



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ  
**ΔΗΜΟΣ ΜΟΣΧΑΤΟΥ-ΤΑΥΡΟΥ**  
Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΔΟΜΗΣΗΣ

**ΕΡΓΟ :** ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΣΧΟΛΙΚΟΥ  
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ 1<sup>ου</sup> – 2<sup>ου</sup> ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ΚΑΙ 1<sup>ου</sup>  
ΛΥΚΕΙΟΥ Δ.Κ. ΤΑΥΡΟΥ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΜΟΣΧΑΤΟΥ -  
ΤΑΥΡΟΥ

**ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ:** 2.121.300,00 € με Φ.Π.Α.

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:** 01 / 2021

## **ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Η/Μ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΓΕΝΙΚΑ.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....</b>	<b>3</b>
<b>3. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΩΝ.....</b>	<b>5</b>
3.1 1ο – 2ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΤΑΥΡΟΥ .....	5
3.2 1ο ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΤΑΥΡΟΥ .....	5
<b>4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ .....</b>	<b>7</b>
4.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	9
4.3 ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ .....	10
4.4 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ .....	11
4.4.1 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ.....	11
4.4.2 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ ΙΣΧΥΟΣ (INVERTER).....	12
4.4.3 ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ – ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ.....	13
4.4.4 ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ.....	13
4.4.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ .....	14
4.4.6 ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	14
4.4.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	15
4.4.8 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	15

**ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Η/Μ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**  
**1<sup>ο</sup> – 2<sup>ο</sup> ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΚΑΙ 1<sup>ο</sup> ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΤΑΥΡΟΥ**

**1. ΓΕΝΙΚΑ**

Η παρούσα Τεχνική Περιγραφή αφορά στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων του **1<sup>ου</sup> - 2<sup>ου</sup> Γυμνασίου Ταύρου και 1<sup>ου</sup> Γενικού Λυκείου Ταύρου, επί των οδών Αγίας Σοφίας - Κορυζή και Θράκης, στον Ταύρο**. Οι δράσεις αφορούν, σε γενικές γραμμές, στην ανακατασκευή των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης λόγω εκτεταμένων διαρροών, στην αντικατάσταση των θερμαντικών σωμάτων, στην τοποθέτηση θερμοστατικών βαλβίδων, στην εγκατάσταση συστήματος αντιστάθμισης κεντρικής θέρμανσης, στην αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων και στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

**2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**

Για όλες τις κατηγορίες εργασιών θα εφαρμοστούν ή θα ληφθούν υπ' όψη, οι ισχύοντες Νόμοι, Οδηγίες, Προεδρικά Διατάγματα, Αποφάσεις και Εγκύκλιοι, όπως:

- Ν.4412/2016 (ΦΕΚ Α 147/8.8.2016) Δημόσιες Συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών (προσαρμογή στις Οδηγίες 2014/24/ΕΕ και 2014/25/ΕΕ)
- Οι ισχύουσες προδιαγραφές για τις κατηγορίες των εργασιών
- Η λοιπή ισχύουσα εγχώρια και κοινοτική νομοθεσία που αφορά τον τομέα των κτιριακών έργων εν γένει ( Ευρωκώδικες, Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), οδηγία 2010/31/ΕΕ)

**Ειδικά για τις Η/Μ εργασίες ισχύουν τα εξής:**

- «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ» (Ν.4122/2013-ΦΕΚ 42/Α/19-2-2013)
- Ο Ν.4342/2015 (ΦΕΚ 143/Α'/9-11-2015) «Ενσωμάτωση στο Ελληνικό Δίκαιο της Οδηγίας 2027/12/ΕΕ)
- Ο Νέος Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) Υπ. Απόφαση με Αριθμ. ΔΕΠΕΑ /οικ. 178581/ΦΕΚ 2367/Β'/12-7-2017
- ISO 50001:2011 για τα Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης
- Οι Τεχνικές Οδηγίες Τ.Ε.Ε. (ΤΟΤΕΕ) που εγκρίθηκαν από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με την Αριθ.Απόφαση και τίθενται σε υποχρεωτική εφαρμογή ως εξής:

- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό τα ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος τα θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων»
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2017 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων,λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού»
- ΤΟΤΕΕ 20701-5/2017 «Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε Κτήρια».
- Εγκύκλιος Υ.ΠΕ.Κ.Α. 1603/4-10-2010: Διευκρινίσεις για την εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)
- Εγκύκλιος Υ.ΠΕ.Κ.Α. 2279/22-12-2010: Δεύτερη εγκύκλιος εφαρμογής του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)
- Το Π.Δ. 100/2010 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτιρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού».
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421/86: ΜΕΡΟΣ 1: ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421/86: ΜΕΡΟΣ 2: ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΑ
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86: ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
- ASHRAE Handbooks Refrigeration, Fundamentals, HVAC Systems and Equipment, Application
- ASHRAE STANDARD Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.
- Carrier Handbook of Air Conditioning System Design
- ASHRAE GRP 158: Cooling and Heating load calculation manual.
- DIN 18232 Parts 1, 2 and 3 Smoke and heat control installation.
- SMACNA (Sheet metal and air conditioning contractors National Association)
- Για όσα θέματα δεν αναφέρονται στα πιο πάνω χρησιμοποιούνται οι υποδείξεις των Διεθνών Κανονισμών ASHRAE, DIN, VDI, NFPA, IEC, κ,λ.π.
- ΕΛΟΤ HD 384: Απαιτήσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων
- ΕΛΟΤ EN 13201/2004 (Φωτισμός αστικού περιβάλλοντος)
- ΕΛΟΤ HD 637 S1: Εγκαταστάσεις ισχύος με ονομαστική τάση πάνω από 1kV εναλλασσόμενου ρεύματος
- ΕΛΟΤ EN 12464.01: Φως και φωτισμός - Φωτισμός χώρων εργασίας - Μέρος 1: Εσωτερικοί χώροι εργασίας

- ΕΛΟΤ EN 12464.02: Φως και φωτισμός - Φωτισμός χώρων εργασίας - Μέρος 2: Εξωτερικοί χώροι εργασίας
- Κανονισμοί ΔΕΗ σχετικά με τους καταναλωτές μέσης και χαμηλής τάσης
- Αμερικάνικος κανονισμός NFPA 70: National Electrical Code
- Για όσα θέματα δεν αναφέρονται στα πιο πάνω θα χρησιμοποιηθούν υποδείξεις των Διεθνών Κανονισμών DIN, VDE, IEC, κ.λ.π.

### 3. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΩΝ

#### 3.1 1ο – 2ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΤΑΥΡΟΥ

Έτος κατασκευής: 1973

Επιφάνεια: 4.909,68 m<sup>2</sup>

Αριθμός ορόφων : 3

Θερμαινόμενη επιφάνεια: 4.480 m<sup>2</sup>

Κλιματική Ζώνη: Β

- Ισχύς Λέβητα: 576.200 kcal/h
  - Καύσιμο: Φυσικό Αέριο

#### 3.2 1ο ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΤΑΥΡΟΥ

Έτος κατασκευής: 1973

Επιφάνεια: 3.838,85m<sup>2</sup>

Αριθμός ορόφων : 3

Θερμαινόμενη επιφάνεια: 3.740,18m<sup>2</sup>

Κλιματική Ζώνη: Β

- Ισχύς Λέβητα: 576.200 kcal/h
- Καύσιμο: Φυσικό Αέριο

Ακολουθούν ενδεικτικές φωτογραφίες εκ των κυρίων Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου



#### 4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

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

- Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης της Κεντρικής Θέρμανσης είναι πεπαλαιωμένος και χαμηλής ενεργειακής απόδοσης και υπάρχουν μεγάλα προβλήματα διαρροής στο δίκτυο σωληνώσεων
- Η λειτουργία του συστήματος Κεντρικής Θέρμανσης γίνεται μέσω χρονοδιακόπτη, ανεξαρτήτως της εξωτερικής θερμοκρασίας.
- Η θέρμανση και ψύξη των χώρων γίνεται με πλήθος κλιματιστικών συσκευών διαιρουμένου τύπου, με χαμηλό Συντελεστή Απόδοσης (COP, EER)
- Τα φωτιστικά σώματα είναι παλαιάς τεχνολογίας.

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

- **Αντικατάσταση του δικτύου σωληνώσεων και των θερμαντικών σωμάτων.**
- **Εγκατάσταση συστήματος αντιστάθμισης εξωτερικής θερμοκρασίας.**
- **Αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με νέα υψηλής απόδοσης.**

##### 4.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Επειδή το υφιστάμενο δίκτυο των σωληνώσεων κεντρικής θέρμανσης παρουσιάζει σημαντικές διαρροές, ιδίως στα υπόγεια τμήματά του και επειδή τα θερμαντικά σώματα είναι ανεπαρκούς θερμικής ισχύος και πεπαλαιωμένα, είναι απαραίτητη η ανακατασκευή ολόκληρης της εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης των κτιρίων, ώστε να διασφαλιστεί η θέρμανση των χώρων του Σχολικού Συγκροτήματος.

Οι εργασίες εκσυγχρονισμού του δικτύου θέρμανσης του 1<sup>ου</sup> – 2<sup>ου</sup> Γυμνασίου Ταύρου και του 1<sup>ου</sup> Γενικού Λυκείου Ταύρου έχουν ως στόχο τη δραστική επίλυση των σημαντικών προβλημάτων του Συστήματος Κεντρικής Θέρμανσης, τα οποία συνοψίζονται στην ελλιπή θέρμανση των χώρων, στο σχεδόν κατεστραμμένο δίκτυο των σωληνώσεων, ιδίως στα μη εμφανή τμήματά του, και στη δυσλειτουργία του συστήματος αυτοματισμού.



Το αντικείμενο του έργου αφορά στην άρση των ανωτέρω προβλημάτων, με την εγκατάσταση νέων θερμαντικών σωμάτων επαρκούς θερμικής ισχύος, την πλήρη αντικατάσταση του δικτύου των σωληνώσεων με νέο, πλήρως θερμομονωμένο, την ανεξαρτητοποίηση της λειτουργίας των τριών (3) υφιστάμενων Λεβήτων, την τοποθέτηση θερμοστατικών βαλβίδων στα θερμαντικά σώματα, την τοποθέτηση θερμιδομετρητών, την εγκατάσταση συστήματος εξωτερικής αντιστάθμισης και την τοποθέτηση ηλεκτρονικών θερμοστατών εσωτερικού χώρου.

Συγκεκριμένα προβλέπεται η κατασκευή νέου, εξ ολοκλήρου, δικτύου σωληνώσεων. Οι σωληνώσεις θα είναι εξωτερικές. Δε θα υπάρχει υπόγειο ή μη επισκέψιμο τμήμα στο δίκτυο διανομής της θερμότητας.

Τα τμήματα των σωληνώσεων που διέρχονται από εξωτερικούς ή μη θερμαινόμενους χώρους θα θερμομονωθούν με υλικό χαμηλού συντελεστή αγωγιμότητας ( $\lambda=0,033\text{W/mK}$ ) (ενδ. τύπου: Armaflex), με επικάλυψη φύλλου αλουμινίου πάχους 0,40mm. Το πάχος της θερμομόνωσης θα είναι ανάλογο της διαμέτρου των σωλήνων, με ελάχιστο πάχος 20mm.

Το υφιστάμενο δίκτυο σωληνώσεων θα αποξηλωθεί προσεκτικά και θα αποκατασταθούν πλήρως τα μερεμέτια.

Οι σωλήνες θα παραδοθούν στις υπηρεσίες του Δήμου.

Τα υφιστάμενα χαλύβδινα θερμαντικά σώματα (τύπου RUNTAL) θα αποξηλωθούν και θα παραδοθούν στις υπηρεσίες του Δήμου.

Πριν την αποξήλωση θα πρέπει να γίνει λεπτομερής καταγραφή του αριθμού και του τύπου των θερμαντικών σωμάτων.

Τα νέα θερμαντικά σώματα θα είναι χαλύβδινα, τύπου Panel, με θερμική ισχύ σύμφωνα με την επισυναπτόμενη Μελέτη Κεντρικής Θέρμανσης, η οποία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της ανακατασκευής του Συστήματος Κεντρικής Θέρμανσης. Η ισχύς των σωμάτων υπολογίστηκε με την προϋπόθεση της πλήρους θερμομόνωσης του κελύφους του κτιρίου.

Η λειτουργία των εγκαταστάσεων θα γίνεται μέσω ηλεκτρονικού θερμοστάτη χώρου, τοποθετημένου στο Γραφείο της Διεύθυνσης του Σχολείου.

Προβλέπεται η τοποθέτηση θερμοστατικών βαλβίδων στα θερμαντικά σώματα. Επίσης, προβλέπεται η εγκατάσταση θερμιδομετρητή και μετρητή ωρών λειτουργίας του καυστήρα, για κάθε μία από της δύο (2) εγκαταστάσεις.



Όπως προέκυψε από τη σχετική Μελέτη, οι υφιστάμενοι Λέβητες, ισχύος 670kW έκαστος, επαρκούν για τη θέρμανση των κτιρίων, ευρίσκονται σε καλή κατάσταση και επομένως δεν αντικαθίστανται.

Ομοίως δεν αντικαθίστανται οι καυστήρες φυσικού αερίου, οι κυκλοφορητές και τα κλειστά δοχεία διαστολής.

Κάθε Λέβητας στο Κεντρικό Λεβητοστάσιο θα εξυπηρετεί χωριστά το αντίστοιχο Σχολικό Συγκρότημα και, επομένως, θα γίνουν οι σχετικές εργασίες απομόνωσης και αποκατάστασης των δικτύων διανομής (δε θα υπάρχει πλέον ενιαίο σύστημα διανομής, το οποίο παρουσιάζει μεγάλα προβλήματα – πρακτικά δεν λειτουργεί).

#### **4.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ**

Η λειτουργία των συστημάτων αντιστάθμισης, παρ' ότι απλή, συντελεί σε επίτευξη σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας. Το σύστημα διαθέτει έναν εξωτερικό αισθητήρα θερμοκρασίας, καθώς και σύνδεση με τον εσωτερικό θερμοστάτη χώρου. Έτσι, συγκρίνει συνεχώς την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος με την εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου. Ανάλογα με την διαφορά των δυο αυτών θερμοκρασιών, το σύστημα ρυθμίζει την θερμοκρασία προσαγωγής του θερμού νερού και την λειτουργία του λέβητα μέσω τετράοδων βαλβίδων ανάμιξης, ώστε να τροφοδοτεί τα θερμαντικά σώματα με νερό κατάλληλης θερμοκρασίας και, κατά συνέπεια, η θερμοκρασία των χώρων να είναι κοντά στην επιθυμητή. Έτσι, προσάγεται στους θερμαινόμενους χώρους μόνο η απαιτούμενη κάθε φορά θερμική ενέργεια, και όχι πλεονάζουσα, με αποτέλεσμα την βελτίωση του εποχιακού βαθμού απόδοσης της εγκατάστασης και την εξοικονόμηση ενέργειας. Από τη λειτουργία της εγκατάστασης με αντιστάθμιση εξωτερικής θερμοκρασίας είναι δυνατόν να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας κατά περίπου **15% έως 20%**.

Με το σύστημα αντιστάθμισης εξωτερικής θερμοκρασίας, μέσω ηλεκτροκίνητης τετράοδης βαλβίδας, μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας κατά τις ημέρες του χειμώνα χωρίς πολύ χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος. Έτσι, το σύστημα κεντρικής θέρμανσης αποκτά ευελιξία στις αυξομειώσεις της εξωτερικής θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα την ομαλότερη λειτουργία του και την εξοικονόμηση ενέργειας. Προβλέπεται και η αντικατάσταση των υπαρχόντων θερμοστατών με νέους, ηλεκτρονικούς, μεγάλης ακριβείας.

Οι αισθητήρες εξωτερικής θερμοκρασίας θα τοποθετηθούν σε κατάλληλο βορινό σημείο του ακαλύπτου χώρου. Το σύστημα αντιστάθμισης περιλαμβάνει πίνακα και controller τα οποία θα τοποθετηθούν πλησίον του λεβητοστασίου και θα τροφοδοτηθούν από υφιστάμενη παροχή ρεύματος

#### **4.3 ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

Τα υφιστάμενα φωτιστικά σώματα/λαμπτήρες είναι πεπαλαιωμένα, συμβατικής τεχνολογίας, 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 φωτιστικά σώματα υψηλής απόδοσης τεχνολογίας LED. Θα αποξηλωθούν συνολικά 780 φωτιστικά σώματα.**

**Αναλυτικότερα, προβλέπεται η εγκατάσταση των εξής τύπων φωτιστικών σωμάτων LED:**

- α) Φωτιστικό σώμα LED οροφής, διαστάσεων 20x120cm, ισχύος 36W, θερμού φωτός, με χαμηλό δείκτη θάμβωσης.
- β) Φωτιστικό σώμα LED, οροφής, διαστάσεων 60x60cm, ισχύος 36W, θερμού φωτός, με χαμηλό δείκτη θάμβωσης.

Τα φωτιστικά σώματα θα είναι υψηλής απόδοσης (>110Lm/W) και μέσης ωφέλιμης διάρκειας ζωής τουλάχιστον 50.000h (L80B50). Η ένταση του φωτός στην επιφάνεια εργασίας θα είναι τουλάχιστον 300 lux στις αίθουσες διδασκαλίας και 500 lux σε εργαστήρια και αίθουσες υπολογιστών.

#### 4.4 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Προτείνεται η τοποθέτηση δύο (2) Φωτοβολταϊκών Συστημάτων (με συμψηφισμό ενέργειας – Net metering), ένα για το κτίριο Γυμνασίου και ένα για το κτίριο Λυκείου. Η μέγιστη ονομαστική ισχύς κάθε Φωτοβολταϊκού πλαισίου θα είναι **300 Wp**, το πλήθος των πλαισίων θα είναι **50 τεμ.** και κατά συνέπεια η ισχύς **εκάστου** Φωτοβολταϊκού Συστήματος θα είναι **15,00 kWp**. Η τεχνολογία Φωτοβολταϊκών γεννητριών που θα χρησιμοποιηθεί είναι μονοκρυσταλλικού πυριτίου, με ονομαστική απόδοση Φ/Β πλαισίου **18,50%**.

##### 4.4.1 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ

Για τον σχεδιασμό **εκάστου** συστήματος επελέγησαν ενδεικτικά, Φωτοβολταϊκά πλαίσια της Εταιρείας **Luxor Γερμανίας** τύπος **ECO LINE M60 LX-300M**. Θα εγκατασταθούν **50 Φωτοβολταϊκά πλαίσια ισχύος 300 Wp** (+6,49Wp) έκαστο. Τα Φωτοβολταϊκά στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου (μονοκρυσταλλικά) του πλαισίου αυτού παράγονται με την τεχνολογία EFG (Edge-defined Film Growth), κατά την οποία, η πρώτη ύλη “αναπτύσσεται” σε οκταγωνική κυλινδρική μορφή από καθαρό πυρίτιο. Ο διαχωρισμός των στοιχείων διαστάσεων γίνεται με κοπή laser. Η απόδοση του Φωτοβολταϊκού στοιχείου τεχνολογίας EFG ανέρχεται σε **20,10%**. Σε επίπεδο πλαισίου, η απόδοση είναι **18,50%**. Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια πληρούν τις προδιαγραφές IEC 61215, 61730 και TÜV Safety Class II.

**Πίνακας 1. Κύρια χαρακτηριστικά Φωτοβολταϊκών πλαισίων**

##### **LUXOR ECO LINE M60 LX-300M**

<b>Ηλεκτρικά</b>	Ονομαστική Ισχύς, P <sub>nom</sub>	300 Wp
	Τάση Μέγιστης Ισχύος, V <sub>mpp</sub>	32,70 V
	Ρεύμα Μέγιστης Ισχύος, I <sub>mpp</sub>	9,16 A
	Τάση Ανοικτού Κυκλώματος, V <sub>oc</sub>	40,1 V
	Ρεύμα Βραχυκύκλωσης, I <sub>sc</sub>	9,66 A
	Ανώτατο Όριο Τάσης Συστήματος	1000 Vdc
<b>Κατασκευαστικά</b>	Ηλιακά Στοιχεία σε κάθε Πλαίσιο	60
	Διαστάσεις Πλαισίου	1,64 m × 0,99 m
	Επιφάνεια Πλαισίου	1,623 m <sup>2</sup>

	Πάχος Πλαισίου	40mm
	Βάρος Πλαισίου	18,5 kg

Η γείωση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων θα γίνει σύμφωνα με όσα ορίζονται στους κανονισμούς και τα πρότυπα EN 50164-1, EN 50164-2, IEC 61024-1, DIN 57185 / VDE0185, IEC 60364-5-4, VDE0100, DIN48852. Η κάθε ομάδα Φωτοβολταϊκών του σταθμού θα έχει δική της ξεχωριστή γείωση, με την οποία θα επιτυγχάνεται αντίσταση γείωσης μικρότερη των 10 Ω ( $R < 10 \Omega$ ).

#### 4.4.2 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ ΙΣΧΥΟΣ (INVERTER)

Για την μετατροπή του παραγόμενου συνεχούς ρεύματος (DC), σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC), ποιότητας δικτύου της ΔΕΗ, επελέγη, ενδεικτικά, για τους υπολογισμούς τριφασικός αντιστροφέας ισχύος της Γερμανικής εταιρείας SMA Solar Technology AG και συγκεκριμένα ο τύπος **Sunny TriPower 15000 TL-30**, έκαστος ισχύος **15kW** (1 τεμ. για κάθε κτίριο). Ο αντιστροφέας είναι τοπολογίας "string inverter", δηλ. συνδέει το Φωτοβολταϊκό Σύστημα απευθείας στο δίκτυο.

Ο συγκεκριμένος αντιστροφέας έχει την δυνατότητα υψηλής τάσης εισόδου συνεχούς ρεύματος DC, χαρακτηριστικό ιδιαίτερα χρήσιμο στην περίπτωση εν σειρά σύνδεσης πολλών και μεγάλης ισχύος Φωτοβολταϊκών πλαισίων. Ο αντιστροφέας διακόπτει αυτομάτως τη λειτουργία του σε περίπτωση διακοπής ρεύματος και έχει ενσωματωμένες όλες τις διατάξεις ηλεκτρονόμων ορίου τάσης, ορίου συχνότητας, ασυμμετρίας τάσης και υπερέντασης.

**Πίνακας 2. Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά των αντιστροφέων  
SMA Sunny TriPower 15000TL**

		<b>STP 15000TL-30</b>
Μέγιστη τάση εισόδου:		1000V
Περιοχή τάσης εισόδου Φ/Β συστοιχίας :	$U_{PV}$	240 - 800 V
Μέγιστο ρεύμα εισόδου Φ/Β συστοιχίας	$I_{pvmax}$	33 A
Μέγιστη ισχύς εισόδου Φ/Β συστοιχίας	$P_{DC,max}$	15330W
Μέγιστη ισχύς εξόδου	$P_{AC,max}$	15000VA
Ονομαστική ισχύς εξόδου	$P_{AC, B}$	15000W
Περιοχή τάσης λειτουργίας	$U_{AC}$	180 – 280 V

Περιοχή συχνότητας λειτουργίας	$f_{Ac}$	44 Hz -55 Hz
Συντελεστής μεγίστης απόδοσης	$\eta_{max}$	98,4%
Συντελεστής απόδοσης (“ευρωπαϊκός”)	$\eta_{euro}$	98,0%
Διαστάσεις (Π x Υ x Β)	mm	661 x 682 x 264
Βάρος	kg	61
Κατηγορία προστασίας		IP 65
Περιοχή θερμοκρασίας λειτουργίας		-25°C - +60°C

Ο συγκεκριμένος αντιστροφέας επελέγη διότι έχει πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης, λειτουργεί πάντα κοντά στο σημείο Maximum Power Point Temperature (MPPT) και έχει την δυνατότητα άμεσης επιτήρησης του Φωτοβολταϊκού Συστήματος.

#### 4.4.3 ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ – ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ

Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια θα είναι συνδεδεμένα σε σειρά ανά ομάδες (Strings).

Στον Αντιστροφέα συνδέονται 50 πλαίσια.

Τα καλώδια συνεχούς ρεύματος θα είναι κατάλληλα για Φ/Β Συστήματα (Solar cables). Συγκεκριμένα ο τύπος και η διατομή των καλωδίων DC είναι : **Solar cable 1 x 6mm<sup>2</sup>**.

Όλες οι καλωδιώσεις από τον αντιστροφέα μέχρι τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης του Φωτοβολταϊκού Συστήματος, οδεύουν επί του δώματος εντός μεταλλικής σχάρας με κάλυμμα. Η όδευση των καλωδιώσεων εντός μεταλλικής σχάρας έγινε αφ’ ενός για το βέλτιστο αισθητικό και λειτουργικό αποτέλεσμα και αφ’ εταίρου για την προστασία των καλωδιώσεων τόσο από τα καιρικά φαινόμενα (φθορά από τον ήλιο, υγρασία κλπ) όσο και από τα τρωκτικά.

Οι καλωδιώσεις από τον αντιστροφέα μέχρι τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης, είναι τύπου **J1VV-R 5G16mm<sup>2</sup>**.

#### 4.4.4 ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Για την αντικεραυνική προστασία του αντιστροφέα στην είσοδο και την έξοδό του, εντός του πίνακα DC/AC, θα τοποθετηθούν αντικεραυνικές διατάξεις κρουστικών υπερτάσεων σύμφωνα με όσα ορίζονται στους Κανονισμούς και τα Πρότυπα EN 50164-1, EN 50164-2, IEC 61024-1, DIN 57185 / VDE0185.

Επιπλέον εγκαθίσταται σύστημα αντικεραυνικής προστασίας που δύναται να συλλέξει ποσοστό κεραυνοπληξιών 95-98%.

Το σύστημα αντικεραυνικής προστασίας είναι στάθμης III και σχηματίζεται από έναν κানাβο αντικεραυνικών ακίδων που τοποθετούνται πίσω από τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια. Το σύστημα συλλογής αποτελείται από τις ακίδες συλλογής και το υλικό συγκράτησής τους πάνω στις μεταλλικές βάσεις. Οι ακίδες συνδέονται με το υπάρχων σύστημα αντικεραυνικής προστασίας του κτιρίου (αντικεραυνικός κλωβός).

#### **4.4.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ**

Τα Φ/Β πλαίσια θα τοποθετηθούν επί μεταλλικής βάσης στερεωμένης καταλλήλως στο δώμα. Η κλίση των Φ/Β πλαισίων θα είναι  $25^{\circ}$ .

Το σύστημα στήριξης των Φωτοβολταϊκών πλαισίων θα αποτελείται από προφίλ Αλουμινίου τελευταίας γενιάς. Όλες οι συνδέσεις στήριξης των μεταλλικών βάσεων μεταξύ τους γίνονται με ανοξείδωτους κοχλίες και περικόχλια ασφαλείας και η πάκτωση τους με βιομηχανικού τύπου ανοξείδωτα βύσματα. Μεταξύ του μεταλλικού πλαισίου του Φωτοβολταϊκού πλαισίου και του ικριώματος στήριξης πρέπει να τοποθετηθούν κατάλληλα μονωτικά παρεμβύσματα. Οι μεταλλικές βάσεις υπολογίζονται σε στατικά φορτία κατά DIN 1055.

Στην εγκατάσταση των πλαισίων περιλαμβάνεται και η τοπική αποκατάσταση της μόνωσης του δώματος όπου απαιτηθεί.

#### **4.4.6 ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Θα χρησιμοποιηθεί η δυνατότητα εγκατάστασης Φ/Β Συστημάτων από αυτοπαραγωγούς σε εγκαταστάσεις τους που συνδέονται στο Δίκτυο, με συμψηφισμό της παραγόμενης με την καταναλισκόμενης ενέργειας (Net metering) στις εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού βάσει της Υ.Α. ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ 24461 (ΦΕΚ 3583/Β'/31-12-2014) και της ΥΑ με Αριθμ.ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/15084/382 (ΦΕΚ 759 Β'/5-3-2019).

Το Φωτοβολταϊκό Σύστημα, σύμφωνα με τους όρους σύνδεσης, συνδέεται στη Χαμηλή Τάση του δικτύου του Νοσοκομείου.

Ο τρόπος σύνδεσης του Φωτοβολταϊκού Συστήματος θα καθοριστεί από τον ΔΕΔΔΗΕ, στη διατύπωση των όρων σύνδεσης.

#### 4.4.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Κατωτέρω περιγράφονται, συνοπτικά, οι εργασίες που θα πραγματοποιηθούν κατά την εγκατάσταση του Φωτοβολταϊκού Συστήματος.

Οι μεταλλικές βάσεις στήριξης των Φ/Β πλαισίων θα συνδεθούν με τα χημικά αγκύρια. Επί των βάσεων θα στηριχθούν με κοχλίες τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια.

Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια θα συνδεθούν ηλεκτρολογικά με τον Αντιστροφέα (ο οποίος θα εγκατασταθεί στο δώμα) και ο Αντιστροφέας με τον μετρητή της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (ο οποίος θα εγκατασταθεί πλησίον του υφιστάμενου μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας) μέσω καλωδίου.

Ο ηλεκτρικός πίνακας DC/AC του Φ/Β Συστήματος, προστασίας IP65, θα εγκατασταθεί στο δώμα πλησίον του Αντιστροφέα.

Όλες οι ηλεκτρικές συνδέσεις θα πραγματοποιηθούν σύμφωνα με την Μελέτη Εφαρμογής.

Θα ακολουθήσει η θέση σε λειτουργία του Φωτοβολταϊκού Συστήματος και οι δοκιμές του Φ/Β Συστήματος.

#### 4.4.8 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Βάσει υπολογισμών του Προγράμματος Climate-SAF PVGIS του Joint Research Center της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την περιοχή Πύργου Ηλείας, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα είναι περίπου **22.500 kWh/έτος (~1.500kWh/kWp,έτος)**.

**Συντάχθηκε**

Μοσχάτο .... /...../ 2021

**Θεωρήθηκε**

Νικόλαος Πασχαλινός  
Πολιτικός Μηχανικός

**Η Διευθύντρια  
Τ.Υ. & Δόμησης**

Αντώνιος Μπαχάς  
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Τ.Ε

Αμαλία Τσιώλη  
Πολιτικός Μηχανικός ΤΕ