



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΔΗΜΟΣ ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ**

**ΕΡΓΟ: ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ  
ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟΥ ΤΟΥ ΕΠΑΛ ΛΑΥΡΙΟΥ**

### **ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**



**ΜΑΙΟΣ 2025**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>A. ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....</b>	<b>2</b>
1. ΓΕΝΙΚΑ .....	2
2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....	2
3. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	3
4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ - ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ 7	
4.1 ΘΕΡΜΟΪΓΡΟΜΟΝΩΣΗ ΔΩΜΑΤΟΣ .....	7
4.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ-ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΩΜΑΤΟΣ.....	8
4.2 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΦΑΝΟΥΣ ΣΤΕΓΗΣ ΑΙΘΡΙΟΥ	10
<b>B. Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ .....</b>	<b>13</b>
1. ΓΕΝΙΚΑ .....	13
2. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....	13
3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ .....	19
3.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ .....	20
3.2 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟΥ.....	21
3.3 ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ .....	21
3.4 ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ (BMS) .....	22
3.5 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ .....	28
3.5.1 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ .....	28
3.5.2 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ ΙΣΧΥΟΣ (INVERTER) .....	29
3.5.3 ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ – ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ .....	30
3.5.4 ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ .....	30
3.5.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ .....	31
3.5.6 ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	31
3.5.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....	32
3.6.8 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	32

# **ΕΡΓΟ: ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟΥ ΤΟΥ ΕΠΑΛ ΛΑΥΡΙΟΥ**

## **ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**

Η παρούσα Τεχνική Περιγραφή αφορά στην ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου του Επαγγελματικού Λυκείου Λαυρίου, επί της οδού Παναγιώτη Κοκορέ 2, στο Λαύριο, του Δήμου Λαυρεωτικής.

### **A. ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ**

#### **1. ΓΕΝΙΚΑ**

Οι δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης του κελύφους του κτιρίου αφορούν στην θερμομόνωση δώματος.

#### **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.4782/2021 (ΦΕΚ 36/Α'/9-3-2021) Εκσυγχρονισμός, απλοποίηση και αναμόρφωση του ρυθμιστικού πλαισίου των Δημοσίων Συμβάσεων
- 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) κλπ.

#### **Ειδικά για τις οικοδομικές εργασίες ισχύουν τα εξής:**

- Πρότυπο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-06-02-01: Θερμομόνωση δωματίων
- Πρότυπο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-07-03-00: Επιστρώσεις με φυσικούς λίθους
- Ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός (ΦΕΚ 79/Α/9-4-2012)
- Ο Ν.4495/2017 (ΦΕΚ 167/Α'/3-11-2017)
- Ο Κτιριοδομικός Κανονισμός

- Ο Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων
- Ο Κανονισμός Ηχοπροστασίας Κτιρίων
- «Οδηγίες Σχεδιασμού για Άτομα με Ειδικές Ανάγκες» του ΥΠΕΧΩΔΕ
- Οι Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί και τα Πρότυπα που έχουν καταστεί υποχρεωτικά, καθώς και οι αντίστοιχες Ευρωπαϊκές Οδηγίες
- Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος
- Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός
- Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) (ΦΕΚ 2367/Β/12-7-2017)

### 3. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Έτος κατασκευής:	1996
Επιφάνεια:	9.116,61 m <sup>2</sup>
Αριθμός ορόφων :	4
Θερμαινόμενη επιφάνεια:	7.451,71 m <sup>2</sup>
Κλιματική Ζώνη:	B

Ακολουθούν φωτογραφίες από τις όψεις του κτιρίου:













#### 4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ - ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Οι θερμικές απώλειες / Ψυκτικό φορτίο του κτιρίου είναι μεγάλες (πυλωτή χωρίς επαρκή θερμομόνωση, πεπαλαιωμένα κουφώματα). Από τα μεγέθη των ενεργειακών καταναλώσεων, εντοπίζονται τα εξής "ευαίσθητα" σημεία (από ενεργειακή άποψη), του κτιρίου:

- **Το κέλυφος του κτιρίου**

Οι βελτιώσεις στο κέλυφος του κτιρίου έχουν ως σκοπό την μείωση των θερμικών απωλειών κατά τον χειμώνα και των θερμικών κερδών κατά το θέρος. Οι προβλεπόμενες επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου είναι οι εξής:

- **Θερμομόνωση Δώματος**

Στόχος των προβλεπόμενων επεμβάσεων είναι να εξασφαλιστούν συνθήκες θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο, με σωστή συμπεριφορά του κτιρίου κατά την διάρκεια όλου του χρόνου, αλλά προφανώς κυρίως κατά την σχολική περίοδο, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα την ορθολογική χρήση και την εξοικονόμηση της ενέργειας. Θα πρέπει λοιπόν κατά τη χειμερινή περίοδο να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες του κτιρίου και να μεγιστοποιηθούν τα θερμικά ηλιακά κέρδη. Αντίστοιχα, το καλοκαίρι, θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν τα θερμικά κέρδη.

##### 4.1 ΘΕΡΜΟΪΓΡΟΜΟΝΩΣΗ ΔΩΜΑΤΟΣ

Το δώμα του κτιρίου δεν είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

Προβλέπεται η κατασκευή πλήρους θερμοϋγρομόνωσης. Το πάχος του θερμομονωτικού υλικού (γραφιτούχος εξηλασμένη πολυστερίνη, ενδεικτικού τύπου RAVATHERM XPS X, με  $\lambda_D=0,031 \text{ W/m}^\circ\text{K}$ ) θα είναι **7cm**, και στεγανοποίηση με ελαστομερείς στεγανωτικές μεμβράνες (SBS) ενδεικτικού τύπου ESHADIEN, βάρους 6 kg/m<sup>2</sup>.

Ο δείκτης που αντικατοπτρίζει την θερμομονωτική επάρκεια των δομικών στοιχείων είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητάς τους. Συγκεκριμένα, το δώμα έχει συντελεστή θερμοπερατότητας  **$U = 0,70 \text{ W/m}^{2^\circ}\text{K}$**  γεγονός το οποίο οδηγεί σε σχετικά μεγάλες θερμικές απώλειες και μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για την θέρμανση του κτιρίου. Με την προσθήκη θερμομόνωσης στο δώμα του κτιρίου, προβλέπεται ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας θα μειωθεί, στα  **$0,40 \text{ W/m}^{2^\circ}\text{K}$**  η οποία και είναι λίαν ικανοποιητική τιμή (μείωση κατά **42,85%**).



Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στις περιοχές των αρμών διαστολής και στα σημεία των υδρορροών.

Η συνολική επιφάνεια στην οποία θα κατασκευαστεί πλήρης θερμοϋγρομόνωση, ανέρχεται σε **2.800,00 m<sup>2</sup>** και αφορά το νέο κτίριο.

#### **4.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ-ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗΣ ΔΩΜΑΤΟΣ**

Η θερμομόνωση θα εφαρμοστεί επί της υφιστάμενης τελικής επιφάνειας και περιλαμβάνει τις εξής εργασίες και υλικά:

- Αποξήλωση της υφιστάμενης μόνωσης-επικάλυψης του δώματος και μεταφορά των υλικών σε κατάλληλο χώρο απόθεσης.
- Καθαρισμός της επιφανείας πλάκας και εξομάλυνση της (απόξεση προεξεχόντων σκύρων, γέμισμα με τσιμεντοκονίαμα μικροκοιλοτήτων κλπ).
- Επάλειψη με δύο στρώσεις ελαστομερούς γαλακτώματος, ενδεικτικού τύπου π.χ. ΕΣΧΑΚΟΤ Νο 6-S ή BITUPLAST. Η πρώτη στρώση αραιωμένη 3/1 (αστάρωμα). Η δεύτερη στρώση σε αναλογία 10/1 μέρη νερού, μετά παρέλευση 24 ωρών.
- Ακολουθεί διάστρωση πλακών γραφιτούχας εξηλασμένης πολυστερίνης, πάχους 7 εκ., με συντελεστή αγωγιμότητας  $\lambda=0,031\text{W/m}^{\circ}\text{K}$ , ώστε να επιτυγχάνεται ο απαιτούμενος από τον ΚΕΝΑΚ συντελεστής θερμοπερατότητας.
- Πάνω από το μονωτικό υλικό θα τοποθετηθεί για προστασία φύλλο πολυαιθυλαινίου.
- Διάστρωση στρώματος ρύσεων, ελάχιστου πάχους μεγαλύτερου ίσου με πέντε (5) cm από κυψελωτό κονιοδέμα περλιτομπετόν ή αφρομπετόν σε δύο (2) στρώσεις. Η πρώτη στρώση των 400 kg τσιμέντου ανά m<sup>3</sup> μίγματος διαστρώνεται στα δύο τρίτα (2/3) του συνολικού ύψους με κλίση 2%-1,5% .Η δεύτερη στρώση του κυψελωτού κονιοδέματος ρύσεων, διαστρώνεται στο υπόλοιπο 1/3 του συνολικού ύψους του στρώματος ρύσεων. Η δεύτερη στρώση του περλιτομπετόν ή αφρομπετόν ρύσεων διαστρώνεται μετά παρέλευση τουλάχιστον 48 ωρών από την πρώτη στρώση και αφού διαβραχεί κανονικά η επιφάνεια του, αφήνεται να στεγνώσει καλά.
- Κατασκευή λουκιών τσιμεντοκονίας των 450 kg πάχους 2 cm τσιμέντου ανά m<sup>3</sup> μίγματος, με χονδρόκοκη άμμο στην αρχή και άμμο θαλάσσης τελικά και προσθήκη στεγανοποιητικού μάζας 1/10, επί του αφρομπετόν. Τα λούκια κατασκευάζονται

περιμετρικά και κατά μήκος όλων των κατακόρυφων στοιχείων του δώματος. Πλάτος και ύψος λουκιών τουλάχιστον 10 cm και ακτίνα καμπυλότητας, περίπου 5 cm. Τα λούκια διακόπτονται κατά το μήκος τους, ανά 8 m με αρμούς, πλάτους 2 cm σ' όλο το πάχος τους. Οι αρμοί σφραγίζονται με ειδική ασφαλτική μαστίχη, αφού προηγουμένως έχουν καθαριστεί πολύ επιμελημένα. Επάλειψη του αφρομπετόν με ασφαλικό βερνίκι, προδιαγραφών ASTM D-41, ενδεικτικού τύπου ESXALAC 50-S, σαν αστάρωμα της ασφαλτόκολλας. Διάστρωση ασφαλτόκολλας από θερμή οξειδωμένη άσφαλτο, προδιαγραφών ASTM D-312 τύπου 85/25.

- Διάστρωση διάτρητης ασφαλτικής μεμβράνης ενδεικτικού τύπου Aquastoper AQPG1W.
- Διάστρωση ασφαλτικής μεμβράνης στεγανότητας ενδεικτικού τύπου ESHADIEN SP που αποτελείται από ειδικό ελαστομερές ενισχυμένο ασφαλτόπανο των 6.00 kg/m<sup>2</sup>, πάχους min 3 mm οπλισμένο με σταυρωτό πολυεστερικό ύφασμα.
- Η πιο πάνω μεμβράνη γυρίζει στα στηθαία και γενικά στις κατακόρυφες επιφάνειες ανέρχεται κατά 20 έως 30 εκ. στερεούμενη μηχανικά με ανοξειδωτή λάμα (πάχους 1,5mm), βίδες και βύσματα. Η λάμα σφραγίζεται με ελαστομερή μαστίχη πολυουρεθανικής βάσης τύπου SIKAFLEX 221. Το ασφαλτόπανο στις κατακόρυφες επιφάνειες είναι με έγχρωμες ψηφίδες.
- Επίστρωση της τελικής επιφάνειας με τσιμεντόπλακες δια τσιμεντοκονιάματος των 350kg τσιμέντου. Οι πλάκες τελικής επιφάνειας έχουν πατούρα περιμετρικά που επιτρέπει στην σύνδεση τους, αφήνοντας παράλληλα αρμούς για την ελεύθερη διακίνηση υδρατμών και νερών της βροχής, ενώ δυσκολεύει την ανάρπαση από τον αέρα. Οι πλάκες συνοδεύονται από πιστοποιητικό ποιοτικού ελέγχου και εγγύηση της εταιρείας.
- Σε σημεία χωρίς ή με χαμηλό περιμετρικό τοιχείο στο δώμα, θα πρέπει να κατασκευαστεί περιμετρικό τοιχείο (οπτοπλινθοδομή με επικάλυψη), ώστε να εγκιβωτιστεί η θερμοϋγρομόνωση του δώματος.
- **Επίσης, πριν την κατασκευή της θερμομόνωσης θα πρέπει να τοποθετηθούν οι κατάλληλες αναμονές για τη στήριξη των Φ/Β πλαισίων.**

Σε περίπτωση ατελειών ή κακοτεχνιών η Υπηρεσία επιβάλλει στον Ανάδοχο την επιδιόρθωση τους.

Μετά το πέρας των εργασιών θερμομόνωσης και πριν από την αρχή των επόμενων εργασιών, η κατασκευή επανελέγχεται από την Υπηρεσία ή/και τον Ανάδοχο. Οποιαδήποτε κακοτεχνία διαπιστωθεί επιδιορθώνεται από τον Ανάδοχο χωρίς συμπληρωματική αμοιβή.

#### **4.2 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΦΑΝΟΥΣ ΣΤΕΓΗΣ ΑΙΘΡΙΟΥ**

Προβλέπεται η αντικατάσταση των εφθαρμένων πολυκαρβονικών φύλλων επικάλυψης του αιθρίου, με νέα πολυκαρβονικά φύλλα πάχους 10mm και διαστάσεων 2,10 x 6,00 m με προστασία UV.

Το βάρος των υφισταμένων κοίλων πολυκαρβονικών φύλλων είναι κατά μέγιστον 2,5kg/m<sup>2</sup>. Επομένως, το συνολικό βάρος το οποίο φέρει ο μεταλλικός σκελετός του αιθρίου είναι 280m<sup>2</sup> x 2,5kg/m<sup>2</sup>=700kg. Το βάρος των νέων πολυκαρβονικών φύλλων είναι περίπου ίσο με το βάρος των υφισταμένων πολυκαρβονικών φύλλων. Το εν λόγω βάρος αναλαμβάνεται εύκολα από τον υφιστάμενο μεταλλικό σκελετό, ο οποίος μπορεί να φέρει κατά μέσο όρο 100kg/m<sup>2</sup>. Άλλες πιθανές φορτίσεις είναι η ανεμοπίεση, η χιονόπτωση και η συγκέντρωση ομβρίων υδάτων.

- **Ανεμοπίεση**

Ο χώρος των πολυκαρβονικών φύλλων είναι προστατευμένος από υψηλότερα τμήματα του κτιριακού συγκροτήματος και, επομένως, δεν υφίσταται ισχυρές ανεμοπιέσεις.

- **Χιονόπτωση**

Το φορτίο χιονόπτωσης στην περιοχή του Λαυρίου είναι κατά μέγιστον 60kg/m<sup>2</sup> < 100kg/m<sup>2</sup>.

- **Συγκέντρωση ομβρίων υδάτων**

Τα όμβρια ύδατα στην επιφάνεια των πολυκαρβονικών φύλλων παροχετεύονται από τα χαμηλότερα σημεία της επιφάνειας μέσω υδρορροών.

## Δομικό Πλαίσιο και Υποστήριξη

- **Κλίση:** Το αίθριο θα έχει ελάχιστη κλίση 5 μοιρών (περίπου κλίση 1:12) για αποτελεσματική αποστράγγιση.
- **Αποστάσεις:**
  - ο **Πλευρικές Αλληλεπικαλύψεις:** Τα πάνελ θα πρέπει να επικαλύπτονται κατά τουλάχιστον 5 cm σε κάθε πλευρά.
  - ο **Τελικές Αλληλεπικαλύψεις:** Ελάχιστη αλληλοεπικάλυψη 10-15 cm για τη μακροσκελή αλληλεπικάλυψη, για την αποτροπή εισόδου νερού.

## Σύνδεση των Πάνελ

### Χρήση Συνδετικών Προφίλ Η

- **Προφίλ Η:** Πρόκειται για προφίλ σχήματος Η, κατασκευασμένα από πολυκαρβονικό ή αλουμίνιο, ειδικά σχεδιασμένα για τη σύνδεση δύο πάνελ κατά μήκος των μακρών τους άκρων.
- **Εγκατάσταση:**
  - ο Τοποθέτηση των άκρων κάθε πάνελ στις δύο πλευρές του προφίλ Η.
  - ο Διατήρηση αρκετού χώρου μέσα στο προφίλ για θερμική διαστολή, για την αποτροπή ρωγμών ή στρεβλώσεων.
  - ο Σφράγιση της σύνδεσης με συμβατό στεγανωτικό, για πρόσθετη προστασία από τον καιρό.

## Στερέωση των Πάνελ

- **Βίδες και Ροδέλες:**
  - ο Θα χρησιμοποιηθούν αυτοδιάτρητες βίδες με ροδέλες από νεοπρένιο ή καουτσούκ για την στερέωση των πάνελ στο πλαίσιο.
  - ο Οι βίδες πρέπει να είναι από ανοξείδωτο χάλυβα ή επικαλυμμένες για την αποφυγή της διάβρωσης.



- **Σημεία Στερέωσης:**
  - ο Για καλύτερη στερέωση, θα πρέπει να ανοιχθούν προκαταρκτικές τρύπες λίγο μεγαλύτερες από τη διάμετρο της βίδας για να επιτρέψετε τη θερμική διαστολή.
  - ο Απόσταση περίπου 30 cm κατά μήκος των άκρων των πάνελ.
- **Ανοχή Θερμικής Διαστολής:**
  - ο Το πολυκαρβονικό υλικό διαστέλλεται και συστέλλεται με τις θερμοκρασιακές αλλαγές, γι' αυτό πρέπει να αποφευχθεί το υπερβολικό σφίξιμο των βιδών.
  - ο Το κενό μεταξύ των πάνελ για διαστολή θα είναι περίπου 3 mm.

### **Στεγανοποίηση και Αδιαβροχοποίηση**

- **Καπάκια Τελειωμάτων και Λαμαρίνες:**
  - ο Θα χρησιμοποιηθούν καπάκια τύπου U για την κάλυψη των ανοιχτών άκρων των πάνελ για την αποφυγή εισροής υγρασίας και σκόνης.
- **Λάστιχα και Ταινίες Στεγανοποίησης:**
  - ο Θα τοποθετηθεί ανθεκτική στην UV ακτινοβολία, κλειστής κυψέλης αφρώδη ταινία ή λάστιχα στις αρθρώσεις για καλύτερη αντίσταση στο νερό.

### **Εξαερισμός**

- Θα πρέπει να εξασφαλιστεί ο εξαερισμός και στις δύο άκρες των πάνελ για να αποφυγή της συσσώρευσης υγρασίας στα πάνελ, που μπορεί να προκαλέσει συμπύκνωση και να επηρεάσει τη διαπερατότητα φωτός

### **Προστατευτικές Επικαλύψεις**

- **Προστασία UV:** Τα πάνελ θα έχουν προστασία UV στην εξωτερική πλευρά. Αυτή η πλευρά πρέπει να είναι προς τα έξω για μέγιστη αποτελεσματικότητα.
- **Αντιχαρακτική Επίστρωση :** Τα πάνελ θα διαθέτουν πρόσθετη αντιχαρακτική στρώση

## **Προσανατολισμός και Συμβουλές Εγκατάστασης**

- Τα πάνελ θα τοποθετηθούν με τα κανάλια κατακόρυφα ώστε να επιτρέπεται η αποστράγγιση της συμπύκνωσης.
- Η εγκατάσταση θα γίνει από την κάτω πλευρά προς τα πάνω για την σωστή επικάλυψη των πάνελ για την απορροή του νερού.

## **B. Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**

### **1. ΓΕΝΙΚΑ**

Οι δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης των Η/Μ εγκαταστάσεων αφορούν στην αντικατάσταση του Λέβητα και στις αναγκαίες επεμβάσεις βελτίωσης του Λεβητοστασίου, στην αντικατάσταση του συστήματος κλιματισμού του Αμφιθεάτρου, στην αναβάθμιση του συστήματος Πυρόσβεσης – Πυρανίχνευσης, στην αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων φθορισμού, στην εγκατάσταση συστήματος BMS, και στην εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος με Ενεργειακό Συμψηφισμό (Net Metering).

### **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.4782/2021 Εκσυγχρονισμός, απλοποίηση και αναμόρφωση του ρυθμιστικού πλαισίου των δημοσίων συμβάσεων
- Ν.4412/2016 (ΦΕΚ 147/Α'/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
- Υ.Α. Αριθμ. ΔΕΠΕΑ/οικ. 182365/17/17-10-2017 «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» (ΦΕΚ 4003/Β'/17-11-2017)
- 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 «Συμπαραγωγή 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
- Πρότυπο ΕΤΕΠ 1501-04-01-01-00: Χαλυβδοσωλήνας μαύρος με ραφή
- Πρότυπο ΕΤΕΠ 1501-04-01-02-00: Χαλυβδοσωλήνας μαύρος χωρίς ραφή
- Πρότυπο ΕΤΕΠ 1501-04-01-05-00: Γαλβανισμένος χαλυβδοσωλήνας με ραφή
- Πρότυπο ΕΤΕΠ 1501-04-01-06-00: Γαλβανισμένος χαλυβδοσωλήνας χωρίς ραφή

- Πρότυπο ΕΤΕΠ 1501-04-07-02-02: Μόνωση αεραγωγών με αφρώδη ελαστομερή υλικά (κλειστή κυτταρική δομή)
- Πρότυπο ΕΤΕΠ 1501-04-20-01-03: Σχάρες καλωδίων
- Πρότυπο ΕΤΕΠ 1501-04-20-02-01: Καλώδια (NYA, NYAF, NYM, NYY, NYLHY, NYMHY, NYCY)
- 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.

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











### **3. 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.
- Η 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 Λέβητα**
- **Αντικατάσταση αντλιών – κυκλοφορητών Ψύξης-Θέρμανσης**
- **Αντικατάσταση Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας**
- **Αντικατάσταση Αντλίας Θερμότητας**



- Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων
- Εγκατάσταση Συστήματος BMS
- Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού συστήματος

### 3.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ

Η κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο εξοπλισμός των συστημάτων κεντρικής θέρμανσης αποτελεί μια από τις βασικότερες αιτίες μείωσης του βαθμού απόδοσης των εγκαταστάσεων. Παλιοί αλλά καλοσυντηρημένοι λέβητες αποδίδουν το ίδιο ή και καλύτερα από νεότερους, αρρύθμιστους και ασυντήρητους. Ο αποδεδειγμένα χαμηλός βαθμός απόδοσης ενός συστήματος το οποίο δεν επιδέχεται επισκευής, αναγκαστικά οδηγεί στη λύση της αντικατάστασής του.

Το συνολικό κόστος αντικατάστασης του πεπαλαιωμένου λέβητα είναι συγκρίσιμο με το κόστος συντήρησης και λειτουργίας ενός πεπαλαιωμένου συστήματος.

Ο υφιστάμενος Λέβητας είναι χαλύβδινος, πεπαλαιωμένος, ισχύος **581,40 kW**, και λειτουργεί με χαμηλό ολικό βαθμό απόδοσης.

Εγκαθίσταται νέος χυτοσιδηρός Λέβητας, ισχύος **540-600 kW**, ο οποίος θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού για θερμαντήρες χώρου του Κανονισμού 813/2013/ΕΕ, καθώς και τις απαιτήσεις του Κανονισμού Ενεργειακής Επισήμανσης 811/2013/ΕΕ και θα διαθέτει σήμανση συμμόρφωσης “CE”.

Ο Λέβητας θα φέρει Πίνακα Ελέγχου, ο οποίος θα περιλαμβάνει ηλεκτρονικά προγραμματισμένη ρύθμιση της θερμοκρασίας προσαγωγής του νερού του Λέβητα με ενεργοποίηση της λειτουργίας του καυστήρα σύμφωνα με την εξωτερική θερμοκρασία. Βεβαίως, για τον νέο Λέβητα θα πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες ρυθμίσεις και να συμπληρωθεί το σχετικό Φύλλο Ελέγχου Καύσης. Από τις μετρήσεις των καυσαερίων θα πρέπει να προκύψουν οι βέλτιστες τιμές για την θερμοκρασία καυσαερίων ( $T_g$ ), το ποσοστό  $CO_2$ , την περίσσεια αέρα ( $\lambda$ ) και τον βαθμό απόδοσης καύσης ( $\eta_k$ ). Προβλέπεται η τροποποίηση των σωληνώσεων του Λεβητοστασίου ώστε να εγκατασταθεί ο νέος Λέβητας, η αντικατάσταση του καυστήρα, του υφιστάμενου καπναγωγού με ανοξείδωτο καπναγωγό διπλών τοιχωμάτων, η αντικατάσταση του ηλεκτρικού πίνακα, η εγκατάσταση Συστήματος Αντιστάθμισης εξωτερικής θερμοκρασίας η θερμομόνωση των σωλήνων στο χώρο του Λεβητοστασίου, η τοποθέτηση ηλεκτρονικού θερμοστάτη χώρου, η θέση σε λειτουργία και οι

απαιτούμενες αποξηλώσεις-μεταφορές και η απόθεση του εξοπλισμού σε χώρο που θα υποδείξει το σχολείο.

Επίσης προβλέπεται η αντικατάσταση των κυκλοφορητών – αντλιών Ψύξης – Θέρμανσης με νέους Inverter.

### **3.2 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟΥ**

Προβλέπεται η αντικατάσταση της υφιστάμενης Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας (ΚΚΜ) του Αμφιθεάτρου με νέα, ίδιας παροχής 13.200 m<sup>3</sup>/h. Η νέα ΚΚΜ θα φέρει σύστημα ανάκτησης θερμότητας, με απόδοση κατά την Οδηγία ECODSIGN 2021. Με την εγκατάσταση της ΚΚΜ αναμένεται εξοικονόμηση ενέργειας, βελτίωση της λειτουργικότητας και αναβάθμιση της υποδομής του κτιρίου. Πέραν της αντικατάστασης της ΚΚΜ θα γίνουν και οι αναγκαίες μετατροπές των δικτύων των αεραγωγών. Επίσης προβλέπεται η αντικατάσταση της Αντλίας Θερμότητας του συστήματος κλιματισμού, με νέα ισχύος 185 kWc, η οποία θα πληροί τις απαιτήσεις της Οδηγίας ECODSIGN 2021 και του Κανονισμού 813/2013.

### **3.3 ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

Τα υφιστάμενα φωτιστικά σώματα/λαμπτήρες φθορισμού 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 φθορισμού με νέα φωτιστικά σώματα υψηλής απόδοσης τεχνολογίας LED, τα οποία επιλέγονται βάσει φωτοτεχνικής μελέτης για κάθε χώρο. Θα εγκατασταθούν συνολικά 925 φωτιστικά σώματα.**

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

**α) Φωτιστικό σώμα LED οροφής, διαστάσεων 120x30cm, με χαμηλό δείκτη θάμβωσης.**

**β) Φωτιστικό σώμα LED, οροφής, διαστάσεων 60x60cm, με χαμηλό δείκτη θάμβωσης.**

Τα φωτιστικά σώματα θα είναι υψηλής απόδοσης (τουλάχιστον 105 Lm/W στην έξοδο, 4.000°K) και μέσης ωφέλιμης διάρκειας ζωής τουλάχιστον 50.000h (L80B20). Η ένταση του φωτός στην επιφάνεια εργασίας θα είναι τουλάχιστον 300Lux.

### **3.4 ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ (BMS)**

Το νέο Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου (BMS) καλείται να καλύψει τις λειτουργίες ολοκλήρου του συγκροτήματος του Σχολείου.

Η εγκατάσταση του συστήματος καθώς και η ενοποίησή των υπολοίπων συστημάτων θα πρέπει να γίνει κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην επηρεαστεί η ομαλή λειτουργία του Σχολείου.

Το νέο κεντρικό σύστημα ελέγχου θα πρέπει να ακολουθεί πλήρως τα πρότυπα ανοικτής αρχιτεκτονικής ANSI/ASHRAE Standard 135-2001 BACnet™, LonWorks™, MODBUS™, OPC, έτσι ώστε να έχει την δυνατότητα διασύνδεσης με οποιοδήποτε συμβατό με τα παραπάνω σύστημα ανεξαρτήτως κατασκευαστή.

Το νέο σύστημα αναμένεται να βοηθήσει σε μεγάλο βαθμό στην εξοικονόμηση ενέργειας του Σχολείου, προσφέροντας σωστό και αξιόπιστο έλεγχο των εγκαταστάσεων του.

Το Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου θα είναι σύμφωνο με τους ακόλουθους κανονισμούς:

- Ευρωπαϊκοί Κανονισμοί Ε.Ν.
- Αμερικανικοί Κανονισμοί και οδηγίες της ASRAE και ειδικότερα τα πρότυπα:
  - ο ASHRAE 114: Energy Management Control Systems Instrumentation.
  - ο ASHRAE 135: BACNET - A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks.
- Οι διεθνείς κανονισμοί ISO κ.λ.π.

Κάθε σύγχρονο Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία :

- Αισθητήρες/Όργανα Πεδίου. Είναι οι συσκευές που μετρούν τα διάφορα φυσικά μεγέθη ή πληροφορούν για τις καταστάσεις αυτών.
- Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (ΑΚΕ). Είναι οι σταθμοί συλλογής και επεξεργασίας των σημάτων των αισθητήρων και οργάνων ελέγχου.

- Κεντρικός Σταθμός Παρακολούθησης και Ελέγχου. Είναι το σημείο παρακολούθησης και ελέγχου των εγκαταστάσεων από τον χειριστή του συστήματος.

Η διασύνδεση του συνόλου των αισθητήρων/οργάνων γίνεται ακτινικά προς το αντίστοιχο Απομακρυσμένο Κέντρο Ελέγχου, ενώ το τελευταίο συνδέεται με τα όμοια του και με την κεντρική μονάδα ελέγχου σε δίκτυο ψηφιακής επικοινωνίας υψηλής ταχύτητας.

Το νέο κεντρικό σύστημα ελέγχου (BMS) θα είναι ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό σύστημα ελέγχου και ενεργειακής διαχείρισης τελευταίας τεχνολογίας κατάλληλο για επιτήρηση και έλεγχο ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων βασισμένο στα σύγχρονα ανοικτά πρωτόκολλα ψηφιακής επικοινωνίας συστημάτων.

Η σύγχρονη σχεδίαση του, βασισμένη σε ανοικτής αρχιτεκτονικής πρωτόκολλα επικοινωνίας, θα επιτρέπει την μελλοντική του επέκταση ή/και διασύνδεση με αντίστοιχα συστήματα ακόμα και διαφορετικών κατασκευαστών. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να ακολουθεί πλήρως τα πρότυπα ανοικτής αρχιτεκτονικής ANSI/ASHRAE Standard 135-2001 BACnet™, LonWorks™, MODBUS™, OPC.

Στην γενική του μορφή το σύστημα αποτελείται από :

- Αισθητήρες/Όργανα Πεδίου
- Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (ΑΚΕ)
- Κεντρική Μονάδα Παρακολούθησης & Ελέγχου
- Τοπικές Μονάδες Παρακολούθησης & Ελέγχου

### **Αισθητήρες/Όργανα Πεδίου**

Οι αισθητήρες είναι οι συσκευές που αναλαμβάνουν τις μετρήσεις των διαφόρων φυσικών μεγεθών (θερμοκρασία, σχ. υγρασία, πίεση, κ.α.) ή δείχνουν την κατάσταση λειτουργίας των αντίστοιχων εγκαταστάσεων. Οι μετρήσεις και ενδείξεις τους μεταφέρονται προς τα ΑΚΕ, όπου γίνεται η επεξεργασία των στοιχείων και διαβιβάζονται οι εντολές προς τα αντίστοιχα όργανα πεδίου (κινητήρες, βαλβίδες, πηνία, κ.α.).

Στα δώματα του κτιρίου θα τοποθετηθούν και αισθητήρες μέτρησης συνθηκών αέρα περιβάλλοντος για να συλλέγονται οι πληροφορίες για το σύστημα αντιστάθμισης. Επίσης στους κεντρικούς διαδρόμους των κτηρίων του Σχολείου θα εγκατασταθούν αισθητήρες θερμοκρασίας.

Στην περίπτωση κατά την οποία οι νέοι αισθητήρες/όργανα απαιτούν διαφορετική θέση τοποθέτησης ή/και διαφορετικού τύπου καλωδίωση από την υφιστάμενη αυτή θα πρέπει να υπολογιστεί και το κόστος να συμπεριληφθεί στην τιμή του προσφερόμενου αισθητήρα/οργάνου.

### **Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (ΑΚΕ)**

Είναι οι σταθμοί συλλογής και επεξεργασίας σημάτων και διαβίβασης εντολών. Κάθε ΑΚΕ περιλαμβάνει τον απαραίτητο ηλεκτρονικό εξοπλισμό για :

- την επεξεργασία των πληροφοριών των αισθητήρων
- την δημιουργία όλης της απαιτούμενης λογικής λειτουργίας της εγκατάστασης και
- την διαβίβαση των απαιτούμενων εντολών προς τον ελεγχόμενο εξοπλισμό (όργανα πεδίου, εγκαταστάσεις).

Ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός περιλαμβάνει :

- Αυτόνομους προγραμματιζόμενους ελεγκτές ψηφιακής τεχνολογίας που υποστηρίζουν κατ' ελάχιστον τα παρακάτω:
  - Διαδικασίες ελέγχου.
  - Εφαρμογές διαχείρισης ενέργειας.
  - Διαχείριση σφαλμάτων.
  - Καταγραφή ιστορικών δεδομένων.
  - Εφαρμογές συντήρησης.
- Μονάδες Εισόδων/Εξόδων ψηφιακής τεχνολογίας, οι οποίες συνδεόμενες με τους ελεγκτές επιτρέπουν την μεταφορά σημάτων από τους αισθητήρες και την διαβίβαση σημάτων προς τις εγκαταστάσεις και τα όργανα πεδίου. Υποστηρίζονται τέσσερεις τύποι σημάτων ως ακολούθως :
  - Αναλογική Είσοδος (AI)
  - Αναλογική Εξοδος (AO)
  - Ψηφιακή Είσοδος (DI)
  - Ψηφιακή Εξοδος (DO)

Τα υποστηριζόμενα ανά τύπο σήματα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί :

Τύπος Σήματος	Υποστηριζόμενα Σήματα Ελέγχου
AI	0/4-20mA, 0-10VDC, Σήμα Θερμοκρασίας από αντιστάσεις PTC, NTC
AO	0-10VDC

DI	Επαφές ελεύθερης τάσης
DO	Εξοδοι τύπου ψυχρών επαφών

### **Τοπική Μονάδα Παρακολούθησης & Ελέγχου**

Στο νέο σύστημα ελέγχου προβλέπονται δύο τοπικοί σταθμοί παρακολούθησης και ελέγχου. Αποτελούνται από ηλεκτρονικό υπολογιστή και λογισμικό παρακολούθησης και Ελέγχου. Ο ένας τοπικός σταθμός θα τοποθετηθεί στα γραφεία του Σχολείου και ο δεύτερος θα είναι η κεντρική μονάδα παρακολούθησης και ελέγχου.

Ο τοπικός σταθμός είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής τύπου γραφείου, ο οποίος εκτός της παρακολούθησης των εγκαταστάσεων χρησιμοποιείται παράλληλα ως σταθμός εργασίας γραφείου.

Το λογισμικό παρακολούθησης και ελέγχου επικοινωνεί με το αντίστοιχο του κεντρικού σταθμού από το οποίο αντλεί πληροφορίες και μεταβιβάζει εντολές. Η διασύνδεση του γίνεται ακολουθώντας την αρχιτεκτονική client/server.

### **Κεντρική Μονάδα Παρακολούθησης & Ελέγχου**

Ο κεντρικός σταθμός παρακολούθησης και ελέγχου αποτελείται από ηλεκτρονικό υπολογιστή και κατάλληλο λογισμικό το οποίο επιτρέπει την παρακολούθηση και χειρισμό των συστημάτων σε γραφικό περιβάλλον επεξεργασίας και σε πραγματικό χρόνο.

Η νέα μονάδα θα πρέπει να έχει αυτή την δυνατότητα ώστε ως τελικό αποτέλεσμα να έχουμε τον κεντρικό έλεγχο όλων των εγκαταστάσεων από μία Μονάδα, τον Νέο Η/Υ.

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής τελευταίας τεχνολογίας εφοδιασμένος με σύγχρονο λειτουργικό σύστημα χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την εκτέλεση του λογισμικού παρακολούθησης και ελέγχου της εγκατάστασης.

Περιλαμβάνει οθόνη 24" υψηλής ανάλυσης και μονάδα εκτύπωσης συναγερμών ή άλλων αναφορών του συστήματος.

Το λογισμικό παρακολούθησης και ελέγχου είναι ένα εξειδικευμένο λογισμικό, το οποίο επιτρέπει την επικοινωνία του υπολογιστή με τους ελεγκτές σημάτων που βρίσκονται τοποθετημένοι εντός των διαφόρων ΑΚΕ.

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 αριθμο γραφικών παραστάσεων
- Υποστήριξη κινούμενων συμβόλων (graphics animation)
- Υποστήριξη γραφικών παραστάσεων τύπου bitmap
- Φίλτρα αναζήτησης πληροφοριών

#### Διαχείριση Συναγερμών:

- Καταγραφή σφαλμάτων με ημερομηνία, ώρα δημιουργίας και κατηγορία (κρίσιμος, μή κρίσιμος).
- Καταγραφή αναγνώρισης σφαλμάτων από χειριστή με ημερομηνία και ώρα.
- Φίλτρα αναζήτησης συναγερμών, με βάση την ημερομηνία και ώρα, την κατηγορία, κ.λ.π.
- 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.

Περιλαμβάνεται η προμήθεια – εγκατάσταση του εξοπλισμού (όργανα, αισθητήρες, βαλβίδες κλπ) και η προμήθεια – εγκατάσταση των καλωδιώσεων ισχύος και αυτοματισμού.

Οι διασυνδέσεις των αισθητήρων/οργάνων πεδίου με τα ΑΚΕ γίνονται ακτινικά.

Η διασύνδεση όλων των υπολοίπων στοιχείων του συστήματος (ΑΚΕ, Σταθμοί Παρακολούθησης και Ελέγχου) γίνεται σε δίκτυο EtherNet και ακολουθώντας το πρωτόκολλο BacNet/IP. Για τις διασυνδέσεις χρησιμοποιείται η υφιστάμενη δικτυακή υποδομή του Σχολείου.



## Σταθμοί Παρακολούθησης & Ελέγχου

### Κεντρικός Σταθμός Παρακολούθησης

Τύπος : Ηλεκτρονικός Υπολογιστής τύπου διακομιστή, συνοδευόμενος από εκτυπωτή συναγερμών και αναφορών του συστήματος.

Επεξεργαστής : Intel Xeon Quad-Core 2.4GHz

Κεντρική Μνήμη : 32GB

Περιφερειακή Μνήμη : Συστοιχία Σκληρών Δίσκων Χωρητικότητας τουλάχιστον 1TB σε διασύνδεση RAID 0/1/5.

DVD±RW

Σύστημα Οθόνης : Κάρτα Οθόνης με ελάχιστη ανάλυση 1920x1080 pixels και αυτόνομη μνήμη

Οθόνη τύπου LED διάστασης 24", ανάλυσης 1920x1080 pixels

Λειτουργικό Σύστημα : Windows Server 2019

Άλλα : Κάρτα Δικτύου 10/100/1000Mbps

4 τουλάχιστον Θύρες USB

Ελληνολατινικό Πληκτρολόγιο 101/102 Πλήκτρων

Ποντίκι Οπτικού Τύπου

Εσωτερικό Ηχείο, δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικών ηχείων

Εκτυπωτής : Laser μονόχρωμος

Ταχύτητα Εκτύπωσης : >20 σελ./λεπτό

Μέσο Εκτύπωσης : Χαρτί A4

Άλλα : Δίσκος χαρτιού χωρητικότητας τουλάχιστον 200 φύλλων

Διασύνδεση μέσω θύρας Ethernet και USB

### Τοπικός Σταθμός Παρακολούθησης

Τύπος : Ηλεκτρονικός Υπολογιστής τύπου σταθμού εργασίας, συνοδευόμενος από εκτυπωτή αναφορών.

Επεξεργαστής : Intel i5 ταχύτητας

Κεντρική Μνήμη : 16GB

Περιφερειακή Μνήμη : Σκληρός Δίσκος 500GB

DVD±RW

Σύστημα Οθόνης : Κάρτα Οθόνης με ελάχιστη ανάλυση 1920x1080 pixels και αυτόνομη μνήμη

Οθόνη τύπου LED διάστασης 24", ανάλυσης 1920x1080 pixels

Λειτουργικό Σύστημα : Windows 10 Professional 64-Bit

Άλλα : Κάρτα Δικτύου 10/100/1000Mbps

4 τουλάχιστον Θύρες USB

Ελληνολατινικό Πληκτρολόγιο 101/102 Πλήκτρων

Ποντίκι Οπτικού Τύπου

Εσωτερικό Ηχείο, δυνατότητα σύνδεσης εξωτερικών ηχείων

Εκτυπωτής : Τύπου έγχυσης μελάνης, έγχρωμος

Ταχύτητα Εκτύπωσης : >10 σελ./λεπτό

Μέσο Εκτύπωσης : Χαρτί A4

Άλλα : Δίσκος χαρτιού χωρητικότητας τουλάχιστον 50 φύλλων

Διασύνδεση μέσω θύρας USB

ε. Φορητή τερματική κονσόλα ελέγχου για βυσμάτωση σε κάθε ελεγκτή ΑΚΕ από το συντηρητή, ώστε να είναι δυνατή τοπικά η επέμβαση στο σύστημα ξεκινώντας-σταματώντας φορτία αλλά και η αλλαγή ρυθμίσεων των βρόγχων αμέσου ψηφιακού ελέγχου

### 3.5 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Προβλέπεται η εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος (με συμψηφισμό ενέργειας – Net metering). Η μέγιστη ονομαστική ισχύς κάθε Φωτοβολταϊκού πλαισίου θα είναι **550 Wp**, το πλήθος των πλαισίων θα είναι **109 τεμ.** και κατά συνέπεια η ισχύς του Φωτοβολταϊκού Συστήματος θα είναι **59,95 kWp**. Η τεχνολογία Φωτοβολταϊκών γεννητριών που θα χρησιμοποιηθεί είναι μονοκρυσταλλικού πυριτίου, με ονομαστική απόδοση Φ/Β πλαισίου τουλάχιστον **21,33%**.

#### 3.5.1 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ

Για τον σχεδιασμό του συστήματος επελέγησαν ενδεικτικά, Φωτοβολταϊκά πλαίσια της Εταιρείας **JINKO** τύπος **JKM 550M**. Θα εγκατασταθούν **εκατόν εννέα (109) Φωτοβολταϊκά πλαίσια ισχύος 550 Wp** (+0 έως +3% ανοχή) έκαστο. Η απόδοση του Φωτοβολταϊκού πλαισίου είναι **21,33%**. Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια πληρούν τις προδιαγραφές IEC 61215, 61730 και TÜV Safety Class II.

**Πίνακας 1. Κύρια χαρακτηριστικά ενδεικτικών Φωτοβολταϊκών πλαισίων**

<b>Ηλεκτρικά</b>	Ονομαστική Ισχύς, $P_{nom}$ :	550 Wp
	Τάση Μέγιστης Ισχύος, $V_{mpp}$ :	40,90 V
	Ρεύμα Μέγιστης Ισχύος, $I_{mpp}$ :	13,45 A
	Τάση Ανοικτού Κυκλώματος, $V_{oc}$ :	49,62 V
	Ρεύμα Βραχυκύκλωσης, $I_{sc}$ :	14,03 A
	Ανώτατο Όριο Τάσης Συστήματος:	1500 VDC
<b>Κατασκευαστικά</b>	Ηλιακά Στοιχεία σε κάθε Πλαίσιο:	144
	Διαστάσεις Πλαισίου:	2.274mm×1.134mm
	Επιφάνεια Πλαισίου:	2,578 m <sup>2</sup>

	Πάχος Πλαισίου:	35mm
	Βάρος Πλαισίου:	28,90 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 ( $R < 10 \Omega$ ).

Ο Ανάδοχος θα προβεί στην διαδικασία sorting των Φ/Β πλαισίων, η οποία θα ελεγχθεί από την Τεχνική Υπηρεσία.

### 3.5.2 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ ΙΣΧΥΟΣ (INVERTER)

Για την μετατροπή του παραγόμενου συνεχούς ρεύματος (DC), σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC), ποιότητας δικτύου του ΔΕΔΔΗΕ, επελέγη, ενδεικτικά, για τους υπολογισμούς τριφασικός αντιστροφέας διασυνδεδεμένου συστήματος ισχύος **30 kW** (2 τεμ.). 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 καθώς και ενσωματωμένες αντικεραυνικές διατάξεις DC και AC.

**Πίνακας 2. Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά ενδεικτικού αντιστροφέα**

Περιγραφή		
Μέγιστη τάση εισόδου:		1100V
Περιοχή τάσης εισόδου Φ/Β συστοιχίας	$U_{PV}$	200 - 1000 V
Αριθμός ξεχωριστών MPP trackers	τεμ	4
Μέγιστο ρεύμα εισόδου ανά MPPT	$I_{mpptmax}$	27A
Μέγιστο ρεύμα εισόδου	$I_{pvmax}$	40 A
Μέγιστη ισχύς εισόδου Φ/Β συστοιχίας	$P_{DC,max}$	30000W
Μέγιστη ισχύς εξόδου	$P_{AC,max}$	33000VA

Ονομαστική ισχύς εξόδου	$P_{AC, B}$	30000W
Περιοχή τάσης λειτουργίας	$U_{AC}$	230 – 480 V
Περιοχή συχνότητας λειτουργίας	$f_{AC}$	50 Hz -60 Hz
Συντελεστής μέγιστης απόδοσης	$\eta_{max}$	98,70%
Συντελεστής απόδοσης (“ευρωπαϊκός”)	$\eta_{euro}$	98,40%
Διαστάσεις (Π x Υ x Β)	mm	630x530x270
Βάρος	kg	43
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.

### 3.5.3 ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ – ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ

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

Στον πρώτο Αντιστροφέα συνδέονται 54 πλαίσια και στον δεύτερο Αντιστροφέα συνδέονται 54 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’ ετέρου 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 3x70mm<sup>2</sup> +35mm<sup>2</sup>+35mm<sup>2</sup>**.

### 3.5.4 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 κάναβο 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 υπάρχον σύστημα αντικεραυνικής προστασίας του κτιρίου (αντικεραυνικός κλωβός).

### **3.5.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ**

Τα Φ/Β πλαίσια θα τοποθετηθούν επί των δωματίων του κτιρίου.

**Οι κατάλληλες αναμονές για τη στήριξη των Φ/Β πλαισίων θα είναι τοποθετημένες πριν από την κατασκευή της θερμοϋγρομόνωσης του δώματος.**

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.

### **3.5.6 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 καταναλισκόμενη ενέργειας (Net metering) στις εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού βάσει της ΥΑ με Αριθμ. ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/15084/382 (ΦΕΚ 759 Β'/5-3-2019) και της Αρίθμ. ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/74999/3024 (ΦΕΚ 3971/Β'/30-08-2021).

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

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

Στις υποχρεώσεις του Αναδόχου περιλαμβάνεται και η προμήθεια-εγκατάσταση του πιστοποιημένου κατά τις απαιτήσεις του ΔΕΔΔΗΕ μετρητή του αυτοπαραγωγού καθώς και του συστήματος απομακρυσμένου ελέγχου, παρακολούθησης και καταγραφής (monitoring).

### 3.5.7 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

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

Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια θα συνδεθούν ηλεκτρικά 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.

Θα ακολουθήσει η θέση σε λειτουργία του Φωτοβολταϊκού Συστήματος και οι δοκιμές του Φ/Β Συστήματος. Ο Ανάδοχος θα πρέπει να παραδώσει πλήρη Φάκελο Τεκμηρίωσης του Φ/Β Συστήματος.

### 3.6.8 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Βάσει υπολογισμών του Προγράμματος Climate-SAF PVGIS του Joint Research Center της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την περιοχή του **Αττικής**, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα είναι περίπου **89.925 kWh/έτος (~1.500 kWh/kWp,έτος)**.

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

**ΑΛΚΩΝ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ ΕΠΕ**

ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ

ΤΡΟΙΑΣ 18 - ΤΚ: 112 57 ΑΘΗΝΑ

ΑΦΜ: 095701940 - ΔΟΥ: Δ' ΑΘΗΝΩΝ

ΤΗΛ : 210 8223083 - FAX : 210 8238604

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

  
ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΗ ΜΑΡΙΑ-ΖΩΗ  
ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ  
ΠΕ

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ

