



Ενεργειακές Τεχνολογίες

ΜΕΛΕΤΗ • ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Αναφορά Ενεργειακού Ελέγχου Κλειστού Κολυμβητηρίου Ιωαννίνων - Π.Ε.Α.Κ.Ι

Έργο: Ενεργειακή Αναβάθμιση Κλειστού
Κολυμβητηρίου Ιωαννίνων - Π.Ε.Α.Κ.Ι

Θέση: Ιωάννινα

Ημερομηνία: Νοέμβριος 2024

ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΕ:	ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ:
<p>ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΚΟΥΚΛΙΔΗΣ & ΣΙΑ ΟΕ ΜΕΛΕΤΗ - ΕΠΙΒΛΕΨΗ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΟΙΚΙΣ ΜΟΣ «ΛΗΝΑΙΟΥ» • 57001 • ΟΙΛΥΜΗ ΤΗΛ: 2310 438432 • 2310 481.627 • ΟΓΕ/ΝΙΚΗ ΑΦΜ: 998680570 • ΔΟΥ: Ζ' ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ</p>	

Περιεχόμενα

1	Συνοπτική Παρουσίαση.....	1
1.1	Συνοπτική περιγραφή έργου.....	1
2	Εισαγωγή.....	2
2.1	Τήρηση προτύπων, απαιτήσεων και προδιαγραφών.....	2
2.2	Περιγραφή των διαδικασιών και της μεθοδολογίας εκτέλεσης του Ενεργειακού Ελέγχου.....	2
3	Περιγραφή Υφιστάμενης Κατάστασης.....	3
3.1	Περιγραφή του κτιρίου και της τοποθεσίας.....	3
3.1.1	Ωράριο λειτουργίας.....	4
3.1.2	Απασχολούμενο προσωπικό.....	4
3.1.3	Αριθμός αθλουμένων.....	4
3.2	Κέλυφος κτιρίου.....	4
3.3	Περιγραφή εξοπλισμού και συναφών εγκαταστάσεων.....	5
3.3.1	Συστήματα Φωτισμού.....	6
3.3.2	Μηχανολογικός Εξοπλισμός Παραγωγής Θερμικής Ενέργειας και Ψυκτικής Ενέργειας.....	8
3.4	Αυτοματισμοί - BMS.....	18
3.4.1	Κυκλοφορητής κυκλώματος Ζεστού Νερού Χρήσης (Z.N.X).....	18
3.4.2	Κυκλοφορητές εναλλακτών μικρής και μεγάλης πίεσης.....	18
3.5	Δομή ηλεκτρικού δικτύου.....	19
4	Συλλογή Ενεργειακών Δεδομένων.....	20
4.1	Στοιχεία κατανάλωσης για την κάλυψη θερμικού φορτίου απωλειών κελύφους και των αναγκών σε ZNX.....	20
4.2	Στοιχεία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.....	22
5	Ανάλυση Ενεργειακών Δεδομένων – Υφιστάμενη Κατάσταση.....	24
5.1	Γενικά.....	24
5.2	Υπολογισμός των καταναλώσεων θερμικής ενέργειας ανά χρήση.....	25
5.2.1	Κλιματολογικά δεδομένα της ευρύτερης περιοχής Ιωαννίνων.....	25
5.2.2	Υπολογισμός απωλειών κελύφους, εφαρμογή της μεθόδου των βαθμωρών.....	29
5.2.3	Υπολογισμός φορτίου αερισμού, ατόμων και συσκευών.....	31
5.2.4	Υπολογισμός του φορτίου για την κάλυψη των αναγκών σε ZNX.....	38
5.2.5	Υπολογισμός των θερμικών απωλειών της κολυμβητικής δεξαμενής.....	39
5.2.6	Σύνοψη αποτελεσμάτων – Πρωτογενής ενέργεια.....	50
5.2.7	Σύγκριση αναλυτικών/ θεωρητικών δεδομένων με τις πραγματικές καταναλώσεις.....	51
5.3	Μεθοδολογία υπολογισμού των ηλεκτρικών καταναλώσεων του κολυμβητηρίου.....	52
5.3.1	Περιγραφή υφιστάμενης κατάστασης.....	52
5.3.2	Υπολογισμός Ενεργειακής Γραμμής Βάσης Ηλεκτρικής Κατανάλωσης Έτους Αναφοράς 2023.....	59
5.3.3	Διάγραμμα Sankey Ροής Ηλεκτρικής Ενέργειας τη Περίοδο Βάσης 2023.....	62
6	Προτεινόμενα Μέτρα Ενεργειακής Αναβάθμισης.....	64
6.1	Αντικατάσταση τμήματος οροφής με νέα πάνελ πολυουρεθάνης.....	65
6.2	Αντικατάσταση ανοιγμάτων με κούφωμα αλουμινίου και τμήματος πολυκαρβωνικού.....	66
6.3	Εγκατάσταση Αερόψυκτων Αντλιών Θερμότητας για την θέρμανση του κτιρίου, των κολυμβητικών δεξαμενών και την κάλυψη των αναγκών σε ZNX.....	67

6.4	Αντικατάσταση λέβητα – καυστήρα πετρελαίου με νέο ζεύγος λέβητα-καυστήρα	68
6.5	Εγκατάσταση ισοθερμικών καλυμμάτων μεγάλης και μικρής δεξαμενής	68
6.6	Αντικατάσταση των αερόθερμων	69
6.7	Προμήθεια και εγκατάσταση νέου Υποσταθμού 20/0.4 kV	70
6.7.1	Ηλεκτρικός Υποσταθμός.....	70
6.7.2	Πίνακας Χαμηλής Τάσης	71
6.8	Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης.....	72
6.8.1	Υφιστάμενη Κατάσταση	72
6.8.2	Προτεινόμενη παρέμβαση εξοικονόμησης.....	72
6.8.3	Προϋπολογισμός μέτρου	75
6.8.4	Υπολογισμός Εξοικονόμησης Ενέργειας	76
6.9	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού.....	76
6.9.1	Προτεινόμενη παρέμβαση εξοικονόμησης.....	76
6.9.2	Προϋπολογισμός μέτρου	77
6.9.3	Υπολογισμός Εξοικονόμησης Ενέργειας	78
6.10	Αξιολόγηση της Οικονομικής Σκοπιμότητας των Προτεινόμενων Παρεμβάσεων	78
6.10.1	Ενεργειακή αξιολόγηση	79
6.10.2	Οικονομική αξιολόγηση	80
Παράρτημα Ι – PVsyst Report		83

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 3.3.1	Αριθμός και συνολική ισχύς φωτιστικών σωμάτων του Κολυμβητηρίου	8
Πίνακας 3.3.2	Στοιχεία Εγκατεστημένων Λεβητών	9
Πίνακας 3.3.3	Στοιχεία κυκλοφορητών	12
Πίνακας 3.5.1	Θέση υφιστάμενου υποσταθμού.....	19
Πίνακας 4.1.1	Παραλαβή πετρελαίου για τις τρεις διαχειριστικές περιόδους, [λίτρα]	21
Πίνακας 4.2.1	Μηνιαίες καταναλώσεις και κόστη ηλεκτρικής ενέργειας	23
Πίνακας 5.2.1	Ωριαία διακύμανση αισθητής θερμοκρασίας τυπικής ημέρας μήνα, ως μέση τιμή στην διάρκεια των ετών 2000-2004	26
Πίνακας 5.2.2	Ωριαία διακύμανση απόλυτης υγρασίας τυπικής ημέρας μήνα, ως μέση τιμή στην διάρκεια των ετών 2000-2004	27
Πίνακας 5.2.3	Βαθμώρες θέρμανσης τυπικής ημέρας μήνα για εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας 18 °C, 50%.....	29
Πίνακας 5.2.4	Ωριαίο αισθητό φορτίο κτιριακού κελύφους, χωρίς τον αερισμό, για μια τυπική ημέρα μήνα, [kWh].....	30
Πίνακας 5.2.5	Προφίλ παρουσίας ατόμων τυπικής καθημερινής μήνα, ως ποσοστό της μέγιστης χωρητικότητας (1200 άτομα).....	32
Πίνακας 5.2.6	Προφίλ παρουσίας ατόμων τυπικού Σαββατοκύριακου μήνα, ως ποσοστό της μέγιστης χωρητικότητας (1200 άτομα).....	33
Πίνακας 5.2.7	Αισθητό φορτίο αερισμού, ατόμων/ συσκευών και δεξαμενής τυπικής καθημερινής ημέρας μήνα θέρμανσης, [kWh].....	35
Πίνακας 5.2.8	Αισθητό φορτίο αερισμού, ατόμων/ συσκευών και δεξαμενής τυπικού σαββατοκύριακου μήνα θέρμανσης, [kWh].....	35

Πίνακας 5.2.9	Λανθάνον φορτίο αερισμού, ατόμων/ συσκευών και δεξαμενής τυπικής καθημερινής μήνα θέρμανσης, [kWh].....	36
Πίνακας 5.2.10	Λανθάνον φορτίο αερισμού, ατόμων/ συσκευών και δεξαμενής τυπικού σαββατοκύριακου μήνα θέρμανσης, [kWh].....	36
Πίνακας 5.2.11	Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου για την κλιματική ζώνη Γ.....	38
Πίνακας 5.2.12	Μηνιαίο θερμικό φορτίο για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ.....	38
Πίνακας 5.2.13	Φορτίο εξάτμισης των δυο κολυμβητικών δεξαμενών, [kWh]	42
Πίνακας 5.2.14	Απώλειες δεξαμενής λόγω μετάδοσης θερμότητας και συναγωγής, [kWh].....	44
Πίνακας 5.2.15	Απώλειες δεξαμενής λόγω ακτινοβολίας, [kWh].....	45
Πίνακας 5.2.16	Θερμικό φορτίο επαναπλήρωσης νερού λόγω απωλειών εξάτμισης, [kWh]	47
Πίνακας 5.2.17	Συντελεστές αναγωγής τελικής ενέργειας σε πρωτογενή και CO ₂	50
Πίνακας 5.2.18	Ετήσιο ισοζύγιο ενέργειας	50
Πίνακας 5.3.1	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας Γυμναστηρίου για το έτος 2015 (kWh).....	55
Πίνακας 5.3.2	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας του ΠΕΑΚΙ για το έτος 2023 (kWh).....	56
Πίνακας 5.3.3	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας Κολυμβητηρίου για το έτος 2023 (kWh).....	57
Πίνακας 5.3.4	Αποτύπωση υφιστάμενου φωτισμού Κολυμβητηρίου.....	60
Πίνακας 5.3.5	Μέση ημερήσια χειμερινή και θερινή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας καυστήρων και κυκλοφορητών κολυμβητηρίου.....	61
Πίνακας 5.3.6	Επιμερισμός ετήσιας κατανάλωσης φορτίων κολυμβητηρίου	62
Πίνακας 6.8.1	Προϋπολογισμός ΒΕΜΣ	76
Πίνακας 6.9.1	Προϋπολογισμός ΦΒ Σταθμού	77
Πίνακας 6.10.1:	Ετήσιο ισοζύγιο ενέργειας μετά τις παρεμβάσεις.....	79
Πίνακας 6.10.2:	Ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενής ενέργειας.....	80
Πίνακας 6.10.3	Οικονομική αξιολόγηση παρεμβάσεων με όρους απλής αποπληρωμής.....	81

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 3.1.1.	Κλειστό Κολυμβητήριο Ιωαννίνων	3
Εικόνα 3.3.1	Εξωτερικός χώρος κολυμβητηρίου	6
Εικόνα 3.3.2.	Υφιστάμενη κατάσταση φωτισμού πισίνας.....	7
Εικόνα 3.3.3	Λέβητες 1,2,3 στο κεντρικό λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου	10
Εικόνα 3.3.4	Λέβητας 4 στο μικρό λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου	11
Εικόνα 3.3.5	Κεντρικός Συλλέκτης για τη διανομή θερμικής ενέργειας στις εγκαταστάσεις	12
Εικόνα 3.3.6	Κυκλοφορητές κλάδων κεντρικού συλλέκτη	13
Εικόνα 3.3.7	Πλακοειδής εναλλάκτης της μεγάλης πισίνας.....	14
Εικόνα 3.3.8	Εικόνες από τον εναλλάκτη της μικρής πισίνας.....	14
Εικόνα 3.3.9	Πλακοειδής εναλλάκτης για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.....	15
Εικόνα 3.3.10	Δίκτυο διανομής λεβητοστασίου αποδυτηρίων μικρής πισίνας	16
Εικόνα 3.3.11	Επίτοιχα αερόθερμα εισαγωγής νωπού φρέσκου αέρα στην μεριά των κερκίδων.....	17
Εικόνα 3.3.12	Αξονικοί Ανεμιστήρες απόρριψης.....	18
Εικόνα 4.1.1	Γραφική παράσταση της παραλαβής πετρελαίου τριών διαχειριστικών περιόδων....	20
Εικόνα 5.2.1	Ωριαία διακύμανση αισθητής θερμοκρασίας τυπικής ημέρας μήνα.....	26

Εικόνα 5.2.2	Διακύμανση μέσης αισθητής θερμοκρασίας στην διάρκεια του έτους	27
Εικόνα 5.2.3	Ωριαία διακύμανση απόλυτης υγρασίας τυπικής ημέρας μήνα	28
Εικόνα 5.2.4	Διακύμανση μέσης απόλυτης υγρασίας στην διάρκεια του έτους	28
Εικόνα 5.2.5	Ωριαία διακύμανση θερμικού φορτίου τυπικής ημέρας μήνα, [kWh]	30
Εικόνα 5.2.6	Συνολικό αισθητό κτιριακό φορτίο θέρμανσης μήνα, [kWh]	31
Εικόνα 5.2.7	Γράφημα παρουσίας ατόμων τυπικής καθημερινής μήνα	32
Εικόνα 5.2.8	Γράφημα παρουσίας ατόμων τυπικού Σαββατοκύριακου μήνα	33
Εικόνα 5.2.9	Τυπική λεπτομέρεια εγκατάστασης αερόθερμου στο τοίχο	34
Εικόνα 5.2.10	Ωριαία διακύμανση αισθητού φορτίου Αερισμού, Ατόμων, Συσκευών και Δεξαμενής τυπικής καθημερινής μήνα	37
Εικόνα 5.2.11	Ωριαία διακύμανση αισθητού φορτίου Αερισμού, Ατόμων, Συσκευών και Δεξαμενής τυπικού σαββατοκύριακου μήνα	37
Εικόνα 5.2.12	Μερίδιο του συνολικού θερμικού φορτίου που καλύπτεται από τα εσωτερικά θερμικά κέρδη, 26%	38
Εικόνα 5.2.13	Μηνιαίο θερμικό φορτίο για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ	39
Εικόνα 5.2.14	Ωριαία διακύμανση του φορτίου εξάτμισης τυπικής ημέρας μήνα	43
Εικόνα 5.2.15	Ωριαία διακύμανση φορτίου τυπικής ημέρα μήνα	44
Εικόνα 5.2.16	Ωριαία διακύμανση φορτίου ακτινοβολίας τυπικής ημέρα μήνα	46
Εικόνα 5.2.17	Ωριαία διακύμανση θερμικού φορτίου επαναπλήρωσης δεξαμενής τυπικής ημέρας μήνα	48
Εικόνα 5.2.18	Τελικό ισοζύγιο θερμικών απωλειών δεξαμενής (1), [kWh]	49
Εικόνα 5.2.19	Τελικό ισοζύγιο θερμικών απωλειών δεξαμενής (2), [kWh]	49
Εικόνα 5.2.20	Κατανομή ετήσιας πρωτογενής ενέργειας ανά χρήση	51
Εικόνα 6.1.1	Αντικατάσταση τμήματος οροφής με νέο πάνελ πολυουρεθάνης	66
Εικόνα 6.2.1	Αντικατάσταση ανοιγμάτων κτιρίου ανά περίπτωση	67
Εικόνα 6.5.1	Φορτία δεξαμενών με 8ωρη εφαρμογή ισοθερμικού καλύμματος	69
Εικόνα 6.5.2	Τελικό ισοζύγιο θερμικών απωλειών με 8ωρη εφαρμογή ισοθερμικού καλύμματος	69
Εικόνα 6.7.1	Χώρος Εγκατάστασης ΥΣ 20/0.4 kV	71
Εικόνα 6.7.2	Χώρος Εγκατάστασης Νέου Πίνακα Χαμηλής Τάσης	72
Εικόνα 6.10.1	Οικονομική αξιολόγηση παρεμβάσεων με βάση την μελλοντική αξία του χρήματος ..	82

Περιεχόμενα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 5.3-1	Ωριαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εγκαταστάσεων ΠΕΑΚΙ για το έτος 2023 ..	53
Διάγραμμα 5.3-2	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας Κολυμβητηρίου για το έτος 2023 (kWh)	58
Διάγραμμα 5.3-3	Σύγκριση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας Κολυμβητηρίου ετών 2015 και 2023	59
Διάγραμμα 5.3-4	Διάγραμμα Sankey Ροής Ηλεκτρικής Ενέργειας Κολυμβητηρίου	62
Διάγραμμα 5.3-5	Διαχωρισμός ηλεκτρικών φορτίων κολυμβητηρίου	63
Εικόνα 3.1.1.	Κλειστό Κολυμβητήριο Ιωαννίνων	3
Εικόνα 3.3.1	Εξωτερικός χώρος κολυμβητηρίου	6
Εικόνα 3.3.2.	Υφιστάμενη κατάσταση φωτισμού πισίνας	7

Εικόνα 3.3.3	Λέβητες 1,2,3 στο κεντρικό λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου	10
Εικόνα 3.3.4	Λέβητας 4 στο μικρό λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου	11
Εικόνα 3.3.5	Κεντρικός Συλλέκτης για τη διανομή θερμικής ενέργειας στις εγκαταστάσεις	12
Εικόνα 3.3.6	Κυκλοφορητές κλάδων κεντρικού συλλέκτη	13
Εικόνα 3.3.7	Πλακοειδής εναλλάκτης της μεγάλης πισίνας	14
Εικόνα 3.3.8	Εικόνες από τον εναλλάκτη της μικρής πισίνας.....	14
Εικόνα 3.3.9	Πλακοειδής εναλλάκτης για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης	15
Εικόνα 3.3.10	Δίκτυο διανομής λεβητοστασίου αποδυτηρίων μικρής πισίνας	16
Εικόνα 3.3.11	Επίτοιχα αερόθερμα εισαγωγής νωπού φρέσκου αέρα στην μεριά των κερκίδων.....	17
Εικόνα 3.3.12	Αξονικοί Ανεμιστήρες απόρριψης.....	18
Εικόνα 4.1.1	Γραφική παράσταση της παραλαβής πετρελαίου τριών διαχειριστικών περιόδων	20
Εικόνα 5.2.1	Ωριαία διακύμανση αισθητής θερμοκρασίας τυπικής ημέρας μήνα.....	26
Εικόνα 5.2.2	Διακύμανση μέσης αισθητής θερμοκρασίας στην διάρκεια του έτους	27
Εικόνα 5.2.3	Ωριαία διακύμανση απόλυτης υγρασίας τυπικής ημέρας μήνα	28
Εικόνα 5.2.4	Διακύμανση μέσης απόλυτης υγρασίας στην διάρκεια του έτους	28
Εικόνα 5.2.5	Ωριαία διακύμανση θερμικού φορτίου τυπικής ημέρας μήνα, [kWh]	30
Εικόνα 5.2.6	Συνολικό αισθητό κτιριακό φορτίο θέρμανσης μήνα, [kWh]	31
Εικόνα 5.2.7	Γράφημα παρουσίας ατόμων τυπικής καθημερινής μήνα	32
Εικόνα 5.2.8	Γράφημα παρουσίας ατόμων τυπικού Σαββατοκύριακου μήνα.....	33
Εικόνα 5.2.9	Τυπική λεπτομέρεια εγκατάστασης αερόθερμου στο τοίχο	34
Εικόνα 5.2.10	Ωριαία διακύμανση αισθητού φορτίου Αερισμού, Ατόμων, Συσκευών και Δεξαμενής τυπικής καθημερινής μήνα	37
Εικόνα 5.2.11	Ωριαία διακύμανση αισθητού φορτίου Αερισμού, Ατόμων, Συσκευών και Δεξαμενής τυπικού σαββατοκύριακου μήνα.....	37
Εικόνα 5.2.12	Μερίδιο του συνολικού θερμικού φορτίου που καλύπτεται από τα εσωτερικά θερμικά κέρδη, 26%.....	38
Εικόνα 5.2.13	Μηνιαίο θερμικό φορτίο για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ.....	39
Εικόνα 5.2.14	Ωριαία διακύμανση του φορτίου εξάτμισης τυπικής ημέρας μήνα.....	43
Εικόνα 5.2.15	Ωριαία διακύμανση φορτίου τυπικής ημέρας μήνα	44
Εικόνα 5.2.16	Ωριαία διακύμανση φορτίου ακτινοβολίας τυπικής ημέρας μήνα.....	46
Εικόνα 5.2.17	Ωριαία διακύμανση θερμικού φορτίου επαναπλήρωσης δεξαμενής τυπικής ημέρας μήνα.....	48
Εικόνα 5.2.18	Τελικό ισοζύγιο θερμικών απωλειών δεξαμενής (1), [kWh]	49
Εικόνα 5.2.19	Τελικό ισοζύγιο θερμικών απωλειών δεξαμενής (2), [kWh]	49
Εικόνα 5.2.20	Κατανομή ετήσιας πρωτογενής ενέργειας ανά χρήση	51
Εικόνα 6.1.1	Αντικατάσταση τμήματος οροφής με νέο πάνελ πολυουρεθάνης.....	66
Εικόνα 6.2.1	Αντικατάσταση ανοιγμάτων κτιρίου ανά περίπτωση	67
Εικόνα 6.5.1	Φορτία δεξαμενών με δωρη εφαρμογή ισοθερμικού καλύμματος.....	69
Εικόνα 6.5.2	Τελικό ισοζύγιο θερμικών απωλειών με δωρη εφαρμογή ισοθερμικού καλύμματος.	69
Εικόνα 6.7.1	Χώρος Εγκατάστασης ΥΣ 20/0.4 kV.....	71
Εικόνα 6.7.2	Χώρος Εγκατάστασης Νέου Πίνακα Χαμηλής Τάσης.....	72
Εικόνα 6.10.1	Οικονομική αξιολόγηση παρεμβάσεων με βάση την μελλοντική αξία του χρήματος..	82

1 Συνοπτική Παρουσίαση

1.1 Συνοπτική περιγραφή έργου

Η παρούσα αναφορά ενεργειακού ελέγχου για τις εγκαταστάσεις του Κλειστού Κολυμβητηρίου των Ιωαννίνων είναι το αποτέλεσμα της διενέργειας ενεργειακού ελέγχου και της ανάλυσης των δεδομένων που συλλέχθηκαν, ακολουθώντας τα τυπικά βήματα που απαιτούνται με βάση τα εθνικά και διεθνή πρότυπα για τη διεξαγωγή ενεργειακών ελέγχων. Επιγραμματικά η διαδικασία του ενεργειακού ελέγχου περιέλαβε τα εξής βήματα:

- Προκαταρκτική επικοινωνία,
- Εναρκτήρια συνάντηση, Συλλογή στοιχείων,
- Διενέργεια Ενεργειακού ελέγχου,
- Ανάλυση δεδομένων,
- Συγγραφή αναφοράς,
- Τελική συνάντηση

2 Εισαγωγή

2.1 Τήρηση προτύπων, απαιτήσεων και προδιαγραφών

Οι διαδικασίες διενέργειας του ενεργειακού ελέγχου στην εν λόγω εγκατάσταση και η σύνταξη της αναφοράς ενεργειακού ελέγχου έχουν σχεδιαστεί και πραγματοποιηθεί, τηρώντας τις διαδικασίες, τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές των εξής προτύπων, εγγράφων και νομοθεσιών:

- I. Ευρωπαϊκές προδιαγραφές διενέργειας ενεργειακών ελέγχων βάση των προτύπων EN 16247-1:2012 (Energy Audits - Part 1: General Requirements) και EN 16247-2:2014 (Energy Audits - Part 2: Buildings)
- II. Οδηγίες της ASHRAE για διενέργεια ενεργειακών ελέγχων επιπέδου 1 και 2 βάσει του εγγράφου Procedures for Commercial Building Energy Audits – 2nd Edition
- III. Παράρτημα VI του Ν.4342/9-11-2015
- IV. ΚΥΑ Δ6/Β/11038/08.07.1999 (ΦΕΚ Β' 1526) για την διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων σε κτίρια τριτογενούς τομέα

2.2 Περιγραφή των διαδικασιών και της μεθοδολογίας εκτέλεσης του Ενεργειακού Ελέγχου

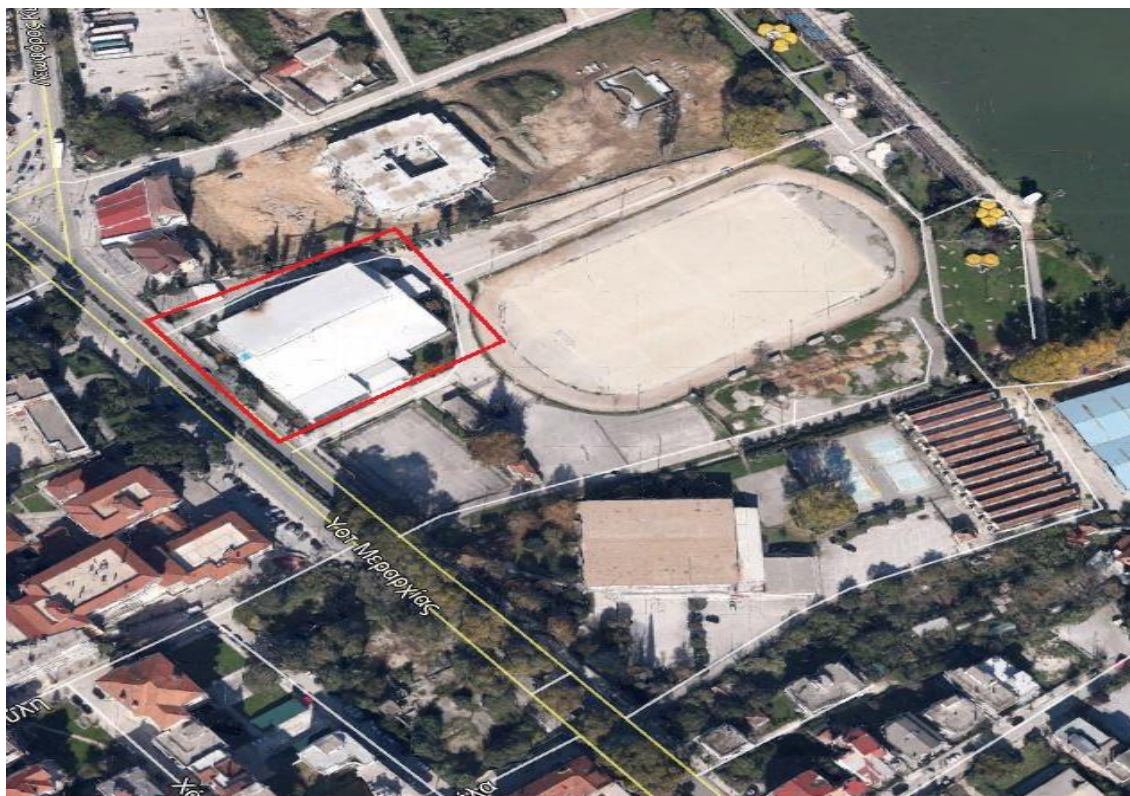
Για τη διεξαγωγή και ολοκλήρωση του ενεργειακού ελέγχου στο κλειστό κολυμβητήριο των Ιωαννίνων ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα, όπως ορίζεται σε αυτή την περίπτωση, από τις προδιαγραφές των προτύπων της παραγράφου 2.1:

- 1 Συνεντεύξεις και συλλογή πληροφοριών/στοιχείων. Συγκέντρωση όλων των διαθέσιμων σχεδίων και τεχνικών φυλλαδίων του εξοπλισμού.
- 2 Εκτενής αυτοψία στους χώρους του κτιρίου.
- 3 Εκτενείς μετρήσεις ηλεκτρικών καταναλώσεων στους ηλεκτρικούς πίνακες του κολυμβητηρίου
- 4 Υπολογισμοί ισοζυγίων ενέργειας.
- 5 Ανάλυση των τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας.
- 6 Ανάλυση των ενεργειακών μεγεθών.
- 7 Εντοπισμός και αξιολόγηση επεμβάσεων βραχυπρόθεσμης, μεσοπρόθεσμης και μακροπρόθεσμης διάρκειας απόσβεσης.
- 8 Συγγραφή έκθεσης.

3 Περιγραφή Υφιστάμενης Κατάστασης

3.1 Περιγραφή του κτιρίου και της τοποθεσίας

Το κλειστό δημοτικό κολυμβητήριο των Ιωαννίνων κτίστηκε το έτος 1985 και αποτελεί μέρος των εγκαταστάσεων του Πανεπιστημιακού Αθλητικού Κέντρου Ιωαννίνων και βρίσκεται επί της οδού 8^{ης} Μεραρχίας, πλησίον της λίμνης των Ιωαννίνων.



Εικόνα 3.1.1. Κλειστό Κολυμβητήριο Ιωαννίνων

Στις εγκαταστάσεις του κολυμβητηρίου δραστηριοποιούνται αθλητικά σωματεία συμπεριλαμβανομένων και σωματείων ΑΜΕΑ ενώ κατά τις ώρες κοινού εξυπηρετεί και το κοινό που επιθυμεί να αθληθεί. Οι εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν μια αγωνιστική πισίνα 50m και μια μικρή πισίνα εκμάθησης ενώ υπάρχουν οργανωμένοι χώροι αποδυτηρίων με παροχή ζεστού νερού χρήσης και 2 μηχανοστάσια στα οποία είναι εγκατεστημένος ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός για την ομαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων. Οι κερκίδες του έχουν χωρητικότητα 700 θεατών και φιλοξενεί ετησίως πάνω από 10 διασυλλογικούς αγώνες.

Η συνολική επιφάνεια των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων ανέρχεται σε 3.594,04 m² και αποτελείται:

- από τον κύριο χώρο του κολυμβητηρίου στο οποίο βρίσκονται οι 2 πισίνες, μια αγωνιστική πισίνα 50m και μια μικρή πισίνα εκμάθησης και φιλοξενεί ετησίως πάνω από 10 διασυλλογικούς αγώνες
- κερκίδες που έχουν χωρητικότητα 700 θεατών

- οργανωμένους χώρους αποδυτηρίων και λουτρών για την εξυπηρέτηση των αθλούμενων ,
- τα γραφεία του προσωπικού
- 2 μηχανοστάσια στα οποία είναι εγκατεστημένος ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός για την ομαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων

3.1.1 Ωράριο λειτουργίας

Το κολυμβητήριο λειτουργεί ολόκληρο το έτος εκτός της θερινής περιόδου κατά την οποία παραμένει κλειστό τυπικά από αρχές Αυγούστου μέχρι και μέσα Σεπτεμβρίου.

Το ωράριο λειτουργίας του κολυμβητηρίου είναι τις καθημερινές από τις 08:30 – 23:00 , το Σάββατο από τις 08:00 – 16:00, ενώ τις Κυριακές είναι κλειστό. Επιπλέον σε περίπτωση που το κολυμβητήριο φιλοξενεί αγώνες κολύμβησης παραμένει ανοιχτό τα σαββατοκύριακα (κατά μέσο όρο 10 σ/κ ανά έτος) ανάλογα με το πρόγραμμα των αγώνων.

3.1.2 Απασχολούμενο προσωπικό

Το κολυμβητήριο απασχολεί μόνιμο προσωπικό και συγκεκριμένα 2 άτομα που ασχολούνται με την διασφάλιση της ομαλής λειτουργίας αυτού και τα τεχνικά θέματα του κολυμβητηρίου.

3.1.3 Αριθμός αθλουμένων

Κατά μέσο όρο σε μηνιαία βάση, οι χρήστες των εγκαταστάσεων αποτελούνται από 800 χρήστες εγγεγραμμένους σε αθλητικά σωματεία και σχολές (τμήματα κολύμβησης, τεχνικής κολύμβησης, τμήματα πόλο και συγχρονισμένης κολύμβησης, κωπηλατικά σωματεία, σχολή ναυαγοσωστικής, σύλλογοι ΑΜΕΑ) και 300 χρήστες-κοινό.

Σύμφωνα με τους υπεύθυνους λειτουργίας του κολυμβητηρίου, η κατανομή των χρηστών του κολυμβητηρίου (αθλητών και πολιτών) δεν είναι ισομερισμένη για κάθε ώρα λειτουργίας. Είναι λογικό τις πρωινές ώρες της ημέρας, μέχρι και το μεσημέρι, όπου οι χρήστες εργάζονται στο συντριπτικό τους ποσοστό να επισκέπτονται την πισίνα τις ώρες μετά τη λήξη της εργασίας τους. Όμοια για τους αθλητές και τους μαθητές, οι οποίες είναι απασχολημένοι της πρωινές ώρες και μέχρι το μεσημέρι.

Είναι προφανές ότι ο αριθμός των αθλουμένων και η κατανομή τους στη διάρκεια της ημέρας, επηρεάζει το ενεργειακό του προφίλ του κολυμβητηρίου, είτε γιατί αυξάνει τις ενεργειακές ανάγκες για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ΖΝΧ) είτε γιατί επιβάλλει τη λειτουργία του εξοπλισμού ελέγχου υγιεινής του νερού της πισίνας (φίλτρα και αντλίες ανακυκλοφορίας).

3.2 Κέλυφος κτιρίου

Κατόπιν της ενεργειακής επιθεώρησης, των συζητήσεων με το τεχνικό προσωπικό του κτιρίου και με βάση το με Α.Π 19016/2014 εκδοθέν Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης διαπιστώθηκε ότι το κέλυφος του κτιρίου αποτελείται:

- Εξωτερική τοιχοποιία: από φέρον οργανισμό και τοιχοποιία από διάτρητες οπτόπλινθους στο ΒΔ τμήμα του, βιομηχανικό πάνελ με θερμομόνωση και

πολυκαρβονικά φύλλα σε μέρος του ΒΔ τμήματος καθώς και στο υπόλοιπο κέλυφος τα οποία στηρίζονται σε μεταλλικό σκελετό.

- Οροφή: Βιομηχανικό πάνελ το οποίο στηρίζεται σε μεταλλικό σκελετό από τεγίδες και δοκούς. Το τμήμα της οροφής πάνω από τις κερκίδες του κολυμβητηρίου έχει αντικατασταθεί πρόσφατα από καινούριο θερμομονωτικό βιομηχανικό πάνελ οροφής αποτελούμενο εξωτερικά από γαλβανισμένη λαμαρίνα και εσωτερικά από πολυουρεθάνη ενώ έγιναν και εργασίες συντήρησης στο σκελετό. Το υπόλοιπο τμήμα της οροφής αποτελείται από βιομηχανικό θερμομονωτικό πάνελ το οποίο λόγω της παλαιότητας του έχει απωλέσει μέρος της θερμομονωτικής του ιδιότητας και έχει φθαρεί σε αρκετά σημεία. Για το λόγο αυτό προτείνεται η αντικατάσταση του με καινούριο θερμομονωτικό πάνελ με αντίστοιχη συντήρηση του μεταλλικού σκελετού όπου απαιτείται.
- Κουφώματα: Τα κουφώματα στο σύνολό τους είναι αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή με μονή υάλωση. Τμήμα του κελύφους που αποτελούνταν από πολυκαρβονικά φύλλα αντικαταστάθηκε πρόσφατα από κουφώματα αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή τα οποία φέρουν μονή η διπλή υάλωση.

Αντίστοιχα ακολουθούν οι συντελεστές θερμοπερατότητας των στοιχείων του κελύφους όπως προκύπτουν από το με Α.Π 19016/2014 εκδοθέν Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης:

- Εξωτερική τοιχοποιία από φέρον οργανισμό και τοιχοποιία από διάτρητες οπτόπλινθους: 2,50 W/m²K
- Εξωτερική τοιχοποιία με βιομηχανικό πάνελ θερμομόνωσης: 1,2 W/m²K. Η τιμή έχει ληφθεί από τον πίνακα 3.5^α της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2071-1 και αφορά υλικό με ανεπαρκή θερμομονωτική ικανότητα εξαιτίας της παλαιότητας του
- Εξωτερική τοιχοποιία με πολυκαρβονικά φύλλα: 5,0 W/m²K.
- Κουφώματα αλουμινίου με μονή/διπλή υάλωση: 4,5 W/m²K.
- Οροφή με βιομηχανικό πάνελ: 1,2 W/m²K για το παλιό τμήμα της οροφής που θεωρείται ότι έχει απωλέσει την αρχική του αντίσταση στη θερμοδιαφυγή και 0.4 W/m²K για το τμήμα που αντικαταστάθηκε.

3.3 Περιγραφή εξοπλισμού και συναφών εγκαταστάσεων

Από τα στοιχεία που διατέθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία του κολυμβητηρίου (αρχιτεκτονικά και Η/Μ σχέδια,) τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τους υπευθύνους του κολυμβητηρίου κατά την ενεργειακή επιθεώρηση και τις καταγραφές κατά τον ενεργειακό έλεγχο, ακολουθεί καταγραφή του εξοπλισμού του κολυμβητηρίου, που σχετίζεται με ενεργειακή χρήση και κατανάλωση.

3.3.1 Συστήματα Φωτισμού

3.3.1.1 Φωτισμός Περιβάλλοντα Χώρου

Για τον φωτισμό του περιβάλλοντα χώρου του κολυμβητηρίου λειτουργούν συνολικά 16 φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες τεχνολογίας LED. Συγκεκριμένα, τα 12 φωτιστικά λειτουργούν με λαμπτήρες LED ισχύος 9W και τα υπόλοιπα 6 με λαμπτήρες LED ισχύος 20W.



Εικόνα 3.3.1 Εξωτερικός χώρος κολυμβητηρίου

3.3.1.2 Εσωτερικός φωτισμός

Ο φωτισμός της μεγάλης πισίνας πραγματοποιείται μέσω προβολών τεχνολογίας LED της εταιρείας OSRAM που βρίσκονται εγκατεστημένοι σε ικριώματα. Οι προβολείς αυτοί εγκατεστημένοι σε διαφορετικό ύψος. Συγκεκριμένα 14 προβολείς ισχύος 200W είναι εγκατεστημένοι σε ύψος 8,5 μέτρων και 18 προβολείς ισχύος 125W σε ύψος 5 μέτρων.

Για τον φωτισμό της μικρής πισίνας, υπάρχουν 8 προβολείς ισχύος 125W.



Εικόνα 3.3.2. Υφιστάμενη κατάσταση φωτισμού πισίνας

Ο φωτισμός των εσωτερικών χώρων του κολυμβητηρίου πραγματοποιείται με φωτιστικά σώματα και λαμπτήρες τεχνολογίας LED.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται το σύνολο των λαμπτήρων, φωτιστικών σωμάτων και προβολέων που συνθέτουν τα συστήματα φωτισμού του κολυμβητηρίου.

Συστήματα φωτισμού				
Χώρος	Αριθμός Φ.Σ.	Τύπος Φ.Σ.	Ον.Ισχύς	Συνολική Ισχύς (kW)
Μεγάλη πισίνα	14	LED Προβολέας	200	2,8
	18	LED Προβολέας	125	2,25
Διάδρομος	10	Λαμπτήρες LED	6	0,06
Μικρή πισίνα	8	LED Προβολέας	125	1
Αποδυτήρια	23	Φωτιστικά LED	60	1,38
	2	Λαμπτήρες LED	7	0,014
	5	Λαμπτήρες LED	20	0,1
Γυμναστήριο	6	Φωτιστικά LED	60	0,36
Αίθουσα αναμονής	24	Φωτιστικά LED	60	1,44
	6	LED tubes	16	0,096
Μηχανοστάσιο	7	Φωτιστικά LED	60	0,42
Εξωτερικός φωτισμός	12	Λαμπτήρας LED	9	0,108
	4	Λαμπτήρας LED	20	0,08
Σύνολο	141			10,108

Πίνακας 3.3.1 Αριθμός και συνολική ισχύς φωτιστικών σωμάτων του Κολυμβητηρίου

3.3.2 Μηχανολογικός Εξοπλισμός Παραγωγής Θερμικής Ενέργειας και Ψυκτικής Ενέργειας

3.3.2.1 Σύστημα θέρμανσης του νερού της πισίνας, παραγωγής ζεστού νερού χρήσης & θέρμανσης χώρων

Το κολυμβητήριο χρησιμοποιεί ως καύσιμο για την παραγωγή της θερμικής ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων του κολυμβητηρίου, των 2 πισίνων και της παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ) πετρέλαιο θέρμανσης. Τους μήνες που δε διατίθεται πετρέλαιο θέρμανσης για τη παραγωγή Ζ.Ν.Χ χρησιμοποιείται πετρέλαιο κίνησης. Το πετρέλαιο προμηθεύεται από τη Διεύθυνση του κολυμβητηρίου ανάλογα με την κατανάλωση του σε εβδομαδιαία κυρίως βάση.

Στην υφιστάμενη κατάσταση στο κεντρικό λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου βρίσκονται εγκατεστημένοι τρεις χαλύβδινοι λέβητες νερού. Επιπλέον σε ξεχωριστό λεβητοστάσιο είναι εγκατεστημένος ένας ακόμη χαλύβδινος λέβητας πετρελαίου ο οποίος εξυπηρετεί τις ανάγκες σε θέρμανση και ζεστά νερά χρήσης για τα αποδυτήρια της μικρής πισίνας. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ισχύς και ο κατασκευαστής των λεβήτων που βρίσκονται εγκατεστημένοι στα λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου.

A/A	Λέβητας	Θερμική Ισχύς [kW _{th}]	Χρήση Λέβητα
1	ΠΥΡΚΑΛ – YGNIS, κατασκευή 1978	697,8	Θέρμανση πισινών, χώρων κολυμβητηρίου, αποδυτηρίων
2	ΠΥΡΚΑΛ, κατασκευή 1994	697,8	Θέρμανση πισινών, χώρων κολυμβητηρίου, αποδυτηρίων
3	ΝΕΣΥΘΕΡΜ LR 150, κατασκευή 2000	174,4	Ζεστό νερό χρήσης αποδυτηρίων
4	BLUCALOR BC-95, κατασκευή 2006	110,5	Θέρμανση και Ζεστό νερό χρήσης αποδυτηρίων μικρής πισίνας

Πίνακας 3.3.2 Στοιχεία Εγκατεστημένων Λεβητών



Εικόνα 3.3.3 Λέβητες 1,2,3 στο κεντρικό λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου



Εικόνα 3.3.4 Λέβητας 4 στο μικρό λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου

Το θερμό νερό από τους λέβητες 1 και 2 καταλήγει στον κεντρικό συλλέκτη προσαγωγής από τον οποίο αναχωρούν οι εξής κλάδοι:

- **Κλάδος θερμαντικών σωμάτων κολυμβητηρίου:** τροφοδοτεί τα θερμαντικά σώματα που είναι εγκατεστημένα στον χώρο των πισίνων του κολυμβητηρίου
- **Κλάδος θερμαντικών σωμάτων αποδυτηρίων:** τροφοδοτεί τα θερμαντικά σώματα που είναι εγκατεστημένα στον χώρο των κεντρικών αποδυτηρίων του κολυμβητηρίου
- **Κλάδος αξονικών αερόθερμων:** τροφοδοτεί με ζεστό νερό τους 9 αξονικούς ανεμιστήρες που είναι εγκατεστημένοι στις κερκίδες του κολυμβητηρίου
- **Κλάδος θέρμανσης μεγάλης πισίνας:** τροφοδοτεί με ζεστό νερό τον πλακοειδή εναλλάκτη της μεγάλης πισίνας για την θέρμανση του νερού της. Το νερό από τη πισίνα εισέρχεται στον εναλλάκτη μέσω κυκλοφορητών στο δίκτυο επιστροφής του νερού από τη πισίνα στα φίλτρα άμμου
- **Κλάδος θέρμανσης μικρής πισίνας:** τροφοδοτεί με ζεστό νερό τον πλακοειδή εναλλάκτη της μικρής πισίνας για την θέρμανση του νερού της. Το νερό από τη πισίνα εισέρχεται στον εναλλάκτη μέσω κυκλοφορητών στο δίκτυο επιστροφής του νερού από τη πισίνα στα φίλτρα άμμου

Ο κάθε κλάδος έχει τον δικό του κυκλοφορητή για την μεταφορά του θερμού νερού στο αντίστοιχο κύκλωμα. Τα στοιχεία των κυκλοφορητών που ήταν διαθέσιμα καταγράφονται στο πίνακα που ακολουθεί.

A/A	Κλάδος	Μοντέλο	Ηλεκτρική Ισχύς [kW _e]	Τεμάχια
1	Εναλλάκτης μεγάλης πισίνας	WILO TOP S80/10	1,05-1,675	1
2	Εναλλάκτης μικρής πισίνας	WILO TOP S50	0,36-0.415	1
3	Κλάδος Θερμαντικών σωμάτων αποδυτηρίων	WILO TOP S40/4	0,62-0.95	1
4	Κλάδος Θερμαντικών σωμάτων κολυμβητηρίου	TOP S50/7	0,3-0.625	1
5	Δίκτυο επιστροφής νερού μεγάλης πισίνας	LOWARA FSH4-125 250/180	18,5	3
6	Δίκτυο επιστροφής νερού μικρής πισίνας	ASTRA POOL 38778	1.48	3

Πίνακας 3.3.3 Στοιχεία κυκλοφορητών



Εικόνα 3.3.5 Κεντρικός Συλλέκτης για τη διανομή θερμικής ενέργειας στις εγκαταστάσεις

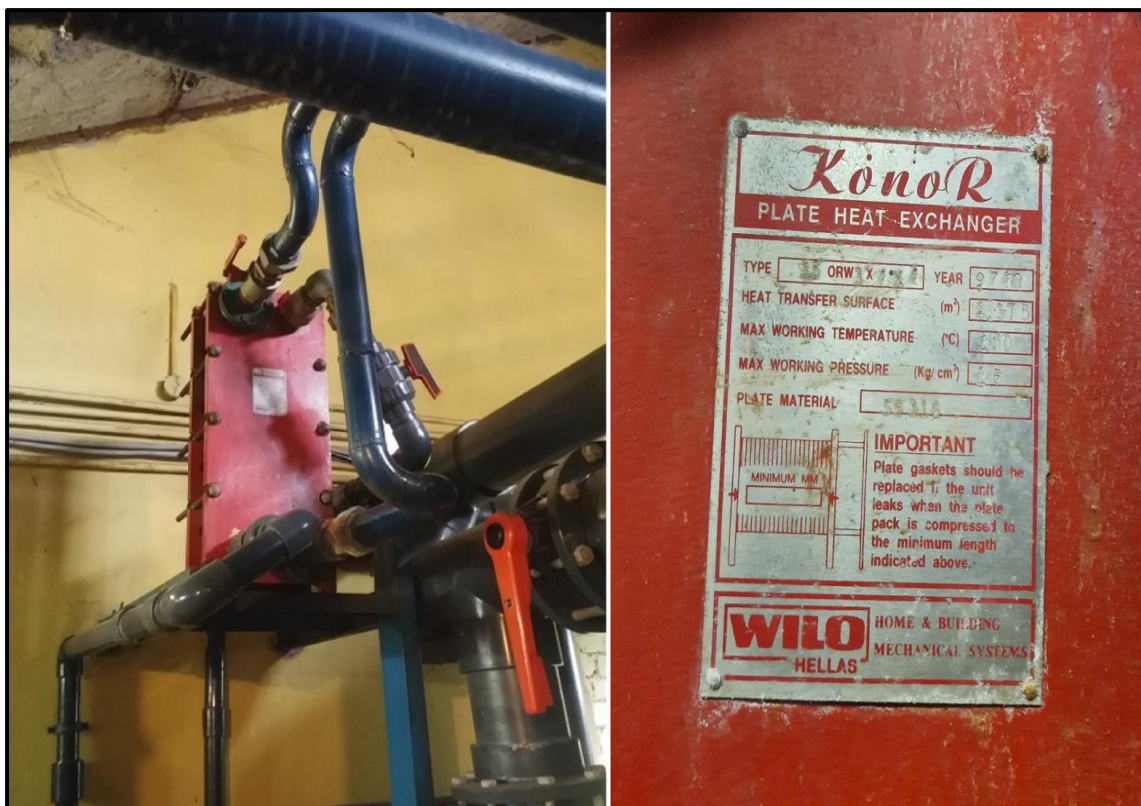


Εικόνα 3.3.6 **Κυκλοφορητές κλάδων κεντρικού συλλέκτη**

Το νερό επιστρέφει από τη μικρή και μεγάλη πισίνα με τη βοήθεια αντίστοιχων συστημάτων κυκλοφορητών και διέρχεται για το φιλτράρισμα του μέσα από τα φίλτρα άμμου που είναι εγκατεστημένα στο μηχανοστάσιο του κολυμβητηρίου ενώ ποσότητα νερού από τα δίκτυα επιστροφής διέρχεται από τους εναλλάκτες της μικρής και μεγάλης πισίνας ώστε να λάβει θερμότητα από τους λέβητες και να επιστρέψει στις πισίνες στην επιθυμητή θερμοκρασία.



Εικόνα 3.3.7 Πλακοειδής εναλλάκτης της μεγάλης πισίνας



Εικόνα 3.3.8 Εικόνες από τον εναλλάκτη της μικρής πισίνας

Αντίστοιχα, ο λέβητας 3 ισχύος 174,4 kW, τροφοδοτεί, μέσω κυκλοφορητή, με θερμό νερό τους πλακοειδής εναλλάκτες ζεστού νερού χρήσης καθώς και τη σερπαντίνα του boiler παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, που βρίσκεται εγκατεστημένο επίσης στο λεβητοστάσιο του κτιρίου. Κατόπιν ανάμειξης με το νερό του δικτύου ύδρευσης το ζεστό νερό χρήσης εγκαταλείπει το boiler στους 39° C για τις βρύσες και τα ντους των αποδυτηρίων. Το δίκτυο του λέβητα 3 είναι ανεξάρτητο από το δίκτυο των λεβητών 1 και 2.



Εικόνα 3.3.9 Πλακοειδής εναλλάκτες για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Ο λέβητας 4 που είναι εγκατεστημένος στο μικρό λεβητοστάσιο εξυπηρετεί τη θέρμανση και το ζεστό νερό χρήσης των αποδυτηρίων της μικρής πισίνας. Τροφοδοτεί αντίστοιχα το δίκτυο των θερμαντικών σωμάτων των αποδυτηρίων και τον εναλλάκτη ζεστού νερού χρήσης καθώς και το boiler ζεστού νερού. Τα 2 δίκτυα εξυπηρετούνται από 2 κυκλοφορητές αντίστοιχα.



Εικόνα 3.3.10 Δίκτυο διανομής λεβητοστασίου αποδυτηρίων μικρής πιέσεως

3.3.2.2 Σύστημα θέρμανσης αίθουσας βαρών

Η αίθουσα βαρών του κλειστού κολυμβητηρίου διαθέτει ξεχωριστό σύστημα θέρμανσης σε σχέση με τις υπόλοιπες εγκαταστάσεις. Στην ουσία η θέρμανση της αίθουσας επιτυγχάνεται μέσω αντλίας θερμότητας απ' ευθείας εκτόνωσης inverter, διαιρούμενου τύπου, (τύπου split) θερμικής ισχύος 8,2 kW. Η αίθουσα χρησιμοποιείται με ακανόνιστη συχνότητα και κατά μέσο όρο για μια ώρα. Λόγω της χαμηλής και ακανόνιστης κατανάλωσης ενέργειας σε σχέση με τους υπόλοιπους σημαντικούς καταναλωτές ενέργειας του κολυμβητηρίου, το εν λόγω μηχάνημα δε συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό ενεργειακής γραμμής βάσης.

3.3.2.3 Σύστημα παραγωγής ψύξης χώρων

Οι εγκαταστάσεις του κλειστού κολυμβητηρίου των Ιωαννίνων δεν ψύχεται εκτός της αίθουσας βαρών που διαθέτει αποκλειστικό σύστημα ψύξης μέσω αντλίας θερμότητας απ' ευθείας εκτόνωσης, διαιρούμενου τύπου, (τύπου split) ψυκτικής ισχύος 7,1 kW. Λόγω της χαμηλής και ακανόνιστης κατανάλωσης ενέργειας σε σχέση με τους υπόλοιπους σημαντικούς καταναλωτές ενέργειας του κολυμβητηρίου, το εν λόγω μηχάνημα δε συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό ενεργειακής γραμμής βάσης.

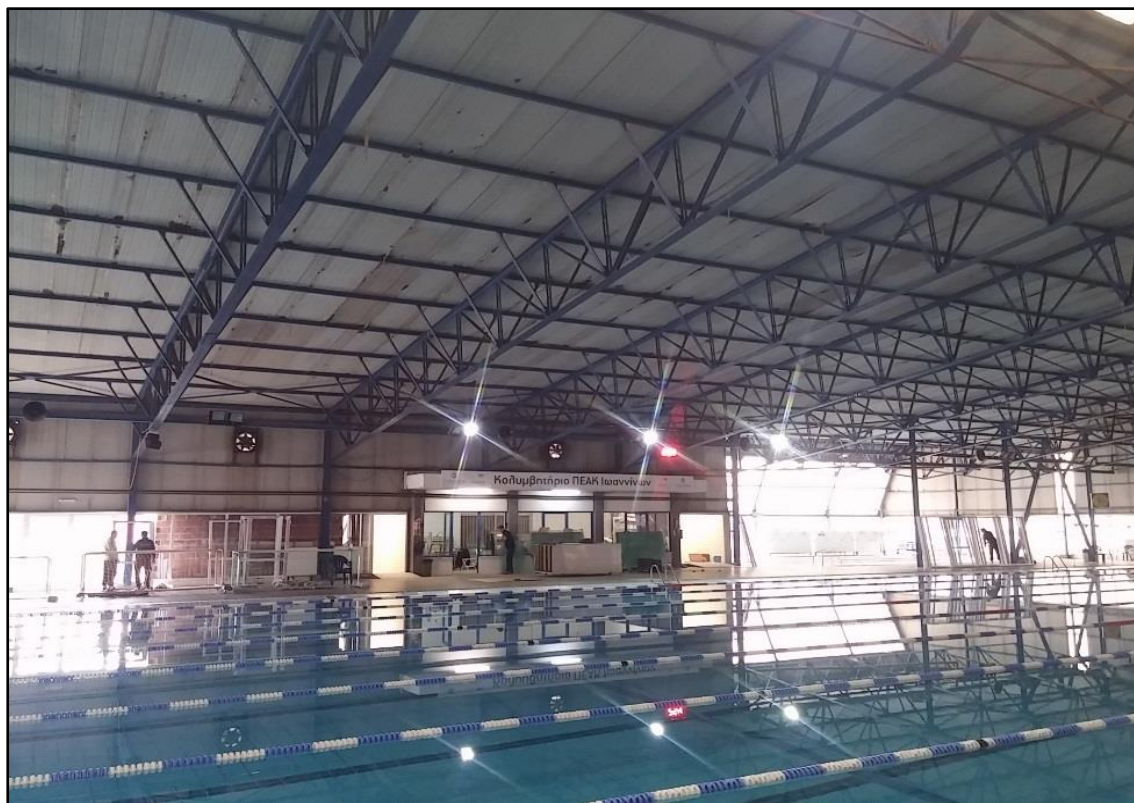
3.3.2.4 Σύστημα αερισμού χώρων κολυμβητηρίου

Στις κερκίδες του κλειστού κολυμβητηρίου Ιωαννίνων είναι εγκατεστημένα 9 αερόθερμα με αξονικούς ανεμιστήρες. Όπισθεν των ανεμιστήρων υπάρχουν αντίστοιχα 9 στόμια λήψης νωπού αέρα για την εισαγωγή νωπού αέρα στον κεντρικό χώρο του κολυμβητηρίου. Κάθε ανεμιστήρας μπορεί να εισάγει 4.500 m³ νωπού αέρα κάθε ώρα. Ο αέρας που εισάγεται μαζί με τον αέρα της ανακυκλοφορίας από το εσωτερικό του κολυμβητηρίου παροχής 1.300 m³,

Θερμαίνεται από τον εναλλάκτη που βρίσκεται εσωτερικά του αερόθερμου ο οποίος προμηθεύεται ζεστό νερό από το αντίστοιχο κύκλωμα του κεντρικού συλλέκτη του λεβητοστασίου. Επιπλέον υπάρχουν 5 ανεμιστήρες και φεγγίτες οι οποίοι απάγουν αέρα από το εσωτερικό του κολυμβητηρίου.



Εικόνα 3.3.11 Επίτοιχα αερόθερμα εισαγωγής νωπού φρέσκου αέρα στην μεριά των κερκίδων



Εικόνα 3.3.12 Αξονικοί Ανεμιστήρες απόρριψης

3.4 Αυτοματισμοί - BMS

Στο κτίριο του κολυμβητηρίου δεν υπάρχει εγκατεστημένο κάποιο σύστημα παρακολούθησης ή ελέγχου των παραμέτρων της θερμικής ή ηλεκτρικής κατανάλωσης. Οι μόνοι αυτοματισμοί που υπάρχουν αφορούν τη χρήση του ζεστού νερού χρήσης και την θέρμανση του νερού της μικρής και μεγάλης πισίνας.

3.4.1 Κυκλοφορητής κυκλώματος Ζεστού Νερού Χρήσης (Ζ.Ν.Χ)

Στο boiler του Ζ.Ν.Χ υπάρχει θερμοστάτης ο οποίος ορίζει την έναρξη της λειτουργίας του κυκλοφορητή του κυκλώματος Ζ.Ν.Χ. Μόλις η θερμοκρασία στο boiler μειωθεί κάτω από τους 60° C τότε ξεκινάει ο κυκλοφορητής να στέλνει ζεστό νερό στη σερπαντίνα του boiler.

3.4.2 Κυκλοφορητές εναλλακτών μικρής και μεγάλης πισίνας

Στο κύκλωμα επιστροφής νερού από τη μεγάλη και μικρή πισίνα υπάρχει αντίστοιχα θερμοστάτης που μετράει τη θερμοκρασία του νερού επιστροφής. Εφόσον είναι μικρότερη από την επιθυμητή τότε βάζει σε λειτουργία τον αντίστοιχο κυκλοφορητή του κυκλώματος που οδεύει από τον κεντρικό συλλέκτη προς τους πλακοειδείς εναλλάκτες της μικρής και μεγάλης πισίνας για τη θέρμανση του νερού τους.

3.5 Δομή ηλεκτρικού δικτύου

Το σύνολο των εγκαταστάσεων του ΠΕΑΚΙ (Πανηπειρωτικό Εθνικό Αθλητικό Κέντρο Ιωαννίνων) τροφοδοτείται από το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ μέσω ενός υποσταθμού 20/0.4 kV ο οποίος βρίσκεται εγκατεστημένος σε εξωτερικό χώρο ανάμεσα στο γήπεδο ποδοσφαίρου και στον Ιστιοπλοϊκό όμιλο Ιωαννίνων.



Πίνακας 3.5.1 Θέση υφιστάμενου υποσταθμού

Ο Υποσταθμός αποτελείται από:

- Τα πεδία Μέσης Τάσης, ήτοι το πεδίο άφιξης και το πεδίο αναχώρησης προς τον μετασχηματιστή
- Τον μετασχηματιστή ονομαστικής ισχύος 400kVA
- Τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης του υποσταθμού που έχει το σύνολο των αναχωρήσεων προς τους πίνακες των εγκαταστάσεων του πρώην ΕΑΝΚΙ, μεταξύ των οποίων και του κολυμβητηρίου.

Η τροφοδότηση του κολυμβητηρίου γίνεται μέσω καλωδίων τύπου NYG 3×185mm² + 120 mm²+120 mm², και το συνολικό μήκος της γραμμής ανέρχεται σε περίπου 300 μέτρα, σύμφωνα με την όδευση που υπεδείχθη από το προσωπικό της εγκατάστασης.

Ο κεντρικός πίνακας του κολυμβητηρίου είναι εγκατεστημένος σε χώρο πλησίον του μηχανοστασίου, και τροφοδοτεί τους συνολικά 7 υποπίνακες της εγκατάστασης και κάποια φορτία.

4 Συλλογή Ενεργειακών Δεδομένων

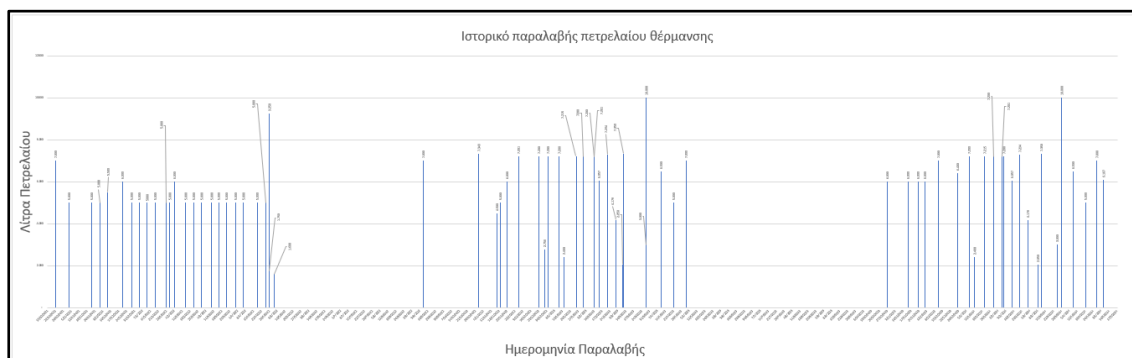
Στα πλαίσια της ενεργειακής ανάλυσης αναζητήθηκαν στοιχεία κατανάλωσης:

- για την κάλυψη του θερμικού φορτίου απωλειών κελύφους
- για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ, και
- για την κάλυψη του ηλεκτρικού φορτίου κίνησης μηχανημάτων και φωτισμού

4.1 Στοιχεία κατανάλωσης για την κάλυψη θερμικού φορτίου απωλειών κελύφους και των αναγκών σε ΖΝΧ

Όπως έχει περιγράψει στα προηγούμενα κεφάλαια το θερμικό φορτίο απωλειών κελύφους και το θερμικό φορτίο για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ καλύπτονται με καύση πετρελαίου στους τέσσερις λέβητες στα δυο διακριτά λεβητοστάσια.

Αναζητήθηκαν τιμολόγια αγοράς πετρελαίου για τα τρία τελευταία έτη λειτουργίας του κολυμβητηρίου. Στα παρακάτω πίνακα και εικόνα παρουσιάζονται οι παραλαβές για τρεις διαχειριστικές περιόδους. Κάθε διαχειριστική περίοδος, παραλαβής ποσότητας πετρελαίου, νοείται από τον μήνα Σεπτέμβριο έως τον μήνα Μάιο του επόμενου έτους.



Εικόνα 4.1.1 Γραφική παράσταση της παραλαβής πετρελαίου τριών διαχειριστικών περιόδων

Ημερομηνία	Ποσότητα	Ημερομηνία	Ποσότητα	Ημερομηνία	Ποσότητα
22/10/2021	7.000	12/9/2022	7.000	27/10/2023	6.000
3/11/2021	5.000	31/10/2022	7.349	14/11/2023	6.000
23/11/2021	5.000	16/11/2022	4.500	23/11/2023	6.000
30/11/2021	5.000	19/11/2022	5.000	29/11/2023	6.000
7/12/2021	5.500	25/11/2022	6.000	11/12/2023	7.000
20/12/2021	6.000	5/12/2022	7.201	28/12/2023	6.400
28/12/2021	5.000	23/12/2022	7.200	7/1/2024	7.200
4/1/2022	5.000	28/12/2022	2.756	12/1/2024	2.400
11/1/2022	5.000	31/12/2022	7.200	21/1/2024	7.215
18/1/2022	5.000	10/1/2023	7.200	29/1/2024	7.200
28/1/2022	5.000	14/1/2023	2.400	5/2/2024	7.201
31/1/2022	5.000	25/1/2023	7.215	7/2/2024	7.200
4/2/2022	6.000	31/1/2023	7.200	14/2/2024	6.057
14/2/2022	5.000	10/2/2023	7.201	21/2/2024	7.294
21/2/2022	5.000	10/2/2023	7.200	28/2/2024	4.178
28/2/2022	5.000	14/2/2023	6.057	8/3/2024	2.050
9/3/2022	5.000	22/2/2023	7.294	11/3/2024	7.350
15/3/2022	5.000	1/3/2023	4.178	25/3/2024	3.000
22/3/2022	5.000	7/3/2023	2.050	29/3/2024	10.000
30/3/2022	5.000	8/3/2023	7.350	8/4/2024	6.500
6/4/2022	5.000	28/3/2023	3.000	19/4/2024	5.000
18/4/2022	5.000	28/3/2023	10.000	29/4/2024	7.000
26/4/2022	5.000	10/4/2023	6.500	5/5/2024	6.107
29/4/2022	1.750	21/4/2023	5.000		
29/4/2022	9.250	2/5/2023	7.000		
3/5/2022	1.600				

Πίνακας 4.1.1 Παραλαβή πετρελαίου για τις τρεις διαχειριστικές περιόδους, [λίτρα]

Σύμφωνα με τα στοιχεία παραλαβών προκύπτει ότι οι συνολικές ποσότητες για κάθε περίοδο είναι:

- για την περίοδο 2021-2022: 132.100 λίτρα
- για την περίοδο 2022-2023: 151.052 λίτρα
- για την περίοδο 2023-2024: 140.353 λίτρα

Λόγω ανυπαρξίας συστήματος καταγραφής της καταναλισκόμενης ενέργειας (σε ωριαία, ημερήσια κτλ. βάση) γίνεται πολύ δύσκολος ο επιμερισμός της κατανάλωσης του πετρελαίου για την κάλυψη των φορτίων θέρμανσης και την κάλυψη των αναγκών ΖΝΧ. Ακόμα και η θεώρηση ότι η κατανάλωση πετρελαίου τους θερινούς μήνες αφορά αποκλειστικά τα ΖΝΧ είναι ανεπαρκής λόγω της περιορισμένης χρήσης του θερινούς μήνες, τόσο από άποψη διάρκειας χρήσης όσο και από άποψη πλήθους χρηστών.

Στην **Εικόνα 4.1.1.1** παρουσιάζεται η γραφική παράσταση της συχνότητας παραλαβής πετρελαίου. Από την εικόνα γίνεται φανερή η σταθερή συχνότητα παραλαβής καθώς και το μέγεθος (σε λίτρα – από το ύψος των κατακόρυφων γραμμών). Διακρίνονται οι τρεις διαχειριστικές περιόδους, όπου τα άθροισμα ποσοτήτων ανά περίοδο εμφανίζει παραπλήσιες τιμές.

4.2 Στοιχεία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Στα πλαίσια του παρόντος ενεργειακού ελέγχου, επεξεργάσθηκαν τα τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας της παροχής του κολυμβητηρίου αλλά και οι ωριαίες μετρήσεις από τον ΔΕΔΔΗΕ, όπως αυτές καταγράφονται και είναι διαθέσιμες στην ιστοσελίδα <https://apps.deddie.gr/mdp/intro.html>. Στις καταγραφές του ΔΕΔΔΗΕ, αποτυπώνονται οι ηλεκτρικές καταναλώσεις του κτιριακού συγκροτήματος για τα έτη 2021, 2022 και 2023 το οποίο περιλαμβάνει το σύνολο των εγκαταστάσεων του ΠΕΑΚΙ, οι οποίες είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο Μέσης Τάσης. Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται οι ηλεκτρικές καταναλώσεις και τα αντίστοιχα κόστη από τους λογαριασμούς που συλλέχθηκαν για το χρονικό διάστημα Δεκέμβριος 2022 – Νοέμβριος 2023.

Να σημειωθεί ότι μέχρι τις 14 Δεκεμβρίου του 2015 η τροφοδότηση του κολυμβητηρίου γινόταν από το Δίκτυο Χαμηλής Τάσης ενώ από τις 14 Δεκεμβρίου και μέχρι σήμερα είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο Μέσης Τάσης σε κοινή παροχή με όλες τις εγκαταστάσεις του ΠΕΑΚΙ. Στις συγκεκριμένες καταγραφές παρουσιάζεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με βήμα 1 ώρας. Επίσης, διατέθηκαν από την τεχνική υπηρεσία του κολυμβητηρίου οι καταστάσεις με τους λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας για την παροχή του κολυμβητηρίου. Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται οι ηλεκτρικές καταναλώσεις και τα αντίστοιχα κόστη για την παροχή μέσης τάσης του ΠΕΑΚΙ, όπως προκύπτουν από τα τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας που συλλέχθηκαν για την περίοδο από τον Δεκέμβριο του 2022 έως και τον Νοέμβριο του 2023.

Μηνιαίες καταναλώσεις και κόστη ηλεκτρικής ενέργειας από Δεκέμβριο 2022 έως Νοέμβριο 2023		
2022 - 2023	kWh	€
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2022	46.064,70	19.541,93
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2023	53.477,40	22.288,93
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2023	48.733,80	12.923,26
ΜΑΡΤΙΟΣ 2023	50.178,70	14.651,96
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2023	41.081,10	9.674,04
ΜΑΙΟΣ 2023	40.926,60	12.671,95
ΙΟΥΝΙΟΣ 2023	41.717,10	9.836,63
ΙΟΥΛΙΟΣ 2023	41.398,00	11.776,93
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2023	41.256,46	11.099,95
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2023	39.911,21	10.545,02

Μηνιαίες καταναλώσεις και κόστη ηλεκτρικής ενέργειας από Δεκέμβριο 2022 έως Νοέμβριο 2023		
2022 - 2023	kWh	€
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2023	42.815,10	11.995,92
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2023	47.954,70	14.796,04

Πίνακας 4.2.1 Μηνιαίες καταναλώσεις και κόστη ηλεκτρικής ενέργειας

5 Ανάλυση Ενεργειακών Δεδομένων – Υφιστάμενη Κατάσταση

5.1 Γενικά

Για τη λειτουργία του κτιρίου και των καταναλώσεων του χρησιμοποιείται ηλεκτρική ενέργεια και πετρέλαιο.

Η ανάλυση των ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου πραγματοποιήθηκε για τα έτη τέλη-2021, 2022, 2023 και αρχές-2024, όσον αφορά στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και την κατανάλωση πετρελαίου. Η επιλογή αυτή έγινε πραγματοποιήθηκε διότι είναι οι πλησιέστεροι περίοδοι και κατά τα διαστήματα αυτά το κολυμβητήριο λειτούργησε τυπικά χωρίς να παρουσιασθούν ιδιαίτερα προβλήματα σύμφωνα με τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τους υπευθύνους του κολυμβητηρίου.

Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζεται η ενεργειακή ανάλυση που έχει πραγματοποιηθεί με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα στα πλαίσια του ενεργειακού ελέγχου. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε κατόπιν του προσδιορισμού των σημαντικών φορτίων, ολοκληρώνοντας τα εξής βήματα:

- 1 Συλλογή πληροφοριών από την Τεχνική Υπηρεσία και τους Υπεύθυνους του κολυμβητηρίου. Κατόπιν των συναντήσεων με το τεχνικό προσωπικό συζητήθηκε η εξέλιξη λειτουργίας του κτιριακού συγκροτήματος και των σημαντικών φορτίων του, προβλέψεις αλλαγών στο μέλλον οι οποίες είναι δυνατό να επηρεάσουν την ενεργειακή του συμπεριφορά και τέλος τυχόν προβλήματα που έχουν εντοπιστεί και χρήζουν παρεμβάσεων.
- 2 Συλλογή των καταγραφών των συνολικών ηλεκτρικών καταναλώσεων της εγκατάστασης από τον ΔΕΔΔΗΕ για τα έτη 2021, 2022, 2023. Από την ανάλυση και στατιστική επεξεργασία των διαθέσιμων καταγραφών, προέκυψαν οι συνολικές καταναλώσεις ενέργειας και το ωριαίο προφίλ κατανάλωσης 24ώρου, του κτιριακού συγκροτήματος (στο εξής τυπική ημέρα) ανά μήνα για καθημερινές και Κυριακές – αργίες για το διάστημα Δεκέμβριος 2022 – Νοέμβριος 2023 που παρατίθενται εν συνεχεία.
- 3 Λόγω της μη ύπαρξης δεδομένων κατανάλωσης θερμικής ενέργειας, σε ωριαία ή ημερήσια βάση, θα εφαρμοστεί ανάλυση τύπου βαθμωρών θέρμανσης. Λαμβάνοντας υπόψη και το προφίλ χρήσης του κολυμβητηρίου τις καθημερινές και τα Σαββατοκύριακα, σε συνδυασμό με τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής και με την εφαρμογή αναλυτικών ψυχομετρικών υπολογισμών θα εκτιμηθούν τα υπόλοιπα φορτία και κέρδη ανθρώπων - συσκευών – αλλά και της εσωτερικής κολυμβητικής δεξαμενής
- 4 **Ορισμός καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας και θερμικών φορτίων για το έτος αναφοράς**, το οποίο θα αφορά δωδεκάμηνη λειτουργία. Υπολογισμός του μηνιαίου και του ωριαίου προφίλ καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας και θερμικής ενέργειας για την τυπική ημέρα του κάθε μήνα.
- 5 Προσδιορισμός ενεργειακών δεικτών και εκπομπών CO₂ για τα σημαντικά φορτία για το έτος αναφοράς
- 6 Αξιολόγηση ενεργειακής απόδοσης των φορτίων του κτιρίου και προσδιορισμός μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας **σε σχέση με το έτος αναφοράς (δωδεκάμηνη λειτουργία)**

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ενεργειακή ανάλυση του κτιρίου διαμορφώθηκε από τις εξής παραμέτρους:

- την υπάρχουσα βιβλιογραφία και διεθνή πρότυπα
- τη μορφή και συχνότητα καταγραφής των ενεργειακών δεδομένων που προσκομίστηκαν από την τεχνική υπηρεσία και των υπευθύνων του κολυμβητηρίου.
- τα χαρακτηριστικά λειτουργίας κάθε καταναλωτή (σταθερές ή μεταβλητές ηλεκτρικές καταναλώσεις, εξάρτηση από ώρες λειτουργίας, εξάρτηση από εξωτερική θερμοκρασία)

Η ανάλυση έγινε για κάθε μια κατηγορία χρήσης ενέργειας και καταναλωτή και πιο συγκεκριμένα:

- την κατανάλωση πετρελαίου:
 - τη θέρμανση του νερού της μικρής και μεγάλης πισίνας
 - την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης
 - την θέρμανση των χώρων του κολυμβητηρίου (απώλειες κτιριακού κελύφους)
- την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για
 - τις αντλίες ανακυκλοφορίας των κολυμβητικών δεξαμενών
 - το φωτισμό του κολυμβητηρίου και του περιβάλλοντος χώρου αυτού
 - τους ανεμιστήρες αερισμού
 - καυστήρες και κυκλοφορητές

5.2 Υπολογισμός των καταναλώσεων θερμικής ενέργειας ανά χρήση

Με καύση πετρελαίου παράγεται θερμική ενέργεια για την κάλυψη του φορτίου απωλειών κελύφους, για την κάλυψη των θερμικών απωλειών δεν εσωτερικών κολυμβητικών δεξαμενών και την για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το κενό της έλλειψης αναλυτικών δεδομένων κατανάλωσης θα καλυφθεί με την χρήση της μεθόδου βαθμωρών θέρμανσης και ψύξης για την προσομοίωση των κτιριακών απωλειών κελύφους. Όσο για τα φορτία που προκύπτουν από την χρήση του κτιρίου, όπως τα φορτία και κέρδη από τον εξαερισμό – την παρουσία ατόμων και συσκευών και τις ανάγκες σε ΖΝΧ, θα εφαρμοστεί προφίλ χρήσης στην διάρκεια μιας διαχειριστικής περιόδου και με την βοήθεια ψυχομετρικών – θερμοδυναμικών υπολογισμών θα εκτιμηθούν τα αντίστοιχα φορτία.

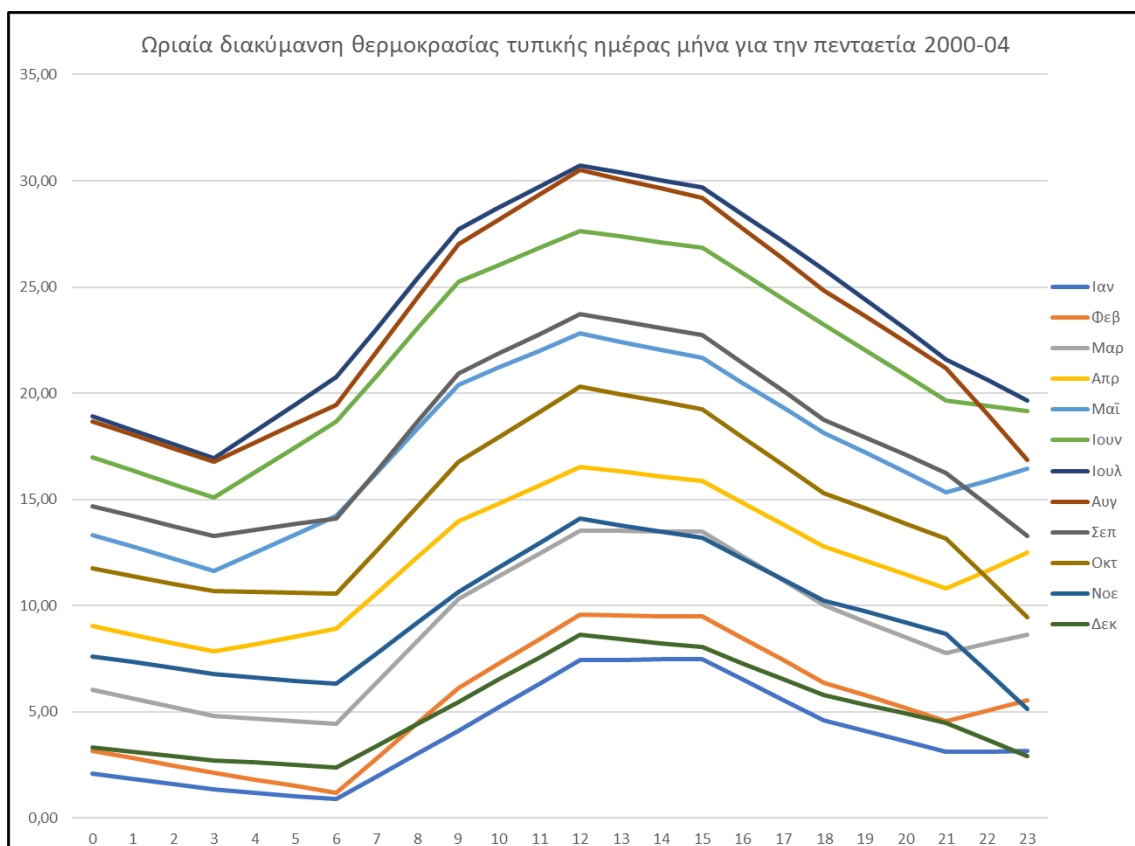
Τα φορτία των εσωτερικών κολυμβητικών δεξαμενών, όπως θα φανεί και από τους υπολογισμούς, είναι σχεδόν σταθερά στην διάρκεια της ημέρας λόγω της εσωτερικής εγκατάστασης τους και της μικρής επίδρασης των περιβαλλοντολογικών συνθηκών.

5.2.1 Κλιματολογικά δεδομένα της ευρύτερης περιοχής Ιωαννίνων

Σύμφωνα με τα ωριαία κλιματολογικά δεδομένα της ΕΜΥ, για την περίοδο 2000-2005, παρουσιάζονται παρακάτω η τυπική διακύμανση της αισθητής θερμοκρασίας και της απόλυτης υγρασίας για μια τυπική ημέρα του μήνα.

Ωριαία διακύμανση θερμοκρασίας τυπικής ημέρας μήνα για την πενταετία 2000-04 [°C]												
Ώρα	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0	2,11	3,15	6,06	9,04	13,34	16,99	18,93	18,66	14,70	11,77	7,62	3,34
1	1,86	2,81	5,64	8,64	12,77	16,36	18,26	18,03	14,22	11,40	7,34	3,14
2	1,61	2,48	5,23	8,24	12,21	15,72	17,60	17,40	13,75	11,04	7,06	2,93
3	1,35	2,14	4,82	7,83	11,64	15,08	16,94	16,77	13,28	10,67	6,78	2,72
4	1,20	1,83	4,69	8,20	12,50	16,28	18,21	17,67	13,56	10,63	6,62	2,61
5	1,04	1,51	4,56	8,56	13,36	17,48	19,49	18,57	13,84	10,60	6,47	2,50
6	0,89	1,20	4,44	8,93	14,22	18,67	20,77	19,47	14,12	10,56	6,31	2,39
7	1,96	2,84	6,40	10,61	16,29	20,87	23,09	21,99	16,39	12,63	7,76	3,42
8	3,03	4,48	8,36	12,29	18,35	23,06	25,41	24,51	18,65	14,70	9,22	4,45
9	4,10	6,11	10,32	13,97	20,41	25,26	27,74	27,03	20,92	16,77	10,67	5,48
10	5,22	7,27	11,39	14,82	21,21	26,05	28,74	28,19	21,86	17,95	11,81	6,53
11	6,33	8,42	12,46	15,67	22,01	26,84	29,73	29,35	22,80	19,12	12,95	7,57
12	7,45	9,57	13,54	16,53	22,81	27,64	30,73	30,50	23,74	20,30	14,09	8,62
13	7,46	9,54	13,51	16,31	22,43	27,38	30,39	30,07	23,41	19,95	13,79	8,42
14	7,47	9,51	13,49	16,09	22,04	27,11	30,04	29,63	23,08	19,60	13,50	8,23
15	7,48	9,48	13,47	15,88	21,66	26,85	29,69	29,20	22,75	19,25	13,20	8,04
16	6,52	8,45	12,32	14,85	20,49	25,64	28,41	27,75	21,43	17,93	12,21	7,29
17	5,57	7,42	11,17	13,82	19,32	24,44	27,13	26,30	20,10	16,61	11,23	6,54
18	4,61	6,39	10,01	12,79	18,14	23,23	25,84	24,85	18,77	15,29	10,25	5,78
19	4,12	5,78	9,27	12,13	17,21	22,04	24,43	23,63	17,93	14,58	9,72	5,35
20	3,62	5,16	8,53	11,47	16,27	20,85	23,02	22,41	17,10	13,87	9,20	4,92
21	3,13	4,55	7,78	10,81	15,34	19,66	21,61	21,18	16,26	13,15	8,68	4,49
22	3,14	5,05	8,20	11,65	15,89	19,41	20,63	19,02	14,76	11,31	6,90	3,70
23	3,15	5,55	8,62	12,49	16,44	19,17	19,65	16,86	13,26	9,47	5,12	2,90
24	3,15	6,06	9,04	13,34	16,99	18,93	18,66	14,70	11,77	7,62	3,34	2,11

Πίνακας 5.2.1 Ωριαία διακύμανση αισθητής θερμοκρασίας τυπικής ημέρας μήνα, ως μέση τιμή στην διάρκεια των ετών 2000-2004



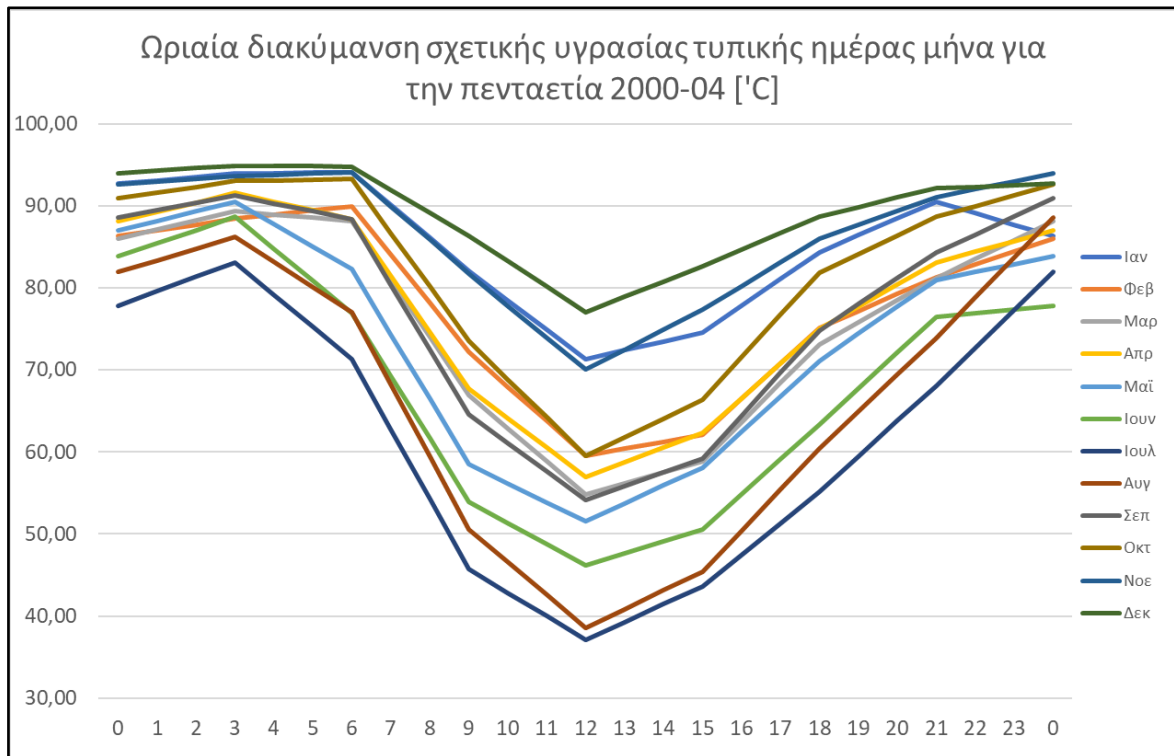
Εικόνα 5.2.1 Ωριαία διακύμανση αισθητής θερμοκρασίας τυπικής ημέρας μήνα



Εικόνα 5.2.2 Διακύμανση μέσης αισθητής θερμοκρασίας στην διάρκεια του έτους

Ωριαία διακύμανση Απόλυτης Υγρασίας τυπικής ημέρας μήνα για την πενταετία 2000-04 [gr/kg]												
Ωρα	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0	4,08	4,09	5,00	6,27	8,23	10,02	10,50	10,87	9,15	7,76	5,99	4,52
1	4,03	4,03	4,92	6,19	8,04	9,81	10,30	10,64	8,96	7,63	5,90	4,47
2	3,97	3,97	4,84	6,10	7,85	9,60	10,10	10,40	8,78	7,51	5,81	4,42
3	3,92	3,90	4,76	6,01	7,66	9,38	9,90	10,16	8,59	7,38	5,72	4,37
4	3,88	3,84	4,70	6,09	7,86	9,68	10,22	10,37	8,66	7,37	5,67	4,33
5	3,84	3,78	4,64	6,17	8,06	9,96	10,51	10,57	8,73	7,36	5,61	4,29
6	3,80	3,71	4,58	6,25	8,24	10,22	10,78	10,75	8,79	7,35	5,56	4,26
7	3,93	3,90	4,82	6,44	8,50	10,54	10,92	11,11	9,25	7,83	5,87	4,45
8	4,05	4,07	5,03	6,59	8,65	10,71	10,84	11,26	9,61	8,28	6,18	4,63
9	4,16	4,21	5,19	6,67	8,66	10,69	10,47	11,13	9,85	8,67	6,49	4,82
10	4,30	4,29	5,24	6,67	8,73	10,67	10,40	10,96	9,87	8,74	6,66	4,99
11	4,43	4,35	5,26	6,65	8,78	10,62	10,28	10,71	9,85	8,77	6,82	5,16
12	4,56	4,39	5,25	6,61	8,82	10,54	10,11	10,36	9,80	8,74	6,95	5,33
13	4,63	4,45	5,37	6,72	8,98	10,70	10,48	10,70	9,91	8,88	7,06	5,39
14	4,70	4,50	5,49	6,83	9,13	10,86	10,84	11,02	10,01	9,01	7,16	5,44
15	4,77	4,55	5,61	6,94	9,27	11,01	11,18	11,32	10,10	9,13	7,25	5,50
16	4,67	4,54	5,63	6,94	9,27	11,11	11,30	11,56	10,14	9,07	7,05	5,35
17	4,55	4,52	5,61	6,90	9,23	11,15	11,34	11,67	10,10	8,95	6,84	5,20
18	4,43	4,47	5,55	6,84	9,13	11,11	11,30	11,68	10,00	8,78	6,63	5,06
19	4,39	4,40	5,48	6,79	9,01	11,06	11,21	11,67	9,89	8,62	6,53	4,97
20	4,34	4,33	5,40	6,73	8,87	10,95	11,05	11,59	9,76	8,45	6,43	4,89
21	4,29	4,25	5,31	6,65	8,72	10,79	10,83	11,45	9,62	8,28	6,33	4,80
22	4,22	4,49	5,62	7,15	9,13	10,70	10,89	10,69	8,97	7,45	5,66	4,55
23	4,16	4,74	5,94	7,67	9,57	10,60	10,90	9,92	8,35	6,68	5,06	4,31
0	4,09	5,00	6,27	8,23	10,02	10,50	10,87	9,15	7,76	5,99	4,52	4,08

Πίνακας 5.2.2 Ωριαία διακύμανση απόλυτης υγρασίας τυπικής ημέρας μήνα, ως μέση τιμή στην διάρκεια των ετών 2000-2004



Εικόνα 5.2.3 Ωριαία διακύμανση απόλυτης υγρασίας τυπικής ημέρας μήνα



Εικόνα 5.2.4 Διακύμανση μέσης απόλυτης υγρασίας στην διάρκεια του έτους

Τα παραπάνω κλιματολογικά δεδομένα θερμοκρασίας και υγρασίας αξιοποιούνται παρακάτω για τον υπολογισμό των φορτίων κτιριακού κελύφους και εξαερισμού.

5.2.2 Υπολογισμός απωλειών κελύφους, εφαρμογή της μεθόδου των βαθμοωρών

Για την εφαρμογή της μεθόδου των βαθμοωρών απαιτούνται τα ωριαία κλιματολογικά δεδομένα της ευρύτερης περιοχής, τα οποία είναι διαθέσιμα από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για τα πέντε έτη 2000-2004. Έχοντας και ως δεδομένο τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες του κτιρίου υπολογίζονται οι βαθμοώρες θέρμανσης μια τυπικής ημέρας κάθε μήνα.

Επομένως για εσωτερικής συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας 18 °C και 50% προκύπτουν οι βαθμοώρες θέρμανσης του παρακάτω **Πίνακας 5.2.3**.

Για να ολοκληρωθεί η μέθοδος απαιτείται ο υπολογισμός του χαρακτηριστικού μεγέθους του κτιρίου kW/°C για την περίπτωση της θέρμανσης μόνο. Το χαρακτηριστικό μέγεθος αντιπροσωπεύει την απαιτούμενη θερμική ισχύ για την κάλυψη του κτιριακού φορτίου για κάθε μοναδιαία αύξηση της διαφοράς θερμοκρασίας. Για την υφιστάμενη κατάσταση του κτιριακού κελύφους, και σύμφωνα με τους προαναφερόμενους συντελεστές θερμοπερατότητας των τυπικών στοιχείων, υπολογίστηκε ότι η μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύ για την κάλυψη του κτιριακού φορτίου, χωρίς τις απώλειες εξαερισμού, για τις προαναφερθείσες εσωτερικές συνθήκες, είναι 271 kW. Για διαφορά θερμοκρασίας $\Delta T=22.5$ °C, εφόσον η δυσμενέστερη περίπτωση συναντάτε τον μήνα Ιανουάριο με εξωτερική θερμοκρασία -4.5 °C, υπολογίζεται ότι το χαρακτηριστικό μέγεθος είναι $271/22.5=12.04$ kW/°C.

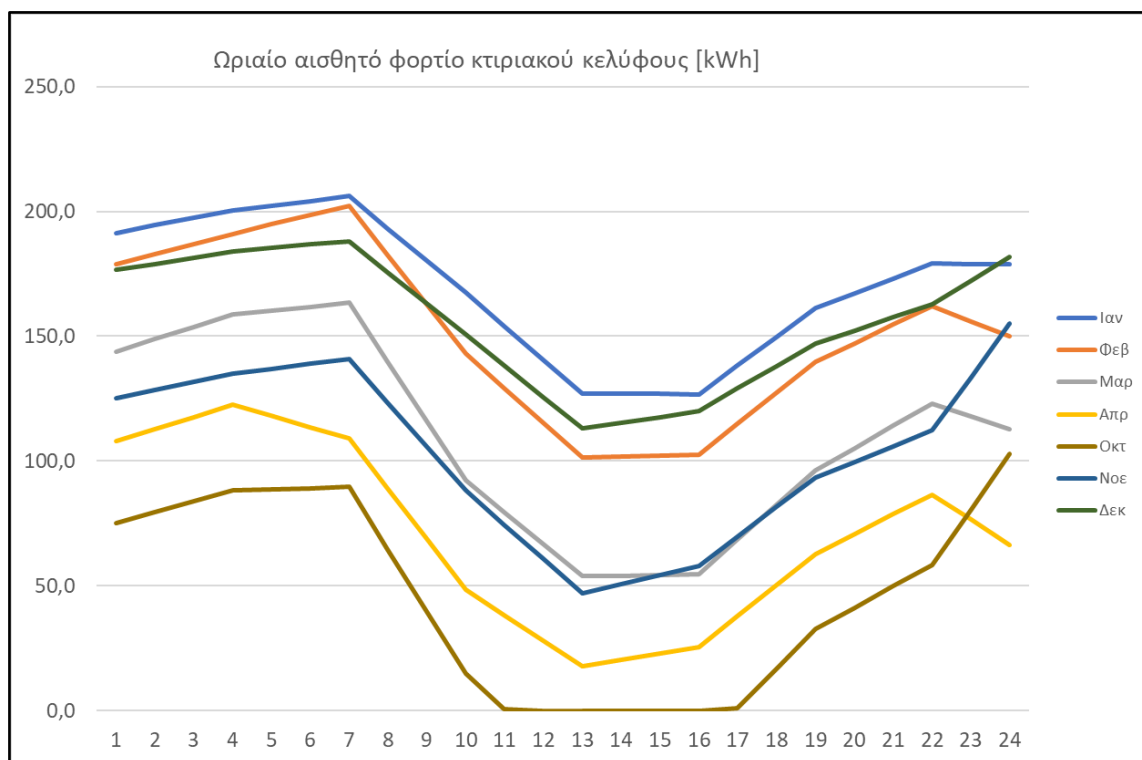
Ο **Πίνακας 5.2.4** παρουσιάζει το ωραίο θερμικό φορτίο μια τυπικής μέρας μήνα για τις προαναφερθείσες συνθήκες.

Βαθμοώρες θέρμανσης τυπικής ημέρας [DDH]												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0	15,9	14,8	11,9	9,0	4,7	1,0	0,0	0,0	3,3	6,2	10,4	14,7
1	16,1	15,2	12,4	9,4	5,2	1,6	0,0	0,0	3,8	6,6	10,7	14,9
2	16,4	15,5	12,8	9,8	5,8	2,3	0,4	0,6	4,2	7,0	10,9	15,1
3	16,6	15,9	13,2	10,2	6,4	2,9	1,1	1,2	4,7	7,3	11,2	15,3
4	16,8	16,2	13,3	9,8	5,5	1,7	0,0	0,3	4,4	7,4	11,4	15,4
5	17,0	16,5	13,4	9,4	4,6	0,5	0,0	0,0	4,2	7,4	11,5	15,5
6	17,1	16,8	13,6	9,1	3,8	0,0	0,0	0,0	3,9	7,4	11,7	15,6
7	16,0	15,2	11,6	7,4	1,7	0,0	0,0	0,0	1,6	5,4	10,2	14,6
8	15,0	13,5	9,6	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	8,8	13,6
9	13,9	11,9	7,7	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	7,3	12,5
10	12,8	10,7	6,6	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	6,2	11,5
11	11,7	9,6	5,5	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	10,4
12	10,6	8,4	4,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9	9,4
13	10,5	8,5	4,5	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	9,6
14	10,5	8,5	4,5	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	9,8
15	10,5	8,5	4,5	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	10,0
16	11,5	9,5	5,7	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	5,8	10,7
17	12,4	10,6	6,8	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	6,8	11,5
18	13,4	11,6	8,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	7,8	12,2
19	13,9	12,2	8,7	5,9	0,8	0,0	0,0	0,0	0,1	3,4	8,3	12,6
20	14,4	12,8	9,5	6,5	1,7	0,0	0,0	0,0	0,9	4,1	8,8	13,1
21	14,9	13,4	10,2	7,2	2,7	0,0	0,0	0,0	1,7	4,8	9,3	13,5
22	14,9	12,9	9,8	6,3	2,1	0,0	0,0	0,0	3,2	6,7	11,1	14,3
23	14,9	12,4	9,4	5,5	1,6	0,0	0,0	1,1	4,7	8,5	12,9	15,1
	10.465	8.436	6.749	4.211						2.823	6.105	9.630

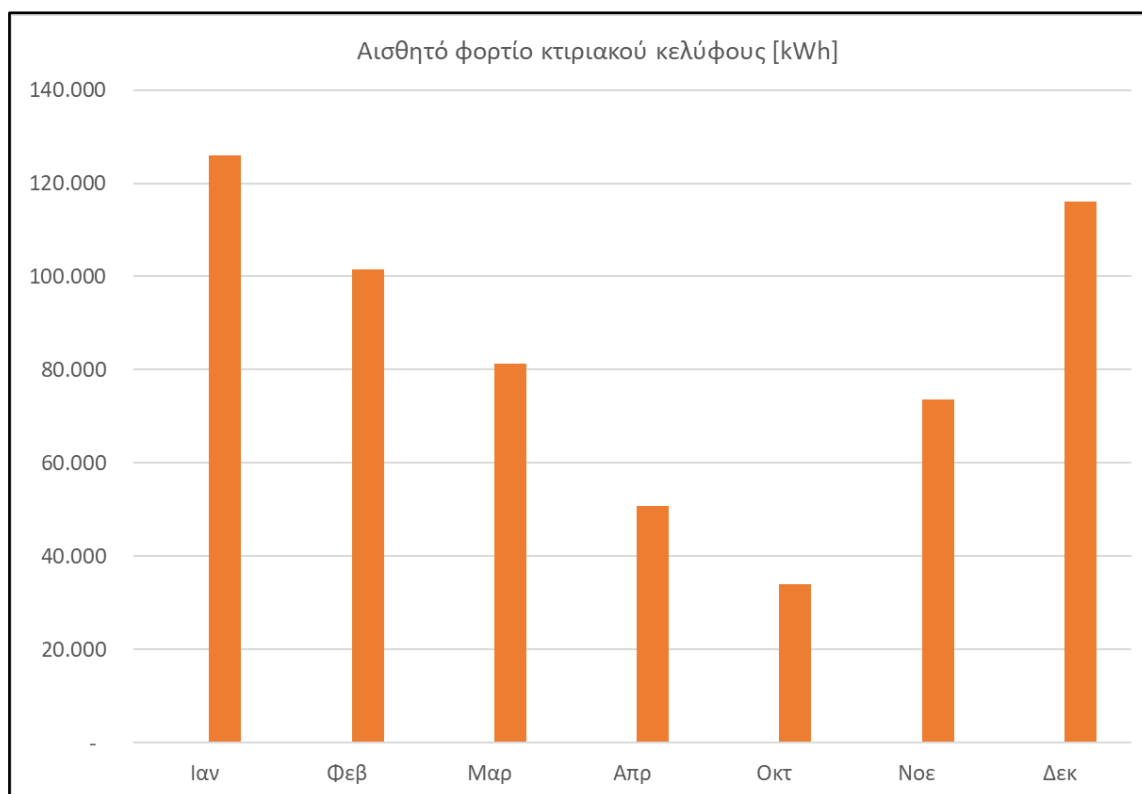
Πίνακας 5.2.3 Βαθμοώρες θέρμανσης τυπικής ημέρας μήνα για εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας 18 °C, 50%

Ωριαίο αισθητό θερμικό φορτίο κτιριακού κελύφους [kWh]												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0	191,4	178,8	143,8	107,9	56,2	12,1	0,0	0,0	39,8	75,1	125,0	176,5
1	194,4	182,9	148,8	112,7	63,0	19,8	0,0	0,0	45,5	79,5	128,4	179,0
2	197,5	187,0	153,8	117,6	69,8	27,5	4,8	0,0	51,2	83,9	131,8	181,5
3	200,5	191,0	158,8	122,5	76,6	35,2	12,8	0,0	56,9	88,3	135,1	184,0
4	202,4	194,8	160,3	118,1	66,2	20,8	0,0	0,0	53,5	88,7	137,0	185,3
5	204,2	198,6	161,8	113,7	55,8	6,3	0,0	0,0	50,1	89,1	138,9	186,7
6	206,1	202,4	163,4	109,3	45,5	0,0	0,0	0,0	46,7	89,6	140,8	188,1
7	193,2	182,6	139,7	89,0	20,6	0,0	0,0	0,0	19,4	64,7	123,3	175,6
8	180,3	162,9	116,1	68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,7	105,8	163,2
9	167,4	143,2	92,5	48,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,8	88,3	150,8
10	154,0	129,3	79,6	38,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	74,6	138,2
11	140,5	115,4	66,7	28,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,8	125,6
12	127,1	101,5	53,8	17,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,1	113,0
13	127,0	101,8	54,0	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,7	115,3
14	126,8	102,2	54,3	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,2	117,7
15	126,7	102,6	54,5	25,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,8	120,0
16	138,2	115,0	68,4	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	69,7	129,0
17	149,8	127,4	82,3	50,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	81,5	138,1
18	161,3	139,9	96,2	62,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,6	93,4	147,1
19	167,2	147,2	105,1	70,7	9,5	0,0	0,0	0,0	0,8	41,2	99,7	152,3
20	173,2	154,6	114,1	78,7	20,8	0,0	0,0	0,0	10,9	49,8	106,0	157,5
21	179,1	162,0	123,1	86,6	32,0	0,0	0,0	0,0	21,0	58,4	112,3	162,7
22	179,0	155,9	118,0	76,4	25,4	0,0	0,0	0,0	39,0	80,6	133,7	172,3
23	178,9	149,9	112,9	66,3	18,8	0,0	0,0	0,0	57,0	102,8	155,1	181,8
	126.050	101.609	81.284	50.724						34.003	73.528	115.986

Πίνακας 5.2.4 Ωριαίο αισθητό φορτίο κτιριακού κελύφους, χωρίς τον αερισμό, για μια τυπική ημέρα μήνα, [kWh]



Εικόνα 5.2.5 Ωριαία διακύμανση θερμικού φορτίου τυπικής ημέρας μήνα, [kWh]



Εικόνα 5.2.6 Συνολικό αισθητό κτιριακό φορτίο θέρμανσης μήνα, [kWh]

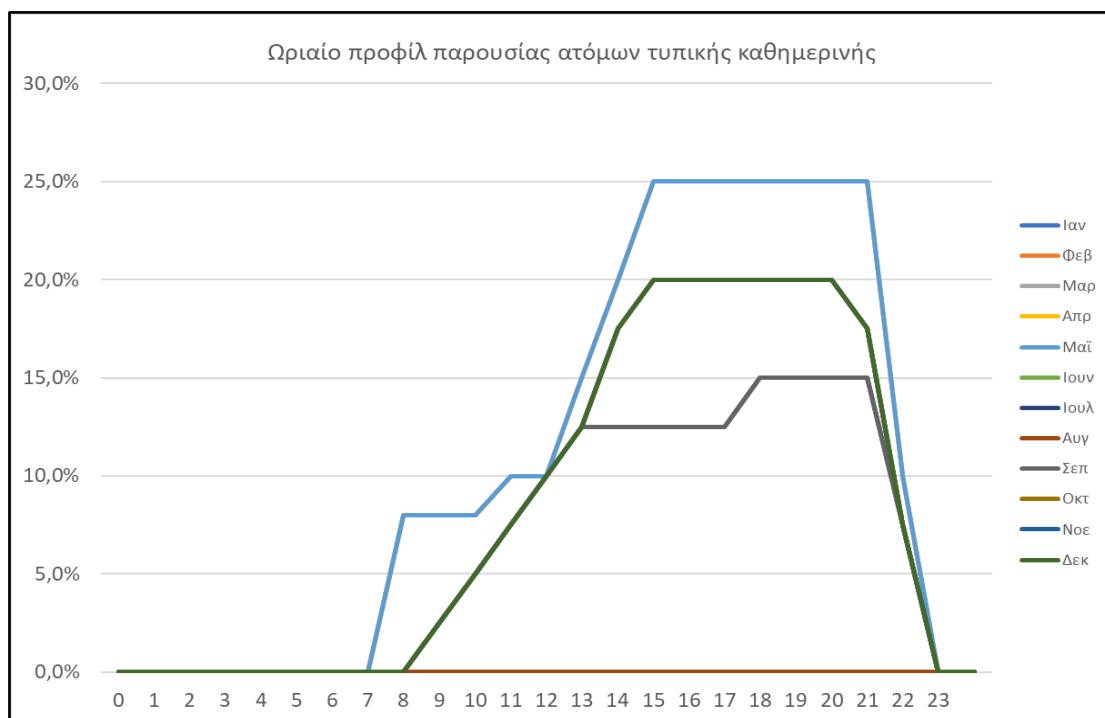
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.2.4 το συνολικό θερμικό φορτίο κελύφους είναι **578.183 kWh**.

5.2.3 Υπολογισμός φορτίου αερισμού, ατόμων και συσκευών

Σύμφωνα με τα προηγούμενα θεωρείται ότι ο τυπικός αριθμός των ατόμων τις καθημερινές είναι 300, ενώ τις ημέρες αγώνων και γενικότερα αθλητικών εκδηλώσεων μπορεί να φτάνουν τα 1200. Έχοντας υπόψη τα τυπικά ωράρια λειτουργίας και του προφίλ παρουσίας ατόμων, όπως μας ενημέρωσαν οι συντελεστές της εγκατάστασης, στους παρακάτω πίνακες και γραφήματα αναπαρίσταται το προφίλ παρουσίας τις καθημερινές και τα σαββατοκύριακα ως ποσοστό του μεγίστου αριθμού ατόμων (1200).

Συντελεστές ταυτοχρονισμού παρουσίας ατόμων τυπικής καθημερινής γκαθ												
Ωρα	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0,08	0,08	0,08	0	0	0	0	0	0	0
9	0,025	0,025	0,080	0,080	0,080	0,025	0,025	0	0,025	0,025	0,025	0,025
10	0,050	0,050	0,080	0,080	0,080	0,050	0,050	0	0,050	0,050	0,050	0,050
11	0,075	0,075	0,100	0,100	0,100	0,075	0,075	0	0,075	0,075	0,075	0,075
12	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0	0,100	0,100	0,100	0,100
13	0,125	0,125	0,150	0,150	0,150	0,125	0,125	0	0,125	0,125	0,125	0,125
14	0,175	0,175	0,200	0,200	0,200	0,175	0,125	0	0,125	0,175	0,175	0,175
15	0,200	0,200	0,250	0,250	0,250	0,200	0,125	0	0,125	0,200	0,200	0,200
16	0,200	0,200	0,250	0,250	0,250	0,200	0,125	0	0,125	0,200	0,200	0,200
17	0,200	0,200	0,250	0,250	0,250	0,200	0,125	0	0,125	0,200	0,200	0,200
18	0,200	0,200	0,250	0,250	0,250	0,200	0,150	0	0,150	0,200	0,200	0,200
19	0,200	0,200	0,250	0,250	0,250	0,200	0,150	0	0,150	0,200	0,200	0,200
20	0,200	0,200	0,250	0,250	0,250	0,200	0,150	0	0,150	0,200	0,200	0,200
21	0,175	0,175	0,250	0,250	0,250	0,175	0,150	0	0,150	0,175	0,175	0,175
22	0,075	0,075	0,100	0,100	0,100	0,075	0,075	0	0,075	0,075	0,075	0,075
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

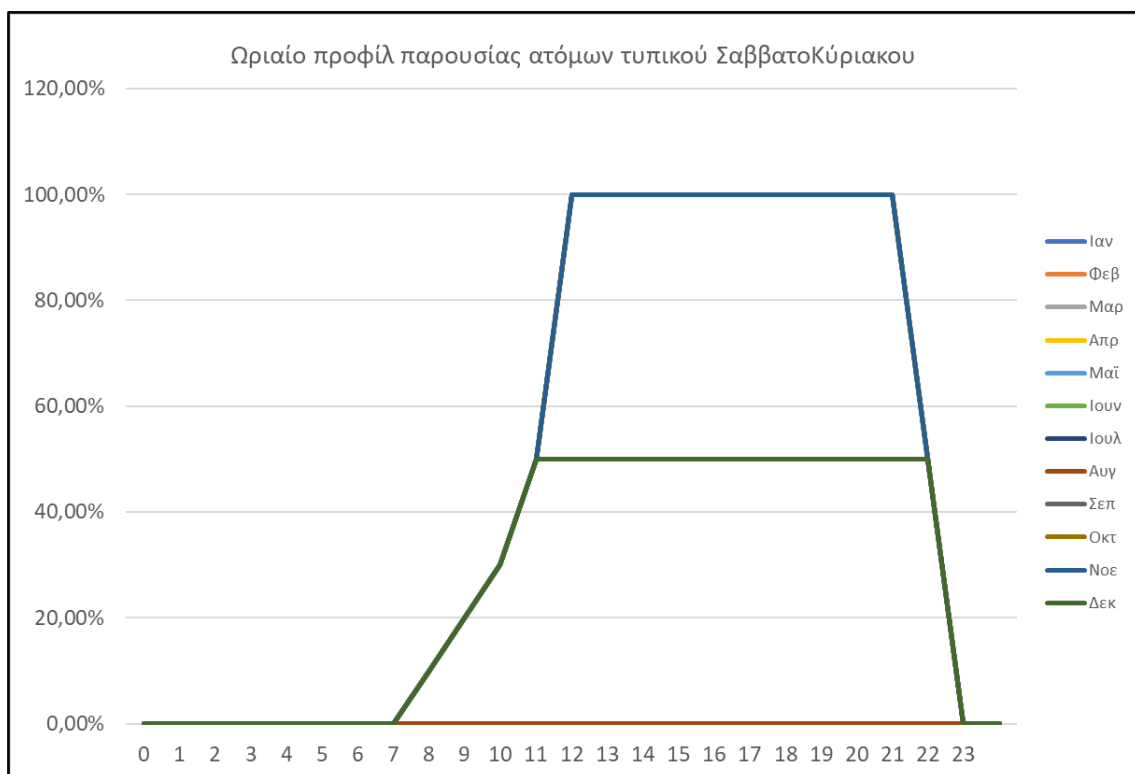
Πίνακας 5.2.5 Προφίλ παρουσίας ατόμων τυπικής καθημερινής μήνα, ως ποσοστό της μέγιστης χωρητικότητας (1200 άτομα)



Εικόνα 5.2.7 Γράφημα παρουσίας ατόμων τυπικής καθημερινής μήνα

Συντελεστές ταυτοχρονισμού παρουσίας ατόμων τυπικού Σαββατοκύριακου f _{ix}												
Ωρα	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0	0,10	0,10	0,10	0,10
9	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0	0,20	0,20	0,20	0,20
10	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0	0,30	0,30	0,30	0,30
11	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0	0,50	0,50	0,50	0,50
12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0,50	1,00	1,00	0,50
13	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0,50	1,00	1,00	0,50
14	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0,50	1,00	1,00	0,50
15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0,50	1,00	1,00	0,50
16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0,50	1,00	1,00	0,50
17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0,50	1,00	1,00	0,50
18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0,50	1,00	1,00	0,50
19	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0,50	1,00	1,00	0,50
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0,50	1,00	1,00	0,50
21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0,50	1,00	1,00	0,50
22	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0	0,50	0,50	0,50	0,50
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πίνακας 5.2.6 Προφίλ παρουσίας ατόμων τυπικού Σαββατοκύριακου μήνα, ως ποσοστό της μέγιστης χωρητικότητας (1200 άτομα)

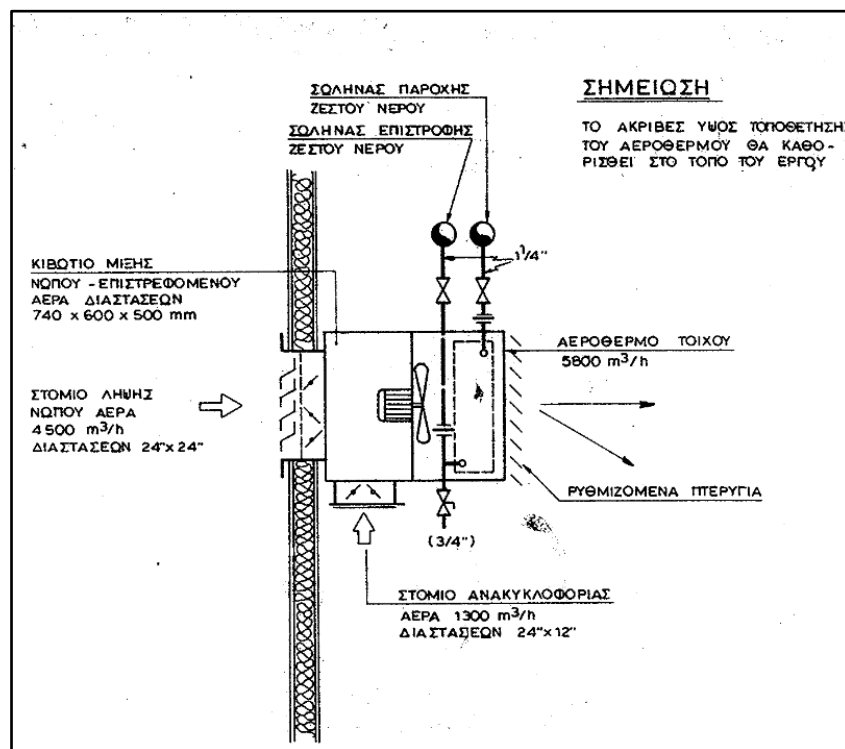


Εικόνα 5.2.8 Γράφημα παρουσίας ατόμων τυπικού Σαββατοκύριακου μήνα

Τα φορτία ατόμων και συσκευών αποτελούνται από το αισθητό και το λανθάνον τμήμα. Η εισαγωγή νωπού φρέσκου αέρα, για την κάλυψη των αναγκών αναπνοής των ανθρώπων, εισάγει την απαίτηση της θέρμανσης και εφόσον δεν υπάρχει σύστημα ύγρανσης στην εγκατάσταση επηρεάζει την εσωτερική υγρασία του χώρου με την ξηρότητα του περιβάλλοντος τους χειμερινούς μήνες.

Η χρησιμότητα μια ενεργειακής μελέτης είναι να υπολογίζει όλες τις πιθανές απώλειες και να εντοπίζει όλα τα πιθανά ενεργειακά κέρδη με σκοπό να διαμορφωθεί ένα κατά το δυνατόν ακριβές ενεργειακό προφίλ της εγκατάστασης. Συνεπώς τα θερμικά κέρδη από την παρουσία ατόμων, συσκευών και της θερμαινόμενης δεξαμενής λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς και στα ισοζύγια ενέργειας. Τα συγκεκριμένα επιπρόσθετα θερμικά φορτία νοούνται ως κέρδη την περίοδο του χειμώνα και ως ψυκτικά φορτία της περιόδου ψύξης. Το εξεταζόμενο κτίριο δεν έχει εγκατεστημένα κεντρικά συστήματα ψύξης.

Στην ΒΔ πλευρά του κτιρίου είναι εγκατεστημένα 9 αερόθερμα που λαμβάνουν αέρα περιβάλλοντος και τον αναμειγνύουν με εσωτερικό αέρα με ποσοστό περίπου 22%. Η ονομαστικά παροχή του κάθε αερόθερμου είναι 5.800 m³/h διαμορφώνοντας της συνολική παροχή στα 52.200 m³/h. Έχοντας λόγο ανακυκλοφορίας α=22% υπολογίζεται ότι ο φρέσκος εισαγόμενος νωπός αέρας είναι περίπου 40.500 m³/h.



Εικόνα 5.2.9 Τυπική λεπτομέρεια εγκατάστασης αερόθερμου στο τοίχο

Λόγω της μη ύπαρξης αυτόματου συστήματος ελέγχου της ποσότητας του νωπού αέρα θεωρείται ότι το φορτίο αερισμού είναι σταθερό στην διάρκεια λειτουργίας (ρυθμισμένο στο μέγιστο) του κολυμβητηρίου και είναι ανεξάρτητο της παρουσίας ατόμων.

Με την αξιοποίηση των κλιματολογικών δεδομένων του προηγούμενου κεφαλαίου, την κατανομή και την ποσότητα της χρήσης και εφαρμόζοντας κατάλληλους ψυχομετρικούς υπολογισμούς παρουσιάζονται παρακάτω τα φορτία αερισμού, για μια καθημερινή ημέρα της εβδομάδας και μια ημέρα σαββατοκύριακου.

Αισ. φορτίο τυπικής Καθημερινής λόγω απαίτησης νωπού αέρα, παρουσίας ατόμων/συσκευών και δεξαμενής [kWh]									
Ωρα	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ		Οκτ	Νοε	Δεκ	
0	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
1	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
2	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
3	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
4	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
5	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
6	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
7	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
8	-71,43	-71,43	39,63	-12,63		-71,43	-71,43	-71,43	
9	102,25	74,48	13,33	-34,52		-66,10	13,03	83,20	
10	84,87	56,77	-0,86	-45,53		-71,43	-3,99	66,89	
11	67,60	39,20	-16,50	-58,03		-71,43	-20,89	50,70	
12	50,46	21,75	-30,47	-68,90		-71,43	-37,67	34,61	
13	48,35	20,21	-34,09	-70,04		-71,43	-35,77	35,26	
14	44,29	16,72	-37,71	-71,18		-71,43	-35,81	33,97	
15	42,19	15,18	-41,33	-71,43		-71,43	-33,89	34,63	
16	55,24	29,04	-26,29	-59,13		-71,43	-21,03	44,82	
17	68,37	43,00	-11,12	-45,83		-71,43	-8,07	55,06	
18	81,60	57,07	4,18	-32,43		-60,95	4,98	65,35	
19	88,43	65,47	14,12	-23,80		-51,79	11,96	71,28	
20	95,29	73,91	24,12	-15,13		-42,57	18,95	77,23	
21	104,12	84,34	34,17	-6,41		-31,36	27,93	85,14	
22	111,82	85,19	40,18	-5,84		0,64	59,83	103,99	
23	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	

Πίνακας 5.2.7 Αισθητό φορτίο αερισμού, ατόμων/ συσκευών και δεξαμενής τυπικής καθημερινής ημέρας μήνα θέρμανσης, [kWh]

Αισ. φορτίο τυπικού Σαββατοκύριακου λόγω απαίτησης νωπού αέρα, παρουσίας ατόμων/συσκευών και δεξαμενής [kWh]									
Ωρα	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ		Οκτ	Νοε	Δεκ	
0	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
1	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
2	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
3	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
4	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
5	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
6	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
7	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	
8	111,36	91,23	38,07	-14,19		-45,53	26,56	91,61	
9	88,60	60,83	3,97	-43,88		-71,43	-0,62	69,55	
10	65,37	37,27	-18,02	-62,69		-71,43	-23,49	47,39	
11	34,45	6,05	-47,70	-71,43		-71,43	-54,04	17,55	
12	-19,74	-48,45	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	3,41	
13	-19,90	-48,04	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	6,01	
14	-20,06	-47,63	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	8,62	
15	-20,21	-47,22	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	11,23	
16	-7,16	-33,36	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	21,42	
17	5,97	-19,40	-69,62	-71,43		-71,43	-70,47	31,66	
18	19,20	-5,33	-54,32	-71,43		-71,43	-57,42	41,95	
19	26,03	3,07	-44,38	-71,43		-71,43	-50,44	47,88	
20	32,89	11,51	-34,38	-71,43		-71,43	-43,45	53,83	
21	39,77	19,99	-24,33	-64,91		-71,43	-36,42	59,79	
22	78,67	52,04	8,98	-37,04		-32,51	26,68	70,84	
23	-71,43	-71,43	-71,43	-71,43		-71,43	-71,43	-71,43	

Πίνακας 5.2.8 Αισθητό φορτίο αερισμού, ατόμων/ συσκευών και δεξαμενής τυπικού σαββατοκύριακου μήνα θέρμανσης, [kWh]

Λαν. φορτίο τυπικής Καθημερινής λόγω απαίτησης νωπού αέρα, παρουσίας ατόμων/συσκευών και δεξαμενής [kWh]												
Ωρα	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0	-258,90	-258,75	-246,86	-230,05						-210,49	-233,86	-253,19
1	-259,62	-259,59	-247,89	-231,23						-212,16	-235,05	-253,85
2	-260,33	-260,42	-248,92	-232,40						-213,82	-236,23	-254,51
3	-261,04	-261,25	-249,95	-233,58						-215,46	-237,39	-255,15
4	-261,58	-262,10	-250,77	-232,53						-215,59	-238,08	-255,64
5	-262,11	-262,94	-251,59	-231,48						-215,72	-238,76	-256,12
6	-262,63	-263,76	-252,39	-230,44						-215,86	-239,44	-256,60
7	-260,95	-261,33	-249,17	-227,85						-209,54	-235,33	-254,14
8	-259,36	-259,12	-209,40	-240,97						-203,69	-231,25	-251,66
9	-186,48	-187,47	-212,61	-242,62						-277,95	-233,67	-199,86
10	-191,72	-191,51	-213,53	-242,71						-281,81	-239,60	-205,78
11	-196,82	-195,18	-215,88	-244,25						-284,73	-245,18	-211,61
12	-201,72	-198,41	-215,74	-243,35						-286,58	-250,34	-217,33
13	-205,57	-201,87	-223,01	-250,47						-291,83	-254,86	-220,93
14	-211,82	-207,74	-230,26	-257,49						-299,27	-261,65	-226,88
15	-215,67	-211,19	-237,51	-264,43						-304,11	-265,90	-230,38
16	-213,52	-211,05	-237,79	-264,38						-302,77	-261,88	-227,41
17	-211,21	-210,46	-237,36	-263,70						-300,34	-257,72	-224,43
18	-208,76	-209,47	-236,30	-262,44						-296,97	-253,45	-221,44
19	-207,84	-208,07	-234,79	-261,36						-293,72	-251,40	-219,72
20	-206,86	-206,62	-233,13	-260,09						-290,36	-249,32	-217,99
21	-203,43	-202,72	-231,34	-258,66						-284,50	-244,80	-213,87
22	-192,52	-197,94	-223,21	-254,24						-257,96	-221,78	-199,18
23	-257,91	-250,27	-234,47	-211,69						-224,67	-246,00	-255,89

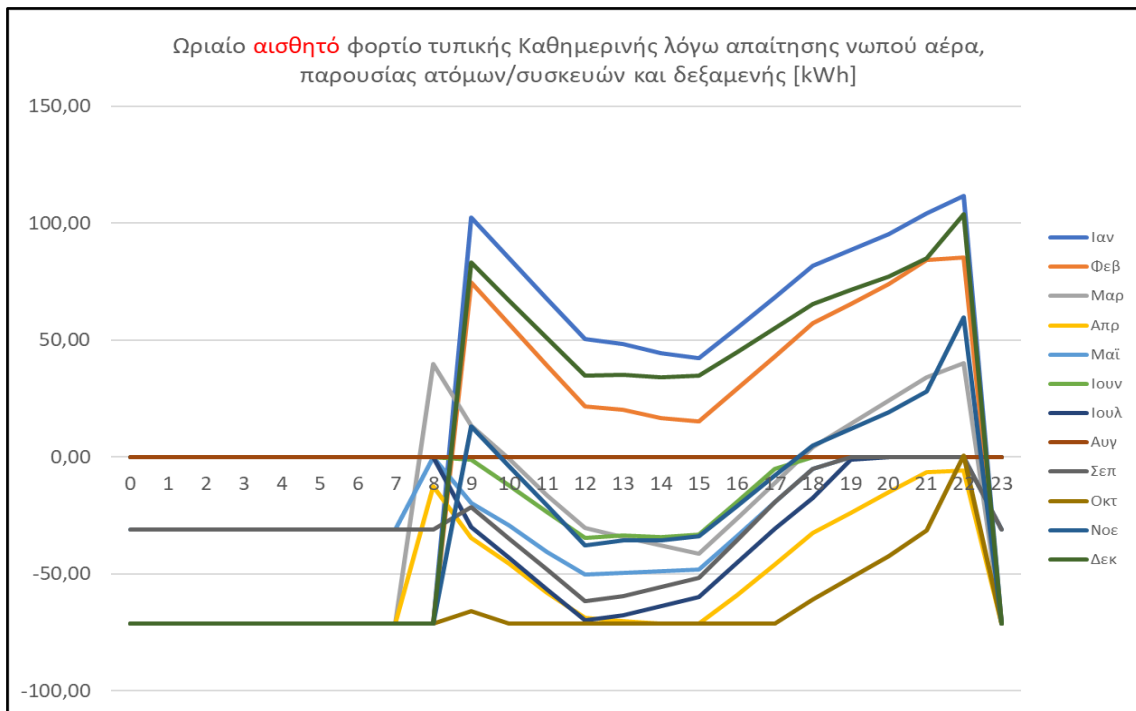
Πίνακας 5.2.9 Λανθάνον φορτίο αερισμού, ατόμων/ συσκευών και δεξαμενής τυπικής καθημερινής μήνα θέρμανσης, [kWh]

Λαν. φορτίο τυπικού Σαββατοκύριακου λόγω απαίτησης νωπού αέρα, παρουσίας ατόμων/συσκευών και δεξαμενής [kWh]												
Ωρα	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ						Οκτ	Νοε	Δεκ
0	-258,90	-258,75	-246,86	-230,05						-210,49	-233,86	-253,19
1	-259,62	-259,59	-247,89	-231,23						-212,16	-235,05	-253,85
2	-260,33	-260,42	-248,92	-232,40						-213,82	-236,23	-254,51
3	-261,04	-261,25	-249,95	-233,58						-215,46	-237,39	-255,15
4	-261,58	-262,10	-250,77	-232,53						-215,59	-238,08	-255,64
5	-262,11	-262,94	-251,59	-231,48						-215,72	-238,76	-256,12
6	-262,63	-263,76	-252,39	-230,44						-215,86	-239,44	-256,60
7	-260,95	-261,33	-249,17	-227,85						-209,54	-235,33	-254,14
8	-191,38	-191,75	-211,32	-242,89						-277,19	-234,71	-203,24
9	-203,28	-204,27	-224,13	-254,14						-294,75	-250,47	-216,66
10	-215,72	-215,51	-234,65	-263,83						-305,81	-263,60	-229,78
11	-237,62	-235,98	-254,28	-282,65						-325,53	-285,98	-252,41
12	-288,12	-284,81	-302,14	-329,75						-372,98	-336,74	-255,73
13	-289,57	-285,87	-304,61	-332,07						-375,83	-338,86	-256,93
14	-291,02	-286,94	-307,06	-334,29						-378,47	-340,85	-258,08
15	-292,47	-287,99	-309,51	-336,43						-380,91	-342,70	-259,18
16	-290,32	-287,85	-309,79	-336,38						-379,57	-338,68	-256,21
17	-288,01	-287,26	-309,36	-335,70						-377,14	-334,52	-253,23
18	-285,56	-286,27	-308,30	-334,44						-373,77	-330,25	-250,24
19	-284,64	-284,87	-306,79	-333,36						-370,52	-328,20	-248,52
20	-283,66	-283,42	-305,13	-332,09						-367,16	-326,12	-246,79
21	-282,63	-281,92	-303,34	-330,66						-363,70	-324,00	-245,07
22	-233,32	-238,74	-261,61	-292,64						-298,76	-262,58	-239,98
23	-257,91	-250,27	-234,47	-211,69						-224,67	-246,00	-255,89

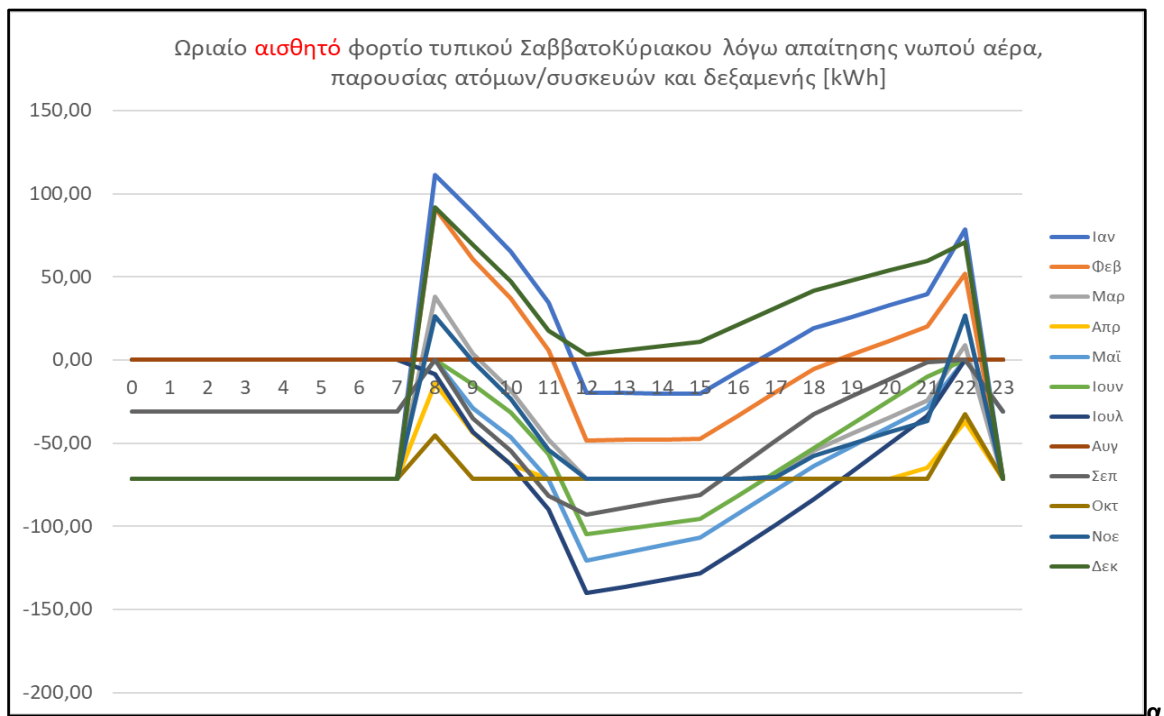
Πίνακας 5.2.10 Λανθάνον φορτίο αερισμού, ατόμων/ συσκευών και δεξαμενής τυπικού σαββατοκύριακου μήνα θέρμανσης, [kWh]

Στους πίνακες οι αρνητικές τιμές αντιπροσωπεύουν την ανάγκη ψύξης ή/και αφύγρανσης του αέρα ενώ οι θετικές τιμές αντιπροσωπεύουν την ανάγκη θέρμανσης ή/και ύγρυνσης του αέρα. Από τους παραπάνω πίνακες γίνεται φανερή η θερμική συνεισφορά της εσωτερικής κολυμβητικής δεξαμενής και της παρουσίας ατόμων, όπου τα σαββατοκύριακα ο μεγάλος αριθμός ατόμων ουσιαστικά μηδενίζει τις ανάγκες θέρμανσης των χώρων.

Εφόσον, όπως αναφέρθηκε, δεν υφίσταντο συστήματος διαχείρισης της υγρασίας του εσωτερικού αέρα και συστήματα ψύξης/ κλιματισμού, τα αποτελέσματα των Πινάκων, Πίνακας 5.2.9 και Πίνακας 5.2.10, μπορούν να αμεληθούν.



Εικόνα 5.2.10 Ωριαία διακύμανση αισθητού φορτίου Αερισμού, Ατόμων, Συσκευών και Δεξαμενής τυπικής καθημερινής μήνα



Εικόνα 5.2.11 Ωριαία διακύμανση αισθητού φορτίου Αερισμού, Ατόμων, Συσκευών και Δεξαμενής τυπικού σαββατοκύριακου μήνα

Ανακεφαλαιώνοντας τα αποτελέσματα το συνολικό φορτίο Αερισμού, Ατόμων, Συσκευών και Δεξαμενής είναι **-148.985 kWh**, στο οποίο περιλαμβάνεται **μόνο** το αισθητό τμήμα. Γίνεται φανερό, από το αρνητικό πρόσημο, ότι τα θερμικά κέρδη υπερέχουν του θερμικού φορτίου εισαγωγής νωπού αέρα.

Λαμβάνοντας υπόψη το θερμικό φορτίο απωλειών κελύφους διαμορφώνεται το νέο ισοζύγιο ενέργεια $578.183 - 148.985 = 429.199 \text{ kWh}$.



Εικόνα 5.2.12 Μερίδιο του συνολικού θερμικού φορτίου που καλύπτεται από τα εσωτερικά θερμικά κέρδη, 26%

5.2.4 Υπολογισμός του φορτίου για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ

Η μέγιστη κατανάλωση σε ΖΝΧ παρουσιάζεται τις καθημερινές όπου και παρατηρείται ο μεγαλύτερος αριθμός των συμμετεχόντων αθλητών. Τα σαββατοκύριακα ή στις ημέρες των αθλητικών εκδηλώσεων ο αριθμός των συμμετεχόντων αθλητών που καταναλώνουν ΖΝΧ είναι πολύ μικρότερος σε σχέση με αυτής των καθημερινών όπου μεγάλος αριθμός αθλητικών συλλόγων και πολιτών κατακλύζουν το κολυμβητήριο. Επομένως, όπως αναφέρθηκε πρωτύτερα, θα θεωρηθεί τυπικός αριθμός χρηστών τα **300** άτομα για κάθε ημέρα του έτους.

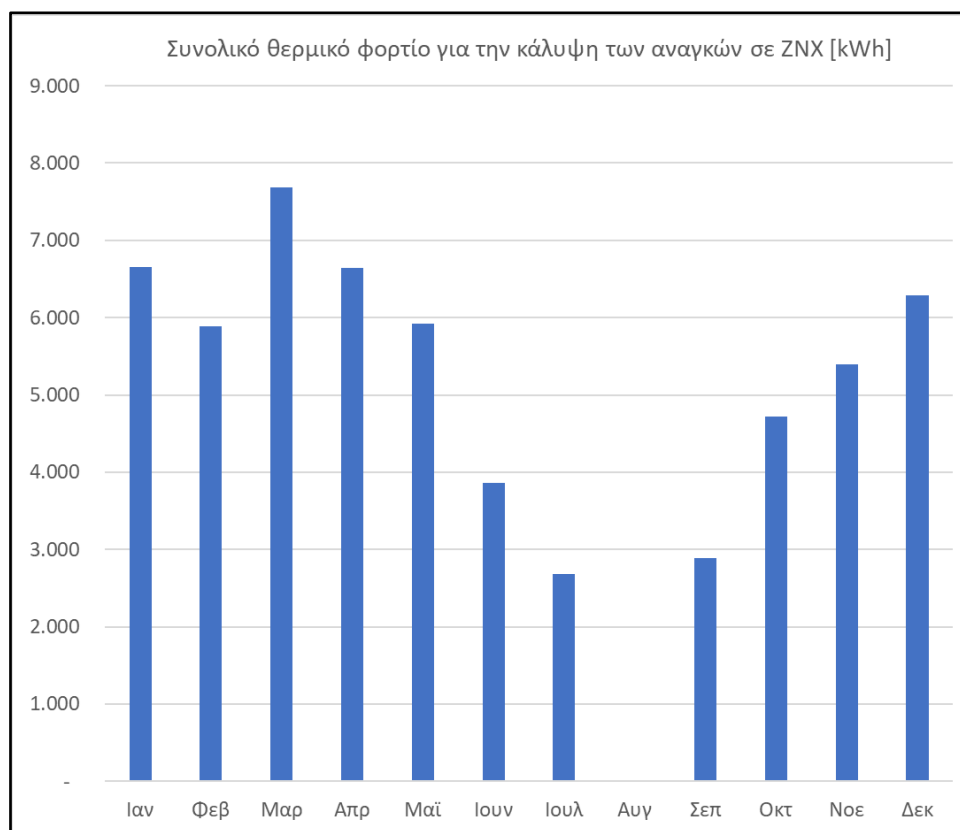
Για τον υπολογισμό του φορτίου ΖΝΧ αξιοποιούνται επίσης οι μέσες ετήσιες θερμοκρασίες του νερού του δικτύου της πόλης των Ιωαννίνων που για την κλιματική ζώνη Γ παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Μέση ετήσια μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου ανά κλιματική ζώνη [°C]											
Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
6,5	7,3	9,4	13,2	17,6	21,9	24,3	24,6	22	17,7	12,7	8,6

Πίνακας 5.2.11 Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου για την κλιματική ζώνη Γ

Συνολικό θερμικό φορτίο για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ [kWh]												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
	6.652	5.883	7.688	6.646	5.917	3.862	2.682	-	2.884	4.717	5.401	6.289

Πίνακας 5.2.12 Μηνιαίο θερμικό φορτίο για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ



Εικόνα 5.2.13 Μηνιαίο θερμικό φορτίο για την κάλυψη των αναγκών σε ZNX

Τα αποτελέσματα αναπαριστούν χαρακτηριστικά την εξάρτηση του φορτίου ZNX από την θερμοκρασία του νερού το δικτύου, που τους θερινούς μήνες είναι πιο ζεστό, και από την παρουσία των ατόμων, που τους θερινούς μήνες είναι λιγότεροι. Όπως παρατηρείται τον μήνα Αύγουστο το φορτίο ZNX είναι μηδενικό λόγω της μη λειτουργίας του κολυμβητηρίου.

Ανακεφαλαιώνοντας τα αποτελέσματα το συνολικό φορτίο για ZNX είναι **58.622 kWh**.

5.2.5 Υπολογισμός των θερμικών απωλειών της κολυμβητικής δεξαμενής

Στο κολυμβητήριο είναι εγκατεστημένες δυο κολυμβητικές δεξαμενές, η μεγάλη των ενηλίκων με επιφάνεια $21 \cdot 50 = 1050 \text{ m}^2$ και η παιδική επιφάνειας $10,05 \cdot 12,5 = 125,63 \text{ m}^2$. Για χάρη των υπολογισμών θα θεωρηθεί μια ενιαία επιφάνεια $A_{\text{ροοι}} = 1176 \text{ m}^2$.

Τα συνήθη φορτία μιας θερμαινόμενης δεξαμενής είναι οι απώλειες:

- λόγω της εξάτμισης νερού
- λόγω μετάδοσης θερμότητας
- λόγω της συναγωγής, δηλαδή λόγω του ρεύματος αέρα στη επιφάνεια της δεξαμενής
- λόγω ακτινοβολίας, και
- λόγω της συμπλήρωσης νερού από το δίκτυο της πόλης εξαιτίας της ποσότητας που χάνεται λόγω εξάτμισης

Επίσης σημαντικό τμήμα του φορτίου θέρμανσης είναι τα ηλιακά κέρδη στην περίπτωση μιας μη στεγασμένης δεξαμενής, δηλαδή η συνεισφορά του ήλιου στην θέρμανση της δεξαμενής. Στην

παρούσα περίπτωση της στεγασμένης δεξαμενής η θέρμανση συνεχίζεται έως και τους θερινούς μήνες, χωρίς της αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.

Επειδή οι δεξαμενές είναι στεγασμένες ως εξωτερικό περιβάλλον νοούνται οι εσωτερικές συνθήκες του κτιρίου οι οποίες θεωρούνται σταθερές στην διάρκεια της περιόδου θέρμανσης. Εξαιρεση αποτελεί, στην ιδιαίτερη περίπτωση του κολυμβητηρίου Ιωαννίνων που δεν υπάρχουν συστήματα ελέγχου υγρασίας, το φορτίο αερισμού που την περίοδο του χειμώνα εισάγεται ξερός αέρας επηρεάζοντας τον ρυθμό εξάτμισης.

5.2.5.1 Υπολογισμός απωλειών λόγω εξάτμισης

Για τον υπολογισμό του φορτίου εξάτμισης μιας κολυμβητικής δεξαμενής εφαρμόζεται οι παρακάτω εξισώσεις:

$$Q_{\text{ex}} = A_{\text{pool}} * h_{\text{ep}} * (P_w - P_a) * f_u * f_k * f_{\text{month}}$$

$$h_{\text{ep}} = a + b * (w * f_{\text{βαζ}})^n$$

$$P_a = 610,78 * \text{EXP}[17,2694 * T_a / (T_a + 238,3)] * R_{\text{H}a}$$

$$P_w = 610,78 * \text{EXP}[17,2694 * T_w / (T_w + 238,3)]$$

Όπου:

Q _{ex} :	το φορτίο εξάτμισης σε [kW]
A _{pool} :	η επιφάνεια της θερμαινόμενης δεξαμενής [m ²]
h _{ep} :	ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας εξάτμισης [W/m ² K]
P _w :	μερική πίεση υδρατμών στην επιφάνεια της δεξαμενής [Pa]
P _a :	μερική πίεση υδρατμών στο περιβάλλον στο οποίο είναι εκτεθειμένη η δεξαμενή [Pa]
T _a :	θερμοκρασία περιβάλλοντος στο οποίο είναι εκτεθειμένη η δεξαμενή [°C]
T _w :	θερμοκρασία νερού της δεξαμενής [°C]
R _H a:	Σχετική υγρασία περιβάλλοντος στο οποίο είναι εκτεθειμένη η δεξαμενή [%]
f _u :	συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την χρήση της δεξαμενής [%]
f _k :	συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την χρήση ισοθερμικού καλύμματος [%]
f _{βαζ} :	συντελεστές που εισήγαγε ο Βαζαίος και μετριάζουν την ταχύτητα του ανέμου, δεξαμενής εγκατεστημένης στο περιβάλλον, ανάλογα τον βαθμό έκθεσης της
f _{month} :	συντελεστής που λαμβάνει υπόψη του κατά πόσο η δεξαμενή λειτούργησε στη διάρκεια του μήνα [%]
a,b,n:	εμπειρικοί συντελεστές υπολογισμού
w:	η ταχύτητα του αέρα [m/s] πάνω από την δεξαμενή, μετρημένης σε απόσταση 2 μέτρων

Οι εμπειρικοί συντελεστές λαμβάνουν έναν συνδυασμό τιμών του παρακάτω πίνακα, στην περίπτωση της παρούσας μελέτης έχουν ληφθεί αυτά της ASHRAE.

Σταθερές εξίσωσης (1)			
Εξίσωση	a ($W/(m^2 \cdot Pa)$)	b ($W/(m^2 \cdot Pa)$)	N
Smith et.al.	0,0638	0,0669	1
ASHRAE	0,0890	0,0782	1
Richter	0,0423	0,0565 ^(a)	0.5
ISO TC 180	0,0506	0,0669	1
Rohwer	0,0805	0,0508	1
McMillan	0,0360	0,0205	1

Είναι κοινός αποδεκτό ότι η εξάτμιση μιας δεξαμενής εξαρτάται από την βαθμό δραστηριότητας. Συγκεκριμένα για δυο όμοιες δεξαμενές, δημόσια και ιδιωτική, στη δημόσια το φορτίο εξάτμισης θα είναι διπλάσιες τιμές λόγω ακριβώς του περισσότερο «ανακατέματος» του νερού. Ο συντελεστής χρήσης f_u της δεξαμενής, στη προσπάθεια να προσεγγίσει τις πειραματικές με τι θεωρητικές τιμές, λαμβάνει τις παρακάτω τιμές, στην περίπτωση μας θεωρείται «Δημόσια».

Είδος χρήσης	Συντελεστής χρήσης f_u
Οικιακή	0,50
Φυσιοθεραπείας Κλινικής	0,65
Ξενοδοχείου	0,80
Δημόσια Σχολική	1,00
Ταράτσας	1,50

Ο κ. Ευθύμιος Βαζαίος στο σύγγραμμα του με τίτλο «Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας» εισάγει συντελεστή $f_{βαζ}$ για να μετριάσει την ταχύτητα του ανέμου ανάλογα τον βαθμό έκθεσης της εξωτερικής δεξαμενής. Συγκεκριμένα οι τιμές είναι παρακάτω.

Θέση Δεξαμενής	Συντελεστής ταχύτητας f_{βαζ}
Πολύ προσβαλλόμενη	1,00
Ελεύθερη	0,50
Μερικώς προστατευμένη	0,33
Συνηθισμένη θέση δεξαμενής	0,25
Εντελώς προστατευμένη	0,00

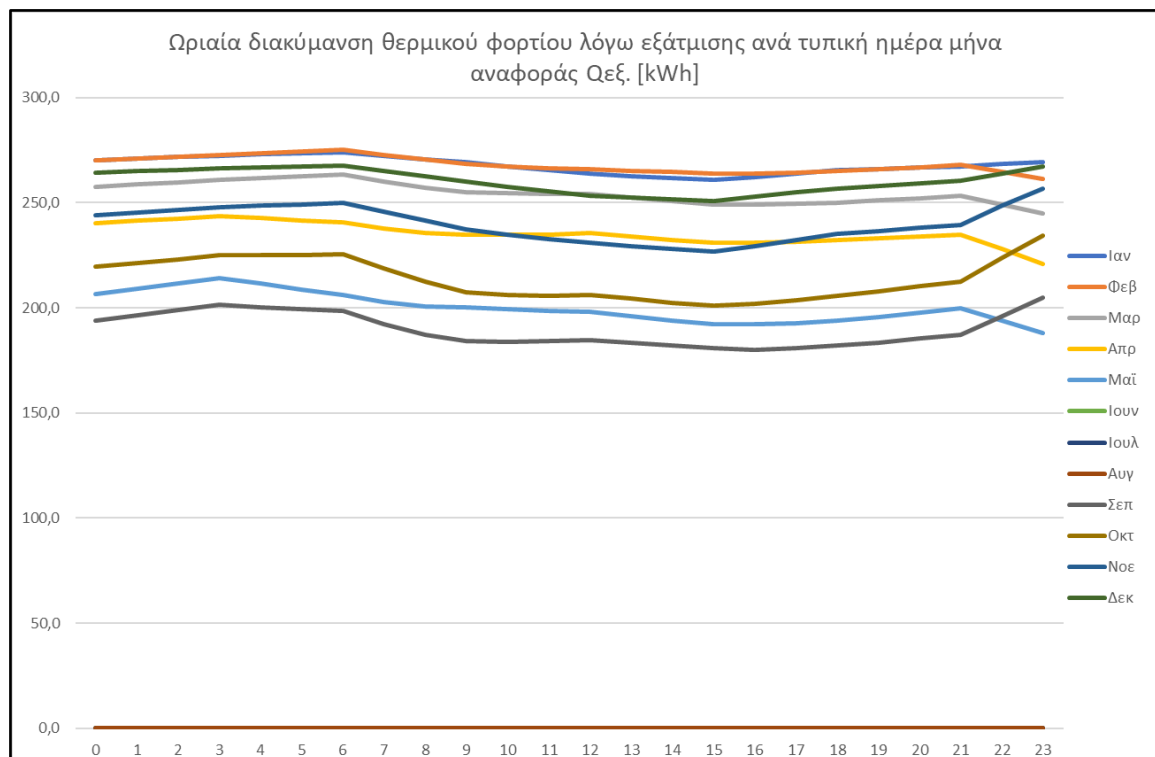
Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης ο συντελεστής $f_{βαζ}$ είναι ίσος με **μηδέν** λόγω της στεγασμένης φύσης της εγκατάστασης.

Με την εφαρμογή των παραπάνω σχέσεων, εξαιρώντας τους τρεις θερινούς μήνες, υπολογίζεται το φορτίο εξάτμισης των δυο κολυμβητικών δεξαμενών.

Μηνιαίως συντελεστής χρήσης f_{month}													
		Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
		1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
Θερμικό φορτίο εξάτμισης δεξαμενής Q _{εξ} [kWh]													
	f_k [%]	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0	1	270,3	270,1	257,7	240,2	206,4	0,0	0,0	0,0	193,8	219,7	244,1	264,3
1	1	271,0	271,0	258,8	241,4	209,0	0,0	0,0	0,0	196,4	221,5	245,4	265,0
2	1	271,8	271,9	259,9	242,6	211,6	0,0	0,0	0,0	198,9	223,2	246,6	265,7
3	1	272,5	272,7	260,9	243,8	214,2	0,0	0,0	0,0	201,4	224,9	247,8	266,4
4	1	273,1	273,6	261,8	242,7	211,5	0,0	0,0	0,0	200,5	225,1	248,5	266,9
5	1	273,6	274,5	262,6	241,7	208,8	0,0	0,0	0,0	199,6	225,2	249,3	267,4
6	1	274,2	275,4	263,5	240,6	206,2	0,0	0,0	0,0	198,7	225,3	250,0	267,9
7	1	272,4	272,8	260,1	237,9	202,7	0,0	0,0	0,0	192,4	218,7	245,7	265,3
8	1	270,8	270,5	257,3	235,9	200,6	0,0	0,0	0,0	187,4	212,6	241,4	262,7
9	1	269,2	268,5	255,1	234,8	200,5	0,0	0,0	0,0	184,2	207,3	237,2	260,1
10	1	267,3	267,4	254,4	234,7	199,5	0,0	0,0	0,0	183,9	206,3	234,8	257,7
11	1	265,4	266,6	254,2	234,9	198,8	0,0	0,0	0,0	184,1	205,9	232,7	255,4
12	1	263,7	266,0	254,3	235,6	198,3	0,0	0,0	0,0	184,8	206,3	230,8	253,2
13	1	262,8	265,3	252,6	234,0	196,1	0,0	0,0	0,0	183,3	204,4	229,4	252,4
14	1	261,8	264,6	250,9	232,5	194,0	0,0	0,0	0,0	182,0	202,6	228,0	251,6
15	1	260,8	263,8	249,3	231,0	192,1	0,0	0,0	0,0	180,8	200,9	226,8	250,8
16	1	262,3	263,9	249,1	231,1	192,1	0,0	0,0	0,0	180,2	201,8	229,5	252,9
17	1	263,8	264,3	249,4	231,5	192,7	0,0	0,0	0,0	180,7	203,5	232,3	254,9
18	1	265,5	265,0	250,1	232,4	194,0	0,0	0,0	0,0	182,1	205,7	235,2	256,9
19	1	266,1	265,9	251,1	233,1	195,6	0,0	0,0	0,0	183,6	208,0	236,6	258,1
20	1	266,8	266,9	252,2	234,0	197,6	0,0	0,0	0,0	185,4	210,2	238,0	259,2
21	1	267,5	267,9	253,4	234,9	199,7	0,0	0,0	0,0	187,4	212,6	239,5	260,4
22	1	268,4	264,7	249,2	228,2	194,0	0,0	0,0	0,0	196,2	224,0	248,5	263,8
23	1	269,2	261,3	244,8	221,0	188,0	0,0	0,0	0,0	204,7	234,5	256,8	267,1
		199.334	180.171	189.488	169.510	148.920	-	-	-	136.564	159.038	172.653	193.628

Πίνακας 5.2.13 Φορτίο εξάτμισης των δυο κολυμβητικών δεξαμενών, [kWh]

Στον Πίνακα 5.2.13 παρουσιάζεται το φορτίο εξάτμισης για κάθε μια τυπική ημέρα του μήνα, με εφαρμογή του συντελεστή κάλυψης $f_k=100\%$, που σημαίνει ότι η δεξαμενή δεν φέρει καθόλου ισοθερμικό κάλυμμα, και $f_{month}=0$ λόγω της μη θέρμανσης της δεξαμενής.



Εικόνα 5.2.14 Ωριαία διακύμανση του φορτίου εξάτμισης τυπικής ημέρας μήνα

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα το συνολικό ετήσιο φορτίο εξάτμισης είναι **1.549.307 [kWh]**.

5.2.5.2 Υπολογισμός απωλειών λόγω μετάδοσης θερμότητας και συναγωγής

Για τον υπολογισμό των απωλειών λόγω μετάδοσης θερμότητας και συναγωγής εφαρμόζονται οι παρακάτω εξισώσεις:

$$Q_{\text{συν}} = hc \cdot A_{\text{ροοι}} \cdot (T_w - T_a)$$

$$hc = 3,1 + 4,1 \cdot w$$

Όπου:

$Q_{\text{συν}}$: οι απώλειες λόγω μετάδοσης και συναγωγής [W]

hc : ο συντελεστής μετάδοσης θερμότητας [W/m²K]

$A_{\text{ροοι}}$: η συνολική επιφάνεια της δεξαμενής [m²]

T_w : η θερμοκρασία της δεξαμενής [°C]

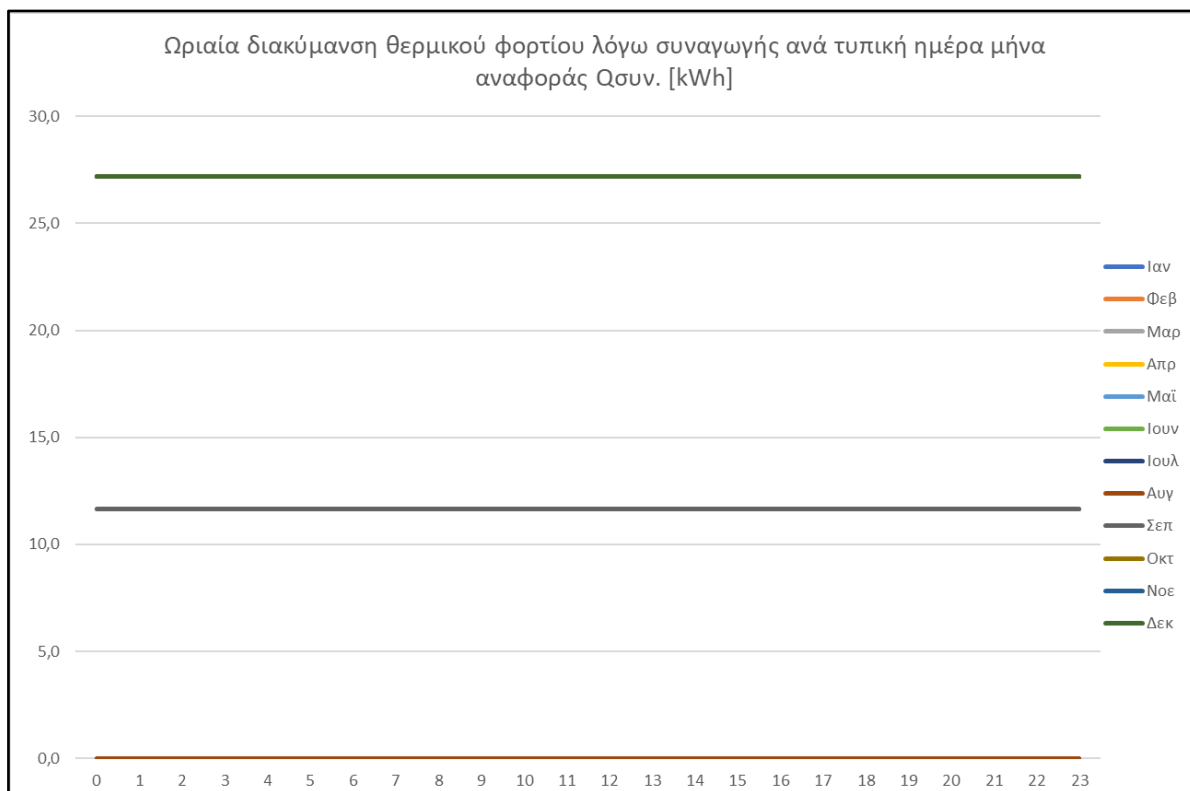
T_a : η θερμοκρασία του περιβάλλοντος στην οποία βρίσκεται η δεξαμενή [°C]

w : η ταχύτητα του αέρα [m/s] πάνω από την δεξαμενή, μετρημένη σε απόσταση 2 μέτρων

Με την εφαρμογή των παραπάνω εξισώσεων προκύπτουν τα αποτελέσματα του παρακάτω πίνακα.

Θερμικό φορτίο λόγω μετάδοσης και συναγωγής στη δεξαμενή Q _{συν} [kWh]												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
1	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
2	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
3	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
4	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
5	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
6	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
7	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
8	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
9	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
10	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
11	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
12	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
13	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
14	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
15	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
16	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
17	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
18	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
19	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
20	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
21	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
22	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
23	27,2	27,2	27,2	27,2	11,7	0,0	0,0	0,0	11,7	27,2	27,2	27,2
	20.235	18.277	20.235	19.583	8.672	-	-	-	8.393	20.235	19.583	20.235

Πίνακας 5.2.14 Απώλειες δεξαμενής λόγω μετάδοσης θερμότητας και συναγωγής, [kWh]



Εικόνα 5.2.15 Ωριαία διακύμανση φορτίου τυπικής ημέρα μήνα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το φορτίο μετάδοσης και συναγωγής παραμένει σταθερό σε όλη της διάρκεια του 24ώρου, σε όλη την διάρκεια που η δεξαμενή θερμαίνεται. Αυτή η θεώρηση είναι

σωστή όσο το εξωτερικό περιβάλλον «κρατάει» τις σταθερές συνθήκες θερμοκρασία και υγρασίας σε όλη την διάρκεια λειτουργίας.

Το συνολικό ετήσιο φορτίο μετάδοσης θερμότητας και συναγωγής είναι **155.449 kWh**

5.2.5.3 Υπολογισμός των απωλειών λόγω ακτινοβολίας

Για τον υπολογισμό των απωλειών λόγω ακτινοβολίας εφαρμόζεται η παρακάτω εξίσωση:

$$Q_{\text{ακτ}} = A_{\text{ροοι}} \cdot \epsilon_w \cdot \sigma \cdot (T_w^4 - T_a^4)$$

Όπου:

Q_{ακτ}: το φορτίο λόγω ακτινοβολίας [W]

A_{ροοι}: η συνολική επιφάνεια της δεξαμενής [m²]

ε_w: η εκπομπή μεγάλου μήκους κύματος του νερού (0,95)

σ: η σταθερά Stefan-Boltzmann (5,6704*10⁻⁸ J/(s*m²*K⁴))

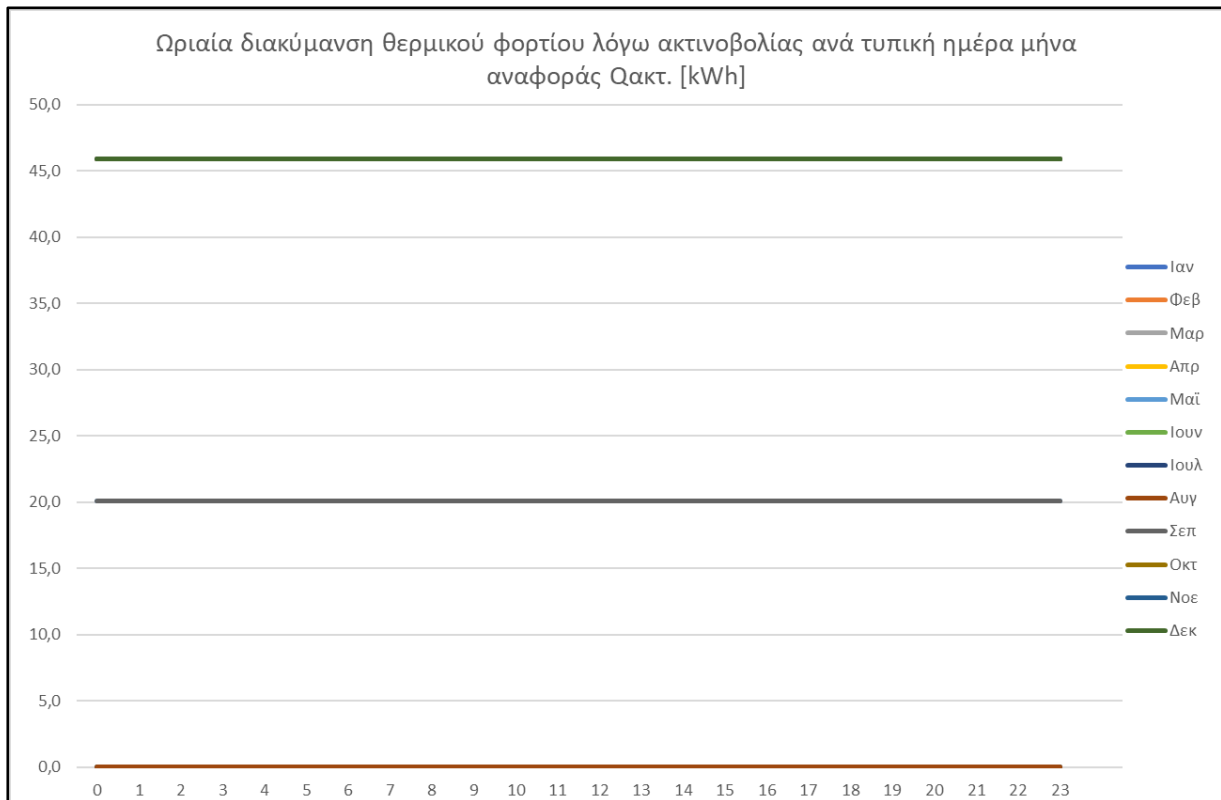
T_w: η θερμοκρασία της δεξαμενής [°C]

T_a: η θερμοκρασία του περιβάλλοντος στην οποία βρίσκεται η δεξαμενή [°C]

Με την εφαρμογή της παραπάνω εξίσωσης προκύπτουν τα αποτελέσματα του παρακάτω πίνακα.

Θερμικό φορτίο λόγω ακτινοβολίας στη δεξαμενή Q _{ακτ} [kWh]												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
1	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
2	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
3	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
4	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
5	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
6	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
7	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
8	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
9	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
10	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
11	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
12	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
13	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
14	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
15	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
16	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
17	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
18	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
19	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
20	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
21	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
22	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
23	45,9	45,9	45,9	45,9	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1	45,9	45,9	45,9
	34.163	30.857	34.163	33.061	14.940	-	-	-	14.458	34.163	33.061	34.163

Πίνακας 5.2.15 Απώλειες δεξαμενής λόγω ακτινοβολίας, [kWh]



Εικόνα 5.2.16 Ωριαία διακύμανση φορτίου ακτινοβολίας τυπικής ημέρα μήνα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το φορτίο ακτινοβολίας παραμένει σταθερό σε όλη της διάρκεια του 24ώρου, σε όλη την διάρκεια που η δεξαμενή θερμαίνεται. Αυτή η θεώρηση είναι σωστή όσο το εξωτερικό περιβάλλον «κρατάει» τις σταθερές συνθήκες θερμοκρασία και υγρασίας σε όλη την διάρκεια λειτουργίας.

Το συνολικό ετήσιο φορτίο ακτινοβολίας είναι **263.029 kWh**

5.2.5.4 Υπολογισμός του φορτίου συμπλήρωσης νερού και αρχικής πλήρωσης

Το φορτίο αρχικής πλήρωσης εφαρμόζεται μια φορά στην αρχή κάθε διαχειριστικής περιόδου. Επιπρόσθετα για κάθε ποσότητα του νερού που εξατμίζεται απαιτείται επανεισαγωγή νέας ποσότητας ως συμπλήρωμα για να διατηρηθεί η στάθμη της δεξαμενής.

Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για την αρχική θέρμανση/ πλήρωση είναι η παρακάτω:

$$Q_{αρχ} = A_{ροοί} \cdot h_{αν} \cdot \rho_w \cdot c_{pw} \cdot (T_w - T_o)$$

Όπου:

- Q_{αρχ}: το φορτίο της αρχικής πλήρωσης [kW]
 A_{ροοί}: η συνολική επιφάνεια της δεξαμενής [m²]
 h_{αν}: το μέσο ύψος (βάθος) της δεξαμενής [m]
 ρ_w: η πυκνότητα του νερού της δεξαμενής [kg/m³]
 c_{pw}: ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού [kJ/kgK]
 T_w: η επιθυμητή θερμοκρασία του νερού της δεξαμενής [°C]

Το: η θερμοκρασία του νερού του δικτύου πόλης (**Πίνακας 5.2.11**)

Για τον υπολογισμό του φορτίου επαναπλήρωσης της δεξαμενής λόγω απωλειών ύδατος εξάτμισης χρησιμοποιείται η παρακάτω εξίσωση:

$$Q_{\text{συμπ.}} = (Q_{\text{εξ}} / h_{\text{εν}}) \cdot c_{\text{pw}} \cdot (T_{\text{w}} - T_{\text{o}})$$

Όπου:

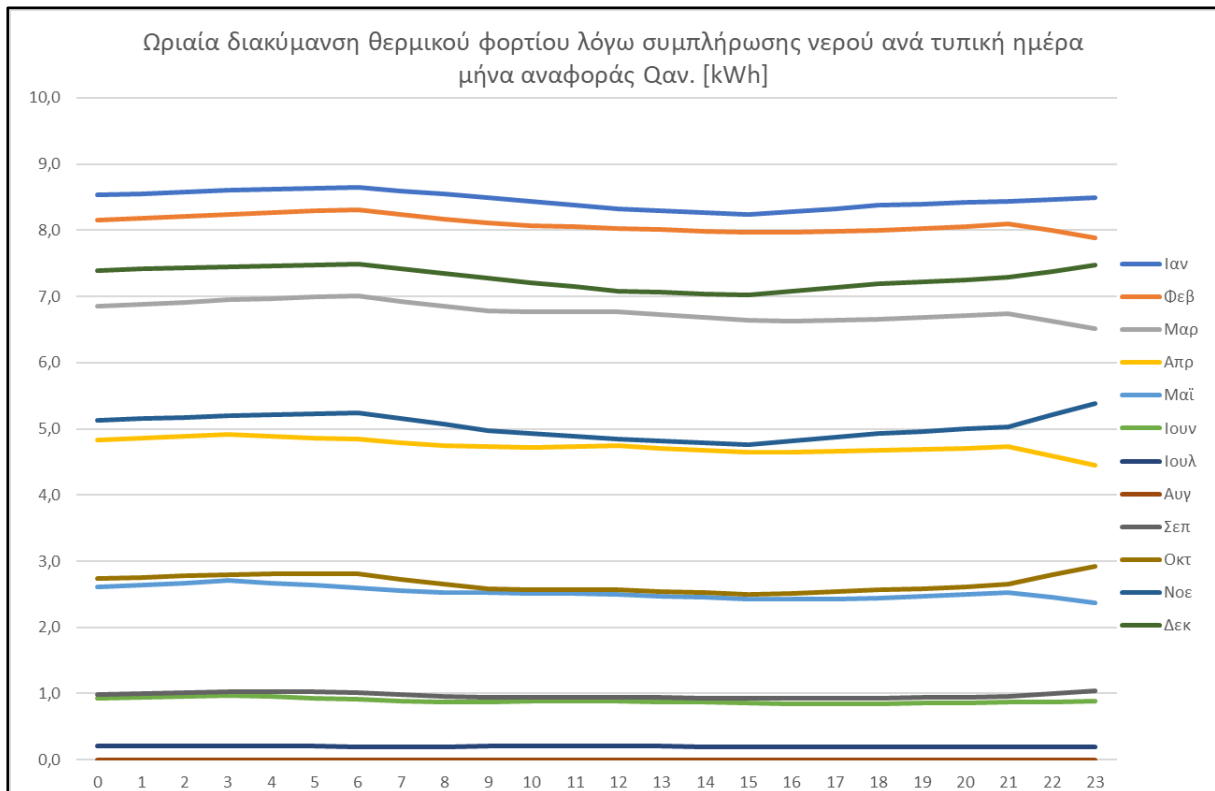
Q_{εξ}: το φορτίο εξάτμισης, που υπολογίστηκε σε προηγούμενο βήμα

h_{εν}: η ενθαλπία εξάτμισης νερού, που στη περίπτωση μας λαμβάνεται με 2.450 [kJ/kg]

Με την εφαρμογή των παραπάνω σχέσεων λαμβάνονται τα παρακάτω αποτελέσματα.

Θερμικό φορτίο λόγω συμπλήρωσης νερού στη δεξαμενή Q _{αν} [kWh]												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0	8,5	8,2	6,9	4,8	2,6	0,0	0,0	0,0	1,0	2,7	5,1	7,4
1	8,6	8,2	6,9	4,9	2,6	0,0	0,0	0,0	1,0	2,8	5,1	7,4
2	8,6	8,2	6,9	4,9	2,7	0,0	0,0	0,0	1,0	2,8	5,2	7,4
3	8,6	8,2	6,9	4,9	2,7	0,0	0,0	0,0	1,0	2,8	5,2	7,5
4	8,6	8,3	7,0	4,9	2,7	0,0	0,0	0,0	1,0	2,8	5,2	7,5
5	8,6	8,3	7,0	4,9	2,6	0,0	0,0	0,0	1,0	2,8	5,2	7,5
6	8,7	8,3	7,0	4,8	2,6	0,0	0,0	0,0	1,0	2,8	5,2	7,5
7	8,6	8,2	6,9	4,8	2,6	0,0	0,0	0,0	1,0	2,7	5,2	7,4
8	8,5	8,2	6,8	4,7	2,5	0,0	0,0	0,0	1,0	2,6	5,1	7,4
9	8,5	8,1	6,8	4,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,9	2,6	5,0	7,3
10	8,4	8,1	6,8	4,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,9	2,6	4,9	7,2
11	8,4	8,0	6,8	4,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,9	2,6	4,9	7,1
12	8,3	8,0	6,8	4,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,9	2,6	4,8	7,1
13	8,3	8,0	6,7	4,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,9	2,5	4,8	7,1
14	8,3	8,0	6,7	4,7	2,4	0,0	0,0	0,0	0,9	2,5	4,8	7,0
15	8,2	8,0	6,6	4,7	2,4	0,0	0,0	0,0	0,9	2,5	4,8	7,0
16	8,3	8,0	6,6	4,7	2,4	0,0	0,0	0,0	0,9	2,5	4,8	7,1
17	8,3	8,0	6,6	4,7	2,4	0,0	0,0	0,0	0,9	2,5	4,9	7,1
18	8,4	8,0	6,7	4,7	2,4	0,0	0,0	0,0	0,9	2,6	4,9	7,2
19	8,4	8,0	6,7	4,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,9	2,6	5,0	7,2
20	8,4	8,1	6,7	4,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,9	2,6	5,0	7,3
21	8,4	8,1	6,7	4,7	2,5	0,0	0,0	0,0	1,0	2,6	5,0	7,3
22	8,5	8,0	6,6	4,6	2,4	0,0	0,0	0,0	1,0	2,8	5,2	7,4
23	8,5	7,9	6,5	4,4	2,4	0,0	0,0	0,0	1,0	2,9	5,4	7,5
	6.292	5.441	5.043	3.413	1.880	-	-	-	699	1.981	3.623	5.418

Πίνακας 5.2.16 Θερμικό φορτίο επαναπλήρωσης νερού λόγω απωλειών εξάτμισης, [kWh]



Εικόνα 5.2.17 Ωριαία διακύμανση θερμικού φορτίου επαναπλήρωσης δεξαμενής τυπικής ημέρας μήνα

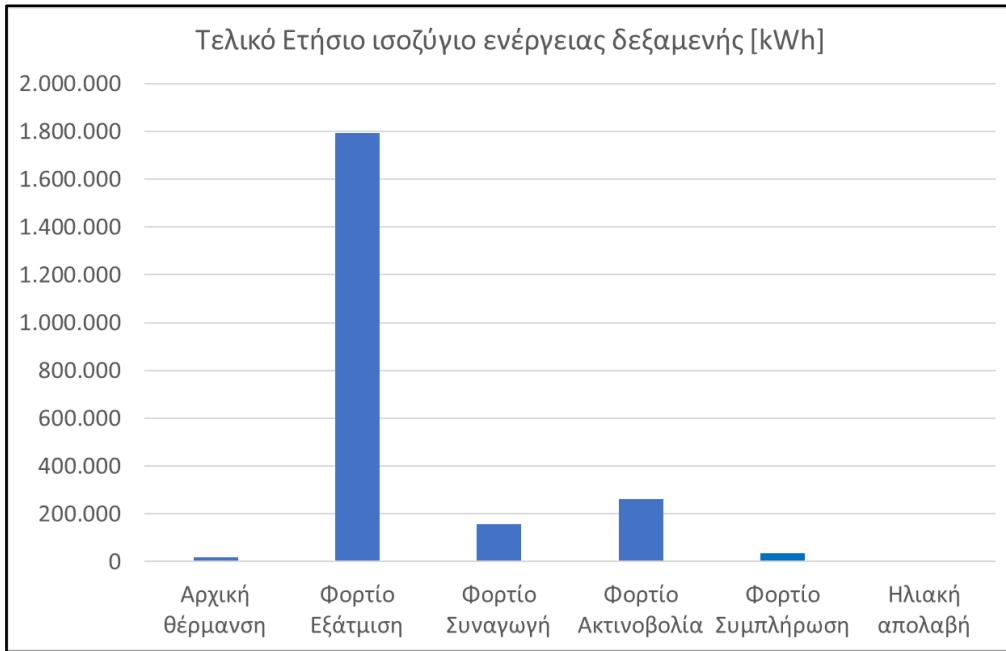
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το φορτίο επαπλήρωσης διαφέρει σημαντικά λόγω της μεταβολής της θερμοκρασία του δικτύου της πόλης αλλά και της μικρότερης απώλειας ύδατος τους πιο ζεστούς μήνες.

Τελικά, το ετήσιο φορτίο επαναπλήρωσης της δεξαμενής είναι **33.789 kWh** και το φορτίο αρχικής πλήρωσης είναι **19.929 kWh**

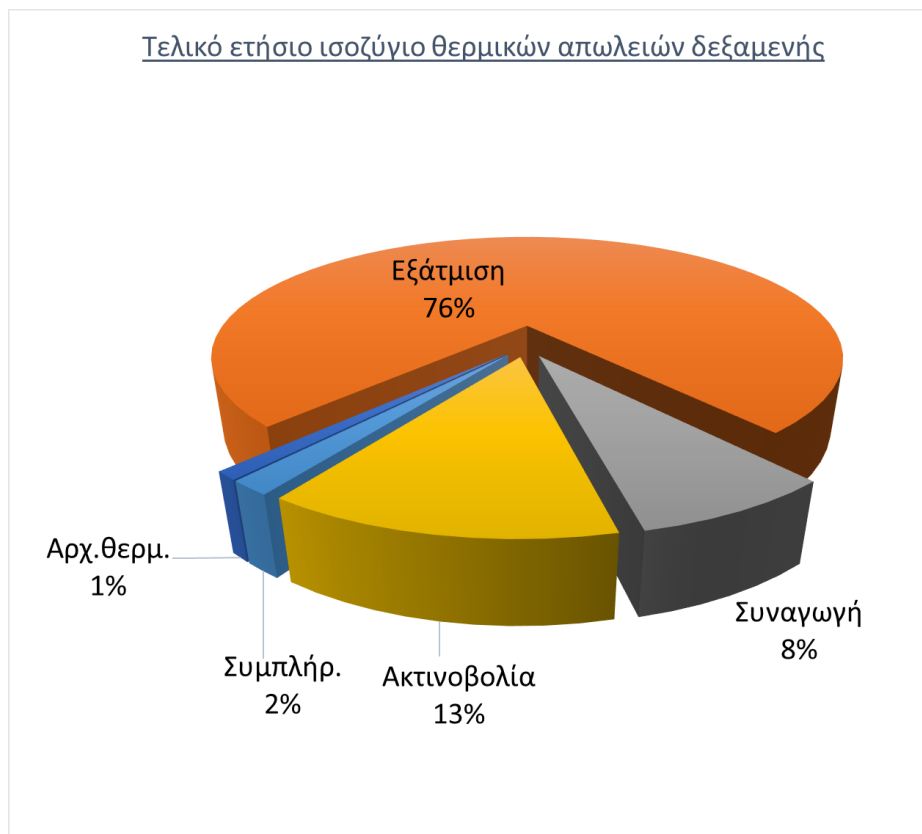
5.2.5.5 Παρουσίαση των συνολικών απωλειών

Συνοψίζοντας τις θερμικές απώλειες της δεξαμενής παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ενοποιημένα παρακάτω.

Σύμφωνα με τις παρακάτω εικόνες το μεγαλύτερο φορτίο που εμφανίζεται είναι αυτό της εξάτμισης με το μερίδιο του 79% και το υπόλοιπο 21% αποτελούν οι υπόλοιπες απώλειες. Επίσης, όπως παρουσιάζεται, δεν υπάρχει ηλιακή απολαβή (θερμικά κέρδη) λόγω της στεγασμένης φύσης της εγκατάστασης.



Εικόνα 5.2.18 Τελικό ισοζύγιο θερμικών απωλειών δεξαμενής (1), [kWh]



Εικόνα 5.2.19 Τελικό ισοζύγιο θερμικών απωλειών δεξαμενής (2), [kWh]

Το συνολικό ετήσιο φορτίο για την θέρμανση των δεξαμενών είναι **2.021.504 kWh**, χωρίς τους θερινούς μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο.

5.2.6 Σύνοψη αποτελεσμάτων – Πρωτογενής ενέργεια

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα κατηγοριοποιούνται σε φορτία θέρμανσης κτιρίου, ψύξης κτιρίου, θέρμανσης κολυμβητικών δεξαμενών και κάλυψης αναγκών σε ΖΝΧ. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε στη συγκεκριμένη δεν υπάρχει κεντρικό σύστημα ψύξης κλιματισμού.

Για την μετατροπή των ενεργειακών μεγεθών σε φυσικές ποσότητες ορυκτών καυσίμων ή ηλεκτρικής ενέργειας στα όρια του οικοπέδου, εφεξής τελική ενέργεια, εφαρμόζονται οι συντελεστές βαθμίου απόδοσης των συσκευών/ μηχανημάτων παραγωγής ενέργειας. Για την κάλυψη του θερμικού φορτίου, όπως αναφέρθηκε, αξιοποιούνται τέσσερις λέβητες πετρελαίου. Σύμφωνα με τα τεχνικά φυλλάδια καύσης ο μέσος βαθμός απόδοσης των λεβήτων είναι 90%. Ωστόσο μεταξύ των λεβήτων και των τερματικών μονάδων παρεμβάλλονται πλακοειδής εναλλάκτες. Λόγω της παλαιότητας των πλ. εναλλακτών εφαρμόζεται ένας επιπλέον βαθμός απόδοσης 85%. Συνεπώς ένας συνολικός βαθμός απόδοσης 77% αποτελεί μια καλή προσέγγιση της πραγματικής κατάστασης και της μετατροπής ενέργειας.

Σύμφωνα με το ΚΕΝΑΚ για την καλύτερη σύγκριση των μορφών ενέργειας και του τελικού ενεργειακού αποτελέσματος/ αποτυπώματος επιβάλλεται η χρήση των παρακάτω συντελεστών αναγωγής της τελικής ενέργειας σε πρωτογενή. Ουσιαστικά οι συντελεστές αναγωγής λαμβάνουν υπόψη το συνολικό ανθρακικό αποτύπωμα της εκάστοτε μορφής ενέργειας από την εξόρυξη έως την παράδοση στα όρια της εγκατάστασης ενδιαφέροντος.

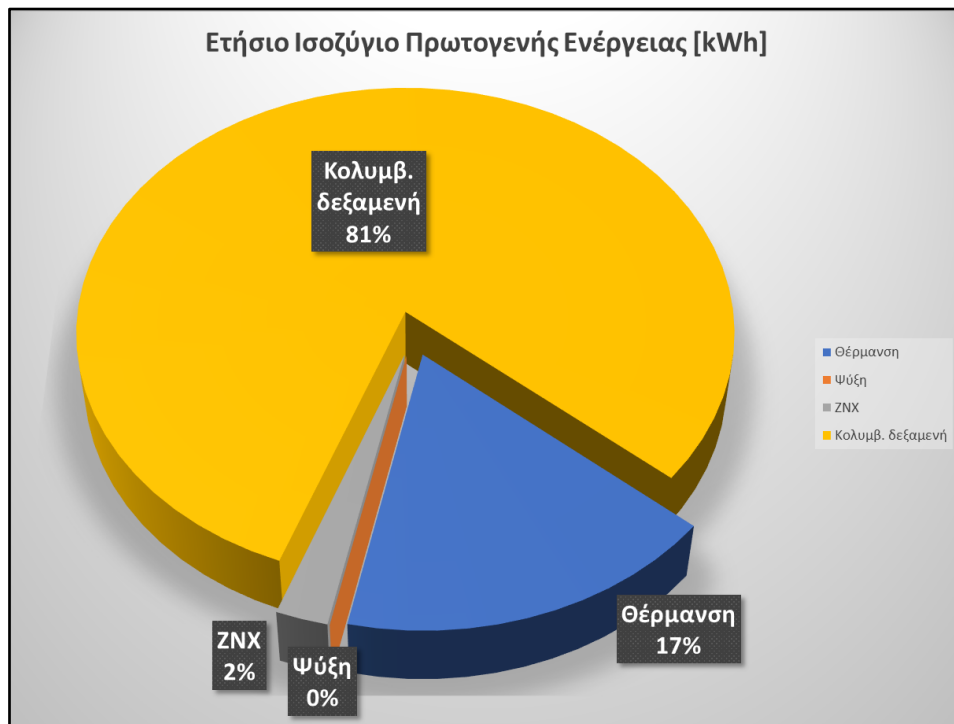
Συντελεστές αναγωγής της κατανάλωσης ενέργειας "τελικής" χρήσης σε πρωτογενή ενέργεια και υπολογισμού των εκπομπών CO ₂ - ΚΕΝΑΚ		
Πηγή ενέργειας	Συντελεστής	[kgCO ₂ /kWh]
Φυσ.αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο	1,10	0,264
Ηλεκτ. ενέργεια	2,10	0,600
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα-Pellet	1,00	0,039
Βιομάζα-Ξύλα	1,00	0,016
Τηλεθέρμανση ΔΕΗ	0,70	0,347
Τηλεθέρμανση ΑΠΕ	0,50	0,000
ΣΗΘΥΑ	0,00	0,000

Πίνακας 5.2.17 Συντελεστές αναγωγής τελικής ενέργειας σε πρωτογενή και CO₂

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το ετήσιο ισοζύγιο ενέργειας ανά κατηγορία και ενεργειακό στάδιο.

Σύνοψη αποτελεσμάτων - Πρωτογενής ενέργεια				
Είδος χρήσης	Τελ. Ενέργ.	Πρωτ. Ενεργ.	CO ₂	Ποσοστ.
	[kWh]	[kWh]	[kg]	[%]
Θέρμανση	561.043,94	617.148	148.116	17,2%
Ψύξη	-	-	-	0,0%
ΖΝΧ	76.630,24	84.293	20.230	2,4%
Κολυμβ. δεξαμενή	2.616.437,02	2.878.080,72	690.739	80,4%
	3.254.111	3.579.522	859.085	100%

Πίνακας 5.2.18 Ετήσιο ισοζύγιο ενέργειας



Εικόνα 5.2.20 Κατανομή ετήσιας πρωτογενής ενέργειας ανά χρήση

5.2.7 Σύγκριση αναλυτικών/ θεωρητικών δεδομένων με τις πραγματικές καταναλώσεις

Σύμφωνα με τα ενεργειακά μεγέθη του προηγούμενου κεφαλαίου η συνολική τελική ενέργεια για την κάλυψη του συνολικού θερμικού φορτίου είναι **3.254.111 kWh**. Λαμβάνοντας ως κατώτερη θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου 11,74 kWh/kg και ως μέση πυκνότητα 0,84 lt/kg προκύπτει ότι η απαιτούμενη ποσότητα πετρελαίου θα είναι **330.087 λίτρα**.

Σύμφωνα με τα στοιχεία αγορών πετρελαίου για τα τρία τελευταία διαχειριστικά έτη, Κεφάλαιο 4.1, προκύπτει ότι την περίοδο 2022-2023 παρελήφθησαν **151.052 λίτρα** πετρελαίου.

Από την σύγκριση των δυο καταστάσεων προκύπτει ότι η θεωρητική απαίτηση ενέργειας είναι διπλάσιου μεγέθους απ' ό τι η πραγματική. Η μεγάλη αυτή διαφορά μπορεί να ερμηνευτεί από την μη ενδεδειγμένη χρήση του κολυμβητηρίου σε ότι αφορά την ποιότητα του εσωτερικού αέρα, τις εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας και την μικρότερη περίοδο λειτουργίας/ θέρμανσης των δεξαμενών.

Το σύνολο σχεδόν των ανεμιστήρων εξαερισμού και των αερόθερμών είναι εκτός λειτουργίας με αποτέλεσμα την έντονη συσσώρευση υγρασίας στο εσωτερικό χώρο του κτιρίου. Η έντονη οξείδωση των μεταλλικών μερών εντός του κτιρίου είναι χαρακτηριστικό δείγμα αυτής της προβληματικής κατάστασης.

Από τα παραστατικά παραλαβής των πετρελαίων συνάγεται το συμπέρασμα ότι οι δεξαμενές παύουν να θερμαίνονται από τα μέσα Μαΐου και η αρχική επαναθέρμανση συμβαίνει αρχές Οκτωβρίου.

Η θεώρηση της θερμοκρασίας των 25 βαθμών κελσίου των δεξαμενών δεν είναι αντιπροσωπευτική λόγω του ανεπαρκές του συστήματος ελέγχου και της μεγάλης έκτασης της δεξαμενής.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω και τρέχοντας το αναλυτικό μοντέλο με τις παρακάτω νέες συνθήκες λειτουργίας εξάγεται η νέα κατανάλωση πετρελαίου.

Παραδοχές της νέας θεώρησης:

- Ποσοστό ανακυκλοφορίας αέρα 80% (από 22%)
- Εσωτερικές συνθήκες υγρασίας κτιρίου RH=80% (από 50%)
- Μέση θερμοκρασία δεξαμενών 22 °C (από 25°C)
- Περίοδος θέρμανσης δεξαμενών Οκτώβριος έως Απρίλιος

Η νέα κατανάλωση πετρελαίου διαμορφώνεται στα **177.710 λίτρα**.

Η σύγκλιση των αναλυτικών και πραγματικών δεδομένων καταδεικνύει της ευστάθεια των θεωρήσεων. Ωστόσο για χάρη της δίκαιης αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων τα ενεργειακά μεγέθη θα συγκριθούν με την κατάσταση της κανονικής λειτουργίας, σύμφωνα με τις πρότυπες εσωτερικές συνθήκες άνεσης και υγιεινής και με την κανονική περίοδο θέρμανσης.

5.3 Μεθοδολογία υπολογισμού των ηλεκτρικών καταναλώσεων του κολυμβητηρίου

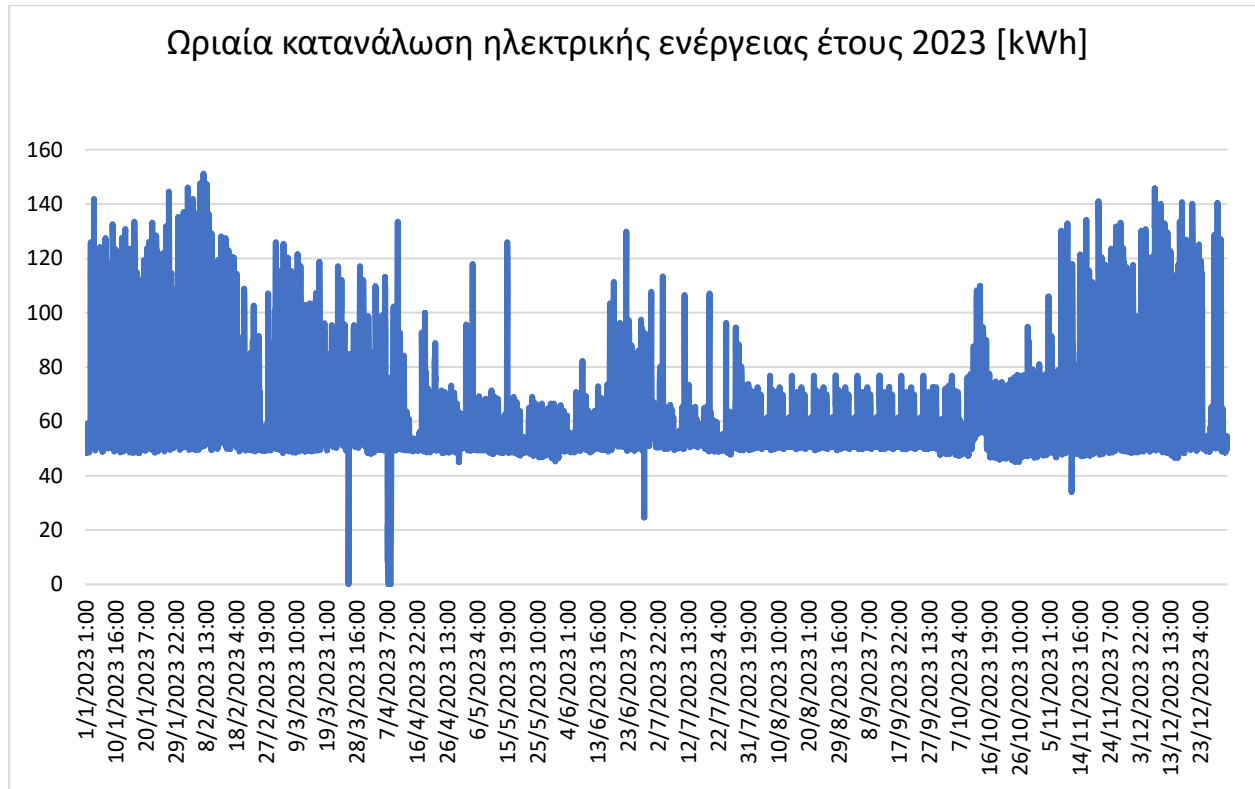
5.3.1 Περιγραφή υφιστάμενης κατάστασης

Στα πλαίσια του παρόντος ενεργειακού ελέγχου, επεξεργάστηκαν τα τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας της παροχής του ΠΕΑΚΙ αλλά και οι ωριαίες μετρήσεις από τον ΔΕΔΔΗΕ, όπως αυτές καταγράφονται και είναι διαθέσιμες από την πύλη μετρητικών δεδομένων του.

Το κολυμβητήριο αποτελεί μέρος των αθλητικών εγκαταστάσεων του ΠΕΑΚΙ το οποίο είναι πελάτης Μέσης Τάσης με συμπεφωνημένη ισχύ 400kVA. Το τιμολόγιο της ΔΕΗ στο οποίο εμπίπτει είναι το ΒΓ (εμπορικής χρήσης). Στις χρεώσεις του τιμολογίου αυτού, περιλαμβάνεται η χρέωση ενέργειας αλλά και η χρέωση ισχύος με διαφορετική τιμή χρέωσης ανά ζώνη μέτρησης. Οι ζώνες μέτρησης είναι η Ζώνη αιχμής, η ενδιάμεση ζώνη και η ζώνη ελάχιστης ζήτησης.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν, το μεγαλύτερο μέρος της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας οφείλεται στο κολυμβητήριο. Εκτός του κολυμβητηρίου, ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται και στις υπόλοιπες εγκαταστάσεις του ΠΕΑΚΙ, οι κυριότερες των οποίων είναι το κλειστό γυμναστήριο, το στάδιο και ορισμένα ακόμη βοηθητικά κτίρια.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί, απεικονίζεται η συνολική ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώθηκε από την παροχή αυτή, για το έτος 2023.



Διάγραμμα 5.3-1 Ωριαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εγκαταστάσεων ΠΕΑΚΙ για το έτος 2023

Στα πλαίσια διενέργειας αυτοψίας στις εγκαταστάσεις του ΠΕΑΚΙ και κατόπιν επικοινωνίας με το τεχνικό προσωπικό, διαπιστώθηκε πως δεν πραγματοποιήθηκε καμία σημαντική αναβάθμιση (εξαιρώντας την αντικατάσταση των συμβατικών φωτιστικών με φωτιστικά τεχνολογίας LED) και αλλαγή στον τρόπο λειτουργίας των εγκαταστάσεων. Επομένως κρίνεται ότι μπορούν να αντληθούν πληροφορίες από τις καταναλώσεις του 2015, οι οποίες αφορούν τον σύνολο των εγκαταστάσεων του ΠΕΑΚΙ, πλην του κολυμβητηρίου.

Ο υπολογισμός του ωριαίου προφίλ τυπικής ημέρας του κολυμβητηρίου υπολογίστηκε βάσει της ακόλουθης μεθοδολογίας:

- Αρχικά από τις ωριαίες μετρήσεις του ΔΕΔΔΗΕ το 2015 που αφορούν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του συνόλου των εγκαταστάσεων του ΠΕΑΚΙ, εκτός του κολυμβητηρίου, προσδιορίζεται το ωριαίο προφίλ τυπικής ημέρας για όλους τους μήνες του 2015.
- Από τις ωριαίες μετρήσεις του ΔΕΔΔΗΕ για το 2023, που αφορούν τη συνολική κατανάλωση των εγκαταστάσεων του ΠΕΑΚΙ (συμπεριλαμβανομένου του κολυμβητηρίου), το ωριαίο προφίλ τυπικής ημέρας για όλους τους μήνες του 2023.
- Με δεδομένο ότι τα φορτία των λοιπών εγκαταστάσεων (πλην του Κολυμβητηρίου) του ΠΕΑΚΙ από το 2015 δεν έχουν αλλάξει ιδιαίτερα, μπορεί η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας να θεωρηθεί σταθερή. Επομένως, αφαιρώντας από το προφίλ τυπικής ημέρας του 2023 που αφορά όλες τις εγκαταστάσεις του ΠΕΑΚΙ, το προφίλ τυπικής ημέρας του 2015, προκύπτει το προφίλ τυπικής ημέρας του κολυμβητηρίου για το έτος 2023.

Σημειώνεται ότι η τυπική ημέρα του Δεκεμβρίου για τον πρώτο πίνακα έχει υπολογισθεί από τις καταγραφές του ΔΕΔΔΗΕ έως και τις 14 Δεκέμβρη καθώς μετά την 14^η συνδέθηκε στην παροχή και η κατανάλωση του Κολυμβητηρίου.

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας εγκαταστάσεων ΠΕΑΚΙ (χωρίς το κολυμβητήριο) για το έτος 2015 (kWh)												
Ώρα/Μήνας	Ιαν-23	Φεβ-23	Μαρ-23	Απρ-23	Μαϊ-23	Ιουν-23	Ιουλ-23	Αυγ-23	Σεπ-23	Οκτ-23	Νοε-23	Δεκ-23
0	11,59	10,77	12,96	12,03	8,77	7,59	7,37	10,18	13,80	15,43	21,24	13,15
1	8,96	8,71	10,67	9,30	7,34	6,99	7,24	7,91	7,23	5,79	8,99	13,34
2	9,00	8,39	10,21	6,47	7,35	7,19	7,32	8,03	7,64	5,88	7,79	12,88
3	9,05	8,44	9,79	6,53	7,30	7,25	7,31	8,06	7,87	5,81	7,62	11,12
4	9,11	8,46	10,00	6,02	4,63	4,15	3,88	6,29	6,19	5,08	7,69	10,13
5	9,75	8,71	10,13	5,83	3,88	3,39	2,84	3,75	3,44	4,77	7,82	12,21
6	9,84	9,62	12,25	7,28	5,44	4,54	3,37	4,28	3,97	5,98	10,56	10,20
7	9,14	7,97	10,32	5,94	3,26	2,65	2,37	3,15	3,44	4,95	8,54	10,48
8	8,80	7,75	9,61	5,14	2,80	3,13	2,84	2,91	2,52	5,44	7,45	10,27
9	9,77	9,01	9,83	5,15	4,06	5,15	4,34	2,56	2,68	5,25	7,45	11,68
10	11,83	11,65	12,71	6,88	5,08	6,75	4,68	2,80	3,41	6,17	9,50	13,55
11	13,09	13,90	14,52	8,34	5,36	7,65	4,40	3,78	3,64	7,61	9,94	13,98
12	12,98	13,86	15,41	8,17	5,15	8,68	4,34	3,00	3,69	8,49	9,71	13,34
13	13,11	14,45	15,89	8,04	5,27	8,38	3,86	2,80	3,26	7,38	10,66	15,99
14	14,16	13,47	17,45	8,08	5,48	7,46	3,72	2,71	3,96	7,54	13,86	21,18
15	16,61	15,16	21,45	10,65	7,99	7,23	3,66	3,02	5,28	10,20	16,54	27,88
16	21,77	20,35	26,10	14,07	9,11	7,33	3,60	3,06	6,12	13,97	23,51	39,69
17	30,86	29,19	31,75	16,20	12,35	8,65	4,71	4,67	9,38	18,60	35,74	47,65
18	40,32	40,39	38,47	20,19	15,00	12,29	7,79	6,72	14,11	25,13	45,08	52,36
19	41,81	43,32	44,70	23,57	17,16	15,61	10,00	8,52	18,68	31,45	46,72	53,98
20	41,02	40,24	43,78	27,04	20,01	17,76	11,67	11,83	27,06	34,83	45,54	50,47

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας εγκαταστάσεων ΠΕΑΚΙ (χωρίς το κολυμβητήριο) για το έτος 2015 (kWh)												
Ώρα/Μήνας	Ιαν-23	Φεβ-23	Μαρ-23	Απρ-23	Μαϊ-23	Ιουν-23	Ιουλ-23	Αυγ-23	Σεπ-23	Οκτ-23	Νοε-23	Δεκ-23
21	37,96	36,68	41,31	30,41	26,41	23,85	16,46	17,99	26,60	32,98	43,84	46,41
22	31,92	32,50	36,65	28,10	23,97	25,60	16,85	16,20	24,26	30,07	38,72	35,86
23	24,64	25,35	28,97	22,31	21,55	12,05	8,08	13,33	22,21	25,44	31,57	23,98

Πίνακας 5.3.1 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας Γυμναστηρίου για το έτος 2015 (kWh)

Ο παρακάτω πίνακας αποτυπώνει την κατανάλωση τυπικής ημέρας της συνολικής παροχής του ΠΕΑΚΙ για το έτος 2023.

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας του ΠΕΑΚΙ για το έτος 2023 (kWh)												
Ώρα/Μήνας	Ιαν-23	Φεβ-23	Μαρ-23	Απρ-23	Μαϊ-23	Ιουν-23	Ιουλ-23	Αυγ-23	Σεπ-23	Οκτ-23	Νοε-23	Δεκ-23
0	61,17	63,86	61,59	56,64	55,12	56,83	55,14	54,80	55,00	56,16	63,02	62,77
1	54,06	53,23	51,81	50,42	50,63	51,72	52,46	52,33	52,40	50,18	49,44	49,83
2	52,63	52,36	51,04	48,56	49,40	49,94	50,52	50,26	50,30	48,74	48,86	49,62
3	53,39	52,79	51,75	48,88	49,61	50,01	50,55	50,21	50,24	48,75	48,94	49,77
4	53,55	52,65	50,08	48,49	49,37	50,06	50,56	50,29	50,33	50,25	48,80	49,41
5	53,26	52,31	50,49	48,16	49,16	49,93	50,49	50,23	50,26	48,64	48,27	49,76
6	52,12	51,60	50,53	47,69	48,64	49,88	50,47	50,16	50,21	48,70	48,86	49,72
7	53,02	51,72	51,13	48,03	49,07	49,92	50,54	50,34	50,41	48,87	50,14	51,47
8	56,84	56,18	54,50	50,81	50,17	51,38	51,81	51,67	51,77	51,26	53,99	59,30
9	61,80	73,06	65,56	52,61	52,39	54,31	53,15	52,76	52,95	54,26	58,16	65,36
10	70,45	89,36	76,04	54,39	53,18	56,17	55,27	55,47	55,47	54,28	62,82	73,76
11	71,76	85,15	70,62	55,41	53,82	56,48	57,00	57,45	57,21	55,36	63,27	75,75
12	74,08	79,61	68,85	57,33	53,65	58,26	57,53	57,26	56,81	56,23	65,57	68,81
13	76,02	72,61	68,70	58,29	52,59	58,07	58,84	56,66	56,36	56,16	64,52	67,42
14	77,58	71,56	69,25	59,93	52,99	56,89	57,35	54,91	54,98	55,66	61,10	67,21

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας του ΠΕΑΚΙ για το έτος 2023 (kWh)												
Ώρα/ Μήνας	Ιαν- 23	Φεβ- 23	Μαρ- 23	Απρ- 23	Μαϊ- 23	Ιουν- 23	Ιουλ- 23	Αυγ- 23	Σεπ- 23	Οκτ- 23	Νοε- 23	Δεκ- 23
15	74,31	69,73	66,78	57,99	53,01	60,18	56,04	55,55	55,90	56,45	63,03	73,80
16	81,57	75,50	68,48	58,30	55,41	61,14	56,88	56,43	56,71	58,48	78,58	83,83
17	89,59	81,84	75,63	61,43	58,43	62,87	57,18	55,88	55,97	61,62	77,94	87,51
18	100,90	89,05	83,08	65,46	61,59	64,32	57,85	57,70	57,60	64,67	89,13	100,67
19	109,35	96,73	89,06	68,00	64,21	65,43	60,74	61,62	61,45	68,04	96,81	104,27
20	105,43	101,88	93,12	71,35	66,30	69,40	61,88	63,21	62,89	74,10	95,83	104,67
21	93,28	98,78	92,29	71,15	67,48	75,08	63,35	65,03	64,95	75,00	95,18	98,13
22	77,10	89,51	82,07	66,46	64,25	68,90	61,72	61,95	61,84	72,09	87,30	90,19
23	71,71	79,88	75,75	63,78	59,93	62,84	58,65	58,61	58,46	67,19	78,32	80,74

Πίνακας 5.3.2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας του ΠΕΑΚΙ για το έτος 2023 (kWh)

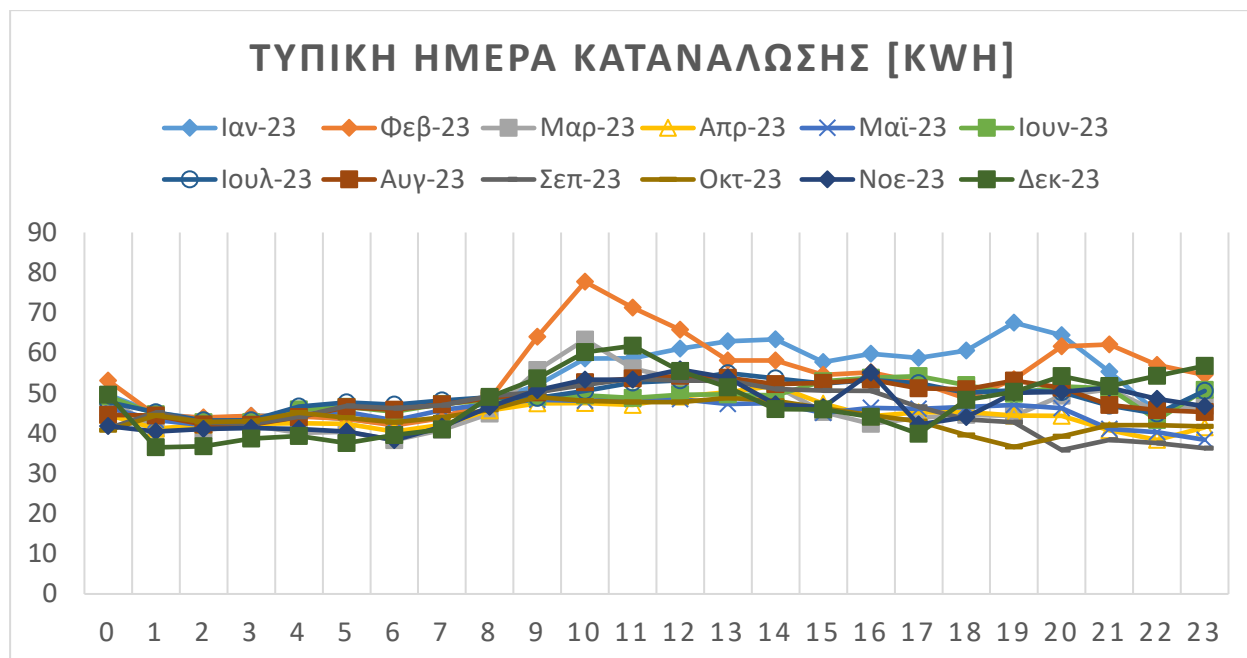
Συνδυάζοντας τους δύο παραπάνω πίνακες (αφαίρεση από την συνολική κατανάλωση, την κατανάλωση του γυμναστηρίου) προκύπτει η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας για το 2023, όπως αποτυπώνεται στον παρακάτω πίνακα.

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας Κολυμβητηρίου για το έτος 2023 (kWh)												
Ώρα/ Μήνας	Ιαν- 23	Φεβ- 23	Μαρ- 23	Απρ- 23	Μαϊ- 23	Ιουν- 23	Ιουλ- 23	Αυγ- 23	Σεπ- 23	Οκτ- 23	Νοε- 23	Δεκ- 23
0	50	53	49	45	46	49	48	45	41	41	42	50
1	45	45	41	41	43	45	45	44	45	44	40	36
2	44	44	41	42	42	43	43	42	43	43	41	37
3	44	44	42	42	42	43	43	42	42	43	41	39
4	44	44	40	42	45	46	47	44	44	45	41	39
5	44	44	40	42	45	47	48	46	47	44	40	38
6	42	42	38	40	43	45	47	46	46	43	38	40
7	44	44	41	42	46	47	48	47	47	44	42	41

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας Κολυμβητηρίου για το έτος 2023 (kWh)												
Ώρα/ Μήνας	Ιαν- 23	Φεβ- 23	Μαρ- 23	Απρ- 23	Μαϊ- 23	Ιουν- 23	Ιουλ- 23	Αυγ- 23	Σεπ- 23	Οκτ- 23	Νοε- 23	Δεκ- 23
8	48	48	45	46	47	48	49	49	49	46	47	49
9	52	64	56	47	48	49	49	50	50	49	51	54
10	59	78	63	48	48	49	51	53	52	48	53	60
11	59	71	56	47	48	49	53	54	54	48	53	62
12	61	66	53	49	49	50	53	54	53	48	56	55
13	63	58	53	50	47	50	55	54	53	49	54	51
14	63	58	52	52	48	49	54	52	51	48	47	46
15	58	55	45	47	45	53	52	53	51	46	46	46
16	60	55	42	44	46	54	53	53	51	45	55	44
17	59	53	44	45	46	54	52	51	47	43	42	40
18	61	49	45	45	47	52	50	51	43	40	44	48
19	68	53	44	44	47	50	51	53	43	37	50	50
20	64	62	49	44	46	52	50	51	36	39	50	54
21	55	62	51	41	41	51	47	47	38	42	51	52
22	45	57	45	38	40	43	45	46	38	42	49	54
23	47	55	47	41	38	51	51	45	36	42	47	57

Πίνακας 5.3.3 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας Κολυμβητηρίου για το έτος 2023 (kWh)

Ο παραπάνω πίνακας παρουσιάζεται παρακάτω και σε μορφή διαγράμματος.

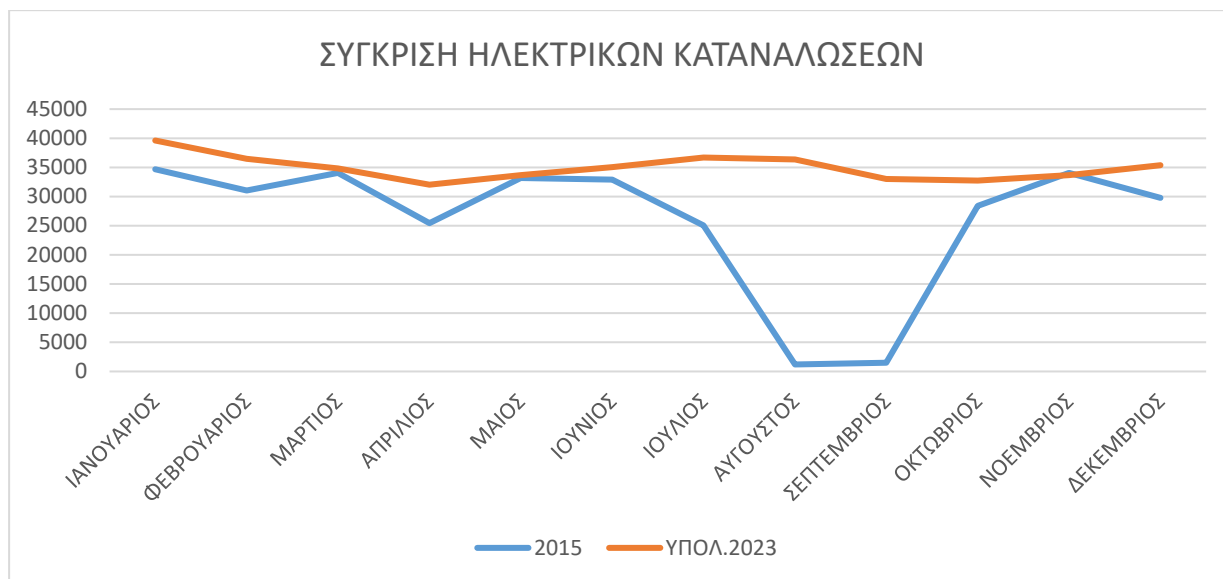


Διάγραμμα 5.3-2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τυπικής ημέρας Κολυμβητηρίου για το έτος 2023 (kWh)

Όπως προκύπτει από το παραπάνω διάγραμμα η κατανάλωση κατά τη διάρκεια μιας τυπικής ημέρας παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια ολόκληρου του χρόνου, εκτός από το χρονικό διάστημα 18:00-22:00 τους χειμερινούς μήνες. Τις ώρες από τις 23.00 – 09.00 παρατηρείται ένα σταθερό φορτίο βάσης το οποίο αποτελείται κυρίως από τις καταναλώσεις των αντλιών ανακυκλοφορίας και του εξωτερικού φωτισμού.

Στο επόμενο διάγραμμα απεικονίζεται η σύγκριση των ηλεκτρικών καταναλώσεων του Κολυμβητηρίου, και συγκεκριμένα:

- Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του Κολυμβητηρίου του 2015, βάσει των τιμολογίων του παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας της παροχής Χαμηλής Τάσης που τροφοδοτούσε το Κολυμβητήριο.
- Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του Κολυμβητηρίου του 2023, που προέκυψε από την ανάλυση που προηγήθηκε.



Διάγραμμα 5.3-3 Σύγκριση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας Κολυμβητηρίου ετών 2015 και 2023

Όπως διαπιστώνεται από το παραπάνω διάγραμμα, οι καταναλώσεις παρουσιάζουν μικρές αποκλίσεις, εξαιρώντας το διάστημα Αυγούστου – Σεπτεμβρίου κατά το οποίο το 2015 το κολυμβητήριο δεν λειτουργούσε λόγω συντήρησης των εγκαταστάσεων. Κατά τους υπόλοιπους μήνες, οι μικρές αποκλίσεις που παρατηρούνται οφείλονται σε φορτία των οποίων η λειτουργία επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες, ήτοι στον εσωτερικό φωτισμό (εξαρτάται και από τις ώρες ηλιοφάνειας κατά τη διάρκεια της ημέρας) και στα συστήματα θέρμανσης του κτιρίου (εξαρτάται από την εξωτερική θερμοκρασία).

5.3.2 Υπολογισμός Ενεργειακής Γραμμής Βάσης Ηλεκτρικής Κατανάλωσης Έτους Αναφοράς 2023

Για τον προσδιορισμό της Ενεργειακής Γραμμής Βάσης κρίνεται αναγκαίος ο προσδιορισμός των σημαντικότερων φορτίων του Κολυμβητηρίου στην υφιστάμενη κατάσταση. Τα κυριότερα φορτία στην υφιστάμενη κατάσταση διαμορφώνονται ως εξής:

- **Αντλίες ανακυκλοφορίας:** Λειτουργούν συνεχόμενα κατά τη διάρκεια όλου του έτους για τον απαραίτητο καθαρισμό του νερού. Με βάση τις μηνιαίες ώρες λειτουργίας και την ονομαστική τους ισχύ 37,3 kW υπολογίζονται οι ετήσιες καταναλώσεις τους σε ηλεκτρική ενέργεια.
- **Εσωτερικός και Εξωτερικός Φωτισμός:** Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των συστημάτων φωτισμού υπολογίσθηκε βάσει των τεχνικών χαρακτηριστικών των υφιστάμενων προβολέων, φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων τεχνολογίας LED, των ωρών λειτουργίας της εγκατάστασης, καθώς επίσης και των υποδείξεων του προσωπικού της εγκατάστασης σχετικά με τη χρήση αυτών.

Αποτύπωση υφιστάμενου φωτισμού Κολυμβητηρίου				
Χώρος	Αριθμός Φ.Σ.	Τύπος Φ.Σ.	Ισχύς (W)	Συνολική Ισχύς (kW)
Μεγάλη πισίνα	14	LED Προβολέας	200	2,8
	18	LED Προβολέας	125	2,25
Διάδρομος	10	Λαμπτήρες LED	6	0,06
Μικρή πισίνα	8	LED Προβολέας	125	1
Αποδυτήρια	23	Φωτιστικά LED	60	1,38
	2	Λαμπτήρες LED	7	0,014
	5	Λαμπτήρες LED	20	0,1
Γυμναστήριο	6	Φωτιστικά LED	60	0,36
Αίθουσα αναμονής	24	Φωτιστικά LED	60	1,44
	6	LED tubes	16	0,096
Μηχανοστάσιο	7	Φωτιστικά LED	60	0,42
Εξωτερικός φωτισμός	12	Λαμπτήρας LED	9	0,108
	4	Λαμπτήρας LED	20	0,08
Σύνολο	141			10,108

Πίνακας 5.3.4 Αποτύπωση υφιστάμενου φωτισμού Κολυμβητηρίου

- Ανεμιστήρες αερισμού: Λειτουργούν όποτε απαιτείται από το τεχνικό προσωπικό του κολυμβητηρίου, και ως εκ τούτου η κατανάλωση τους υπολογίσθηκε βάσει των υποδείξεων του προσωπικού και των τεχνικών χαρακτηριστικών αυτών.
- Καυστήρες και κυκλοφορητές λεβήτων ζεστού νερού για θέρμανση και Ζ.Ν.Χ.: Λόγω της χαμηλής ονομαστικής ισχύος τόσο των καυστήρων όσο και των κυκλοφορητών οι καταναλώσεις τους παραμένουν χαμηλές σε σχέση με τα υπόλοιπα σημαντικά φορτία. Η μηνιαία και ετήσια ηλεκτρική κατανάλωση τους προκύπτει από τον προσδιορισμό τυπικής ημερήσιας κατανάλωσης για τη περίοδο α. θέρμανσης και β. των υπόλοιπων μηνών με βάση τις μετρήσεις που ολοκληρώθηκαν στα πλαίσια του ενεργειακού ελέγχου.

	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΧΕΙΜΕΡ. [kWh]	ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΘΕΡ. [kWh]
Καυστήρας 1	9,72	
Καυστήρας 2	8,90	8,90
Καυστήρας 3	4,77	4,77
Κυκλοφορητής Καλοριφέρ	2,70	0,00
Κυκλοφορητής Καλοριφέρ αποδυτηρίων	2,45	0,00
Κυκλοφορητής ΖΝΧ	2,45	0,00
Κυκλοφορητής FCU	2,7	0,00
Κυκλοφορητής Εναλλάκτη Μικρής Πισίνας	2,7	2,70
Κυκλοφορητής Εναλλάκτη Μεγάλης Πισίνας	2,7	2,70
Σύνολο	39,08	19,06

Πίνακας 5.3.5 Μέση ημερήσια χειμερινή και θερινή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας καυστήρων και κυκλοφορητών κολυμβητηρίου

- Λοιπά φορτία τα οποία η κατανάλωσή τους υπολογίστηκε στο 10% της συνολικής του κολυμβητηρίου και αποτελείται από τα παρακάτω φορτία:
 - Ανεμιστήρες - Αερόθερμα: Δεν λειτουργούν όλα και καθίσταται αδύνατον να προσδιοριστεί η ακριβής κατανάλωσή τους. Η λειτουργική τους ισχύ είναι 31,5 kW, και στα πλαίσια του ενεργειακού ελέγχου μετρήθηκε η ισχύς ενός τριφασικού αερόθερμου ίση με 6 A στη μία φάση και με βάση τη μέτρηση υπολογίστηκε η συνολική ισχύς δεδομένου ότι όλα τα αερόθερμα είναι της ίδιας ισχύος, τεχνολογίας και έτους κατασκευής με την ίδια επιβάρυνση της απόδοσης τους λόγω παλαιότητας.
 - Πίνακας αποτύπωσης αποτελεσμάτων κολυμβητηρίου.
 - Καταναλώσεις θέσεων εργασίας (Υπολογιστές, ρευματοδότες, κλπ.).
 - Απώλειες μετασχηματιστή και θερμικές απώλειες καλωδίων χαμηλής τάσης.

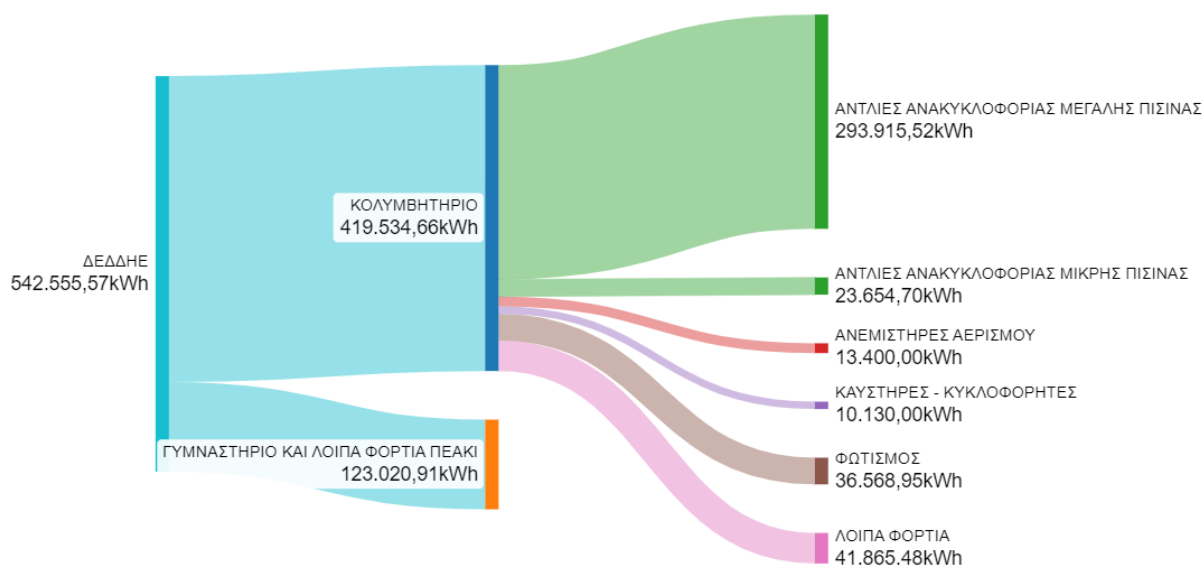
Σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση, και κατόπιν διενέργειας υπολογισμών πραγματοποιήθηκε ο επιμερισμός της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του Κολυμβητηρίου στα κύρια επιμέρους φορτία αυτού και παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Φορτία Κολυμβητηρίου	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)
Αντλίες ανακυκλοφορίας μεγάλης πισίνας	293.915,52
Αντλίες ανακυκλοφορίας μικρής πισίνας	23.654,70
Ανεμιστήρες αερισμού	13.400,00
Καυστήρες - Κυκλοφορητές	10.130,00
Φωτισμός	36.568,95
Λοιπά φορτία (10%)	41.865,48
Σύνολο	419.534,66

Πίνακας 5.3.6 Επιμερισμός ετήσιας κατανάλωσης φορτίων κολυμβητηρίου

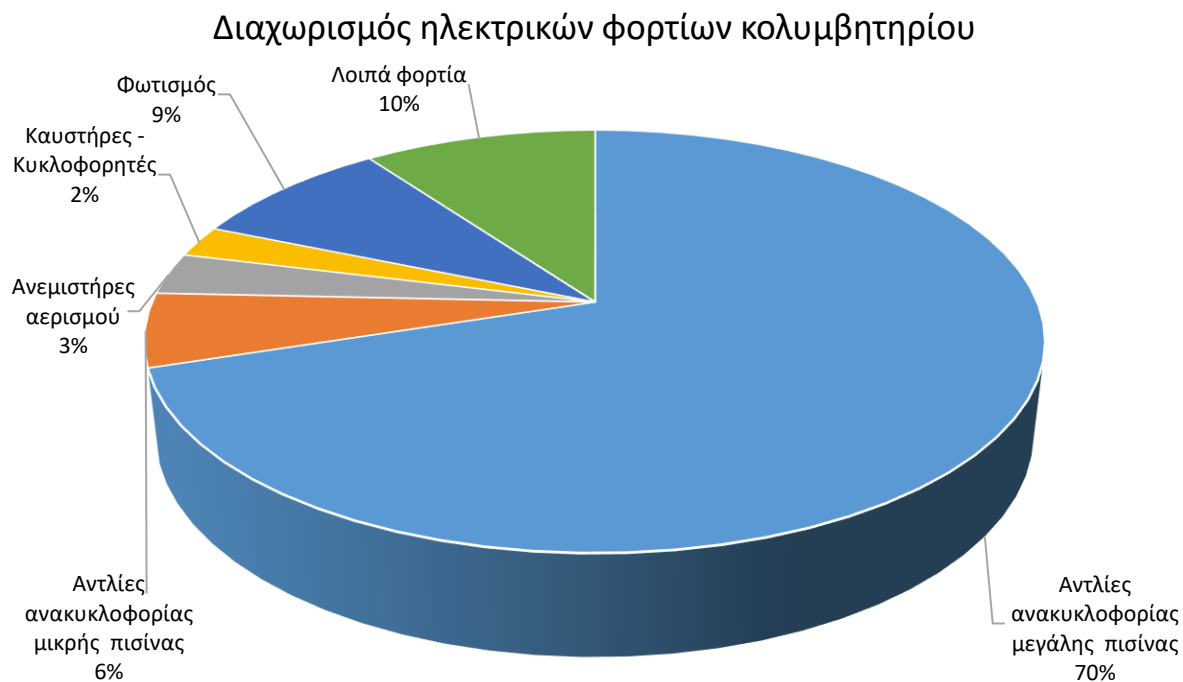
5.3.3 Διάγραμμα Sankey Ροής Ηλεκτρικής Ενέργειας τη Περίοδο Βάσης 2023

Στο παρακάτω διάγραμμα Sankey παρουσιάζεται η ροή της ηλεκτρικής ενέργειας και ο επιμερισμός αυτής στα κύρια φορτία του Κολυμβητηρίου για το διάστημα από τον Δεκέμβριο του 2022 έως και τον Νοέμβριο του 2023.



Διάγραμμα 5.3-4

Διάγραμμα Sankey Ροής Ηλεκτρικής Ενέργειας Κολυμβητηρίου



Διάγραμμα 5.3-5

Διαχωρισμός ηλεκτρικών φορτίων κολυμβητηρίου

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό από τα παραπάνω διαγράμματα, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται στις αντλίες ανακυκλοφορίας της μεγάλης πίεσης οι οποίες λειτουργούν αδιαλείπτως κατά τη διάρκεια του έτους.

6 Προτεινόμενα Μέτρα Ενεργειακής Αναβάθμισης

Οι βασικές πηγές κατανάλωσης του κολυμβητηρίου είναι η ηλεκτρική ενέργεια και το πετρέλαιο. Βασικούς καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν

- οι αντλίες ανακυκλοφορίας των δεξαμενών, που λειτουργούν σε μόνιμη βάση 24ώρου
- ο εσωτερικός και εξωτερικός φωτισμός του κτιρίου
- οι ανεμιστήρες εξαερισμού

Ενώ, η καύση πετρελαίου καλύπτει τα βασικά φορτία:

- τις απώλειες θερμότητας του κτιρίου (τα φορτία εξαερισμού συμπεριλαμβάνονται)
- τις θερμικές απώλειες των κολυμβητικών δεξαμενών, και
- την κάλυψη των αναγκών σε ZNX

Τα προτεινόμενα μέτρα ενεργειακής εξοικονόμησης έχουν ως σκοπό την συνολική μείωση της καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας και τις συνολικές εκπομπές CO₂. Τα προτεινόμενα μέτρα αποσκοπούν στην κατά το δυνατόν μείωση των ενεργειακών αναγκών και έπειτα στην κάλυψη των εναπομεινάντων αναγκών με τον καλύτερο ενεργειακό βαθμό απόδοσης.

Αν και οι προτεινόμενες τεχνολογίες θα αυξήσουν την συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, και θα μειώσουν την κατανάλωση πετρελαίου, ωστόσο θα έχουν ως αποτέλεσμα το συνολικό ενεργειακό αποτύπωμα να είναι μικρότερο.

Μέτρα ενεργειακής **αναβάθμισης κελύφους**:

- Αντικατάσταση πάνελ οροφής κτιρίου κολυμβητηρίου (πλην τμήματος σκεπής πάνω από τις κερκίδες που αντικαταστάθηκε πρόσφατα)
- Αντικατάσταση περιμετρικών ανοιγμάτων με κουφώματα αλουμινίου καλύτερης ενεργειακής απόδοσης
- Αντικατάσταση ανοιγμάτων των χώρων κάτω από τις κερκίδες (αποδυτηρίων και γραφείων) με κουφώματα αλουμινίου καλύτερης ενεργειακής απόδοσης
- Αντικατάσταση επιφάνειας πολυκαρβονικού στην μεριά της μικρής δεξαμενής

Μέτρα ενεργειακής **αναβάθμισης μηχανολογικού εξοπλισμού** παραγωγής, μεταφοράς και διάθεσης θερμικής ενέργειας:

- Εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας για την κάλυψη των θερμικών αναγκών κτιριακού κελύφους μετά του απαραίτητου εξοπλισμού.
- Εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας για την κάλυψη των θερμικών αναγκών της μεγάλης και μικρής δεξαμενής μετά του απαραίτητου εξοπλισμού.
- Εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας για την κάλυψη των συνολικών αναγκών σε ZNX μετά του απαραίτητου εξοπλισμού
- Εγκατάσταση πρόσθετων δοχείων αποθήκευσης νερού για την αποτελεσματικότερη κάλυψη των αναγκών σε ZNX

- Αντικατάσταση του ενός λέβητα νερού, μαζί με τον καυστήρα του, για την θέρμανση των κολυμβητικών δεξαμενών, με νέο καινούργιο ζεύγος λέβητα – καυστήρα, μετά του απαραίτητου εξοπλισμού
- Εγκατάσταση ισοθερμικών καλυμμάτων μεγάλης και μικρής δεξαμενής
- Αντικατάσταση των 9 πλευρικών αερόθερμων

Μέτρα ενεργειακής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας:

- Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BMS)

Μέτρα εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας – Παρεμβάσεις ΑΠΕ:

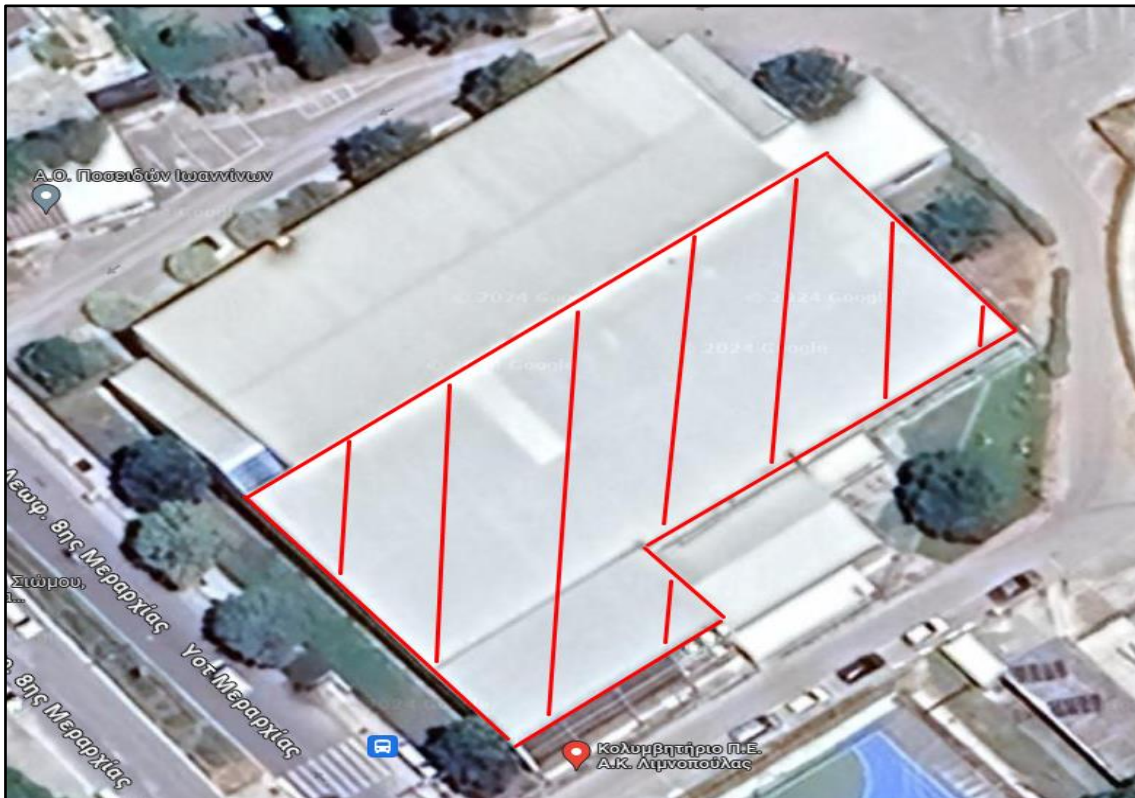
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 396,9 kWp υπό το καθεστώς του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net metering).

Επιπρόσθετα, λόγω της εγκατάστασης αντλιών θερμότητας, κυκλοφορητών και boiler συνολικής ισχύος περί τα 370 kW για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ΖΝΧ του κολυμβητηρίου, προβλέπεται η εγκατάσταση νέου Υποσταθμού 20/0.4 kV και σύνδεση αυτού μέσω νέας παροχής Μέσης Τάσης με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ. Δεδομένου ότι υφιστάμενος μετασχηματιστής είναι 400 kVA, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι δεν δύναται να τροφοδοτήσει τα ηλεκτρικά φορτία του προτεινόμενου εξοπλισμού.

6.1 Αντικατάσταση τμήματος οροφής με νέα πάνελ πολυουρεθάνης

Για τον περιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου προτείνεται η αντικατάσταση των πάνελ της οροφής με νέου τύπου καλύτερης θερμικής συμπεριφοράς, με αντίστοιχη συντήρηση του μεταλλικού σκελετού όπου απαιτείται. Η επιφάνεια της στέγης πάνω από τις κερκίδες αντικαταστάθηκε πρόσφατα με πάνελ πολυουρεθάνης, επομένως το προτεινόμενο μέτρο θα εφαρμοστεί στο υπόλοιπο τμήμα της σκεπής.

Συγκεκριμένα, προτείνεται η αντικατάσταση του τμήματος οροφής, επιφάνειας περίπου 1.876 m², με πάνελ πολυουρεθάνης πάχους 60 mm με μέγιστο συντελεστή θερμοπερατότητας τα 0,36 W/m²K. Η εν λόγω παρέμβαση, κρατώντας την υπόλοιπη κτιριακή και ηλεκτρομηχανολογική κατάσταση ως υφιστάμενη, έχει ως αποτέλεσμα την **ετήσια εξοικονόμηση 98.991 kWh ενέργειας θέρμανσης κτιρίου.**



Εικόνα 6.1.1 Αντικατάσταση τμήματος οροφής με νέο πάνελ πολυουρεθάνης

6.2 Αντικατάσταση ανοιγμάτων με κούφωμα αλουμινίου και τμήματος πολυκαρβονικού

Για τον περιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου προτείνεται η αντικατάσταση των ανοιγμάτων με κουφώματα νέου τύπου καλύτερης ενεργειακής απόδοσης. Συγκεκριμένα προτείνεται η αντικατάσταση:

- των περιμετρικών ανοιγμάτων των χώρων των κολυμβητικών δεξαμενών (κόκκινη σημείωση της **Εικόνα 6.2.1**)
- των ανοιγμάτων των χώρων κάτω από τις κερκίδες (πράσινη σημείωση της **Εικόνα 6.2.1**)
- των ανοιγμάτων στην οροφή του κολυμβητηρίου, που συνεισφέρουν στον φυσικό φωτισμό και αερισμό (ροζ σημείωση της **Εικόνα 6.2.1**), και
- της ΝΑ πολυκαρβονικής επιφάνειας στην πλευρά της μικρής δεξαμενής (μπλε σημείωση της **Εικόνα 6.2.1**)

Στην περίπτωση αντικατάστασης ανοιγμάτων με κούφωμα αλουμινίου ο συντελεστής θερμοπερατότητας θα είναι $1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ενώ το φύλλο πολυκαρβονικού στην πλευρά της μικρής δεξαμενής θα είναι πάχους 8 mm και με μέγιστο συντελεστή θερμοπερατότητας $3,7 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Με την εφαρμογή της συγκεκριμένης παρέμβασης και την διατήρηση των υπόλοιπων στοιχείων, κελύφους και Η/Μ, αμετάβλητα **υπολογίζεται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας θέρμανσης κελύφους στην διάρκεια ενός έτους είναι 78.654 kWh .**



Εικόνα 6.2.1 Αντικατάσταση ανοιγμάτων κτιρίου ανά περίπτωση

6.3 Εγκατάσταση Αερόψυκτων Αντλιών Θερμότητας για την θέρμανση του κτιρίου, των κολυμβητικών δεξαμενών και την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ

Για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και εξαερισμού του κτιρίου προτείνεται η εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας αέρα – νερού, θερμικής απόδοσης 330 kW. Η εγκατάσταση της αντλίας θερμότητας περιλαμβάνει και ένα δοχείο αδρανείας 1000 λίτρων, έναν διανομέα για την τροφοδοσία των αερόθερμων και των σωμάτων πάνελ με ξεχωριστούς κυκλοφορητές και τα υπόλοιπα παρεμφερή εξαρτήματα βανών, ασφαλιστικών και δοχείου διαστολής.

Για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης των κολυμβητικών δεξαμενών προτείνεται η εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας αέρα – νερού, θερμικής απόδοσης 380 kW. Η εγκατάσταση της αντλίας θερμότητας περιλαμβάνει και ένα δοχείο αδρανείας 1000 λίτρων, έναν διανομέα για την τροφοδοσία των δυο δεξαμενών με ξεχωριστούς κυκλοφορητές, δυο πλακοειδής εναλλάκτες και τα υπόλοιπα παρεμφερή εξαρτήματα βανών, ασφαλιστικών και δοχείου διαστολής.

Για την κάλυψη θερμικού φορτίου των αναγκών σε ΖΝΧ προτείνεται η εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας αέρα – νερού, υψηλών θερμοκρασιών, θερμικής απόδοσης 70 kW. Η εγκατάσταση της αντλίας θερμότητας περιλαμβάνει και δοχεία αδρανείας συνολικής χωρητικότητας 4.000 λίτρων, έναν διανομέα για την τροφοδοσία των τριών αποδυτηρίων με ξεχωριστούς κυκλοφορητές, τρεις πλακοειδής εναλλάκτες και τα υπόλοιπα παρεμφερή εξαρτήματα βανών, ασφαλιστικών και δοχείου διαστολής.

Όπως αναφέρθηκε οι παρεμβάσεις θα έχουν ως αποτέλεσμα την μεταφορά τους βάρους των θερμικών φορτίων από την χρήση πετρελαίου σε κάλυψη από την ηλεκτρική ενέργεια. Η εξοικονόμηση πραγματοποιείται από τους καλύτερους βαθμούς απόδοσης της προτεινόμενης τεχνολογίας και τον καλύτερο μετασχηματισμό της ενέργειας. **Για την ίδια ποσότητα ενέργειας**

χρήσης από τον τελικό καταναλωτή με αντίστοιχους βαθμούς απόδοσης, του υφιστάμενου λέβητα 90% και της προτεινόμενης Α.Θ. COP=3.0, και με την χρήση των αντίστοιχων συντελεστών αναγωγής σε πρωτογενή ενέργεια, βάση ΚΕΝΑΚ, 1.10 για πετρέλαιο και 2.10 για ηλεκτρική ενέργεια, προκύπτει ότι η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας είναι της τάξεως $((1/3)*2,1)/((1/0.9)*1.10)=0,573$ ή 42,70%. Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας είναι ακόμα μεγαλύτερη αν ληφθεί υπόψη και η αντικατάσταση των ενδιάμεσων συσκευών πλακοειδών εναλλακτών που ο βαθμός απόδοσης τους παίζει εξίσου κρίσιμο ρόλο.

6.4 Αντικατάσταση λέβητα – καυστήρα πετρελαίου με νέο ζεύγος λέβητα-καυστήρα

Για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης κτιρίου και κολυμβητικών δεξαμενών είναι εγκατεστημένοι δυο λέβητες με καυστήρες πετρελαίου. Σύμφωνα με την **Εικόνα 3.3.3** ο ένας ο λέβητας είναι κατασκευασμένος το 1994 και ο άλλος το 2011. Λαμβάνοντας υπόψη την ηλικία τους και την ένταση της λειτουργίας τους όλο αυτό το διάστημα γίνεται αντιληπτό ότι δεν διακυβεύεται μόνο ο χαρακτήρας της εφεδρικότητας τους, ως μέλλοντα συμπληρωματικά συστήματα των αντλιών θερμότητας, αλλά και η καθαυτή κύρια χρήση τους. Τα υφιστάμενα συστήματα αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα οξειδώσεων και διαβρώσεων, και σε κάθε περίπτωση πρέπει να αντικατασταθούν.

Η πρόταση εγκατάσταση δυο ιδιαίτερων αντλιών θερμότητας αέρα -νερού για τα φορτία του κτιρίου και των δεξαμενών είναι ήδη μια επιλογή ευέλικτη στη χρήση και στην αντιμετώπιση μελλοντικών δυσχερειών στην διάθεση θερμικής ενέργειας. Προτείνεται η αντικατάσταση του παλιού λέβητα, έτους κατασκευής 1994, με νέο θερμικής ισχύος 600 kW μαζί με **καυστήρα διπλού καυσίμου** πετρελαίου – αερίου, ως πρόβλεψη για την μελλοντική επέκταση του δικτύου φυσικού αερίου στην πόλη των Ιωαννίνων.

Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας μέσω αυτής της παρέμβασης θα είναι 10%, όσο ακριβώς και η διαφορά των βαθμών απόδοσης του παλαιού με το νέο προτεινόμενο σύστημα.

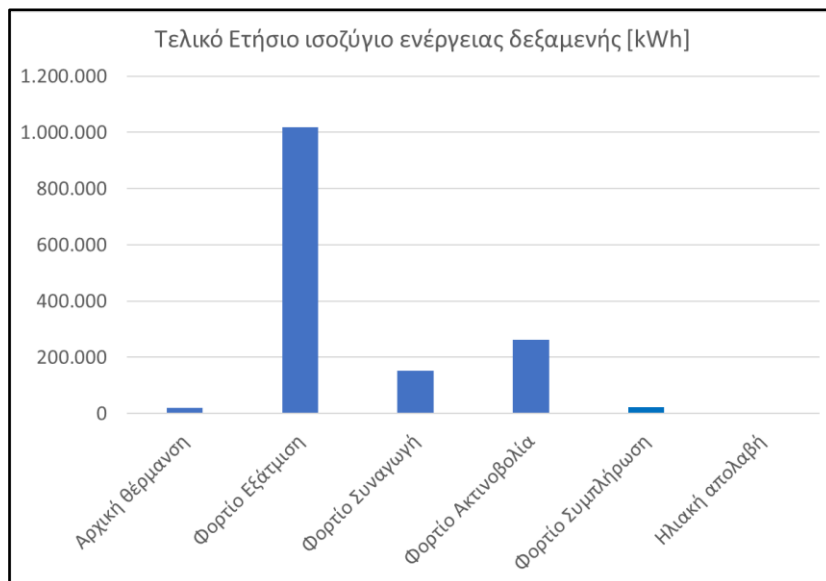
6.5 Εγκατάσταση ισοθερμικών καλυμμάτων μεγάλης και μικρής δεξαμενής

Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία ο θερμικές απώλειες λόγω εξάτμισης σε μια κολυμβητική δεξαμενή μπορεί να κυμαίνεται από 60% έως 80%.

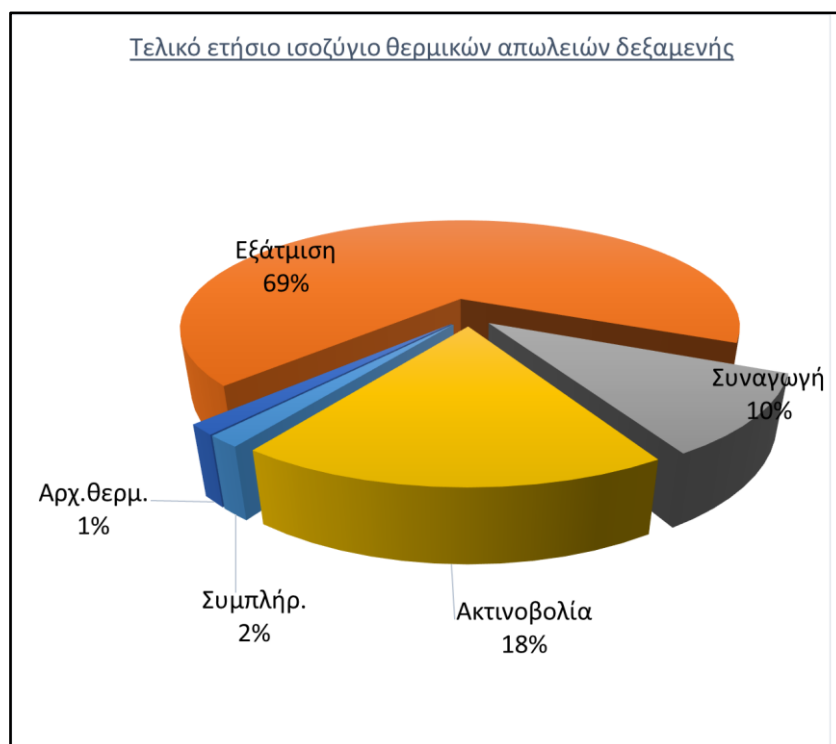
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της **Εικόνα 5.2.19** το ποσοστό των θερμικών απωλειών λόγω εξάτμισης είναι 76%. Βεβαίως το ποσοστό αυτό γίνεται ακόμα μεγαλύτερο αν συμπεριληφθεί η πλήρωση της κολυμβητικής δεξαμενής με νέο νερό, λόγω ακριβώς των απωλειών ύδατος. Η υπερβολική εξάτμιση ωστόσο δημιουργεί και νέο επιπρόσθετο φορτίο διαχείρισης της εσωτερικής υγρασίας που στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν αφορά την εγκατάσταση.

Η εγκατάσταση ισοθερμικού καλύμματος μηδενίζει σχεδόν τις θερμικές απώλειες λόγω εξάτμισης και μειώνει σημαντικά τα φορτία μετάδοσης θερμότητας και συναγωγής. Το ισοθερμικό κάλυμμα εφαρμόζεται στην διάρκεια που δεν χρησιμοποιούνται οι δεξαμενές, δηλαδή τις βραδινές ώρες και στις αργίες.

Θεωρώντας εφαρμογή ισοθερμικού καλύμματος για οκτώ (8) ώρες στο εικοσιτετράωρο και την συνεχή κάλυψη στις ημέρες/ μήνες που το κολυμβητήριο είναι κλειστό και εφαρμόζοντας τον ίδιο κύκλο υπολογισμών προκύπτουν τα νέα παρακάτω αποτελέσματα.



Εικόνα 6.5.1 Φορτία δεξαμενών με 8ωρη εφαρμογή ισοθερμικού καλύμματος



Εικόνα 6.5.2 Τελικό ισοζύγιο θερμικών απωλειών με 8ωρη εφαρμογή ισοθερμικού καλύμματος

Σύμφωνα με τις παραπάνω εικόνες οι θερμικές απώλειες λόγω εξάτμισης καταλαμβάνουν το 69% των συνολικών απωλειών (πέραν της συνολικής μείωσης του θερμικού φορτίου για τους λόγους που προαναφέρθηκαν πρωτίτερα). Σε απόλυτους αριθμούς το συνολικό θερμικό φορτίο διαμορφώνεται στις **1.476.335 kWh** με το μερίδιο της εξάτμισης να είναι **1.018.868 kWh**.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με αυτά της **Εικόνα 5.2.19** προκύπτει ότι $2.021.504 - 1.476.335 = 545.169 \text{ kWh}$ είναι η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της εφαρμογής αυτής της παρέμβασης, **ήτοι 27%**.

6.6 Αντικατάσταση των αερόθερμων

Στην ΒΔ πλευρά του κτιρίου είναι εγκατεστημένα εννέα αερόθερμα με ενσωματωμένο

- κούτιο ανάμιξης εσωτερικού – εξωτερικού αέρα
- διαφράγματα ποσοστού μίξης αέρα
- ηλεκτρικό ανεμιστήρα, και
- θερμικό στοιχείο αέρα-νερού, τουλάχιστον 40 kW (για ΔT 5°C)

όπως εικονίζεται στην **Εικόνα 5.2.9**.

Η πλειονότητα των επίτοιχων αυτών αερόθερμων είναι εκτός λειτουργίας, εντείνοντας την θερμική εξάτμιση της δεξαμενής και δημιουργώντας έντονα φαινόμενα εσωτερικής υγρασίας στο κτίριο.

Προτείνεται η αντικατάσταση των 9 επίτοιχων αερόθερμων με αερόθερμα αντίστοιχης δυναμικότητας και λειτουργικής διαμόρφωσης.

Λόγω της μεγάλης παλαιότητας των συγκεκριμένων τερματικών μονάδων (πλην του γεγονότος ότι μέρος αυτών είναι εκτός λειτουργίας) θεωρείται ότι η απόδοση τους είναι μειωμένη τουλάχιστον κατά **10%**. Η μειωμένη απόδοση των τερματικών μονάδων θέρμανσης (ουσιαστικά εναλλακτών αέρα-νερού) οφείλεται στη σταδιακή συσσώρευση αλάτων, σκουριάς και ξένων υλών στις επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας προκαλώντας μείωση των εντάσεων μετάδοσης θερμότητας και αναγκάζοντας το σύστημα να λειτουργεί για περισσότερη ώρα και με υψηλότερες θερμοκρασίες, αυξάνοντας την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και των θερμικών απωλειών του συνολικότερου συστήματος.

Για την ποσοτικοποίηση της εξοικονόμησης ενέργειας της συγκεκριμένης παρέμβασης θεωρείται ότι το σύνολο των προαναφερθεισών παρεμβάσεων κελύφους και Η/Μ έχουν εφαρμοστεί. Επομένως το κτιριακό φορτίο θέρμανσης, λαμβάνοντας υπόψη στο ισοζύγιο ενέργειας το φορτίο αερισμού και τα εσωτερικά θερμικά κέρδη της κολυμβητικής δεξαμενής, **θα είναι 264.567 kWh. Επομένως με 10% βελτίωση της απόδοσης θα υπάρχει 26.456 kWh ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας.**

6.7 Προμήθεια και εγκατάσταση νέου Υποσταθμού 20/0.4 kV

6.7.1 Ηλεκτρικός Υποσταθμός

Λόγω της εγκατάστασης αντλιών θερμότητας, κυκλοφορητών και boiler συνολικής ισχύος περί τα 370 kW για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ΖΝΧ του κολυμβητηρίου, προβλέπεται η εγκατάσταση νέου Υποσταθμού 20/0.4 kV και σύνδεση αυτού μέσω νέας παροχής Μέσης Τάσης με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ. Δεδομένου ότι υφιστάμενος μετασχηματιστής είναι 400 kVA, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι δεν δύναται να τροφοδοτήσει τα ηλεκτρικά φορτία του προτεινόμενου εξοπλισμού.

Ως εκ τούτου προβλέπεται η προμήθεια και εγκατάσταση νέου υποσταθμού 20/0,4 kV σε χώρο πλησίον του κολυμβητηρίου, για την ηλεκτρική τροφοδότηση του κολυμβητηρίου.



Εικόνα 6.7.1 Χώρος Εγκατάστασης ΥΣ 20/0.4 kV

Ο νέος υποσταθμός θα περιλαμβάνει:

- Πεδία Μέσης Τάσης
- Μετασχηματιστή 630 kVA
- Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης

Ο Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης θα τροφοδοτεί τόσο τον υφιστάμενο κεντρικό πίνακα χαμηλής τάσης του κολυμβητηρίου όσο και τον νέο πίνακα που προβλέπεται να εγκατασταθεί στο μηχανοστάσιο για την τροφοδότηση των νέων φορτίων.

6.7.2 Πίνακας Χαμηλής Τάσης

Σε χώρο εντός του μηχανοστασίου (που σημειώνεται στο σχέδιο EL-PWR-01) θα εγκατασταθεί νέος πίνακας χαμηλής τάσης για την τροφοδότηση των νέων φορτίων (αντλιών θερμότητας, κυκλοφορητών, boiler κλπ.) που προβλέπεται να εγκατασταθούν στα πλαίσια της ενεργειακής αναβάθμισης του Κολυμβητηρίου.



Εικόνα 6.7.2 Χώρος Εγκατάστασης Νέου Πίνακα Χαμηλής Τάσης

6.8 Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης

6.8.1 Υφιστάμενη Κατάσταση

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, στο κολυμβητήριο, δεν υπάρχει κάποιο σύστημα διαχείρισης των σημαντικών φορτίων, αλλά ούτε και κάποιο σύστημα μέτρησης/ ενεργειακής παρακολούθησης. Συνεπώς, κατά την υφιστάμενη κατάσταση της λειτουργίας του κολυμβητηρίου, δεν υπάρχει κάποιο σύστημα ελέγχου ή διαχείρισης των ενεργειακών φορτίων.

6.8.2 Προτεινόμενη παρέμβαση εξοικονόμησης

Ως εκ τούτου, προτείνεται η εγκατάσταση μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίοι θα μπορούν να καταγράφουν τις ηλεκτρικές καταναλώσεις των ηλεκτρικών φορτίων, ενώ παράλληλα θα ελέγχουν τη λειτουργία ορισμένων φορτίων βάσει των αναγκών της εγκατάστασης. Οι μετρητές αυτοί, θα αποτελούν ένα σύστημα ενεργειακής διαχείρισης, βάσει του οποίου θα ποσοτικοποιηθούν με ακρίβεια οι καταναλώσεις των επιμέρους φορτίων, ενώ ταυτόχρονα θα μπορεί ανά πάσα στιγμή να υπάρχει καταγραφή και έλεγχος του συνόλου των διεργασιών του κολυμβητηρίου.

Το BEMS θα αποτελέσει ένα ολοκληρωμένο σύστημα επιτήρησης, καταγραφής και διαχείρισης των κρίσιμων μεγεθών της εγκατάστασης.

Ο κύριος εξοπλισμός που πρόκειται να εγκατασταθεί για την υλοποίηση του BEMS είναι ο εξής:

- Ηλεκτρονικός υπολογιστής τύπου Server, ο οποίος θα φέρει το απαραίτητο λογισμικό του Κεντρικού Συστήματος Επιτήρησης και Ελέγχου.
- Σταθμοί αυτοματισμού (ΑΚΕ) με ψηφιακούς ελεγκτές
- Πολυόργανα μέτρησης ενεργειακών παραμέτρων – Αναλυτές ενέργειας

- Θερμιδομετρητές υπερήχων θέρμανσης/ψύξης
- Αισθητήρια ροής, θερμοκρασίας και πίεσης
- Ηλεκτρομαγνητικός ογκομετρητής νερού ZNX
- Ενεργός δικτυακός εξοπλισμός (ethernet switches).

Στο κολυμβητήριο καθώς και στον νέο Υποσταθμό 20/0.4kV πρόκειται να εγκατασταθούν Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (εφεξής ΑΚΕ), που θα διαθέτουν «έξυπνους» ψηφιακούς ελεγκτές με δυνατότητα απομακρυσμένου χειρισμού με σκοπό τη συλλογή και διαχείριση δεδομένων από τις τοπικές μετρητικές διατάξεις και την ενημέρωση του κεντρικού εξυπηρετητή ΒΕΜΣ. Στο σύνολο των ΑΚΕ, πρόκειται να εγκατασταθούν Πίνακες Αυτοματισμού, οι οποίοι θα περιλαμβάνουν το σύνολο του απαιτούμενου εξοπλισμού για την ορθή λειτουργία του ΒΕΜΣ.

Συγκεκριμένα πρόκειται να εγκατασταθούν τρία (3) ΑΚΕ στις εξής θέσεις:

- ΑΚΕ1 - Εντός του νέου Υποσταθμού 20/0.4 kV, στο χώρο Χαμηλής Τάσης
- ΑΚΕ2 - Πλησίον του υφιστάμενου κεντρικού πίνακα Χαμηλής Τάσης του κολυμβητηρίου (σημειώνεται ως Ηλεκτροστάσιο στο σχέδιο EL-PWR-01)
- ΑΚΕ3 - Πλησίον του νέου πίνακα Χαμηλής Τάσης, ο οποίος θα εγκατασταθεί στο μηχανοστάσιο και θα τροφοδοτεί τα νέα φορτία (αντλίες θερμότητας, κυκλοφορητές, boiler ZNX).

ΑΚΕ1

Στο ΑΚΕ1, ο πίνακας αυτοματισμού θα περιλαμβάνει τον κάτωθι βασικό εξοπλισμό:

- Συμπαγή σταθμό αυτοματισμού με δυνατότητα ενσωμάτωσης έως και 40 σημείων δεδομένων Modbus RTU ή TCP.
- Ενεργό δικτυακό εξοπλισμό (switch)

Επιπρόσθετα, θα λαμβάνει τις μετρήσεις από δύο (2) πολυόργανα μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών, και συγκεκριμένα:

- Πολυόργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών πόρτας για την μέτρηση της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας στο κολυμβητήριο, ήτοι την άφιξη του νέου Γενικού Πίνακα Χαμηλής Τάσης (εντός του Υποσταθμού).
- Πολυόργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών ράγας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στην αναχώρησης προς στον υφιστάμενο κεντρικό πίνακα Χαμηλής Τάσης (σημειώνεται ως Ηλεκτροστάσιο στο σχέδιο EL-PWR-01). Το πολυόργανο θα εγκατασταθεί είτε εντός του νέου Γενικού Πίνακα Χαμηλής Τάσης (εντός του Υποσταθμού), είτε εντός του πίνακα ΑΚΕ1.

ΑΚΕ2

Στο ΑΚΕ2, ο πίνακας αυτοματισμού θα περιλαμβάνει τον εξής βασικό εξοπλισμό:

- Σταθμό αυτοματισμού με δυνατότητα ενσωμάτωσης έως και 500 σημείων ελέγχου Modbus RTU ή/και TCP
- Ενεργό δικτυακό εξοπλισμό (switch)
- Επτά (7) πολυόργανα μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών τύπου ράγας

Τα προαναφερθέντα πολυόργανα μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών θα παρακολουθούν τα μεγέθη στα κάτωθι φορτία/πίνακες:

1. Αντλία ανακυκλοφορίας μεγάλης πισίνας 1
2. Αντλία ανακυκλοφορίας μεγάλης πισίνας 2
3. Αντλία ανακυκλοφορίας μεγάλης πισίνας 3
4. Αντλία ανακυκλοφορίας μικρής πισίνας 1
5. Αντλία ανακυκλοφορίας μικρής πισίνας 2
6. Αντλία ανακυκλοφορίας μικρής πισίνας 3
7. Πίνακας φωτισμού κολυμβητηρίου

ΑΚΕ3

Αντίστοιχα στο ΑΚΕ3, ο πίνακας αυτοματισμού θα περιλαμβάνει τον κάτωθι βασικό εξοπλισμό:

- Σταθμό αυτοματισμού με δυνατότητα ενσωμάτωσης έως και 500 σημείων ελέγχου Modbus RTU ή/και TCP
- Ενεργό δικτυακό εξοπλισμό (switch)

Επιπρόσθετα, ο σταθμός αυτοματισμού θα λαμβάνει τις μετρήσεις από τα πολυόργανα, τους μετρητές και τα αισθητήρια που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

ΑΚΕ3
WEM001 - θερμοδομετρητής, 16 m ³ /h
WEM002 - θερμοδομετρητής, 31 m ³ /h
WEM003 - θερμοδομετρητής, 15 m ³ /h
WVM001 - Ηλεκτρομαγνητικός ογκομετρητής νερού ZNX, 15 m ³ /h
FS01 - Αισθητήριο ροής, 62 m ³ /h
FS02 - Αισθητήριο ροής, 66 m ³ /h
FS03 - Αισθητήριο ροής, 18 m ³ /h
TS001 - Αισθητήριο θερμοκρασίας
TS002 - Αισθητήριο θερμοκρασίας
TS003 - Αισθητήριο θερμοκρασίας
TS004 - Αισθητήριο θερμοκρασίας
PT001 - Αισθητήριο Πίεσης
PT002 - Αισθητήριο Πίεσης

ΑΚΕ3
PT003 - Αισθητήριο Πίεσης
PT004 - Αισθητήριο Πίεσης
Πολύοργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών πόρτας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στον νέο πίνακα χαμηλής τάσης (άφιξη από τον νέο ΓΠΧΤ εντός του Υποσταθμού 20/0.4)
Πολύοργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών ράγας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στην αντλία θερμότητας θερμαντικής ισχύος 340kW±5% (εγκατάσταση εντός του νέου πίνακα χαμηλής τάσης)
Πολύοργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών ράγας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στην αντλία θερμότητας θερμαντικής ισχύος 390kW±5% (εγκατάσταση εντός του νέου πίνακα χαμηλής τάσης)
Πολύοργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών ράγας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στην αντλία θερμότητας θερμαντικής ισχύος 70kW±5% (εγκατάσταση εντός του νέου πίνακα χαμηλής τάσης)
Πολύοργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών ράγας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στον υποζυγό ηλεκτροδότησης κυκλοφορητών (εγκατάσταση εντός του νέου πίνακα χαμηλής τάσης)
Πολύοργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών ράγας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στον υποζυγό ηλεκτροδότησης boiler ZNX (εγκατάσταση εντός του νέου πίνακα χαμηλής τάσης)

Η ακριβής θέση εγκατάστασης των θερμοδομετρητών, του ογκομετρητή νερού, καθώς και των αισθητηρίων που παρατίθενται στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται στα σχέδια MECH-MN-01 και MECH-MN-02.

6.8.3 Προϋπολογισμός μέτρου

Ο προϋπολογισμός του Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης (BEMS) ανέρχεται στις 137.474,96€ συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ, όπως παρουσιάζεται και στον πίνακα που ακολουθεί.

Περιγραφή	Κόστος
Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου (BEMS), πλήρως εγκατεστημένο και έτοιμο σε λειτουργία.	81.700,00 €
Γ.Ε & Ο.Ε (18%):	14.706,00 €
Σύνολο	96.406,00 €
Απρόβλεπτα (15%):	14.460,90 €
Σύνολο	110.866,90 €
Φ.Π.Α. (24%)	26.608,06 €
Σύνολο με Φ.Π.Α.	137.474,96 €

Πίνακας 6.8.1 Προϋπολογισμός BEMS

6.8.4 Υπολογισμός Εξοικονόμησης Ενέργειας

Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία η χρήση συστημάτων διαχείρισης ενέργειας BEMS επιφέρει εξοικονόμηση θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας της τάξης 1% και 2% αντίστοιχα, εφαρμοζόμενα στις συνολικές ενεργειακές ποσότητες.

Η μετατροπή της ενέργειας χρήσης σε τελική πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή των αντίστοιχων βαθμών απόδοσης των συσκευών αντλιών θερμότητας, δηλαδή COP=3.0. Οι συντελεστές αναγωγής σε πρωτογενή ενέργεια και η εκπομπή CO₂ πραγματοποιήθηκε με επιλογή των τιμών 2,10 και 0,60, αντίστοιχα, για την περίπτωση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Να σημειωθεί ότι για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης, λαμβάνεται υπόψη η κατανάλωση ενέργειας στις εγκαταστάσεις του κολυμβητηρίου μετά την εφαρμογή των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, προκύπτει ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ίση με 33.512 kWh και μείωση των εκλυόμενων ρύπων 9.575 kgCO₂/έτος.

6.9 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού

6.9.1 Προτεινόμενη παρέμβαση εξοικονόμησης

Στα πλαίσια της ενεργειακής αναβάθμισης του ΠΕΑΚΙ προτείνεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 396,9 kWp και η λειτουργία αυτού υπό το καθεστώς του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (Virtual Net Metering).

Ο φωτοβολταϊκός σταθμός πρόκειται να εγκατασταθεί επί εδάφους στο τεμάχιο υπ' αριθμ. 8 του αναδασμού τμήμα «Ανατολής», που βρίσκεται στην εκτός σχεδίου περιοχή της κτηματικής περιφέρειας Τοπικής Κοινότητας Ανατολής.

Σημειώνεται ότι, για λόγους πραγματοποίησης υπολογισμών, εκ των πραγμάτων θεωρήθηκε ενδεικτικός βασικός εξοπλισμός, και παρουσιάζεται συνοπτικά εν συνεχεία:

- 735 φωτοβολταϊκά πλαίσια ονομαστικής ισχύος 540 Wp
- 4 Inverters ονομαστικής ισχύος 100 kW
- Υποσταθμός ΜΤ/ΧΤ 500kVA

- Σύστημα στήριξης
- Σύστημα Γείωσης και Αντικεραυνικής Προστασίας
- Καλωδιώσεις dc H1Z2Z2_K
- Καλωδιώσεις ac Χαμηλής και Μέσης Τάσης
- Περίφραξη
- Συστήματα περιμετρικής ανίχνευσης παραβίασης περίφραξης
- Σύστημα παρακολούθησης κλειστού κυκλώματος CCTV
- Συστήματα φωτισμού
- Σύστημα παρακολούθησης φωτοβολταϊκού σταθμού

Η χωροθέτηση του σταθμού έγινε με τα εξής δεδομένα:

- Κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ίση με 25°.
- Νότιος προσανατολισμός
- Απόσταση μεταξύ των σειρών των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ίση με 4,8m. Το ύψος των φωτοβολταϊκών σειρών θα είναι ίσο με 1,92 m. Προκύπτει λόγος απόστασης προς ύψος ίσος με 2,5.

6.9.2 Προϋπολογισμός μέτρου

Ο προϋπολογισμός του φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 396,9 kWp ανέρχεται σε 469.383,40€ συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ, και αναλύεται στον παρακάτω πίνακα.

Περιγραφή	Κόστος
Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Σταθμού εγκατεστημένης ισχύος 396,9 kWp επί εδάφους με τη μεθοδολογία του Εικονικού Ενεργειακού Συμψηφισμού (Virtual Net-metering)	255.000,00 €
Γ.Ε & Ο.Ε (18%):	45.900,00 €
Σύνολο	300.900,00 €
Απρόβλεπτα (15%):	45.135,00 €
Σύνολο	346.035,00 €
Απολογιστικά	32.500,00 €
Σύνολο	378.535,00 €
Φ.Π.Α. (24%)	90.848,40 €
Σύνολο με Φ.Π.Α.	469.383,40 €

Πίνακας 6.9.1 Προϋπολογισμός ΦΒ Σταθμού

Επιπρόσθετα, για τη σύνδεση του φωτοβολταϊκού σταθμού με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ θα απαιτηθεί η καταβολή χρημάτων στον ΔΕΔΔΗΕ για την εκτέλεση των έργων και εργασιών σύνδεσης (κατασκευή νέου τμήματος εναέριου δικτύου Μέσης Τάσης, ενίσχυση υπάρχοντος εναέριου δικτύου Μέσης Τάσης, εγκατάσταση μέσων ζεύξης και προστασίας, εγκατάσταση μετρητικής διάταξης διπλής ροής κλπ.) αρμοδιότητας ΔΕΔΔΗΕ. Το κόστος αυτό εκτιμάται στις **32.500,00€** μη

συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ, βάσει παλαιότερης Οριστικής Προσφοράς Σύνδεσης που είχε λάβει το Π.Ε.Α.Κ.Ι. για τον εν λόγω φωτοβολταϊκό σταθμό και περιλαμβάνεται στα Απολογιστικά.

6.9.3 Υπολογισμός Εξοικονόμησης Ενέργειας

Για τον υπολογισμό της παραγόμενης ενέργειας διενεργήθηκε προσομοίωση της λειτουργίας του φωτοβολταϊκού σταθμού στο πρόγραμμα PVsyst (version 7.4.8), λαμβάνοντας υπόψη τα κλιματικά δεδομένα του χώρου εγκατάστασης, καθώς και τα στοιχεία του εξοπλισμού που θεωρήθηκε για λόγους διενέργειας υπολογισμών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης (τα αποτελέσματα της οποίας παρατίθενται στο Παράρτημα Ι), η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια η οποία θα διοχετεύεται στο δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ ανέρχεται σε 615,50 MWh/έτος. Λαμβάνοντας υπόψη συντελεστή μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια ίσο με 2,1 και συντελεστή εκλυόμενων ρύπων ίσο με 0,6 kgCO₂/kWh, υπολογίζεται εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ίση με **1.292,55 MWh/έτος** και αντίστοιχα μείωση εκλυόμενων ρύπων ίση με **369.300,00 kgCO₂/έτος**.

Το μέσο σταθμισμένο κόστος προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας του κολυμβητηρίου ανέρχεται σε **0,1981 €/kWh** συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ. Ως εκ τούτου το ετήσιο μεικτό οικονομικό όφελος ανέρχεται σε 121.930,55 €. Από το ετήσιο μεικτό οικονομικό όφελος, αφαιρούνται τα ετήσια κόστη ασφάλισης του εξοπλισμού και επέκτασης της εγγύησης των μετατροπέων (inverters) τα οποία ανέρχονται σε 3.460,00 €, και προκύπτει ετήσιο καθαρό οικονομικό όφελος από τη λειτουργία του φωτοβολταϊκού σταθμού ίσο με 118.470,55 €.

Η αξιολόγηση της οικονομικής σκοπιμότητας της εγκατάστασης του προτεινόμενου φωτοβολταϊκού σταθμού και της λειτουργίας αυτού υπό το καθεστώς του Εικονικού Ενεργειακού Συμψηφισμού παρατίθεται σε ξεχωριστό τεύχος.

6.10 Αξιολόγηση της Οικονομικής Σκοπιμότητας των Προτεινόμενων Παρεμβάσεων

Η παρούσα αξιολόγηση της επένδυσης απαρτίζεται από το τμήμα της ενεργειακής και από το τμήμα της οικονομικής αξιολόγησης.

Η ενεργειακή αξιολόγηση πραγματοποιείται παρουσιάζοντας την παρέμβαση ανά είδος τεχνολογικής εφαρμογής και καταγράφοντας την εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας και πως αυτή εκφράζεται με όρους πρωτογενής ενέργειας και εκπομπών CO₂, ανά είδος πηγής ενέργειας.

Για την οικονομική αξιολόγηση χρησιμοποιούνται δυο μέθοδοι. Η πρώτη μέθοδος κάνει χρήση την απλή περίοδο αποπληρωμής (έτη απόσβεσης) ανά είδος παρέμβασης. Ενώ, η δεύτερη μέθοδος κάνοντας χρήση των παρακάτω οικονομικών όρων:

- έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής
- καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης (NPV), και
- εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης (IRR)

λαμβάνει «υπόψη» την μελλοντική αξία του χρήματος και την επίδραση των ετήσιων χρηματοροών.

6.10.1 Ενεργειακή αξιολόγηση

Η ενεργειακή αξιολόγηση χωρίζεται στο τμήμα της μείωσης της κατανάλωσης μέσω εφαρμογής παρεμβάσεων μείωσης κατανάλωσης ενέργειας και της χρήσης νέων αποδοτικότερων συστημάτων παραγωγής και διάθεσης (ΕΞΕ) και στο τμήμα εφαρμογής συστημάτων ΑΠΕ με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού.

6.10.1.1 Ενεργειακή αξιολόγηση εξοικονόμησης ενέργειας (ΕΞΕ)

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι καταναλώσεις τελικής ενέργειας, η αναγωγή σε πρωτογενή και σε εκπομπές CO₂ για την υφιστάμενη κατάσταση και για την κατάσταση μετά τις παρεμβάσεις.

Τα ενεργειακά μεγέθη των πινάκων αντιπροσωπεύουν την γενικότερη συμπεριφορά της εγκατάστασης ως ένα ενιαίο σύστημα όπου η παραγωγή και διάθεση ενέργειας της μίας χρήσης συμβάλει θετικά ή επιβαρύνει άλλο σημείο του συστήματος.

Επομένως:

- οι θερμικές απώλειες των κολυμβητικών δεξαμενών συμβάλουν θετικά στην θέρμανση του κτιρίου
- τα θερμικά κέρδη από την παρουσία ατόμων και συσκευών συμβάλουν εξίσου θετικά στην θέρμανση του κτιρίου

Στην συγκριμένη εφαρμογή δεν προβλέπεται η ψύξη των χώρων ενώ η μη ύπαρξη συστημάτων διαχείρισης της λανθάνουσας θερμότητας, αφύγρανσης – ύγρανσης, έχει ως αποτέλεσμα να μην συμπεριλαμβάνονται αυτά τα φορτία στο συνολικό ισοζύγιο. Η υγρασία του εσωτερικού αέρα του κτιρίου επηρεάζεται, και σε κάποιο βαθμό ελέγχεται, με την εισαγωγή φρέσκου νωπού αέρα. Στην περίπτωση των κολυμβητικών δεξαμενών τα ενεργειακά μεγέθη υπολογιστήκαν με την εφαρμογή κάλυψης ισοθερμικού καλύμματος.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου για την θέρμανση χώρων, κολυμβητικών δεξαμενών και ΖΝΧ, μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων. Οι ενεργειακές καταναλώσεις παρουσιάζονται ως τελική και πρωτογενής θεωρώντας ότι τα φορτία καλύπτονται από το νέο σύστημα αντλιών θερμότητας και νέου περιφερειακού εξοπλισμού. Σε αντίθεση με το υφιστάμενο σύστημα που αξιοποιεί πετρέλαιο το νέο σύστημα είναι αμιγώς καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας.

Σύνοψη αποτελεσμάτων - Πρωτογενής ενέργεια				
Είδος χρήσης	Τελ. Ενέργ.	Πρωτ. Ενέργ.	CO ₂	Ποσοστ.
	[kWh]	[kWh]	[kg]	[%]
Θέρμανση	88.189,02	185.197	52.913	15%
Ψύξη	-	-	-	0%
ΖΝΧ	19.540,71	41.035	11.724	3%
Κολυμβ. δεξαμενή	485.468,61	1.019.484,07	291.281	82%
	593.198	1.245.717	355.919	100%

Πίνακας 6.10.1: Ετήσιο ισοζύγιο ενέργειας μετά τις παρεμβάσεις

Η σύγκριση των ενεργειακών δεδομένων του παραπάνω πίνακα με αυτά του Πίνακα 5.2.18 έχει ως αποτέλεσμα τον υπολογισμό της ετήσιας εξοικονόμησης, ο οποίος παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Σύνοψη αποτελεσμάτων - Εξοικονόμηση πρωτογενής			
Είδος χρήσης	Πρωτ. Ενεργ.	CO2	Ποσοστ.
	[kWh]	[kg]	[%]
Θέρμανση	431.951	95.202	18,5%
Ψύξη	-	-	-
ZNX	43.258	8.506	1,9%
Κολυμβ. δεξαμε	1.858.597	399.458	79,6%
	2.333.806	503.166	100%

Πίνακας 6.10.2: Ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενής ενέργειας

Η ενεργειακή σύγκριση μεταξύ μορφών ενέργεια διαφορετικής τελικής χρήσης μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο με την αναγωγή τους στην αρχική πρωτογενή μορφή τους. Επομένως η σύγκριση της κατανάλωσης πετρελαίου ΠΡΙΝ τις παρεμβάσεις με τις ηλεκτρικές καταναλώσεις ΜΕΤΑ τις παρεμβάσεις, όπως παρουσιάζεται στον παραπάνω πίνακα, έχει ως αποτέλεσμα την συνολική ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενής ενέργειας να είναι **2.333.806 [kWh]**, με παράλληλη εξοικονόμηση εκπομπών του CO2 **503.166 [kgCO2]**. Επίσης, άξιο αναφοράς, είναι το γεγονός ότι η παρέμβαση με το μεγαλύτερο αντίκτυπο στην εξοικονόμηση αποτελεί η εφαρμογή ισοθερμικού καλύμματος στις κολυμβητικές δεξαμενές (εξοικονόμηση έως 79,6%).

Στο επόμενο κεφάλαιο οι υπολογιζόμενες εξοικονομήσεις πρωτογενής ενέργειας, από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού, από την εγκατάσταση συστήματος BMS και από τις παρεμβάσεις κελύφους και Η/Μ, αναλύονται με οικονομικούς όρους.

6.10.2 Οικονομική αξιολόγηση

6.10.2.1 Οικονομική αξιολόγηση με όρους απλής περιόδου αποπληρωμής

Η ενεργειακή αξιολόγηση του προηγούμενου κεφαλαίου συμπληρώνεται με την οικονομική της διάσταση για να διαπιστωθεί η σκοπιμότητα της εφαρμογής των προτεινόμενων παρεμβάσεων. Συγκεκριμένα για την εφαρμογή της οικονομικής αξιολόγησης λαμβάνεται το κόστος της ενέργειας πριν και μετά τις παρεμβάσεις.

Στην υφιστάμενη περίπτωση το κυρίως καύσιμο είναι το πετρέλαιο όπου, σύμφωνα με τα παραστατικά αγοράς πετρελαίου για το έτος 2023 η μέση τιμή αγοράς (με το ΦΠΑ) ήταν 1,3 Ευρώ/λίτρο. Λαμβάνοντας υπόψη το ενεργειακό περιεχόμενο του πετρελαίου σε 9,77 kWh/λίτρο υπολογίζεται το ανοιγμένο κόστος σε $1,3/9,77 \Rightarrow 0,133$ Ευρώ/kWh.

Μετά τις παρεμβάσεις η κυρίως μορφή ενέργειας θα είναι η ηλεκτρική, λόγω της μετάβασης σε αντλίες θερμότητας. Το μέσο ειδικό κόστος ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται σε 0,198 Ευρώ/kWh σύμφωνα με τα τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας της περιόδου Δεκέμβριος 2022 – Νοέμβριος 2023.

Για την εφαρμογή της οικονομικής αξιολόγησης το σύνολο των παρεμβάσεων αναλύονται σε επιμέρους διακριτά τμήματα, όπως:

- παρεμβάσεις κελύφους
- παρεμβάσεις αναβάθμισης του Η/Μ εξοπλισμού θέρμανσης και ZNX
- εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού

- εγκατάσταση συστήματος BEMS

Είδος Παρέμβασης	Εξοικονόμηση Πρωτογενούς ενέργειας	Κόστος Ενέργειας ΠΡΙΝ	Κόστος Ενέργειας ΜΕΤΑ	Εξοικονόμηση Κόστους	Κόστος παρέμβασης (με ΦΠΑ)	Έτη Απόσβεσης
	[kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	
Αναβάθμιση κτιριακού κελύφους	217.122	26.252,07 €	- €	26.252,07 €	637.608,65 €	24
Αναβάθμιση συστημάτων Η/Μ θέρμανσης και ΖΝΧ	1.484.840	390.745,80 €	118.639,71 €	272.106,08 €	1.421.896,42 €	5
Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού	1.292.550	- €	-121.930,55 €	121.930,55 €	469.383,40 €	4
Εγκατάσταση συστήματος BEMS	33.512	- €	4.165,00 €	4.165,00 €	137.474,96 €	33
Σύνολο	3.028.024	416.997,87 €	874,16 €	424.453,71 €	2.666.363,43 €	

Πίνακας 6.10.3 Οικονομική αξιολόγηση παρεμβάσεων με όρους απλής αποπληρωμής

Σύμφωνα με τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα η μέση σταθμισμένη περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται σε 6,28 έτη.

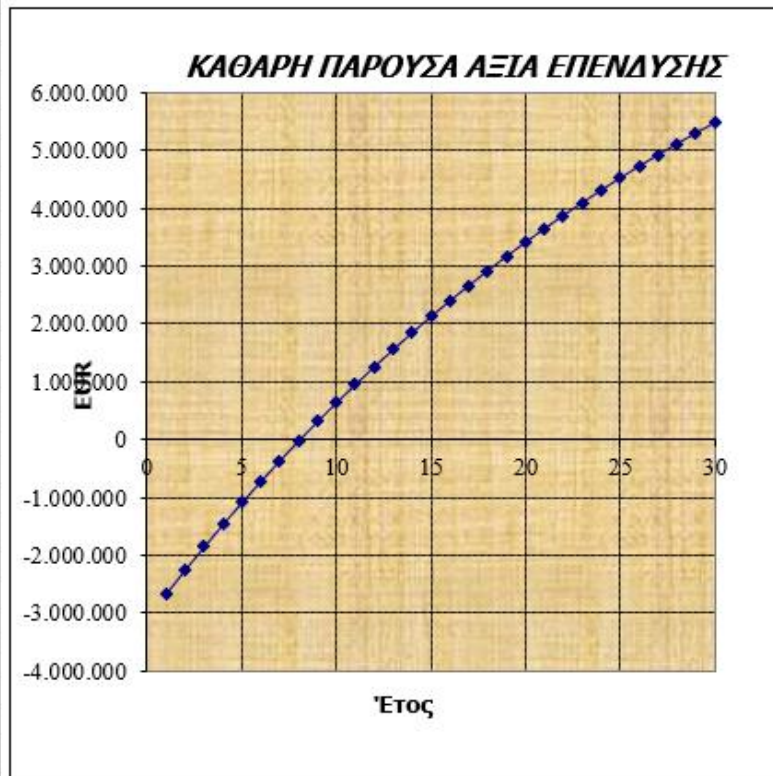
6.10.2.2 Οικονομική αξιολόγηση με όρους Παρούσας Αξίας Χρήματος και Ετήσιων Χρηματοροών

Η οικονομική αξιολόγηση με όρους παρούσας αξίας, σε αντίθεση με την μέθοδο της απλής αποπληρωμής, λαμβάνει υπόψη εκείνα τα δυναμικά – δυνητικά φαινόμενα που επηρεάζουν την αξία του χρήματος ανάλογα την περίοδο αναφοράς.

Οι πληθωριστικές τάσεις της αγοράς τείνουν να μειώνουν την αξία του χρήματος στην διάρκεια του έτους. Επομένως, γίνεται προσπάθεια ανεύρεσης τρόπων διάθεσης και αξιοποίησης του χρήματος με προοπτική την επιδίωξη της διατήρησης της αξίας του χρήματος και στη συνέχεια την αύξηση της αξία του.

Η εφαρμογή συστημάτων μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης, ο συνδυασμός συστημάτων αποδοτικότερης αξιοποίησης της διαθέσιμης ενέργειας με συστήματα ΑΠΕ και οι διεθνείς συνθήκες στην αγορά ενέργειας καθιστούν την επένδυση σε αυτούς τους τομείς πολύ ελκυστική.

Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης		
Οικονομικοί δείκτες της επένδυσης		
Επτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία, d		3,0%
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή, φ		0%
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου, v		20
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης, ϵ		0%
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης, C , EUR	2.666.363	
Ετήσιο λειτουργικό όφελος, EUR	424.454	Ετος
Ετήσιο καθαρό όφελος κατά το έτος t , $F_t = ft - \varphi * (ft - C/v)$, EUR	412.091	1
	400.088	2
	388.435	3
	377.122	4
	366.137	5
	355.473	6
	345.120	7
	335.068	8
	325.308	9
	315.833	10
	306.634	11
	297.703	12
	289.032	13
	280.614	14
	272.441	15
	264.506	16
	256.801	17
	249.322	18
	242.060	19
	235.010	20
	228.165	21
	221.519	22
	215.067	23
	208.803	24
	202.721	25
	196.817	26
	191.084	27
	185.519	28
	180.115	29
	174.869	30
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής, DPB		7,1 έτη
Καθαρή παρούσα αξία, NPV		3.648.400
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου, IRR		15,72%



Εικόνα 6.10.1 Οικονομική αξιολόγηση παρεμβάσεων με βάση την μελλοντική αξία του χρήματος

Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζεται η καμπύλη την έντοκης περιόδου αποπληρωμής σε συνάρτηση του ύψους του αρχικού κεφαλαίου της επένδυσης και του ετήσιου λειτουργικού οφέλους λόγω της λειτουργίας του νέου συστήματος.

Όπως διαπιστώνεται, σε σύγκριση με τον προηγούμενο Πίνακα 6.10.36 της απλής περιόδου αποπληρωμής, η μέθοδος οικονομικής αξιολόγησης με βάση της μελλοντική αξία του χρήματος έχει περίοδο αποπληρωμής τα 7,1 έτη, η διαφορά αυτή έγκειται στην ετήσια απώλεια της αξίας του χρήματος.

Με εσωτερικό βαθμό απόδοσης 15,72% και θετική καθαρή παρούσα αξία NPV καθιστούν τις προτεινόμενες παρεμβάσεις πολύ ελκυστικές.

Παράρτημα Ι – PVsyst Report