



---

## **ΔΗΜΟΣ ΛΑΜΙΕΩΝ**

### **Διεύθυνση Υποδομών & Τεχνικών Έργων**

#### **ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΕΓΑΣΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΟΜΩΝ**

### **ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ**



Οκτώβριος 2021

## Πίνακας περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	3
1.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	3
1.2 ΦΥΣΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ .....	3
2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	5
2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	5
2.1.2 Περιγραφή δομικών στοιχείων κτιρίου .....	8
2.1.3 Κκελυφος κτιριου.....	8
2.1.4 Υαλοσταςια - υαλοπινακες .....	8
2.1.5 Δωματα - πυλωτες .....	8
2.1.6 Διαμορφωση εσωτερικων χωρων .....	8
2.2 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ .....	10
2.2.1 Ηλεκτρικοι πινακες .....	10
2.2.2 Ηλεκτρικες γραμμες .....	12
2.2.3 Φωτισμος.....	12
2.3 ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ – ΑΕΡΙΣΜΟΣ .....	13
2.4 ΛΟΙΠΕΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ .....	15
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	16
4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	17
5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ .....	20
6. ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ.....	21
7. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ & ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ.....	22

# 1. Εισαγωγή

---

## 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η παρούσα Τεχνική Έκθεση συντάσσεται στα πλαίσια της Πρόσκλησης της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας με κωδικό. 64, Α/Α ΟΠΣ 4131 και τίτλο «Έργα αναβάθμισης της ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας σε Δημόσια κτίρια στις περιοχές παρέμβασης των Στρατηγικών Βιώσιμης Αστικής Ανάπτυξης (ΣΒΑΑ)»

Η εν λόγω Πρόσκληση εντάσσεται στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Στερεά Ελλάδα» και στον, συγχρηματοδοτούμενο από το ΕΤΠΑ, Άξονα Προτεραιότητας 4 «Υποστήριξη της μετάβασης προς μία οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε όλους τους τομείς.

Σύμφωνα με το «Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Αναβάθμιση των Δημοτικών Κτιρίων της Λαμίας» (Διεύθυνση Υποδομών & Τεχνικών Έργων, Δεκέμβριος 2020), έχουν επιλεγεί για να ενταχθούν στην εν λόγω Πρόταση το κτίριο του πρώην Α΄ΚΑΠΗ επί της οδού Μακροπούλου και το δημοτικό κτίριο επί των οδών Τυμφρηστού & Κάλβου (Γ΄ ΚΑΠΗ)

Το δεύτερο από τα παραπάνω έργα αποτελεί και το αντικείμενο της παρούσας τεχνικής έκθεσης.

## 1.2 ΦΥΣΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Η παρούσα Τεχνική Έκθεση αφορά το έργο με τίτλο «Αναβάθμιση κτιρίου στέγασης κοινωνικών δομών»

Στα πλαίσια του έργου αυτού θα γίνουν παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας με στόχο της ενεργειακής αναβάθμιση της ενεργειακής κατηγορίας του κτιρίου από **Δ** που βρίσκεται σήμερα, σε **B+** τουλάχιστον, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Πρόσκλησης

Στη συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά η μεθοδολογία αποτύπωσης της υφιστάμενης κατάστασης και επιλογής των απαιτούμενων παρεμβάσεων.

Σύμφωνα με αυτήν και έχοντας ως γνώμονα τη βέλτιστη σχέση κόστους – οφέλους προτείνονται οι ακόλουθες παρεμβάσεις:

1. Μόνωση του δωματίων και πυλωτών
2. Κατασκευή περιμετρικής εξωτερικής – εσωτερικής θερμομόνωσης
3. Αντικατάσταση των υφιστάμενων σιδηρών ή αλουμιένιων κουφωμάτων με μονό ή διπλό υαλοπίνακα με νέα από αλουμίνιο, υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Τοποθέτηση εξωτερικών σκιάστρων για μείωση των ψυκτικών φορτίων το καλοκαίρι

4. Εγκατάσταση κλιματιστικών μονάδων απευθείας εκτόνωσης με πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης (κατηγορία A++ τουλάχιστον) και ξεχωριστό έλεγχο ανά χώρο.
5. Εγκατάσταση συστημάτων εξαερισμού με ανάκτηση ενέργειας σε βαθμό μεγαλύτερο του 70%
6. Αντικατάσταση του συνόλου των φωτιστικών σωμάτων του με νέα φωτιστικά τεχνολογίας LED, υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Ταυτόχρονα θα γίνει αντικατάσταση όλων των ηλεκτρικών πινάκων, οι οποίοι θα πληρούν πλέον όλες τις διατάξεις του ΕΛΟΤ HD384 ως προς την ασφάλεια και την λειτουργικότητα.
7. Αντικατάσταση των παλαιών λεβήτων πετρελαίου με νέους λέβητες πετρελαίου / φυσικού αερίου, χαμηλών θερμοκρασιών, με μέσο βαθμό απόδοσης έως και 94%. Συμπεριλαμβάνεται επίσης πλήρης ανακαίνιση των λεβητοστασίων με νέους ηλεκτρονικούς κυκλοφορητές χαμηλής κατανάλωσης, νέα εξαρτήματα και νέους ηλεκτρικούς πίνακες ισχύος - αυτοματισμών
8. Εγκατάσταση συστήματος αντιστάθμισης εξωτερικής θερμοκρασίας και στους δύο λέβητες καθώς και θερμοστατικές βαλβίδες σε όλα τα θερμαντικά σώματα για απόλυτη αυτονομία χώρων
9. Εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος για την κάλυψη μέρους των ετήσιων αναγκών σε θέρμανση και κατανάλωση νερού χρήσης για τον Ξενώνα

## 2. Υφιστάμενη κατάσταση κτιρίου

### 2.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το Δημοτικό κτίριο πολλαπλών χρήσεων βρίσκεται στην βορειοδυτική πλευρά της πόλης, στην περιοχή «Άνοιξη» στη συμβολή των οδών Τυμφρηστού και Κάλβου (συντεταγμένες 363440, 4307400).

Το κτίριο αποτελείται από τέσσερα επίπεδα: με το ισόγειο να φιλοξενεί το 13<sup>ο</sup> Δημοτικό Σχολείο Λαμίας καθώς και μηχανολογικούς χώρους, τον 1<sup>ο</sup> όροφο να έχει πολλαπλή χρήση για προσκόπους και αθλητικές δραστηριότητες, τον 2<sup>ο</sup> και τον 3<sup>ο</sup> χώρο να φιλοξενούν κοινωνικές δομές του δήμου: 3<sup>ο</sup> ΚΑΠΗ, Κέντρο Ημερήσιας Φροντίδας Ηλικιωμένων (Κ.Η.Φ.Η.), κ.α.

Βορειοδυτικά συνορεύει με την οδό Τυμφρηστού και νότια - νοτιοανατολικά με την οδό Κάλβου.

Το αρχικό κτίριο έχει κατασκευαστεί μεταξύ 1981 - 1984 και η πρώτη λειτουργία του εκτιμάται το έτος 1985. Στη συνέχεια και μέχρι σήμερα έχει υποστεί διάφορες προσθήκες και παρεμβάσεις.

Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται όψεις του κτιρίου



Εικόνα 1: Αεροφωτογραφία κτιρίου κοινωνικών δομών (Γ' ΚΑΠΗ)





Εικόνα 2: Νοτιοδυτική πλευρά κτιρίου (οδός Κάλβου)



Εικόνα 3: Βορειοδυτική πλευρά κτιρίου (οδός Τυμφρηστού)





Εικόνα 4: Νοτιοανατολική πλευρά κτιρίου (οδός Κάλβου)



Εικόνα 4: Βορειοανατολική πλευρά κτιρίου

### **2.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ**

Το κτίριο είναι τυπική κατασκευή της δεκαετίας του '80 από οπλισμένο σκυρόδεμα και οπτοπλινθοδομή, χωρίς μονώσεις στον φέροντα οργανισμό, τα δώματα και τις πυλωτές, ενώ οι πλάκες των ενδιάμεσων ορόφων είναι τύπου Zoellner.

### **2.1.3 ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

Όπως προαναφέρθηκε, το κέλυφος του κτιρίου είναι θερμικά αθωράκιστο λόγω της έλλειψης θερμομόνωσης σε υποστυλώματα και δοκούς και την παρουσία πολλών θερμογεφυρών, εγγενές πρόβλημα της τοποθέτησης της θερμομόνωσης εντός της τοιχοποιίας. Επίσης, εμφανίζονται εκτεταμένες φθορές στην εξωτερική βαφή καθώς και στα επιχρίσματα.

### **2.1.4 ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ - ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ**

Τα υαλοστάσια είναι μεταλλικά (αλουμίνιο) ανοιγόμενου τύπου, χωρίς σύστημα θερμοδιακοπής. Οι υαλοπίνακες είναι κατά βάση διπλοί, ωστόσο δεν απουσιάζουν και οι μονοί υαλοπίνακες σε μεταλλικά πλαίσια που εμφανίζουν μεγάλες φθορές, κυρίως στην βορειοανατολική πλευρά του κτιρίου. Στην νοτιοανατολική πλευρά τα υαλοστάσια έχουν ιδιαίτερα μεγάλες επιφάνειες, χωρίς να συνοδεύονται από επαρκή συστήματα εξωτερικής σκίασης.

### **2.1.5 ΔΩΜΑΤΑ - ΠΥΛΩΤΕΣ**

Το κτίριο διαθέτει μεγάλες επιφάνειες αμόνωτων δωμάτων και πυλωτών με πλάκες τύπου Zoellner, λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής του διαμόρφωσης. Αντεστραμμένο δώμα έχει κατασκευαστεί μόνο άνωθεν του Γ' ορόφου, προφανώς με την ευκαιρία τοποθέτησης του φωτοβολταϊκού συστήματος. Τμήμα του ιδίου ορόφου φέρει κεραμοσκεπή, χωρίς σύστημα θερμομόνωσης.

### **2.1.6 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ**

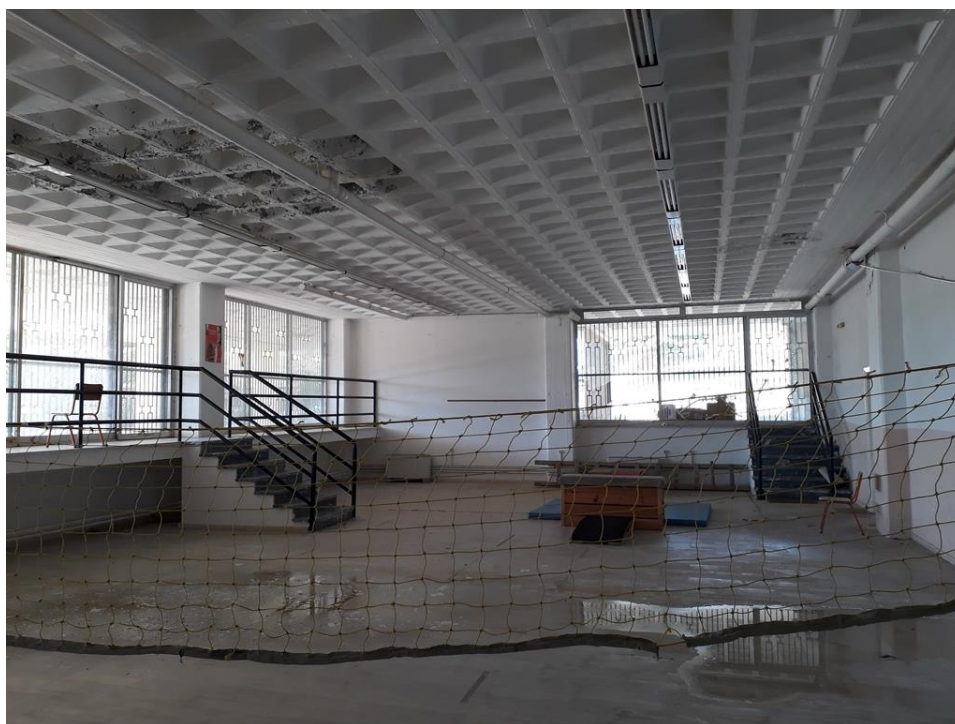
Το ισόγειο από την οδό Κάλβου στεγάζει το 13<sup>ο</sup> δημοτικό σχολείο και αποτελείται από 6 αίθουσες διδασκαλίας, 2 γραφεία διεύθυνσης / διδασκόντων, μια εσωτερική «τυφλή» αίθουσα πολλαπλών χρήσεων επιφάνειας 100 τ.μ. περίπου καθώς και βοηθητικούς χώρους: WC, αποθήκες, λεβητοστάσια.





Εικόνα 6: Σχολικές αίθουσες ισογείου

Ο 1ος όροφος αποτελείται από 2 αίθουσες που χρησιμοποιούνται από το σχολείο, έναν ενιαίο χώρο 200 τ.μ. περίπου που προορίζεται για γυμναστήριο, έναν ενιαίο χώρο 220 τ.μ. περίπου που έχει, προς το παρόν, παραχωρηθεί προς χρήση στο Σώμα Προσκόπων, μια «τυφλή» αίθουσα τοξοβολίας 65 τμ., καθώς και διάφορους βοηθητικούς χώρους: WC, αποθήκες.



Εικόνα 7: Χώρος γυμναστηρίου α' ορόφου

## **2.2 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**

Το κτίριο τροφοδοτείται με πολλαπλές παροχές χαμηλής τάσης, με τους περισσότερους μετρητές να βρίσκονται συγκεντρωμένοι σε χώρο του β' ορόφου (ξενώνας). Στο δώμα του κτιρίου είναι εγκατεστημένο φωτοβολταϊκό σύστημα 20kW την εκμετάλλευση του οποίου έχει ιδιωτική εταιρεία. Ο μετρητής του εν λόγω συστήματος βρίσκεται επίσης στον ίδιο χώρο (εικόνα 14).

### **2.2.1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ**

Οι ηλεκτρικοί πίνακες χρονολογούνται από την εποχή κατασκευής του κτιρίου (1984-1985), έχουν υποστεί διάφορες κατά καιρούς παρεμβάσεις, δεν διαθέτουν αυτόματους διακόπτες διαρροής ρεύματος και γενικά βρίσκονται σε κακή κατάσταση, όπως μαρτυρούν και οι ενδεικτικές εικόνες 15 και 16.



Εικόνα 8: Θέση ηλεκτρικών μετρητών στον β' όροφο



Εικόνα 9: Ηλεκτρικός πίνακας ξενώνα (β' όροφος)



Εικόνα 10: Υφιστάμενος ηλεκτρικός πίνακας α' ορόφου

### **2.2.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ**

Στην πλειονότητα τους οι ηλεκτρικές γραμμές είτε είναι χωνευτές, είτε οδεύουν εντός ψευδοροφών όπως και σε κανάλια και σωλήνες προστασίας.

### **2.2.3 ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Ο φωτισμός αποτελείται αποκλειστικά από φωτιστικά οροφής και ψευδοροφής με γαλακτόχρωμα καλύμματα, λαμπτήρες φθορισμού κυλινδρικού τύπου και ηλεκτρομηχανικά ballast υψηλών απωλειών. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ανέρχεται σε 15 kWε περίπου. Τα συστήματα έναυσης είναι απλά με διακόπτες φωτισμού.



Εικόνα 11: Φωτισμός σχολικών αιθουσών





Εικόνα 12: Φωτισμός ξενώνα

### 2.3 ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ – ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Η αρχική ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση (1984-85) περιελάμβανε τον εξής εξοπλισμό:

- Δύο (2) χαλύβδινους λέβητες θερμού νερού 375 και 95 kW, εκ των οποίων ο μικρότερος καλύπτει τις ανάγκες του σχολείου, ενώ ο μεγαλύτερος τους υπόλοιπους 3 ορόφους με ισάριθμα ανεξάρτητα κυκλώματα θερμού νερού. Δύο δεξαμενές πετρελαίου, μία για κάθε λέβητα. Εξαερισμό μέσω «κουραγκλέζ» διαθέτει μόνο το ένα λεβητοστάσιο, ενώ το άλλο εξαερίζεται μέσω των εσωτερικών χώρων του σχολείου.
- Χαλύβδινα σώματα τύπου ΑΚΑΝ σε όλους τους χώρους εκτός του Γ' ΚΑΠΗ (3<sup>ος</sup> όροφος) όπου υπάρχουν και σώματα τύπου Runtal, όλα συνδεδεμένα σε χαλύβδινα δίκτυα διανομής
- Τοπικές μονάδες αέρα – νερού σε ξεχωριστά κυκλώματα, κυρίως στον χώρο του «γυμναστηρίου» οι οποίες βρίσκονται εκτός λειτουργίας
- Μεγάλο αριθμό τοπικών διαιρούμενων κλιματιστικών μονάδων – αντλιών θερμότητας με ισχύ από 2,6 έως 14 kW. Η συνολική εγκατεστημένη ψυκτική ισχύς υπολογίζεται σε 75 kW. Η παλαιότητα των περισσότερων υπερβαίνει τα 15 έτη
- Η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης γίνεται με ηλεκτρικούς θερμαντήρες, ενώ στον ξενώνα χρησιμοποιείται και το νερό του λέβητα με χρήση “ηλεκτρομπόιλερ”

- Τεχνητός εξαερισμός δεν υπάρχει παρά μόνο μια μονάδα 800 m<sup>3</sup>/h στην κεντρική αίθουσα του ξενώνα και τοπικοί εξαεριστήρες στα WC.



Εικόνα 13: Λέβητας παραγωγής θερμού νερού κτιρίου (πλην σχολείου)



Εικόνα 14: Λέβητας παραγωγής θερμού νερού 13ου δημοτικού σχολείου

## 2.4 ΛΟΙΠΕΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Στο υψηλότερο δώμα του κτιρίου είναι εγκατεστημένο φωτοβολταϊκό σύστημα 20kWp, η εκμετάλλευση του οποίου γίνεται από ιδιωτική εταιρεία (Εικόνα 27). Οι μετατροπείς (inverters) βρίσκονται στον ίδιο χώρο, ενώ οι αντίστοιχοι μετρητές είναι εγκατεστημένοι στον χώρο μετρητών του β' ορόφου.



Εικόνα 15: Φωτοβολταϊκή εγκατάσταση δώματος

### 3. Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κτιρίου

Στο κτίριο διενεργήθηκαν έξι (6) ξεχωριστές Ενεργειακές Επιθεωρήσεις, ανάλογα με τις διαφορετικές χρήσεις του κτιρίου. Τα αποτελέσματα των επιθεωρήσεων συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πιν. 1 Ενεργειακές επιθεωρήσεις υφιστάμενου κτιρίου

α/α	Τμήμα Κτιρίου	Επιφάνεια	Πρωτ. Ενεργ. (kWh/m <sup>2</sup> .yr)	Ενεργ. Κατηγορία
1	Δημοτικό σχολείο (Ισόγειο)	543,3	162,6 – 189,8	E - Δ
2	Χώροι πολλαπλών χρήσεων (Α' όροφος)	740,1	258,2	Δ
3	Ξενώνας (Β' Όροφος)	520,4	495,5	E
4	Κέντρο Ημερ. Φροντίδας Ηλικιωμένων (Κ.Η.Φ.Η.) (Β' όροφος)	189,0	624,2	Z
5	Κ.Α.Π.Η. (Γ' όροφος)	592,6	383,9	E

Τα κυριότερα προβλήματα που παρατηρήθηκαν και που οδηγούν στην μειωμένη ενεργειακή απόδοση του κτιρίου είναι τα ακόλουθα:

- Αμόνωτα δώματα και πυλωτές
- Ύπαρξη μονών υαλοπινάκων σε μεταλλικά παλαιά υαλοστάσια
- Ανύπαρκτη σκίαση στην – εκτεθειμένη – νοτιοανατολική πλευρά
- Χαμηλός βαθμός απόδοσης συστήματος κεντρικής θέρμανσης: παλαιοί λέβητες, απουσία συστήματος αντιστάθμισης θερμοκρασίας, απουσία ελέγχου ανά χώρο ή θερμαντικό σώμα, κοινό δίκτυο για Ξενώνα και ΚΗΦΗ
- Θέρμανση νερού χρήσης με ηλεκτρική ενέργεια κατά κύριο λόγο
- Συστήματα κλιματισμού παλαιά με χαμηλό SEER
- Απουσία συστημάτων νυκτερινού δροσισμού
- Φωτισμός με φωτιστικά σώματα και λαμπτήρες φθορισμού χαμηλής απόδοσης



## 4. Προτεινόμενες παρεμβάσεις

---

Προκειμένου το κτίριο να αναβαθμιστεί ενεργειακά στην κατηγορία B+ απαιτείται μια σειρά παρεμβάσεων που θα λειτουργούν αθροιστικά.

Προκειμένου να προσδιοριστούν ποιοτικά αλλά και ποσοτικά οι παρεμβάσεις αυτές, εκπονήθηκε μια ενεργειακή μελέτη σαν το κτίριο να ήταν νεόδμητο, με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, αλλά με δομικά στοιχεία και ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

Για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης, το κτίριο θεωρήθηκε ως ενιαίο αλλά με τις εξής θερμικές ζώνες ανάλογα με την χρήση:

1. Λουτρά
2. Χώροι πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης
3. Γραφεία
4. Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι & βοηθητικοί χώροι
5. Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων
6. Οικοτροφεία

Για κάθε μία από τις παραπάνω ζώνες – χρήσεις, ελήφθησαν υπόψη οι παραδοχές που παρέχονται από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2016 όσον αφορά στα ωράρια λειτουργίας, τον απαιτούμενο αερισμό, τις απαιτήσεις σε νερό χρήσης, τις θερμοκρασίες σχεδιασμού, κ.α.

Αφού μελετήθηκαν διάφορα σενάρια ενεργειακών παρεμβάσεων, βρέθηκε πως το επικρατέστερο σενάριο που εξασφαλίζει την αναβάθμιση σε κατηγορία B+ αποτελείται από τις ακόλουθες επί μέρους παρεμβάσεις:

**A) Μόνωση δωματίων και πυλωτών.** A) Μόνωση δωματίων και πυλωτών. Όπως ήδη έχει αναφερθεί, μονωμένο αντεστραμμένο δώμα υπάρχει μόνο στην οροφή του Γ' ορόφου, πλην της κεραμοσκεπής ενώ τα υπόλοιπα δώματα πάνω από θερμαινόμενους χώρους περιορίζονται στην μόνωση που προσφέρουν οι πλάκες Zoellner μαζί με υπόλοιπα δομικά στοιχεία: τσιμεντοκονίες ρύσεων, πλάκες επίστρωσης. Τα δώματα αυτά για εξοικονόμησης κόστους θα μονωθούν εσωτερικά με χρήση πετροβάμβακα (για λόγους πυροπροστασίας) πάχους 6 εκ και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda=0,035 \text{ W/m.K}$ . Κάτω από τη μόνωση θα υπάρχει κενό, ενώ θα τοποθετηθεί ψευδοροφή που εκτός από την μόνωση θα «κρύβει» και τις νέες εγκαταστάσεις κλιματισμού – εξαερισμού. Επίσης για την ενίσχυση της θερμομονωτικής επάρκειας του υφιστάμενου δώματος της οροφής του Α' ορόφου αλλά και για την χρήση επισκεψιμότητας αυτής επιλέχθηκε η εφαρμογή πλήρους βατότητας αντεστραμμένου δώματος με βιομηχανικό δάπεδο.

Όσον αφορά στις πυλωτές κάτω από μη θερμαινόμενους χώρους, θα γίνει εξωτερική θερμομόνωση με χρήση εξηλασμένης πολυστερίνης (Fibran) πάχους 6 εκ και  $\lambda=0,030 \text{ W/m.K.}$ , η οποία θα καλυφθεί με επίχρισμα.

**Β) Σκίαση των υαλοστασίων και υαλοπινάκων** στην νοτιοανατολική πλευρά. Η πλευρά αυτή του κτιρίου δέχεται μεγάλη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας τις πρωινές και μεσημβρινές ώρες και έχει ιδιαίτερα μεγάλες διαφανείς επιφάνειες. Αυτό συντελεί στην μεγάλη φωτεινότητα των χώρων, προσφέρει θερμική άνεση τους χειμερινούς μήνες αλλά έχει δυσμενείς επιπτώσεις όσον αφορά στα ψυκτικά φορτία τις υπόλοιπες εποχές του χρόνου. Εξωτερικά σκίαστρα (ρολά αλουμινίου, σε κακή κατάσταση) διαθέτουν μόνο τα δωμάτια του Β' ορόφου (Ξενώνας, ΚΗΦΗ), ενώ τα υπόλοιπα ανοίγματα «προστατεύονται» μόνο μέσω κουρτινών και εσωτερικών σκιάστρων. Στα πλαίσια της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου θα τοποθετηθούν οριζόντια ηλεκτροκίνητα εξωτερικά σκίαστρα σε όλα τα ανοίγματα της νοτιοδυτικής πλευράς: ΚΑΠΗ, Ξενώνας.

**Γ) Εξωτερική θερμομόνωση των αδιαφανών επιφανειών** με χρήση μονωτικού υλικού τύπου διογκωμένης πολυστερίνης (Neopor) με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda=0,032 \text{ W/m.K}$  και πάχος 7 εκ., με σκοπό την εξάλειψη των θερμογεφυρών από την ύπαρξη αμόνωντων υποστυλωμάτων, δοκών και σενάζ και γενικά την βελτίωση της θερμοπερατότητας του κελύφους.

**Δ) Αντικατάσταση των υαλοπετασμάτων** που φέρουν μονούς υαλοπίνακες ή βρίσκονται σε κακή κατάσταση από πλευράς αεροστεγανότητας και λειτουργικότητας, με νέα πιστοποιημένα υαλοστάσια με θερμοδιακοπή ( $U_f \leq 2,5 \text{ W/m}^2.\text{K}$ ) και διπλούς υαλοπίνακες (5/12/4mm) υψηλής ενεργειακής απόδοσης ( $U_g \leq 1,0 \text{ W/m}^2.\text{K}$ ). Οι συνολικοί συντελεστές θερμοπερατότητας που θα επιτευχθούν εξαρτώνται από την αναλογία πλαισίου – υαλοπίνακα, ωστόσο γενικά θα κυμαίνονται κάτω από  $2,0 \text{ W/m}^2.\text{K}$ .

**Ε) Αντικατάσταση των παλαιών κλιματιστικών μονάδων** χαμηλού SEER (2,2÷2,5 βάσει παλαιότητας) με νέα συστήματα υψηλής απόδοσης, τεχνολογίας inverter με  $\text{SEER} \geq 4,0$ , πολυδιαιρούμενα, έτσι ώστε να μειωθεί και ο αριθμός των εξωτερικών μονάδων στις όψεις του κτιρίου

**ΣΤ) Βελτίωση του συνολικού βαθμού απόδοσης του συστήματος θέρμανσης** με αλλαγή λεβήτων και χρήση «έξυπνων» συστημάτων διαχείρισης: συστήματα αντιστάθμισης εξωτερικής θερμοκρασίας, θερμοστατικές βαλβίδες στα θερμαντικά σώματα.

Συγκεκριμένα, ο μεγάλος λέβητας (375kW) για το υπόλοιπο κτίριο πλην του σχολείου, έχει μετρηθεί με βαθμό απόδοσης 88% περίπου. Ο βαθμός αυτός περιορίζεται περαιτέρω λόγω υπερδιαστασιολόγησης που ξεπερνά το 25%. Η πρόταση αναβάθμισης περιλαμβάνει την προμήθεια ενός λέβητα  $150 \div 200 \text{ kW}$ , χαμηλών θερμοκρασιών πιστοποιημένου και για φυσικό αέριο, το οποίο προς το παρόν δεν διατίθεται επί των οδών Τυμφρηστού ή Κάλβου, με εγγυημένο βαθμό απόδοσης  $\geq 93\%$ , με ταυτόχρονη εγκατάσταση συστήματος αντιστάθμισης

εξωτερικής θερμοκρασίας. Παρόμοια είναι και η πρόταση αντικατάστασης του σημερινού λέβητα 100kW που εξυπηρετεί τις ανάγκες του σχολείου.

Προβλέπεται επίσης η τοποθέτηση θερμοστατικών βαλβίδων σε όλα τα θερμαντικά σώματα.

Συγκεκριμένα για το ΚΗΦΗ, επειδή έχει διαφορετικό ωράριο χρήσης με τον Ξενώνα αλλά μοιράζεται το ίδιο υδραυλικό κύκλωμα με αυτόν, το οποίο είναι δύσκολο να διαχωριστεί, προβλέπεται η εγκατάσταση χρονικά προγραμματιζόμενων βαλβίδων στα θερμαντικά σώματα ώστε να αποφεύγεται η άσκοπη κατανάλωση ενέργειας.

**Ζ) Εξαερισμός των χώρων**, όπως ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. για κτίρια του τριτογενούς τομέα, με χρήση συστημάτων ανάκτησης ενέργειας κατά 65% τουλάχιστον.

Τα συστήματα που θα χρησιμοποιηθούν για τον τεχνητό (εξαναγκασμένο) αερισμό των χώρων θα είναι τεσσάρων ειδών:

- 1) Ημι-κεντρικά καναλάτα συστήματα  $1.000 \div 2.000 \text{ m}^3/\text{h}$  για τον εξαερισμό ενός ή περισσοτέρων χώρων, με ταυτόχρονη ανάκτηση ενέργειας  $\geq 65\%$  και την επιλογή by-pass για φυσικό δροσισμό (free-cooling)
- 2) Τοπικά συστήματα τζαμιού ή τοίχου  $80 - 300 \text{ m}^3/\text{h}$  με ανάκτηση ενέργειας  $\geq 65\%$
- 3) Συστήματα νυκτερινού δροσισμού με προσαγωγή – απαγωγή αέρα ελεγχόμενη από θερμοστάτη
- 4) Συστήματα προσαγωγής – απαγωγής αέρα ελεγχόμενα από θερμοστάτη

**Η) Αντικατάσταση όλων των παλαιών φωτιστικών** φθορισμού με νέα, τεχνολογίας LED, υψηλής απόδοσης  $\geq 100 \text{ lm/W}$ . Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς με την παροχή αυτή εκτιμάται σε  $15 \text{ kWh}$  και η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στις  $70 \text{ kWh/m}^2.\text{yr}$ . Ανεβάζοντας την απόδοση στα  $100 \text{ lm/W}$  ή και παραπάνω, θα επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

**Θ) Όσον αφορά στο ζεστό νερό χρήσης**, ουσιαστική ανάγκη υπάρχει μόνο στον Ξενώνα (βλ. Οικοτροφείο). Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. το 60% των ετήσιων αναγκών σε ζ.ν.χ. πρέπει να καλύπτεται από ηλιοθερμικά συστήματα. Η Ενεργειακή Μελέτη έδειξε πως με την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών συνολικής ωφέλιμης επιφάνειας  $12 \text{ m}^2$  σε συνδυασμό με δοχείο αποθήκευσης 500-600 λίτρων, επιτυγχάνεται κάλυψη  $\geq 60\%$

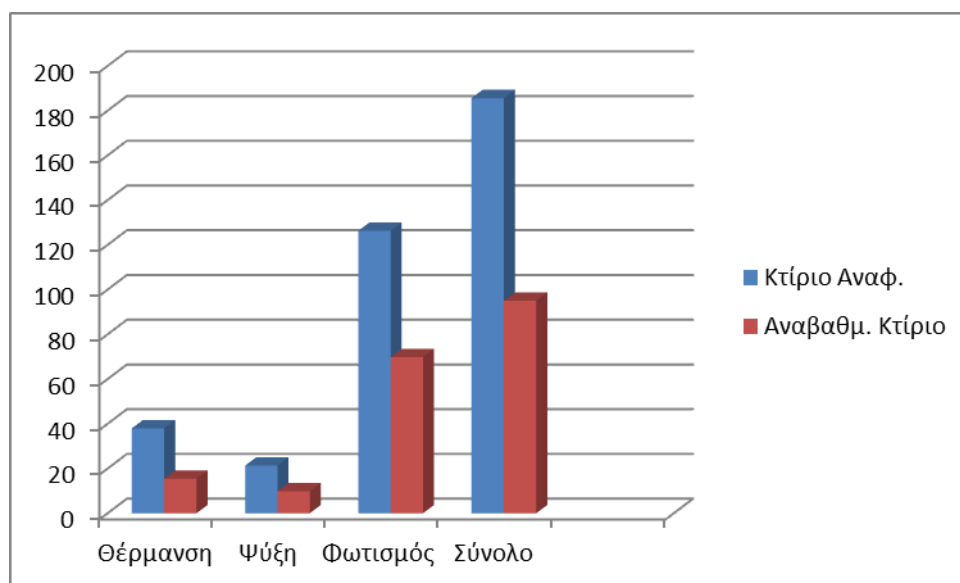
## 5. Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης μετά τις παρεμβάσεις

Αθροιστικά οι παραπάνω παρεμβάσεις οδηγούν σε μια ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας  $95 \text{ kWh/m}^2$ , με την αντίστοιχη κατανάλωση για το κτίριο αναφοράς να υπολογίζεται στις  $185,5 \text{ kWh/m}^2$  αντίστοιχα.

Ο επιμερισμός της κατανάλωσης ανά χρήση δίνεται στον παρακάτω πίνακα και στο αντίστοιχο διάγραμμα:

Πιν. 2 Καταναλώσεις αναβαθμισμένου κτιρίου ανά κατηγορία

Χρήση ενέργειας	Κτίριο Αναφοράς	Κτίριο μετά τις παρεμβάσεις
Θέρμανση	38,0	15,4
Ψύξη	21,3	9,8
Φωτισμός	126,3	69,8
Σύνολο:	185,6	95,0



Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αναβαθμισμένου κτιρίου και κτιρίου αναφοράς ( $\text{kWh/m}^2\cdot\text{yr}$ )

Με τις παραπάνω αποδόσεις, το κτίριο υπάγεται ενεργειακά στην κατηγορία B+, ενώ, όπως ήδη έχει προαναφερθεί, υπάρχουν περιθώρια επιπλέον εξοικονόμησης με χρήση φωτιστικών σωμάτων υπερ-υψηλής ενεργειακής απόδοσης.



## 6. Προσδοκώμενα οφέλη από την ενεργειακή αναβάθμιση

---

Τα έργα εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα παρουσιάζουν μεγάλο αριθμό οφελών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο ενώ το μεγάλο δυναμικό εξοικονόμησης που παρουσιάζουν έχουν οδηγήσει στην υιοθέτηση και προώθηση πολλαπλών αντίστοιχων πολιτικών σε εθνικό και Ευρωπαϊκό επίπεδο τα τελευταία χρόνια. Έτσι, ως οφέλη ενός έργου εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα δημόσιο κτίριο μπορούν να απαριθμηθούν :

- Εξοικονόμηση χρημάτων από τους μειωμένους λογαριασμούς ενέργειας του κτιρίου
- Βελτίωση των συνθηκών εργασίας – διαβίωσης εντός του κτιρίου (επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης, μείωσης του φαινομένου του «άρρωστου κτιρίου», κ.α.)
- Βελτίωση ελέγχου εγκαταστάσεων, μειωμένο κόστος συντήρησης
- Εξασφαλισμένη συνεχής ενεργειακή αυτάρκεια με την χρήση του φυσικού αερίου ως καυσίμου
- Προστασία του περιβάλλοντος από την χρήση λιγότερων καυσίμων που ρυπαίνουν το περιβάλλον κατά τη διάρκεια ζωής και χρήσης του κτιρίου
- Μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>
- Μείωση δευτερογενών φαινομένων όπως η θερμονησίδα πόλεων, κτλ
- Τόνωση της εργασίας και εμπορίου, ειδικά σε τοπικό επίπεδο
- Ευαισθητοποίηση των πολιτών για την εξοικονόμηση ενέργειας

## 7. Λειτουργικότητα & αξιοποίηση αποτελεσμάτων από την ενεργειακή αναβάθμιση

---

Το εν λόγω κτίριο στεγάζει ένα μεγάλο αριθμό δραστηριοτήτων του Δήμου Λαμιέων κοινωνικού κυρίως χαρακτήρα: ΚΑΠΗ, Κέντρο Ημερήσιας Φροντίδας, Ξενώνας, κ.α. Η επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης έχει, κατά πρώτον, κρίσιμη σημασία για την επιτέλεση του σκοπού του.

Κατά δεύτερον, η σημερινή αυξημένη χρήση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά την τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο κτίριο και κατά συνέπεια το κόστος συντήρησης και λειτουργίας του. Μετά την υλοποίηση της πρότασης, όπως φαίνεται και από τους υπολογισμούς που έγιναν θα υπάρξει μια εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 70,6% της κατανάλωσης του κτιρίου αναφοράς.

Η ενεργειακή αναβάθμιση συμπεριλαμβάνεται στον προγραμματισμό του Δ. Λαμιέων μέχρι το 2024, όπως αυτός αποτυπώνεται στο «Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Αναβάθμιση των δημοτικών κτιρίων της Λαμίας» (Δήμος, Λαμιέων, Δ/ση Υποδομών & Τεχνικών Έργων, Δεκέμβριος 2020).

- Το προτεινόμενο έργο θα έχει συνέργεια με άλλα παρόμοια έργα που έχουν υλοποιηθεί ή πρόκειται να υλοποιηθούν στον Δήμο Λαμιέων στα πλαίσια του υπό διαμόρφωση Σχεδίου Δράσης για την ενεργειακή αναβάθμιση των δημοτικών κτιρίων της Λαμίας.
- Το έργο θα είναι από τα πρώτα έργα στην περιοχή της Λαμίας που θα αφορά σε ενεργειακή αναβάθμιση δημόσιου κτιρίου σε τέτοιο μεγάλο βαθμό, δίνοντας έτσι παράδειγμα και για νέες παρεμβάσεις τέτοιου είδους και ενισχύοντας την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των πολιτών, κυρίως αν τύχει της δέουσας δημοσιότητας και προβολής.
- Μετά την ολοκλήρωση της πράξης θα πρέπει να γίνει ο ορισμός ενεργειακού υπευθύνου για την παρακολούθηση των καταναλώσεων ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας και την μέριμνα για την σωστή λειτουργία των νέων συστημάτων.
- Το Τμήμα συντήρησης θα έρθει σε επαφή με τις νέες τεχνολογίες και θα μπει σε διαδικασία απόκτησης της απαραίτητης τεχνογνωσίας

Υπάρχει θετική αναλογία κόστους/οφέλους ως προς τον προσδόκιμο χρόνο ζωής των παρεμβάσεων και με περιορισμένη ανάγκη συντήρησης, σύμφωνα με την Οδηγία 2012/27/ΕΕ.

Το κόστος της επένδυσης εκτιμάται από τον παρακάτω πίνακα (τελικές τιμές με Φ.Π.Α.):

Πίνακας 3. Κόστος ενεργειακών παρεμβάσεων

α/α	Είδος παρέμβασης	Εκτιμώμενο κόστος επένδυσης (€) <sup>(1)</sup>
1	Μόνωση δωματίων + Ψευδοροφές	17.850,00
2	Εξωτερικό κέλυφος	94.000,00
3	Αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα χαμηλής θερμοπερατότητας και σκίαστρα	130.000,00
4	Αντικατάσταση λέβητα πετρελαίου με νέο φυσικού αερίου, ανακαίνιση λεβητοστασίου, αυτοματισμοί σε λεβητοστάσιο και θερμαντικά σώματα	27.400,00
5	Αντικατάσταση κλιματιστικών με νέα, υψηλής ενεργειακής κατηγορίας, εξαερισμός με ανάκτηση ενέργειας	149.100,00
6	Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων με νέα τεχνολογίας LED	30.000,00
7	Ηλιοθερμικό σύστημα 12m <sup>2</sup> /500lt με σωληνοδίκτυο διανομής	6.750,00
8	Πρόσθετο κόστος για νέους ηλεκτρικούς πίνακες και ηλεκτρικές γραμμές, προκειμένου να υποστηριχτούν τα νέα συστήματα	32.500,00
9	Λοιπές συνοδές οικοδομικές εργασίες: διαχωριστικές γυψοσανίδες, υδραυλικά, αποκατάσταση μερεμετιών, κ.α.	52.400,00
	<b>Συνολικό κόστος παρεμβάσεων:</b>	<b>540.000,00</b>

(1) Προκύπτει από τον προϋπολογισμό του έργου με παραδοχή μεσοσταθμικής έκπτωσης 40%, πλέον εργαλαβικό όφελος 18% και ΦΠΑ 24%. Δεν έχουν συνυπολογιστεί απρόβλεπτες δαπάνες 15%.

Το ετήσιο λειτουργικό κόστος για το υφιστάμενο κτίριο, το κτίριο αναφοράς και το κτίριο που προκύπτει με την υλοποίηση του συνόλου των παρεμβάσεων, δίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4. Περίοδος αποπληρωμής – Μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υφιστάμενο κτίριο	Σενάριο παρεμβάσεων
Λειτουργικό κόστος (€)	35.618	63.118	18.156
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			540.000,00
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh)**			622.996
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			70,6
Αρχικό κόστος εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,85
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (tn)			210,3
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			11,75

**\*\* Βάσει της υπολογιζόμενης κατανάλωσης από τα εκδοθέντα ΠΕΑ και την Ενεργειακή Μελέτη**

Όπως αποδεικνύεται από τα παραπάνω, το κόστος της συνολικής επένδυσης αποσβένεται σε **11,75 έτη** (κατά προσέγγιση, χωρίς την χρήση προεξοφλητικού επιτοκίου την αναγωγή σε παρούσες αξίες (NPV), με την παραδοχή σταθερού κόστους πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας: 0,083€/kWh και 0,20€/kWh αντίστοιχα). Αντίστοιχα, ο μέσος χρόνος ζωής για τον εξοπλισμό και τις κατασκευές κυμαίνεται από >15 χρόνια (50.000h) για τα φωτιστικά σώματα, μέχρι >30 χρόνια για τις μονώσεις και τα υαλοστάσια – υαλοπετάσματα.

Ο προϋπολογισμός Πρότασης)/ (Επιφάνεια Χώρου) σε €/ m<sup>2</sup> είναι: **204€ / m<sup>2</sup>** περίπου

Για κάθε εξοικονομούμενη kWh πρωτογενούς ενέργειας ετησίως , δαπανώνται **0,85€**

Λαμία, Νοέμβριος 2021

Οι Συντάξαντες

Θεωρήθηκε

Η Αναπλ. Προϊσταμένη Διεύθυνσης

Ιωάννης Γκέτσιος

Αρχιτέκτων Μηχανικός

Αφροδίτη Πολιτοπούλου

Αρχιτέκτων Μηχανικός

Δήμητρα Τζούκα

Πολιτικός Μηχανικός

Θεόδωρος Φούντας

Μηχανολόγος Μηχανικός

Αν. Προϊστάμενος