



ΔΗΜΟΣ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ



**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ 1<sup>ΟΥ</sup> ΓΕΛ**

**ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ ΚΑΙ 2<sup>ΟΥ</sup> ΕΠΑΛ**

**ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**

**ΙΟΥΝΙΟΣ 2020****Περιεχόμενα**

1. Αντικείμενο του Έργου.....	6
1.1 Γενικά.....	6
2. Περιγραφή Υπάρχουσας Κατάστασης.....	8
2.1 Περιγραφή του Κτιρίου.....	8
2.2 Στόχοι Μελέτης.....	15
2.3 Προτεινόμενες παρεμβάσεις.....	15
ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	17
2.4 Θερμομόνωση.....	17
2.4.1 Θερμομόνωση τοιχοποιίας.....	17
2.4.2 Θερμομόνωση δώματος.....	19
2.4.3 Θερμομόνωση κεραμοσκεπής.....	21
2.5 Αντικατάσταση κουφωμάτων και υαλοπινάκων.....	22
2.6 Αντικατάσταση εξωτερικών θυρών.....	24
2.7 Ενεργειακή αναβάθμιση των Η/Μ εγκαταστάσεων.....	24
2.8 Αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου με αντλίες θερμότητας inverter υψηλής απόδοσης.....	26

2.9	Αντικατάσταση των κυκλοφορητών με νέους inverter υψηλής απόδοσης	
	27	
2.10	Αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού .....	27
2.11	Εγκατάσταση Συστήματος Μηχανικού Αερισμού .....	28
2.12	Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων με συμψηφισμό .....	29
2.13.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>	
2.14	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	33
Παράρτημα - Πίνακες ΕΤΕΠ .....		37

1

Γενικά

# 1. Αντικείμενο του Έργου

## 1.1 Γενικά

Η παρούσα Τεχνική Περιγραφή αναφέρεται στο είδος και την έκταση των εργασιών που απαιτούνται για την υλοποίηση του Έργου «**Μελέτη Ενεργειακής Αναβάθμισης 1<sup>ο</sup> Γενικού Ενιαίου Λυκείου Κομοτηνής**» και συντάχθηκε από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Κομοτηνής.

Σκοπός της περιγραφής είναι να δοθεί μια γενική εικόνα της υπάρχουσας κατάστασης και να προσδιοριστούν οι προτεινόμενες επεμβάσεις για την υλοποίηση του έργου.

2

Περιγραφή Υπάρχουσας Κατάστασης

## 2. Περιγραφή Υπάρχουσας Κατάστασης

### 2.1 Περιγραφή του Κτιρίου

Το Κτίριο όπου στεγάζονται το 1<sup>ο</sup> Γενικό Λύκειο Κομοτηνής και το 2<sup>ο</sup> Επαγγελματικό Λύκειο Κομοτηνής βρίσκεται εντός της πόλης της Κομοτηνής επί των οδών Ρωσσίδη, Γεωργίου Παπανδρέου και Ανδρονίκου. Το κτήριο του 1<sup>ο</sup> Γ.Ε.Λ. Κομοτηνής αποτελείται από συνολικά τρία επίπεδα. Ένα υπόγειο, ισόγειο και όροφο. Το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο το συνολικό εμβαδόν του κτιρίου είναι 6.143,99 m<sup>2</sup> και ο όγκος του 29.531,64 m<sup>3</sup>.

Η ανέγερση του Κτιρίου πραγματοποιήθηκε με την υπ' αριθμ. 56/1997 οικοδομική άδεια της Διεύθυνσης Πολεοδομίας Νομού Ροδόπης ως «ΠΟΛΥΚΛΑΔΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ». Πραγματοποιήθηκε υπαγωγή στον νόμο των αυθαιρέτων με την αρ. δήλωσης 1141712 του 4495/2017. Πρόκειται για τριώροφο Κτίριο με υπόγειο, ισόγειο και όροφο. Στο ισόγειο του κτιρίου στεγάζεται το 1<sup>ο</sup> Γενικό Λύκειο Κομοτηνής και περιλαμβάνει τις αίθουσες διδασκαλίας, γραφεία καθηγητών και λοιπού προσωπικού, εργαστήρια, W.C. και το αμφιθέατρο. Στον όροφο στεγάζεται το 2<sup>ο</sup> Επαγγελματικό Λύκειο Κομοτηνής και περιλαμβάνει αίθουσες διδασκαλίας, γραφεία καθηγητών και λοιπού προσωπικού, W.C. και εργαστήρια. Στο υπόγειο του κτιρίου υπάρχουν αποθήκες και χώροι που στεγάζουν τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις. Επίσης, στο Κτίριο περιλαμβάνεται και το κλειστό Γυμναστήριο μαζί με διάφορους βοηθητικούς χώρους και W.C.

Για τις ανάγκες της προσομοίωσης το κτήριο χωρίστηκε σε 2 θερμικές ζώνες, με βάση τη χρήση των χώρων και τις επιθυμητές συνθήκες θερμοκρασίας – υγρασίας. Οι θερμικές ζώνες του κτηρίου, το εμβαδό και ο όγκος τους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Μη θερμαινόμενοι χώροι θεωρήθηκαν το υπόγειο όπου βρίσκονται αποθήκες, το λεβητοστάσιο και το φρεάτιο του ανελκυστήρα.

Στις φωτογραφίες που ακολουθούν παρουσιάζεται μια πανοραμική εικόνα του κτιρίου καθώς και φωτογραφίες των όψεων του:





Στην άνω δορυφορική εικόνα απεικονίζεται το Κτίριο με τους προαύλιους χώρους και το οποίο είναι πανταχόθεν ελεύθερο. Το συνολικό εμβαδόν του είναι 6.143,99 m<sup>2</sup>.











## **2.2 Στόχοι Μελέτης**

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., η θερμική θωράκιση του κελύφους είναι εξαιρετικής σημασίας καθώς από αυτή θα εξαρτηθούν τα απαιτούμενα φορτία θέρμανσης και ψύξης.

Οι προτεινόμενες επεμβάσεις στο κτίριο στοχεύουν στη βέλτιστη ενεργειακή θωράκιση των κτιριακών εγκαταστάσεων, στον εκσυγχρονισμό των εγκαταστάσεων για την δημιουργία ενός πρότυπου, εκπαιδευτικού συγκροτήματος τόσο σε επίπεδο εξοικονόμησης ενέργειας όσο και σε επίπεδο Παραγωγής Ενέργειας από Α.Π.Ε.

## **2.3 Προτεινόμενες παρεμβάσεις**

Οι επεμβάσεις όπως διατυπώνονται στην Ενεργειακή Προμελέτη και στη συνέχεια υιοθετούνται και στις επόμενες φάσεις των μελετών είναι οι εξής.

Παρακάτω παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να αποφέρουν μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στο κτίριο του σχολικού συγκροτήματος καθώς και του λειτουργικού του κόστους.

Πιο συγκεκριμένα, για το Κτίριο μελετήθηκαν τα παρακάτω:

- α) Η προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης των κάθετων στοιχείων της τοιχοποιίας, θερμομόνωση οροφής κάτω από τις κεραμοσκεπές και θερμομόνωση του δώματος.
- β) Η αντικατάσταση των κουφωμάτων με νέα θερμομονωτικά – ενεργειακά κουφώματα αλουμινίου με θερμοδιακοπή και διπλό ενεργειακό υαλοπίνακα χαμηλής εκπομπής .

γ) Αναβάθμιση συστήματος Κεντρικής Θέρμανσης και Κλιματισμού με Αντλίες Θερμότητας Αέρος/Νερού τεχνολογίας Inverter σε συστοιχία.

δ) Αντικατάσταση των υπαρχόντων κυκλοφορητών με νέους κυκλοφορητές τεχνολογίας Inverter χαμηλής κατανάλωσης.

ε) Εγκατάσταση μονάδων αερισμού τύπου VAM με εναλλάκτη θερμότητας.

ζ) Αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με νέα υψηλής απόδοσης τεχνολογίας διόδων φωτοεκπομπής LED.

στ) Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού συστήματος με συμψηφισμό στις στέγες του κτιρίου.

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται οι παραπάνω παρεμβάσεις και παρατίθενται τα αναμενόμενα αποτελέσματα της καθεμίας, ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας.

Η νέα κατάταξη του κτιρίου του σχολικού συγκροτήματος βάσει του νέου Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης καθώς και η δυνητική μετά τις παρεμβάσεις παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί:

Κτήριο	Ενεργειακό Πιστοποιητικό	Ενεργειακή κατηγορία	
		Υφιστάμενη	Δυνητική
1ο Γ.Ε.Λ. – 2 ΕΠΑ.Λ.	31642/2020	E	B+

Στόχος η ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου με παρεμβάσεις που μεμονωμένα πληρούν τις ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές του ΚΕΝΑΚ και συνολικά κατατάσσουν το κτίριο στην ενεργειακή κατηγορία B+.

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις είναι σύμφωνες με τις αναθεωρημένες τεχνικές οδηγίες ΤΟΤΕΕ 20701 1- 5 /2017 .

Αναλυτικά οι παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται είναι οι παρακάτω:

## **ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ**

### **2.4 Θερμομόνωση**

#### **2.4.1 Θερμομόνωση τοιχοποιίας**

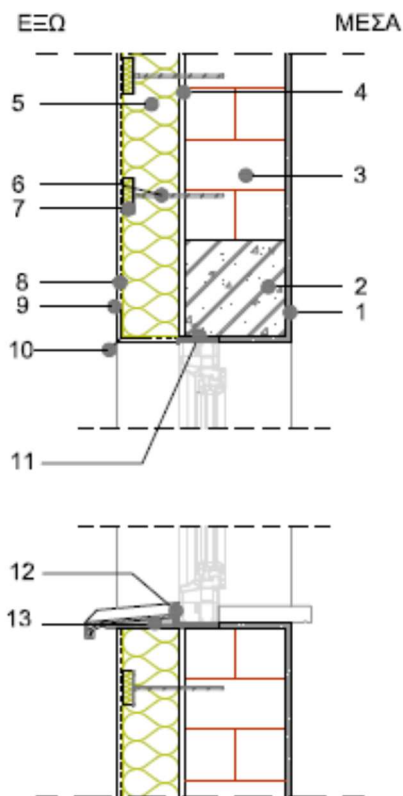
Θερμομονώνονται όλα τα εξωτερικά δομικά στοιχεία του κελύφους όλων των κτιρίων με πλάκες **με πετροβάμβακα πάχους 100 mm** με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda_D=0.034$  W/mK με σκοπό τη μείωση των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων, τη βελτίωση των συνθηκών άνεσης και την βελτίωση της εσωτερικής εμφάνισης του κτιρίου. Η εφαρμογή θερμομόνωσης στην εσωτερική τοιχοποιία αφορά επιφάνεια 3664,90 m<sup>2</sup>.

Επιλέχθηκε η εφαρμογή συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης (θερμοπρόσοψη) που είναι κατασκευαστικά απολύτως δυνατή, θα εξασφαλίσει στο κτίριο καλύτερη θερμική συμπεριφορά και θα βελτιώσει σημαντικά την αισθητική των όψεων του κτιρίου.

Ως κύριο υλικό εφαρμογής στην όψη του κτηρίου θα χρησιμοποιηθούν πλάκες πετροβάμβακα καθώς παρέχουν πλήρη πυροπροστασία που καλύπτουν απόλυτα τις



απαιτήσεις του κανονισμού πυροπροστασίας ΠΔ 41/18 και παράλληλα προσφέρουν ηχομόνωση και παθητικό αερισμό της κατασκευής λόγω υψηλής διαπνοής.



Το σύστημα θα αποτελείται από:

1. Κονίαμα επικόλλησης
2. Πετροβάμβακας 10 cm
3. Βύσμα μηχανικής στερέωσης
4. Ροδέλες Πετροβάμβακα
5. Οπλισμένη Βασική στρώση επιχρίσματος
6. Τελικό Επίχρισμα
7. Νεροσταλλάκτης
8. Μονωτική Ταινία
9. Ελαστική Σφράγιση
10. Αφρός πολυουρεθάνης

**Ενδεικτικός Τύπος:** Fibrango BP-Etics ή ισοδύναμος εύφημου γνωστού κατασκευαστή

**Πριν τις παρεμβάσεις:  $U = 0,587 \text{ W/m}^2\text{K}$  (σύμφωνα με την μελέτη θερμομόνωσης.)**

**Μετά τις παρεμβάσεις:  $U = 0,214 \text{ W/m}^2\text{K}$**

Όλες οι εργασίες θα γίνουν από εξειδικευμένο τεχνικό προσωπικό και σύμφωνα με τις προδιαγραφές των υλικών και τις οδηγίες του προμηθευτή για το κάθε υλικό. Μετά το πέρας των εργασιών, η κατασκευή ελέγχεται από την Τεχνική Υπηρεσία. Οποιαδήποτε κακοτεχνία διαπιστωθεί επιδιορθώνεται από τον Ανάδοχο χωρίς συμπληρωματική αμοιβή.

Τα υλικά και το σύστημα εσωτερικής θερμομόνωσης πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικά CE.

#### **2.4.2 Θερμομόνωση δώματος**

Τα δώματα των κτηρίων δέχονται περισσότερο έντονα από τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία τις επιδράσεις των καιρικών φαινομένων και γι' αυτό η προστασία τους είναι πάντοτε απαραίτητη. Το δώμα του κτιρίου δεν είναι επαρκώς μονωμένο το οποίο οδηγεί σε θερμικές απώλειες και μεγάλη κατανάλωση ενέργειας.

Η θερμομόνωση της οροφής αποτελεί μια από τις πιο αποτελεσματικές παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο. Το δώμα αποτελεί το πιο ευπαθές δομικό στοιχείο σε ένα κτίριο. Καταπονείται από τον ήλιο, τον άνεμο, τη βροχή και το χιόνι. Υπάρχουν σήμερα εξαιρετικές λύσεις θερμομόνωσης των δωματίων που μειώνουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη και ανακουφίζουν τους

χρήστες από την υπερθέρμανση το καλοκαίρι και τις χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα. Επίσης το δώμα πρέπει να θερμομονώνεται και για έναν πρόσθετο λόγο, αυτόν της προστασίας της πλάκας οροφής από τη διάβρωση και τις καιρικές μεταβολές που σταδιακά την αποσαθρώνουν.

Η θερμομόνωση του δώματος θα εφαρμοστεί αφού αποξηλωθεί η υφιστάμενη τελική επιφάνεια.

Ως κύριο υλικό εφαρμογής θερμομόνωσης του δώματος θα τοποθετηθούν **πλάκες πετροβάμβακα με ασφαλτική επικάλυψη πάχους 14 cm** με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  **$\lambda_D=0.037 \text{ W/mK}$** , αντοχή σε συμπίεση CS 50 KPa, αντοχή σε εφελκυσμό κατακόρυφα των όψεων TR 15 KPa, βραχυπρόθεσμη απορρόφηση νερού  $W_p 1 < \text{kg/m}^2$ .

Πριν την έναρξη των εργασιών πρέπει να απομακρυνθούν παλαιές επιστρώσεις ασφαλτικών μεμβρανών και σαθρά υλικά. Τυχόν σαθρά τμήματα που απομακρύνονται και προκύπτουν μεγάλες κοιλότητες αυτές γεμίζουν με κόλλα θερμοπρόσοψης.



Θα ακολουθήσει υγραμόνωση με ασφαλτική μεμβράνη.

**Πριν τις παρεμβάσεις:  $U = 0,524 \text{ W/m}^2\text{K}$  (σύμφωνα με την μελέτη θερμομόνωσης.)**

**Μετά τις παρεμβάσεις:  $U = 0,177 \text{ W/m}^2\text{K}$**

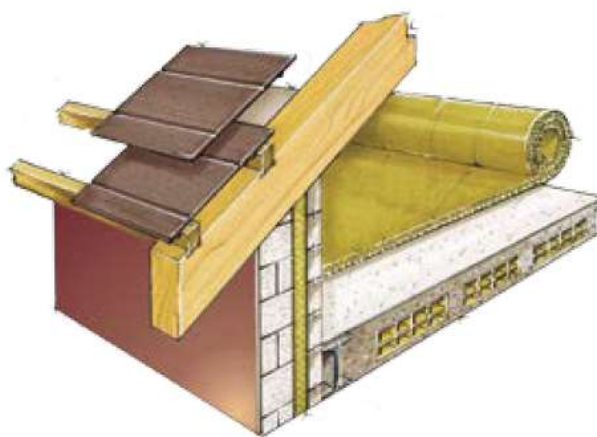
Θα πραγματοποιηθεί θερμομόνωση δώματος σε τμήμα του κτιρίου που δεν έχει κεραμοσκεπή επιφάνειας **1568,12 m<sup>2</sup>**

**Ενδεικτικός Τύπος:** Fibrangeo BP-50 bit ή ισοδύναμος εύφημου γνωστού κατασκευαστή

### **2.4.3 Θερμομόνωση κεραμοσκεπής**

Στην υφιστάμενη κατασκευή κάτω από την ξύλινη στέγη η ενίσχυση της θερμομονωτικής ικανότητας του συνολικού δομικού στοιχείου της στέγης μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη δημιουργία θερμομονωτικής στρώσης που διαμορφώνεται στην πλάκα κάτω από την κεραμοσκεπή.

**Η θερμομόνωση θα πραγματοποιηθεί με πλάκες πετροβάμβακα πάχους 120 mm, με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda_D=0.035$  W/mK, επάνω στην πλάκα του σκυροδέματος, που προηγουμένως θα έχει εξομαλυνθεί και καθαριστεί.**



Ως κύριο υλικό εφαρμογής θα χρησιμοποιηθούν πλάκες πετροβάμβακα, κατηγορίας ακουστότητας A1, πυκνότητας 50 kg/m<sup>3</sup> με αντίσταση ροής αέρα A<sub>Fr</sub> 30 kPa.s/m<sup>2</sup> και βραχυχρόνια απορρόφηση νερού W<sub>p</sub> < 1%. καθώς παρέχουν πλήρη πυροπροστασία, παράλληλα προσφέρουν ηχομόνωση και παθητικό αερισμό της κατασκευής λόγω υψηλής διαπνοής.

Πριν την τοποθέτηση των πλακών πετροβάμβακα διαστρώνεται μεμβράνη διαχείρισης υγρομετρικού φορτίου, με μεταβλητή αντίσταση στη διάχυση υδρατμών S<sub>d</sub>=8-18 m. Οι ενώσεις επικαλύπτονται κατά 10 cm και μεταξύ τους συγκολλούνται με βουτυλική ταινία διπλής όψης τύπου.

**Ενδεικτικός Τύπος:** Fibrango BP-050 ή ισοδύναμος εύφημου γνωστού κατασκευαστή

**Πριν τις παρεμβάσεις: U = 0,601 W/m<sup>2</sup>K (σύμφωνα με την μελέτη Θερμομόνωσης)**

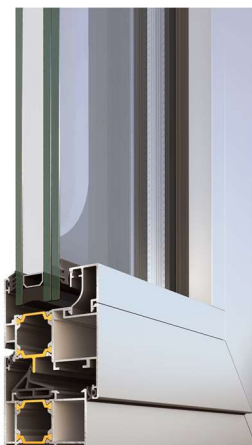
**Μετά τις παρεμβάσεις: U = 0,209 W/m<sup>2</sup>K**

### **2.5 Αντικατάσταση κουφωμάτων και υαλοπινάκων**

Η αντικατάσταση των κουφωμάτων μπορεί να συμβάλει καθοριστικά τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας, όσο και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των υφιστάμενων κτιρίων.

Οι υφιστάμενοι υαλοπίνακες είναι αλουμινίου με θερμοδιακοπή με προφίλ πάχους 7,5 cm, με υψηλό συντελεστή θερμοπερατότητας, με αρκετές φθορές, με ελλιπή στεγανότητα, με αποτέλεσμα τις υψηλές απώλειες θερμότητας των χώρων. Η

αντικατάστασή τους θα πραγματοποιηθεί με πιστοποιημένα κουφώματα αλουμινίου με διπλούς υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή θερμοπερατότητας και χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low – e) και ηλιακού κέρδους g. Η αντικατάσταση τους αναμένεται να οδηγήσει σε σημαντική μείωση των θερμικών απωλειών.



Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μετά τις παρεμβάσεις εκτιμάται ότι θα είναι σύμφωνα για τα ανοιγόμενα  $U_f = 1.65 - 2.40 \text{ W/m K}$  με  $U_g = 1,1 \text{ W/m K}$  και  $U_f = 2,60 - 3,1 \text{ W/m K}$  με  $U_g = 1,1 \text{ W/m K}$  για τα ανοιγόμενα κουφώματα. Θα κρατηθεί η ίδια τυπολογία με τα προηγούμενα.

Η συνολική επιφάνεια των προς αντικατάσταση κουφωμάτων είναι  $1125,65 \text{ m}^2$ .

Ανάλογα με τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων και το μέγεθος της επιφανείας τους, σημαντικότερη είναι η μείωση των θερμικών απωλειών και του θερμικού κέρδους και κατά συνέπεια του απαιτούμενου θερμικού ή ψυκτικού φορτίου (στους χώρους που κλιματίζονται).

Τα δάπεδα των κτιρίων δεν θερμομονώνονται για κατασκευαστικούς και λειτουργικούς λόγους.

### **2.6 Αντικατάσταση εξωτερικών θυρών**

Επίσης αντικαθίστανται οι εξωτερικές θύρες με τον υψηλό συντελεστή θερμοπερατότητας  $U=6,0 \text{ W/m K}$  με θερμομονωτικές εξωτερικές θύρες αλουμινίου  $U<2,0 \text{ W/m K}$ .



### **2.7 Ενεργειακή αναβάθμιση των Η/Μ εγκαταστάσεων**

Προκειμένου να μειωθεί περαιτέρω η τελική ενεργειακή κατανάλωση του προς επιθεώρηση υφιστάμενου κτιρίου και αυτό να αποτυπωθεί με τη μείωση της κατανάλωση καυσίμων κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης, πρέπει να γίνει αναβάθμιση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Από την περιγραφή των Η/Μ εγκαταστάσεων καθώς και από τα μεγέθη των ενεργειακών καταναλώσεων εντοπίζονται τα εξής σημεία (από ενεργειακή άποψη), του κτιρίου:

- Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης της Κεντρικής Θέρμανσης είναι παλαιοί λέβητες πετρελαίου χαμηλής ενεργειακής απόδοσης.
- Η λειτουργία του συστήματος κεντρικής θέρμανσης γίνεται μέσω θερμοστάτη, ανεξαρτήτως της εξωτερικής θερμοκρασίας και οι κυκλοφορητές είναι σταθερών στροφών.
- Οι κυκλοφορητές είναι παλαιάς τεχνολογίας, σταθερών στροφών και υψηλής κατανάλωσης.
- Δεν υπάρχει μηχανικός αερισμός ή μονάδες ανανέωσης αέρα (VAM)
- Τα φωτιστικά σώματα ως επί το πλείστον είναι παλαιάς τεχνολογίας φθορισμού T8 & T5 και αρκετά ενεργοβόρα.

Εκ των ανωτέρω και λαμβάνοντας υπ' όψη το στόχο της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου, καθορίζονται ως ακολούθως οι προτεραιότητες ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου:

- Αναβάθμιση συστήματος Κεντρικής Θέρμανσης και Κλιματισμού με Αντλίες Θερμότητας Αέρος/ Νερού τεχνολογίας Inverter σε συστοιχία.
- Αντικατάσταση νέων κυκλοφορητών με Inverter χαμηλής κατανάλωσης.
- Εγκατάσταση τοπικών εναλλακτών αέρα-αέρα με ανάκτηση για μηχανικό αερισμό και σύστημα αεραγωγών.
- Αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με νέα υψηλής απόδοσης τεχνολογίας διόδων φωτοεκπομπής LED.
- Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων συνολικής ισχύος 99,6 kWp. Η διάταξη των φωτοβολταϊκών συστημάτων θα είναι του τύπου Net-Metering σύμφωνα με τη νέα νομοθεσία. Η διάταξη net-metering είναι η ιδανική επιλογή



για το σχολικό συγκρότημα λόγω της εκμετάλλευσης των συστημάτων σε όλη τη διάρκεια του έτους και αποφυγή εγκατάστασης συστοιχιών συσσωρευτών.

## **2.8 Αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου με αντλίες θερμότητας**

### ***inverter υψηλής απόδοσης***

Προβλέπεται η εγκατάσταση δύο (2) Αντλιών Θερμότητας αέρα – νερού, θερμικής ισχύος **572 kW** εκάστη, τύπου Inverter σε συστοιχία. Οι Αντλίες Θερμότητας θα φέρουν ενσωματωμένη υδραυλική μονάδα (με κυκλοφορητή, φίλτρο κλπ), θα είναι υψηλής απόδοσης και χαμηλού στάθμης θορύβου, πιστοποιημένες κατά Eurovent, **Ενεργειακής Κλάσης A** και σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή οδηγία Ecodesign και θα συνδεθούν με νέο δίκτυο σωληνώσεων με ισχυρή θερμομόνωση με εντός εδάφους όδευση, στον υπάρχον συλλέκτη. Θα τοποθετηθούν σε συγκεκριμένο χώρο που φαίνεται στα σχέδια για να μην προκαλούν ηχητική όχληση στους χρήστες του κτιρίου.



**Ενδεικτικός Τύπος:** Trane CXAF 165 HE LN ή ισοδύναμος εύφημου γνωστού κατασκευαστή

## **2.9 Αντικατάσταση των κυκλοφορητών με νέους inverter υψηλής**

### **απόδοσης**

Οι κυκλοφορητές της εγκατάστασης είναι παλιάς τεχνολογίας, ενεργοβόροι και σταθερών στροφών. Προτείνεται η αντικατάστασή τους με νέους κυκλοφορητές μεταβλητών στροφών τεχνολογίας inverter χαμηλής κατανάλωσης.



## **2.10 Αναβάθμιση του συστήματος τεχνητού φωτισμού**

Τα υφιστάμενα φωτιστικά σώματα/λαμπτήρες είναι πεπαλαιωμένα, συμβατικής τεχνολογίας φθορισμού T8 & T5, με αποτέλεσμα την υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και το μη ικανοποιητικό επίπεδο φωτισμού των χώρων.

Βασικός στόχος των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στις εγκαταστάσεις του φωτισμού είναι η αποτελεσματική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας χωρίς επιπτώσεις στην ποιότητα του φωτισμού και την οπτική άνεση των χρηστών των κτιρίων. Οι ηλεκτρικοί λαμπτήρες λόγω της ανάγκης φωτισμού των χώρων αρκετές ώρες την ημέρα καταναλίσκουν σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Επισημαίνεται ότι στον κύκλο ζωής ενός κτιρίου το κόστος εγκατάστασης των συστημάτων φωτισμού αποτελεί το 3% του συνολικού κόστους της εγκατάστασης φωτισμού και

της λειτουργίας της, ενώ το κόστος της καταναλισκόμενης ενέργειας αποτελεί το 86% και επομένως επιβάλλεται η εφαρμογή τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας στην εγκατάσταση φωτισμού του κτιρίου.

Προβλέπεται η αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με νέα, υψηλής απόδοσης, τεχνολογίας διόδων φωτοεκπομπής LED.

Τα φωτιστικά σώματα τεχνολογίας διόδων φωτοεκπομπής LED προσφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας (άνω του 50%) καθώς και οπτική άνεση για τους χρήστες.



**Ενδεικτικός Τύπος:** Philips Coreline LED ή ισοδύναμος εύφημου γνωστού κατασκευαστή

### **2.11 Εγκατάσταση Συστήματος Μηχανικού Αερισμού**

Στο κτίριο όπως αναφέραμε ο αερισμός του κτιρίου γίνεται με χειροκίνητο τρόπο. Ο Κ.Εν.Α.Κ. ορίζει στα κτίρια όπως τα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης η συνολική παροχή

του νωπού αέρα να γίνεται με μηχανικό αερισμό. Στα πλαίσια της θερμικής άνεσης καθώς και της ποιότητας του εσωτερικού αέρα κρίνεται απαραίτητη η εγκατάσταση συστημάτων μηχανικού αερισμού που θα παρέχουν στο κτίριο νωπό αέρα. Η εισαγωγή θα γίνεται με εναλλάκτες αέρα αέρα (VAM) με ανάκτηση τουλάχιστον 70% μέσω δικτύου αεραγωγών.

Λόγω της τεχνικής δυσκολίας κατασκευής νέου δικτύου αεραγωγών στις αίθουσες θα τοποθετηθούν μικρά VAM των 60 m<sup>3</sup>/h.



## **2.12 Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων με συμψηφισμό**

### **Γενικά**

Προβλέπεται η εγκατάσταση 4 φωτοβολταϊκών συστημάτων, με εφαρμογή του συστήματος ενεργειακού συμψηφισμού (net-metering). Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα συστήματα αυτά και δίνονται τα βασικά τους χαρακτηριστικά.

Το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. θα αποτελείται από φωτοβολταϊκούς σταθμούς, οι οποίοι θα εγκατασταθούν επί των στεγών του κτηρίου. Οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί θα εγκατασταθούν με στόχο το συμψηφισμό της παραγωγής και της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στο 1<sup>ο</sup> Γ.Ε.Λ. Κομοτηνής. Το συνολικό μέγεθος των φωτοβολταϊκών σταθμών έχει καθοριστεί από τη διαθέσιμη έκταση των κεραμοσκεπών, από τη μέγιστη δυνάμενη ισχύ για καθεστώς net metering σύμφωνα με τον Δ.Ε.Δ.Η.Ε καθώς και τις νέες ανάγκες του κτιρίου μετά την ενεργειακή αναβάθμιση.

Για την κάλυψη λοιπόν μεγάλου τμήματος των ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου θα γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος διασυνδεδεμένο με το ηλεκτρικό δίκτυο για συμψηφισμό.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα που θα τοποθετηθούν στην κεραμοσκεπή του κτιρίου θα λειτουργεί με καθεστώς Αυτοπαραγωγού με Ενεργειακό Συμψηφισμό στο Δίκτυο MT (Net metering). Το σύστημα θα έχει συνολική μέγιστη ηλεκτρική ισχύ 99,6 kW.

Οι αντιστροφείς θα είναι τριφασικοί, τύπου "string inverter", δηλαδή θα συνδέουν τμήματα του Φ/Β συστήματος απ' ευθείας στο δίκτυο.

Συγκεκριμένα, το παραγόμενο συνεχές ρεύμα από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο σε μετατροπέα για να διατεθεί στο δίκτυο. Ένας μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας μετράει την ενέργεια που διοχετεύεται στο δίκτυο από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, ενώ ένας δεύτερος μετρητής ενέργειας καταγράφει την ενέργεια που καταναλώνεται από το δίκτυο για τις ανάγκες λειτουργίας του κτηρίου.

Η χρέωση ή η πίστωση ηλεκτρικής ενέργειας στον τελικό καταναλωτή προκύπτει από το αλγεβρικό άθροισμα παραγωγής – κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά ο αριθμός των φωτοβολταϊκών σταθμών που θα εγκατασταθούν στην κεραμοσκεπή.

A/α	Φ/Β σύστημα	Ισχύς σε kWp	Πλήθος Panel	Ισχύς Panel
1	1	<b>21,0</b>	70	300
2	2	<b>26,4</b>	88	300
3	3	<b>40,8</b>	136	300
4	4	<b>11,4</b>	38	300

**Συνολική Ισχύς : 99,6 kWp**



**2.13 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ****ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ**

Στις παραπάνω παραγράφους περιεγράφηκαν και αναλύθηκαν οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που θα υλοποιηθούν στην σχολική μονάδα.

**Από την υλοποίηση του συνόλου των παρεμβάσεων η Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας είναι 72,10 %.**

Παρακάτω παρουσιάζονται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υφιστάμενο Κτίριο	Ενεργειακή Αναβάθμιση
Λειτουργικό κόστος (€)	65.644,70 €	147.306,90	45.235,00
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			1.712.097,75
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			200,3
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			72,10
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,4
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			54,10
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			16,80





3



Παράρτημα

Στο Παράρτημα υπάρχουν:

## Παράρτημα - Πίνακες ΕΤΕΠ

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΤΕΠ
1.	Επικεραμώσεις στεγών	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-05-01-00
2.	Σιδηρά κουφώματα	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-08-02-00
3.	Διπλοί υαλοπίνακες με ενδιάμεσο κενό	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-08-07-02
4.	Συστήματα κτιριακών σωληνώσεων υπό πίεση με σωλήνες πολυπροπυλενίου	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-01-04-01
5.	Δίκτυα αεραγωγών με μεταλλικά φύλλα	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-07-01-01
6.	Μονώσεις αεραγωγών με υαλοβάμβακα ή πετροβάμβακα	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-07-02-01
7.	Καθαίρεση επιχρισμάτων τοιχοποιίας	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-02-01-01
8.	Ικριώματα	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-03-00-00
9.	Στεγανοποίηση δωμαίων και στεγών οπλισμένου σκυροδέματος	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-06-01-01
10.	Θερμομονώσεις δωμαίων	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-06-02-02
11.	Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-06-02-02
12.	Θερμομονώσεις κεραμοσκεπών στεγών	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-06-02-03

13.	Πόρτες και παράθυρα αλουμινίου	ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-08-03-00
14.	Δίκτυα αεραγωγών με μεταλλικά φύλλα	04-07-01-01
15.	Φρεάτια δικτύων αποχέτευσης εκτός κτιρίου (ανοικτής ροής)	04-04-05-01
16.	Πλαστικές σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων	04-07-01-01