Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας |
| <u>Πίνακας 12.2.1.2.2</u> | Μετεωρολογικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.2.1.2.3</u> | Άλλοι παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.2.1.2.4</u> | Συμπερασματικός πίνακας |
| <u>Πίνακας 12.1.2.3.1</u> | Καύσιμο υλικό και στοιχεία λέβητα |
| <u>Πίνακας 12.1.2.3.2</u> | Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος |
| <u>Πίνακας 12.1.2.3.3</u> | Στοιχεία λέβητα βιομάζας |
| <u>Πίνακας 12.1.2.3.4</u> | Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος |
| <u>Πίνακας 12.1.2.3.5</u> | Συγκεντρωτικός πίνακας εξοικονόμησης |
| <u>Πίνακας 12.2.1.4.1</u> | Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας |
| <u>Πίνακας 12.2.1.4.2</u> | Μετεωρολογικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.2.1.4.3</u> | Άλλοι παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.2.1.4.4</u> | Συμπερασματικός πίνακας |
| <u>Πίνακας 12.2.1.5.1</u> | Καύσιμο υλικό και στοιχεία λέβητα |
| <u>Πίνακας 12.2.1.5.2</u> | Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος |
| <u>Πίνακας 12.2.1.5.3</u> | Στοιχεία λέβητα βιομάζας |
| <u>Πίνακας 12.2.1.5.4</u> | Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος |
| <u>Πίνακας 12.2.1.5.5</u> | Συγκεντρωτικός πίνακας εξοικονόμησης |
| <u>Πίνακας 12.3.1.1</u> | Παράμετροι μεταφοράς θερμότητας |
| <u>Πίνακας 12.3.1.2</u> | Μετεωρολογικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.3.1.3</u> | Γενικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.3.1.4</u> | Συμπερασματικός πίνακας |
| <u>Πίνακας 12.3.1.1.1</u> | Στοιχεία λεβήτων και καύσιμου υλικού |
| <u>Πίνακας 12.3.1.1.2</u> | Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος |



**ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

| | |
|-----------------------------|--|
| <u>Πίνακας 12.3.1.1.3</u> | Στοιχεία λέβητα βιομάζας |
| <u>Πίνακας 12.3.1.1.4</u> | Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος |
| <u>Πίνακας 12.3.1.1.5</u> | Συγκεντρωτικός πίνακας |
| <u>Πίνακας 12.4.1.1</u> | Παράμετρος μεταφοράς θερμότητας |
| <u>Πίνακας 12.4.1.2</u> | Μετεωρολογικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.4.1.3</u> | Γενικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.4.1.4</u> | Συμπερασματικός πίνακας |
| <u>Πίνακας 12.4.1.1.1</u> | Στοιχεία λεβήτων και καύσιμου υλικού |
| <u>Πίνακας 12.4.1.1.2</u> | Υφιστάμενη κατάσταση συστήματος |
| <u>Πίνακας 12.4.1.1.3</u> | Στοιχεία λέβητα βιομάζας |
| <u>Πίνακας 12.4.1.1.4</u> | Προτεινόμενη κατάσταση συστήματος |
| <u>Πίνακας 12.4.1.1.5</u> | Συγκεντρωτικός πίνακας |
| <u>Πίνακας 12.6.1.1.1</u> | Παράμετρος μεταφοράς θερμότητας |
| <u>Πίνακας 12.3.1.1.2</u> | Μετεωρολογικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.3.1.1.3</u> | Γενικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.3.1.1.4</u> | Συμπερασματικός πίνακας |
| <u>Πίνακας 12.6.2.1.1</u> | Ηλιακά κέρδη Πόλο πισίνας |
| <u>Πίνακας 12.6.2.1.2</u> | Παράμετρος μεταφοράς θερμότητας |
| <u>Πίνακας 12.6.2.1.3</u> | Μετεωρολογικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.6.2.1.4</u> | Γενικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.6.2.1.5</u> | Συμπερασματικός πίνακας |
| <u>Πίνακας 12.6.2.1.6</u> | Ηλιακά κέρδη Κεντρικής πισίνας |
| <u>Πίνακας 12.6.3.1.1</u> | Ηλιακά κέρδη Πόλο πισίνας |
| <u>Πίνακας 12.6.3.1.2</u> | Παράμετρος μεταφοράς θερμότητας |
| <u>Πίνακας 12.6.3.1.3</u> | Μετεωρολογικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.6.3.1.4</u> | Γενικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.6.3.1.5</u> | Συμπερασματικός πίνακας |
| <u>Πίνακας 12.6.4.1.1</u> | Ηλιακά κέρδη Πόλο πισίνας |
| <u>Πίνακας 12.6.4.1.2</u> | Παράμετρος μεταφοράς θερμότητας |
| <u>Πίνακας 12.6.4.1.3</u> | Μετεωρολογικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.6.4.1.4</u> | Γενικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.6.4.1.1.1</u> | Ηλιακά κέρδη Πόλο πισίνας |
| <u>Πίνακας 12.6.4.1.1.3</u> | Μετεωρολογικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.6.5.1.1</u> | Ηλιακά κέρδη Πόλο πισίνας |
| <u>Πίνακας 12.6.5.1.2</u> | Παράμετρος μεταφοράς θερμότητας |
| <u>Πίνακας 12.6.5.1.3</u> | Μετεωρολογικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.6.5.1.4</u> | Γενικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 12.6.5.1.5</u> | Συμπερασματικός πίνακας |
| <u>Πίνακας 10.1.1</u> | Τεχνικά χαρακτηριστικά VRV 1 ^{ου} κτηρίου Bungalows |
| <u>Πίνακας 10.1.2</u> | Τεχνικά χαρακτηριστικά VRV 2 ^{ου} κτηρίου Bungalows |
| <u>Πίνακας 10.2.1</u> | Χαρακτηριστικά ψύκτη συντήρησης |
| <u>Πίνακας 10.2.2</u> | Παράμετροι Θ.Ψ.Κ ψύκτη συντήρησης |
| <u>Πίνακας 10.2.3</u> | Χαρακτηριστικά ψύκτη κατάψυξης |
| <u>Πίνακας 10.2.4</u> | Παράμετροι Θ.Ψ.Κ ψύκτη κατάψυξης |
| <u>Πίνακας 10.3.1</u> | Χαρακτηριστικά chiller και Θ.Ψ.Κ παραμέτρων |
| <u>Πίνακας 10.4.1</u> | Χαρακτηριστικά fan coil δωματίων ξενοδοχείου |
| <u>Πίνακας 10.5.1</u> | Χαρακτηριστικά πύργων ψύξεως |
| <u>Πίνακας 14.1.1</u> | Αναγραφή ιδιοτήτων συμβατικών και προτεινόμενων λαμπτήρων |
| <u>Πίνακας 14.2.1</u> | Εξοικονόμηση ενέργειας από αντικατάσταση |
| <u>Πίνακας 14.2.1.1</u> | Αρχικό και λειτουργικό κόστος αντικατάστασης |



**ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

| | |
|---------------------------|---|
| <u>Πίνακας 14.2.1.2</u> | Οικονομικές συνιστώσες αντικατάστασης |
| <u>Πίνακας 14.2.2.1</u> | Λειτουργικές δαπάνες προτεινόμενης επένδυσης |
| <u>Πίνακας 14.2.2.2</u> | Κέρδη προ αποσβέσεων τόκων και φόρων |
| <u>Πίνακας 14.2.3.1</u> | Καθαρές ταμειακές ροές επένδυσης |
| <u>Πίνακας 14.2.3.2</u> | Οικονομικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 14.2.4.1</u> | Ετήσια κέρδη από αντικατάσταση |
| <u>Πίνακας 15.1.1</u> | Χαρακτηριστικά προτεινόμενων ανελκυστήρων |
| <u>Πίνακας 15.1.1.1</u> | Οικονομική προσέγγιση περιπτώσεων |
| <u>Πίνακας 15.1.1.2</u> | Ποσοστό μείωσης από αντικατάσταση |
| <u>Πίνακας 15.2.1</u> | Αρχικό και λειτουργικό κόστος αντικατάστασης |
| <u>Πίνακας 15.2.2</u> | Οικονομικές συνιστώσες αντικατάστασης |
| <u>Πίνακας 15.3.1</u> | Λειτουργικές δαπάνες προτεινόμενης επένδυσης |
| <u>Πίνακας 15.3.2</u> | Κέρδη προ αποσβέσεων τόκων και φόρων |
| <u>Πίνακας 15.4.1</u> | Φορολογικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 15.4.2</u> | Οικονομικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 15.5.1</u> | Ετήσια κέρδη από αντικατάσταση |
| <u>Πίνακας 15.6.1</u> | Οικονομικοί δείκτες επένδυσης |
| <u>Πίνακας 16.1</u> | Θερμοκρασίες Ηρακλείου |
| <u>Πίνακας 16.2</u> | Απώλειες αερισμού ανοιγμάτων ανά χώρο |
| <u>Πίνακας 16.1.1</u> | Στοιχεία τοιχοποιίας |
| <u>Πίνακας 16.1.2</u> | Στοιχεία δώματος/οροφής |
| <u>Πίνακας 16.1.3</u> | Στοιχεία δοκών/στηλών (σκελετός) |
| <u>Πίνακας 16.2.1</u> | Εμβαδά επιφανειών και δομικών στοιχείων |
| <u>Πίνακας 16.2.3</u> | Λοιπά στοιχεία υπολογισμών |
| <u>Πίνακας 16.4.1</u> | Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων |
| <u>Πίνακας 16.6.1</u> | Αποβαλλόμενα ψυκτικά και θερμικά φορτία από χώρους |
| <u>Πίνακας 16.8.1</u> | Δομικά υλικά κελύφους ξενοδοχείου |
| <u>Πίνακας 16.8.2</u> | Βαθμομέρες Ηρακλείου |
| <u>Πίνακας 16.8.3</u> | Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία |
| <u>Πίνακας 16.9.1</u> | Κάλυψη ψυκτικών φορτίων από chiller |
| <u>Πίνακας 16.9.2</u> | Κάλυψη θερμικών φορτίων από εξοπλισμό θέρμανσης |
| <u>Πίνακας 16.10.1</u> | Ετήσια κοστολόγηση κάλυψης θερμικών φορτίων από εξοπλισμό |
| <u>Πίνακας 16.10.2</u> | Ετήσια κοστολόγηση κάλυψης θερμικών φορτίων από chiller |
| <u>Πίνακας 16.11.1</u> | Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος ηλιακού κλιματισμού |
| <u>Πίνακας 16.12.4.1</u> | Συγκεντρωτικός πίνακας υπολογισμών Φ/Β σταθμού |
| <u>Πίνακας 16.12.5.1</u> | Συγκεντρωτικός πίνακας προσέγγισης |
| <u>Πίνακας 16.12.6.1</u> | Έσοδα από μη κατανάλωση λόγω Φ/Β σταθμού |
| <u>Πίνακας 16.12.7.1</u> | Αρχικό και λειτουργικό κόστος επένδυσης |
| <u>Πίνακας 16.12.7.2</u> | Οικονομικές συνιστώσες αντικατάστασης |
| <u>Πίνακας 16.12.8.1</u> | Λειτουργικές δαπάνες επένδυσης |
| <u>Πίνακας 16.12.8.2</u> | Κέρδη προ τόκων και φόρων επένδυσης |
| <u>Πίνακας 16.12.9.1</u> | Φορολογικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 16.12.9.2</u> | Οικονομικοί παράμετροι |
| <u>Πίνακας 16.12.10.1</u> | Ετήσια κέρδη από εξοικονόμηση |
| <u>Πίνακας 16.12.11.1</u> | Οικονομικοί δείκτες επένδυσης |



18. Κατάλογος Γραφημάτων

| | |
|-------------------------|---|
| <u>Γράφημα 6.2.1</u> | Γραφική απεικόνισης ωρών ανατολής και δύσης |
| <u>Γράφημα 6.2.2</u> | Απόκλιση ηλίου (δ) |
| <u>Γράφημα 6.2.3</u> | Ηλιακή ακτινοβολία έξω από την ατμόσφαιρα |
| <u>Γράφημα 6.2.1.1</u> | Ετήσια εξίσωση χρόνου |
| <u>Γράφημα 6.2.3.1</u> | Ωριαία γωνία πρόσπτωσης ηλιακής ακτινοβολίας |
| <u>Γράφημα 6.2.5.1</u> | Διάκριση ηλιακής ακτινοβολίας |
| <u>Γράφημα 6.2.5.2</u> | Γραφική απεικόνιση διάκρισης ακτινοβολίας |
| <u>Γράφημα 6.2.8.1</u> | Μηνιαία ολική ένταση ακτινοβολίας |
| <u>Γράφημα 6.2.8.2</u> | Συλλεγόμενη θερμική ισχύς συλλέκτη |
| <u>Γράφημα 6.2.8.3</u> | Ετήσια συλλεγόμενη θερμική ισχύς συλλέκτη |
| <u>Γράφημα 6.2.9.1</u> | Μηνιαίες καταναλώσεις ζεστού νερού αφαλατώσεων |
| <u>Γράφημα 6.2.10.1</u> | Μηνιαίοι συντελεστές X, Y |
| <u>Γράφημα 6.2.10.2</u> | Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης (f) συστήματος ηλιακών |
| <u>Γράφημα 7.13.1.1</u> | Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας τμήματος |
| <u>Γράφημα 7.13.2.1</u> | Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας τμήματος |
| <u>Γράφημα 7.13.3.1</u> | Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας τμήματος |
| <u>Γράφημα 8.4.1</u> | Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας τμήματος |
| <u>Γράφημα 8.4.1.1</u> | Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας τμήματος |
| <u>Γράφημα 8.4.3.1</u> | Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας τμήματος |
| <u>Γράφημα 8.4.5.1</u> | Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας τμήματος |
| <u>Γράφημα 8.4.7.1</u> | Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας τμήματος |
| <u>Γράφημα 8.4.7.2</u> | Γραφική απεικόνιση σημείου λειτουργίας τμήματος |
| <u>Γράφημα 10.1.1</u> | Αυξομειώσεις αφίξεων ατόμων ανά έτος |
| <u>Γράφημα 10.2.1</u> | Καταναλώσεις νερού αφαλατώσεων ανά έτος |
| <u>Γράφημα 10.2.2</u> | Καταναλώσεις νερού ανά άτομο κάθε έτος |
| <u>Γράφημα 10.2.3</u> | Κατανάλωση νερού αφαλατώσεων ανά συνολικούς επισκέπτες |
| <u>Γράφημα 10.2.4</u> | Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά έτος |
| <u>Γράφημα 10.2.5</u> | Συνολικές καταναλώσεις ρεύματος ανά άτομο |
| <u>Γράφημα 10.2.6</u> | Συνολική ετήσια κατανάλωση |
| <u>Γράφημα 10.2.7</u> | Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά χώρο ξενοδοχείου |
| <u>Γράφημα 10.2.6</u> | Συνολικές καταναλώσεις ανά άτομο |
| <u>Γράφημα 10.2.7</u> | Συνολική ετήσια κατανάλωση ρεύματος |
| <u>Γράφημα 10.2.8</u> | Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ανά χώρο ξενοδοχείου |
| <u>Γράφημα 10.5.1</u> | Καταμερισμός ηλεκτρικής κατανάλωσης Aegeo Spa |
| <u>Γράφημα 10.5.2</u> | Μηνιαίες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας |
| <u>Γράφημα 10.6.1</u> | Μηνιαίες καταναλώσεις λεβήτων και αντλίας θερμότητας |
| <u>Γράφημα 10.6.2</u> | Συνολικές ετήσιες καταναλώσεις λεβήτων και αντλίας θερμότητας |
| <u>Γράφημα 10.7.1</u> | Τυπική μηνιαία κοστολόγηση λεβήτων |
| <u>Γράφημα 10.8.1</u> | Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών Aegeo Spa μέσω ηλιακών |
| <u>Γράφημα 10.8.2</u> | Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών Aegeo Spa μέσω λεβήτων |
| <u>Γράφημα 10.8.3</u> | Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών Aegeo Spa μέσω αντλίας |
| <u>Γράφημα 10.8.4</u> | Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών Candia μέσω ηλιακών |
| <u>Γράφημα 10.8.5</u> | Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών Candia μέσω αντλίας θερμότητας |
| <u>Γράφημα 10.8.6</u> | Μηνιαίες καταναλώσεις εναλλακτών Candia μέσω λεβήτων |
| <u>Γράφημα 10.10.1</u> | Ετήσιες καταναλώσεις μηχανολογικού εξοπλισμού |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

| | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| <u>Γράφημα 11.2.6</u> | Οικονομικοί δείκτες Επένδυσης |
| <u>Γράφημα 11.3.6</u> | Οικονομικοί δείκτες Επένδυσης |
| <u>Γράφημα 14.2.5.1</u> | Διακύμανση παρούσας αξίας επένδυσης |
| <u>Γράφημα 15.6.1</u> | Διακύμανση παρούσας αξίας επένδυσης |

19. Κατάλογος Εικόνων

| | |
|------------------------|--|
| <u>Εικόνα 6.1.1</u> | Πρώτο ηλιακό πεδίο |
| <u>Εικόνα 6.1.2</u> | Δεύτερο ηλιακό πεδίο |
| <u>Εικόνα 6.1.3</u> | Τρίτο ηλιακό πεδίο |
| <u>Εικόνα 6.1.4</u> | Τέταρτο ηλιακό πεδίο |
| <u>Εικόνα 6.1.5</u> | Θερμοδοχεία ζεστού νερού ηλιακών πεδίων |
| <u>Εικόνα 6.1.6</u> | Πιεστικό συγκρότημα ηλιακών |
| <u>Εικόνα 6.1.7</u> | Δυσδιάστατη απεικόνιση λειτουργίας ηλιακών πεδίων |
| <u>Εικόνα 7.1</u> | Μεγάλη αφαλατική εγκατάσταση (container) |
| <u>Εικόνα 7.1.1</u> | Πίνακας ελέγχου εξοπλισμού |
| <u>Εικόνα 7.1.2</u> | Αμμόφιλτρα μεγάλης αφαλατικής εγκατάστασης |
| <u>Εικόνα 7.4.1</u> | Δολομιτικό φίλτρο εντός μεγάλης αφαλάτωσης |
| <u>Εικόνα 7.4.2</u> | Σακόφιλτρα μεγάλης αφαλάτωσης |
| <u>Εικόνα 7.6.1</u> | Δοσομετρικό σύστημα |
| <u>Εικόνα 7.6.2</u> | Αντλίες δοσομετρικών συστημάτων μεγάλης αφαλάτωσης |
| <u>Εικόνα 7.12.1</u> | Δίκτυο μεταφοράς και επεξεργασίας νερού |
| <u>Εικόνα 7.12.1.1</u> | Κατακόρυφη σωλήνωση φίλτρου |
| <u>Εικόνα 8.1</u> | Μικρή αφαλατική μονάδα |
| <u>Εικόνα 8.1.1</u> | Δεξαμενές αποθήκευσης αφαλατώσεων |
| <u>Εικόνα 11.1</u> | Λέβητας υγραερίου Global 400 |
| <u>Εικόνα 11.2</u> | Λέβητας πετρελαίου Θερμολέβ 80 |
| <u>Εικόνα 11.3</u> | Λέβητας υγραερίου Global 500 |
| <u>Εικόνα 12.2.1.1</u> | Χαμηλό Jacuzzi Aegeo Spa |
| <u>Εικόνα 12.2.1.2</u> | Υψηλό Jacuzzi Aegeo Spa |
| <u>Εικόνα 12.3.1</u> | Πισίνα Γυμναστηρίου Aegeo Spa |
| <u>Εικόνα 12.4.1</u> | Κολυμβητική δεξαμενή Thalasso Aegeo Spa |
| <u>Εικόνα 12.6.1.1</u> | Πισίνα Πόλο ξενοδοχείου |
| <u>Εικόνα 12.6.2.1</u> | Κεντρική κολυμβητική δεξαμενή ξενοδοχείου |
| <u>Εικόνα 12.6.3.1</u> | Κολυμβητική δεξαμενή Relax ξενοδοχείου |
| <u>Εικόνα 12.6.4</u> | Θερμαινόμενη κολυμβητική πισίνα |
| <u>Εικόνα 12.6.5</u> | Πισινάκι Bungalows |
| <u>Εικόνα 10.3.1</u> | Πρώτο chiller ψύξης |
| <u>Εικόνα 10.3.2</u> | Δεύτερο chiller ψύξης |
| <u>Εικόνα 10.5.1</u> | Πύργος ψύξης VXT 370 |
| <u>Εικόνα 10.5.2</u> | Πύργος ψύξης DESCT |
| <u>Εικόνα 16.11.1</u> | Αναπαράσταση λειτουργίας ηλιακού κλιματισμού |



ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

20. Βιβλιογραφία

1. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-5/2012
Υπουργείο περιβαλλοντικής ενέργειας και κλιματικής αλλαγής ΥΠΕΚΑ
2. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20702-5/2012
Υπουργείο περιβαλλοντικής ενέργειας και κλιματικής αλλαγής ΥΠΕΚΑ
3. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-4/2012
Υπουργείο περιβαλλοντικής ενέργειας και κλιματικής αλλαγής ΥΠΕΚΑ
4. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010
Υπουργείο περιβαλλοντικής ενέργειας και κλιματικής αλλαγής ΥΠΕΚΑ
5. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-5/2012
Υπουργείο περιβαλλοντικής ενέργειας και κλιματικής αλλαγής ΥΠΕΚΑ
6. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701/2010
Υπουργείο περιβαλλοντικής ενέργειας και κλιματικής αλλαγής ΥΠΕΚΑ
7. Σημειώσεις φωτοβολταϊκών, Δημήτριος Κατσαπρακάκης
Τεί Κρήτης
8. Σημειώσεις ηλιακής γεωμετρίας, Δημήτριος Κατσαπρακάκης
Τεί Κρήτης
9. Σημειώσεις ηλιακών συλλεκτών, Ενοτ. 7, Καββαδίας Κ.Α
Τεί Πειραιά
10. Πρότυπη ενεργειακή μελέτη ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ βόροφης πολυκατοικίας
Υπουργείο περιβαλλοντικής ενέργειας και κλιματικής αλλαγής ΥΠΕΚΑ
11. Εγκύκλιος ΚΕΝΑΚ 1602, 4-10-2010
Υπουργείο περιβαλλοντικής ενέργειας και κλιματικής αλλαγής ΥΠΕΚΑ
12. Εγκύκλιος ΚΕΝΑΚ 2279, 22-12-2010
Υπουργείο περιβαλλοντικής ενέργειας και κλιματικής αλλαγής ΥΠΕΚΑ
13. Ενεργειακή αποδοτικότητα κτηρίων, Οδηγία 2002/91
14. Σημειώσεις Μηχανολογικών εγκαταστάσεων 1&2, Μύρων Μονιάκης
ΤΕΙ Κρήτης
15. Σημειώσεις Ενεργειακής διαχείρισης κτηρίων, Μύρων Μονιάκης
ΤΕΙ Κρήτης
16. Σημειώσεις Αιολικών συστημάτων, Κωνσταντίνος Κωνταξάκης
ΤΕΙ Κρήτης



**ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

17. Συστήματα ψύξης και θέρμανσης
Klimatika