

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ, ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΕ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΣΧΟΛΙΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ - ΟΔΩΝ Κ.Λ.Π. ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΦΥΛΗΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.1 Εξοικονόμηση ενέργειας και αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.....	3
1.2 Αντικείμενο μελέτης.....	3
1.3 Περιβάλλον του Έργου.....	4
1.4 Κλιματικά δεδομένα περιοχής μελέτης.....	5
2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ.....	7
2.1 Μεθοδολογία εκπόνησης μελέτης.....	7
2.1.1 Γενικά.....	7
2.1.2 Βιβλιογραφία – Πρότυπα - Κανονισμοί.....	7
2.1.3 Μεθοδολογία υπολογισμών.....	8
2.2 Τεχνικές προδιαγραφές προτεινόμενων παρεμβάσεων.....	8
2.2.1 Αντλία θερμότητας θέρμανσης – ψύξης.....	9
2.2.2 Λοιπές εργασίες θέρμανσης – ψύξης.....	12
2.2.3 Λαμπτήρες τύπου διόδων εκπομπής φωτός (LED).....	15
2.2.4 Φωτοβολταϊκά συστήματα.....	18
2.2.5 Κεντρικό σύστημα κτιριακού ελέγχου (BMS).....	22
2.3 Δημαρχείο Φυλής.....	27
2.3.1 Υφιστάμενη κατάσταση.....	27
2.3.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις.....	28
2.4 Δημοτικό σχολείο Φυλής.....	30
2.4.1 Υφιστάμενη κατάσταση.....	30
2.4.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις.....	31
2.5 Γήπεδο Φυλής.....	33
2.5.1 Υφιστάμενη κατάσταση.....	33
2.5.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις.....	34
2.6 Γυμνάσιο Φυλής.....	36
2.6.1 Υφιστάμενη κατάσταση.....	36
2.6.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις.....	37
2.7 Λύκειο Φυλής.....	39

2.7.1	Υφιστάμενη κατάσταση	39
2.7.2	Προτεινόμενες παρεμβάσεις	41
2.8	Νηπιαγωγείο Φυλής	42
2.8.1	Υφιστάμενη κατάσταση	42
2.8.2	Προτεινόμενες παρεμβάσεις	43
2.9	Ανακεφαλαίωση – Συμπεράσματα – Προϋπολογισμός	45
3.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΦΩΤΙΣΜΟ	47
3.1	Στόχος της μελέτης	47
3.2	Εγκατάσταση φωτιστικών τεχνολογίας LED	47
3.3	Υφιστάμενη κατάσταση δημοτικού φωτισμού	48
3.4	Τεχνικές προδιαγραφές προτεινόμενων παρεμβάσεων	49
3.4.1	Φωτιστικά και λαμπτήρες αυξημένης ενεργειακής απόδοσης τύπου LED	49
3.4.2	Σύστημα διαχείρισης και ελέγχου λειτουργίας δημοτικού φωτισμού	50
3.5	Ενεργειακή και οικονομική αξιολόγηση προτεινόμενων παρεμβάσεων	52
4.	ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	54
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ.....		55

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εξοικονόμηση ενέργειας και αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής

Οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής γίνονται χρόνο με το χρόνο εντονότερες. Για το λόγο αυτό η ανάληψη πρωτοβουλίας για μακροχρόνιο σχεδιασμό και οικονομική βελτιστοποίηση της ενεργειακής πολιτικής, αποτελεί πλέον επιτακτική ανάγκη.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν θα μπορούσε να μείνει αμέτοχη στην Παγκόσμια προσπάθεια για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Ένα από τα πρώτα και αποφασιστικά βήματα προς αυτή την κατεύθυνση υπήρξε το Πρωτόκολλο του Κιότο (1997), του οποίου η Ε.Ε. υπήρξε ένθερμος υποστηρικτής. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο αυτό, οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου σε 37 βιομηχανικές χώρες και την Ε.Ε. θα πρέπει στην περίοδο 2008-2012 να μειωθούν κατά ένα μέσο ποσοστό 5% σε σχέση με τις εκπομπές του 1990. Για την Ευρώπη προβλέπεται μείωση κατά 8% των εκπομπών του 1990, αν και οι στόχοι διαφοροποιούνται από χώρα σε χώρα. Η Ελλάδα προσχώρησε στο Πρωτόκολλο τον Απρίλιο του 1998 και τον Μάιο του 2002 κύρωσε την Πράξη της αυτή με Νόμο. Το πρωτόκολλο τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου του 2005.

Στη συνέχεια, τον Μάρτιο του 2007 υιοθετήθηκε από την Ε.Ε η δέσμη μέτρων «Ενέργεια για ένα μεταβαλλόμενο κόσμο». Τα μέτρα αυτά αποτελούν την τριμερή δέσμευση για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) κατά 20% έως το 2020, τη μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων κατά 20% και την αύξηση της συνεισφοράς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε ποσοστό 20% της συνολικής παραγόμενης ενέργειας.

Τέλος, είναι άξιες λόγου οι εκτιμήσεις του Ενεργειακού τοπίου για το έτος 2050 από τους διάφορους φορείς. Ενδεικτικά αναφέρονται οι εκτιμήσεις της Εταιρίας Shell ότι το έτος 2050, το 60% της παραγόμενης ενέργειας θα προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και τα πορίσματα έρευνας του Γερμανικού Αεροδιαστημικού Κέντρου, τα οποία αναφέρουν ότι το έτος 2050 το 50% της καταναλισκόμενης ενέργειας θα παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες κατά κύριο λόγο θα βρίσκονται σε Μεσογειακές Χώρες.

1.2 Αντικείμενο μελέτης

Ο Δήμος Φυλής συμμετέχει στην Ευρωπαϊκή πρωτοβουλία που στοχεύει στη βελτίωση του τρόπου διαχείρισης της ενέργειας σε τοπικό επίπεδο, μέσα από μία μεθοδολογία ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού με κύριο στόχο την βελτίωση ποιότητας ζωής του δημότη με ταυτόχρονη εξοικονόμηση πόρων αξιοποιώντας τις δυνατότητες που μας παρέχονται από την τεχνολογία.

Αντικείμενο της μελέτης είναι η εφαρμογή προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας, με την υλοποίηση των προτεινόμενων τεχνικών παρεμβάσεων σε:

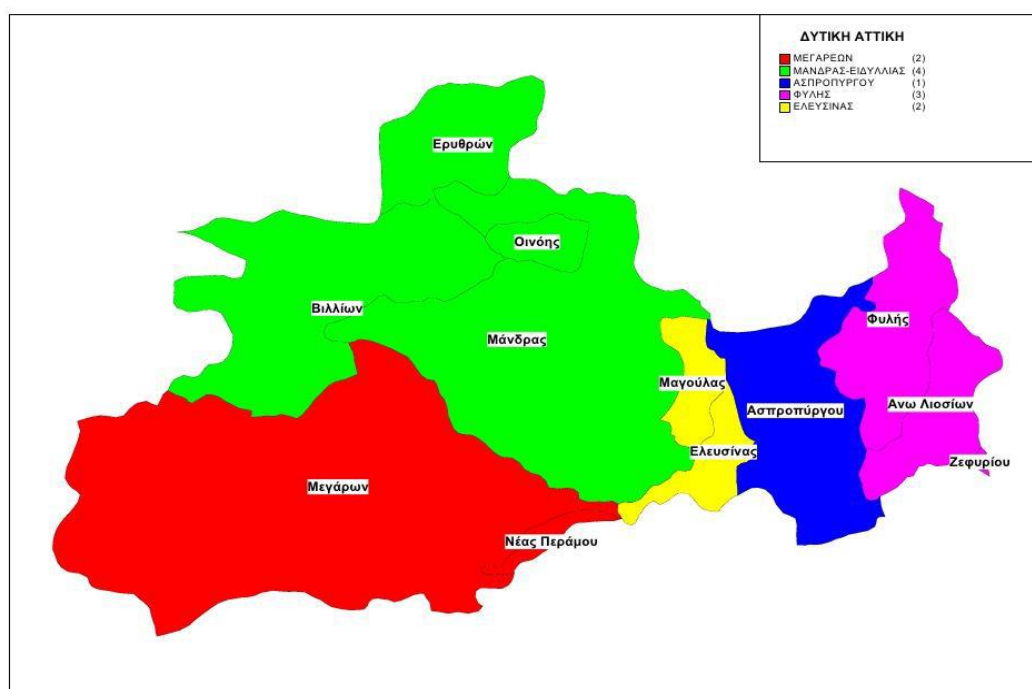
1. **Δημοτικά κτίρια** με στόχο την Εξοικονόμηση στη κατανάλωση ενέργειας που θα αγγίζει το 40% με ταυτόχρονη εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων προκειμένου να ισοσκελιστεί το ενεργειακό ισοζύγιο κατ' έτος του κάθε κτιρίου.

2. **Δημοτικό φωτισμό** με στόχο της αντικατάσταση του συνόλου του υφιστάμενου δημοτικού φωτισμού με νέα συστήματα χαμηλής κατανάλωσης.

1.3 Περιβάλλον του Έργου

Ο Δήμος Φυλής είναι δήμος της περιφέρειας Αττικής που συστάθηκε με το πρόγραμμα Καλλικράτης. Προέκυψε από τη συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Φυλής, Άνω Λιοσίων και Ζεφυρίου. Η έκταση του νέου Δήμου είναι 111.25 km². Με βάση τα αποτελέσματα της απογραφής του 2011, ο ενοποιημένος Δήμος Φυλής, αναδείχθηκε πρώτος σε πληθυσμό, μεταξύ των πέντε Δήμων της Δυτικής Αττικής. Με πληθυσμό 46.150 κατοίκους, παρουσίασε αύξηση 17,16% σε σχέση με την απογραφή του 2001, κατά την οποία οι Δήμοι Άνω Λιοσίων, Ζεφυρίου και Φυλής, που συγκροτούν τον Καλλικρατικό Δήμο Φυλής, είχαν εμφανίσει συνολικό πληθυσμό 38.230 κατοίκους. Ο Δήμος παρουσιάζει συνεχόμενα ανοδική τάση στον πληθυσμό του, τάση που ακολουθείται και από το συνολικό πληθυσμό της περιφέρειας Αττικής.

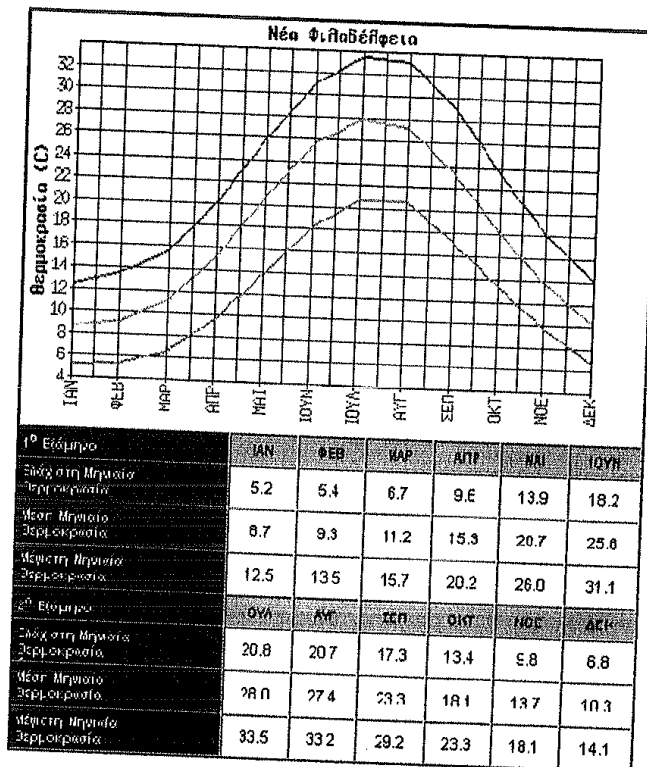
Κύρια πληθυσμιακά χαρακτηριστικά του Δήμου είναι: το μεγαλύτερο μέρος τού πληθυσμού ανήκει στις μικρές ηλικίες έως 14 ετών, ο μισός περίπου πληθυσμός (49,8%) συγκροτεί το παραγωγικό τμήμα (25-64 ετών), ενώ οι ηλικιωμένοι, άνω των 65 συμμετέχουν μόνο κατά 6%. Ο Δήμος συνορεύει: ανατολικά με το δήμο Αχαρνών και μερικώς και το δήμο Αθηνών, δυτικά με το δήμο Ελευσίνας, μεσημβρινά με τη θάλασσα της Σαλαμίνας και βόρεια με το δήμο Παρασωπίας.



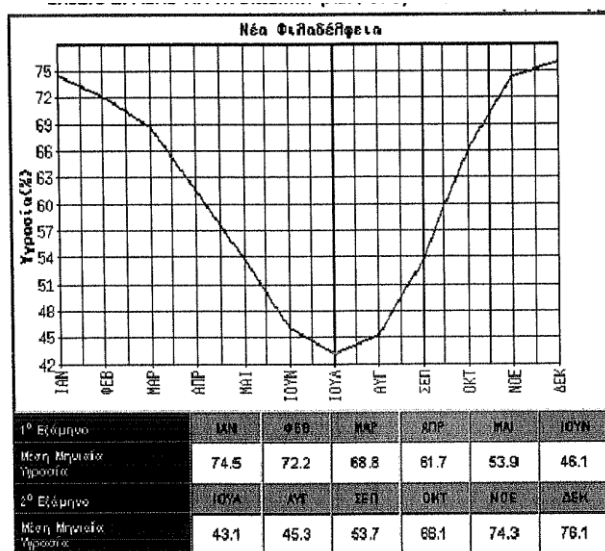
Η Δημοτική Ενότητα Φυλής είναι η μεγαλύτερη σε έκταση εκ των τριών που αποτελούν τον ενιαίο Δήμο Φυλής και καταλαμβάνει έκταση μεγαλύτερη του 63% επί του συνόλου. Παρόλα αυτά παρουσιάζει και τα μικρότερα ποσοστά πληθυσμού με μόλις το 8,5% των κατοίκων του Δήμου να κατοικεί στη Φυλή (απογραφή 2011).

1.4 Κλιματικά δεδομένα περιοχής μελέτης

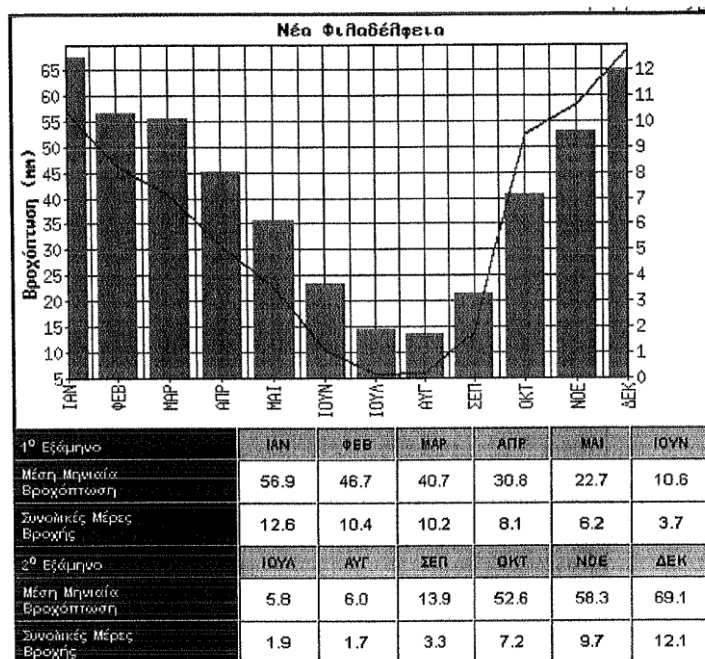
Το κλίμα της περιοχής είναι μεσογειακό και κατατάσσεται, ειδικότερα, στην κατηγορία του έντονου θερμού - μεσογειακού. Ο Δήμος Φυλής βρίσκεται κοντά στον μετεωρολογικό σταθμό της Ν. Φιλαδέλφειας στοιχεία από τον οποίο παρατίθενται παρακάτω:



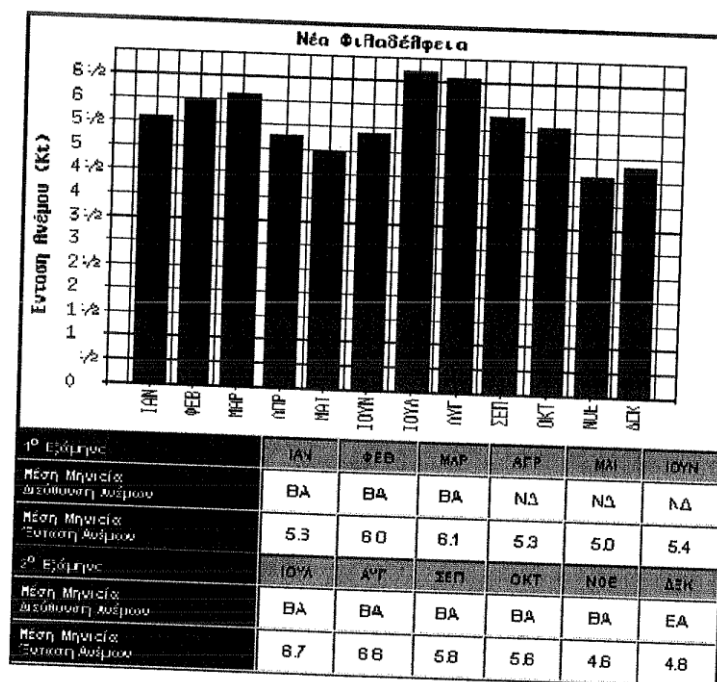
Εικόνα 1. Ελάχιστη, μέση και μηνιαία θερμοκρασία



Εικόνα 2. Μέση μηνιαία υγρασία



Εικόνα 3. Μέση μηνιαία βροχόπτωση



Εικόνα 4. Μέση μηνιαία ένταση ανέμων

2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

2.1 Μεθοδολογία εκπόνησης μελέτης

2.1.1 Γενικά

Η παρούσα ενεργειακή μελέτη εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - **Κ.Εν.Α.Κ.** (Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Ειδικότερα, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

- 20701-1/2010: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,
- 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»,
- 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων»,

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας, μέσω:

- της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγγένης) πρωτογενούς ενέργειας,
- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως, φωτοβολταϊκά συστήματα
- της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

2.1.2 Βιβλιογραφία – Πρότυπα - Κανονισμοί

Για τη σύνταξη της μελέτης αυτής χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πρότυπα, κανονισμοί, επιστημονικά συγγράμματα και δημοσιεύσεις :

- ✓ Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων».
- ✓ Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις».
- ✓ Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010, «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- Κ.Εν.Α.Κ.».
- ✓ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
- ✓ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
- ✓ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».
- ✓ Duffie A John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.

2.1.3 Μεθοδολογία υπολογισμών

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων θα πρέπει να εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, οι θερμικές ζώνες ενός κτηρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης των δημοτικών κτιρίων έγιναν με τη χρήση του υπολογιστικού εργαλείου TEE-KENAK, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Για τους επιμέρους υπολογισμούς και τη διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, κ.ά.), χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές οδηγίες, όπως εφαρμόζονται μέχρι σήμερα.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης, προσδιορίζονται τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. και στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

- Η χρήση του κάθε κτιρίου
- Οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.ά.) και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας κάθε κτηρίου (ωράριο, εσωτερικά κέρδη κ.ά.)
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής κάθε κτηρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτηρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκιάστρα κ.ά.), ο προσανατολισμός τους, τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (π.χ. εσωτερικοί τοίχοι) και άλλα.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών (διαφανών και μη) στοιχείων του κτιριακού κελύφους, όπως: η θερμοπερατότητα, η θερμική μάζα, η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, η διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης - ψύξης χώρων, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που έχουν επιλεγεί για κάθε κτήριο.

2.2 Τεχνικές προδιαγραφές προτεινόμενων παρεμβάσεων

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης προτείνονται οι ακόλουθες ενεργειακές επεμβάσεις στα δημοτικά κτίρια:

- Αντικατάσταση υφισταμένων ενεργειακών κέντρων θέρμανσης - ψύξης, με νέες αντλίες θερμότητας υψηλών αποδόσεων.

- Αντικατάσταση υφιστάμενων λαμπτήρων ή/και φωτιστικών σωμάτων εσωτερικών χώρων κτιρίων, με νέους τεχνολογίας τύπου LED.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, άνευ ιδιοκατανάλωσης, σε διασύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ.
- Εγκατάσταση συστημάτων αυτοματισμού και παρακολούθησης κτιριακών εγκαταστάσεων (BMS).

2.2.1 Αντλία θερμότητας θέρμανσης – ψύξης

Η αντλία θερμότητας αέρος - νερού θα είναι κατάλληλη για εσωτερική ή εξωτερική τοποθέτηση, ανάλογα την περίπτωση του κτιρίου. Θα είναι εξοπλισμένη με συμπιεστές περιστροφικού τύπου scroll και θα χρησιμοποιεί το οικολογικό ψυκτικό μέσο R410A, που έχει τα πλέον αποδοτικά θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά για την παραγωγή ψυχρού ή θερμού νερού.

Πλεονεκτήματα Αντλιών Θερμότητας

- ❖ Εξοικονόμηση ενέργειας. Με την χρήση μιας Αντλίας Θερμότητας, το σύστημα είναι έως και 6 φορές πιο αποτελεσματικό από τα παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης με ορυκτά καύσιμα. Με ιδανικές κλιματολογικές συνθήκες στην χώρα μας, ο μέσος ετήσιος βαθμός απόδοσης (COP) του συστήματος μπορεί να είναι πάνω από το 4 (για A/Θ Αέρα - Νερού) και πάνω από 5,5 (για A/Θ Εδάφους - Νερού με γεωθερμία). Εξασφαλίζοντας τέτοιο υψηλό βαθμό απόδοσης το λειτουργικό κόστος χρήσης είναι το ελάχιστο.
- ❖ Προστασία περιβάλλοντος. Εκτός από την εξοικονόμηση λειτουργικού κόστους με την απόκτηση μίας Αντλίας Θερμότητας, ουσιαστικά αποφασίζετε για μία καθαρότερη μορφή ενέργειας με την μικρότερη δυνατή επιβάρυνση στο περιβάλλον μας. Για παράδειγμα μια μονοκατοικία 150 m² για τη θέρμανσή της με πετρέλαιο επιβαρύνει το περιβάλλον σε ετήσια βάση με 6200 Kg CO₂. Η ίδια μονοκατοικία για θέρμανση με φυσικό αέριο προκαλεί εκπομπή 3820 Kg CO₂. Η θέρμανση του χώρου αυτού με Αντλία Θερμότητας μολύνει το περιβάλλον με μόνο 770 Kg CO₂. Η τοπική δε επιβάρυνσή του είναι μηδενική.
- ❖ Εγκατάσταση – Χώρος Μηχανοστασίου. Χωρίς να προϋποθέτει λεβητοστάσια, καμινάδες εξαερισμούς χώρων και δεξαμενές καυσίμων οι Αντλίες Θερμότητας μπορούν να τοποθετηθούν εύκολα σε χώρο μισού τετραγωνικού μέτρου και μπορούν να θερμάνουν και να δροσίσουν με άνεση ολόκληρο σπίτι. Η εγκατάσταση για τις A/Θ Αέρος - Νερού είναι απλή είτε εντός είτε εκτός του κτιρίου ενώ για τις A/Θ Εδάφους - Νερού μία σχετική μελέτη για τον εξωτερικό χώρο είναι απαραίτητη.
- ❖ Κόστος συντήρησης. Οι Αντλίες θερμότητας δεν χρησιμοποιούν καυστήρα και δεν εμφανίζουν καύση άρα δεν χρειάζονται κάθε χρόνο συντήρηση όπως συμβαίνει με τους λέβητες πετρελαίου και αερίου. Η λειτουργία τους μπορεί να συγκριθεί με αυτή ενός κοινού ψυγείου και άρα μηδαμινά έξοδα συντήρησης.
- ❖ Μέγιστη Ασφάλεια. Οι Αντλίες Θερμότητας ανήκουν στα ασφαλέστερα συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Δεν εκπέμπουν ρύπους τοπικά, δεν εμφανίζουν φλόγα ή άλλες καύσεις αφού δεν χρησιμοποιούν πετρέλαιο ή αέριο αλλά καθαρή ενέργεια από το περιβάλλον.

- ❖ Ευελιξία διασύνδεσης και εφαρμογών. Οι Αντλίες Θερμότητας μπορούν να εγκατασταθούν σε νέα ή παλιά κτίρια και μπορούν να συνδεθούν με υπάρχοντα θερμαντικά σώματα (ειδικά μοντέλα), σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης και δροσισμού καθώς και με σώματα Fan Coils για θέρμανση και ψύξη. Επίσης μπορούν να συνδυαστούν και με ήδη υπάρχον λεβητοστάσιο ή και με άλλες ανανεώσιμες πηγές όπως για παράδειγμα τα ηλιακά συστήματα για υποστήριξη θέρμανσης.

Η αντλία θερμότητας αέρος - νερού είναι θα είναι σχεδιασμένη, κατασκευασμένη και ελεγμένη σε εργοστάσιο με σύστημα ποιότητας πιστοποιημένο κατά ISO 9001 και σύστημα περιβαλλοντικής προστασίας πιστοποιημένο κατά ISO 14001. Οι δημοσιευμένες αποδόσεις του μηχανήματος θα έχουν πιστοποιηθεί από τη Eurovent.

Κατ' ελάχιστον οι αντλίες θερμότητας θα έχουν συντελεστές απόδοσης στην ονομαστική ισχύ τους, μεγαλύτερους ή ίσους με:

- COP \geq 3.5 (λειτουργία θέρμανσης)
- EER \geq 3.2 (λειτουργία ψύξης)



Εικόνα 5. Αντλίες θερμότητας διαφόρων τύπων και μεγεθών

Η αντλία θερμότητας αέρος - νερού θα συμμορφώνεται απαραίτητως με τις ακόλουθες Ευρωπαϊκές οδηγίες :

1. Οδηγία μηχανολογικού εξοπλισμού 98/37/EC τροποποιημένη,
2. Οδηγία εξοπλισμού υπό πίεση (PED) 97/23/EC
3. Οδηγία χαμηλής τάσης 73/23/EEC τροποποιημένη,
4. Οδηγία ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας 89/336/EEC τροποποιημένη και με τις εφαρμοσίμες συστάσεις των Ευρωπαϊκών standards
5. Ασφάλεια μηχανήματος, ηλεκτρικός εξοπλισμός στα μηχανήματα, γενικές οδηγίες : EN 60204-1
6. Ραδιενεργές ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές : EN50081-1

7. Αγώγιμες ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές : EN 50081-2
8. Ηλεκτρομαγνητική αντοχή : EN 50082-2

Η αντλία θερμότητας θα διαθέτει 2 συμπιεστές. Οι συμπιεστές θα είναι ερμητικοί, περιστροφικοί τύπου scroll με χαμηλά επίπεδα θορύβου και κραδασμών, ο καθένας εξοπλισμένος με:

- 2-πολικό ηλεκτροκινητήρα ψυχόμενο από το αέριο αναρρόφησης και με εσωτερικά θερμικά προστασίας.
- Πλήρωση με συνθετικά πολυεστερικά λάδια με υαλοθυρίδα ελέγχου.
- Ηλεκτρικό προθερμαντήρα ελαίου.
- Πλακέτα ηλεκτρονικού ελέγχου (Scroll Protection Module) για έλεγχο λειτουργίας του συμπιεστή, προστασία υπερθέρμανσης, έλεγχο λειτουργίας του προθερμαντήρα ελαίου και πρεσοστάτη υψηλής πίεσης.

Το επίπεδο χαμηλού θορύβου λειτουργίας και των χαμηλών κραδασμών του μηχανήματος θα εξασφαλίζονται από:

- Αντικραδασμικά στηρίγματα έδρασης των συμπιεστών που είναι ανεξάρτητα από το πλαίσιο της μονάδας και εγκατεστημένα σε αντικραδασμική βάση της μονάδας.
- Κατάλληλες στηρίξεις των σωληνώσεων αναρρόφησης και κατάθλιψης του συμπιεστή, απευθείας συγκολλητές στη βάση του συμπιεστή ώστε να ελαχιστοποιείται η μεταφορά κραδασμών στο πλαίσιο της μονάδας.
- Ηχομονωτικό περίβλημα του συμπιεστή εύκολα αφαιρούμενο.

Η μονάδα θα είναι εξοπλισμένη με έναν πλακοειδής εναλλάκτη θερμότητας, άμεσης εκτόνωσης.

Ο εξαμιστής θα περιβάλλεται με πολύ-κυβελωτό θερμομονωτικό υλικό και θα έχει αντιπαγωτική προστασία που θα εξασφαλίζεται με ελεγκτή παροχής ρευστού (Flow Switch) όταν η μονάδα βρίσκεται σε λειτουργία, και με ηλεκτρικό προθερμαντήρα ελαίου έως τους -20°C όταν η μονάδα δεν λειτουργεί.

Τα στοιχεία του συμπυκνωτή θα είναι εξοπλισμένα με πτερύγια αλουμινίου, μηχανικά συνδεδεμένα σε εσωτερικά διαμορφωμένους χάλκινους αυλούς. Θα είναι μονού.

Το ψυκτικό κύκλωμα θα συμπεριλαμβάνει: μία βαλβίδα κατάθλιψης, μία βαλβίδα γραμμής υγρού, τετράοδη βάνα εναλλαγής του ψυκτικού κύκλου, ηλεκτρονική εκτονωτική βαλβίδα ελεγχόμενη από ένα κινητήρα βημάτων (ελάχιστο 3000 βήματα), εξοπλισμένη με γυαλί ένδειξης υγρού για τον έλεγχο της θέσης ανοίγματος, φίλτρο ξηραντήρα με αφαιρούμενο κέλυφος, αισθητήρες πίεσης και θερμοκρασίας εύκολα αφαιρούμενους χωρίς κίνδυνο διαρροής του ψυκτικού μέσου, ένα διακόπτη υψηλής πίεσης με αυτόματη επαναφορά (reset) ανά συμπιεστή και πλήρη ποσότητα ψυκτικού μέσου R-410A. Όλα τα εξαρτήματα των ψυκτικών κυκλωμάτων πρέπει να είναι συγκολλητά για πλήρη και μακροχρόνια αποφυγή διαρροής ψυκτικού μέσου.

Η μονάδα πρέπει να λειτουργεί στα 400 Volts, 3-φασικό ρεύμα, 50 Hertz (400 V ± 10%) χωρίς ουδέτερο και πρέπει να έχει μόνο ένα σημείο σύνδεσης της παροχής ρεύματος.

Η τάση του συστήματος ελέγχου θα είναι 24 V και θα επιτυγχάνεται μέσω ενός εργοστασιακά εγκατεστημένου μετασχηματιστή. Η μονάδα θα είναι εξοπλισμένη με ένα εργοστασιακά εγκατεστημένο ηλεκτρικό διακόπτη διακοπής παροχής ισχύος.

Το περίβλημα θα είναι από γαλβανισμένο χαλυβδοέλασμα με φινίρισμα πολυεστερικής βαφής φούρνου σε χρώμα ελαφρύ γκρι (RAL 7035). Τα πλαίσια θα είναι εύκολα αφαιρούμενα καθώς και οι ανοιγώμενες θυρίδες του κιβωτίου ελέγχου, θα εξασφαλίζουν τέλεια επισκεψιμότητα και θα επιτρέπουν την εύκολη πρόσβαση σε όλα τα εξαρτήματα.

Η αντλία θερμότητας αέρος - νερού πρέπει να είναι εξοπλισμένη με μικροϋπολογιστή, που θα ελέγχει όλες τις παραμέτρους λειτουργίας και ασφαλείας της μονάδας με σκοπό να μεγιστοποιήσει την απόδοση της μονάδας και να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα διακοπής του ψυκτικού κυκλώματος λόγω λάθους. Το σύστημα ασφαλείας θα διασφαλίζει τις ακόλουθες λειτουργίες:

- ✓ Έλεγχος θερμοκρασίας εισόδου και εξόδου νερού μέσω βρόχου PID με εξομοίωση των ωρών λειτουργίας του κάθε συμπιεστή και του αριθμού εκκινήσεων του.
- ✓ Προστασία έναντι πολλαπλών εκκινήσεων του συμπιεστή μέσω αποπροσαρμοζόμενου αλγορίθμου ελέγχου που ρυθμίζει την θερμοκρασία εξόδου του νερού. Οι ψύκτες θα μπορούν να λειτουργούν με ελάχιστη χωρητικότητα νερού στο υδραυλικό δίκτυο 2.5 λίτρα νερού ανά kW ψυκτικού φορτίου.
- ✓ Βελτιστοποίηση της πίεσης λειτουργίας του συμπιεστή με κυμαινόμενο σημείο ρύθμισης με βάση την εξωτερική θερμοκρασία και το θερμικό φορτίο με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.
- ✓ Δυναμικός έλεγχος υπερθέρμανσης στον εξατμιστή μέσω της ηλεκτρονικής εκτονωτικής βαλβίδας (EXV) με σκοπό τη μεγιστοποίηση της απόδοσης του εξατμιστή, με προστασία των συμπιεστών από υγρό ψυκτικό μέσο.
- ✓ Έλεγχο της μίας ή των δύο αντλιών νερού (εφεδρική αντλία) με εξομοίωση του χρόνου λειτουργίας τους και αυτόματη εναλλαγή στην εφεδρική αντλία σε περίπτωση βλάβης.
- ✓ Περιοδική εκκίνηση των ανεμιστήρων όταν η μονάδα είναι κλειστή με σκοπό την παράταση του χρόνου ζωής των.
- ✓ Περιοδική εκκίνηση της αντλίας νερού όταν η μονάδα είναι κλειστή με σκοπό την παράταση του χρόνου ζωής της.
- ✓ Αυτόματη αποφόρτιση του συμπιεστή όταν εντοπιστεί μία υπερβολική υψηλή πίεση στο συμπύκνωμα για την αποφυγή της διακοπής λειτουργίας της μονάδας από πρεσοστάτη υψηλής πίεσης.

2.2.2 Λοιπές εργασίες θέρμανσης – ψύξης

Εκτός των αντλιών θερμότητας, οι τεχνικές παρεμβάσεις στα συστήματα θέρμανσης – ψύξης θα περιλαμβάνουν και τα παρακάτω :

Δοχείο αδρανείας κατάλληλο για εγκαταστάσεις κλειστού κυκλώματος. Το δοχείο θα φέρει εξωτερική μόνωση από σκληρή πολυουρεθάνη πάχους 30 mm. Το δοχείο θα είναι κατασκευασμένο για πίεση λειτουργίας 6 bar.

Υδραυλικές εργασίες και υλικά για την διασύνδεση των αντλιών θερμότητας με τις υπάρχουσες σωληνώσεις τροφοδοσίας:

- Νέο κολλεκτέρ κλιματισμού
- Δίκτυο σωληνώσεων (μονωμένο καμποταρισμένο, και βαμμένο με ακρυλικό χρώμα) για την διασύνδεση των αντλιών θερμότητας με τις υπάρχουσες σωληνώσεις τροφοδοσίας και τον υπόλοιπο υδραυλικό εξοπλισμό.
- Υδραυλικές εργασίες και υλικά (βάνες, ανεπίστροφα, φίλτρα, αυτόματος πληρώσεως, δοχεία διαστολής, εξαρτήματα συνδέσεως κ.τ.λ) για την διασύνδεση των αντλιών θερμότητας

Η αντλία κυκλοφορίας νερού, θα είναι μονοβάθμια, φυγοκεντρική, κατάλληλη για τοποθέτηση και στήριξη στα δίκτυα σωληνώσεων σε σειρά χωρίς απαίτηση πρόσθετης στήριξης. Θα συνοδεύεται από στεγανό ηλεκτροκινητήρα ισχύος μεγαλύτερης από την απαιτούμενη για την κίνηση της αντλίας και σύμφωνα με το ISO 5199.

Η ταχύτητα περιστροφής του ηλεκτροκινητήρα θα είναι 970 RPM ,1450 RPM ή 2900RPM και θα είναι χαμηλής στάθμης θορύβου λειτουργίας.

Η αντλία θα είναι κατάλληλη για κυκλοφορία νερού ή μειγμάτων νερού-γλυκόλης θερμοκρασίας από - 25°C έως +140°C. Η αντλία θα είναι κατάλληλα υπολογισμένη ώστε να αποκλείεται η διάβρωση των δρομέων ή κελυφών από την εμφάνιση του φαινομένου της σπηλαίωσης.

Η καμπύλη της αντλίας θα είναι σύμφωνη με το standard ISO 9906 Annex A.

Υλικά κατασκευής αντλίας:

- Κέλυφος : χυτοσίδηρος EN-GJL-250
- Πτερωτή : χυτοσίδηρος EN-GJL-200 ή ανοξείδωτος χάλυβας AISI 1.4301
- Άξονας : ανοξείδωτος χάλυβας AISI 1.4057
- Μηχανικός στυπιοθλίπτης : επιφάνειες από καρβίδιο του πυριτίου

Ο ηλεκτροκινητήρας, θα είναι αερόψυκτος, βραχυκυκλωμένου δρομέα με εδράσεις από ένσφαιρους τριβείς κυλίσεως κατάλληλους για την παραλαβή αξονικών και ακτινικών δυνάμεων, από 3kW και άνω. Θα διαθέτει ενσωματωμένο thermistor (PTC) κατά DIN 44 082 για προστασία από υπερθέρμανση.

Ο κινητήρας θα είναι υψηλής ενεργειακής απόδοσης IE3 και θα φέρει αντίστοιχη πιστοποίηση.

- Τάση τροφοδοσίας : 3×380-415V
- Διακύμανση τάσης : +10%-10% της ονομαστικής
- Συχνότητα : 50 Hz
- Στροφές : 970-1450-2900 RPM
- Εκκίνηση : SD, DOL

- Βαθμός προστασίας : IP55 κατά IEC 34-5
- Κλάση μόνωσης : F κατά IEC 85

Ηλεκτρολογικές εργασίες και υλικά για την ηλεκτρική σύνδεση των αντλιών θερμότητας με τον πίνακα ισχύος του κλιματισμού, αναλυτικά :

- Νέος πίνακας ισχύος των αντλιών θερμότητας.
- Πίνακας αναχώρησης παροχικού καλωδίου αντλιών θερμότητας.
- Παροχικό καλώδιο ισχύος του νέου πίνακα, από τον υπάρχον πίνακα κλιματισμού.
- Καλώδιο αυτοματισμών των αντλιών θερμότητας καθώς και οποιοδήποτε υλικό, μικρούλικο, και εργασία για ηλεκτρική τροφοδότηση των αντλιών θερμότητας.

Οι νέες τερματικές μονάδες νερού αέρα, τύπου fan coil, τοποθετούνται στους κλιματιζόμενους χώρους και επεξεργάζονται τον κλιματιζόμενο αέρα τροφοδοτούμενες με ψυχρό ή ζεστό νερό, με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Οι μονάδες εφόσον είναι εμφανούς τοποθέτησης φέρουν περίβλημα από γαλβανισμένη λαμαρίνα βαμμένη με υψηλής ποιότητας ηλεκτροστατική βαφή και εσωτερικά μονωμένη. Το περίβλημα φέρει στόμιο προσαγωγής του αέρα από ειδικό πλαστικό με αεροδυναμικά πτερύγια. Εκατέρωθεν του στομίου υπάρχουν ανοιγόμενες θυρίδες πρόσβασης στις ηλεκτρολογικές και υδραυλικές συνδέσεις, οι θυρίδες θα μπορούν να ασφαλιστούν μέσω κοχλίας, για την προστασία των μονάδων από τυχόν αυθαίρετη πρόσβαση, εφόσον απαιτείται.
- Οι μονάδες θα φέρουν ακρυλικά φίλτρα κυματοειδούς μορφής για μεγαλύτερη επιφάνεια συγκράτησης και χαμηλότερη πτώση πίεσης στο στοιχείο. Θα είναι πλενόμενου τύπου, και για την εύκολη αφαίρεση και τον καθαρισμό τους, θα εδράζονται σε ειδικό πλαίσιο στήριξης, που θα εξασφαλίζει την απλή συντήρηση της μονάδας.
- Οι μονάδες θα έχουν αθόρυβο ανεμιστήρα εφαπτομενικής ροής (τύπου tangential) για τα μεγέθη έως 4,5 kW, και φυγοκεντρικού τύπου για τα μεγαλύτερα μεγέθη, εξασφαλίζοντας έτσι την άνεση των χώρων σε συνδυασμό με την αθόρυβη λειτουργία τους.
- Ο κινητήρας θα είναι απ' ευθείας συζευγμένος στην πτερωτή του ανεμιστήρα με ρύθμιση 3 ταχυτήτων. Ο κινητήρας θα είναι αυτολιπαινόμενος και δεν θα απαιτείται καμία συντήρηση σε όλη την διάρκεια ζωής του.
- Ο εναλλάκτης νερού-αέρα θα είναι υψηλής απόδοσης με σωλήνες χάλκινους και πτερύγια αλουμινίου μηχανικά εκτονωμένα.
- Επίσης, οι ίδιες μονάδες θα μπορούν να εγκατασταθούν σε κατακόρυφη ή οριζόντια θέση χωρίς να απαιτείται επιπλέον βοηθητικό λεκανάκι αποχέτευσης.
- Οι μονάδες θα είναι μονοφασικές 220V/50HZ και όλες οι ηλεκτρικές συνδέσεις θα βρίσκονται προστατευμένες στο ηλεκτρικό κιβώτιο ελέγχου που θα μπορεί να βρίσκεται δεξιά ή αριστερά της μονάδας για εύκολη και ασφαλή εγκατάσταση.

Τα Fan coil units συνοδεύονται από υψηλής ακρίβειας ηλεκτρονικό χειριστήριο με τις ακόλουθες λειτουργίες :

- Λειτουργία ON/OFF

- Χειροκίνητη επιλογή 3 ταχυτήτων
- Αυτόματη επιλογή ταχυτήτων
- Θερμοστάτη χώρου
- Χειροκίνητη ή αυτόματη εναλλαγή χειμώνα-θέρους
- Επιλογή προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας
- Προστασία έναντι παγώματος
- Έλεγχος μονάδος μέσω εξωτερικής επαφής (επαφή παραθύρου κλπ.)
- Ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας ψύξης θέρμανσης
- Αυτοέλεγχος λειτουργίας

Προαιρετικά οι μονάδες μπορούν να εξοπλιστούν με:

- Ηλεκτρικές αντιστάσεις θέρμανσης υψηλής/χαμηλής απόδοσης
- Επιπλέον στοιχείο ζεστού νερού (τετρασωλήνιο)
- Τρίοδες ή δίοδες βάνες νερού



Εικόνα 6. Ενδεικτικό Fan Coil Unit (FCU)

Η απόδοση του μηχανήματος και τα τεχνικά χαρακτηριστικά θα έχουν μετρηθεί και πιστοποιηθεί κατά Eurovent. Η κατασκευή του μηχανήματος θα συμφωνεί με τους ευρωπαϊκούς κανονισμούς κατά CE, ήτοι τις οδηγίες που ισχύουν για την ασφάλεια του μηχανολογικού εξοπλισμού, την οδηγία χαμηλής τάσης & ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας. Η μονάδα θα έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί και ελέγχεται σε εργοστάσιο παραγωγής με πιστοποίηση ποιότητας κατά ISO 9001. Η κατασκευή τους θα ακολουθεί όλα διεθνή πρότυπα όσον αφορά την ποιότητα κατασκευής, τις αποδόσεις και τη στάθμη θορύβου όπως UNI 7940, EUROVENT 6/C/002, UL 440-84, ISO-1662, IEC 335-1.

2.2.3 Λαμπτήρες τύπου διόδων εκπομπής φωτός (LED)

Οι ηλεκτρονικοί λαμπτήρες LED είναι η πιο πρόσφατη καινοτομία στην τεχνολογία λαμπτήρων για πολύ μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας και εξαιρετική ποιότητα φωτός. Μία μονάδα LED έχει μικρό μέγεθος και αποτελείται από ειδικό μίγμα κρυστάλλων πυριτίου. Το φως παράγεται όταν ελάχιστο ηλεκτρικό ρεύμα λίγων volt περάσει μέσω ενός τσιπ στη μονάδα LED.

Τα LED λειτουργούν τελείως διαφορετικά από τους γνωστούς σε όλους μας λαμπτήρες νήματος, τους λαμπτήρες εκκένωσης και τους λαμπτήρες φθορισμού.

Όλα ξεκίνησαν όταν ο Henry Joseph Round παρατήρησε ότι αν διέλθει συνεχές ρεύμα σε ένα κομμάτι από ανθρακούχο πυρίτιο (SiC), εκπέμπεται φως . Το φαινόμενο ονομάζεται ηλεκτροφωτεινότητα. Δυστυχώς όμως το φως που εκπέμφθηκε ήταν τόσο πολύ αμυδρό για να έχει πρακτική εφαρμογή που η εφεύρεση έμεινε για πολλές δεκαετίες στο ράφι. Σαράντα χρόνια αργότερα , κάπου στα μέσα του 1950 , Βρετανοί επιστήμονες επανέλαβαν τα πειράματα με χρήση ημιαγωγού από αρσενιούχο γάλλιο . Αυτά οδήγησαν στο πρώτο LED στις αρχές της δεκαετίας του '60 . Τα πρώτα αυτά LED παράγαν υπέρυθρο φως και χρησιμοποιούνταν σε αισθητήρες και φωτο-ηλεκτρικά κυκλώματα. Η αρχή είχε γίνει και σύντομα (το 1962) εμφανίζονται τα πρώτα LED ορατού φωτός . Ήταν κόκκινα και όχι ιδιαίτερα αποτελεσματικά. Το 1970 παράγονται πράσινα LED και στην αγορά κάνει την εμφάνιση του το πρώτο ψηφιακό ρολόι, το "Pulsar Time Computer" , το οποίο αντί για τους γνωστούς δείκτες στην οθόνη, είχε ενδείξεις με χρήση LED. Σύντομα ακολούθησαν και τα LED κίτρινου χρώματος.



Εικόνα 7. Λαμπτήρες τύπου LED διαφόρων τύπων και σχημάτων

Το κίτρινο χρώμα επιτεύχθηκε αρχικός με συνδυασμό κόκκινων και πράσινων LED τοποθετημένων δίπλα –δίπλα ώστε από το συνδυασμό τους να προκύπτει το κίτρινο. Αργά αλλά σταθερά οι επιστήμονες πειραματίζονται με διάφορα ημιαγωγιμα υλικά και γύρω στα μέσα της δεκαετίας του 1980 με την χρήση ημιαγωγού από αρσενιούχο φωσφίδιο του γαλλίου και αλουμινίου ,(Gaal/Asp) αυξάνουν κατά 50περιπου φορές την εκπομπή του φωτός. Τα λαμπρά αυτά LED παράγονται στην αρχή σε χρώμα κόκκινο και μετά από λίγο σε κίτρινο και πράσινο. Περαιτέρω βελτίωση της απόδοσης επιτυγχάνεται με ημιαγωγούς από αρσενιούχο φωσφίδιο του ινιδίου-γαλλίου και αλουμινίου (INGAAL/ASP) . Είναι τα πρώτα υπέρλαμπρα LED , ενώ κάνουν κα την εμφάνιση τους τα πρώτα μπλε. Χρησιμοποιούσαν ανθρακούχο πυρίτιο αλλά η εκπομπή ήταν πολύ αμυδρή. Με χρήση ημιαγωγών από αζωτούχο γάλλιο (GAN) δημιουργούνται τα Υπέρλαμπρα μπλε LED. Αυτά οδήγησαν και στα λευκά LED , όπου το μπλε φως διερχόμενο από μια στρώση φωσφόρου

απορροφάτε και επανεκπέμπεται σαν λευκό φως. Από τις αρχές της δεκαετίας του 2000 και μετά η εξέλιξη είναι ξέφρενη. Οι τεχνολογίες αναπτύσσονται γρηγορότερα ακόμα και από τις τεχνολογίες επεξεργαστών ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η εκπομπή φωτός ανά led αυξήθηκε κατά μέσο όρο περίπου 450 φορές. Έτσι τα σημερινά led έχουν τόση αποτελεσματικότητα και εκπομπή φωτός, ώστε να εξετάζεται η χρήση τους σε πολλές και διάφορες εφαρμογές, όπως σηματοδότες και πινακίδες κυκλοφορίας, οθόνες video μεγάλης επιφάνειας και φωτισμός διακόπτων και οργάνων αυτοκινήτων.

Οι ηλεκτρονικοί λαμπτήρες LED λόγω του μεγέθους τους και της ενιαίας συμπαγούς κατασκευής τους θεωρούνται πρακτικά άθραυστοι. Η ταχεία τεχνολογική ανάπτυξη των ημιαγωγών διόδων εκπομπής φωτός (LED), υψηλής ποιότητας και φωτεινότητας έχει ανοίξει τον δρόμο για τον οικονομικότερο και περιβαλλοντικά φιλικότερο φωτισμό.

Κύρια πλεονεκτήματά τους είναι:

- Αντίθετα από όλους τους άλλους λαμπτήρες, σχεδόν όλη η ενέργεια που καταναλώνουν τα LEDs μετατρέπεται σε φως και όχι σε θερμότητα.
- Στους συμβατικούς λαμπτήρες η παραμικρή δόνηση μπορεί να καταστρέψει μία κοινή λάμπα ειδικά όταν είναι πυρακτωμένη και το παραμικρό κτύπημα να σπάσει το γυάλινο περιβλήμα ενός λαμπτήρα φθορισμού. Οι λαμπτήρες LED λόγω του μεγέθους τους και της ενιαίας συμπαγούς κατασκευής θεωρούνται πρακτικά άθραυστοι και η μοναδική λύση προστασίας εξωτερικού φωτισμού από βανδαλισμούς.
- Η διάρκεια ζωής για λαμπτήρες LED είναι πάνω από 50.000 ώρες. Η μεγάλη διάρκεια ζωής προφανώς μειώνει το κόστος αντικατάστασης και συντήρησης.
- Η απόδοση μιας πηγής φωτός τύπου LED ξεπερνάει την αντίστοιχη οποιοδήποτε άλλου παραδοσιακού τύπου φωτισμού. Αυτό μεταφράζεται σε χαμηλή εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα το οποίο ως γνωστό δημιουργεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου που σαν συνέπεια του έχουμε την υπερθέρμανση του πλανήτη μας. Περισσότερο βέβαια να προσθέσουμε ότι η χαμηλή κατανάλωση μειώνει και το κόστος λειτουργίας τους.
- Ο λαμπτήρας LED καλύπτει τις νορμες EU ROHS και δεν περιέχει επικίνδυνα στερεά, υγρά ή αέρια όπως υδράργυρο, κάδμιο, μόλυβδο, χρώμιο ή αέριο xenon.
- Καθόλου υπεριώδη (UV) και υπέρυθη (IR) ακτινοβολία: Έτσι δεν καταστρέφονται ευαίσθητα φωτιζόμενα αντικείμενα όπως πίνακες ζωγραφικής, έργα τέχνης κλπ, δεν εκπέμπεται θερμότητα και δεν προκαλούνται στίγματα και σημάδια στις επιφάνειες τους.
- Καθόλου ηλεκτρομαγνητικά κύματα (εμ) και ραδιοσυχνότητες (RF): Όλοι σήμερα γνωρίζουμε ότι οι ακτινοβολίες αυτές πιθανώς να είναι ένοχες για ημικρανίες και ίσως και για βλάβες στον εγκέφαλο.
- Μεγάλη δυνατότητα επιλογής θερμοκρασίας χρώματος: Κατασκευάζονται LED σε όλες τις θερμοκρασιακές διαβαθμίσεις του λευκού (από 2000K έως 10000K) καλύπτοντας τις ανάγκες διαφορετικών εφαρμογών. Η δυνατότητα πολυχρωμίας και ο σχετικά εύκολος έλεγχος RGB (μικτής βασικών χρωμάτων) τα καθιστά ιδανικά για εφαρμογές πολύχρωμου και αισθητικού φωτισμού.

- Καλύτερη τιμή CRI (δείκτης χρωματικής απόδοσης): Ο φωτισμός τύπου LED έχει καλύτερο CRI συγκρινόμενος με τον αντίστοιχο λαμπτήρων ατμών υδραργύρου, νατρίου υψηλής και χαμηλής πίεσης καθώς και λαμπτήρων HID.
- Μέγιστη ασφάλεια , καθώς λειτουργούν με συνεχές ρεύμα χαμηλής έντασης και τάση.
- Πολύ μικρός όγκος του LED και μεγάλη αντοχή στα χτυπήματα.
- Αμετάβλητη φωτεινότητα σε χαμηλή θερμοκρασία: Οι κοινοί και οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού έχουν υψηλότερη πτώση φωτεινότητας σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- Το φως που εκπέμπουν δεν διαχέεται και η ποιότητα του φωτισμού είναι πολύ καλύτερη (έχει συγκεκριμένη γωνία πρόπτωσης).
- Παράγουν πολύ λίγη θερμότητα , λιγότερο από 85 °C.
- Η κατασκευή τους είναι αρθρωτή (παράλληλη συνδεσμολογία): Σε ένα φωτιστικό σώμα που έχει πολλούς λαμπτήρες LED αν χαλάσει ο ένας οι υπόλοιποι δουλεύουν.

2.2.4 Φωτοβολταϊκά συστήματα

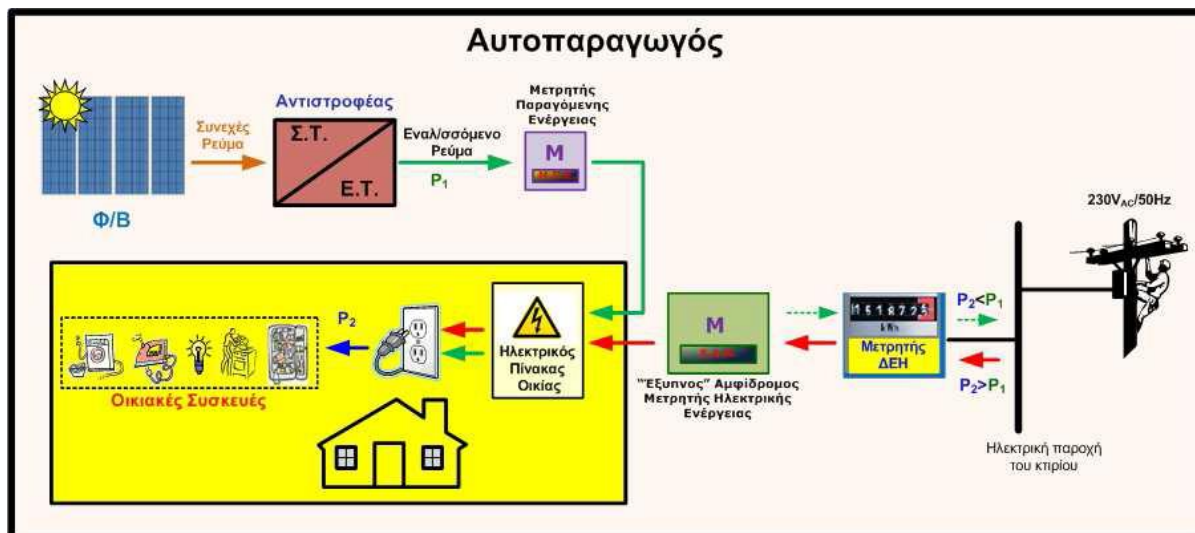
Η ανάπτυξη φωτοβολταϊκών συστημάτων από αυτοπαραγωγούς θεσπίστηκε με την ΥΑ ΑΠΕΗ/Α/Φ1/οικ.24461 (ΦΕΚ Β' 3583/31.12.2014) και αφορά στην εγκατάσταση σταθερών φωτοβολταϊκών συστημάτων για την κάλυψη ιδίων αναγκών από καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας, με εφαρμογή ενεργειακού συμψηφισμού. Ως ενεργειακός 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.

Ειδικά για νομικά πρόσωπα, δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλου δημοσίου συμφέροντος σκοπούς, γενικής ή τοπικής εμβέλειας, η ισχύς κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να ανέρχεται έως και στο 100% της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης. Επισημαίνεται ότι και στις περιπτώσεις αυτές ισχύει το γενικό όριο σύνδεσης ισχύος παραγωγής στο δίκτυο χαμηλής τάσης, επομένως για συμφωνημένη ισχύ κατανάλωσης 135 kVA ή 250 kVA (τυποποιημένη παροχή Νο 6 ή Νο 7 αντίστοιχως) η μέγιστη ισχύς ΦΒ περιορίζεται στα 100 kWp.



Εικόνα 8. Φ/Β εγκατάσταση σε στέγη

Τα Φ/Β συστήματα θα εγκατασταθούν επί των στεγών ή δωμάτων των δημοτικών κτιρίων, εκτός από τις περιπτώσεις που διατίθεται επαρκής ελεύθερος χώρος. Οι μονάδες Φ/Β, που αντιστοιχούν σε κάθε δημοτικό κτίριο, θα συνδέονται στο δίκτυο με την λογική του αυτοπαραγωγού ηλεκτρικής ενέργειας. Παρακάτω παρουσιάζεται το μονογραμμικό διάγραμμα σύνδεσης που θα πρέπει να υλοποιηθεί για κάθε κτίριο.



Εικόνα 9. Διασύνδεση Φ/Β συστήματος

Φ/Β πλαίσια

Τα Φ/Β πλαίσια θα πρέπει να είναι όλα της ίδιας ονομαστικής ισχύος και να έχουν όλα ακριβώς τις ίδιες γεωμετρικές διαστάσεις.

Τα Φ/Β πλαίσια, πολυκρυσταλλικά ή μονοκρυσταλλικά, θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω προδιαγραφές πιστοποιημένες από αναγνωρισμένο φορέα (ή αντίστοιχες) :

- Mechanical stability – IEC 61215 and type approval for crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules [1993-04]
- Electrical TUV Spec TZE 2.572.09 “Safety class II test on Photovoltaic (PV) Modules” ή αντίστοιχο.

Η τις ακόλουθες για Φ/Β πλαίσια λεπτού υμενίου:

- IEC 61646 [Ed. 2.0:2008] - “Thin film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval”
- IEC 61730 EN-61730-1:2007, EN-61730-2:2007 “Photovoltaic (PV) module safety qualification” (Application class A - safety class II)

Τα Φ/Β Πλαίσια θα πρέπει ακόμη να διαθέτουν «Declaration of conformity CE» του κατασκευαστή σύμφωνα με την 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».

Η ύπαρξη από τον κατασκευαστή διόδων παράκαμψης (by-pass diodes) είναι απαραίτητη. Κατά την παράδοσή τους, ή πριν από αυτή, τα Φ/Β Πλαίσια θα πρέπει συνοδεύονται από Flash Reports όπου θα αναγράφεται η «Flashed Ισχύς» τους όπως θα μετράται για το καθένα χωριστά (σε συνδυασμό με

το μοναδικό αριθμό κατασκευαστή – bar code) πριν από την έξοδό τους από το εργοστάσιο κατασκευής τους. Τέλος τα Φ/Β πλαίσια θα πρέπει να διαθέτουν κατ' ελάχιστο τις παρακάτω εγγυήσεις:

- 5ετής εγγύηση προϊόντος
- Εγγύηση ισχύος: 10 έτη χρήσης στο 90% της ονομαστικής ισχύος, 25 έτη χρήσης στο 80% της ονομαστικής ισχύος

Αντιστροφείς Ισχύος (Inverters)

Οι αντιστροφείς θα είναι μονοφασικοί ή τριφασικοί, τύπου "string inverter", δηλ. θα συνδέουν τμήματα του Φ/Β συστήματος απευθείας στο δίκτυο και θα διαθέτουν προστασία (κλάση στεγανότητας) IP65 για εξωτερική τοποθέτηση (υπαίθρια εγκατάσταση).

Θα διαθέτουν όλες τις απαραίτητες από τη ΔΕΗ ασφάλειες για την εγκατάσταση και τη λειτουργία τους στο ηλεκτρικό δίκτυο και θα είναι πλήρως συμβατοί με τους σχετικούς κανονισμούς.

Θα έχουν ενσωματωμένες όλες τις διατάξεις ηλεκτρονόμων ορίου τάσης, ορίου συχνότητας, ασυμμετρίας τάσης και υπερέντασης ενώ υποχρεωτικά θα διαθέτουν προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης κάτι που σημαίνει ότι θα διακόπτουν αυτόματα τη λειτουργία τους σε περίπτωση διακοπής του δικτύου ΔΕΗ.

Επίσης θα πρέπει να διαθέτουν τις παρακάτω πιστοποιήσεις:

- DIN VDE V 0126-1-1
- CE

Επιπλέον οι αντιστροφείς θα έχουν τις εξής παραμέτρους δικτύου:

- Εύρος τάσεως εναλλασσόμενου ρεύματος: +15% έως -20% επί της ονομαστικής (230 V)
- Περιοχή συχνοτήτων εναλλασσόμενου ρεύματος: $\pm 0,5\%$ Hz της ονομαστικής (50Hz)
- Συντελεστής παραμόρφωσης ρεύματος: < 4%
- DC-Current Injection: < 0,5 % του ονομαστικού ρεύματος

Τέλος θα πρέπει να διαθέτουν κατ' ελάχιστο 5ετή εγγύηση προϊόντος με δυνατότητα επέκτασης μέχρι 20 χρόνια.

Σύστημα στήριξης Φ/Β πλαισίων

Η εγκατάσταση των Φ/Β πλαισίων θα γίνει σε σταθερές μεταλλικές βάσεις από γαλβανισμένο-εν-θερμώ χάλυβα ή από προφίλ κράματος αλουμινίου.

Για την μελέτη των συστημάτων στήριξης πρέπει να θεωρηθούν τα μόνιμα φορτία, οι θερμοκρασιακές μεταβολές, το φορτίο χιονιού και το φορτίο ανέμου σύμφωνα με τις διατάξεις του ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 1. Επιπλέον πρέπει να ληφθούν υπόψη τα δυναμικά φορτία όπως προκύπτουν βάση του φάσματος σχεδιασμού του ισχύοντος Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού 2000 (ΕΑΚ-2000) με τις συμπληρώσεις του 2003.

Επίσης θα πρέπει στη φάση του σχεδιασμού και της εγκατάστασης των συστημάτων στήριξης και των Φ/Β Πλαισίων να ληφθεί μέριμνα για τη συμβατότητα των διαφόρων υλικών του εξοπλισμού αυτού (Φ/Β Πλαίσια, συστήματα στήριξης, μηχανικές συνδέσεις μεταξύ τους, κλπ) ώστε να μην εμφανίζονται

ηλεκτροχημικές διαβρώσεις καθώς και τη χρήση κατάλληλων υλικών, όπου αυτό είναι απαραίτητο, για την αποφυγή τέτοιων προβλημάτων (χρήση διμεταλλικών επαφών, κατάλληλες βίδες, κλπ).

Λοιπός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

Όλη η ηλεκτρολογική εγκατάσταση θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τους κανονισμούς σχετικά με τις αρμονικές και την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα, την Ελληνική νομοθεσία και τους σχετικούς κανονισμούς καθώς και με τους κανονισμούς της ΔΕΗ σχετικά με την ποιότητα του παρεχόμενου ρεύματος.

Πριν από κάθε αντιστροφέα τοποθετείται υπο-πίνακας DC στον οποίο συνδέονται οι Φ/Β συστοιχίες που περιλαμβάνει:

- Ασφαλειοθήκη
- Απαγωγούς υπερτάσεων
- Διακόπτη φορτίου

Κατόπιν οι αντιστροφείς ομαδοποιούνται σε υποπίνακες AC ο οποίος περιλαμβάνει:

- WL αυτόματη ασφάλεια
- Απαγωγό υπερτάσεων
- WL αυτόματη ασφάλεια

Καλώδια

DC

Για την ηλεκτρολογική σύνδεση των Φ/Β πλαισίων μεταξύ τους, θα χρησιμοποιηθεί ειδικού τύπου καλώδιο, 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 και την λειτουργία σε υψηλές θερμοκρασίες. Συγκεκριμένα, οι ακραίες συνθήκες λειτουργίας για το καλώδιο σύνδεσης των Φ/Β πλαισίων είναι από -400C έως +1000C. Η πολικότητα των καλωδίων πρέπει να είναι αναγνωρίσιμη όπως και τα σημεία σύνδεσής τους στις ηλεκτρικές συσκευές του Φ/Β συστήματος.

Η όδευση των καλωδίων DC θα γίνει επί των μεταλλικών ικριωμάτων.

AC

Για το AC τμήμα του Φ/Β Σταθμού και συγκεκριμένα για τη σύνδεση των αντιστροφών DC/AC με τον κεντρικό πίνακα Χ.Τ. του Φ/Β Σταθμού θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου NYY (J1VV-R) κατασκευασμένα σύμφωνα με το VDE-0271.

Οι διατομές των καλωδίων και αγωγών θα πρέπει να είναι τέτοιες 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%.

Σημάτων

Τα καλώδια σημάτων θα είναι τύπου LIYCY(TP) για τη μετάδοση σημάτων από τους αντιστροφείς και τους λοιπούς αισθητήρες προς το κέντρο ελέγχου.

2.2.5 Κεντρικό σύστημα κτιριακού ελέγχου (BMS)

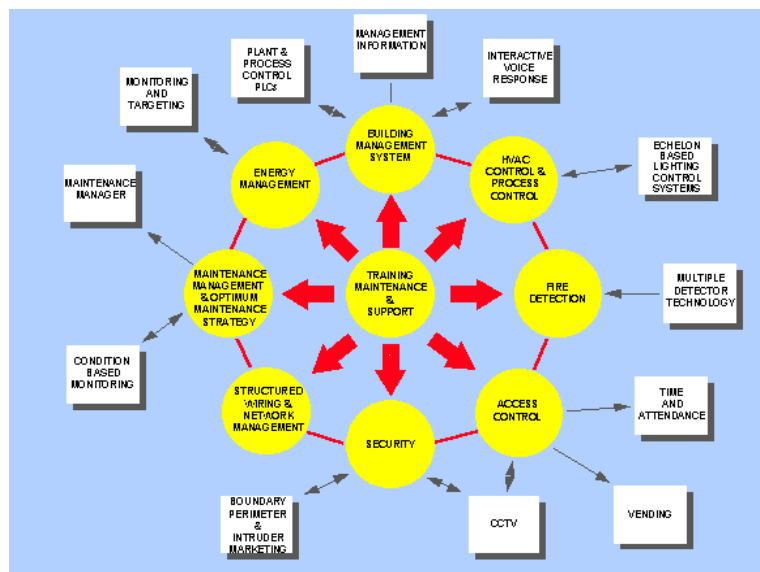
Το κεντρικό σύστημα ελέγχου (BMS) είναι ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό σύστημα ελέγχου και ενεργειακής διαχείρισης, το οποίο επιτηρεί και ελέγχει τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κάθε κτιρίου και ειδικότερα:

- Σύστημα Παραγωγής και Διανομής Θερμού και Ψυχρού Νερού (αντλίες θερμότητας, ψύκτες, κυκλοφορητές κ.α.)
- Μονάδες Διανομής Αέρα (Air Handling Units)
- Ανεμιστήρες Αερισμού
- Μέση Τάση
- Χαμηλή Τάση
- Η/Ζ
- UPS
- Fan Coil Units

Αποτελείται από:

- Αισθητήρια και όργανα Πεδίου, που πληροφορούν με τις τιμές ή καταστάσεις των επιτηρούμενων εγκαταστάσεων τις περιφερειακές μονάδες ελέγχου, ή οδηγούνται κατάλληλα από αυτές έτσι ώστε να υλοποιηθούν οι προγραμματισμένες στρατηγικές ελέγχου.
- Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (**ΑΚΕ**), τα οποία αποτελούνται από Περιφερειακές Μονάδες Ελέγχου, οι οποίες είναι πλήρως προγραμματιζόμενες μονάδες ψηφιακού ελέγχου
- Κεντρική Μονάδα Ελέγχου, η οποία είναι το σημείο παρακολούθησης και ελέγχου του συστήματος από τους χειριστές.

Η διασύνδεση του συνόλου των αισθητηρίων / οργάνων γίνεται ακτινικά προς το αντίστοιχο απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου, ενώ το τελευταίο συνδέεται με τα όμοια του και με την κεντρική μονάδα ελέγχου σε ομότιμο δίκτυο ψηφιακής επικοινωνίας. Ειδικότερα για τον έλεγχο των μονάδων fan coils χρησιμοποιούνται αυτόνομες μονάδες επεξεργασίας, οι οποίες σε συνδυασμό με τα αντίστοιχα τοπικά χειριστήρια χώρου επιτρέπουν τον τοπικό έλεγχο αλλά και την μεταφορά του συνόλου των ενδείξεων λειτουργίας στον κεντρικό σταθμό παρακολούθησης και ελέγχου. Οι συσκευές ελέγχου των FCU διασυνδέονται σε δευτερεύον δίκτυο επικοινωνίας το οποίο με την σειρά του συνδέεται με το κύριο δίκτυο επικοινωνίας μέσω κατάλληλης συσκευής. Το σύστημα ελέγχου υποστηρίζει πλήρως την κατανεμημένη επεξεργασία (Distributed Digital Control), ενώ παράλληλα είναι πλήρως συμβατό με τα διεθνώς πιστοποιημένα ανοικτά πρωτόκολλα επικοινωνίας: BACnet, LonWorks και Modbus.



Εικόνα 10. Δομή συστήματος BMS

Κεντρική μονάδα ελέγχου

Η κεντρική μονάδα ελέγχου αποτελεί τον κεντρικό σταθμό παρακολούθησης και ελέγχου του συστήματος. Θα αποτελείται από προσωπικό υπολογιστή με εγκατεστημένο ειδικό πρόγραμμα παρακολούθησης και ελέγχου και εκτυπωτή συναγεμμένων/αναφορών. Θα επικοινωνεί με κατάλληλη προσαρμοστική διάταξη (κάρτα), με τις περιφερειακές μονάδες ελέγχου μέσω δικτύου Ethernet σε πρωτόκολλο TCP/IP.

Πρόγραμμα Παρακολούθησης

Το περιβάλλον λειτουργίας του θα είναι πλήρως γραφικό και εξαιρετικά φιλικό προς τον χρήστη. Αυτό επιτρέπει πέρα από την εύκολη πρόσβαση και λειτουργία των εγκαταστάσεων, μέσω buttons, dialog boxes, pull down menus κ.λ.π, συνεργασία με άλλες εφαρμογές του περιβάλλοντος αυτού όπως ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, προγραμμάτων λογιστικών φύλλων (spreadsheets), κειμενογράφων κ.λ.π, για εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών τόσο για την λειτουργία των εγκαταστάσεων, όσο και για την συντήρησή τους.

Η είσοδος στο πρόγραμμα γίνεται μέσω τροποποιούμενων κωδικών πρόσβασης που επιτρέπουν πλήρη ή μερική πρόσβαση τόσο στην εγκατάσταση, όσο και στις επιτρεπόμενες λειτουργίες και παρεμβάσεις (Enhanced Segregation).

Το πρόγραμμα θα έχει κλιμακούμενη αρχιτεκτονική προκειμένου να μπορεί στο μέλλον με μικρό κόστος να αναβαθμίζεται σε μεγαλύτερο για να υποστηρίξει πρόσθετες εγκαταστάσεις.

Παρακολούθηση Εγκαταστάσεων:

- Απεικόνιση του συνόλου των εγκαταστάσεων σε γραφική και κειμενική μορφή.
- Απεικόνιση επιλεγμένων εγκαταστάσεων σε ομαδοποιημένη μορφή.
- Απεριόριστο αριθμό γραφικών παραστάσεων
- Υποστήριξη κινούμενων συμβόλων (graphics animation)
- Υποστήριξη γραφικών παραστάσεων τύπου bitmap
- Φίλτρα αναζήτησης πληροφοριών

Διαχείριση Συναγεμμένων:

- Καταγραφή σφαλμάτων με ημερομηνία, ώρα δημιουργίας και κατηγορία (κρίσιμος, μη κρίσιμος)
- Καταγραφή αναγνώρισης σφαλμάτων από χειριστή με ημερομηνία και ώρα.
- Φίλτρα αναζήτησης συναγερμών, με βάση την ημερομηνία και ώρα, την κατηγορία, κλπ.
- Διαγνωστικό πρόγραμμα του δικτύου επικοινωνίας με αναφορά των συνδεδεμένων περιφερειακών μονάδων ελέγχου.

Ασφάλεια/Ανάκτηση Στοιχείων:

- Απεριόριστους κωδικούς χειριστών με πολλαπλά επίπεδα ελέγχου.
- Ενσωματωμένη δυνατότητα δημιουργίας και επαναφοράς αντιγράφων ασφαλείας.

Επικοινωνίες:

- Πολλαπλούς σταθμούς εργασίας είτε μέσω του δικτύου με τις περιφερειακές μονάδες ελέγχου, είτε μέσω τοπικού δικτύου.
- Δυνατότητα απομακρυσμένης παρακολούθησης της εγκατάστασης.

Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου

Τα Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (**ΑΚΕ**) είναι οι τοπικοί πίνακες συλλογής και επεξεργασίας σημάτων. Θα μπορούν να είναι αυτόνομοι πίνακες κατάλληλης προστασίας ανάλογα με το χώρο τοποθέτησης τους ή ενσωματωμένα πεδία στους αντίστοιχους πίνακες κίνησης.

Θα αποτελούνται από κατάλληλο αριθμό περιφερειακών μονάδων ελέγχου για την πλήρη κάλυψη και υπερεπάρκεια των προδιαγεγραμμένων σημάτων. Η καλωδίωση από τα ΑΚΕ προς τα αντίστοιχα αισθητήρια / όργανα γίνεται ακινικά μέσω συνεστραμμένου θωρακισμένου καλωδίου κατάλληλου πλήθους αγωγών [ενδεικτικός τύπος LiYCY]. Εξαιρέση αποτελούν τα σήματα ηλεκτρονόμων εκκινήτων DO, για τα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί καλώδιο τύπου NYM. Κάθε ΑΚΕ θα περιλαμβάνει το σύνολο των απαιτούμενων μετασχηματιστών, τροφοδοτικών και λοιπών εξαρτημάτων για την πλήρη οδήγηση των περιφερειακών οργάνων αυτοματισμού. Όλα τα σήματα θα συνδέονται σε αριθμημένες εξωτερικές κλεμμοσειρές οι οποίες θα φέρουν πινακίδες αναγνώρισης.

Περιφερειακές Μονάδες Ελέγχου

Οι περιφερειακές μονάδες ελέγχου αποτελούν τον ενδιάμεσο σταθμό συλλογής πληροφοριών και ελέγχου μεταξύ των υλικών πεδίου και του κεντρικού σταθμού παρακολούθησης.

Κάθε περιφερειακή μονάδα ελέγχου θα είναι ειδικά σχεδιασμένη για παρακολούθηση και έλεγχο Η/Μ κτιριακών εγκαταστάσεων. Θα χρησιμοποιεί την τελευταία τεχνολογία άμεσου ψηφιακού ελέγχου (Direct Digital Control). Θα υποστηρίζει τα διεθνώς αναγνωρισμένα ανοικτά πρωτόκολλα επικοινωνίας BACnet και LonWorks.

Θα είναι ελεύθερα προγραμματιζόμενη και θα υποστηρίζει ένα ικανό αριθμό εντολών γλώσσας προγραμματισμού (αλγόριθμοι PID, event counters, συναρτήσεις υπολογισμού ενθαλπίας, μαθηματικές, λογικές και ημερολογιακές συναρτήσεις, κλπ.), για να μπορεί να παρακολουθεί και ελέγχει όσον το δυνατόν μεγαλύτερο εύρος μηχανημάτων που εγκαθίστανται στο κτίριο.

Θα πρέπει να είναι πλήρως αυτόνομη και θα λειτουργεί ανεξάρτητα με την λειτουργία των υπολοίπων, με τις οποίες όμως θα μπορεί να συνεργάζεται και να ανταλλάσσει πληροφορίες.

Το σύνολο των προγραμμάτων λειτουργίας των ελεγχόμενων εγκαταστάσεων θα πρέπει να είναι αποθηκευμένα αποκλειστικά στην αντίστοιχη περιφερειακή μονάδα ελέγχου χωρίς την μεσολάβηση ελεγκτών επικοινωνίας ή συντονισμού.

Η ταυτοποίηση των σημάτων καθώς και όλων των εσωτερικών παραμέτρων θα γίνεται με αλφαριθμητική περιγραφή εύρους ικανών χαρακτήρων, (τουλάχιστον 12), έτσι ώστε η κάθε πληροφορία να είναι εύκολα αναγνωρίσιμη και επεξεργάσιμη από τον χρήστη. Σε περίπτωση διακοπής ρεύματος η περιφερειακή μονάδα θα διαθέτει κατάλληλη διάταξη για την υποστήριξη των περιεχομένων της μνήμης για ικανό χρονικό διάστημα (τουλάχιστον 72 ώρες). Για παρατεταμένη διακοπή η περιφερειακή μονάδα ελέγχου θα διαθέτει ειδική μνήμη Flash EPROM η οποία θα κρατά όλες τις πληροφορίες για απεριόριστο χρονικό διάστημα.

Θα διαθέτει δύο θύρες επικοινωνίας, μία σειριακή τύπου RS232 για επικοινωνία με φορητή μονάδα παρακολούθησης, σύνδεση modem ή τερματικό ISDN, ή φορητό υπολογιστή, και μία θύρα τύπου RS485 για επικοινωνία με το τοπικό δίκτυο των περιφερειακών μονάδων ελέγχου και του σταθμού παρακολούθησης.

Θα περιέχει λειτουργικό σύστημα πραγματικού χρόνου το οποίο θα εκτελεί αυτοέλεγχο της περιφερειακής μονάδας ελέγχου, λειτουργία και διαχείριση όλων των συνδεδεμένων καρτών και σημάτων, εντοπισμό και αυτοδιάγνωση λαθών όταν αυτό είναι εφικτό, ή παύση εκτέλεσης προγράμματος όταν αυτό δεν είναι εφικτό, για προστασία των συνδεδεμένων συσκευών και μηχανημάτων, υποστήριξη ενός φιλικού περιβάλλοντος επικοινωνίας με τον χρήστη, πολλαπλούς χρήστες, και πολλαπλές εργασίες (multi-tasking). Θα υποστηρίζει διαδικασία φόρτωσης του λειτουργικού της συστήματος μέσω της κεντρικής μονάδας παρακολούθησης, ή φορητού υπολογιστή, ή modem για μελλοντική αναβάθμιση του.

Θα διαθέτει κατάλληλο τμήμα μνήμης (Buffer) για αποθήκευση διαφόρων στοιχείων όπως:

- Συναγερμών συστήματος ή εφαρμογής, με κατηγοριοποίηση κρίσιμοι, μη κρίσιμοι κλπ.
- Καταγραφή ιστορικών δεδομένων μετρούμενων μεγεθών (Point trending).

Θα δέχεται πρόσβαση από εξουσιοδοτημένα άτομα, μέσω εισαγωγής μεταβαλλόμενων κωδικών πρόσβασης πολλαπλών επιπέδων, ανάλογα με την ιδιότητα τους.

Κάθε περιφερειακή μονάδα ελέγχου μπορεί να είναι compact ή modular. Οι περιφερειακές μονάδες τύπου compact διαθέτουν προκαθορισμένο αριθμό σημάτων εισόδων/εξόδων. Οι περιφερειακές μονάδες τύπου modular διαθέτουν ελεύθερα μεταβαλλόμενο αριθμό σημάτων εισόδων/εξόδων αναλόγως της σύνθεσης των εγκατεστημένων σε αυτές καρτών σημάτων. Οι κάρτες σημάτων εισόδων/εξόδων δύναται να βρίσκονται είτε στον ίδιο με την περιφερειακή μονάδα ελέγχου πίνακα, είτε σε διαφορετικό υποπίνακα (YAKE).

Κάθε περιφερειακή μονάδα ελέγχου θα διαθέτει κατ' ελάχιστο:

- Ρολόι πραγματικού χρόνου με μπαταρία.
- Επαρκή μνήμη για την κάλυψη του συνόλου των απαιτούμενων προγραμμάτων λειτουργίας.
- Προγράμματα ενεργειακής διαχείρισης, όπως π.χ. κυκλική λειτουργία συσκευών, βελτιστοποίηση έναρξης και παύσης των εγκαταστάσεων, έλεγχος ενθάλπιας ενέργειας.
- Ειδικά προγράμματα αυτοελέγχου.
- Μηχανισμό διατήρησης του συνόλου των στοιχείων της για τουλάχιστον 72 ώρες χωρίς τροφοδοσία.

Μονάδες Ελέγχου FCU

Η μονάδα ελέγχου κάθε FCU αποτελείται από:

- Τοπικό ελεγκτή τροφοδοσίας 220VAC, με δυνατότητα ελέγχου κατ' ελάχιστο α) των τριών ταχυτήτων του FCU, β) του συνοδευτικού τοπικού χειριστηρίου χώρου, γ) της διόδου βαλβίδας του FCU και δ) μιας ελεύθερης εισόδου για σύνδεση επαφής παραθύρου ή μαγνητικής κάρτας εισόδου/εξόδου. Οι ταχύτητες του ανεμιστήρα θα ελέγχονται απ' ευθείας από τον ελεγκτή χωρίς μεσολάβηση βοηθητικών ηλεκτρονόμων ή άλλων συσκευών.
- Σε χώρους όπου προβλέπεται: Τοπικό χειριστήριο χώρου με ενσωματωμένο αισθητήριο θερμοκρασίας τύπου NTC 20kΩ και α) δυνατότητα ρύθμισης επιθυμητής θερμοκρασίας σε απόλυτη ή σχετική κλίμακα (12..30 ή -5..+5°C), β) επιλογικό διακόπτη 5 θέσεων για καθορισμό της επιθυμητής ταχύτητας του ανεμιστήρα (0/1/2/3/Auto) και γ) πλήκτρο by-pass και ενδεικτική λυχνία για παράταση του χρόνου λειτουργίας εκτός ωραρίου.
- Σε χώρους όπου προβλέπεται: Αισθητήριο θερμοκρασίας κατάλληλο για τοποθέτηση εντός του αεραγωγού επιστροφής του Fan Coil, το οποίο διασυνδέεται απ' ευθείας με τον τοπικό ελεγκτή του Fan Coil.

Οι μονάδες ελέγχου FCU θα διασυνδέονται μεταξύ τους σε δίκτυο το οποίο θα καταλήγει στο κεντρικό δίκτυο των περιφερειακών ελεγκτών μέσω της μονάδας συντονισμού.

Δίκτυο Επικοινωνίας

Οι περιφερειακές μονάδες ελέγχου μαζί με τις μονάδες συντονισμού των FCU θα συνδέονται μεταξύ τους σε ομότιμο τοπικό δίκτυο (RS485) μέσω ενός συνεστραμμένου θωρακισμένου καλωδίου ενός ζεύγους [ενδεικτικός τύπος LiYCY 1x2x0.75mm²]. Το κοινό δίκτυο εξασφαλίζει ισοδύναμη συμπεριφορά των περιφερειακών μονάδων ελέγχου, υψηλή ταχύτητα, και ασφάλεια μεταβίβασης των δεδομένων.

Το δίκτυο αυτό θα λειτουργεί σε ταχύτητες από 9.600 έως 79.800 bps και θα έχει δυνατότητα έκτασης έως και 1.200m χωρίς πρόσθετους επαναλήπτες. Πέραν του μήκους αυτού με την προσθήκη επαναληπτών θα μπορεί να φθάσει έως και 4.800m.

Το δίκτυο θα υποστηρίζει έως και 30 κόμβους που θα είναι είτε οι περιφερειακές μονάδες ελέγχου, είτε οι κεντρικοί σταθμοί παρακολούθησης.

Κάθε περιφερειακή μονάδα ελέγχου θα μπορεί να αντλεί ή να στέλνει πληροφορίες σε οποιαδήποτε άλλη που βρίσκεται στο δίκτυο. Για τον λόγο αυτό δεν θα υπάρχουν "SERVERS" ή "ROUTERS" που να είναι υπεύθυνοι για την μεταφορά των δεδομένων από και προς τις περιφερειακές μονάδες ελέγχου, ή να παίζουν ρόλο συντονιστή στην λειτουργία ή την εκτέλεση των προγραμμάτων των περιφερειακών μονάδων ελέγχου.

Ακόμη και η κεντρική μονάδα παρακολούθησης και ελέγχου θα ισοδυναμεί στο δίκτυο με μια τοπική μονάδα ελέγχου και δεν θα είναι απαραίτητη η λειτουργία της για την σωστή λειτουργία του δικτύου.

Πιθανή αστοχία μιας περιφερειακής μονάδας ελέγχου δεν επηρεάζει καθόλου την λειτουργία του δικτύου.

2.3 Δημαρχείο Φυλής

2.3.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Το Δημαρχείο Φυλής αποτελεί διώροφο κτίριο, επί της πλατείας Χασιάς, συνολικής επιφανείας 470m². Αποτελεί συμβατική κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα και τούβλο. Τα κουφώματα είναι ξύλινα με διπλό υαλοπίνακα. Το κτίριο είναι προσανατολισμένο στον άξονα Βορρά – Νότου και φέρει στέγη με κόκκινο κεραμίδι, ενδεικτικής κλίσης περίπου 25°.



Εικόνα 11. Αεροφωτογραφία Δημαρχείου Φυλής

Το κτίριο βρίσκεται εντός του αστικού ιστού του Δ.Δ. Φυλής, και περιβάλλεται από κατασκευές παρόμοιου ή μεγαλύτερου ύψους. Το ύψος του κτιρίου κυμαίνεται από 6 – 8 m. Τα ανοίγματα του κτιρίου καταλαμβάνουν τα ακόλουθα ποσοστά επί του συνολικού εμβαδού των όψεων του κτιρίου:

- Νότια: 25%
- Δυτικά: 25%
- Βόρεια: 25%
- Ανατολικά: 25%



Εικόνα 12. Νοτιοδυτική όψη Δημαρχείου Φυλής

Στην παρούσα φάση το κτίριο διαθέτει σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου, ονομαστικής ισχύος 52kW, και σύστημα κλιματισμού με αερόψυκτη αντλία θερμότητας, ονομαστικής ισχύος 125kW. Στο κτίριο είναι εγκατεστημένα τα ακόλουθα φωτιστικά σώματα:

- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 36W (242 τεμάχια)

Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκαν για το κτίριο δίνουν ανηγμένη κατανάλωση **320,8 kWh/m²**. Συγκρίνοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, η υπολογιζόμενη ενεργειακή κλάση είναι η “Δ”. Στην συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των υπολογισμών:

ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΦΥΛΗΣ				ΕΜΒΑΔΟΝ:	470	m ²
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ						
A/A	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ		ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	
1	ΛΕΒΗΤΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	52	kW	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	47,2	kWh/m ²
2	ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	125	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	133,8	kWh/m ²
3	ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	8,712	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	139,8	kWh/m ²
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ					320,8	kWh/m ²
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂					105,3	kg/m ²
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ					6.712,90	€

2.3.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης προτείνονται οι ακόλουθες επεμβάσεις – νέες εγκαταστάσεις, για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου:

- ➔ Προμήθεια και εγκατάσταση νέας αντλίας θερμότητας, ελάχιστης δυναμικότητας 100kW. Η νέα αντλία θερμότητας θα συνδεθεί στο υφιστάμενο δίκτυο σωληνώσεων. Θα γίνουν όλες οι απαραίτητες εργασίες και η εγκατάσταση των απαραίτητων υδραυλικών εξαρτημάτων (βαλβίδες, κολεκτέρ, ασφαλιστικά κλπ.). Ο Ανάδοχος θα πρέπει να εγκαταστήσει κατ' ελάχιστον δύο (2) νέες αντλίες κυκλοφορίας νερού τύπου IN-LINE (θέρμανση – ψύξη), νέο δοχείο διαστολής, δοχείο αδρανείας και ότι άλλο απαιτηθεί. Επίσης θα γίνει αποκατάσταση στα υφιστάμενα Fan Coil Units (FCU), και το υφιστάμενο δίκτυο θα μονωθεί με υλικό τύπου ARMAFLEX, ελάχιστου πάχους 13mm.
- ➔ Αντικατάσταση λαμπτήρων υφισταμένων φωτιστικών με νέους, υψηλής ενεργειακής απόδοσης, τύπου LED ή σε περίπτωση που δεν είναι εφικτό προμήθεια και εγκατάσταση νέων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες LED. Για τους ενεργειακούς υπολογισμούς θεωρήθηκε ότι κάθε νέος λαμπτήρας θα έχει μέση ισχύ 15W-20W.
- ➔ Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών panels, επί της στέγης του κτιρίου. Τα panels θα έχουν δυτικό προσανατολισμό, η κλίση τους θα είναι 25° και η συνολική τους επιφάνεια θα είναι 135,3 m². Συνολικά εγκαθίστανται 83 panels. Κάθε solar panel θα έχει επιφάνεια 1,63 m² (ενδεικτικές διαστάσεις: 1,64 x 0,992 m) και θα αποδίδει περίπου 240 Wp. Τα επιλεγόμενα panels θα είναι μονοκρυσταλλικά και θα έχουν βαθμό απόδοσης 19%.

→ Εγκατάσταση κεντρικού συστήματος παρακολούθησης και ελέγχου (BMS), με σκοπό την παρακολούθηση λειτουργίας και την ενεργειακή διαχείριση του συνόλου των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου.

Στην συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα των ενεργειακών υπολογισμών και το κοστολόγιο των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ										
A/A	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ		ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ		ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ			
1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΟΥΣ ΤΥΠΟΥ LED ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BMS	5,875	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	94,2	kWh/m ²		15.000,00	€	
2	ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ			ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	53,3	kWh/m ²		30.500,00	€	
2.1	ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	100	kW					25.000,00		€
2.2	ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ							2.500,00		€
2.3	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ FCU							3.000,00		€
3	Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (83 PANELS ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 135,3 m ²)	19,92	kW	Α.Π.Ε.	138,9	kWh/m ²		39.840,00	€	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ								85.340,00	€	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ							147,5	kWh/m ²		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε.							138,9	kWh/m ²		
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ							8,6	kWh/m ²		
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂							3,6	kg/m ²		
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΝΕΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ							362,00	€		
ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΓΙΑ ΕΞΟΔΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ							597,60	€		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ							959,60	€		

Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκαν για το κτίριο δίνουν ανηγμένη κατανάλωση **8,6 kWh/m²**. Συγκρίνοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, η υπολογιζόμενη ενεργειακή κλάση είναι η **“A+”**.

Με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις επιτυγχάνεται ετήσια ενεργειακή εξοικονόμηση ίση με **97,32%** και μείωση των εκπομπών CO₂ ίση με **47799 kg/έτος**.

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	312,2	kWh/m ²
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	97,32	%
ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂	101,7	kg/m ²
ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ	5.753,30	€
ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	14,83	Έτη

2.4 Δημοτικό σχολείο Φυλής

2.4.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Το Δημοτικό Σχολείο Φυλής αποτελεί τριώροφο κτίριο, επί των οδών Δημοκρατίας & Μιαούλη, συνολικής επιφανείας 2032m². Το κτίριο είναι κατασκευής 1976 και έχει συνολικό ύψος 6,80m. Αποτελεί συμβατική κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα και τούβλο. Τα κουφώματα είναι από αλουμίνιο, άνευ θερμοδιακοπής με διπλό υαλοπίνακα σε ποσοστό 90%, ενώ εντοπίζονται και κουφώματα αλουμινίου, παλαιότερης τεχνολογίας με μονό υαλοπίνακα. Το κτίριο είναι προσανατολισμένο στον άξονα Βορρά – Νότου και φέρει στέγη με κόκκινο κεραμίδι, ενδεικτικής κλίσης περίπου 25°.



Εικόνα 13. Αεροφωτογραφία Δημοτικού Σχολείου Φυλής

Το κτίριο βρίσκεται εντός του αστικού ιστού του Δ.Δ. Φυλής, και περιβάλλεται από κατασκευές παρόμοιου ύψους. Τα ανοίγματα του κτιρίου καταλαμβάνουν τα ακόλουθα ποσοστά επί του συνολικού εμβαδού των όψεων του κτιρίου:

- Νότια: 10%
- Δυτικά: 40%
- Βόρεια: 15%
- Ανατολικά: 35%



Εικόνα 14. Δυτική όψη Δημοτικού Σχολείου Φυλής

Στην παρούσα φάση το κτίριο διαθέτει σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου, ονομαστικής ισχύος 170kW, ενώ δεν διαθέτει κεντρικό σύστημα κλιματισμού. Υπάρχουν εγκατεστημένες δύο (2) τοπικές κλιματιστικές μονάδες, τύπου split-unit, ισχύος 2,65kW έκαστη. Στο κτίριο είναι εγκατεστημένα τα ακόλουθα φωτιστικά σώματα:

- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 18W (16 τεμάχια)
- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 36W (358 τεμάχια)
- Τύπος: πυράκτωσης, συνολικής ισχύος 60W (31 τεμάχια)

Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκαν για το κτίριο δίνουν ανηγμένη κατανάλωση **126,3 kWh/m²**. Συγκρίνοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, η υπολογιζόμενη ενεργειακή κλάση είναι η “Δ”. Στην συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των υπολογισμών:

ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΦΥΛΗΣ				ΕΜΒΑΔΟΝ:	2032	m ²
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ						
A/A	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ		ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	
1	ΛΕΒΗΤΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	170	kW	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	44	kWh/m ²
2	ΔΥΟ (2) ΚΛΙΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΥΠΟΥ SPLIT UNIT 9000 Btu/hr	5,3	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	13,2	kWh/m ²
3	ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	27,924	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	69,1	kWh/m ²
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ					126,3	kWh/m ²
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂					39,8	kg/m ²
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ					11.571,90	€

2.4.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης προτείνονται οι ακόλουθες επεμβάσεις – νέες εγκαταστάσεις, για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου:

- ➔ Προμήθεια και εγκατάσταση τριών (3) νέων αντλιών θερμότητας, ελάχιστης δυναμικότητας 125kW έκαστη. Οι νέες αντλίες θερμότητας θα συνδεθούν στο υφιστάμενο δίκτυο σωληνώσεων. Θα γίνουν όλες οι απαραίτητες εργασίες και η εγκατάσταση των απαραίτητων υδραυλικών εξαρτημάτων (βαλβίδες, κολεκτέρ, ασφαλιστικά κλπ.). Ο Ανάδοχος θα πρέπει να εγκαταστήσει κατ' ελάχιστον δύο (2) νέες αντλίες κυκλοφορίας νερού τύπου IN-LINE (θέρμανση – ψύξη) σε κάθε αντλία θερμότητας, νέο δοχείο διαστολής, δοχείο αδρανείας και ότι άλλο απαιτηθεί. Επίσης θα γίνει αντικατάσταση των υφισταμένων θερμαντικών σωμάτων με Fan Coil Units (FCU), και το υφιστάμενο δίκτυο θα μονωθεί με υλικό τύπου ARMAFLEX, ελάχιστου πάχους 13mm.
- ➔ Αντικατάσταση λαμπτήρων υφισταμένων φωτιστικών με νέους, υψηλής ενεργειακής απόδοσης, τύπου LED ή σε περίπτωση που δεν είναι εφικτό προμήθεια και εγκατάσταση νέων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες LED. Για τους ενεργειακούς υπολογισμούς θεωρήθηκε ότι κάθε νέος λαμπτήρας θα έχει μέση ισχύ 15W-20W.
- ➔ Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών panels, επί της στέγης του κτιρίου. Τα panels θα έχουν νότιο, ανατολικό και βόρειο προσανατολισμό, η κλίση τους θα είναι 25° και η συνολική τους επιφάνεια θα είναι 88,02 m². Συνολικά εγκαθίστανται 54 panels. Πιο συγκεκριμένα θα εγκατασταθούν 16

panel στον νότιο και στον ανατολικό προσανατολισμό και 22 panel στον βόρειο προσανατολισμό. Κάθε solar panel θα έχει επιφάνεια 1,63 m² (ενδεικτικές διαστάσεις: 1,64 x 0,992 m) και θα αποδίδει περίπου 240 Wp. Τα επιλεγόμενα panels θα είναι μονοκρυσταλλικά και θα έχουν βαθμό απόδοσης 19%.

Στην συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα των ενεργειακών υπολογισμών και το κοστολόγιο των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ								
A/A	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ		ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ		ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	
1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΟΥΣ ΤΥΠΟΥ LED	8,1	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	20	kWh/m ²		10.000,00 €
2	ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ			ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	50,8	kWh/m ²		94.500,00 €
2.1	ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	125	kW				28.000,00 €	
2.2	ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	125	kW				28.000,00 €	
2.3	ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	125	kW				28.000,00 €	
2.4	ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ						3.000,00 €	
2.5	ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ & ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ FCU						6.000,00 €	
2.6	ΛΟΙΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ						1.500,00 €	
3	Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (54 PANELS ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 88,02 m ²)	12,96	kW	Α.Π.Ε.	24,2	kWh/m ²		25.920,00 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ							130.420,00	€
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ					70,8		kWh/m ²	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε.					24,2		kWh/m ²	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ					46,6		kWh/m ²	
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂					15,3		kg/m ²	
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΝΕΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ					3.212,40		€	
ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΓΙΑ ΕΞΟΔΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ					388,80		€	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ					3.601,20		€	

Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκαν για το κτίριο δίνουν ανηγμένη κατανάλωση **46,6 kWh/m²**. Συγκρίνοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, η υπολογιζόμενη ενεργειακή κλάση είναι η **“B+”**.

Με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις επιτυγχάνεται ετήσια ενεργειακή εξοικονόμηση ίση με **63,10%** και μείωση των εκπομπών CO₂ ίση με **49784 kg/έτος**.

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	79,7	kWh/m ²
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	63,10	%
ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂	24,5	kg/m ²
ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ	7.970,70	€
ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	16,36	Έτη

2.5 Γήπεδο Φυλής

2.5.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Το Γήπεδο Φυλής βρίσκεται σε απόσταση 1 Km από το νοτιοδυτικό άκρο του οικισμού με κατεύθυνση δυτική. Στην βορειοανατολική και στην βορειοδυτική πλευρά του οικοπέδου υπάρχουν κτίρια κερκίδων που στεγάζουν αποδυτήρια και γραφεία υπηρεσιών του γηπέδου. Η συνολική στεγασμένη επιφάνεια είναι 3400m². Τα κτίρια αποτελούν συμβατική κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα και τούβλο, ενώ σε ένα ποσοστό 20% περίπου διαθέτουν επενδύσεις με αλουμίνιο. Τα κουφώματα είναι από αλουμίνιο, άνευ θερμοδιακοπής με διπλό υαλοπίνακα.



Εικόνα 15. Αεροφωτογραφία Γηπέδου Φυλής

Τα κτίρια βρίσκονται εκτός του αστικού ιστού του Δ.Δ. Φυλής, σε ημιαγροτικό περιβάλλον, και δεν περιβάλλονται από υψηλές κατασκευές. Τα ανοίγματα κάθε κτιρίου καταλαμβάνουν τα ακόλουθα ποσοστά επί του συνολικού εμβαδού των όψεων:

ΒΔ κτίριο κερκίδων

- Βορειοανατολικά: 0%
- Νοτιοανατολικά: 10%
- Νοτιοδυτικά: 0%
- Βορειοδυτικά: 20%

ΒΑ κτίριο κερκίδων

- Βορειοανατολικά: 20%
- Νοτιοανατολικά: 0%
- Νοτιοδυτικά: 10%
- Βορειοδυτικά: 8%



Εικόνα 16. Άποψη ΒΑ κτιρίου κερκίδων

Στην παρούσα φάση τα δύο (2) κτίρια διαθέτουν σύστημα θέρμανσης - ψύξης, με τοπικές κλιματιστικές μονάδες τύπου split-unit, συνολικής ονομαστικής ισχύος 61kW. Πιο συγκεκριμένα εντοπίστηκαν:

- Κλιματιστική μονάδα τύπου split-unit, συνολικής ισχύος 9000 Btu/hr (15 τεμάχια)
- Κλιματιστική μονάδα τύπου split-unit, συνολικής ισχύος 4000 Btu/hr (3 τεμάχια)
- Κλιματιστική μονάδα τύπου split-unit, συνολικής ισχύος 20000 Btu/hr (3 τεμάχια)

Η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για τις ανάγκες των αποδυτηρίων γίνεται μέσω τοπικών ηλεκτρικών θερμαντήρων, ανηγμένης συνολικής ισχύος 40kW. Στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων είναι εγκατεστημένα τα ακόλουθα φωτιστικά σώματα:

- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 18W (1128 τεμάχια)
- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 36W (228 τεμάχια)
- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 25W (5 τεμάχια)

Ο φωτισμός του αθλητικού χώρου γίνεται μέσω προβολέων αλογόνου (HQI), αναρτημένων επί σιδηροιστών. Συνολικά είναι εγκατεστημένοι οι ακόλουθοι προβολείς:

- Τύπος: αλογόνου, συνολικής ισχύος 2000W (95 τεμάχια)
- Τύπος: αλογόνου, συνολικής ισχύος 5000W (16 τεμάχια)

Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκαν για το κτίριο δίνουν ανηγμένη κατανάλωση **2596,5 kWh/m²**. Συγκρίνοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, η υπολογιζόμενη ενεργειακή κλάση είναι η **“Η”**. Στην συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των υπολογισμών:

ΓΗΠΕΔΟ ΦΥΛΗΣ				ΕΜΒΑΔΟΝ:	3400	m ²
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ						
A/A	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ		ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	
1	Α/Θ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ	61	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	986,7	kWh/m ²
2	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΓΙΑ ΖΝΧ	40	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	308,8	kWh/m ²
3	ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	298,637	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	1301	kWh/m ²
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ					2596,5	kWh/m ²
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂					885,6	kg/m ²
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ					344.095,60	€

2.5.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης προτείνονται οι ακόλουθες επεμβάσεις – νέες εγκαταστάσεις, για την ενεργειακή αναβάθμιση του γηπέδου:

- ➔ Προμήθεια και εγκατάσταση δύο (2) νέων αντλιών θερμότητας, ελάχιστης δυναμικότητας 150kW για το ΒΔ κτίριο κερκίδων και δυναμικότητας 60kW για το ΒΑ κτίριο κερκίδων. Οι νέες αντλίες θερμότητας θα συνδεθούν στο υφιστάμενο δίκτυο σωληνώσεων. Θα γίνουν όλες οι απαραίτητες εργασίες και η εγκατάσταση των απαραίτητων υδραυλικών εξαρτημάτων (βαλβίδες, κολεκτέρ, ασφαλιστικά κλπ.). Ο Ανάδοχος θα πρέπει να εγκαταστήσει κατ' ελάχιστον δύο (2) νέες αντλίες κυκλοφορίας νερού τύπου IN-LINE (θέρμανση – ψύξη) σε κάθε αντλία θερμότητας, νέο δοχείο διαστολής, δοχείο αδρανείας και ότι άλλο απαιτηθεί. Επίσης θα γίνει αποκατάσταση στα υφιστάμενα Fan Coil Units (FCU), και το υφιστάμενο δίκτυο θα μονωθεί με υλικό τύπου

ARMAFLEX, ελάχιστου πάχους 13mm. Για την παραγωγή ΖΝΧ, θα εγκατασταθούν δύο (2) νέοι θερμαντήρες νερού διπλής ενέργειας, χωρητικότητας 1000lt έκαστος, και καθένας θα συνδεθεί με το δίκτυο της Α/Θ κάθε κτιρίου. Θα κατασκευαστεί νέο δίκτυο ΖΝΧ, με μόνωση τύπου ARMAFLEX, ελάχιστου πάχους 9mm, για την διασύνδεση των θερμαντήρων με τους υδραυλικούς υποδοχείς, που θα διαθέτει ανακυκλοφορία ΖΝΧ, μέσω κυκλοφορητή και διατάξεις αυτόματου θερμοκρασιακού ελέγχου.

- ➔ Αντικατάσταση λαμπτήρων υφισταμένων φωτιστικών εσωτερικών χώρων με νέους, υψηλής ενεργειακής απόδοσης, τύπου LED ή σε περίπτωση που δεν είναι εφικτό προμήθεια και εγκατάσταση νέων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες LED. Για τους ενεργειακούς υπολογισμούς θεωρήθηκε ότι κάθε νέος λαμπτήρας θα έχει μέση ισχύ 15W-20W.
- ➔ Αντικατάσταση προβολέων με νέους τεχνολογίας τύπου LED.
- ➔ Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών panels, σε ελεύθερο χώρο στο νοτιοανατολικό σημείο του οικοπέδου. Τα panels θα έχουν νοτιοανατολικό προσανατολισμό, η κλίση τους θα είναι 45° και η συνολική τους επιφάνεια θα είναι 1092 m². Συνολικά εγκαθίστανται 670 panels. Κάθε solar panel θα έχει επιφάνεια 1,63 m² (ενδεικτικές διαστάσεις: 1,64 x 0,992 m) και θα αποδίδει περίπου 240 Wp. Τα επιλεγόμενα panels θα είναι μονοκρυσταλλικά και θα έχουν βαθμό απόδοσης 19%.

Στην συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα των ενεργειακών υπολογισμών και το κοστολόγιο των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ										
A/A	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ		ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ		ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ			
1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΟΥΣ ΤΥΠΟΥ LED	91,92	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	402,4	kWh/m ²		76.000,00	€	
1.1	ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ			ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ			kWh/m ²	6.000,00		€
1.2	ΠΡΟΒΟΛΕΙΣ ΓΗΠΕΔΟΥ							70.000,00		€
2	ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ & ΖΝΧ			ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	675,3	kWh/m ²		62.000,00	€	
2.1	ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	150	kW					30.000,00		€
2.2	ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	60	kW					15.000,00		€
2.3	ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ							2.000,00		€
2.4	ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ & ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ FCU							7.000,00		€
2.5	ΝΕΟ ΔΙΚΤΥΟ ΖΝΧ							4.000,00		€
2.6	ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ & ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΥΟ (2) BOILER ΔΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 1000lt							2.500,00		€
2.7	ΛΟΙΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ							1.500,00		€
3	Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (670 PANELS ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 1092 m ²)	160,8	kW	Α.Π.Ε.	290,6	kWh/m ²		321.600,00	€	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ								459.600,00	€	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ							1077,7	kWh/m ²		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠ'Ο Α.Π.Ε.							290,6	kWh/m ²		
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ							787,1	kWh/m ²		
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂							268,4	kg/m ²		
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΝΕΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ							104.305,90	€		
ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΓΙΑ ΕΞΟΔΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ							4.824,00	€		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ							109.129,90	€		

Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκαν δίνουν ανηγμένη κατανάλωση **787,1 kWh/m²**. Συγκρίνοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, η υπολογιζόμενη ενεργειακή κλάση είναι η “Γ”.

Με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις επιτυγχάνεται ετήσια ενεργειακή εξοικονόμηση ίση με **69,69%** και μείωση των εκπομπών CO₂ ίση με 2.098.480 kg/έτος.

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	1809,4	kWh/m ²
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	69,69	%
ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂	617,2	kg/m ²
ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ	234.965,70	€
ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	1,96	Έτη

2.6 Γυμνάσιο Φυλής

2.6.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Το Γυμνάσιο Φυλής αποτελεί τριώροφο κτίριο, επί της οδού Βυζαντίου, συνολικής επιφανείας 1440,5 m². Το κτίριο είναι κατασκευής 2001 και έχει συνολικό ύψος 9,00m. Αποτελεί συμβατική κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα και τούβλο. Το κτίριο είναι μονωμένο σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.), παρουσιάζοντας ελαφρές αποκλίσεις, κυρίως σε σχέση με τα απαιτούμενα πλάτη μονωτικού υλικού στα δομικά στοιχεία. Τα κουφώματα είναι από αλουμίνιο, άνευ θερμοδιακοπής με διπλό υαλοπίνακα. Το κτίριο είναι προσανατολισμένο στον άξονα ΒΔ - ΝΑ και φέρει στέγη με κόκκινο κεραμίδι, ενδεικτικής κλίσης περίπου 25°.



Εικόνα 17. Αεροφωτογραφία Γυμνασίου Φυλής

Το κτίριο βρίσκεται εντός του αστικού ιστού του Δ.Δ. Φυλής, και περιβάλλεται από κατασκευές παρόμοιου ύψους. Τα ανοίγματα του κτιρίου καταλαμβάνουν τα ακόλουθα ποσοστά επί του συνολικού εμβαδού των όψεων του κτιρίου:

- Νοτιοανατολικά: 20%
- Βορειοδυτικά: 20%
- Βορειοανατολικά: 45%
- Νοτιοδυτικά: 45%



Εικόνα 18. Νοτιοδυτική όψη Γυμνασίου Φυλής

Στην παρούσα φάση το κτίριο διαθέτει σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου, ονομαστικής ισχύος 100.000 kcal/hr, ενώ δεν διαθέτει σύστημα κλιματισμού. Στο κτίριο είναι εγκατεστημένα τα ακόλουθα φωτιστικά σώματα:

- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 18W (204 τεμάχια)
- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 36W (208 τεμάχια)
- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 25W (24 τεμάχια)
- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 250W (7 τεμάχια)

Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκαν για το κτίριο δίνουν ανηγμένη κατανάλωση **98,3 kWh/m²**. Συγκρίνοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, η υπολογιζόμενη ενεργειακή κλάση είναι η “Γ”. Στην συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των υπολογισμών:

ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΦΥΛΗΣ				ΕΜΒΑΔΟΝ:	1440,5	m ²
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ						
A/A	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ		ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	
1	ΛΕΒΗΤΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	116	kW	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	53	kWh/m ²
2	ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	13,51	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	45,3	kWh/m ²
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ					98,3	kWh/m ²
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂					30,9	kg/m ²
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ					7.188,00	€

2.6.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης προτείνονται οι ακόλουθες επεμβάσεις – νέες εγκαταστάσεις, για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου:

- Προμήθεια και εγκατάσταση νέας αντλίας θερμότητας, ελάχιστης δυναμικότητας 130kW. Η νέα αντλία θερμότητας θα συνδεθεί στο υφιστάμενο δίκτυο σωληνώσεων. Θα γίνουν όλες οι απαραίτητες εργασίες και η εγκατάσταση των απαραίτητων υδραυλικών εξαρτημάτων (βαλβίδες, κολεκτέρ, ασφαλιστικά κλπ.). Ο Ανάδοχος θα πρέπει να εγκαταστήσει κατ' ελάχιστον δύο (2) νέες αντλίες κυκλοφορίας νερού τύπου IN-LINE (θέρμανση – ψύξη), νέο δοχείο διαστολής, δοχείο αδρανείας και ότι άλλο απαιτηθεί. Επίσης θα γίνει αντικατάσταση των υφισταμένων θερμαντικών σωμάτων με Fan Coil Units (FCU), και το υφιστάμενο δίκτυο θα μονωθεί με υλικό τύπου ARMAFLEX, ελάχιστου πάχους 13mm.
- Αντικατάσταση λαμπτήρων υφισταμένων φωτιστικών με νέους, υψηλής ενεργειακής απόδοσης, τύπου LED ή σε περίπτωση που δεν είναι εφικτό προμήθεια και εγκατάσταση νέων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες LED. Για τους ενεργειακούς υπολογισμούς θεωρήθηκε ότι κάθε νέος λαμπτήρας θα έχει μέση ισχύ 10W-15W.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών panels, επί της στέγης του κτιρίου. Τα panels θα έχουν νοτιοδυτικό προσανατολισμό, η κλίση τους θα είναι 25° και η συνολική τους επιφάνεια θα είναι 119 m². Συνολικά εγκαθίστανται 73 panels. Κάθε solar panel θα έχει επιφάνεια 1,63 m² (ενδεικτικές διαστάσεις: 1,64 x 0,992 m) και θα αποδίδει περίπου 240 Wp. Τα επιλεγόμενα panels θα είναι μονοκρυσταλλικά και θα έχουν βαθμό απόδοσης 19%.

Στην συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα των ενεργειακών υπολογισμών και το κοστολόγιο των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ									
A/A	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ		ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ		ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ		
1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΟΥΣ ΤΥΠΟΥ LED	5,316	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	19,6	kWh/m ²		9.000,00	€
2	ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ							39.500,00	€
2.1	ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	130	kW				28.000,00		€
2.2	ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ			ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	41,1	kWh/m ²	2.000,00		€
2.3	ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ & ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ FCU						8.000,00		€
2.4	ΛΟΙΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ						1.500,00		€
3	Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (73 PANELS ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 119 m ²)	17,52	kW	Α.Π.Ε.	42,1	kWh/m ²		35.040,00	€
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ								83.540,00	€
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ							60,7	kWh/m ²	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε.							42,1	kWh/m ²	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ							18,6	kWh/m ²	
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂							4,9	kg/m ²	
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΝΕΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ							819,40	€	
ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΓΙΑ ΕΞΟΔΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ							525,60	€	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ							1.345,00	€	

Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκαν για το κτίριο δίνουν ανηγμένη κατανάλωση **18,6 kWh/m²**. Συγκρίνοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, η υπολογιζόμενη ενεργειακή κλάση είναι η **“A+”**.

Με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις επιτυγχάνεται ετήσια ενεργειακή εξοικονόμηση ίση με **81,08%** και μείωση των εκπομπών CO₂ ίση με 37453 kg/έτος.

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	79,7	kWh/m ²
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	81,08	%
ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂	26	kg/m ²
ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ	5.843,00	€
ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	14,30	Έτη

2.7 Λύκειο Φυλής

2.7.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Το Λύκειο Φυλής αποτελείται από ένα διώροφο κτίριο και δύο ισόγεια βοηθητικά κτίρια αιθουσών, επί των οδών Δημοκρατίας & Μιαούλη, συνολικής επιφανεΐας 1922m². Το κυρίως κτίριο έχει συνολικό ύψος 8,0m και τα βοηθητικά κτίρια 3,0m. Η κατασκευή είναι συμβατική από σπλισμένο σκυρόδεμα και τούβλο. Τα κουφώματα είναι από αλουμίνιο, άνευ θερμοδιακοπής με διπλό υαλοπίνακα σε ποσοστό 90%, ενώ εντοπίζονται και κουφώματα αλουμινίου, παλαιότερης τεχνολογίας με μονό υαλοπίνακα. Το κυρίως κτίριο είναι προσανατολισμένο στον άξονα ΒΑ - ΝΔ και φέρει στέγη με κόκκινο κεραμίδι, ενδεικτικής κλίσης περίπου 25°. Τα δύο βοηθητικά κτίρια χωροθετούνται στην ΝΑ πλευρά του οικοπέδου και φέρουν επίσης στέγη με κόκκινο κεραμίδι



Εικόνα 19. Αεροφωτογραφία Λυκείου Φυλής

Το συγκρότημα βρίσκεται εντός του αστικού ιστού του Δ.Δ. Φυλής, και περιβάλλεται από κατασκευές παρόμοιου ύψους. Τα ανοίγματα κάθε κτιρίου καταλαμβάνουν τα ακόλουθα ποσοστά επί του συνολικού εμβαδού των όψεων:

Κυρίως κτίριο

- Βορειοανατολικά: 5%
- Νοτιοανατολικά: 40%
- Νοτιοδυτικά: 5%
- Βορειοδυτικά: 40%

Βοηθητικά κτίρια

- Βορειοανατολικά: 0%
- Νοτιοανατολικά: 10%
- Νοτιοδυτικά: 0%
- Βορειοδυτικά: 25%



Εικόνα 20. Νοτιοανατολική όψη Λυκείου Φυλής

Στην παρούσα φάση το συγκρότημα διαθέτει σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου, ονομαστικής ισχύος 160.000 kcal/hr, ενώ δεν διαθέτει κεντρικό σύστημα κλιματισμού. Υπάρχουν εγκατεστημένες είκοσι (20) τοπικές κλιματιστικές μονάδες, τύπου split-unit, ως ακολούθως.

- Κλιματιστική μονάδα τύπου split-unit, συνολικής ισχύος 10000 Btu/hr (18 τεμάχια)
- Κλιματιστική μονάδα τύπου split-unit, συνολικής ισχύος 50000 Btu/hr (2 τεμάχια)

Στο κτίριο είναι εγκατεστημένα τα ακόλουθα φωτιστικά σώματα:

- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 25W (34 τεμάχια)
- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 36W (316 τεμάχια)
- Τύπος: πυράκτωσης, συνολικής ισχύος 50W (8 τεμάχια)

Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκαν για το κτίριο δίνουν ανηγμένη κατανάλωση **87,1 kWh/m²**. Συγκρίνοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, η υπολογιζόμενη ενεργειακή κλάση είναι η "Γ". Στην συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των υπολογισμών:

ΛΥΚΕΙΟ ΦΥΛΗΣ				ΕΜΒΑΔΟΝ:	1922	m ²
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ						
A/A	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ		ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	
1	ΛΕΒΗΤΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	190	kW	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	42,5	kWh/m ²
2	ΚΛΙΜ. ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΥΠΟΥ SPLIT UNIT	74,3	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	12	kWh/m ²
3	ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	12,626	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	32,6	kWh/m ²
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ					87,1	kWh/m ²
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂					26,6	kg/m ²
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ					9.108,90	€

2.7.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης προτείνονται οι ακόλουθες επεμβάσεις – νέες εγκαταστάσεις, για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου:

- ➔ Προμήθεια και εγκατάσταση νέας αντλίας θερμότητας, ελάχιστης δυναμικότητας 130kW. Η νέα αντλία θερμότητας θα συνδεθεί στο υφιστάμενο δίκτυο σωληνώσεων. Θα γίνουν όλες οι απαραίτητες εργασίες και η εγκατάσταση των απαραίτητων υδραυλικών εξαρτημάτων (βαλβίδες, κολεκτέρ, ασφαλιστικά κλπ.). Ο Ανάδοχος θα πρέπει να εγκαταστήσει κατ' ελάχιστον δύο (2) νέες αντλίες κυκλοφορίας νερού τύπου IN-LINE (θέρμανση – ψύξη), νέο δοχείο διαστολής, δοχείο αδρανείας και ότι άλλο απαιτηθεί. Επίσης θα γίνει αντικατάσταση των υφισταμένων θερμαντικών σωμάτων με Fan Coil Units (FCU), και το υφιστάμενο δίκτυο θα μονωθεί με υλικό τύπου ARMAFLEX, ελάχιστου πάχους 13mm.
- ➔ Αντικατάσταση λαμπτήρων υφισταμένων φωτιστικών με νέους, υψηλής ενεργειακής απόδοσης, τύπου LED ή σε περίπτωση που δεν είναι εφικτό προμήθεια και εγκατάσταση νέων φωτιστικών σωμάτων με λαμπήρες LED. Για τους ενεργειακούς υπολογισμούς θεωρήθηκε ότι κάθε νέος λαμπτήρας θα έχει μέση ισχύ 10W-15W.
- ➔ Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών panels, επί της στέγης του κτιρίου. Τα panels θα έχουν νοτιοανατολικό προσανατολισμό, η κλίση τους θα είναι 25° και η συνολική τους επιφάνεια θα είναι 135,3 m². Συνολικά εγκαθίστανται 83 panels. Κάθε solar panel θα έχει επιφάνεια 1,63 m² (ενδεικτικές διαστάσεις: 1,64 x 0,992 m) και θα αποδίδει περίπου 240 Wp. Τα επιλεγόμενα panels θα είναι μονοκρυσταλλικά και θα έχουν βαθμό απόδοσης 19%.

Στην συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα των ενεργειακών υπολογισμών και το κοστολόγιο των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ										
A/A	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ		ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ		ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ			
1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΟΥΣ ΤΥΠΟΥ LED	4,296	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	13	kWh/m ²		8.000,00	€	
2	ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ			ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	42,1	kWh/m ²		39.500,00	€	
2.1	ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	130	kW					28.000,00		€
2.2	ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ							2.000,00		€
2.3	ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ & ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ FCU							8.000,00		€
2.4	ΛΟΙΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ							1.500,00		€
3	Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (83 PANELS ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 135,3 m ²)	19,92	kW	Α.Π.Ε.	31,8	kWh/m ²		39.840,00	€	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ								87.340,00	€	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ							55,1	kWh/m ²		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε.							31,8	kWh/m ²		
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ							23,3	kWh/m ²		
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂							4,9	kg/m ²		
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΝΕΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ							1.094,40	€		
ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΓΙΑ ΕΞΟΔΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ							597,60	€		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ							1.692,00	€		

Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκαν για το κτίριο δίνουν ανηγμένη κατανάλωση **23,3 kWh/m²**. Συγκρίνοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, η υπολογιζόμενη ενεργειακή κλάση είναι η **“A+”**.

Με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις επιτυγχάνεται ετήσια ενεργειακή εξοικονόμηση ίση με **73,25%** και μείωση των εκπομπών CO₂ ίση με **41707,4 kg/έτος**.

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	63,8	kWh/m ²
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	73,25	%
ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂	21,7	kg/m ²
ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ	7.416,90	€
ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	11,78	Έτη

2.8 Νηπιαγωγείο Φυλής

2.8.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Το Νηπιαγωγείο Φυλής αποτελεί ισόγειο κτίριο, επί της οδού Ασπροτύργου, συνολικής επιφανείας 345 m². Το κτίριο έχει συνολικό ύψος 3,50m. Αποτελεί συμβατική κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα και τούβλο. Τα κουφώματα είναι από αλουμίνιο, άνευ θερμοδιακοπής με μονό υαλοπίνακα. Το κτίριο είναι προσανατολισμένο στον άξονα Ανατολής - Δύσης και φέρει στέγη με κόκκινο κεραμίδι, ενδεικτικής κλίσης περίπου 35°.



Εικόνα 21. Αεροφωτογραφία Νηπιαγωγείου Φυλής

Το κτίριο βρίσκεται εντός του αστικού ιστού του Δ.Δ. Φυλής, και περιβάλλεται από κατασκευές παρόμοιου ή μεγαλύτερου ύψους. Τα ανοίγματα του κτιρίου καταλαμβάνουν τα ακόλουθα ποσοστά επί του συνολικού εμβαδού των όψεων του κτιρίου:

- Νότια: 60%
- Δυτικά: 5%

- Βόρεια: 20%
- Ανατολικά: 5%



Εικόνα 22. Νότια όψη Νηπιαγωγείου Φυλής

Στην παρούσα φάση το κτίριο διαθέτει σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου, ονομαστικής ισχύος 80.000 kcal/hr, ενώ δεν διαθέτει σύστημα κλιματισμού. Στο κτίριο είναι εγκατεστημένα τα ακόλουθα φωτιστικά σώματα:

- Τύπος: αλογόνου (HQI), συνολικής ισχύος 15W (15 τεμάχια)
- Τύπος: αλογόνου (HQI), συνολικής ισχύος 25W (9 τεμάχια)
- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 18W (16 τεμάχια)
- Τύπος: φθορισμού, συνολικής ισχύος 36W (60 τεμάχια)

Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκαν για το κτίριο δίνουν ανηγμένη κατανάλωση **105,9 kWh/m²**. Συγκρίνοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, η υπολογιζόμενη ενεργειακή κλάση είναι η “Δ”. Στην συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των υπολογισμών:

ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΦΥΛΗΣ				ΕΜΒΑΔΟΝ:	345	m ²
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ						
A/A	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ		ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	
1	ΛΕΒΗΤΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	85	kW	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	73,9	kWh/m ²
2	ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	2,748	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	32	kWh/m ²
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ					105,9	kWh/m ²
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂					30,6	kg/m ²
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ					2.255,80	€

2.8.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης προτείνονται οι ακόλουθες επεμβάσεις – νέες εγκαταστάσεις, για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου:

- ➔ Προμήθεια και εγκατάσταση νέας αντλίας θερμότητας, ελάχιστης δυναμικότητας 90kW. Η νέα αντλία θερμότητας θα συνδεθεί στο υφιστάμενο δίκτυο σωληνώσεων. Θα γίνουν όλες οι

απαραίτητες εργασίες και η εγκατάσταση των απαραίτητων υδραυλικών εξαρτημάτων (βαλβίδες, κολεκτέρ, ασφαλιστικά κλπ.). Ο Ανάδοχος θα πρέπει να εγκαταστήσει κατ' ελάχιστον δύο (2) νέες αντλίες κυκλοφορίας νερού τύπου IN-LINE (θέρμανση – ψύξη), νέο δοχείο διαστολής, δοχείο αδρανείας και ότι άλλο απαιτηθεί. Επίσης θα γίνει αντικατάσταση των υφισταμένων θερμαντικών σωμάτων με Fan Coil Units (FCU), και το υφιστάμενο δίκτυο θα μονωθεί με υλικό τύπου ARMAFLEX, ελάχιστου πάχους 13mm.

- ➔ Αντικατάσταση λαμπτήρων υφισταμένων φωτιστικών με νέους, υψηλής ενεργειακής απόδοσης, τύπου LED ή σε περίπτωση που δεν είναι εφικτό προμήθεια και εγκατάσταση νέων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες LED. Για τους ενεργειακούς υπολογισμούς θεωρήθηκε ότι κάθε νέος λαμπτήρας θα έχει μέση ισχύ 10W-15W.
- ➔ Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών panels, επί της στέγης του κτιρίου. Τα panels θα έχουν νότιο προσανατολισμό, η κλίση τους θα είναι 35° και η συνολική τους επιφάνεια θα είναι 110,84 m². Συνολικά εγκαθίστανται 68 panels. Κάθε solar panel θα έχει επιφάνεια 1,63 m² (ενδεικτικές διαστάσεις: 1,64 x 0,992 m) και θα αποδίδει περίπου 240 Wp. Τα επιλεγόμενα panels θα είναι μονοκρυσταλλικά και θα έχουν βαθμό απόδοσης 19%.

Στην συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα των ενεργειακών υπολογισμών και το κοστολόγιο των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ									
A/A	ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ		ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ		ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ		
1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΟΥΣ ΤΥΠΟΥ LED	1,00	kW	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	11,6	kWh/m ²		4.000,00	€
2	ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ			ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	51,2	kWh/m ²		25.500,00	€
2.1	ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	90	kW				20.000,00	€	
2.2	ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ						1.000,00	€	
2.3	ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ & ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ FCU						3.500,00	€	
2.4	ΛΟΙΠΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ						1.000,00	€	
3	Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (68 PANELS ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 110,84 m ²)	16,32	kW	Α.Π.Ε.	53,9	kWh/m ²		32.640,00	€
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ								62.140,00	€
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ						62,8	kWh/m ²		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΌ Α.Π.Ε.						53,9	kWh/m ²		
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ						8,9	kWh/m ²		
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂						4,4	kg/m ²		
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΝΕΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ						173,30	€		
ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΓΙΑ ΕΞΟΔΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ						489,60	€		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ						662,90	€		

Οι υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης που πραγματοποιήθηκαν για το κτίριο δίνουν ανηγμένη κατανάλωση **8,9 kWh/m²**. Συγκρίνοντας το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου με το κτίριο αναφοράς, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, η υπολογιζόμενη ενεργειακή κλάση είναι η **“A+”**.

Με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις επιτυγχάνεται ετήσια ενεργειακή εξοικονόμηση ίση με 91,6% και μείωση των εκπομπών CO₂ ίση με 9039 kg/έτος.

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ		
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	97	kWh/m ²
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	91,60	%
ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂	26,2	kg/m ²
ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ	1.592,90	€
ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	39,01	Έτη

2.9 Ανακεφαλαίωση – Συμπεράσματα – Προϋπολογισμός

Με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις στα δημοτικά κτίρια επιτυγχάνονται ενεργειακά οφέλη που παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ		
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ	9609,5	m ²
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	3334,9	kWh/m ²
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ	893,1	kWh/m ²
ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	73,22	%
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	1118,8	kg/m ²
ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂	817,3	kg/m ²
ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂	73,05	%

Το συνολικό καθαρό κόστος των προτεινόμενων παρεμβάσεων και τα οικονομικά κέρδη που προκύπτουν από την υλοποίηση τους στην ετήσια λειτουργία των κτιρίων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα. Σημειώνεται ότι ο υπολογισμός αποπληρωμής της προτεινόμενης επένδυσης δεν λάβει υπ' όψιν μακροοικονομικά στοιχεία, όπως ο πληθωρισμός, ή ετήσια αύξηση του τιμάρθιμου, τον ρυθμό μεταβολής του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας κλπ. Τα ενεργειακά κόστη για τον υπολογισμό των δαπανών λειτουργίας των κτιρίων (kWh/m²), είναι όπως ορίζει ο Κ.Ε.Ν.Α.Κ. για διαφορετικά είδη καυσίμων (πετρέλαιο, ηλεκτρική ενέργεια κλπ.).

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
1	ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ ΦΥΛΗΣ		
1.1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΟΥΣ ΤΥΠΟΥ LED ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BMS	15.000,00 €	
1.2	ΝΈΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ	30.500,00 €	
1.3	Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (83 PANELS ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 135,3 m ²)	39.840,00 €	
		ΣΥΝΟΛΟ	85.340,00 €
2	ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΦΥΛΗΣ		
2.1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΟΥΣ ΤΥΠΟΥ LED	10.000,00 €	
2.2	ΝΈΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ	94.500,00 €	
2.3	Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (54 PANELS ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 88,02 m ²)	25.920,00 €	
		ΣΥΝΟΛΟ	130.420,00 €
3	ΓΗΠΕΔΟ ΦΥΛΗΣ		
3.1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΟΥΣ ΤΥΠΟΥ LED	76.000,00 €	

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	ΣΥΝΟΛΟ
3.2	ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ & ΖΝΧ	62.000,00 €	
3.3	Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (670 PANELS ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 1092 m2)	321.600,00 €	
		ΣΥΝΟΛΟ	459.600,00 €
4	ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΦΥΛΗΣ		
4.1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΟΥΣ ΤΥΠΟΥ LED	9.000,00 €	
4.2	ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ	39.500,00 €	
4.3	Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (73 PANELS ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 119 m2)	35.040,00 €	
		ΣΥΝΟΛΟ	83.540,00 €
5	ΛΥΚΕΙΟ ΦΥΛΗΣ		
5.1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΟΥΣ ΤΥΠΟΥ LED	8.000,00 €	
5.2	ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ	39.500,00 €	
5.3	Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (83 PANELS ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 135,3 m2)	39.840,00 €	
		ΣΥΝΟΛΟ	87.340,00 €
6	ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ ΦΥΛΗΣ		
6.1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΟΥΣ ΤΥΠΟΥ LED	4.000,00 €	
6.2	ΝΕΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ	25.500,00 €	
6.3	Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (68 PANELS ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ 110,84 m2)	32.640,00 €	
		ΣΥΝΟΛΟ	62.140,00 €
		ΣΥΝΟΛΟ	908.380,00 €
	ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ		380.933,10 €
	ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ		117.390,60 €
	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ		263.542,50 €
	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ		69,18%
	ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ		3,45

3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΦΩΤΙΣΜΟ

3.1 Στόχος της μελέτης

Στόχος της μελέτης αποτελεί η βελτίωση της ποιότητας και της ασφαλείας του δημοτικού φωτισμού του Δ.Δ. Φυλής με ορθολογιστική χρήση των φωτιστικών σωμάτων και χρήση των νέων μη κοστοβόρων και περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών στο φωτισμό με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και πόρων.

Σε αυτά τα πλαίσια προτείνεται η αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών σωμάτων, με νέα σύγχρονης τεχνολογίας, τύπου LED, καθώς και η εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης του δημοτικού φωτισμού.

3.2 Εγκατάσταση φωτιστικών τεχνολογίας LED

Ο φωτισμός αποτελεί έναν από τους σημαντικούς παράγοντες ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας. Η σταδιακή αντικατάσταση των κλασικών λαμπτήρων πυρακτώσεως από άλλους χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ως και 15%.

Ο φωτισμός αντιστοιχεί στο 19% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού παγκοσμίως και στο 14% σε ευρωπαϊκό επίπεδο (CELMA and ELC, σύνδεσμοι της Ευρωπαϊκής Βιομηχανίας Φωτισμού). Στην Ευρώπη περίπου το 50% της κατανάλωσης ηλεκτρισμού σε κτίρια του τριτογενή και δημόσιου τομέα αφορά τον φωτισμό.

Με εξαιρετική απόδοση και μεγάλη διάρκεια ζωής, τα φιλικά προς το περιβάλλον και εύκολα ρυθμιζόμενα LED έχουν δημιουργήσει έναν νέο κόσμο δυνατοτήτων όσον αφορά το φωτισμό. Κατά την προηγούμενη δεκαετία, οι τεχνολογικές εξελίξεις πραγματοποιήθηκαν με ταχύτητα φωτός, δίνοντας την δυνατότητα να φωτίζονται συναρπαστικά οι χώροι και να δημιουργούνται σκηνικά με λευκό ή έγχρωμο φως υψηλής έντασης. Και όλα αυτά με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας συγκριτικά με τις συμβατικές τεχνικές φωτισμού.

Μέχρι πρόσφατα, τα συστήματα LED ήταν κατάλληλα μόνο για στενούς δρόμους, περιορίζοντας κατά αυτόν τον τρόπο την χρήση τους σε άλλες εφαρμογές αστικού φωτισμού. Δεδομένου των επαναστατικών εξελίξεων στην τεχνολογία του φωτισμού, τα LED μπορούν να παρέχουν ομοιόμορφο φωτισμό σε δρόμους κατοικημένων περιοχών πλάτους ως και 15 μ., ανάλογα με τα απαιτούμενα επίπεδα φωτός. Δίνουν ξεκούραστο διαυγές λευκό φως που αποδίδει άριστα τα χρώματα και δε δημιουργεί θαμβώσεις, με αποτέλεσμα οι πόλεις να αποπνέουν αίσθηση ασφάλειας και να φαίνονται πιο ελκυστικές.

Ο οδοφωτισμός αποτελεί σημαντικό στοιχείο κάθε πόλης με πολλές οικονομικές, πολιτιστικές και άλλες προεκτάσεις. Παράλληλα, αποτελεί μια πρώτης τάξεως ευκαιρία για να δώσει ο Δήμος το παράδειγμα της χρήσης ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού. Τα LED παρέχουν έναν απaráμιλλο τρόπο φωτισμού του αστικού περιβάλλοντος με συναρπαστικό και πρακτικό τρόπο. Προσαρμόζονται ιδιαίτερα εύκολα, επιτρέποντας στους μελετητές να ξεφεύγουν από το στατικό φωτισμό του παρελθόντος και να επιχειρούν την δημιουργία ευέλικτων χώρων που θα μπορούσαν, για

παράδειγμα, να αλλάξουν με τον καιρό ή την εποχή και να παρέχουν ένα επιπλέον γιορτινό χρώμα τις γιορτές.

Η απόδοση ενός λαμπτήρα LED είναι αποτέλεσμα 3 ομάδων εξαρτημάτων:



1. Οπτικά εξαρτήματα LED
2. Ηλεκτρικά εξαρτήματα LED
3. Μηχανικά και θερμικά εξαρτήματα LED

3.3 Υφιστάμενη κατάσταση δημοτικού φωτισμού

Οι τύποι λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται στο δημοτικό φωτισμό του Δ.Δ. Φυλής, είναι μεταλλικών αλογονιδίων (HPT), υδραργύρου (HQI), αλογονιδίων υδραργύρου, ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης (HPL), κλπ. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης του δημοτικού φωτισμού, γίνεται η παραδοχή ότι η λειτουργία των φωτιστικών είναι καθημερινή, κατά μέσο όρο έντεκα (11) ώρες. Με βάση αυτή την παραδοχή τα φωτιστικά σώματα λειτουργούν σε ετήσια βάση συνολικά 4015 hr. Επίσης από τεχνικά στοιχεία των κατασκευαστών φωτιστικών σωμάτων, προκύπτει ότι η πραγματική ηλεκτρική κατανάλωση των φωτιστικών σωμάτων είναι αυξημένη κατά 20% της ονομαστικής ισχύος κάθε φωτιστικού.

Για τον υπολογισμό του κόστους λειτουργίας και συντήρησης του δημοτικού φωτισμού έχουν γίνει οι ακόλουθες παραδοχές:

- Σε κάθε φωτιστικό απαιτείται η αντικατάσταση λαμπτήρα τουλάχιστον μία φορά ανά έτος.
- Η τιμή κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται σε 0,15 €/kWh.
- Το κόστος προμήθειας και αντικατάστασης έκαστου λαμπτήρα λαμβάνεται για το σύνολο των φωτιστικών, κατά μέσο όρο, 30 €/φωτιστικό.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ο αριθμός των δημοτικών φωτιστικών σωμάτων για το Δ.Δ. Φυλής, καθώς και η ετήσια κατανάλωση ενέργειας.

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ Δ.Δ. ΦΥΛΗΣ					
Ώρες λειτουργίας:			Ενεργειακό κόστος (€/kWh):		
4015 hr/year			0,15		
A/A	Τυπός λαμπτήρα	Ονομαστική Ισχύς (W)	Αρ. φωτιστικών	Πραγματική κατανάλωση (W)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
1	Υψηλός φωτισμός με λαμπτήρα Na	250	170	300	205.246,80
2	Υψηλός φωτισμός με λαμπτήρα Hg	125	605	150	364.331,14
3	Υψηλός φωτισμός με λαμπτήρα CFL	23	14	27,6	1.529,23
4	Χαμηλός φωτισμός με λαμπτήρα Hg	125	341	150	205.066,13
5	Χαμηλός φωτισμός με λαμπτήρα CFL	23	57	27,6	6.366,26
Σύνολο			1187		782.539,56
Κόστος λειτουργίας δημοτικού φωτισμού:					117.380,93 €
Κόστος συντήρησης δημοτικού φωτισμού:					35.613,00 €
Συνολικό ετήσιο κόστος δημοτικού φωτισμού:					152.993,93 €

3.4 Τεχνικές προδιαγραφές προτεινόμενων παρεμβάσεων

3.4.1 Φωτιστικά και λαμπτήρες αυξημένης ενεργειακής απόδοσης τύπου LED

Τα φωτιστικά τα οποία θα επιλεγούν για την αντικατάσταση του υφισταμένου δημοτικού οδοφωτισμού, θα πρέπει να πληρούν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ

- Ο Ελάχιστος βαθμός αποτελεσματικότητας του φωτιστικού σώματος (LED) πρέπει να είναι τουλάχιστον 95 Lm / W.
- Η απόδοση του φωτιστικού θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση με την απόδοση των συμβατικών τα οποία θα αντικατασταθούν.
- Η προστασία από εισχώρηση νερού – σκόνης πρέπει να είναι IP65 ή μεγαλύτερη.
- Το εύρος τάσης εισόδου πρέπει να κυμαίνεται από 90 V AC έως 265 V AC.
- Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης (CRI) πρέπει να είναι ≥ 70 Ra.
- Η θερμοκρασία χρώματος (CCT) πρέπει να είναι μεταξύ 4.500K – 5.500 K.
- Η διάρκεια ζωής πρέπει να είναι ≥ 50.000 Ωρες.
- Τα LED chip πρέπει να είναι ρυθμισμένες σε πολυγωνικό οριζόντιο άξονα για την βέλτιστη κατανομή του φωτός.
- Το εξωτερικό κάλυμμα του φωτιστικού πρέπει να είναι ανθεκτικό, υψηλής διαφάνειας με UV πρόσθετο για αντίσταση στη γήρανση λόγω του ήλιου.
- Το εξωτερικό κάλυμμα (αν υπάρχει)πρέπει να είναι ανοιγόμενο για εύκολη και γρήγορη αντικατάσταση-συντήρηση του φωτιστικού σε περίπτωση που χρειαστεί.
- Το κέλυφος του φωτιστικού πρέπει να είναι κατασκευασμένο από υψηλής θερμικής αγωγιμότητας αλουμίνιο.
- Το φωτιστικό θα πρέπει να φέρει τροφοδοτικό το οποίο να είναι στεγανό με βαθμό στεγανότητας IP67 ή μεγαλύτερη.
- Ο τύπος υλικών μόνωσης πρέπει να είναι Type 1.

Για την τροφοδοσία του, το φωτιστικό πρέπει να φέρει τριπολικό καλώδιο με διατομή κατ' ελάχιστον $3 \times 1.5 \text{ mm}^2$. Όλες οι συνδέσεις οι οποίες πραγματοποιούνται στο εσωτερικό του φωτιστικού θα πρέπει να πραγματοποιούνται με ειδικούς συνδέσμους.

Λαμπτήρες

- Ο Ελάχιστος βαθμός αποτελεσματικότητας του λαμπτήρα (LED) πρέπει να είναι τουλάχιστον 103 Lm / W .
- Η απόδοση του λαμπτήρα θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση με την απόδοση των συμβατικών τα οποία θα αντικατασταθούν.
- Η προστασία από εισχώρηση νερού – σκόνης πρέπει να είναι IP40 ή μεγαλύτερη.
- Το εύρος τάσης εισόδου πρέπει να κυμαίνεται από 90 V AC έως 265 V AC .
- Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης (CRI) πρέπει να είναι $\geq 70 \text{ Ra}$.
- Η θερμοκρασία χρώματος (CCT) πρέπει να είναι μεταξύ $4.500\text{K} - 5.500 \text{ K}$.
- Η διάρκεια ζωής πρέπει να είναι ≥ 50.000 Ώρες.
- Ο λαμπτήρας θα πρέπει να έχει περιμετρική ακτίνα φωτισμού 360° .
- Τα LED Chip πρέπει να είναι ρυθμισμένες σε πολυγωνικό οριζόντιο άξονα για την βέλτιστη κατανομή του φωτός.
- Ως σύστημα ψύξης ο λαμπτήρας θα πρέπει να χρησιμοποιεί ψήκτρες από αλουμίνιο ανάλογα με τις απαιτήσεις του φωτιστικού.
- Ο λαμπτήρας θα πρέπει να φέρει τροφοδοτικό το οποίο να είναι ενσωματωμένο στον σκελετό του λαμπτήρα. Για την τροφοδοσία του, ο λαμπτήρας πρέπει να φέρει κάλυκα βιδωτό E27.

3.4.2 Σύστημα διαχείρισης και ελέγχου λειτουργίας δημοτικού φωτισμού

Σκοπός της εγκατάστασης ενός συστήματος διαχείρισης στο δημοτικό φωτισμό είναι κυρίως η δυνατότητα απομακρυσμένης αυξομείωσης της στάθμης του φωτός, ανάλογα με τις ανάγκες του δικτύου. Με τον τρόπο αυτό, οι λαμπτήρες κατά τη διάρκεια των ωρών μειωμένης κυκλοφορίας, μπορεί να μειώσουν έως και κατά 70% τη στάθμη φωτισμού με ανάλογα οφέλη στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Το σύστημα συνήθως αποτελείται από ασύρματους ελεγκτές που εγκαθίστανται στους λαμπτήρες και μπορούν να μεταβάλλουν και να θέσουν το επίπεδο φωτισμού του λαμπτήρα στα επιθυμητά επίπεδα, κόμβους επικοινωνίας και λογισμικό διαχείρισης που επικοινωνεί και οργανώνει τους κόμβους και τους ελεγκτές σύμφωνα με τις ανάγκες του δήμου.

Σύστημα διαχείρισης λειτουργίας

Το σύστημα ελέγχου λειτουργίας θα πρέπει να περιλαμβάνει:

- Αισθητήρες λειτουργίας και μετρητές κατανάλωσης ενέργειας.
- Σύστημα μετάδοσης δεδομένων ώστε να είναι δυνατή η on-line παρακολούθηση της λειτουργίας των λαμπτήρων.
- Σύστημα κεντρικής συλλογής των στοιχείων και καταγραφής τους.

Οι αισθητήρες λειτουργίας και μετρητές μπορεί να είναι σε επίπεδο λαμπτήρα ή pillar.

Το σύστημα μετάδοσης δεδομένων θα είναι ασύρματο (διαφόρων τεχνολογιών). Το κεντρικό σύστημα ελέγχου θα εξασφαλίζει την συλλογή και καταγραφή όλων των δεδομένων, την αναφορά βλαβών, και τον υπολογισμό των ενεργειακών καταναλώσεων.

Σύστημα ελέγχου προληπτικής συντήρησης μέσω Η/Υ

Το σύστημα προληπτικής συντήρησης με τη χρήση Η/Υ θα μπορεί να προγραμματίζει τις απαιτούμενες ενέργειες προληπτικής συντήρησης του συστήματος οδοφωτισμού καθώς και την αντιμετώπιση έκτακτων γεγονότων που μπορεί να συμβούν.

Στο σύστημα θα καταγράφονται όλες οι ενέργειες προληπτικής συντήρησης απαιτούνται, τα υπάρχοντα φωτιστικά σώματα και τα χαρακτηριστικά τους και τα διατιθέμενα μηχανικά μέσα και υλικά για την αποτελεσματική συντήρηση του συστήματος οδοφωτισμού.

Το σύστημα προληπτικής συντήρησης θα πρέπει να διαθέτει βάσεις δεδομένων για τα παρακάτω:

- Φωτιστικά και λαμπτήρες προς συντήρηση
- Αποθήκη υλικών
- Προσωπικό
- Μηχανικά μέσα
- Ενεργειών προληπτικής συντήρησης
- Αιτημάτων προς συντήρηση

Το σύστημα θα πρέπει να είναι σε θέση να εκδίδει:

- Εντολές εργασίας
- Αιτήματα συντήρησης
- Εκθέσεις κόστους
- Εκθέσεις βλαβών και αιτημάτων

3.5 Ενεργειακή και οικονομική αξιολόγηση προτεινόμενων παρεμβάσεων

Ο σημερινός δημοτικός ηλεκτροφωτισμός προτείνεται να αντικατασταθεί με λαμπτήρες τύπου LED, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

A/A	Τύπος υφισταμένου φωτιστικού		Τύπος νέου φωτιστικού	
1		Υψηλός φωτισμός με λαμπτήρα Na 250W		Υψηλός φωτισμός με λαμπτήρα LED 120W
2				
3		Υψηλός φωτισμός με λαμπτήρα Hg 125W		Υψηλός φωτισμός με λαμπτήρα LED 45W
4		Υψηλός φωτισμός με λαμπτήρα CFL 23W		Υψηλός φωτισμός με λαμπτήρα LED 9W
5		Χαμηλός φωτισμός με λαμπτήρα Hg 125W		Χαμηλός φωτισμός με λαμπτήρα LED 25W
6		Χαμηλός φωτισμός με λαμπτήρα CFL 23W		Χαμηλός φωτισμός με λαμπτήρα LED 9W

Λόγω του υψηλού χρόνου ζωής των λαμπτήρων LED, θεωρείται ότι το ετήσιο κόστος συντήρησης είναι αμελητέο. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας και κόστους λειτουργίας του δημοτικού φωτισμού για το Δ.Δ. Φυλής με την υλοποίηση της πρότασης:

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ Δ.Δ. ΦΥΛΗΣ					
Ώρες λειτουργίας:			Ενεργειακό κόστος		
4015 hr/year			(€/kWh): 0,15		
A/A	Τυπός λαμπτήρα	Ονομαστική Ισχύς (W)	Αρ. φωτιστικών	Πραγματική κατανάλωση (W)	Ετήσια κατανάλωση (kWh)
1	Υψηλός φωτισμός με λαμπτήρα LED	120	170	144	98.518,46
2		45	605	54	131.159,21
3		9	14	10,8	598,40
4	Χαμηλός φωτισμός με λαμπτήρα LED	25	341	30	41.013,23
5		9	57	10,8	2.491,15
Σύνολο			1187		273.780,44
Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας:					65,01%
Κόστος λειτουργίας δημοτικού φωτισμού με λαμπτήρες LED:					41.067,07 €
Συνολικό ετήσιο κόστος δημοτικού φωτισμού με λαμπτήρες LED:					41.067,07 €
Ετήσια εξοικονόμηση:					111.926,87 €
Ποσοστό εξοικονόμησης:					73,16%

Η εκλυόμενη ποσότητα CO₂, από την χρήση του δημοτικού φωτισμού υπολογίζεται από την σχέση:

$$CO_2 (kg) = 1,1 \times (kWh)$$

ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	860.793,52	kg
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ	301.158,49	
ΕΤΗΣΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂	559.635,03	
ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂	65,01%	

Η εφαρμογή των προτεινόμενων παρεμβάσεων οδηγεί σε ετήσια μείωση των εκπομπών CO₂, σε **560 tn** ετησίως.

Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους εγκατάστασης φωτιστικών τύπου LED, στο Δ.Δ. Φυλής, εκτός από την προμήθεια και εγκατάσταση των λαμπτήρων, συμπεριλήφθηκε η προσθήκη κεντρικού συστήματος διαχείρισης, μέσω της εγκατάστασης ασύρματων μεταδοτών σε κάθε λαμπτήρα και κεντρικού εξοπλισμού σε επιλεγμένο χώρο του Δήμου Φυλής. Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται ο προϋπολογισμός υλοποίησης των προτεινόμενων παρεμβάσεων δημοτικού φωτισμού.

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ Δ.Δ. ΦΥΛΗΣ					
A/A	Τυπός λαμπτήρα	Ονομαστική Ισχύς (W)	Ποσότητα	Τιμή μονάδος	Συνολικό κόστος
1	Υψηλός φωτισμός με λαμπτήρα LED	120	170	600,00 €	102.240,00 €
2		45	605	500,00 €	302.475,00 €
3		9	14	50,00 €	690,00 €
4	Χαμηλός φωτισμός με λαμπτήρα LED	25	341	120,00 €	40.860,00 €
5		9	57	50,00 €	2.872,50 €
6	Ασύρματοι μεταδότες συστήματος διαχείρισης	-	1187	75,00 €	89.032,50 €
7	Κεντρικός εξοπλισμός συστήματος διαχείρισης	-	1	10.000,00 €	10.000,00 €
8	Εγκατάσταση λαμπτήρων	-	1187	35,00 €	41.548,50 €
ΣΥΝΟΛΟ					589.718,50 €

4. ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ
1	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ	908.380,00 €
2	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΦΩΤΙΣΜΟ	589.718,50 €
	ΣΥΝΟΛΟ	1.498.098,50 €
	Γ.Ε. & Ο.Ε. 18%	269.657,73 €
	ΣΥΝΟΛΟ (Α)	1.767.756,23 €
	ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ 15%	265.163,43 €
	ΣΥΝΟΛΟ (Α1)	2.032.919,66 €
	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ 3%	60.987,59 €
	ΣΥΝΟΛΟ (Β)	2.093.907,25 €
	Φ.Π.Α. 23%	481.598,67 €
	ΣΥΝΟΛΟ (Γ)	2.575.505,92 €

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι ενεργειακοί υπολογισμοί για τα δημοτικά κτίρια και οι οικονομοτεχνικοί υπολογισμοί προμήθειας, εγκατάστασης και λειτουργίας των Φ/Β συστημάτων. Οι υπολογισμοί ενεργειακών καταναλώσεων στα δημοτικά κτίρια, έγιναν με την χρήση του λογισμικού TEE – KENAK v.1.29, και οι υπολογισμοί για τα Φ/Β συστήματα έγιναν με την χρήση του εξειδικευμένου λογισμικού Sunny Design v.3.30.1 της εταιρείας SMA Solar Technologies S.A. Στην διαστασιολόγηση των Φ/Β γεννητριών χρησιμοποιήθηκε πρότυπο solar panel απόδοσης 240 Wp και inverters της εταιρείας SMA.