



ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ

Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής
Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ)



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΔΗΜΟΣ ΠΛΑΤΑΝΙΑ**



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΚΡΗΤΗ»

Άξονας προτεραιότητας 2

**«Βιώσιμη ανάπτυξη με αναβάθμιση του περιβάλλοντος και αντιμετώπιση των επιπτώσεων της
κλιματικής αλλαγής στην Κρήτη»**

« Δράση 4.σ.1: Εξοικονόμηση ενέργειας στα δημόσια κτίρια»

ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΑΞΗΣ :

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΟΥ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΛΑΤΑΝΙΑ
(Κωδικός ΟΠΣ: 5035323)

ΥΠΟΕΡΓΟ 1:

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ, ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ) ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΟΥ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΛΑΤΑΝΙΑ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Τ.Σ.Υ.- ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΠΡΟΥ/ΣΜΟΣ: 280.000,00 με ΦΠΑ

ΧΡΗΜ/ΣΗ: Ε.Π. «ΚΡΗΤΗ»

Α' ΜΕΡΟΣ:ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

1. Εισαγωγή

Η παρούσα τεχνική έκθεση αποτυπώνει την υφιστάμενη κατάσταση του Δημαρχείου του Δήμου Πλατανιά και προτείνει δράσεις/παρεμβάσεις, οι οποίες θα οδηγήσουν στην ενεργειακή αναβάθμιση της κτιριακής μονάδας με απώτερο σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και πόρων, τη μείωση των δαπανών λειτουργίας και τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος CO₂.

Η παρούσα μελέτη αποτελείται από τρία (3) Κεφάλαια.

Στο 2^ο Κεφάλαιο της μελέτης αποτυπώνονται ψηφιακά (σε μορφή πινάκων) πληροφορίες για την υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου.

Στο 3^ο Κεφάλαιο παρουσιάζονται οι προτεινόμενες παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, οι οποίες περιλαμβάνουν:

- Εγκατάσταση αντλίας θερμότητας.
- Αντικατάσταση υφιστάμενων φωτιστικών με νέας τεχνολογίας LED.
- Εγκατάσταση Φ/Β συστήματος με το μηχανισμό ενεργειακού συμψηφισμού net-metering.
- Εγκατάσταση ενεργειακών μετρητών, αυτοματισμών και συστήματος BEMS.
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης δώματος.
- Τοποθέτηση μεμβρανών ηλιοπροστασίας στο άνοιγμα της οροφής.

2. Αποτύπωση υφιστάμενης κατάστασης

Η αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης του κτιρίου προέκυψε από:

- Αρχιτεκτονικά σχέδια (κατόψεις, όψεις, τομές).
- Φύλλο συντήρησης λέβητα.
- Επιτόπου αυτοψία.
- Κατανάλωση πετρελαίου (τιμολόγια αγοράς) για τα τρία τελευταία χρόνια.
- Κατανάλωση ηλεκτρισμού (κατηγορία τιμολογίου ΔΕΗ και λογαριασμοί ρεύματος) για τα τρία τελευταία χρόνια.

Γενικά

Το κτίριο του Δημαρχείου Πλατανιά, με έτος κατασκευής, 2001, βρίσκεται στην Θέση Καψός στο Γεράνι του Δήμου Πλατανιά στο Νομό Χανίων στην Κρήτη. Αποτελείται από ισόγειο και υπόγειο, με συνολική επιφάνεια δαπέδου ίση με 1035,82 m².



Τοποθεσία Δημαρχείου Πλατανιά

Το ισόγειο αποτελείται από έναν κύριο χώρο στον οποίο βρίσκεται η αίθουσα συνεδριάσεων και γραφεία και συνδέεται με το υπόγειο μέσω κλιμακοστασίου το οποίο βρίσκεται επίσης στο εσωτερικό του κτιρίου. Το υπόγειο αποτελείται από έναν ενιαίο χώρο στον οποίο στεγάζεται το Κέντρο Εξυπηρέτησης Πολιτών, ο χώρος του αρχείου, κάποια γραφεία και το λεβητοστάσιο. Ως μη θερμαινόμενοι χώροι νοούνται τα εσωτερικά κλιμακοστάσια, το λεβητοστάσιο και ο χώρος των Η/Μ εγκαταστάσεων, επομένως οι θερμαινόμενοι χώροι που απομένουν έχουν συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια ίση με 568,097m².

Το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου μετά από επικοινωνία με τους υπεύθυνους ορίστηκε ίσο με 12 μήνες, 5 ημέρες την εβδομάδα και ώρες λειτουργίας 6:00-18:00.

Όσον αφορά την γύρω περιοχή του δημαρχείου, το κτίριο βρίσκεται σε τοποθεσία που σε γενικές γραμμές ευνοείται ο ηλιασμός και υπάρχουν σκιάσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας μόνο από την δυτική πλευρά λόγω γειτνίασης με άλλα κτίρια.



Άποψη του Δημαρχείου Πλατανιά

Στοιχεία Κελύφους (Τοιχοποιίες- Κουφώματα)

Το κτίριο φέρει ανεπαρκή μόνωση στις τοιχοποιίες ενώ το δώμα του είναι αμόνωτο. Τα κουφώματα του δημαρχείου είναι σχετικά νέα και κρίνονται από πλευράς ενεργειακής απόδοσης ικανοποιητικά.

Κατά τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου αρχικά σε κάθε όροφο έγινε έλεγχος των δομικών στοιχείων μέσω της καταγραφής του προσανατολισμού, των διαστάσεων (ύψος και πλάτος) των τοίχων που βρίσκονται τόσο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα αλλά και με το έδαφος, του προσανατολισμού και των διαστάσεων (ύψος και πλάτος) των κουφωμάτων και έγινε εκτίμηση του ποσοστού σκίασης των όψεων του κελύφους. Επιπλέον πραγματοποιήθηκε μέτρηση του πάχους των εξωτερικών τοίχων, οροφών και δαπέδου του κελύφους του κτιρίου, καθώς και καταγραφή των υλικών κατασκευής τους και του χρώματος των επιφανειών. Από την καταγραφή αυτή θα εκτιμηθούν οι απώλειες μέσω της τοιχοποιίας του κτιρίου και θα υπολογιστεί η ζήτηση σε ενέργεια για θέρμανση και ψύξη. Σημειώνεται πως στο κτίριο δεν υπάρχει μελέτη θερμομόνωσης και οι τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας στοιχείων του κελύφους λήφθηκαν σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

Από την καταγραφή των εξωτερικών τοίχων και κουφωμάτων προέκυψαν οι Πίνακες 1 και 2 αντίστοιχα.

Πίνακας 1 Προσανατολισμός και διαστάσεις δομικών στοιχείων κτιριακού κελύφους.

	ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΥΨΟΣ (m)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m ²)	ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΗ/ΨΥΧΟΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m ²)
ΙΣΟΓΕΙΟ				
ΧΩΡΟΣ 1				
Ν ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	5,88	3,82	22,46	17,36
Α ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	5,45	3,82	20,82	15,72
Δ ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	1,67	3,82	6,38	6,38
ΟΡΟΦΗ				29,58

ΧΩΡΟΙ 2,3,4				
Ν ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	9,50	3,82	36,29	31,49
ΟΡΟΦΗ	9,50	3,50	33,25	33,25
ΧΩΡΟΣ 5				
Ν ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	4,25	3,82	16,24	11,99
Α ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	1,67	3,82	6,38	6,38
ΕΣ. ΤΟΙΧΟΣ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ.ΘΕΡΜ Χ6	5,10	3,82	19,48	19,48
ΟΡΟΦΗ	5,50	3,90	21,45	21,45
ΧΩΡΟΣ 8				
ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ.ΘΕΡΜ.	1,40	4,04	5,66	3,68
ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ.ΘΕΡΜ.	2,50	4,04	10,10	10,10
ΟΡΟΦΗ	1,40	2,20	3,08	3,08
ΧΩΡΟΣ 9				
Δ1 ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	4,85	4,04	19,59	13,47
Δ2 ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	8,60	4,04	34,74	26,74
Β1 ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	1,60	4,04	6,46	6,46
Β2 ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	5,80	4,04	23,43	18,33
Β3 ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	2,55	4,04	10,30	5,80
Α ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	1,80	4,04	7,27	7,27
ΕΣ.ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜ.Χ8	2,50	4,04	10,10	10,10
ΕΣ.ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜ.Χ8	1,70	4,04	6,87	6,87
ΟΡΟΦΗ			87,74	87,74
ΔΑΠΕΔΟ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜ. ΧΩΡΟ			87,74	87,74
ΧΩΡΟΣ 10				
Β ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	2,75	4,04	11,11	6,36
ΟΡΟΦΗ	3,30	2,90	9,57	9,57
ΔΑΠΕΔΟ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜ. ΧΩΡΟ	3,30	2,90	9,57	9,57
ΧΩΡΟΣ 11				
Δ ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	1,30	4,04	5,25	2,65
Β ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	4,60	4,04	18,58	12,08
ΔΑΠΕΔΟ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜ. ΧΩΡΟ			178,63	178,63
ΟΡΟΦΗ			178,63	126,03
ΧΩΡΟΣ 12				
Β ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	5,80	4,04	23,43	18,33
Ν ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	3,75	4,04	15,15	13,45
ΧΩΡΟΣ 13				
Α ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	15,42	4,04	62,30	48,86
ΥΠΟΓΕΙΟ				
ΧΩΡΟΣ 1				
Α ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	5,20	3,22	16,74	16,74
Ν ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	5,80	3,20	18,56	13,46
Δ ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	1,60	3,22	5,15	5,15
ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜ.	4,10	3,22	13,20	11,22
ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜ.	5,90	3,22	19,00	19,00
ΧΩΡΟΣ 2				
Ν ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	4,58	3,22	14,75	13,05
Ν ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	5,80	3,22	18,68	14,60
Α ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	1,60	3,22	5,15	5,15
ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜ.	6,42	3,22	20,67	20,67
ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜ.	8,00	3,22	25,76	23,78
ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜ.	1,30	3,22	4,19	4,19
ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜ.	4,00	3,22	12,88	12,88
Δ ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	2,00	3,22	6,44	6,44
Ν ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	1,60	3,22	5,15	5,15

Δ ΤΟΙΧΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΑΕΡΑ	4,70	3,22	15,13	7,14
---------------------------	------	------	-------	------

Πίνακας 2 Προσανατολισμός και διαστάσεις κουφωμάτων.

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΥΨΟΣ (m)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m ²)
ΙΣΟΓΕΙΟ			
ΧΩΡΟΣ 1			
N ΠΑΡΑΘΥΡΑ	3	1,7	5,1
A ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1	1,7	1,7
ΧΩΡΟΙ 2,3,4			
ΠΑΡΑΘΥΡΟ Ν2	1	1,7	1,7
ΠΑΡΑΘΥΡΑ Ν3	1	1,7	1,7
ΠΑΡΑΘΥΡΑ Ν4	1	1,7	1,7
ΧΩΡΟΣ 5			
N ΠΑΡΑΘΥΡΑ	2,5	1,7	4,25
ΧΩΡΟΣ 8			
ΠΟΡΤΑ ΕΣ.	0,9	2,2	1,98
ΧΩΡΟΣ 9			
Δ1 ΠΑΡΑΘΥΡΑ	3,6	1,7	6,12
Δ2 ΠΑΡΑΘΥΡΑ	3,2	2,5	8
Δ2 ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1	1,7	1,7
Β2 ΠΑΡΑΘΥΡΑ	3	1,7	5,1
Β3 ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1,8	2,5	4,5
ΧΩΡΟΣ 10			
Β ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1,9	2,5	4,75
ΧΩΡΟΣ 11			
ΠΟΡΤΑ Δ	1	2,6	2,6
ΕΞΟΔΟΣ (ΠΟΡΤΑ)Β	2,5	2,6	6,5
ΑΝΟΙΓΜΑ ΟΡΟΦΗΣ			52,6
ΧΩΡΟΣ 12			
Β ΠΑΡΑΘΥΡΑ	3	1,7	5,1
A ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1	1,7	1,7
ΧΩΡΟΣ 13			
A1 ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1,5	2,5	3,75
A2 ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1,6	1,7	2,72
A3 ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1,6	1,7	2,72
A4 ΠΑΡΑΘΥΡΑ	1,5	2,5	3,75
ΥΠΟΓΕΙΟ			
ΧΩΡΟΣ 1			
N ΠΑΡΑΘΥΡΟ	3,00	1,70	5,10
A ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,00	1,70	1,70
ΠΟΡΤΑ ΕΣ.	0,90	2,20	1,98
ΧΩΡΟΣ 2			
N ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	1,7	1,7

Ν ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,4	1,7	4,08
Δ ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	1,7	1,7
ΠΟΡΤΑ	0,9	2,2	1,98

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας (U) των τοίχων προέκυψαν από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017. για ανεπαρκή θερμομόνωση στους τοίχους και αμόνωντο δώμα σύμφωνα με τους Πίνακες 3.5α και 3.5β αντίστοιχα. Οι τιμές για τις τοιχοποιίες, προσαυξήθηκαν κατά $0.2\text{W/m}^2\text{K}$ όπως αναφέρεται στον Πίνακα 3.7 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 για το εξεταζόμενο κτίριο κατά την περίοδο 1980-2010 (ισχύς Κανονισμού Θερμομόνωσης κτιρίων, Κ.Θ.Κ.) προκειμένου να ληφθούν υπόψη και οι απώλειες εξαιτίας θερμογεφυρών.

Τα παράθυρα του κτιρίου είναι μεταλλικά χωρίς θερμοδιακοπή, με δίδυμους υαλοπίνακες με διάκενο αέρα 6mm και ποσοστό πλαισίου 30% και ο συντελεστής θερμοπερατότητας με βάση τον Πίνακα 3.13α της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 ίσος με $4.5\text{ W/m}^2\text{K}$. Οι πόρτες είναι μεταλλικές χωρίς υαλοπίνακες με συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με $6.0\text{ W/m}^2\text{K}$ (Πίνακας 3.13α Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017).

Η διείσδυση του αέρα από χαραμάδες λήφθηκε ίση με $5,3\text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ για τις πόρτες και ίσος με $6,8\text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ για τα παράθυρα, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.23 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 για κουφώματα με διπλό υαλοπίνακα με μεταλλικό πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση και ο αριθμός των εξώθυρων, με βάση τα αρχιτεκτονικά σχέδια είναι τρεις (3). Η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m^2 δαπέδου είναι ίση με $280\text{kJ}/(\text{m}^2\text{K})$ για φέρων οργανισμό από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητους οπτόπλινθους.

Συστήματα θέρμανσης

Το υπάρχον σύστημα θέρμανσης αποτελείται από ένα λέβητα πετρελαίου με ονομαστική ισχύ $186,08\text{kW}$ σύμφωνα με το φύλλο συντήρησής του, και βαθμό απόδοσης ίσο με 0.6992. Η διανομή γίνεται με ένα κυκλοφορητή συνολικής ισχύος 1500 W χωρίς αυτοματισμό ρύθμισης στροφών με αντιστάθμιση φορτίου. Οι τερματικές μονάδες είναι fan coils με βαθμό απόδοσης ίσο με 0.895.

Συστήματα ψύξης

Το υπάρχον σύστημα ψύξης είναι αερόψυκτος ψύκτης ισχύος $112,8\text{kW}$. Ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας του υπάρχοντος συστήματος λαμβάνεται $\text{EER}=4$. Το δίκτυο διανομής του ψυχρού μέσου αποτελείται από σωληνώσεις που βρίσκονται κυρίως σε εσωτερικές επιφάνειες και έχει βαθμό απόδοσης ίσο με 0.915. Ο βαθμός απόδοσης προέκυψε από τον Πίνακα 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 για διέλευση ψυχρού μέσου σε εσωτερικούς ή και 20% σε εξωτερικούς χώρους σε δίκτυα διανομής ψύξης με ψυκτική ισχύ $100\text{-}200\text{kW}$ και ανεπαρκή μόνωση.

Σύστημα μηχανικού αερισμού

Ο αερισμός των χώρων γίνεται με φυσικό τρόπο από τους χρήστες του κτιρίου μέσω των ανοιγμάτων, ενώ υπάρχουν και ανεμιστήρες.

Σύστημα φωτισμού

Από την καταγραφή των φωτιστικών ακολουθούν τα καταγεγραμμένα υφιστάμενα φωτιστικά του κτηρίου, με όλα τα χαρακτηριστικά τους, ενώ η συνολική ισχύς τους υπολογίζεται ίση με $12,99\text{kW}$.

Τύπος Α:

4 λαμπτήρες, των 18 W, φθορισμού, μήκους 60cm έκαστος

Τύπος Β:

1 λαμπτήρας, των 60 W, φθορισμού, διαμέτρου 30 cm

Τύπος Γ:

2 λαμπτήρες, των 36 W, φθορισμού, διαμέτρου 120 cm έκαστος

Πίνακας 3 Τύποι φωτιστικών στο ισόγειο του Δημαρχείου Πλατανιά

ΤΥΠΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	ΙΣΟΓΕΙΟ	ΜΕΓΕΘΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	ΑΡΙΘΜ. ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΧΩΡΟ	ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	ΑΡΙΘΜ. ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ
(ΤΥΠΟΣ Α)	ΧΩΡΟΣ 1	60cm x 60cm	8	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 18W	4
(ΤΥΠΟΣ Α)	ΧΩΡΟΣ 2	60cm x 60cm	4	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 18W	4
(ΤΥΠΟΣ Α)	ΧΩΡΟΣ 3	60cm x 60cm	4	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 18W	4
(ΤΥΠΟΣ Α)	ΧΩΡΟΣ 4	60cm x 60cm	4	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 18W	4
(ΤΥΠΟΣ Α)	ΧΩΡΟΣ 5	60cm x 60cm	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 18W	4
(ΤΥΠΟΣ Α)	ΧΩΡΟΣ 9	60cm x 60cm	10	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 18W	4
(ΤΥΠΟΣ Α)	ΧΩΡΟΣ 10	60cm x 60cm	11	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 18W	4
(ΤΥΠΟΣ Α)	ΧΩΡΟΣ 11	60cm x 60cm	19	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 18W	4
(ΤΥΠΟΣ Α)	ΧΩΡΟΣ 12	60cm x 60cm	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 18W	4
(ΤΥΠΟΣ Α)	ΧΩΡΟΣ 13	60cm x 60cm	18	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 18W	4
(ΤΥΠΟΣ Β)	ΧΩΡΟΣ 6	ΔΙΑΜ. 30cm	2	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 60W	1
(ΤΥΠΟΣ Β)	ΧΩΡΟΣ 7	ΔΙΑΜ. 30cm	2	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 60W	1
(ΤΥΠΟΣ Β)	ΧΩΡΟΣ 8	ΔΙΑΜ. 30cm	1	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 60W	1
(ΤΥΠΟΣ Β)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	ΔΙΑΜ. 30cm	10	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 60W	1

Πίνακας 4 Τύποι φωτιστικών στο υπόγειο του Δημαρχείου Πλατανιά

ΤΥΠΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	ΥΠΟΓΕΙΟ	ΤΥΠΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	ΑΡΙΘΜ. ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΧΩΡΟ	ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	ΑΡΙΘΜ. ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ
(ΤΥΠΟΣ Γ)	ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΕΠ	ΣΚΑΦΑΚΙ 120 cm	4	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 36W	2
(ΤΥΠΟΣ Γ)	ΓΡΑΦΕΙΟ Α	ΣΚΑΦΑΚΙ 120 cm	4	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 36W	2
(ΤΥΠΟΣ Γ)	ΓΡΑΦΕΙΟ Β	ΣΚΑΦΑΚΙ 120 cm	4	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 36W	2
(ΤΥΠΟΣ Γ)	ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	ΣΚΑΦΑΚΙ 120 cm	2	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 36W	2
(ΤΥΠΟΣ Γ)	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Η/Ζ	ΣΚΑΦΑΚΙ 120 cm	2	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 36W	2
(ΤΥΠΟΣ Γ)	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	ΣΚΑΦΑΚΙ 120 cm	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 36W	2
(ΤΥΠΟΣ Γ)	ΧΩΡΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ	ΣΚΑΦΑΚΙ 120 cm	22	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 36W	2
(ΤΥΠΟΣ Β)	ΤΟΥΑΛΕΤΕΣ	ΔΙΑΜ. 30cm	5	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ 60W	1

Στοιχεία κατανάλωσης

Σύμφωνα με τα στοιχεία των τιμολογίων, η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμάται σε περίπου 84957,55kWh.

Αντίστοιχα η ετήσια κατανάλωση θέρμανσης έχει ετήσιο κόστος της τάξης των 2517,37 ευρώ.

Ενεργειακή Κατηγορία

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω προκύπτει από το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ ότι το κτίριο κατατάσσεται στην **Κατηγορία Ε**.

3. Μελέτη Ενεργειακής Αναβάθμισης

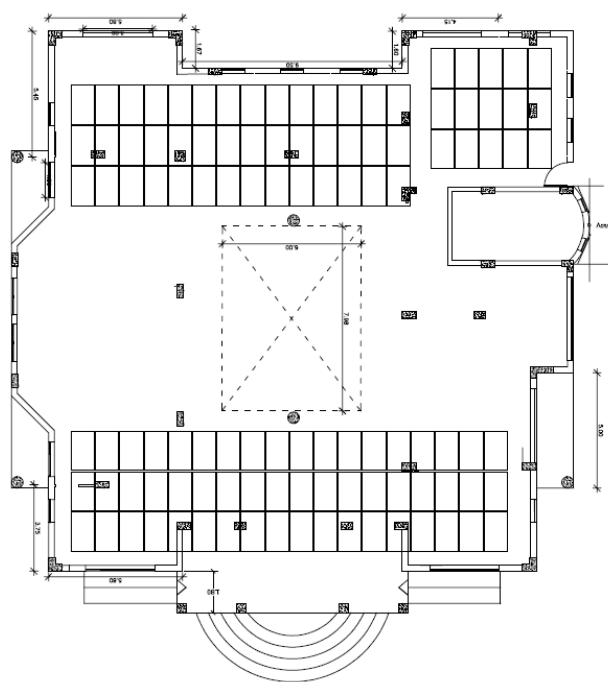
1. Συνοπτική Περιγραφή Παρεμβάσεων

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις αποτελούνται από:

- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος με ενεργειακό συμψηφισμό (net metering).
- Εγκατάσταση Αντλίας Θερμότητας.
- Αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών με νέα φωτιστικών τεχνολογίας LED.
- Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης BEMS.
- Τοποθέτηση Θερμομόνωσης Δώματος.
- Τοποθέτηση μεμβρανών ηλιοπροστασίας στο άνοιγμα της οροφής.

Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος με ενεργειακό συμψηφισμό (net metering)

Από την αξιολόγηση των ελέγχων για τη διαστασιολόγηση των Φ/Β πλαισίων και λαμβάνοντας υπόψη την εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας μετά τις προτεινόμενες παρεμβάσεις (που δεν λαμβάνει υπόψη την εξοικονόμηση από τη χρήση αυτοματισμών που περιγράφεται στη συνέχεια), προτείνεται η τοποθέτηση Φ/Β συστήματος στο δώμα που η ισχύς του ανέρχεται σε 33,30 kWp. Τα ΦΒ πλαίσια θα χωροθετηθούν επί του δώματος οριζόντια προκειμένου να μην είναι ορατά από τον δρόμο. Επίσης, προτείνεται και η κατακόρυφη τοποθέτηση Φ/Β συστήματος στη νότια όψη του δημαρχείου που η ισχύς του ανέρχεται σε 5,70 kWp, και δεν είναι ορατό από το δρόμο όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Ενδεικτική χωροθέτηση Φ/Β στο δώμα



Νότια όψη Δημαρχείου σήμερα



Ενδεικτική χωροθέτηση Φ/Β στη νότια όψη
(τα Φ/Β πλαίσια με πράσινο, τα παράθυρα με κίτρινο)

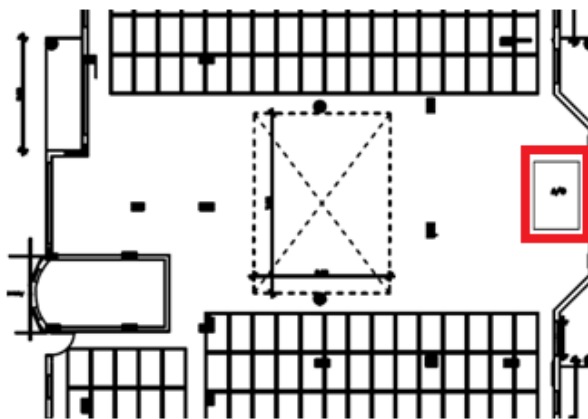


Νότια όψη Δημαρχείου: αποτελεί την πίσω όψη του κτιρίου και δεν είναι ορατή από το δρόμο

Εγκατάσταση Αντλίας Θερμότητας.

Ο λέβητας πετρελαίου έχει μικρό βαθμό απόδοσης ίσο με 0.7. Για την κάλυψη των θερμικών αναγκών προτείνεται η εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας ισχύος 90kW, η οποία θα ενσωματωθεί στο υπάρχον δίκτυο με τις υπάρχουσες τερματικές μονάδες, ενώ ο υπάρχων λέβητας θα λειτουργεί επικουρικά όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο. Οι ενδεικτικές διαστάσεις της αντλίας είναι περί τα 1,2 μ. πλάτος 2,4 μ. μήκος και 1,9 μ. ύψος.

Η αντλία θερμότητας θα εγκατασταθεί στο δώμα άνωθεν του λεβητοστασίου.



Ενδεικτική όψη της αντλίας θερμότητας.

Ενδεικτική θέση εγκατάστασης

Αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών με νέα φωτιστικών τεχνολογίας LED.

Τα εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα λειτουργούν με λαμπτήρες φθορισμού με ισχύ μονάδας ίση με $2 \times 36 = 72\text{W}$ και $4 \times 18 = 72\text{W}$ και ιδιοκατανάλωση ίση με $14,4\text{W}$, και λαμπτήρες πυρακτώσεως με ισχύ 60W με αποτέλεσμα να έχουν αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Προτείνεται η αντικατάσταση όλων των φωτιστικών του δημαρχείου εκτός των λαμπτήρων πυρακτώσεως (Τύπος Β) με νέα φωτιστικά, νέας τεχνολογίας LED με ισχύ μονάδας 39W και 35W και επίπεδα φωτισμού που ορίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις φωτισμού από τα πρότυπα φωτισμού.

Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης BEMS

Για την αντιμετώπιση της απρόσκοπτης χρήσης, κρίνεται σκόπιμη η εγκατάσταση του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BEMS). Με την παρέμβαση αυτή οι διαχειριστές του συστήματος θα είναι σε θέση, με την ανάλυση των στοιχείων κατανάλωσης - σε επίπεδο πρίζας ή συσκευής- να κατανοούν, που ακριβώς και πότε, γίνεται άσκοπη χρήση ενέργειας, διαμορφώνοντας έτσι πολιτικές εξοικονόμησης, είτε ενημερώνοντας τους χρήστες, είτε διακόπτοντας τη χρήση εκείνων των συσκευών που λειτουργούν άσκοπα.

Γενικότερα, ως προς την λειτουργία του BEMS, θα συνδεθεί με δίκτυο αισθητήρων φωτός για την ρύθμιση των χρόνων λειτουργίας του τεχνητού φωτισμού και τη σύζευξή του με το φυσικό, καθώς και με το σύστημα θέρμανσης με αισθητήρες θερμοκρασίας εντός και εκτός του κτιρίου.

Πιο συγκεκριμένα προβλέπεται εσωτερικά του κτιρίου να τοποθετηθούν αισθητήρια σε κατάλληλη θέση και να συνδεθούν με τα ηλεκτρολογικά κυκλώματα των φωτιστικών, ώστε να υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της λειτουργίας τους. Με τον τρόπο αυτό και ανάλογα με την ένταση του φυσικού φωτισμού εντός των χώρων του κτιρίου, θα επιτρέπεται η λειτουργία του τεχνητού φωτισμού στους αντίστοιχους χώρους. Τα φωτοκύτταρα θα συνδεθούν και με το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης (BEMS) για την καλύτερη διαχείριση του συστήματος φωτισμού γενικότερα.

Τοποθέτηση Θερμομόνωσης Δώματος

Πάνω από το ισόγειο του δημαρχείου, σε επιφάνεια ίση με $451,88\text{m}^2$ υπάρχει δώμα. Προτείνεται η εγκατάσταση μόνωσης δώματος με σύστημα θερμομόνωσης στο δώμα, αποτελούμενο από πλάκες γραφιτούχας διογκωμένης πολυστερίνης πάχους 7εκ. . Το σύστημα θερμομόνωσης θα περιλαμβάνει τα υαλοπλέγματα, όλα τα παρελκόμενα (ρητινούχες κόλλες, βύσματα στερέωσης, οδηγούς στήριξης

θερμομονωτικών πλακών, βίδες οδηγών στήριξης, ειδικά τεμάχια διογκωμένης πολυστερίνης, γωνιόκρανα) και τελικό ακρυλικό έγχρωμο επίχρισμα. Η τοποθέτηση των πλακών διογκωμένης πολυστερίνης θα πραγματοποιηθεί αφού γίνει η καθαίρεση των εξωτερικών επιχρισμάτων. Κόλλα ως τελικό επίχρισμα για το σύστημα θερμομόνωσης δώματος / Υαλόπλεγμα εξωτερικής θερμομόνωσης από ίνες υάλου / Υγρό, μονωτικό, επαλειπτικό, με βάση σιλανικές ρητίνες / Υλικά επικόλλησης για το σύστημα θερμομόνωσης δώματος. Ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής θα προκύπτει ίσος με 0,50W/m²K, όπως ορίζεται από τον Πίνακα 3.4α της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για την κλιματική ζώνη Α σε υφιστάμενα κτίρια.

Τοποθέτηση μεμβρανών ηλίοπροστασίας

Στο άνοιγμα του αιθρίου θα τοποθετηθούν αντηλιακές μεμβράνες με τα κάτωθι χαρακτηριστικά:

- Επιλογή υλικού με σκοπό τη σκίαση, τη δραστική μείωση της διερχόμενης θερμότητας, το δροσίσιμο του χώρου, την οπτική και θερμική άνεση και την εξοικονόμηση ενέργειας.
- Την ανεμπόδιστη οπτική επαφή προς τα έξω καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας

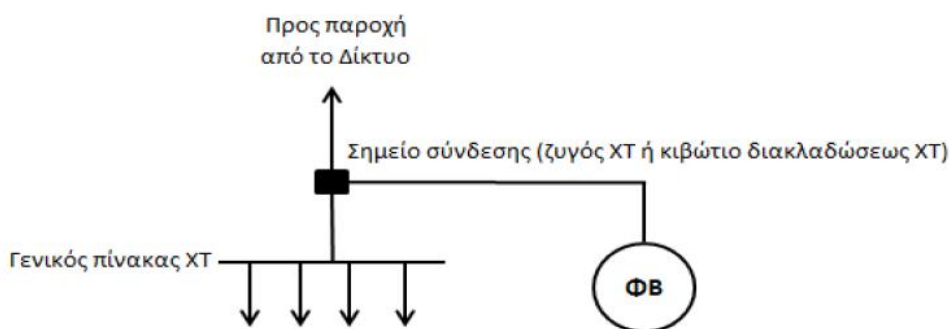
2. Τεκμηρίωση Επιλογής Παρεμβάσεων - Ανάλυση

ι. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος με ενεργειακό συμψηφισμό (net metering)

Ο συμψηφισμός παραγόμενης-καταναλισκόμενης ενέργειας (γνωστός με τον όρο net-metering) αποτελεί ένα από τα εργαλεία προώθησης της αυτοπαραγωγής και ιδιοκατανάλωσης με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και εφαρμόζεται σε διάφορες χώρες, κυρίως για εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών. Το net-metering επιτρέπει στον καταναλωτή να καλύψει ένα σημαντικό μέρος των ιδιοκαταναλώσεών του, ενώ παράλληλα του δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει το δίκτυο για έμμεση αποθήκευση της πράσινης ενέργειας. Ο όρος “net” προκύπτει από το γεγονός ότι η χρέωση/πίστωση του καταναλωτή αφορά στη διαφορά μεταξύ καταναλισκόμενης και παραγόμενης ενέργειας σε μία ορισμένη χρονική περίοδο.

Η ανάπτυξη φωτοβολταϊκών συστημάτων από αυτοπαραγωγούς θεσπίστηκε στην Ελλάδα με την Υ.Α ΑΠΕΗΛ/οικ.24461 (ΦΕΚ Β' 3583/31.12.2014) η οποία καταργήθηκε και αντικαταστάθηκε από την Υπουργική Απόφαση ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ.175067 (ΦΕΚ Β' 1547/5.5.2017) και αφορά στην εγκατάσταση σταθερών φωτοβολταϊκών συστημάτων για την κάλυψη ιδίων αναγκών από καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας με εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού. Ως ενεργειακός συμψηφισμός νοείται ο συμψηφισμός της παραγόμενης από το φωτοβολταϊκό σύστημα ενέργειας με την καταναλισκόμενη στις εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού, ο οποίος διενεργείται σε ετήσια βάση. Στον ενεργειακό συμψηφισμό η παραγόμενη ενέργεια δεν είναι απαραίτητο να ταυτοχρονίζεται με την καταναλισκόμενη.

Η διασύνδεση του Φ/Β γίνεται σύμφωνα με το πιο κάτω σχήμα:



Για τη διαστασιολόγηση του συστήματος ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

Ο 1ος έλεγχος που γίνεται αφορά στην εγκαταστημένη ισχύ του Φ/Β. Σύμφωνα με την ΥΑ «Ειδικά για νομικά πρόσωπα, δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλους δημόσιου ενδιαφέροντος σκοπούς, γενικής ή τοπικής εμβέλειας, η ανώτατη ισχύς κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να ανέρχεται έως και στο 100% της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης.».

Η παροχή του δημαρχείου είναι 135kVA, επομένως η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς του Φ/Β είναι ίση με 50kW όπως ορίζεται από τη νομοθεσία για το νησί της Κρήτης.

Ο 2ος έλεγχος αφορά στην ετήσια ενεργειακή παραγωγή του Φ/Β συστήματος σε σχέση με την κατανάλωση του κτιρίου. Σύμφωνα με την νομοθεσία «Ως ενεργειακός συμψηφισμός νοείται ο συμψηφισμός της παραγόμενης από το φωτοβολταϊκό σύστημα ενέργειας με την καταναλισκόμενη ενέργεια στις εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού, ο οποίος διενεργείται σε τριετή βάση.», και «Το πλεόνασμα ενέργειας που προκύπτει από το συμψηφισμό του προηγούμενου εδαφίου διοχετεύεται στο Δίκτυο χωρίς υποχρέωση για οποιαδήποτε αποζημίωση στον αυτοπαραγωγό.». Κατά συνέπεια η παραγόμενη ισχύς από το Φ/Β σύστημα σε ετήσια βάση, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την καταναλισκόμενη στο κτίριο.

Για το Δημαρχείο, η ετήσια απόδοση του Φ/Β συστήματος με σταθερή κλίση ίση με 0° και προσανατολισμό νοτιοανατολικό είναι ίση με 1370 kWh/kWp., ενώ η αντίστοιχη για τα Φ/Β που θα τοποθετηθούν κατακόρυφα στη νότια όψη του κτιρίου είναι ίση με 202 kWh/kWp. Οι ενεργειακοί υπολογισμοί, τα σχέδια χωροθέτησης και το μονογραμμικό ηλεκτρολογικό σχέδιο παρατίθενται στο ΜΕΡΟΣ Η' - ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ της παρούσης.

Οι ετήσιες καταναλώσεις του Δημαρχείου Πλατανιά μετά τις προτεινόμενες παρεμβάσεις εκτιμώνται σε:

ΦΟΡΤΙΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/year)
Αντλία θερμότητας (θέρμανση)	20.190,04
Αντλία θερμότητας (ψύξη)	24.931,06
Φωτισμός	18.000,00
ΣΥΝΟΛΟ	63.121,10

Εκτός από τις καταναλώσεις ενέργειας που προέρχονται από την αντλία θερμότητας και το φωτισμό, με βάση την πραγματική κατανάλωση όπως αυτή προκύπτει από τα τιμολόγια της ΔΕΗ αφαιρώντας την ενέργεια από τον υπάρχοντα φωτισμό, προκύπτει ότι καταναλώνεται επιπλέον ενέργεια η οποία προέρχεται από τις ηλεκτρικές συσκευές στο δημαρχείο, οι οποίες θα μείνουν ως έχουν και μετά τις παρεμβάσεις. Ως εκ τούτου, η συνολική κατανάλωση ενέργειας θα ισούται με 76.121,10kWh ετησίως.

Από την αξιολόγηση των δύο προαναφερθέντων ελέγχων και λαμβάνοντας υπόψη την εκτίμηση των καταναλώσεων που έγινε παραπάνω μετά τις προτεινόμενες παρεμβάσεις (που δεν λαμβάνει υπόψη την εξοικονόμηση από τη χρήση αυτοματισμών που περιγράφεται στη συνέχεια), η προτεινόμενη ισχύς του φ/β συστήματος ανέρχεται σε 33,3 kWp πάνω στο δώμα και 5,7kWp κατακόρυφα στη νότια όψη όπως περιγράφηκε ανωτέρω. Το προτεινόμενο σύστημα των φ/β θα καλύπτει μέσω της παραγωγής του $33,3\text{kWp} \times 1370 \text{ kWh/kWp} + 5,7\text{kWp} \times 202 \text{ kWh/kWp} = 46.772,40\text{kWh}$ ετησίως, δηλαδή θα καλύπτει το 61% της κατανάλωσης ενέργειας.

Σύνοψη

Προτείνεται η εγκατάσταση φ/β συστήματος ενεργειακού συμψηφισμού συνολικής ισχύος 39kW με το οποίο το δημαρχείο θα μπορεί να καλύπτει το 61% της κατανάλωσης ενέργειας. Η διάταξη των Φ/Β που προτείνεται αποτελείται από Φ/Β ισχύος 33,3kW στο δώμα του δημαρχείου με κλίση ίση με 0° ώστε να μην είναι ορατά από το δρόμο και κατακόρυφα τοποθετημένα Φ/Β ισχύος 5,7kW στη νότια όψη του κτιρίου για την κάλυψη επιπλέον αναγκών του κτιρίου.

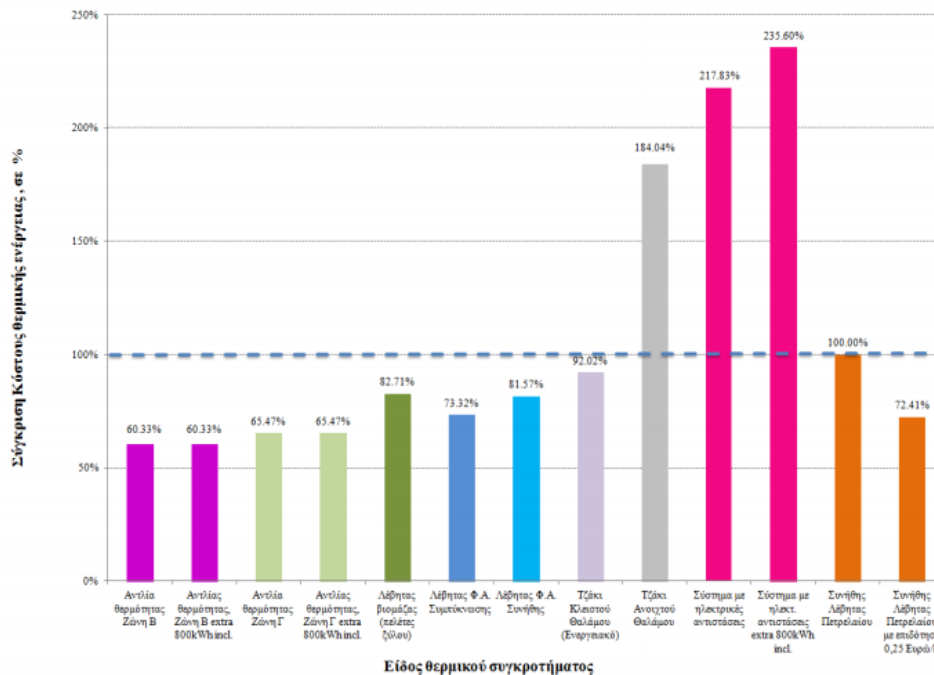
ii. Εγκατάσταση Αντλίας Θερμότητας.

Προτείνεται η εγκατάσταση μίας αντλίας θερμότητας. Δεν προτείνεται η αντικατάσταση του συμβατικού λέβητα, ο οποίος θα μπορεί να λειτουργεί ως εφεδρικό σύστημα. Το σχέδιο χωροθέτησης της αντλίας και το μονογραμμικό διάγραμμα θέρμανσης παρατίθενται στο ΜΕΡΟΣ Η' – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ της παρούσης.

Η φυσική ροή της θερμότητας είναι να μεταφέρεται από συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών σε συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών. Η αντλία θερμότητας καταφέρνει να αναστρέψει αυτή τη φυσική ροή. Έτσι στην περίπτωση ενός κτιρίου, η αντλία θερμότητας στη διάρκεια για παράδειγμα του καλοκαιριού αφαιρεί (αντλεί) θερμότητα από το εσωτερικό του κτιρίου και την αποβάλλει στο περιβάλλον. Καθώς ο εσωτερικός χώρος χάνει τη θερμότητα του αρχίζει το περιβάλλον να γίνεται πιο ψυχρό. Αντίθετα, το χειμώνα αφαιρεί (αντλεί) θερμότητα από το περιβάλλον και την διοχετεύει στο εσωτερικό της κατοικίας προκειμένου να αυξήσει τη θερμότητα του εσωτερικού χώρου.

Ουσιαστικά λοιπόν η αντλία θερμότητας χρησιμοποιεί το περιβάλλον για να θερμάνει ή να ψύξει έναν χώρο. Η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας απαιτείται μόνο στο στάδιο της άντλησης θερμότητας και ο χρήστης πληρώνει μόνο το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για την άντληση. Το ηλεκτρικό ρεύμα δηλαδή, δεν χρησιμοποιείται ως πηγή για τη δημιουργία θέρμανσης ή ψύξης και για αυτό η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος που απαιτείται για τη λειτουργία της αντλίας θερμότητας είναι πολύ μικρή, σε σχέση με το αποτέλεσμα που δίνει σε ψύξη ή θέρμανση. Πιο συγκεκριμένα, αντίθετα με τα συμβατικά συστήματα, οι αντλίες θερμότητας χρειάζονται 25% ενέργεια, ενώ το υπόλοιπο 75% το παίρνουν από το περιβάλλον.

Η σύγκριση του συνολικού κόστους της θερμικής ενέργειας των διαφόρων ειδών θερμικού συγκροτήματος με ένα συνήθη λέβητα πετρελαίου παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα. Για τη σύγκριση αυτή έχει θεωρηθεί τιμή πετρελαίου στον καταναλωτή ίση με 1,256 €/lt.



Σύγκριση κόστους θερμικής ενέργειας σε σχέση με το κόστος ενός συγκροτήματος συνήθη λέβητα - καυστήρα πετρελαίου ανά είδος θερμικού συγκροτήματος.

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει πως τα κυριότερα πλεονεκτήματα των αντλιών θερμότητας έναντι του υφιστάμενου συστήματος θέρμανσης είναι:

- Ο αυξημένος βαθμός απόδοσης, σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα θέρμανσης.
- Η εξοικονόμηση χρημάτων.
- Η απλή εγκατάσταση.
- Η αθόρυβη λειτουργία.
- Τα μειωμένα έξοδα εγκατάστασης, εφόσον μπορούν να τοποθετηθούν εξωτερικά.
- Το μειωμένο κόστος συντήρησης.
- Το ασφαλέστερο και πιο καθαρό σύστημα από την πλειοψηφία των συστημάτων θέρμανσης.

Θέρμανση με χρήση αντλιών θερμότητας

Για κάθε χώρο του Δημαρχείου ξεχωριστά έχουν προσδιοριστεί οι επιφάνειες από τις οποίες υπάρχουν απώλειες θερμότητας (επιφάνειες σε επαφή με αέρα, έδαφος και μη θερμαινόμενους χώρους) και για κάθε επιφάνεια έχουν οριστεί οι αντίστοιχοι συντελεστές θερμοπερατότητας $U(W/m^2K)$ (βλ. Κεφάλαιο 1). Οι θερμικές απώλειες υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_0 = U \cdot A \cdot \Delta T,$$

όπου U ο συντελεστής θερμοπερατότητας,

A η επιφάνεια των δομικών στοιχείων και

ΔT η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας η οποία προκύπτει ως διαφορά μεταξύ της επιθυμητής εσωτερικής θερμοκρασίας το χειμώνα (Πίνακας 2.2 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 για δευτεροβάθμια εκπαίδευση) μείον τη μέση απολύτως ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία για τα Χανιά (Πίνακας 3.6 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2017)

Οι ανωτέρω υπολογιζόμενες απώλειες προσαυξάνονται κατά ένα συντελεστή, ο οποίος κυμαίνεται από 0 έως 30% και εξαρτάται από τον προσανατολισμό των επιφανειών και την διακοπτόμενη ή μη λειτουργία του υπό μελέτη κτιρίου, καθώς και από το ύψος του κυρίως χώρου του κτιρίου.

Πέρα από τις απώλειες των δομικών στοιχείων υπολογίζονται και οι απώλειες λόγω διείσδυσης αέρα από τις χαραμάδες των κουφωμάτων σύμφωνα με τη σχέση:

$$Q_L = \Delta \cdot A \cdot \Delta T,$$

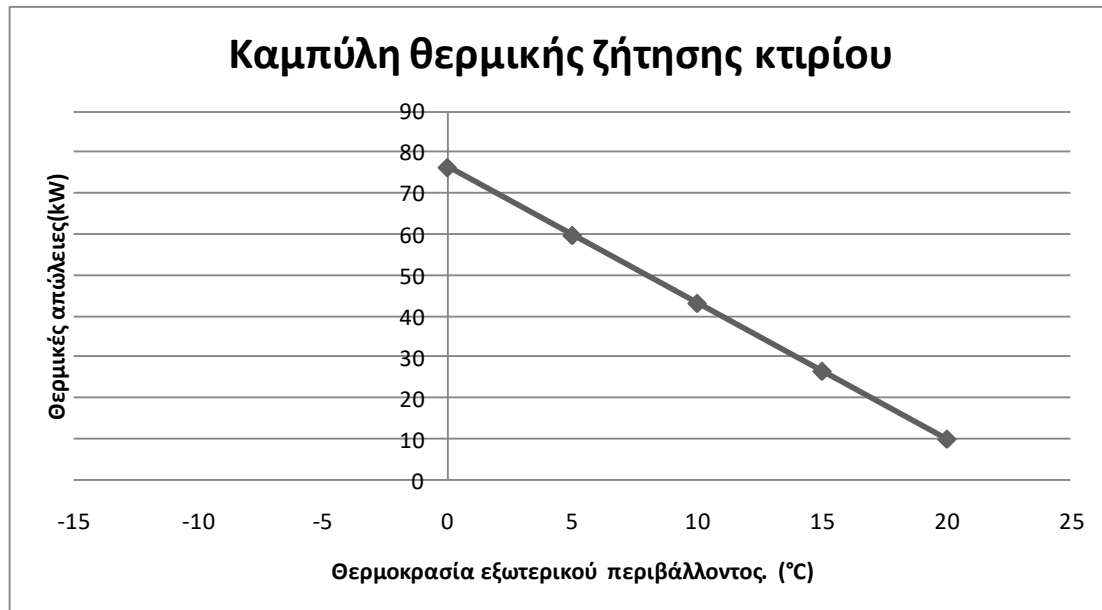
Δ : η διείσδυση του αέρα λόγω ύπαρξης χαραμιάδων (Πίνακας 3.24, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017), που για το συγκεκριμένο κτίριο, για κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες, χωνευτό, ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα χωρίς πιστοποίηση ή κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) με αεροστεγανότητα, μη πιστοποιημένη λαμβάνονται τιμές ίσες με 5,3 m³/h/m² για πόρτες και 6,8 m³/h/m² για παράθυρα

A : η επιφάνεια των κουφωμάτων

Οι συνολικές απώλειες προκύπτουν ως άθροισμα των απωλειών θερμότητας και των απωλειών διείσδυσης αέρα και από τη μελέτη προέκυψαν θερμικές απώλειες **76kW**. Οι αναλυτικοί υπολογισμοί δίνονται στο Μέρος Η' - Παράρτημα Δ της παρούσας Μελέτης.

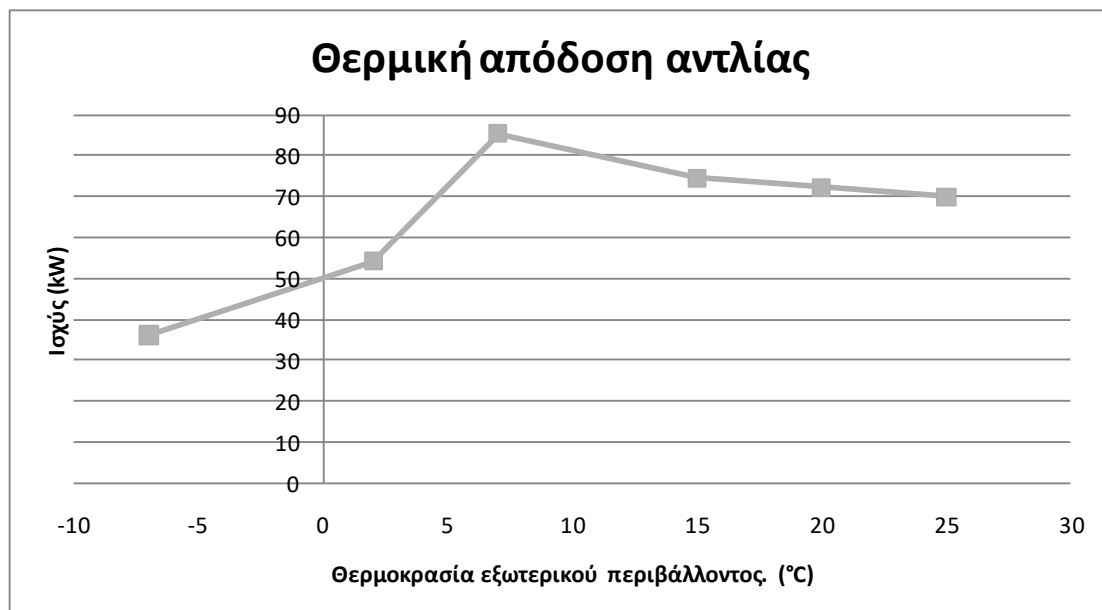
Για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος αντλιών θερμότητας θα πρέπει αρχικά να υπολογιστεί η καμπύλη θερμικής ζήτησης του κτιρίου, δηλαδή οι θερμικές απώλειες του κτιρίου για περισσότερες από μία εξωτερικές θερμοκρασίες. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, κατά τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών έχει υπολογιστεί το θερμικό φορτίο για την δυσμενέστερη εξωτερική θερμοκρασία στα Χανιά που από τη Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2017 είναι ίση με 4,3°C.

Προκειμένου να κατασκευαστεί η καμπύλη της θερμικής ζήτησης του υπό μελέτη κτιρίου, υπολογίστηκαν οι θερμικές απώλειες για διάφορες εξωτερικές θερμοκρασίες (ambient temperature) π.χ. από 0°C έως 20°C με βήμα 2°C, όπως φαίνεται στο κάτωθι διάγραμμα. Ο οριζόντιος άξονας του διαγράμματος δείχνει τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος και είναι βαθμολογημένος από 0°C έως 20°C, ενώ στον κατακόρυφο άξονα φαίνονται οι θερμικές απώλειες του κτιρίου για διαφορετικές εξωτερικές θερμοκρασίες και είναι βαθμολογημένος σε kW.



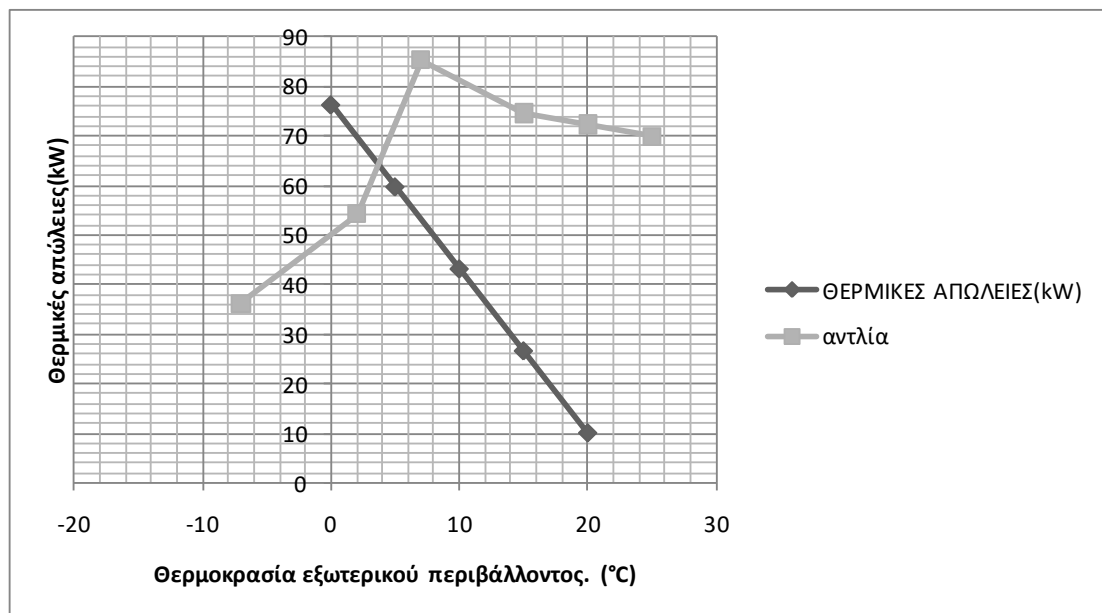
Καμπύλη θερμικής ζήτησης Δημαρχείου.

Για την κάλυψη των θερμικών αναγκών εξετάζεται η τοποθέτηση μιας αντλίας θερμότητας ισχύος 90 kW. Η τοποθέτηση μίας αντλίας και όχι συστήματος αντλιών προτείνεται διότι θα ενσωματωθεί στο υπάρχον δίκτυο με τις υπάρχουσες θερματικές μονάδες. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η καμπύλη θερμικής απόδοσης της προτεινόμενης αντλίας των 90kW. Σημειώνεται ότι θα συνεχίσει να υπάρχει ο υφιστάμενος λέβητας πετρελαίου και θα λειτουργεί επικουρικά όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο.



Καμπύλη θερμικής απόδοσης αντλίας ονομαστικής ισχύος 90kW.

Προκειμένου να βρεθεί η εξωτερική θερμοκρασία στην οποία συναντώνται η θερμική ζήτηση του κτιρίου και η μέγιστη θερμική ισχύς της αντλίας θερμότητας θα πρέπει να συγκριθούν οι θερμικές απώλειες του κτιρίου με την θερμική απόδοση της αντλίας. Για το λόγο αυτό στην επόμενη εικόνα σχεδιάστηκαν στο ίδιο διάγραμμα οι μέγιστες θερμικές ισχύες της αντλίας θερμότητας και οι θερμικές απώλειες του κτιρίου όπως προέκυψαν για διαφορετικές θερμοκρασίες του εξωτερικού περιβάλλοντος:



Καμπύλη θερμικής απόδοσης αντλίας ονομαστικής ισχύος 90W και θερμικών απωλειών του κτιρίου σε διαφορετικές θερμοκρασίες εξωτερικού περιβάλλοντος.

Η τομή των δύο καμπυλών είναι η εξωτερική θερμοκρασία στην οποία συναντώνται η θερμική ζήτηση του κτιρίου και η μέγιστη θερμική ισχύς της αντλίας θερμότητας (παραγωγής αντλίας και απωλειών) και βρίσκεται στους 4°C. Αυτό σημαίνει ότι για τις ώρες που η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη των 4 °C η ζήτηση δεν θα καλύπτεται από το σύστημα. Σύμφωνα με τη διαθέσιμη χρονοσειρά της EMY, σε σύνολο 3.132 ωρών λειτουργίας οι ώρες στις οποίες παρατηρείται θερμοκρασία περιβάλλοντος χαμηλότερη των 4°C είναι μόλις 24 ώρες ή αλλιώς ποσοστό 0,76%.

Σημειώνεται ότι κατά τις λίγες ώρες που η θερμική αντλία δε θα καλύπτει τη ζήτηση το σύστημα θα μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να εκκινεί νωρίτερα και έτσι η όχι τόσο καλή απόδοση να είναι λιγότερο αισθητή. Επιπλέον, τις ώρες αυτές οι χώροι δεν θα είναι χωρίς θέρμανση απλά θα θερμαίνονται με χαμηλότερη απόδοση γεγονός που πολλές φορές δεν θα γίνεται και αντιληπτό καθώς σε κάθε περίπτωση η εσωτερική θερμοκρασία θα είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος που θα επικρατεί στο εξωτερικό των χώρων.

Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης της αντλίας θερμότητας

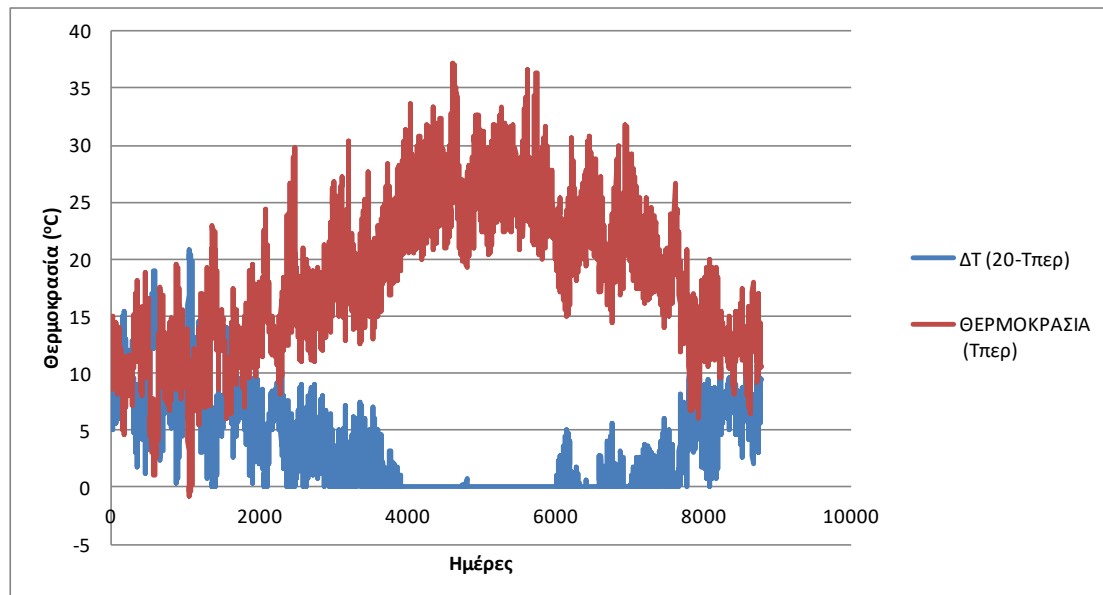
Όπως προαναφέρθηκε, η προτεινόμενη αντλία θερμότητας θα καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου. Δεδομένου ότι με αυτόν τον τρόπο θα αυξηθεί η κατανάλωση ενέργειας του Δημαρχείου πραγματοποιήθηκε μελέτη υπολογισμού της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία της σε ετήσια βάση. Τα αποτελέσματα είναι απαραίτητα για τη διαστασιολόγηση του προτεινόμενου εν συνεχεία φωτοβολταϊκού συστήματος, καθώς οι καταναλώσεις συμψηφίζονται σε ετήσια βάση με την παραγόμενη ενέργεια ενώ περίσσεια ενέργειας διοχετεύεται στο σύστημα χωρίς αντίτιμο.

Βήμα 1ο Υπολογισμός των θερμικών απωλειών σε ωριαία βάση.

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών σε ωριαία βάση χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά δεδομένα της EMY για την περιοχή των Χανίων, τα οποία αφορούν μετρήσεις ανά τρίωρο. Από τη διαθέσιμη χρονοσειρά θερμοκρασιών περιβάλλοντος με συμπλήρωση των ενδιάμεσων τιμών προέκυψε η ετήσια ωριαία χρονοσειρά με τις 8760 τιμές που χρησιμοποιήθηκε στους υπολογισμούς. Ορίζοντας την

επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικών χώρων στους 20 °C προσδιορίζεται για κάθε ώρα η διαφορά θερμοκρασίας που καλείται να καλύψει το σύστημα θέρμανσης και κατ' επέκταση η απαιτούμενη θερμική ενέργεια.

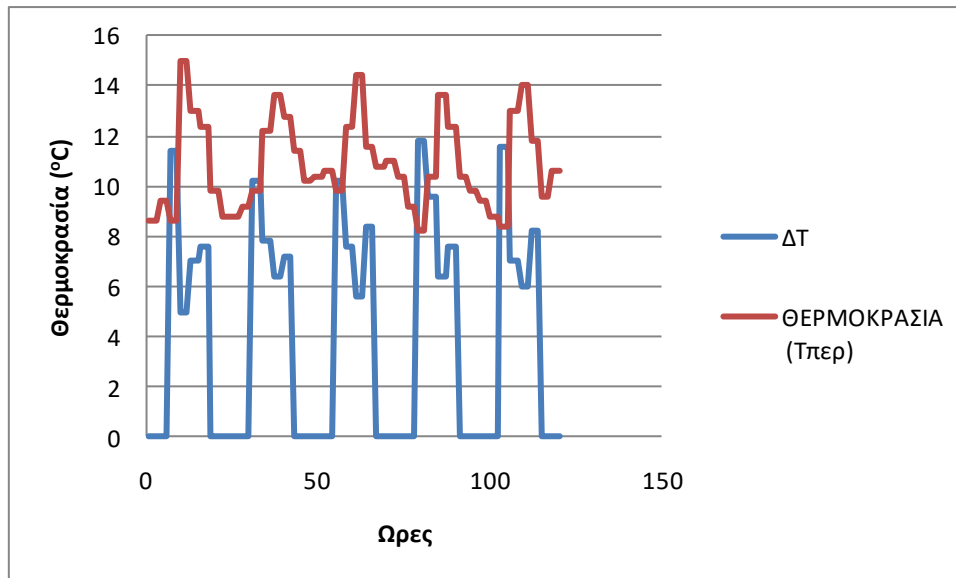
Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η θερμοκρασία περιβάλλοντος καθώς και η διαφορά θερμοκρασίας ΔT (20-Τπερ). Για εποπτικούς λόγους, το ΔT έχει τεθεί μηδέν (0) κατά τις ημέρες με θερμοκρασία υψηλότερη από 20 °C (π.χ. κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού).



Θερμοκρασία περιβάλλοντος και διαφορά θερμοκρασίας (20°C- Τπερ) για την κάθε μέρα του χρόνου.

Επειδή για την ανάλυσή της λειτουργίας της αντλίας θερμότητας χρειάζεται η θερμοκρασιακή διαφορά κατά τις ώρες λειτουργίας του Δημαρχείου (12 ώρες ημερησίως) στην προσομοίωση οι λοιπές ώρες λαμβάνουν τιμή $\Delta T=0$.

Ενδεικτικά οι θερμοκρασίες τις πρώτες 5 ημέρες του χρόνου αποτυπώνονται στο ακόλουθο γράφημα:



Θερμοκρασία περιβάλλοντος και διαφορά θερμοκρασίας (20°C - Τπερ) για τις πέντε πρώτες μέρες του έτους με $\Delta T=0$ για τις ώρες εκτός ωραρίου του δημαρχείου.

Από τη μελέτη θερμικών απωλειών που παρουσιάστηκε σε προηγούμενο Κεφάλαιο προκύπτει για κάθε χώρο ένας συντελεστής απωλειών ο οποίος πολλαπλασιαζόμενος με τη διαφορά θερμοκρασίας περιβάλλοντος και επιθυμητής θερμοκρασίας χώρου $\Delta T(20\text{-Τπερ})$ υπολογίζει για κάθε ώρα την απαιτούμενη θερμική ενέργεια. Αθροίζοντας την ενέργεια όλων των θερμαινόμενων χώρων προκύπτει η συνολική απαιτούμενη θερμική ενέργεια.

Βήμα 2ο Υπολογισμός παραγόμενης θερμικής ενέργειας.

Από την καμπύλη λειτουργίας της αντλίας θερμότητας προσδιορίζεται για δεδομένη θερμοκρασία περιβάλλοντος η παραγόμενη από το σύστημα θερμική ενέργεια και η αντίστοιχη απορροφούμενη ηλεκτρική ενέργεια. Για τον προσδιορισμό της θερμικής ενέργειας και του βαθμού απόδοσης λειτουργίας (COP) έγινε γραμμική παρεμβολή μεταξύ των σημείων λειτουργίας που δίνονται από τον κατασκευαστή για θερμοκρασίες -5°C , 0°C , 5°C και 10°C , 15°C , 20°C .

Αναλυτικά οι πίνακες υπολογισμού δίνονται στο Μέρος Η' - Παράρτημα Δ, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της ενεργειακής μελέτης θέρμανσης είναι τα κάτωθι:

Πίνακας 5 Αποτελέσματα ενεργειακής μελέτης.

ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	
Total Thermal Needs [kWh thermal]	31687,7241
Produced Thermal Energy from HP [kWh thermal]	140369,618
Thermal Miss-match [kWh thermal]	108681,894
Thermal Energy Savings [%]	0,22574489
HP production miss match [%]	0,77425511
Energy absorbed by HP [kWh electrical]	20190,0417
Max Thermal Output from HP [kW thermal]	85,32
Max electrical Power [kW electrical]	30,9920005

Ψύξη Αντλιών

Τους θερινούς μήνες δημιουργείται θερμικό κέρδος στον χώρο, το οποίο είναι το σύνολο των θερμικών ροών (ισχύων) που εισέρχονται σε ένα χώρο ή και δημιουργούνται σε αυτόν σε δεδομένη χρονική στιγμή (ρυθμός εισροής ή παραγωγής θερμότητας). Αυτές οι ροές θερμότητας διακρίνονται σε επιμέρους συνιστώσες ανάλογα με τις πηγές (παράγοντες) που τις δημιουργούν και με την επίπτωση που έχουν στις συνθήκες του χώρου.

Οι κατηγορίες πηγών θερμικού κέρδους είναι οι εξής:

- Αγωγιμότητα από τα τοιχώματα και τα κουφώματα του κτιρίου
- Ηλιακή ακτινοβολία μέσω τζαμιών
- Φωτισμός
- Άτομα
- Ηλεκτρικές συσκευές και εξοπλισμός
- Αερισμός

Το ψυκτικό φορτίο του χώρου είναι η θερμική ισχύς που πρέπει να αφαιρείται από ένα χώρο, προκειμένου ο αέρας του χώρου αυτού να διατηρείται σε σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Το ψυκτικό φορτίο χώρου δεν ταυτίζεται με το θερμικό φορτίο χώρου σε δεδομένη χρονική στιγμή.

Για να υπολογιστεί το ψυκτικό φορτίο του χώρου, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος υπολογισμού **CLTD/CLF**. Ο υπολογισμός του ψυκτικού φορτίου έγινε για κάθε επιφάνεια του κτιρίου με διαφορετικό προσανατολισμό. Οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος που λήφθηκαν υπόψη αφορούν κάθε ώρα της ημέρας για ένα έτος με βάση τη χρονοσειρά θερμοκρασιών για τον δήμο Χανίων από την ΕΜΥ. Η επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία του δημαρχείου θεωρείται 26°C σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017. Από την μελέτη προέκυψε ότι το μέγιστο ψυκτικό φορτίο του χώρου ανέρχεται στα **112 kW**.

Οι απώλειες αυτές εκφράζουν την μέγιστη θερμική ισχύ που πρέπει να αφαιρεθεί από το κτίριο συνυπολογίζοντας το φορτίο μέσω συναγωγής θερμότητας από την τοιχοποιία και τα υφιστάμενα κουφώματα, το φορτίο μέσω ηλιακής ακτινοβολίας, καθώς επίσης και το αισθητό φορτίο από τους εργαζόμενους και τους επισκέπτες του δημαρχείου, το οποίο εξαρτάται από την εξωτερική θερμοκρασία και από την εργασία που εκτελούν τα άτομα.

Αναλυτικά, η μέθοδος CLTD/CLF λαμβάνει υπόψη τη θερμοκρασιακή διαφορά του ψυκτικού φορτίου (CLTD) και τον συντελεστή ψυκτικού φορτίου (CLF). Η μεταφορά θερμικής ισχύος από το περιβάλλον προς τον εσωτερικό χώρο ενός δομικού στοιχείου επιφάνειας A και θερμοπερατότητας U δίνεται από τη σχέση:

$$Q_{c, cond, t} = U \cdot A \cdot (\theta_o - \theta_i), \text{ με}$$

$\theta_o - \theta_i$ τη θερμοκρασιακή διαφορά εξωτερικής με επιθυμητής εσωτερικής θερμοκρασίας, η οποία μπορεί να ληφθεί ίση με το μέγεθος CLTD_t και αφορά την τρέχουσα ώρα υπολογισμού εντός του 24ώρου.

Επομένως, το ψυκτικό φορτίο από το περιβάλλον προς έναν κλιματιζόμενο χώρο μέσω των δομικών στοιχείων προκύπτει ίσο με:

$$Q_{c, cond, t} = U \cdot A \cdot CLTD_t$$

Ομοίως, στην περίπτωση ύπαρξης ενός σταθερού θερμικού κέρδους από ένα δομικό στοιχείο ενός κτηρίου μέσω ακτινοβολίας, το αντίστοιχο ψυκτικό φορτίο θα ισούται με το συγκεκριμένο θερμικό κέρδος. Αν το θερμικό κέρδος λόγω ακτινοβολίας ακολουθεί μία περιοδικότητα, τότε το ψυκτικό φορτίο θα χαρακτηρίζεται από την ίδια περιοδικότητα. Ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου CLF ορίζεται έτσι, ώστε να δίνει το ψυκτικό φορτίο τη χρονική στιγμή t , πολλαπλασιαζόμενος με το μέγιστο ημερήσιο θερμικό κέρδος Q_{max} .

$$Q_{t,rad,c} = Q_{max} CLF_t$$

Με το συντελεστή CLF εισάγεται στον υπολογισμό το γεγονός ότι τα ακτινοβολούμενα θερμικά κέρδη μέσω ηλιακής ακτινοβολίας, φωτισμού κλπ, απορροφούνται πρώτα από τη μάζα του κτηριακού κελύφους, για να μετατραπούν τελικά σε ψυκτικά φορτία μόνο αφού αποδοθούν μέσω αγωγής – συναγωγής στον εσωτερικό χώρο. Μόνο τα θερμικά κέρδη μέσω συναγωγής μπορεί να θεωρηθεί ότι ταυτίζονται χρονικά με τα ψυκτικά φορτία. Επίσης κάποια θερμικά κέρδη, π.χ. από τους ενοίκους ενός κτηρίου, είναι μερικώς φορτία μέσω συναγωγής και μερικώς φορτία μέσω ακτινοβολίας. Η ιδιαιτερότητα αυτή λαμβάνεται υπόψη μέσω των συντελεστών CLF. Οι χαρακτηριστικές τιμές για τους συντελεστές CLTD και CLF έχουν αναπτυχθεί από την ASHRAE με σκοπό να διατηρηθεί το πλήθος των αριθμητικών δεδομένων σε εύλογο μέγεθος. Για το σκοπό αυτό έχουν ληφθεί υπόψη περιορισμένος αριθμός κατασκευαστικών τύπων κτηρίων και συνθηκών περιβάλλοντος. Για την επέκταση της εφαρμογής της μεθόδου έχουν επίσης εισαχθεί διορθωτικοί συντελεστές, διατηρούμενου όμως πάντα του περιορισμού σταθερής εσωτερικής θερμοκρασίας κλιματιζόμενων χώρων θ_i .

Γενικά, οι τιμές της CLTD (K) στους πίνακες που προτείνονται ισχύουν για τις ακόλουθες συνθήκες: υψηλή απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία (σκουρόχρωμος τοίχος ή οροφή), ηλιακή ακτινοβολία για τις 21 Ιουλίου και γεωγραφικό πλάτος $40^\circ B$, επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικού χώρου $\theta_i = 25,5^\circ C$, μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος $\theta_{o,max} = 35^\circ C$, ημερήσια μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος $\theta_{o,av} = (\theta_{o,max} + \theta_{o,min})/2 = 29,4^\circ C$, ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας περιβάλλοντος $\theta_{dr} = \theta_{o,max} - \theta_{o,min} = 11,7^\circ C$, εξωτερικός συντελεστής συναγωγής $h_o = 17 W/(m^2 \cdot K)$, εσωτερικός συντελεστής συναγωγής $h_i = 8,3 W/(m^2 \cdot K)$, δεν υπάρχει εξαναγκασμένη κυκλοφορία αέρα ή αεραγωγοί στο χώρο της οροφής. Ο συντελεστής αυτός έχει τροποποιηθεί και προσαρμοστεί στις παραμέτρους και τις ανάγκες του υπάρχοντος κτιρίου σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:

$$CLTD_{cor} = (CLTD_t + LM) \cdot K (25,5^\circ C - \theta_i) + (\theta_{o,av} - 29,4^\circ C)$$

όπου:

LM : διορθωτικός συντελεστής για το γεωγραφικό πλάτος της θέσης μελέτης και τη χρονική στιγμή υπολογισμού

K : συντελεστής για το χρώμα του δομικού στοιχείου

$\theta_{o,av} = (\theta_{o,max} - \theta_{o,min})/2$ με χρήση των πραγματικών τιμών του προβλήματος.

Τα θερμικά κέρδη μέσω παραθύρων υπολογίζονται ξεχωριστά ως θερμικά κέρδη μέσω αγωγής και θερμικά κέρδη μέσω της μεταφερόμενης ή απορροφούμενης ηλιακής ακτινοβολίας διαμέσου του υαλοπίνακα. Τα θερμικά κέρδη μέσω αγωγής υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_{c,cond, tglaz} = U A CLTD_{glaz, t}$$

Οι τιμές της CLTD_{glaz,t} δίνονται από πίνακα και οι τιμές του πίνακα αυτού είναι ανεξάρτητες του προσανατολισμού ανοίγματος

Τα ηλιακά κέρδη μέσω υαλοπινάκων υπολογίζονται με βάση το συντελεστή ηλιακών κερδών (Solar Heat Gain Factor – SHGF). Μέσω του συντελεστή αυτού εκφράζεται η μεταφορά ηλιακής ακτινοβολίας από το περιβάλλον προς τον εσωτερικό χώρο μέσω της διαπερατότητας και της απορροφητικότητας του υαλοπίνακα. Η ηλιακή ακτινοβολία που μεταφέρεται λόγω της διαπερατότητας του υαλοπίνακα στο εσωτερικό ενός κτηρίου θεωρείται ότι απορροφάται όλη από το εσωτερικό περιβάλλον και μετατρέπεται σε θερμότητα. Η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται από τον υαλοπίνακα οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας του, με αποτέλεσμα τη μεταβολή της θερμικής διαπερατότητας U του υλικού του υαλοπίνακα. Ο SHGF συνδυάζει και τις δύο ροές θερμότητας από το περιβάλλον προς τον εσωτερικό χώρο. Για απλό, μονό υαλοπίνακα δίνεται από τη σχέση:

$$SHGF = F \cdot I$$

όπου ο συντελεστής F ισούται με 0,87 και I είναι η ολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στον υαλοπίνακα.

Για τύπους υαλοπίνακα διαφορετικούς από τον υαλοπίνακα αναφοράς, οι τιμές του SHGF θα πρέπει να πολλαπλασιαστούν με το συντελεστή σκίασης SC του υαλοπίνακα. Έτσι το στιγμιαίο ηλιακό κέρδος μέσω του υαλοπίνακα δίνεται τελικά από τη σχέση:

$Q_{sol} = A \cdot SC \cdot SHGF$ όπου A η επιφάνεια του υαλοπίνακα. Ο υπολογισμός του ψυκτικού φορτίου που τελικά προκύπτει στον εσωτερικό χώρο του κτηρίου από το ανωτέρω ηλιακό κέρδος προσεγγίζεται με την εισαγωγή του συντελεστή ψυκτικού φορτίου CLF:

$$Q_{t, sol, c} = A \cdot SC \cdot SHGF_{max} \cdot CLF_t$$

Τα ψυκτικά φορτία μέσω εσωτερικών θερμικών κερδών είναι :

1. από τα άτομα που παρευρίσκονται και εργάζονται στο Δημαρχείο.

$$Q'_{αισθητό} = Q' \cdot CLF_{t, άτομα}$$

Το φορτίο αυτό χωρίζεται σε αισθητό ,που εξαρτάται από την εργασία των ατόμων και την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος και από το λανθάνον μέσω ακτινοβολίας. Εφόσον η θερμοκρασία του χώρου δεν διατηρείται σταθερή σε όλο το 24ωρο (το σύστημα κλιματισμού είναι κλειστό κατά τη διάρκεια της νύχτας) τότε ο $CLF = 1$.

2. από τα φωτιστικά σώματα του κτιρίου:

$$Q'_{\phi\omega\varsigma} = Q' \cdot CLF_{t, \phi\omega\varsigma}$$

3. από τις συσκευές που λειτουργούν μέσα στο κτίριο:

Το στιγμιαίο αισθητό ψυκτικό φορτίο από συσκευές δίνεται από:

$$Q_{t, app} = HEATGAIN_{Sen} \cdot CLF_{app}$$

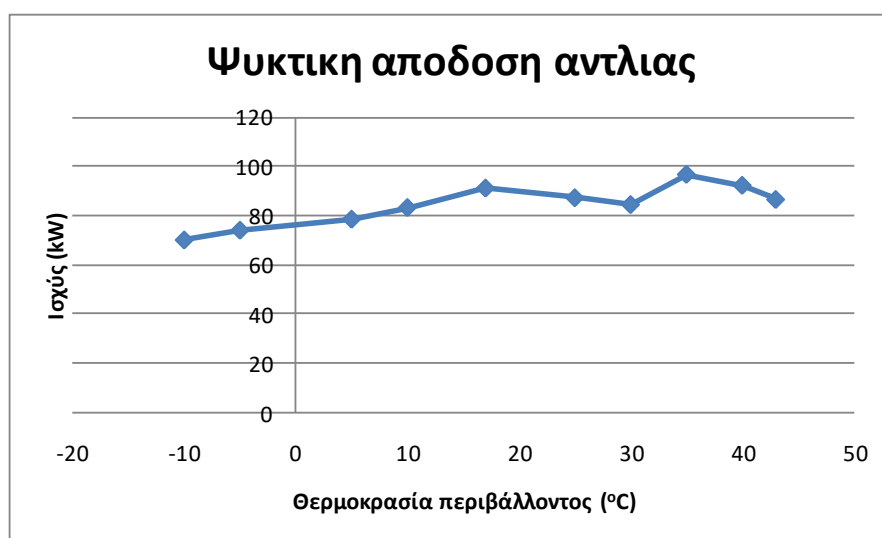
όπου: $HEATGAIN_{Sen}$ = η στιγμιαία θερμική ισχύς που παράγεται στο χώρο. Αυτή είναι η ονομαστική ισχύς όλων των συσκευών του χώρου επί ένα συντελεστή χρήσης, ο οποίος λήφθηκε ίσος με 1.

CLF= ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου, που μετατρέπει το θερμικό κέρδος σε ψυκτικό φορτίο, που η τιμή του εξαρτάται από τις συνολικές ώρες λειτουργίας των συσκευών στο χώρο και από το πόσες ώρες έχουν περάσει από την έναρξη λειτουργίας των συσκευών έως την ώρα υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου.

4. Τα ψυκτικά φορτία λόγω ανανέωσης του αέρα

Ο φρέσκος εξωτερικός αέρας εισέρχεται ή με φυσικά μέσα (μέσα από αρμούς, άνοιγμα παραθύρων) ή με μηχανικά μέσα (εξαεριστήρας ή μέσω του συστήματος κλιματισμού). Επειδή ο φρέσκος εξωτερικός αέρας δεν παραλαμβάνει ψυκτικά φορτία για το φορτίου αερισμού έγινε θεώρηση παροχής νωπού αέρα ίση με 1 εναλλαγή/ ώρα.

Οι υπολογισμοί για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου δίνονται αναλυτικά στο Μέρος Η' - Παράρτημα Δ. Η ψυκτική απόδοση της αντλίας θερμότητας σε διαφορετικές θερμοκρασίες εξωτερικού περιβάλλοντος δίνεται από τον κατασκευαστή και φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα:



Ψυκτική απόδοση αντλίας θερμότητας 90Kw

Από την καμπύλη λειτουργίας της αντλίας θερμότητας προσδιορίζεται για δεδομένη θερμοκρασία περιβάλλοντος η παραγόμενη από το σύστημα ενέργεια και η αντίστοιχη απορροφούμενη ηλεκτρική ενέργεια. Για τον προσδιορισμό της θερμικής ενέργειας και του βαθμού απόδοσης λειτουργίας (COP) έγινε γραμμική παρεμβολή μεταξύ των σημείων λειτουργίας που δίνονται από τον κατασκευαστή για θερμοκρασίες 17 °C, 25°C, 30°C και 35 °C, 40°C, 43°C.

Αναλυτικά οι πίνακες υπολογισμού δίνονται στο Παράρτημα Δ, ενώ τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα της ενεργειακής μελέτης των ψυκτικών φορτίων είναι τα κάτωθι:

Πίνακας 6 Αποτελέσματα ενεργειακής μελέτης.

ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	
Total Cooling Needs [kWh thermal]	70887,7359
Produced Cooling Energy from HP [kWh thermal]	72982,2073
Miss-match [kWh thermal]	2094,47143
Energy Savings [%]	0,97130162

HP production miss match [%]	0,02869838
Energy absorbed by HP [kWh electrical]	24931,0643
Max Output from HP [kW thermal]	96,77001
Max electrical Power [kW electrical]	36,5200038

Σύνοψη

Για την κάλυψη των θερμικών και ψυκτικών αναγκών προτείνεται η προμήθεια και εγκατάσταση μιας αντλίας θερμότητας ισχύος 90 kW η οποία θα ενσωματωθεί στο υπάρχον δίκτυο το οποίο κρίνεται σε καλή κατάσταση και θα παραμείνει με τις υπάρχουσες τερματικές μονάδες. Σημειώνεται ότι όσον αφορά τη θέρμανση του κτιρίου θα συνεχίσει να υπάρχει ο υφιστάμενος λέβητας πετρελαίου και θα λειτουργεί επικουρικά όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο.

Δηλαδή, μετά την αποπεράτωση της προμήθειας και των αντίστοιχων εργασιών, το κτίριο θα δύναται να θερμανθεί αποκλειστικά από την αντλία θερμότητας, χωρίς όμως να καταργείται η δυνατότητα να λειτουργήσει και το υφιστάμενο σύστημα (ή ταυτόχρονη χρήση). Θα υπάρχει δυνατότητα μέσω του δοχείου αδρανείας (το οποίο παίζει κομβικό ρόλο και περιγράφεται παρακάτω) να λειτουργήσουν και τα δύο συστήματα.

Η εγκατάσταση θα γίνει έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα, η αντλία θερμότητας που θα εγκατασταθεί, να μπορεί να λειτουργεί παράλληλα με το υπάρχον εγκατεστημένο σύστημα θέρμανσης, το οποίο θα παραμείνει ως έχει. Το υπάρχον σύστημα θέρμανσης (καυστήρας πετρελαίου) θα είναι σε ετοιμότητα λειτουργίας, αλλά θα λειτουργεί σε ειδικές μόνο περιπτώσεις. Οι περιπτώσεις αυτές αφορούν τις ημέρες του χρόνου, κατά τις οποίες θα εμφανίζονται ακραία χαμηλές θερμοκρασίες. Επίσης το σύστημα του λέβητα πετρελαίου θα δύναται να χρησιμοποιηθεί και σε περιπτώσεις βλάβης της αντλίας θερμότητας, ή σε ενδεχόμενα συντήρησης αυτής.

iii. Αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών με νέα φωτιστικών τεχνολογίας LED.

Κομβικής παρέμβασης για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι η αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών σωμάτων με νέα φωτιστικά σώματα LED.

Για τον υπολογισμό του κόστους ενέργειας των υφιστάμενων φωτιστικών τα οποία παρουσιάστηκαν παραπάνω, χρησιμοποιήθηκε η παροχή με αριθμό 55358911701 του Δημαρχείου στην οποία αντιστοιχεί κατανάλωση 84.957,67kWh/χρόνο. Η συγκεκριμένη παροχή, αντιστοιχεί σε τιμολόγιο Γ22, το οποίο απευθύνεται σε επαγγελματίες Χαμηλής Τάσης, για χρήση σε κτίρια γραφείων, μεγάλα καταστήματα, μεσαίες βιοτεχνίες κ.λπ. Χορηγείται σε μονάδες με εγκατεστημένη ισχύ μεγαλύτερη από 25 kVA και έως 250 kVA. Η χρέωση προμήθειας καθώς και οι ρυθμιζόμενες χρεώσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 4:

Πίνακας 7 Χρέωση προμήθειας και οι ρυθμιζόμενες χρεώσεις για τιμολόγιο Γ22

ΠΑΓΙΟ	€/month	0,53
ΕΝΕΡΓΕΙΑ	€/kWh	0,0825
ΠΑΓΙΟ ΙΣΧΥΟΣ	€/kVA/month	1,1
ΜΕΤΑΦΟΡΑ (ΕΝΕΡΓΕΙΑ)	€/kWh	0,00477
ΜΕΤΑΦΟΡΑ (ΙΣΧΥΣ)	€/kVA/yr	0,53

ΥΚΩ	€/kWh	0,01824
ΔΙΑΝΟΜΗ (ΙΣΧΥΣ)	€/kVA/yr	3,17
ΔΙΑΝΟΜΗ (ΕΝΕΡΓΕΙΑ)	€/kWh	0,019
ΚΟΣΤΟΣ ΕΤΜΕΑΡ	€/kWh	0,02779
ΛΟΙΠΑ	€/kWh	0,00007

Όπως έχει αναφερθεί στο Κεφάλαιο 1, από την καταγραφή των φωτιστικών στο Δημαρχείο προκύπτει ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για το σύστημα φωτισμού είναι ίση με 12,99kW. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η κατανάλωση λόγω του φωτισμού, προτείνεται η αντικατάσταση των υφιστάμενων λαμπτήρων με τεχνολογίας LED. Η επιλογή αυτή βασίζεται στο γεγονός ότι οι λαμπτήρες LED επιτυγχάνουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με τους παραδοσιακούς λαμπτήρες πυρακτώσεως ή φθορισμού διαθέτοντας τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- **Διάρκεια ζωής:** Οι λαμπτήρες LED έχουν πέντε έως δέκα φορές μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους λαμπτήρες οικονομίας και εξαιρετικά μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως.
- **Ανθεκτικότητα:** Επειδή οι λαμπτήρες LED δεν έχουν λεπτό γυάλινο περίβλημα και αποτελούνται κυρίως από πολυκαρβονικό υλικό είναι ανθεκτικοί και δεν σπάνε όπως οι κλασσικοί λαμπτήρες.
- **Θερμοκρασία:** Οι λαμπτήρες LED δεν εκπέμπουν θερμότητα κατά την διάρκεια λειτουργίας τους. Παράγουν 3.4 btus/ώρα τα οποία αποτρέπουν τον λαμπτήρα από το να θερμανθεί και να συμβάλλει στην αύξηση θερμοκρασίας του χώρου στον οποίο βρίσκεται.
- **Δεν περιέχουν αέρια :** Δεν χρησιμοποιείται υδράργυρος ή άλλο αέριο για την κατασκευή των λαμπτήρων LED.
- **Αποδοτικότητα :** Οι λαμπτήρες LED έχουν από 40%-80% μεγαλύτερο λόγο φωτεινής ροής προς ισχύ που καταναλώνουν (lm/W) και ως εκ τούτου έχουν σημαντικά μικρότερη κατανάλωση για συγκεκριμένες απαιτήσεις φωτισμού. Εκτός του ότι καταναλώνουν λιγότερο ρεύμα συμβάλλουν στην οικονομία με την εξαιρετικά υψηλή διάρκεια ζωής τους.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το είδος, ο τύπος και ο αριθμός των προτεινόμενων φωτιστικών LED που θα χρησιμοποιηθούν για το φωτισμό των χώρων του δημαρχείου.

Είδος φωτιστικού	Τύπος Φωτιστικού	τμχ
OFFICE LB LED 600X600 P/T ED 39W 3900LM 3000K WHITE MATT WHITE ALUMINUM	Τύπος Α	90
RAYLUX LB LED 35W 4600LM 4000K WHITE/ IP44/ + DALI driver	Τύπος Β	44

Η εξοικονόμηση ενέργειας, η οποία προκύπτει ως επακόλουθο της μείωσης της εγκατεστημένης ισχύος (χωρίς να ληφθεί υπ' όψη η εγκατάσταση αυτοματισμών και η δυνατότητα ρύθμισης έντασης των

φωτιστικών), προσεγγίζει το 50%. Πιο συγκεκριμένα, θεωρώντας ως ωράριο λειτουργίας του δημαρχείου 12 μήνες με 12ωρη λειτουργία για 5 ημέρες την εβδομάδα, προκύπτει για την υφιστάμενη κατάσταση κατανάλωση ενέργειας ίση με 37.433,09 kWh/ έτος. Αντίθετα, η αντικατάσταση των φωτιστικών ΤΥΠΟΥ Α και ΤΥΠΟΥ Γ θα οδηγήσει σε μια κατανάλωση ίση με 14.544 kWh/ έτος όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

		Χρήση		Κατανάλωση LED		
a/	Περιγραφή	W LED	Ημέρες	Ώρες	TEM	kWh
a	είδους					
1	Τύπος Α/ 39W	39	240	12	90	10.108,80
2	Τύπος Γ/ 35W	35	240	12	44	4435,20

Λαμβάνοντας υπόψη και τα φωτιστικά ΤΥΠΟΥ Β τα οποία δε θα αντικατασταθούν, συνολικά από τον φωτισμό θα καταναλώνονται **18.000 kWh/χρόνο**.

Σύνοψη

Προτείνεται η εγκατάσταση φωτιστικών LED όπως αυτά περιγράφηκαν παραπάνω. Σημειώνεται ότι η αλλαγή αυτή θα οδηγήσει σε μειωμένη κατανάλωση ενέργειας περί το 50%.

iv. Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης BEMS

Η Ενεργειακή Διαχείριση του κτιρίου, είναι μια συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων και στοχεύει στην εξασφάλιση συνθηκών και υπηρεσιών τέτοιων που να κάνουν την παραμονή των ανθρώπων στα κτίρια ευχάριστη με την ελάχιστη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση, και συνετή χρήση του ενεργειακού εξοπλισμού. Η δυνατότητα αυτή βοηθά τον χρήστη να κατανοήσει πλήρως τις ενεργειακές του συνήθειες και να προβεί σε παρεμβατικές ενέργειες με σκοπό την μείωση της ενέργειας που καταναλώνει σε καθημερινή χρήση, με στόχο την πραγματική οικονομία.

Ένα δομημένο πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης (Ε.Δ.) ενός κτιρίου ή συγκροτήματος κτιρίων πρέπει να περιλαμβάνει :

- Εκτεταμένους ελέγχους, καταγραφές και μετρήσεις στο κέλυφος και τις ενεργειακές κτιριακές εγκαταστάσεις. που αποσκοπούν στη γνώση του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης και καταλήγουν στον προσδιορισμό δόκιμων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Προσδιορισμό κατάλληλων στόχων ενεργειακής κατανάλωσης.
- Δημιουργία αρχείου ενεργειακών καταναλώσεων και συνεχής ενημέρωσή του.
- Σύνταξη ενεργειακών εκθέσεων-αναφορών, σε τακτά χρονικά διαστήματα, προς τον φορέα διοίκησης-διαχείρισης.
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του χρήστη του κτιρίου σχετικά με τους στόχους του προγράμματος Ε.Δ. και σχετικά με την συμμετοχή του σε αυτό.

- Εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού και συνεργατών που εμπλέκονται στη λειτουργία και τη συντήρηση του κτιρίου και των εγκαταστάσεών του.

Στο πλαίσιο ενεργειακής διαχείρισης ενός κτιρίου και ελέγχου του προφίλ, αλλά και του τρόπου λειτουργίας των χρηστών η καταγραφή της ενέργειας αποτελεί σημαντικό και αναπόσπαστο εργαλείο.

Σαν τελικός στόχος ορίζεται:

- Η οργάνωση πληροφορίας και συγκριτικό έλεγχο μεταξύ των χώρων του κτιρίου
- Η έκθεση ενεργειακής λειτουργίας του κτιρίου και αποτίμηση της καμπύλης λειτουργίας του ηλεκτρικού φορτίου.
- Οι προτάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας που έχουν να κάνουν με την χρήση του κτιρίου

Ένα από τα σημαντικότερα κέντρα κόστους για το κτίριο ενδιαφέροντος σχετίζεται με την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας και της θερμικής ενέργειας. Πόσο μάλλον όταν η λειτουργία των συστημάτων που σχετίζονται με αυτήν γίνεται με τρόπο μη ελέγξιμο. Αφενός γίνεται σπατάλη ενέργειας και αφετέρου δεν επιτυγχάνονται οι επιθυμητές συνθήκες στους χώρους του κτιρίου.

Σημαντικό στοιχείο, ειδικά για τις καταναλώσεις των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας είναι το ότι τις ώρες που το κτίριο ή οι αίθουσες βρίσκονται εκτός λειτουργίας, μπορεί να υπάρξει σημαντική σπατάλη ενέργειας. Μία από τις παραμέτρους τις οποίες θα μπορούσε να ρυθμίσει και να βελτιώσει το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης είναι αυτή η σπατάλη. Αναλογικά, το οικονομικό αντίκτυπο της σπατάλης αυτής είναι αρκετά μεγαλύτερο του αναμενομένου, καθώς η ετήσια χρέωση που μπορεί να προκαλέσει ο εξοπλισμός που μένει σε κατάσταση αναμονής για τις ώρες μη λειτουργίας του κτιρίου, μπορεί να ανέρθει μέχρι και σε μερικές εκατοντάδες ευρώ ετησίως.

Πέραν όμως από την οικονομική διάσταση του θέματος, υπάρχει και η περιβαλλοντική. Διαχειριζόμενοι ορθά την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και των καυσίμων που καταναλώνονται για την θέρμανση, ελαττώνουμε παράλληλα και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον μέσω της μείωσης της εκπομπής CO₂.

Η βέλτιστη διαχείριση της κατανάλωσης των ενεργειακών πόρων μπορεί να επιτευχθεί μόνο εφ' όσον υπάρχει πλήρης εικόνα σχετικά με το πού, πότε, γιατί και σε τι μεγέθη ακριβώς υπάρχουν αυτές οι καταναλώσεις.

Για την αντιμετώπιση της απρόσκοπτης χρήσης, κρίνεται σκόπιμη η εγκατάσταση του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BEMS). Με την παρέμβαση αυτή οι διαχειριστές του συστήματος θα είναι σε θέση, με την ανάλυση των στοιχείων κατανάλωσης - σε επίπεδο πρίζας ή συσκευής- να κατανοούν, που ακριβώς και πότε, γίνεται άσκοπη χρήση ενέργειας, διαμορφώνοντας έτσι πολιτικές εξοικονόμησης, είτε ενημερώνοντας τους χρήστες, είτε διακόπτοντας τη χρήση εκείνων των συσκευών που λειτουργούν άσκοπα.

Το σύστημα BEMS επιτελεί τις κάτωθι λειτουργίες

- Καταγραφή ηλεκτρικών καταναλώσεων
- Καταγραφή θερμικών καταναλώσεων
- Έλεγχος φωτισμού
- Έλεγχος λειτουργίας συστήματος θέρμανσης
- Απεικόνιση των καταγραφόμενων μεγεθών

Γενική Περιγραφή Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας

Το σύστημα διαχείρισης προτείνεται να υλοποιηθεί με το πρότυπο KNX για κτιριακό έλεγχο. Το KNX είναι ένα σύστημα που επιτρέπει την αποκεντρωμένη επικοινωνία εξαρτημάτων ανεξάρτητα από τον κατασκευαστή και τον τομέων εφαρμογών. Ένα ακόμα πλεονέκτημα του KNX είναι ότι μία εγκατάσταση KNX μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί σε νέες εφαρμογές και είναι εύκολα επεκτάσιμη καθώς νέα εξαρτήματα μπορούν εύκολα να συνδεθούν με την υπάρχουσα εγκατάσταση bus.

Δεδομένου ότι το σύστημα προορίζεται για υπάρχουσα εγκατάσταση ως πλέον ενδεδειγμένη λύση, η υλοποίησή του θα πρέπει να γίνει μέσω της τεχνολογίας ασύρματης μετάδοσης (RF) καθώς με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται οι καλωδιώσεις και οι απαιτούμενες εργασίες εγκατάστασης τους που θα μπορούσαν να καταστούν δυσχερείς λόγω του ότι το κτίριο προϋπάρχει.

Η δομή του συστήματος KNX είναι η ακόλουθη:

Το πρώτο επίπεδο περιλαμβάνει τις αναγκαίες συσκευές - αισθητήρια και ρελέ - για την επικοινωνία του συστήματος ελέγχου με τις συσκευές τις οποίες ελέγχει (φωτιστικά). Το δεύτερο επίπεδο περιλαμβάνει τους μετατροπείς για την επικοινωνία των ασύρματων συσκευών με το κεντρικό καλώδιο (bus) του συστήματος. Το τρίτο επίπεδο είναι ο server που εγκαθίσταται για την απεικόνιση, χειρισμό των λειτουργιών, επεξεργασία και αποθήκευση των μετρήσεων και των δεδομένων της εγκατάστασης.

Ο τρόπος παρακολούθησης και ελέγχου της εγκατάστασης μέσω Η/Υ, είναι μια απλή διαδικασία, αφού η χρήση του απευθύνεται σε μη εξειδικευμένο προσωπικό. Η επικοινωνία του χειριστή με το σύστημα γίνεται μέσω γραφικών παραστάσεων, που απεικονίζουν τις διάφορες εγκαταστάσεις του κτιρίου που ελέγχει.

Σημαντικό να επισημανθεί είναι το γεγονός ότι στην παραπάνω δομή η μόνη απαιτούμενη καλωδίωση, εφόσον χρησιμοποιηθούν ασύρματοι αισθητήρες (δέκτες) και ρελέ (πομποί), είναι η κατακόρυφη διασύνδεση των ηλεκτρικών πινάκων των ορόφων με καλώδιο bus απλουστεύοντας σημαντικά τις απαιτούμενες εργασίες εγκατάστασης χωρίς ουσιαστική επέμβαση στην υπάρχουσα καλωδίωση του κτιρίου.

Συνδυάζοντας ένα σύστημα αντλιών θέρμανσης με ένα κύκλωμα κτιριακού αυτοματισμού όπως το KNX, μπορούμε να εκμεταλλευτούμε στο έπακρον τις δυνατότητες λειτουργίας των αντλιών, επιτυγχάνοντας την απόλυτη εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη και θέρμανση αλλά και πολύ υψηλά επίπεδα άνεσης για τους χρήστες.

Ακολουθεί περιγραφή των επιμέρους συνιστωσών του BEMS.

A. Καταγραφή ηλεκτρικών καταναλώσεων

Για την καταγραφή των ηλεκτρικών καταναλώσεων προτείνεται η τοποθέτηση του μετρητή ενέργειας στους πίνακες του κτιρίου, ενώ θα καταγράφεται διακριτά και η κατανάλωση της αντλίας θερμότητας.

Οι μετρητές θα έχουν τη δυνατότητα συνεργασίας με λογισμικό παρακολούθησης η χρήση του οποίου θα μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για την κατανάλωση μέσα στην μέρα και θα μπορεί από τις καμπύλες του συστήματος να εξάγονται συμπεράσματα και να προτείνονται λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Επειδή όπως προαναφέρθηκε ο μετρητής είναι εύλογο να συνδυαστεί με ένα σύστημα BMS προτείνεται να είναι συμβατός με το διεθνώς διαδεδομένο πρότυπο για κτιριακό έλεγχο KNX που περιγράφεται και στη συνέχεια.

B. Καταγραφή θερμικών καταναλώσεων

Στο λεβητοστάσιο (αναχώρηση προς καταναλώσεις) θα εγκατασταθεί ένας θερμιδομετρητής για τη μέτρηση της διανεμόμενης θερμότητας.

Επειδή όπως προαναφέρθηκε ο μετρητής είναι εύλογο να συνδυαστεί με ένα σύστημα BMS προτείνεται να είναι συμβατός με το διεθνώς διαδεδομένο πρότυπο για κτιριακό έλεγχο KNX που περιγράφεται και στη συνέχεια.

Γ. Έλεγχος Φωτισμού

Με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό, που αποτελεί και την κύρια πηγή κατανάλωσης στο κτίριο, προτείνεται η εγκατάσταση αισθητηρίων παρουσίας στους χώρους του κτιρίου.

Στο χώρο του δημαρχείου διακρίνονται είκοσι δύο (22) διακριτοί χώροι ο φωτισμός των οποίων προτείνεται να ελέγχεται ο φωτισμός. Ως εκ τούτου απαιτούνται είκοσι δύο (22) αισθητήρια παρουσίας (ένα για κάθε διακριτό χώρο).

Με τα αισθητήρια παρουσίας επιτυγχάνεται η σβέση των φωτιστικών στην περίπτωση που δεν βρίσκεται κάποιος στο χώρο. Αυτό εξασφαλίζει ότι δεν θα υπάρχει επιβάρυνση ειδικά από χώρους με περιστασιακή χρήση, που μπορεί από ανθρώπινο λάθος τα φώτα να παραμείνουν ανοιχτά για πολλές ώρες πέρα από την πραγματική χρήση.

Επειδή οι ανωτέρω αισθητήρες είναι εύλογο να μπορούν να συνδυαστούν το σύστημα BMS, θα πρέπει και αυτοί να είναι συμβατοί με το διεθνώς διαδεδομένο πρότυπο για κτιριακό έλεγχο KNX που περιγράφεται και στη συνέχεια.

Δ. Έλεγχος λειτουργίας συστήματος θέρμανσης

Το BEMS θα συνεργάζεται με την αντλία θερμότητας και το υφιστάμενο σύστημα λέβητα ώστε να μπορεί να την ελέγχει λαμβάνοντας υπόψη τη χρήση του κτιρίου και τις εξωτερικές συνθήκες.

Ε. Απεικόνιση των καταγραφόμενων μεγεθών

Όπως αναφέρθηκε το BEMS θα συλλέγει και θα απεικονίζει τα καταγραφόμενα μεγέθη.

v. Τοποθέτηση Θερμομόνωσης Δώματος

Προτείνεται η εγκατάσταση μόνωσης δώματος με σύστημα θερμομόνωσης στο δώμα, αποτελούμενο από πλακες γραφιτούχας διογκωμένης πολυστερίνης πάχους 7 εκ..Το σύστημα θερμομόνωσης θα περιλαμβάνει τα υαλοπλέγματα, όλα τα παρελκόμενα (ρητινούχες κόλλες, βύσματα στερέωσης, οδηγούς στήριξης θερμομονωτικών πλακών, βίδες οδηγών στήριξης, ειδικά τεμάχια διογκωμένης πολυστερίνης, γωνιόκρανα) και τελικό ακρυλικό έγχρωμο επίχρισμα. Η τοποθέτηση των πλακών διογκωμένης πολυστερίνης θα πραγματοποιηθεί αφού γίνει η καθαίρεση των εξωτερικών επιχρισμάτων. Κόλλα ως τελικό επίχρισμα για το σύστημα θερμομόνωσης δώματος / Υαλόπλεγμα εξωτερικής θερμομόνωσης από ίνες υάλου / Υγρό, μονωτικό, επαλειπτικό, με βάση σιλανικές ρητίνες / Υλικά επικόλλησης για το σύστημα θερμομόνωσης δώματος. Ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής θα προκύπτει ίσος με 0,50W/m²K, όπως ορίζεται από τον Πίνακα 3.4α της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για την κλιματική ζώνη Α σε υφιστάμενα κτίρια.

vi. Μεμβράνες ηλιοπροστασίας

Το άνοιγμα του αιθρίου θα καλυφθεί με αντηλιακές μεμβράνες με τα κάτωθι χαρακτηριστικά:

- Επιλογή υλικού με σκοπό τη σκίαση, τη δραστική μείωση της διερχόμενης θερμότητας, το δροσισμό του χώρου, την οπτική και θερμική άνεση και την εξοικονόμηση ενέργειας.
- Την ανεμπόδιστη οπτική επαφή προς τα έξω καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.

Β' ΜΕΡΟΣ – ΤΕΧΝΙΚΗ ΣΥΓΓΡΑΦΗ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ (ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ)

1. Εισαγωγή

Στις επόμενες ενότητες παρατίθενται οι τεχνικές προδιαγραφές για το έργο.

2. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος με ενεργειακό συμψηφισμό (net metering)

Το Φ/Β σύστημα θα εγκατασταθεί οριζόντια στο δώμα του Δημαρχείου και κατακόρυφα στη νότια όψη του κτιρίου. Το φ/β σύστημα θα διασυνδεθεί στο δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ προκειμένου να λειτουργήσει ως σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού (net metering).

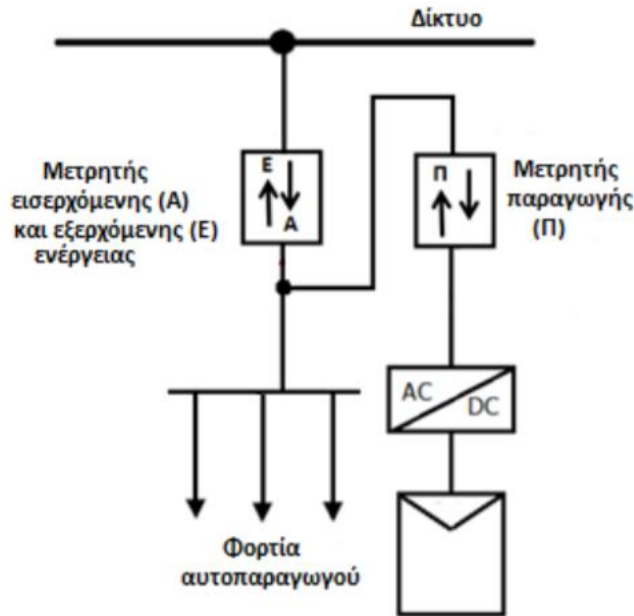
Το προτεινόμενο Φ/Β σύστημα αποτελείται από:

- σύστημα Στήριξης φ/β πλαισίων
- φ/β πλαίσια
- αντιστροφείς
- καλωδιώσεις
- ηλεκτρολογικός εξοπλισμός
- σύστημα γείωσης και αντικεραυνικής προστασίας
- σύστημα καταγραφής δεδομένων

Στην τιμή περιλαμβάνεται η προμήθεια, εγκατάσταση, μεταφορά στον τόπο του έργου, οι δοκιμές, η σύνδεση με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ, η σύνταξη των φακέλων αδειοδότησης, τυχόν οικοδομικές εργασίες που θα απαιτηθούν και η παράδοση σε πλήρη και κανονική λειτουργία.

Στο πλαίσιο της παρούσης περιλαμβάνεται και η προμήθεια και εγκατάσταση του απαιτούμενου μετρητή παραγωγής καθώς και οι απαιτούμενες εργασίες για την εγκατάσταση του μετρητή παραγωγής.

Σε κάθε περίπτωση θα τηρούνται όλες οι απαιτήσεις και προδιαγραφές της νομοθεσίας και του ΔΕΔΔΗΕ.



Σχήμα εγκατάστασης σταθμού αυτοπαραγωγής

Αναλυτικότερα παρουσιάζονται οι τεχνικές προδιαγραφές

Σύστημα Στήριξης Φ/Β πλαισίων

Το σύστημα στήριξης των Φ/Β πλαισίων θα πρέπει να πληροί τις κάτωθι προδιαγραφές:

- Οι βάσεις να είναι από ανοδιωμένο αλουμίνιο.
- Όλα τα συναρτησιακά κομμάτια να είναι από ανοξείδωτα υλικά (πχ. ανοξείδωτο χάλυβα, ανοδιωμένο αλουμίνιο, κλπ).
- Να έχει αντοχή σε φορτίο αέρα κατά ελάχιστο ίσο με 0.85 kN/m².
- Να προσφερθούν αντίστοιχες βάσεις ανάλογα με τον αριθμό των Φ/Β πλαισίων.
- Να συνοδεύεται από βεβαίωση στατικής επάρκειας
- Να διαθέτει εγγύηση κατασκευής 5 ετών

Ο ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να αποκαταστήσει οποιαδήποτε βλάβη δημιουργηθεί στο δώμα και στις τοιχοποιίες του κτιρίου και στην μόνωση αυτού από τις εργασίες πάκτωσης. Η πάκτωση θα πρέπει να γίνει με τρόπο που δεν θα επηρεάσει την στατικότητα και την στεγανότητα του δώματος και των τοιχοποιιών.

Φ/β πλαίσια

Τα Φ/Β πλαίσια θα πρέπει να πληρούν τις κάτωθι προδιαγραφές:

- Να είναι όλα της ίδιας ονομαστικής ισχύος η οποία θα είναι ίση με 300 Wp/πλαίσιο
- Να είναι τεχνολογίας μονοκρυσταλλικού ή πολυκρυσταλλικού πυριτίου.
- Να είναι κατασκευής σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα ποιότητας, με πιστοποίηση κατά IEC 61215, IEC61730-1, IEC61730-2, και πιστοποίηση σύμφωνα με το πρότυπο ISO 9001:2008.
- Να έχουν ονομαστικό βαθμό απόδοσης ίσο ή μεγαλύτερο από 13.5%.
- Να διαθέτουν εξαιρετικά υψηλές μηχανικές αντοχές, με αντοχή $\geq 3.6 \text{ kN/m}^2$ και το περιμετρικό περίβλημα προστασίας τους θα κατασκευάζεται από κράμα αλουμινίου.
- Να έχουν εξαιρετικής ποιότητας κατασκευής ως προς την προστασία έναντι υγρασίας και με πάχος γυαλιού $\geq 3 \text{ mm}$.

- Να έχουν όλα την ίδια χρωματική απόχρωση και θα έχουν όλα ακριβώς τις ίδιες γεωμετρικές διαστάσεις.
- Να διαθέτουν "Declaration of conformity CE" του κατασκευαστή σύμφωνα με την οδηγία 2004/108/EC (ή 93/97/EC ή 89/336/EC) "Electromagnetic Compatibility Directive" και την 2006/95/EC (ή 93/68/EC ή 73/23/EC) "Low Voltage Directive".
- Να διαθέτουν διόδους παράκαμψης (by-pass diodes).
- Να συνοδεύονται από εργοστασιακή εγγύηση προϊόντος τουλάχιστον 10 ετών και εργοστασιακή εγγύηση απόδοσης τουλάχιστον 25 ετών.

Αντιστροφείς

Οι αντιστροφείς θα πρέπει να πληροί τις κάτωθι προδιαγραφές:

- Να προσφερθούν κατ' ελάχιστο 2 τεμάχια
- Να διαθέτουν ελάχιστη ισχύς εξόδου 10 kW έκαστο.
- Να είναι πιστοποιημένοι κατά DIN EN 61000-6-2 και DIN EN 61000-6-3.
- Να διαθέτουν πιστοποίηση IP 65
- Να είναι κατάλληλοι για λειτουργία δικτύου τάσης AC 230 V / συχνότητας 50 Hz
- Να διαθέτουν τον ελάχιστο Ευρωπαϊκό Βαθμό απόδοσης 96%.
- Να συνοδεύονται από εργοστασιακή εγγύηση προϊόντος τουλάχιστον 10 ετών.

Φ/Β πλαίσια διαφορετικού προσανατολισμού δεν επιτρέπεται να συνδεθούν στον ίδιον αντιστροφέα.

Καλωδιώσεις

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση θα γίνει σύμφωνα με τον ελληνικό κανονισμό ΕΛΟΤ HD-384 DC. Για την ηλεκτρολογική σύνδεση των Φ/Β πλαισίων μεταξύ τους, θα χρησιμοποιηθεί ειδικού τύπου καλώδιο (solar cable), με ενσωματωμένες τις επαφές θετικού και αρνητικού πόλου. Το αγωγίμο υλικό του καλωδίου είναι χαλκός, κατάλληλης διατομής. Το καλώδιο είναι εύκαμπτο, άφλεκτο και έχει προδιαγραφές προστασίας από την υπεριώδη ακτινοβολία (UV) και την λειτουργία σε υψηλές θερμοκρασίες. Συγκεκριμένα, οι ακραίες συνθήκες λειτουργίας για το καλώδιο σύνδεσης των Φ/Β πλαισίων είναι από -40°C έως + 100°C. Η πολικότητα των καλωδίων θα πρέπει να είναι αναγνωρίσιμη όπως και τα σημεία σύνδεσής τους στις ηλεκτρικές συσκευές του Φ/Β συστήματος.

Τα DC καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν για την σύνδεση σε σειρά των Φ/Β πλαισίων θα οδεύουν κατά μήκος της μεταλλικής βάσης στήριξης και θα στηρίζονται με δεματικά καλωδίων ανά 40 – 50cm διαδρομής. Σε κάθε περίπτωση οι διαδρομές των καλωδίων θα ακολουθούν ευθείες γραμμές και η καλωδίωση θα είναι δομημένη.

Για το AC τμήμα του Φ/Β συστήματος και συγκεκριμένα για τη σύνδεση των αναστροφέων DC/AC με τον πίνακα Χ.Τ. του Φ/Β συστήματος θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου NYΥ (J1VV-R) κατασκευασμένα σύμφωνα με το VDE-0271. Η όδευση των καλωδίων θα γίνει εντός σωλήνων σπирάλ από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας. Η όδευση των καλωδίων ισχυρών ρευμάτων θα γίνει σε ξεχωριστό σωλήνα από τα καλώδια ασθενών ρευμάτων. Ο σωλήνας θα διαθέτει ειδικά εξάρτημα σύνδεσης (μούφες, κατάλληλα παρελκόμενα κτλ.). Όλες οι καταλήξεις των σπирάλ και οι συνδέσεις των καλωδίων θα γίνουν με προστατευτικές ταινίες και κολάρα ώστε να διατηρούν τη συνοχή τους και να αποφεύγονται οι φθορές από εξωγενείς παράγοντες.

Η διαστασιολόγηση των διατομών των καλωδίων AC μελετάται με κύριο γνώμονα να ελαχιστοποιούνται οι ωμικές απώλειες. Οι διατομές των καλωδίων και αγωγών θα είναι κατάλληλες ώστε η πτώση τάσης, σε

συνθήκες NOCT και σε τάση MPP, από την έξοδο των Φ/Β πλαισίων μέχρι και τους αναστροφείς να είναι μικρότερη του 1%.

Τα καλώδια του συστήματος καταγραφής δεδομένων θα τοποθετηθούν σε πλαστικούς σωλήνες και αφορούν LIYCY (TP) για τη μετάδοση σημάτων από τους αναστροφείς και τους λοιπούς αισθητήρες προς το κέντρο ελέγχου.

Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση θα γίνει σύμφωνα με τους ελληνικούς ηλεκτρολογικούς κανονισμούς ΕΛΟΤ HD-384.

Πριν από τους αναστροφείς φωτοβολταϊκών τοποθετείται πίνακας DC ανά αναστροφήα στον οποίο συνδέονται οι Φ/Β συστοιχίες του που περιλαμβάνει:

- Ασφαλειοθήκη
- Απαγωγούς υπερτάσεων
- Διακόπτη φορτίου

Κατόπιν των αντιστροφών, οι αναστροφείς ομαδοποιούνται σε πίνακα AC, ο οποίος περιλαμβάνει:

- Αυτόματη ασφάλεια
- Απαγωγό υπερτάσεων
- Γενικό διακόπτη διασύνδεσης

Προ του μετρητή παραγωγής θα εγκατασταθεί πίνακας AC, ο οποίος περιλαμβάνει:

- Αυτόματη ασφάλεια
- Απαγωγό υπερτάσεων
- Γενικό διακόπτη διασύνδεσης

Τα κιβώτια πινάκων θα πρέπει να καλύπτουν την Προδιαγραφή IP 65 για χρήση σε εξωτερικό χώρο.

Σύστημα γείωσης και αντικεραυνικής προστασίας

Η γείωση (εξωτερικής προστασίας και ισοδυναμικών συνδέσεων) θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο IEC (EN) 62305 - 3 για Επίπεδο Προστασίας III.

Για την κατασκευή της γείωσης θα τοποθετηθεί μονόκλωνος μονωμένος χαλκός 25mm². Οι συνδέσεις των αγωγών μεταξύ τους θα υλοποιηθούν με συνδέσμους πρέσας. Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιηθούν στην ισοδυναμική προστασία των μεταλλικών βάσεων των φωτοβολταϊκών κυψελών θα είναι σε σύστημα γείωσης εντός εδάφους ή στην υπάρχουσα θεμελιακή γείωση.

Οι συνδέσεις των βάσεων με τον αγωγό θα υλοποιηθούν με τη χρήση συνδέσμων τύπου (H) 6-10mm St/Zn. Επιπλέον δεν πρέπει ο αγωγός ισοδυναμικής προστασίας να συνδεθεί άμεσα εκτός εδάφους με αγωγό γείωσης κάποιας ακίδας. Τέλος, έχει υπολογιστεί και ισοδυναμικός ζυγός για γειώσεις στο εσωτερικό του πίνακα Χ.Τ.

Οι συνδέσεις μεταξύ των υλικών γείωσης και των υπολοίπων αγωγών θα γίνουν με

συνδέσμους που διαθέτουν κοχλίες και βίδες πιστοποιημένης ικανότητας απαγωγής 100 kA 10/350μsec.

Για την αντικεραυνική προστασία των υποπινάκων εναλλασσόμενου ρεύματος απαιτείται η τοποθέτηση μιας διάταξης παράλληλα από τις φάσεις και τον ουδέτερο έναντι γείωσης. Η διάταξη απάγει έμμεσα κεραυνικά πλήγματα από το δίκτυο του εναλλασσόμενου ρεύματος μέχρι 40 kA τουλάχιστον κυματομορφής 8/20μsec αφήνοντας παραμένουσα τάση $\leq 1,25\text{kV}$. Η διάταξη θα φέρει τα σήματα ποιότητας των ανεξάρτητων εργαστηρίων (πχ. KEMA, VDE, UL, VDS, κλπ) περί ελέγχου της διάταξης σύμφωνα με τα πρότυπα και τα αναφερόμενα από τον κατασκευαστή τεχνικά χαρακτηριστικά.

Για την προστασία των αναστροφών από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα στο συνεχές ρεύμα, θα τοποθετηθούν στους πίνακες παραλληλισμού των σειρών των Φ/Β πριν τους αναστροφείς, μιας διπολικής διάταξης παράλληλα από το θετικό και τον αρνητικό πόλο έναντι γείωσης. Η διάταξη απάγει έμμεσα κεραυνικά πλήγματα από το δίκτυο του συνεχούς ρεύματος μέχρι 20 kA τουλάχιστον κυματομορφής 8/20μsec αφήνοντας παραμένουσα τάση $\leq 3,5\text{kV}$ και φέρει ολοκληρωμένο σύστημα ασφαλείας από βραχυκυκλώματα (ασφάλεια τήξεως και νέα διάταξη απόζευξης).

Για την προστασία της διάταξης επικοινωνίας RS485 των αναστροφών από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα στο συνεχές ρεύμα θα τοποθετηθεί απαγωγός υπερτάσεως. Η διάταξη προστατεύει μια δισύρματη γραμμή και απάγει έμμεσα κεραυνικά πλήγματα μέχρι 10 kA κυματομορφής 8/20μsec αφήνοντας παραμένουσα τάση $\leq 27\text{V}$. Η διάταξη αυτή έχει συχνότητα αποκοπής 250 MHz (κατάλληλη και για Υψηλή Συχνότητα) και φέρει τα σήματα ποιότητας των ανεξάρτητων εργαστηρίων περί ελέγχου της διάταξης σύμφωνα με τα πρότυπα και τα αναφερόμενα από τον κατασκευαστή τεχνικά χαρακτηριστικά.

Σύστημα καταγραφής δεδομένων

Θα εγκατασταθεί σύστημα καταγραφής δεδομένων που θα περιλαμβάνει οθόνη απεικόνισης ισχύος, ηλεκτρικής ενέργειας και ποσότητας εκπομπών CO₂ που έχει αποφευχθεί.

3. Εγκατάσταση Αντλίας Θερμότητας

Θα εγκατασταθεί μία νέα αντλία θερμότητας αέρος νερού, θερμικής ισχύος τουλάχιστον 90 kW_{th}, η οποία θα χρησιμοποιηθεί κυρίως για την θέρμανση και εν δυνάμει για την ψύξη του κτιρίου.

Η αντλία θερμότητας θα εγκατασταθεί στο δώμα άνωθεν του λεβητοστασίου.

Στο πλαίσιο της παρούσης περιλαμβάνεται η προμήθεια, προσκόμιση επί τόπου του έργου και εργασίες πλήρους εγκατάστασης και σύνδεσης της αντλίας θερμότητας στο κύκλωμα θέρμανσης.

Προμήθεια συγκροτήματος παραγωγής θερμού - ψυχρού νερού, ηλεκτροκίνητου, σε ενιαία βάση με αντικραδασμικά στηρίγματα, με συμπιεστές DC INVERTER, γενικό διακόπτη, αντιπαγετική προστασία, όρια λειτουργίας στη ψύξη -10~+43°C και στη θέρμανση -20~30°C, ψύκτη νερού, τρεις ανεμιστήρες εξόδου του αέρα.

Το σύστημα θα είναι αερόψυκτο, με βελτιωμένο βαθμό απόδοσης σε πλήρες και μερικό φορτίο και θα λειτουργεί με οικολογικό ψυκτικό ρευστό, ενδεικτικά R-410A. Seasonal space heating energy efficiency class A++. Η αντλία θερμότητας θα προβλέπεται για λειτουργία αυτόματη ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία και θα υπάρχει ενσύρματο χειριστήριο για τις κατάλληλες λειτουργίες.

Τα ενδεικτικά τεχνικά χαρακτηριστικά της αντλίας θερμότητας αέρος - νερού είναι τα εξής:

Το σύστημα θα είναι τύπου monoblock, χαμηλού θορύβου (sound pressure level) μικρότερο από 82 db. Σε αυτού του είδους την αντλία θερμότητας όλα τα επιμέρους συστήματα (συμπιεστής, εναλλάκτης θερμότητας, ανεμιστήρες κ.α.) είναι τοποθετημένα σε ένα μηχάνημα.

Ο τρόπος τοποθέτησης και λειτουργίας του συστήματος θα γίνει έπειτα από επιλογή του αναδόχου, πάντα με την σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας. Σε περίπτωση που απαιτηθούν εργασίες (π.χ. οπές στον τοίχο του λεβητοστασίου, διατομές και μήκος πιθανής τοποθέτησης αεραγωγών), η αποπεράτωση αυτών θα είναι αποκλειστική ευθύνη του Αναδόχου, πάντοτε με στόχο την βέλτιστη και ορθή λειτουργία του συστήματος, ανάλογα των αυστηρών προδιαγραφών παροχής νωπού αέρα, επιστροφής αέρα και αερισμού που προβλέπει ο κατασκευαστής του συγκροτήματος. Κατά αυτή την περίπτωση ο κατασκευαστής - προμηθευτής έπειτα της ολοκλήρωσης της εγκατάστασης θα πρέπει να εγγυάται την ορθή λειτουργία του μηχανήματος και να παρέχει τις απαραίτητες εγγυήσεις καλής λειτουργίας. Οι πιθανές εργασίες που θα απαιτηθούν (καθαίρέσεις, οπές κλπ) δεν θα επιβαρύνουν σε καμία περίπτωση τον Δήμο και θα ολοκληρωθούν αποκλειστικά από τον Ανάδοχο. Ο τρόπος σύνδεσης και τροφοδοσίας του συστήματος (σύνδεση με το εξωτερικό περιβάλλον) είναι αποκλειστική ευθύνη του Αναδόχου, ώστε να εγγυάται η ορθή λειτουργία του συστήματος.

Το συγκρότημα θα εγκριθεί ως προς τις προδιαγραφές από την Υπηρεσία, με την προσκόμιση αναλυτικών τεχνικών προδιαγραφών και οδηγιών εγκατάστασης στον χώρο της μελέτης, πριν την παραγγελία. Μετά την εγκατάσταση τίθεται σε λειτουργία και δοκιμάζεται προκειμένου να γίνουν όλες οι απαραίτητες ρυθμίσεις. Ο ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να ανταπεξέρχεται για δοκιμές λειτουργίας ανά πάσα στιγμή μέχρι την πλήρη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου.

Το συγκρότημα οφείλει να φέρει σήμα πιστοποίησης CE, τουλάχιστον τριετής εγγυήσεις καλής λειτουργίας και βεβαιώσεις ύπαρξης ανταλλακτικών και συντηρητών.

Στην τιμή συμπεριλαμβάνονται όλα τα υλικά και μικροϋλικά που απαιτούνται για την πλήρη εγκατάσταση και σύνδεση με το δίκτυο:

- Δοχείο αδρανείας,
- Κυκλοφορητής,
- Παροχές ηλεκτρικού ρεύματος (καλώδια με ασφάλειες)

Ο ανάδοχος οφείλει να παραδώσει το σύστημα έχοντας πραγματοποιήσει όλες τις απαραίτητες δοκιμές ορθής λειτουργίας.

Στην τιμή περιλαμβάνονται όλες οι εργασίες, υλικά και μικροϋλικά πλήρους τοποθέτησης του συστήματος, μαζί με τα παρελκόμενα του δικτύου τα οποία κρίνονται απαραίτητα για την ορθή λειτουργία του συστήματος θέρμανσης.

Η αντλία θερμότητας θα πρέπει να συνοδεύεται κατ' ελάχιστο από τα παρακάτω πιστοποιητικά:

- Συμμόρφωση με τις ακόλουθες Ευρωπαϊκές Οδηγίες, όπως ισχύουν:
 - 2006/42/EC
 - 2014/30/EU
 - 2014/35/EU
- Συμμόρφωση με τα πρότυπα:
 - EN 60335-1: 2012/A11:2014
 - EN 60335-2-40:2033/A13:2012
 - EN 62233:2008
 - EN 378-2:2016
 - EN 61000-6-2:2005
 - EN 61000-6-2:2017
 - EN 61000-6-4:2007/A1:2011

Στην παρούσα μελέτη περιλαμβάνονται οι παρακάτω εργασίες μαζί με τα υλικά και τα μικροϋλικά που θα απαιτηθούν:

- Αποξηλώσεις υφιστάμενων εξαρτημάτων που δεν κρίνονται απαραίτητα για την λειτουργία του συστήματος θέρμανσης μετά τις παρεμβάσεις, καθώς και απαραίτητες αποσυνδέσεις του δικτύου για την σύνδεση της αντλίας θερμότητας.
- Προμήθεια - μεταφορά - τοποθέτηση της νέας αντλίας θερμότητας σε σημείο που θα εγκριθεί από την Υπηρεσία και παράδοση σε πλήρη και κανονική λειτουργία. Εάν η προτεινόμενη αντλία θερμότητας απαιτεί επιπλέον βάση έδρασης, τότε όλες οι δαπάνες προσαρμογής (επί πλέον μπετόν βάση, τροποποίηση σχαρών ηλεκτρικών καλωδίων, υδραυλικού δικτύου, κλπ) θα βαρύνουν το ανάδοχο του έργου.
- Προμήθεια και εγκατάσταση δοχείου αδρανείας διπλής ενέργειας 800 lt και υδραυλικά εξαρτήματα συστήματος.
 - Γενικά το δοχείο αδρανείας θα χρησιμοποιείται για την αποθήκευση νερού για το σύστημα θέρμανσης. Θα διαθέτει μόνωση από υψηλής ποιότητας μονωτικό υλικό πάχους τουλάχιστον 7 εκ., ώστε να επιτυγχάνεται η ελαχιστοποίηση των θερμικών και ψυκτικών απωλειών. Θα διαθέτει δύο σταθερούς εξωτερικούς εναλλάκτες και θα μπορεί να συνδεθεί με το υφιστάμενο σύστημα θέρμανσης (λέβητας πετρελαίου), καθώς και με την αντλία θερμότητας αέρος - νερού που προβλέπεται να προμηθευτεί (διπλής ενέργειας). Το δοχείο αδρανείας θα

εξασφαλίζει σταθερή θερμοκρασία στο λέβητα και στο δίκτυο θέρμανσης - ψύξης, καθώς και μία πιο ομαλή και οικονομική διαχείριση του συστήματος.

- Το δοχείο αδράνειας θα βοηθήσει στην σύνδεση των δύο συστημάτων θέρμανσης. Θα συνδεθεί υδραυλικά με τον λέβητα πετρελαίου, αλλά και με την αντλία θερμότητας. Το κύκλωμα του νερού που κυκλοφορεί στα θερμαντικά σώματα θα είναι άμεσα συνδεδεμένο με το δοχείο αδράνειας και θα έχει την δυνατότητα να εκμεταλλευτεί την θερμική ενέργεια και των δύο παραπάνω πηγών και την ψυκτική ενέργεια που θα δημιουργείται από την αντλία θερμότητας.
- Ουσιαστικά με το δοχείο αδράνειας δεν καταργείται ο υφιστάμενος λέβητας και δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί τις ελάχιστες περιπτώσεις ακραίων χαμηλών θερμοκρασιών, κατά τις οποίες η αντλία θερμότητας δεν θα δύναται να προσφέρει το σύνολο των απαιτούμενων θερμικών φορτίων.
- Επίσης στο δοχείο αδράνειας θα αποθηκεύεται η πλεονάζουσα ποσότητα ζεστού ή κρύου νερού που παράγεται από τον λέβητα και την αντλία. Λόγω της πολύ καλής θερμομόνωσης (πάχους 100μμ), το δοχείο αδράνειας διατηρεί για πολύ χρόνο το νερό στην θερμοκρασία που έχει αναπτυχθεί από τα συστήματα (απώλεια 2°C στις 10 ώρες). Αυτό το νερό που αποθηκεύτηκε, θα χρησιμοποιηθεί αργότερα από τον κυκλοφορητή που θα το στείλει στα fan coils, χωρίς να χρειάζεται να ξανά ανάψει κάποιο σύστημα θέρμανσης - ψύξης. Έτσι επιτυγχάνουμε ακόμα μεγαλύτερη οικονομία καυσίμου και ώρες λειτουργίας της αντλίας θερμότητας
- Τα υδραυλικά εξαρτήματα που θα απαιτηθούν για την προτεινόμενη σύνδεση των συστημάτων με το δοχείο αδράνειας και το δίκτυο είναι τα εξής:
 - 2 ηλεκτροβάνες δύοδες
 - 2 συλλέκτες 3ων εξόδων
 - κυκλοφορητής θέρμανσης inverter, τριών ταχυτήτων
 - 2 αντεπιστροφής βαλβίδες
 - 2 βαλβίδες ασφαλείας

Υποχρέωση του αναδόχου είναι να παραδώσει όλα τα υλικά εξαρτήματα και μηχανήματα συνδεδεμένα μεταξύ τους και σε κατάσταση λειτουργίας.

Για τον λόγο αυτό πρέπει να προβεί σε όλες τις απαραίτητες συνδέσεις και δοκιμές της εγκατάστασης.

- Για όλες τις παραπάνω συνδέσεις ο διαγωνιζόμενος πριν την εγκατάσταση του συστήματος οφείλει να προσκομίσει κατασκευαστικά σχέδια τα οποία προτείνει να εφαρμόσει. Τα σχέδια αυτά θα πρέπει να εγκριθούν από την Υπηρεσία. Ο ανάδοχος είναι υποχρεωμένος στην χρησιμοποίηση οποιωνδήποτε περαιτέρω υλικών και μικροϋλικών (που κρίνονται απαραίτητα για την ορθή λειτουργία του συστήματος) χωρίς κάποια επιπλέον επιβάρυνση για τον Δήμο.

Επίσης πρέπει να καταθέσει μαζί με την τεχνική του προσφορά και κατάλογο όλων των βασικών εξαρτημάτων και υλικών που θα χρησιμοποιήσει αναφέροντας τον τύπο και τα βασικά χαρακτηριστικά τους.

Μετά την αποπεράτωση της εγκατάστασης του δοχείου, των θερμαντικών σωμάτων και της σύνδεσης αυτών με την αντλία θερμότητας, θα γεμίσει το δίκτυο με νερό, θα κλείσουν τα ελεύθερα άκρα των σωλήνων και θα τεθεί το δίκτυο σε υπερπίεση 4 ατμοσφαιρών μετρούμενων στο λεβητοστάσιο επί δύο συνεχείς ώρες. Σε περίπτωση κάποιας διαρροής, η

οποία μπορεί να διαπιστωθεί εύκολα από την πτώση πίεσης που σημειώνεται στο μανόμετρο, θα επισκευαστεί η σχετική ατέλεια, θα αντικατασταθούν τα ελαττωματικά εξαρτήματα και η δοκιμή θα επαναληφθεί. Σε περίπτωση απαίτησης αλλαγής εξαρτημάτων ή υλικών ο Δήμος δεν θα επιβαρυνθεί περαιτέρω.

Στη συνέχεια, θα τεθεί η εγκατάσταση σε λειτουργία υπό συνθήκες πλήρους θέρμανσης, μέχρι θερμοκρασίας σχεδόν βρασμού του νερού, και κατόπιν θα ψυχρανθεί με παράλληλο έλεγχο της στεγανότητας των ενώσεων και παρεμβυσμάτων κατά τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Το προτεινόμενο διάγραμμα σύνδεσης των συστημάτων θέρμανσης (υφιστάμενου λέβητα πετρελαίου και υπό προμήθεια αντλίας θερμότητας), με το δοχείο αδράνειας διπλής ενέργειας παρουσιάζεται στο Παράρτημα Δ, το οποίο αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της παρούσας.

- Επίσης στο φυσικό αντικείμενο του έργου περιλαμβάνονται:
 - Κάθε άλλη τροποποίηση του υδραυλικού ή ηλεκτρικού δικτύου και η προσθήκη κάθε άλλου υλικού ή μικροϋλικού που αν και δεν περιγράφεται κρίνεται απαραίτητο για την εύρυθμη λειτουργία της εγκατάστασης.
 - Έλεγχος καλής λειτουργίας των υφιστάμενων κυκλοφορητών, ασφαλιστικών διατάξεων, οργάνων ένδειξης π.χ. διακόπτες ροής, πρεσοστατών, βανών κ.λπ και θα συντηρηθούν ή θα επισκευαστούν αναλόγως.

Παράδοση στην Υπηρεσία μας εγχειρίδια συντήρησης και λειτουργίας της νέας αντλίας, καθώς θα γίνει και εκπαίδευση του προσωπικού του Δήμου μας από το προσωπικό του αναδόχου για την καλή λειτουργία της εγκατάστασης

4. Αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών με νέα φωτιστικά τεχνολογίας LED

Θα αντικατασταθούν τα κάτωθι φωτιστικά σώματα με νέα φωτιστικά LED.

					Χρήση		Κατανάλωση LED		
a/a	Είδος υφιστάμενου φωτιστικού	Αντικατάσταση			W LED	Ημέρες	Ώρες	TEM	kWh
1	Φθορισμού 4*18W (ΤΥΠΟΣ Α)	OFFICE 600X600	LB P/T	LED ED	39	240	12	90	10108,80
		39W 3900LM 3000K WHITE MATT WHITE ALUMINUM							
	Φθορισμού 2*36W (ΤΥΠΟΣ Γ)	ALUMINUM + DALI driver	RAYLUX	LB	35	240	12	44	4435,20
		LED 35W 4600LM 4000K WHITE/ IP44/ + DALI driver							

Τα φωτιστικά LED θα πληρούν τις κάτωθι προδιαγραφές.

Τεχνικές προδιαγραφές για φωτιστικά σώματα LED χωνευτά (ΤΥΠΟΣ Α)

Τα υπό προμήθεια φωτιστικά LED θα πρέπει να είναι κατάλληλα για το φωτισμό εσωτερικών χώρων, αιθουσών διδασκαλίας, γραφείων, κλπ. Θα πρέπει επί ποινή αποκλεισμού να πληρούν τα κάτωθι γενικά και ειδικά τεχνικά χαρακτηριστικά:

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Σώμα κατασκευασμένο από φύλλο μετάλλου υψηλής αντοχής
- Βαφή: Ηλεκτροστατική βαφή πούδρας
- Το φωτιστικό θα έχει σχήμα και κατασκευή παρόμοιο με τα παλιά φωτιστικά (συμβατικών λαμπτήρων) με περισίδες παραβολικής κατανομής φωτός



Ενδεικτική φωτογραφία για τα φώτα τύπου Α

Μέθοδος Τοποθέτησης – Στήριξη:

- Σχεδιασμένο για τοποθέτηση σε εσοχή (ψευδοροφή)
- Διαστάσεων 595mm x 595mm x 65mm (επιθυμητή απόκλιση $\pm 5\%$)

Σύστημα οπτικής μετάδοσης – Οπτική μονάδα:

- Οπτική μονάδα των LED: Οι φωτεινές πηγές LED θα βρίσκονται εντός εσοχών για περιορισμό της θάμβωσης και η κατανομή φωτός θα διασφαλίζει δείκτη UGR<17.
- Οι φωτεινές πηγές LED θα είναι ενσωματωμένες στο φωτιστικό (δεν επιτρέπεται η χρήση συμβατικών φωτιστικών με τη χρήση αντικαταστατών λαμπτήρων LED – Retrofit).

Τροφοδοτικό (Driver)

- Δυνατότητα εγκατάστασης πρωτόκολλου ελέγχου DALI για ρύθμιση της φωτεινής ροής και ενσωμάτωση του φωτιστικού σε BEMS (Building Energy Management System)

Προστασία:

- Δείκτης στεγανότητας τουλάχιστον IP20
- Δείκτης μηχανικής αντοχής τουλάχιστον IK04
- Ηλεκτρική κλάση μόνωσης Class I ή II

Ηλεκτρικά – φωτομετρικά χαρακτηριστικά:

Ονομαστική ισχύς φωτιστικού

$\leq 40W$

Τάση λειτουργίας

220 – 240V, 50/60 Hz

Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας Ta

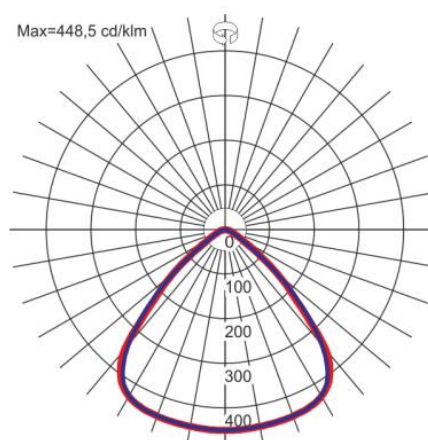
τουλάχιστον ονομαστικές τιμές από 0°C έως +35°C.

Συμμετρικό

Σύστημα οπτικής μετάδοσης

—

Κατανομή φωτεινής έντασης



Ενδεικτική κατανομή φωτεινής έντασης (πολικό διάγραμμα)

Δείκτης θάμβωσης (UGR)	<17
Lumen LED	4.700 lm
Lumen luminaire	3900 lm
Φωτεινή απόδοση φωτιστικού (μετά από θερμικές, οπτικές και ηλεκτρικές απώλειες)	100 lm/W
Απόδοση τροφοδοσίας ρεύματος	>90%
Δείκτης χρωματικής απόδοσης CRI/Ra	≥80
Θερμοκρασία χρώματος CCT	3000K ± 10%
Διατήρηση φωτεινής ροής (L70B50)	≥50.000 ώρες
Χρόνος εργοστασιακής εγγύησης	≥3 έτη

Πιστοποιήσεις – Διασφαλίσεις:

Τα υπό προμήθεια φωτιστικά LED θα πρέπει να συνοδεύονται από τεχνικά φυλλάδια και έγγραφα που να αποδεικνύουν τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά (prospectus και datasheet φωτιστικού, σχέδια, datasheet driver, datasheet πηγών LED κλπ), καθώς και από τις ακόλουθες πιστοποιήσεις – διασφαλίσεις:

- Δήλωση συμμόρφωσης του κατασκευαστή κατά CE.

Συμμόρφωση με όλες τις απαραίτητες οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και συγκεκριμένα:

Οδηγία 2014/30/EK (Electromagnetic Compatibility, EMC)

Οδηγία 2014/35/EK (Low Voltage Directive, LVD)

Οδηγία 2011/65/EK (Restriction of Certain Hazardous Substances, RoHS)

Οδηγία 2009/125/EK (Eco design, ERP)

Το φωτιστικό είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με τα πρότυπα:

EN 60598-1 (Γενικό Πρότυπο Φωτιστικών)

EN 60598-2-1 (Ειδικό Πρότυπο για Φωτιστικά γενικής χρήσης)

EN 55015 (Πρότυπο ραδιοδιαταραχών)

EN 61547 (Πρότυπο ατρωσίας ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας)

EN 61000-3-2 & EN61000-3-3 (Όρια Εκπομπών Αρμονικών Διακυμάνσεων)

EN 62471 (Πρότυπο για τη Φωτοβιολογική Καταλληλότητα)

- Πιστοποιητικά ISO 9001:2008 για το εργοστάσιο κατασκευής από αναγνωρισμένο φορέα πιστοποίησης.
- Υπεύθυνη δήλωση του κατασκευαστή των φωτιστικών αναφορικά με τη διάρκεια ζωής των LED, σύμφωνα με την έκθεση IES LM-80 και TM21 που λαμβάνει υπόψη την εξασθένηση της αρχικής απόδοσης των LED.
- LM80 Test Report του κατασκευαστή των LED
- Πλήρη φωτοτεχνικά στοιχεία σε ηλεκτρονική μορφή .ldt ή .ies, κατάλληλα για άμεση εισαγωγή σε ανοικτά προγράμματα υπολογισμών (DIALUX, RELUX κ.α.). Θα πρέπει να συνοδεύονται από την αντίστοιχη υπεύθυνη δήλωση του κατασκευαστή, η οποία θα αναφέρει ότι η μέτρηση των φωτιστικών έγινε σύμφωνα με το πρότυπο EN13032 και το πρότυπο LM-79. Σημειώνεται πως σε περίπτωση, που η συνολική φωτεινή επιφάνεια του φωτιστικού δεν είναι ίσων διαστάσεων με τις διαστάσεις της συνολικής επιφάνειας του φωτιστικού σώματος, αυτό θα πρέπει να είναι αποτυπωμένο στο αρχείο ldt ή ies ώστε να λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό του δείκτη UGR.
- Εγγύηση του κατασκευαστή τουλάχιστον 3 έτη για τα φωτιστικά σώματα LED, συνοδευόμενη από τους γραπτούς όρους εγγύησης του κατασκευαστή.

Υπεύθυνη δήλωση του υποψήφιου ανάδοχου, η οποία θα περιέχει την ηλεκτρονική διεύθυνση του κατασκευαστή του φωτιστικού σώματος με σκοπό την εύρεση των προτεινόμενων φωτιστικών σωμάτων και των λοιπών τεχνικών στοιχείων στο διαδίκτυο για την ταυτοποίηση δεδομένων από την υπηρεσία.

Τεχνικές προδιαγραφές για φωτιστικά σώματα LED επί οροφής (ΤΥΠΟΣ Γ)

Τα υπό προμήθεια φωτιστικά LED θα πρέπει να είναι κατάλληλα για το φωτισμό εσωτερικών χώρων, διαδρόμων, γραφείων κλπ. Θα πρέπει επί ποινή αποκλεισμού να πληρούν τα κάτωθι τεχνικά χαρακτηριστικά.

Χαρακτηριστικά κατασκευής:

- Σώμα κατασκευασμένο από ανοξείδωτο φύλλο μετάλλου υψηλής αντοχής ή ατσάλι γαλβανισμένο εν θερμώ
- Βαφή: Ηλεκτροστατική βαφή πούδρας
- Διαχύτης (προστατευτικό κάλυμμα) κατασκευασμένος από ακρυλικό υλικό (PMMA).
- Το φωτιστικό θα έχει σχήμα και κατασκευή όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα:



Ενδεικτική φωτογραφία για τα φώτα τύπου Β

Μέθοδος Τοποθέτησης – Στήριξη:

- Σχεδιασμένο για τοποθέτηση απευθείας σε οροφή
- Διαστάσεων 1235mm x 95mm x 70mm (επιθυμητή απόκλιση $\pm 5\%$)

Σύστημα οπτικής μετάδοσης – Οπτική μονάδα:

- Οπτική μονάδα των LED: Οι φωτεινές πηγές LED θα βρίσκονται εντός προστατευτικού καλύμματος PMMA και η κατανομή φωτός θα είναι όπως φαίνεται παρακάτω.
- Οι φωτεινές πηγές LED θα είναι ενσωματωμένες στο φωτιστικό (δεν επιτρέπεται η χρήση συμβατικών φωτιστικών με τη χρήση αντικαταστατών λαμπτήρων LED – Retrofit).

Τροφοδοτικό (Driver)

- Ενσωματωμένο πρωτόκολλο ελέγχου DALI για ρύθμιση της φωτεινής ροής και ενσωμάτωση του φωτιστικού σε BEMS (Building Management System).

Προστασία:

- Δείκτης στεγανότητας τουλάχιστον IP44
- Δείκτης μηχανικής αντοχής τουλάχιστον IK05
- Ηλεκτρική κλάση μόνωσης Class I ή II

Ηλεκτρικά – φωτομετρικά χαρακτηριστικά:

Ονομαστική ισχύς φωτιστικού

$\leq 35W$

Τάσης λειτουργίας

220 – 240V, 50/60 Hz

Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας Ta

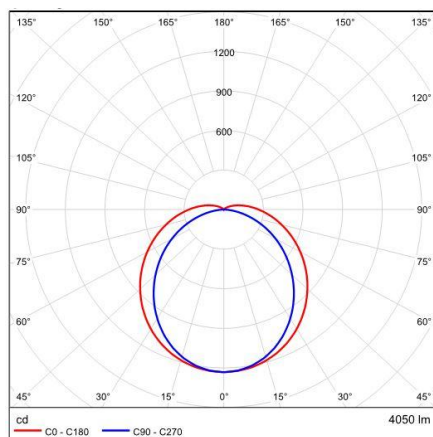
τουλάχιστον ονομαστικές τιμές από 0°C έως +30°C.

Συμμετρική κατανομή με γωνία φωτεινής δέσμης $\sim 100^\circ$

Σύστημα οπτικής μετάδοσης

—

Κατανομή φωτεινής έντασης



Ενδεικτική κατανομή φωτεινής έντασης (πολικό διάγραμμα)

Φωτεινή ροή φωτιστικού

$\geq 4.000 \text{ lm}$

(μετά από θερμικές και οπτικές απώλειες)	
Φωτεινή απόδοση φωτιστικού	
(μετά από θερμικές, οπτικές και ηλεκτρικές απώλειες)	$\geq 114 \text{ lm/W}$
Συντελεστής ισχύος	$\geq 0,9$
Δείκτης χρωματικής απόδοσης CRI	≥ 80
Θερμοκρασία χρώματος CCT	$4000\text{K} \pm 10\%$
Διατήρηση φωτεινής ροής (L80B10)	$\geq 60.000 \text{ ώρες}$
Χρόνος εργοστασιακής εγγύησης	$\geq 3 \text{ έτη}$

Πιστοποιήσεις – διασφαλίσεις:

Τα υπό προμήθεια φωτιστικά LED θα πρέπει να συνοδεύονται από τεχνικά φυλλάδια και έγγραφα που να αποδεικνύουν τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά (prospectus και datasheet φωτιστικού, σχέδια, datasheet driver, datasheet πηγών LED κλπ), καθώς και από τις ακόλουθες πιστοποιήσεις – διασφαλίσεις:

- Δήλωση συμμόρφωσης του κατασκευαστή κατά CE.

Συμμόρφωση με όλες τις απαραίτητες οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και συγκεκριμένα:

Οδηγία 2014/30/EK (Electromagnetic Compatibility, EMC)

Οδηγία 2014/35/EK (Low Voltage Directive, LVD)

Οδηγία 2011/65/EK (Restriction of Certain Hazardous Substances, RoHS)

Οδηγία 2009/125/EK (Eco design, ERP)

Το φωτιστικό είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με τα πρότυπα:

EN 60598-1 (Γενικό Πρότυπο Φωτιστικών)

EN 60598-2-1 (Ειδικό Πρότυπο για Φωτιστικά γενικής χρήσης)

EN 55015 (Πρότυπο ραδιοδιαταραχών)

EN 61547 (Πρότυπο ατρωσίας ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας)

EN 61000-3-2 & EN61000-3-3 (Όρια Εκπομπών Αρμονικών Διακυμάνσεων)

EN 62471 (Πρότυπο για τη Φωτοβιολογική Καταλληλότητα)

- Πιστοποιητικά ISO 9001:2008 για το εργοστάσιο κατασκευής από αναγνωρισμένο φορέα πιστοποίησης.

- Υπεύθυνη δήλωση του κατασκευαστή των φωτιστικών αναφορικά με τη διάρκεια ζωής των LED, σύμφωνα με την έκθεση IES LM-80 και TM21 που λαμβάνει υπόψη την εξασθένηση της αρχικής απόδοσης των LED.
- LM80 Test Report του κατασκευαστή των LED.
- Πλήρη φωτοτεχνικά στοιχεία σε ηλεκτρονική μορφή .ldt ή .ies, κατάλληλα για άμεση εισαγωγή σε ανοικτά προγράμματα υπολογισμών (DIALUX, RELUX κ.α.). Θα πρέπει να συνοδεύονται από την αντίστοιχη υπεύθυνη δήλωση του κατασκευαστή, η οποία θα αναφέρει ότι η μέτρηση των φωτιστικών έγινε σύμφωνα με το πρότυπο EN13032 και το πρότυπο LM-79.
- Εγγύηση του κατασκευαστή τουλάχιστον 3 έτη για τα φωτιστικά σώματα LED, συνοδευόμενη από τους γραπτούς όρους εγγύησης του κατασκευαστή.
- Υπεύθυνη δήλωση του υποψήφιου ανάδοχου, η οποία θα περιέχει την ηλεκτρονική διεύθυνση του κατασκευαστή του φωτιστικού σώματος με σκοπό την εύρεση των προτεινόμενων φωτιστικών σωμάτων και των λοιπών τεχνικών στοιχείων στο διαδίκτυο για την ταυτοποίηση δεδομένων από την υπηρεσία.

5. Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης BEMS

Θα εγκατασταθεί ένα σύστημα BEMS το οποίο θα επιτελεί τις κάτωθι λειτουργίες:

- Καταγραφή ηλεκτρικών καταναλώσεων
- Καταγραφή θερμικών καταναλώσεων
- Έλεγχος φωτισμού
- Έλεγχος λειτουργίας συστήματος θέρμανσης
- Απεικόνιση των καταγραφόμενων μεγεθών

Στην τιμή περιλαμβάνεται η προμήθεια, εγκατάσταση, μεταφορά στον τόπου του έργου, οι δοκιμές, οι καλωδιώσεις και τα υλικά όδευσης τους, η σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο του κτιρίου, τυχόν οικοδομικές εργασίες που θα απαιτηθούν και η παράδοση σε πλήρη και κανονική λειτουργία. Επίσης συμπεριλαμβάνεται ο προγραμματισμός του συστήματος και η σύνδεση του υφιστάμενου και νέου Η/Μ εξοπλισμού του κτιρίου.

Σε κάθε χώρο στον οποίο θα ελέγχεται ο φωτισμός, θα τοποθετηθεί ένας KNX RF ανιχνευτής παρουσίας σαν πομπός και ένα KNX RF ρελέ σαν δέκτης. Με τον τρόπο αυτό, χωρίς καμία νέα καλωδίωση, θα έχετε τον αυτοματισμό ελέγχου φωτισμού που επιθυμείτε. Σε κάθε πίνακα ορόφου, θα τοποθετηθούν KNX μετρητές ηλεκτρικών μεγεθών. Επίσης θα τοποθετηθούν μετατροπείς KNX RF (ασύρματο) σε KNX TP (καλωδιακό), καθιστώντας το σύστημα ενιαίο. Η μόνη καλωδίωση που θα χρειαστεί είναι η κατακόρυφη διασύνδεση των ηλεκτρικών πινάκων των ορόφων με καλώδιο bus. Η εγκατάσταση ολοκληρώνεται με την τοποθέτηση ενός KNX server για την απεικόνιση, χειρισμό των λειτουργιών, επεξεργασία και αποθήκευση των μετρήσεων και των δεδομένων της εγκατάστασης.

Ειδικότερα θα προσφερθούν

- Κεντρικός Ελεγκτής που περιλαμβάνει και την πλατφόρμα απεικόνισης με κατάλληλο λογισμικό
- Μετρητές Ηλεκτρικής Ενέργειας (1 στον κεντρικό πίνακα, και ένας σε κάθε υποπίνακα, συμπεριλαμβανομένης της αντλίας θερμότητας)
- Αισθητήρες Παρουσίας (για τον έλεγχο του φωτισμού)
- Ρελαί για τον έλεγχο του φωτισμού που θα συνεργάζεται με τον αισθητήρα παρουσίας
- Ένας ηλεκτρονικής θερμιδομετρητής θέρμανσης ψύξης κατάλληλος για την παροχή και τη διατομή που θα εγκατασταθεί.
- Οι απαιτούμενες συσκευές και καλωδιώσεις για τη λειτουργία του συστήματος (τροφοδοτικά, μετατροπείς σήματος, πίνακες, κλπ)

Το BEMS επιτρέπει τη διαχείριση όλων των συσκευών που είναι συνδεδεμένες. Πιο συγκεκριμένα, το λογισμικό έχει τις εξής δυνατότητες:

- Παρακολούθηση κατανάλωσης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας,
- Πραγματοποίηση υπολογισμών (ώρες λειτουργίας, καταναλωθείσα ενέργεια, κόστος ενέργειας, κλπ)
- Έλεγχος της λειτουργίας των ελεγχόμενων ηλεκτρικών συσκευών (on/off) είτε στιγμιαία είτε με χρονοπρόγραμμα (αντλία θερμότητας, λέβητας, φωτισμός).
- Να παρέχεται η δυνατότητα για τα εξής επιπλέον χαρακτηριστικά:
 - Διασύνδεση πολλαπλών δικτύων (επιμέρους αίθουσες κλπ.)
 - Διασύνδεση μετρητών τύπου Modbus, κλπ.

- Αποστολή ειδοποίησης για το «άνοιγμα/ κλείσιμο» διαφόρων συσκευών απομακρυσμένα
- Παραλαβή σήματος ειδοποίησης σε περίπτωση που κάποιες «κρίσιμες» συσκευές μείνουν χωρίς ρεύμα (π.χ. Servers σε περιπτώσεις διακοπής)
- Παραλαβή σήματος ειδοποίησης σε περίπτωση που κάποιες συσκευές ανοίξουν, ενώ δεν είναι προγραμματισμένες (π.χ. Φώτα σε περιπτώσεις που γνωρίζουμε ότι δεν είναι κανείς)
- Χρονοπρογραμματισμός για το άνοιγμα κάποιων συσκευών (π.χ. λέβητας, αντλία θερμότητας)
- Εμφάνιση πληροφοριών κατανάλωσης –ανθρακικού αποτυπώματος στην οθόνη κάθε χρήστη (με μορφή widget), με σκοπό την ευαισθητοποίησή σε θέματα ενεργειακής κατανάλωσης.

6. Τοποθέτηση Θερμομόνωσης Δώματος

Στο δώμα του δημαρχείου σε συνολική επιφάνεια ίση με $451,88\text{m}^2$ προτείνεται η εγκατάσταση μόνωσης με σύστημα θερμομόνωσης στο δώμα, αποτελούμενο από πλακες γραφιτούχας διογκωμένης πολυστερίνης πάχους 7 εκ..Το σύστημα θερμομόνωσης θα περιλαμβάνει τα υαλοπλέγματα, όλα τα παρελκόμενα (ρητινούχες κόλλες, βύσματα στερέωσης, οδηγούς στήριξης θερμομονωτικών πλακών, βίδες οδηγών στήριξης, ειδικά τεμάχια διογκωμένης πολυστερίνης, γωνιόκρανα) και τελικό ακρυλικό έγχρωμο επίχρισμα. Η τοποθέτηση των πλακών διογκωμένης πολυστερίνης θα πραγματοποιηθεί αφού γίνει η καθαίρεση των εξωτερικών επιχρισμάτων. Κόλλα ως τελικό επίχρισμα για το σύστημα θερμομόνωσης δώματος / Υαλόπλεγμα εξωτερικής θερμομόνωσης από ίνες υάλου / Υγρό, μονωτικό, επαλειπτικό, με βάση σιλανικές ρητίνες / Υλικά επικόλλησης για το σύστημα θερμομόνωσης δώματος. Ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής θα προκύπτει ίσος με $0,50\text{W/m}^2\text{K}$, όπως ορίζεται από τον Πίνακα 3.4α της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για την κλιματική ζώνη Α σε υφιστάμενα κτίρια.

7. Τοποθέτηση Μεμβρανών Ηλιοπροστασίας

Το άνοιγμα του αιθρίου θα καλυφθεί με αντηλιακές μεμβράνες με τα κάτωθι χαρακτηριστικά:

- Επιλογή υλικού με σκοπό τη σκίαση, τη δραστική μείωση της διερχόμενης θερμότητας, το δροσισμό του χώρου, την οπτική και θερμική άνεση και την εξοικονόμηση ενέργειας.
- Την ανεμπόδιστη οπτική επαφή προς τα έξω καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.
- Δεκαετής εγγύηση
- Ποσοστό ορατότητας 15%
- Ποσοστό Ανάκλασης ορατού φωτός (Εσωτ.) 63%
- Ποσοστό Ανάκλασης ορατού φωτός (Εξωτ.) 63%
- Αποβολή UV ακτινοβολίας 99.9%
- Ηλιακή ανακλαστικότητα 64%
- Ηλιακή μετάδοση 10%
- Ηλιακή απορρόφηση 26%
- Emissivity (room side) 0.84
- Μείωση αντηλιάς 84%
- Συντελεστής σκίασης 0,20
- Συντελεστής κέρδους ηλιακής ενέργειας 0,17
- Συντελεστής θερμοπερατότητας χειμώνα (IP) 1,03
- Συντελεστής θερμοπερατότητας χειμώνα (SI) 5.85
- Διαβαθμισμένη φωτεινή απόδοση 0,72
- Συνολική Αποβολή θερμότητας 83%

Στην τιμή θα πρέπει να περιλαμβάνεται η μεταφορά και η προμήθεια των υλικών, ο σχολαστικός καθαρισμός των επιφανειών, η προετοιμασία, η εγκατάσταση και το περιμετρικό σιλικονάρισμα.

Οι μεμβράνες θα πρέπει να φέρουν πιστοποιήσεις:

Window Energy Rating

National Fenestration Rating Council

Αλικιανός Μάιος 2020

**ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ
ΟΙ ΜΕΛΕΤΗΤΗΤΕΣ**

ΣΤΑΘΗΣ ΛΟΥΚΑΣ
ΜΗΧ/ΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΕ

ΚΡΑΣΑΚΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΟΣ ΜΗΧ/ΚΟΣ ΤΕ

**Η ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ
ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ Δ. ΠΛΑΤΑΝΙΑ**

ΠΙΜΠΛΗ ΝΑΤΑΛΙΑ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧ/ΚΟΣ

**ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ
ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ
Δ/ΝΣΗΣ Τ.Υ. Δ.ΠΛΑΤΑΝΙΑ**

ΚΑΚΑΒΕΛΑΚΗ ANNA
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧ/ΚΟΣ

Η' ΜΕΡΟΣ: ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΣΧΕΔΙΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΜΕΑ)

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΣΧΕΔΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Η/Μ ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΟΔΕΥΟΥΝ ΤΗ ΜΕΑ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ ΕΠΙΛΟΓΩΝ Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Η/Μ ΜΕΛΕΤΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

- ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
- ΣΧΕΔΙΟ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ Φ/Β
- ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Η/Μ ΜΕΛΕΤΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

- ΣΧΕΔΙΟ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ
- ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΡΓΟΥ