ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ: **ΔΗΜΟΣ ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ**

ΕΡΓΟ: Ενεργειακή αναβάθμιση συγκροτήματος κτιρίων ΕΠΑΛ Δήμου Ορεστιάδας

ΦΑΣΗ: ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ



ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΕΥΧΟΥΣ: Τεχνική Περιγραφή

ΣΥΝΤΑΞΗ: **ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΛΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΣ**
Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ, MSc

Περιεχόμενα

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ... 3
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ... 4
2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ & ΣΤΕΓΩΝ ... 6
3 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ & ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ... 11
4 ΦΩΤΙΣΜΟΣ ... 13
5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ... 17
5.1 Υφιστάμενη κατάσταση ... 17
5.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις ... 20
5.2.1 Συστήματα παραγωγής θερμικής ενέργειας ... 20
5.2.2 Δίκτυο διανομής ... 21
5.2.3 Κυκλοφορητές-αντλίες ... 23
5.2.4 Διακοπτικό και λοιπό υλικό δικτύων σωληνώσεων ... 24
5.2.5 Αποθήκευση θερμικής ενέργειας ... 25
6 ΙΣΧΥΡΑ ΡΕΥΜΑΤΑ ... 26
6.1 Υφιστάμενη κατάσταση ... 26
6.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις ... 28
6.2.1 Ηλεκτρικοί πίνακες τροφοδοσίας αντλιών θερμότητας ... 28
6.2.2 Ηλεκτρικές γραμμές εντός κτιρίων ... 29
6.2.3 Ηλεκτρικές γραμμές εκτός κτιρίων ... 29
6.2.4 Φωτοβολταϊκά συστήματα ... 30
6.2.5 Γειώσεις ... 31
6.2.6 Σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας ... 31
7 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ & ΑΣΘΕΝΗ ΡΕΥΜΑΤΑ ... 32
7.1 Γενικά ... 32
7.2 Κεντρικό σύστημα εποπτείας, ελέγχου & μετρήσεων (BMS) ... 32
7.2.1 Κεντρικός σταθμός ελέγχου ... 33
7.2.2 Απομακρυσμένα κέντρα ελέγχου (ΑΚΕ) ... 34
7.2.3 Καλωδιώσεις συστήματος ελέγχου και τηλεμετρίας ... 35

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

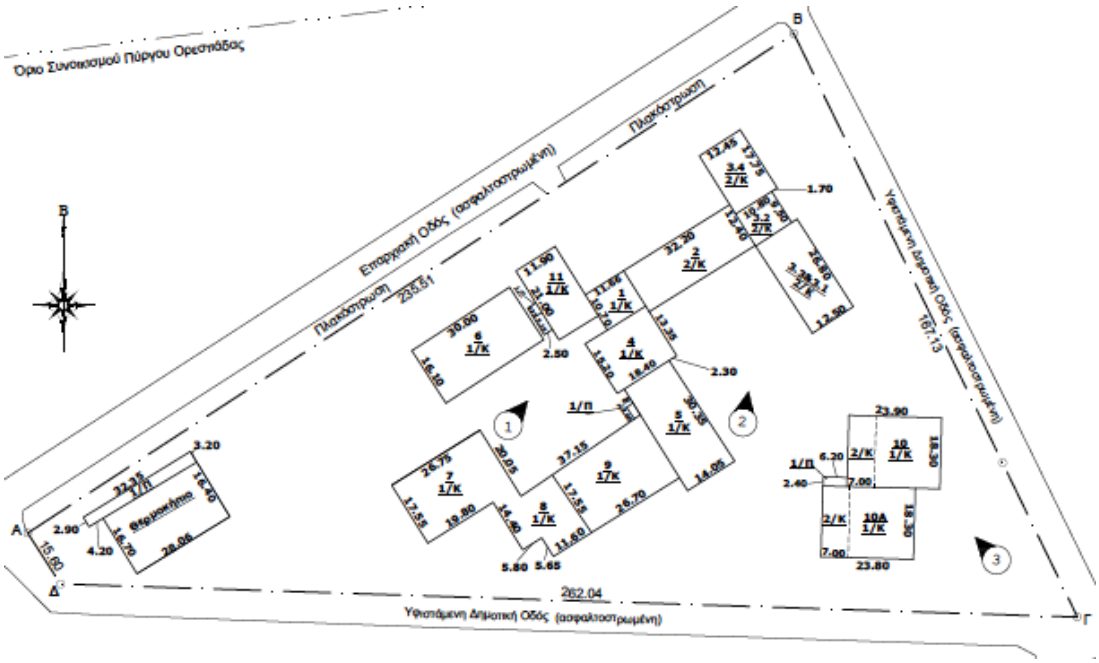
Γενικός όρος είναι ότι όλα τα υλικά που ενσωματώνονται στις προτεινόμενες παρεμβάσεις πρέπει να ανταποκρίνονται στα πρότυπα και προδιαγραφές που περιλαμβάνονται στα συμβατικά τεύχη και σχέδια, να είναι Α΄ ποιότητας και θα υποβάλλονται προηγουμένως για έγκριση Διασφάλισης Ποιότητας στον υπεύθυνο της Υπηρεσίας, με κατάλληλα δείγματα, πληροφοριακά έντυπα, πιστοποιητικά ποιότητας, προδιαγραφές και τον απαραίτητο συσχετισμό με συμβατικές προβλέψεις. Δεν θα ενσωματώνεται στο έργο κανένα υλικό, για το οποίο δε θα έχει προηγηθεί η ανωτέρω διαδικασία και η σχετική έγκριση.

Επισημαίνεται ότι:

Όπου στην παρούσα Τεχνική Περιγραφή όπως και στα τεύχη Τεχνικών Προδιαγραφών υλικών και εργασιών της Μελέτης αναφέρεται ο όρος "ενδεικτικός τύπος" για ορισμένες κατασκευές συσκευές, υλικά ή μηχανήματα, διευκρινίζεται ότι αυτό αποσκοπεί στον σαφέστερο καθορισμό των επιθυμητών ιδιοτήτων – φυσικών ή χημικών - των χρησιμοποιουμένων υλικών και την ποιότητά τους. Η αναφορά αυτή σε καμμία περίπτωση δεν δεσμεύει τον Ανάδοχο**.** Ο Ανάδοχος του έργου μπορεί να χρησιμοποιήσει οποιοδήποτε ισοδύναμο υλικό, οποιουδήποτε κατασκευαστικού οίκου, με τις αντίστοιχες ιδιότητες και ύστερα από την έγκριση της Επίβλεψης. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι το κάθε υλικό να συνοδεύεται από τα απαιτούμενα πιστοποιητικά ποιότητας και τα τεχνικά φυλλάδια του οίκου παραγωγής του.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη αφορά την ενεργειακή αναβάθμιση του σχολικού συγκροτήματος κτιρίων του ΕΠΑΛ του Δήμου Ορεστιάδας μέσω της εφαρμογής παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ενσωμάτωσης τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Το δημοτικό κτηριακό συγκρότημα που πρόκειται να αναβαθμιστεί είναι συνολικού εμβαδού 6.461,22 m^2 και αποτελείται από το συνολικά 12 κτίρια με αρίθμηση όπως αποτυπώνεται στο απόσπασμα του τοπογραφικού του σχήματος 1. Πρόκειται για κτίρια τα οποία ανεγέρθηκαν με την υπ. αριθ. 108/1980 οικοδομική άδεια της Νομαρχίας Έβρου. Τα κτίρια περιλαμβάνουν αίθουσες διδασκαλίες, εργαστήρια, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων, γραφεία και λοιπούς βοηθητικούς χώρους.



Σχήμα 1. Απόσπασμα τοπογραφικού διαγράμματος σχολικού συγκροτήματος ΕΠΑΛ Δήμου Ορεστιάδας

Η ενεργειακή αναβάθμιση του συγκροτήματος στηρίζεται στην εφαρμογή παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στο κέλυφος και στα τεχνικά συστήματα των κτιρίων, καθώς και στην ενσωμάτωση τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Η προσέγγιση για την ενεργειακή αναβάθμιση βασίζεται στις σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές για την επίτευξη μέγιστης εξοικονόμησης ενέργειας με στόχο την υποστήριξη της προσπάθειας του Δήμου Ορεστιάδας για τη μετάβαση σε μία οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής σε τοπικό επίπεδο.

Ειδικότερα, το πεδίο εφαρμογής της ενεργειακής μελέτης αφορά το σύνολο του σχολικού κτιριακού συγκροτήματος, το όποιο περιλαμβάνει τα δομικά στοιχεία των κτιρίων, τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και τον περιβάλλοντα χώρο. Η επιλογή του συγκεκριμένου κτιριακού συγκροτήματος βασίζεται στις μεγάλες καταναλώσεις πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες οδηγούν σε μεγάλο ενεργειακό κόστος για τον Δήμο. Ο Δήμος Ορεστιάδας αποτελεί τον νόμιμο ιδιοκτήτη του οικοπέδου και των κτιριακών εγκαταστάσεων και είναι υπεύθυνος για την κάλυψη του συνόλου του ενεργειακού κόστους, καθώς επίσης και για την συντήρηση των κτιριακών και μη εγκαταστάσεων του.

2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ & ΣΤΕΓΩΝ

Η θερμομόνωση στο κτιριακό κέλυφος παρεμποδίζει τη μεταφορά θερμικής ενέργειας από έναν χώρο σε γειτονικό ψυχρότερο χώρο ή προς την ατμόσφαιρα. Οι θερμικές απώλειες δεν νοούνται μόνο κατά τη διάρκεια του χειμώνα από το εσωτερικό του κτιρίου προς τη ατμόσφαιρα αλλά και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού όταν ο εξωτερικός αέρας είναι θερμότερος. Με την θερμομόνωση ενός κτιρίου επιδιώκεται να μειωθεί ο χρόνος ανταλλαγής θερμότητας μέσα από τα αδιαφανή δομικά στοιχεία. Η εξωτερική θερμομόνωση αποτελεί τον πιο αποτελεσματικό τρόπο θερμομόνωσης του κτιριακού κελύφους, καθώς και τον βέλτιστο τρόπο ελαχιστοποίησης των θερμογεφυρών. Μια καλή θερμομόνωση εξασφαλίζει καλή θερμική άνεση, ελαχιστοποιώντας τις έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές στο εσωτερικό του κτιρίου, καθώς και εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μείωσης των αναγκών για θέρμανση και ψύξη.

Η παρούσα μελέτη περιλαμβάνει παρεμβάσεις τοποθέτησης εξωτερικής θερμομόνωσης σε όλα τα κτίρια του συγκροτήματος του ΕΠΑΛ Ορεστιάδας. Οι παρεμβάσεις τοποθέτησης εξωτερικής θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία θα πρέπει να είναι κατάλληλες για την τήρηση των περιορισμών του Κ.ΕΝ.Α.Κ., όπως ισχύει. Επιπροσθέτως, θα πρέπει να ικανοποιείται (εάν είναι τεχνο-οικονομικά εφικτό) ο περιορισμός του Κ.ΕΝ.Α.Κ. όσο αφορά τον μέγιστο επιτρεπόμενο μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας U_m. Ειδικότερα για την κλιματική ζώνη Γ, όπου ανήκει το κτιριακό συγκρότημα του ΕΠΑΛ Ορεστιάδας, οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m φαίνονται στον πίνακα 1 και 2 αντίστοιχα.

Πίνακας 1. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για την κλιματική ζώνη Γ στην Ελλάδα (πίνακας 3.3α της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017)

Δομικό Στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας για κλιματική ζώνη Γ (W/m^2K)
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U_{V_D}	0,350
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_{V_W}	0,400
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό άερα (πυλωτή)	U_{V_DL}	0,400

Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους	U_{V_G}	0,650
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους	U_{V_WE}	0,700
Ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες, κ.ά.)	U_{V_F}	2,400
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	U_{V_GF}	1,750

Πίνακας 2. Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m για την κλιματική ζώνη Γ στην Ελλάδα (πίνακας 3.3β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017)

A/V (m^{-1})	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας (W/m^2K)
≤0,2	1,05
0,3	1,00
0,4	0,95
0,5	0,90
0,6	0,86
0,7	0,81
0,8	0,76
0,9	0,71
≥1,0	0,66

Ο βαθμός θερμομονωτικής προστασίας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου προσδιορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), αυτού οριζόμενου από το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι διαδοχικές στρώσεις του δομικού στοιχείου στη θεωρούμενη κατά παραδοχή μονοδιάστατη και κάθετη στην επιφάνειά του ροή θερμότητας μέσω αυτού και των αντίστοιχων θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι εκατέρωθεν των όψεων στρώσεις αέρα. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου n στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_i}$$

Όπου:

U [W/m²K] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου

n [-]	το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου
d [m]	το πάχος κάθε στρώσης δομικού στοιχείου
λ [m]	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης
$R_δ$ [m²K/W]	η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος
R_i [m²K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο
R_a [m²K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον

Από την παραπάνω εξίσωση προκύπτει:

$$R = \frac{1}{U} = R_i + \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_i$$

όπου: R [W/m²K] η αντίσταση θερμικής μετάβασης του δομικού στοιχείου

Στα υφιστάμενα αλλά και τροποποιούμενα δομικά στοιχεία δεν υπάρχει στρώμα αέρα και άρα $R_δ$=0. Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των υφιστάμενων δομικών στοιχείων έχουν ληφθεί από πίνακες, ενώ η προσθήκη πρόσθετων στοιχείων θα προσθέσει αντιστάσεις στη μετάδοση της θερμότητας, προκαλώντας έτσι μεταβολή στη συνολική αντίσταση:

$$R_{μετά} = R_{πριν} + \sum_{k=1}^{m} \frac{d_k}{\lambda_k}$$

Όπου:

$R_{μετά}$ [W/m²K]	η νέα αντίσταση θερμικής μετάβασης του δομικού στοιχείου
m [-]	το πλήθος των νέων στρώσεων του δομικού στοιχείου
d_k [m]	το πάχος κάθε στρώσης πρόσθετου δομικού στοιχείου
$λ_k$ [m]	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε πρόσθετης στρώσης

Για τα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία των κτιρίων προτείνεται εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης με τοποθέτηση θερμομονωτικών πλακών τύπου διογκωμένης γραφιτούχας πολυστερίνης πάχους 70 mm και με συντελεστή αγωγιμότητας μικρότερο ή ίσο με λ=0,032 W/mK. Το σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης θα είναι πιστοποιημένο κατά ETAG 004, όπως περιγράφεται στις

τεχνικές προδιαγραφές. Τα επίσημα έγγραφα που πιστοποιούν τα παραπάνω θα πρέπει να κατατεθούν στην υπηρεσία από τον ανάδοχο. Η διαστρωμάτωση του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης με σειρά από μέσα προς τα έξω θα είναι η εξής:

1. Συγκολλητικό κονίαμα υψηλής αντοχής και συγκολλητικής ικανότητας
2. Θερμομονωτικές πλάκες διογκωμένης γραφιτούχας πολυστερίνης
3. Αντιρρηγματικό επίχρισμα υψηλής αντοχής με πλέγμα ενίσχυσης
4. Πλέγμα ενίσχυσης υψηλής αντοχής
5. Αστάρι
6. Έγχρωμο σιλικονούχο ακρυλικό επίχρισμα

Επιπλέον, θα χρησιμοποιηθούν μικροϋλικά για την μηχανική στερέωση και την αποφυγή θερμογεφυρών και προβλημάτων υγρασίας όπως γωνιόκρανα, προφίλ ένωσης, νεροσταλλάκτες, υλικά ένωσης/σφράγισης, βύσματα αγκύρωσης, κ.ά.

Η εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης θα γίνει στα σημεία των κουφωμάτων, μετά την αποξήλωση αυτών, έτσι ώστε να κατασκευαστούν λαμπάδες, κατωκάσια και ανωκάσια από θερμομονωτικό υλικό (γυρίσματα) για τον περιορισμό των θερμογεφυρών. Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στα σημεία όπου υπάρχουν κιγκλιδώματα ασφαλείας τα οποία θα έχουν αποξηλωθεί προ της εφαρμογής της θερμομόνωσης και θα ληφθεί μέριμνα για αναμονές για την επανατοποθέτησή τους. Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στα σημεία διαμόρφωσης των αρμών διαστολής των κτιρίων, όπου θα πραγματοποιηθεί ενίσχυση και προστασία της θερμομονωτικής στρώσης με ειδικά συνθετικά προφίλ σύμφωνα με τις ισχύουσες ΕΤΕΠ και τις απαιτήσεις του προμηθευτή. Η λεπτομέρεια περιλαμβάνει την τοποθέτηση ειδικού προφίλ αρμού διαστολής μεταξύ θερμομονωτικών πλακών σε κατάλληλη απόσταση μεταξύ τους και τη στερέωσή του στις επιστρώσεις του βασικού επιχρίσματος στις δύο πλευρές του, με εμβάπτιση των πτερυγίων αντιαλκαλικού υαλοπλέγματος που φέρει στο βασικό επίχρισμα. Εφόσον η στρώση του βασικού επιχρίσματος στεγνώσει, γίνεται εφαρμογή της τελικής στρώσης οργανικού έγχρωμου υδρύαλου διακοσμητικού σοβά, διατηρώντας εμφανές το εύκαμπτο τμήμα του προφίλ το οποίο βάφεται στη συνολική απόχρωση της όψης. Εν γένει η εφαρμογή της θερμομόνωσης προϋποθέτει την εξυγίανση των εξωτερικών επιφανειών, το οποίο σημαίνει πως επιφάνειες που παρουσιάζουν τοπική βλάβη σκυροδέματος και οπλισμού λόγω τοπικών οξειδώσεων, διαβρωμένα επιχρίσματα κλπ θα πρέπει πρώτα να αποκαθίστανται και να επισκευάζονται.

Η αντίσταση θερμοδιαφυγής που θα προκύψει από την εφαρμογή της εξωτερικής

θερμομόνωσης δώματος, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη όλες οι στρώσεις της προτεινόμενης διαστρωμάτωσης αλλά μόνο αυτή του θερμομονωτικού υλικού είναι:

$$R_{μετά}=R_{πιρν} + 0,07/0,032 = R_{πιρν} + 2,187$$

Για τις στέγες των κτιρίων προτείνεται εφαρμογή εσωτερικής θερμομόνωσης με τοποθέτηση θερμομονωτικών πλακών τύπου πετροβάμβακα, πάχους 100 mm και συντελεστή αγωγιμότητας όχι μεγαλύτερο λ=0,039 W/mK.

Η αντίσταση θερμοδιαφυγής που θα προκύψει από την εφαρμογή της εσωτερικής θερμομόνωσης των στεγών, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη όλες οι στρώσεις της προτεινόμενης διαστρωμάτωσης αλλά μόνο αυτή του θερμομονωτικού υλικού είναι:

$$R_{μετά}=R_{πιρν} + 0,10/0,039 = R_{πιρν} + 2,56$$

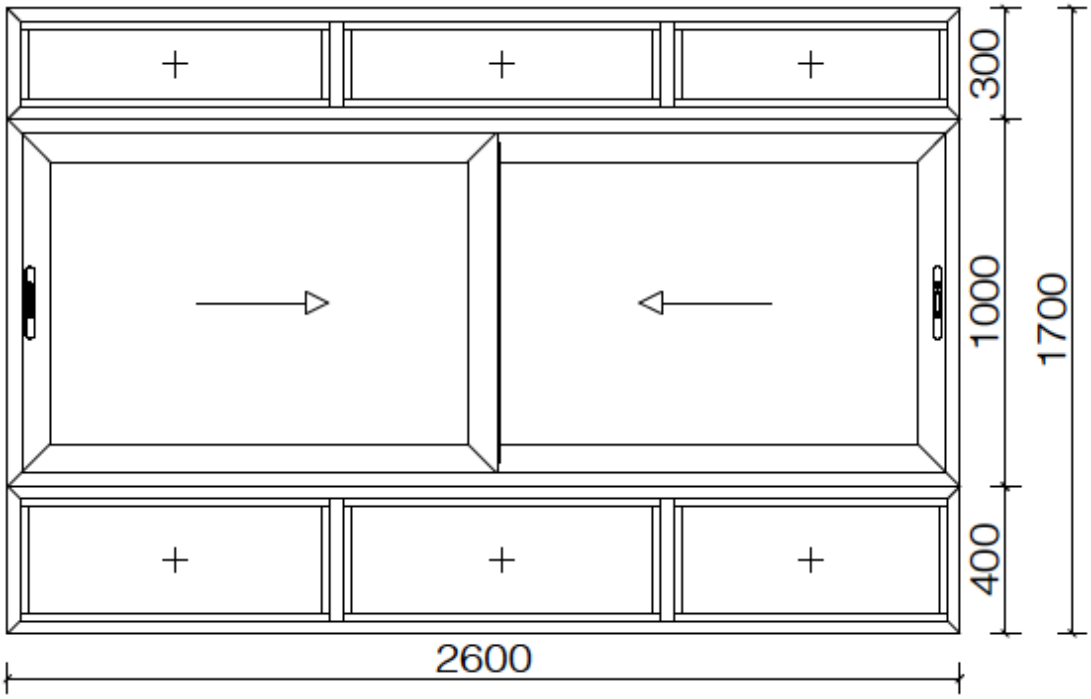
Η εφαρμογή της θερμομόνωσης στις στέγες των κτιρίων θα πραγματοποιηθεί μέσω πρόσβασης που θα δημιουργηθεί από τον ανάδοχο στις κεραμοσκεπές. Η πρόσβαση θα είναι επαρκής για την είσοδο του εργατικού προσωπικού που απαιτείται μέσα στη στέγη καθώς και για την τήρηση των κανόνων ασφαλείας και υγιεινής (αερισμός κλπ). Η οριζόντια οροφή των κτιρίων αποτελείται από πλάκα σκυροδέματος με ανεστραμμένη διαδοκίδωση τύπου Zoellner. Για την αποφυγή του σχηματισμού θερμογεφυρών, η τοποθέτηση των θερμομονωτικών πλακών πετροβάμβακα θα γίνει με χρήση συγκολλητικού κονιάματος υψηλής αντοχής και συγκολλητικής ικανότητας σε όλη την επιφάνεια του δώματος, δηλαδή συμπεριλαμβανομένων και των δοκών της διαδοκίδωσης τύπου Zoellner. Μετά το πέρας της εφαρμογής της θερμομόνωσης θα πραγματοποιηθεί από τον ανάδοχο αποκατάσταση του σημείου πρόσβασης με εξασφάλιση της στεγανότητας της στέγης.

Όλες οι εργασίες για ολοκληρωμένη και έντεχνη εφαρμογή της θερμομόνωσης που περιγράφονται παραπάνω έχουν συνυπολογιστεί στο κόστος των σχετικών άρθρων του τιμολογίου μελέτης και βαρύνουν τον ανάδοχο.

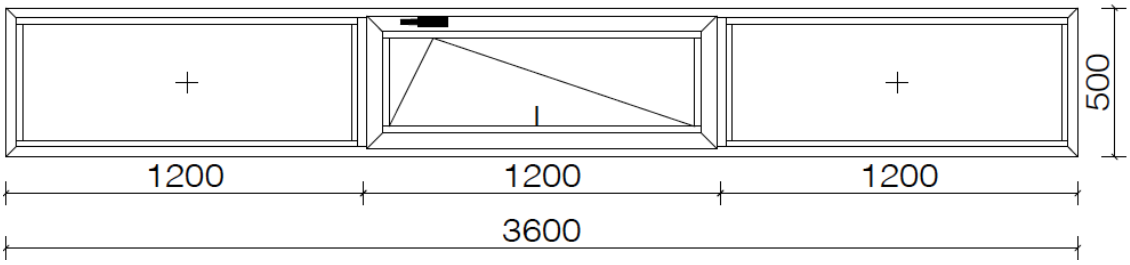
3 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ & ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Στο σύνολο των κτιρίων του συγκροτήματος του ΕΠΑΛ Ορεστιάδας προβλέπεται η αντικατάσταση των κουφωμάτων και των υαλοπινάκων στο ίδιο άνοιγμα και με την ίδια τυπολογία. Ειδικότερα, προβλέπεται η αποξήλωση και η τοποθέτηση νέων μεταλλικών κουφωμάτων με θερμοδιακοπή που θα φέρουν δίδυμους ενεργειακούς υαλοπίνακες. Οι υαλοπίνακες των νέων κουφωμάτων θα είναι ενεργειακοί, με μαλακή επίστρωση μεταλλικών οξειδίων, ώστε να ανακλούν την υπέρυθρη ακτινοβολία. Η πλήρωση του διάκενου μεταξύ τους θα γίνει με αδρανές αέριο argon για ενίσχυση των θερμομονωτικών τους χαρακτηριστικών. Για το σύνολο των κτιρίων, λόγω της χρήσης του ως σχολεία, επιβάλλεται η τοποθέτηση υαλοπινάκων laminated (αντιβανδαλιστικό σάντουιτς). Η συνολική επιφάνεια κουφωμάτων και υαλοπινάκων προς αντικατάσταση είναι 1.310 m^2. Ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου θα πρέπει να είναι μικρότερος ή ίσος με Uf=2,5 W/m^2K. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των υαλοπινάκων θα είναι μικρότερος ή ίσος με Ug= 1,1 W/m^2K.

Στην υφιστάμενη κατάσταση εντοπίζονται ανοιγόμενα, επάλληλα και σταθερά κουφώματα. Οι ενδεικτικές τυπολογίες που παρουσιάζονται στα σχήματα 2 και 3 κυριαρχούν στα υφιστάμενα ανοίγματα των κτιρίων και θα ακολουθηθούν πιστά στα υπό προμήθεια νέα θερμοδιακοπτόμενα ενεργειακά κουφώματα.



Σχήμα 2. Ενδεικτική τυπολογία ανοιγμάτων κτιρίων ΕΠΑΛ Ορεστιάδας (Α)



Σχήμα 3. Ενδεικτική τυπολογία ανοιγμάτων κτιρίων ΕΠΑΛ Ορεστιάδας (Β)

Ανεξάρτητα από την τυπολογία του κουφώματος, ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος και υαλοπίνακα (συντελεστής παραθύρου) U_w θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να είναι μικρότερος από 2 W/m^2K.

Όλα τα κουφώματα θα κατασκευαστούν από αλουμίνιο ηλεκτροστατικής βαφής. Η ολοκληρωμένη κατασκευή ενός κουφώματος θα πρέπει να έχει σήμανση CE και να συνοδεύεται από τα αντίστοιχα πιστοποιητικά των δοκιμών που έχει υποστεί. Η θερμοδιακοπή θα επιτυγχάνεται μηχανικά, με παρεμβολή υαλοενισχυμένου πολυαμιδίου πλάτους τουλάχιστον 20 mm σε κάσα και φύλλο. Το χρώμα των κουφωμάτων θα είναι επιλογής της αναθέτουσας αρχής.

Κατά την αποξήλωση, ανάλογα την περίπτωση θα καθαιρεθούν και οι ποδιές των παραθύρων σύμφωνα με τις υποδείξεις της Επίβλεψης και θα αποκατασταθούν με νέες μαρμαροποδιές με τρόπο τέτοιο ώστε να μην δημιουργείται θερμογέφυρα. Όπου υπάρχουν κιγκλιδώματα ασφαλείας, αυτά θα αφαιρεθούν, θα συντηρηθούν και θα επανατοποθετηθούν στις ίδιες θέσεις. Όλες οι εργασίες για ολοκληρωμένη αποξήλωση και τοποθέτηση σύμφωνα με τους κανόνες της τέχνης και της επιστήμης των νέων κουφωμάτων που περιγράφονται παραπάνω έχουν συνυπολογιστεί στο κόστος των σχετικών άρθρων του τιμολογίου μελέτης και βαρύνουν τον ανάδοχο.

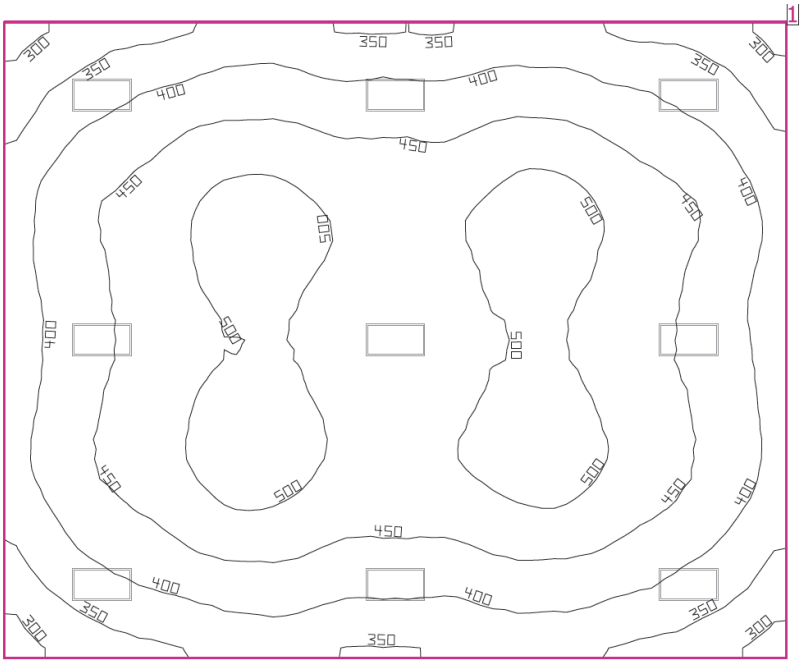
Η τελική επιλογή του προφίλ αλουμινίου, καθώς και της απόχρωσής του θα γίνει μετά από έγκριση της Επίβλεψης.

4 ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον τεχνητό φωτισμό των κτιρίων με χρήση σχολείου συμβάλλει σημαντικά στο συνολικό ενεργειακό αποτύπωμα τους και παρουσιάζει μεγάλο περιθώριο εξοικονόμησης λόγω της χρήσης παλαιάς τεχνολογίας φωτιστικών και της δυνατότητας αντικατάστασης με νέα σύγχρονα φωτιστικά LED.

Για τον τεχνητό φωτισμό των κτιρίων του ΕΠΑΛ Ορεστιάδας προβλέπεται η αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων με νέα τεχνολογίας LED, χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Η παρέμβαση αναμένεται πέραν της εξοικονόμησης ενέργειας να προσφέρει καλύτερες συνθήκες οπτικής άνεσης για τους χρήστες των κτιρίων (μαθητές και καθηγητές).

Για την επιλογή των νέων φωτιστικών στις αίθουσες του σχολικού συγκροτήματος πραγματοποιήθηκε μελέτη φωτοτεχνίας τα αποτελέσματα της οποίας παρουσιάζονται στο σχήμα 4. Η μέση ένταση φωτισμού είναι μεγαλύτερη από 300 lux, όπως απαιτείται σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017. Ο δείκτης θάμβωσης επηρεάζει τις συνθήκες οπτικής άνεσης και για αυτό το λόγο προτείνονται φωτιστικά σώματα με δείκτη θάμβωσης μικρότερο από 17.



Σχήμα 4. Φωτοτεχνική μελέτη τυπικής αίθουσας κτιρίων ΕΠΑΛ Ορεστιάδας

Τα φωτιστικά LED στις αίθουσες, στους διαδρόμους και στα γραφεία των κτιρίων θα τοποθετηθούν στις ίδιες θέσεις των υφιστάμενων φωτιστικών φθορισμού μετά την αποξήλωση και απομάκρυνση αυτών και θα συνδεθούν ηλεκτρολογικά με τις

υφιστάμενες καλωδιώσεις με αποκατάσταση τυχόν βλαβών που θα προκύψουν ή την επέκτασης δικτύων ηλεκτρικών γραμμών εφόσον απαιτηθεί. Η τοποθέτηση θα γίνει απευθείας σε επιφάνεια οροφής. Τα συγκεκριμένα φωτιστικά θα είναι LED ισχύος μικρότερης από 40W (LED + driver) και φωτεινής ροής τουλάχιστον 4.000 lm. Τα δομικά στοιχεία LED θα βρίσκονται εντός ανακλαστήρων, έτσι ώστε να αποφεύγεται η απευθείας έκθεση του χρήστη και να μειώνεται η θάμβωση. Προτείνεται η χρήση φωτιστικών LED με θερμοκρασία χρώματος (CCT) 4000 K (± 5%).

Στις αίθουσες, τους διαδρόμους και τα γραφεία του ΕΠΑΛ Ορεστιάδας θα τοποθετηθούν ανιχνευτές παρουσίας/κίνησης με σκοπό την αυτόματη έναυση και σβέση ομάδας φωτιστικών σωμάτων για την περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας. Η ομαδοποίηση των φωτιστικών σωμάτων θα προκύψει ανάλογα με την υφιστάμενη ηλεκτρική καλωδίωση των φωτιστικών σε κάθε χώρο και θα καθορισθεί από σε συνεργασία με την Επίβλεψη.

Στους χώρους τουαλετών των κτιρίων θα τοποθετηθούν νέα φωτιστικά τύπου πλαφονιέρας, στεγανά, τα οποία φέρουν λαμπτήρα LED ισχύος 11W. Τα φωτιστικά θα τοποθετηθούν στις θέσεις των υφιστάμενων φωτιστικών μετά την αποξήλωση και απομάκρυνση αυτών και θα συνδεθούν με χρήση των υφιστάμενων ηλεκτρικών καλωδιώσεων. Σε περίπτωση που απαιτηθεί θα τοποθετηθούν σε άλλη θέση σύμφωνα με τις οδηγίες της Επίβλεψης. Συμπεριλαμβάνονται οι εργασίες και τα υλικά που απαιτούνται για τοποθέτηση φωτιστικών σε νέα θέση.

Στους χώρους μεγάλου ύψους (άνω των 5 m) που εντοπίζονται στα κτίρια 10Α και 10Β, θα τοποθετηθούν νέα φωτιστικά LED, τύπου προβολέα, κρεμαστά, προς αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών τύπου καμπάνας. Τα συγκεκριμένα φωτιστικά LED τύπου προβολέα θα είναι ισχύος μικρότερης από 186 W και φωτεινής ροής τουλάχιστον 26.000 lm για την βέλτιστη εξυπηρέτηση του χώρου. Η θερμοκρασία χρώματος θα είναι 4000 K ± 5%. Τα φωτιστικά θα τοποθετηθούν στις ίδιες θέσεις με τα υφιστάμενα μετά από αποξήλωση και απομάκρυνση των υφιστάμενων και με χρήση των ίδιων ηλεκτρικών καλωδιώσεων, με αποκατάσταση τυχόν βλαβών και την κατασκευή νέων ηλεκτρικών γραμμών εφόσον απαιτηθεί.

Όσον αφορά την αίθουσα πολλαπλών χρήσεων διαπιστώνεται η απουσία ικανοποιητικού τεχνητού φωτισμού και για το σκοπό αυτό θα τοποθετηθούν μετά την αποξήλωση και απομάκρυνση των υφιστάμενων νέα φωτιστικά LED τύπου προβολέας, για επίτοιχη τοποθέτηση στον δυτικό και στον ανατολικό τοίχο (συνολικά 10 τεμάχια). Οι προβολείς LED θα είναι ισχύος μικρότερης από 131W και φωτεινής ροής τουλάχιστον 19.000 lm, ενώ η θερμοκρασία χρώματος θα είναι 4000 K ± 5%.

Δέκα (10) τεμάχια τέτοιων προβολέων LED θα τοποθετηθούν επίσης περιμετρικά των κτιρίων στις θέσεις που θα υποδείξει η επίβλεψη για την αντικατάσταση και βελτίωση του περιμετρικού φωτισμού. Το σύνολο των προτεινόμενων φωτιστικών δίνεται ανά χώρο κάθε κτιρίου στον πίνακα 3.

Όλες οι εργασίες για ολοκληρωμένη αποξήλωση και τοποθέτηση σύμφωνα με τους κανόνες της τέχνης και της επιστήμης νέων φωτιστικών σωμάτων που περιγράφονται παραπάνω έχουν συνυπολογιστεί στο κόστος των σχετικών άρθρων του τιμολογίου μελέτης και βαρύνουν τον ανάδοχο.

Πίνακας 3. Προτεινόμενα φωτιστικά σώματα

Χώρος	Ποσότητα	Είδος φωτιστικού	Ισχύς Λαμπτήρα (W)	Ισχύς Φωτισμού (W)
Κτίριο 1 (εξωτερικά κεντρική είσοδος)	4	Προβολέας LED στεγανός	130	520
Κτίριο 1	10	Φωτιστικό LED	38	380
Κτίριο 2, Ισόγειο, Αποθήκες	3	Φωτιστικό LED	38	114
Κτίριο 2, Ισόγειο, Γραφεία	26	Φωτιστικό LED	38	988
Κτίριο 2, Ισόγειο, Διάδρομος	4	Φωτιστικό LED	38	152
Κτίριο 2, Ισόγειο, Τουαλέτες	4	Φωτιστικό οροφής με λαμπτήρα LED στεγανό	11	44
Κτίριο 2, Α όροφος, Αίθουσες	28	Φωτιστικό LED	38	1064
Κτίριο 2, Α όροφος, Διάδρομος	4	Φωτιστικό LED	38	152
Κτίριο 3, Ισόγειο, Αίθουσες	42	Φωτιστικό LED	38	1596
Κτίριο 3, Ισόγειο, Τουαλέτες	12	Φωτιστικό οροφής με λαμπτήρα LED στεγανό	11	132
Κτίριο 3, Ισόγειο, Διάδρομος	7	Φωτιστικό LED	38	266
Κτίριο 3, Α όροφος, Αίθουσες	45	Φωτιστικό LED	38	1710
Κτίριο 3, Α όροφος, Τουαλέτες	12	Φωτιστικό οροφής με λαμπτήρα LED στεγανό	11	132
Κτίριο 3, Α όροφος, Διάδρομος	7	Φωτιστικό LED	38	266
Κτίριο 4, Κυλικείο	29	Φωτιστικό LED	38	1102
Κτίριο 4, Γραφείο Δ/ντή	4	Φωτιστικό LED	38	152
Κτίριο 4, Αποθήκες	6	Φωτιστικό LED	38	228
Κτίριο 4, Διάδρομος	2	Φωτιστικό LED	38	76
Κτίριο 5, Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	10	Προβολέας LED στεγανός	130	1300
Κτίριο 5, Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων (σκηνή)	4	Φωτιστικό LED	38	152
Κτίριο 5, Αποδυτήρια	3	Φωτιστικό LED	38	114
Κτίριο 5, Διάδρομος	6	Φωτιστικό LED	38	228
Κτίριο 5, Τουαλέτες	13	Φωτιστικό οροφής με λαμπτήρα LED στεγανό	11	143
Κτίριο 6, Αίθουσες	37	Φωτιστικό LED	38	1406

Κτίριο 6, Αποθήκες	3	Φωτιστικό LED	38	114
Κτίριο 6, Τουαλέτες	12	Φωτιστικό οροφής με λαμπτήρα LED στεγανό	11	132
Κτίριο 6, Είσοδος	3	Φωτιστικό LED	38	114
Κτίριο 6, Διάδρομος	5	Φωτιστικό LED	38	190
Κτίριο 7	57	Φωτιστικό LED	38	2166
Κτίριο 8, Αίθουσες	20	Φωτιστικό LED	38	760
Κτίριο 8, Διάδρομος	2	Φωτιστικό LED	38	76
Κτίριο 8, Τουαλέτες	20	Φωτιστικό οροφής με λαμπτήρα LED στεγανό	11	220
Κτίριο 9, Αίθουσες	48	Φωτιστικό LED	38	1824
Κτίριο 9, Είσοδος	4	Φωτιστικό LED	38	152
Κτίριο 10Β, Εργαστήριο Ψυκτικών	11	Προβολέας LED κρεμαστός	185	2035
Κτίριο 10Β, Ισόγειο, Αίθουσες	6	Φωτιστικό LED	38	228
Κτίριο 10Β, Ισόγειο, Τουαλέτες	4	Φωτιστικό LED	38	152
Κτίριο 10Β, Όροφος, Αίθουσες	12	Φωτιστικό LED	38	456
Κτίριο 10Α, Είσοδος	9	Προβολέας LED κρεμαστός	185	1665
Κτίριο 10Α, Ισόγειο, Αίθουσες	32	Φωτιστικό LED	38	1216
Κτίριο 10Α, Όροφος, Αίθουσες	12	Φωτιστικό LED	38	456
Κτίριο 11, Διάδρομος	3	Φωτιστικό LED	38	114
Κτίριο 11, Αποθήκες	12	Φωτιστικό LED	38	456
Κτίριο 11, Βιβλιοθήκη	39	Φωτιστικό LED	38	1482
ΣΥΝΟΛΑ	**636**			**26.425**

5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Το σύστημα θέρμανσης των κτιρίων του ΕΠΑΛ Ορεστιάδας μελετήθηκε και θα κατασκευαστεί σύμφωνα με τις διατάξεις των παρακάτω κανονισμών:

- ΕΛΟΤ ΕΝ 12831: Ευρωπαϊκό Πρότυπο Υπολογισμού Θερμικών Απωλειών
- ΤΟΤΕΕ 2421/86: Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτιριακών χώρων
- ΤΟΤΕΕ 2421/86_2: Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτιριακών χώρων
- ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017
- ΤΟΤΕΕ 20701-3/2017
- Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)
- Γερμανικοί κανονισμοί συμπληρωματικά προς του Ελληνικούς

5.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Το συγκρότημα κτιρίων του ΕΠΑΛ Ορεστιάδας διαθέτει σύστημα παραγωγής θερμικής ενέργειας που περιλαμβάνει τέσσερα (4) συγκροτήματα λεβήτων – καυστήρων πετρελαίου και σύστημα διανομής της θερμικής ενέργειας με δισωλήνιο δίκτυο χαλύβδινων σωληνώσεων και συμβατικά θερμαντικά σώματα.

Οι τρεις (3) λέβητες πετρελαίου βρίσκονται στο λεβητοστάσιο το οποίο βρίσκεται στο υπόγειο του συγκροτήματος (κάτω από τα κτίρια 4 και 5). Οι δύο - εκ των τριών - λέβητες είναι της εταιρείας THERMOSTAHL, ονομαστικής θερμικής ισχύος 581,5 KW με καυστήρες πετρελαίου της εταιρείας baltur, τύπου BT55DSG. Ο τρίτος λέβητας είναι της εταιρείας THERMIL ABEE, θερμικής ισχύος 377,9 KW με καυστήρα πετρελαίου αγνώστων στοιχείων. Οι λέβητες βρίσκονται σε κακή ενεργειακή και λειτουργική κατάσταση όπως αποτυπώνεται στα σχήματα 5 και 6. Οι λέβητες αυτοί καλύπτουν τις θερμικές απαιτήσεις του συνόλου των κτιρίων του συγκροτήματος εκτός των κτιρίων 10Α και 10Β, τα οποία διαθέτουν ανεξάρτητο σύστημα θέρμανσης με λέβητα καυστήρα ονομαστικής θερμικής ισχύος 232 kW της εταιρείας BOSS (σχήμα 7).

Στο δίκτυο διανομής των κτιρίων που εξυπηρετούνται από το λεβητοστάσιο εντοπίζονται εγκατεστημένοι δέκα (10) κυκλοφορητές για την κυκλοφορία του θερμού νερού στους αντίστοιχους κλάδους προς τα συμβατικά θερμαντικά σώματα σε διάταξη δισωλήνιου συστήματος.



Σχήμα 5. Λέβητες πετρελαίου THERMOSTAHL



Σχήμα 6. Λέβητας πετρελαίου THERMIL ABEE



Σχήμα 7. Λέβητας πετρελαίου BOSS

Οι κεντρικές σωληνώσεις του δικτύου διανομής εντός του χώρου του λεβητοστασίου διαθέτουν ανεπαρκή μόνωση. Το ίδιο ισχύει και για τις σωληνώσεις του δικτύου διανομής στους λοιπούς χώρους. Οι τερματικές μονάδες της θέρμανσης είναι συμβατικά χαλύβδινα θερμαντικά σώματα τύπου ΑΚΑΝ ή τύπου panel εγκατεστημένα σε εσωτερικούς (κυρίως) και εξωτερικούς τοίχους. Στα κτίρια 6, 7, 10Α και 10Β εντοπίζονται εγκατεστημένες μικρές σε αριθμό μονάδες ανεμιστήρα στοιχεία (FCUs).

Όπως διαπιστώνεται μετά από αυτοψία στις εγκαταστάσεις θέρμανσης του συγκροτήματος κτιρίων του ΕΠΑΛ Ορεστιάδας, τόσο οι λέβητες πετρελαίου του κεντρικού λεβητοστασίου, όσο και το δίκτυο διανομής με χαλυβδοσωλήνες βρίσκονται σε κακή κατάσταση. Διαπιστώνονται σημαντικά προβλήματα διαβρώσεων στους λέβητες και στα δίκτυα σωληνώσεων, τα οποία χρήζουν άμεσης παρέμβασης.

Επιπροσθέτως, θα πρέπει να επισημανθεί πως η υφιστάμενη διάταξη του συστήματος θέρμανσης με κεντρικούς λέβητες μεγάλης ισχύος δεν επιτρέπει την οικονομική λειτουργία υπό μερικό φορτίο, συμβάλλοντας στην μεγάλη κατανάλωση πετρελαίου και συνεπώς σε μεγάλο ενεργειακό κόστος λειτουργίας. Ταυτόχρονα, διαπιστώθηκε πως τα εγκατεστημένα συστήματα αντιστάθμισης βρίσκονται εκτός λειτουργίας.

5.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις στοχεύουν στην ενεργειακή αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης μέσω απεξάρτησης από το πετρέλαιο, λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής παρέμβασης, την υφιστάμενη κατάσταση του συστήματος θέρμανσης των κτιρίων καθώς και τεχνοοικονομικά κριτήρια για την αξιολόγηση των πιθανών τεχνολογικών λύσεων. Τα αποτελέσματα της συγκριτικής αξιολόγησης των πιθανών λύσεων δίνονται στην μελέτη σκοπιμότητας της παρούσας μελέτης. Παρακάτω δίνεται τεχνική περιγραφή των προτεινόμενων συστημάτων για την ενεργειακή αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης του συγκροτήματος κτιρίων.

Όλες οι εργασίες για ολοκληρωμένη εγκατάσταση των νέων συστημάτων θέρμανσης που απαιτούνται ανεξάρτητα αν περιγράφονται παρακάτω έχουν συνυπολογιστεί στο κόστος των σχετικών άρθρων του τιμολογίου μελέτης και βαρύνουν τον ανάδοχο.

5.2.1 Συστήματα παραγωγής θερμικής ενέργειας

Για την παραγωγή θερμικής ενέργειας προτείνεται η εγκατάσταση αερόψυκτων αντλιών θερμότητας (αέρα – νερού), οι οποίες θα λειτουργούν ανεξάρτητα για την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων των κτιρίων στα οποία είναι συνδεδεμένες σύμφωνα με την παρακάτω ομαδοποίηση. Για την διαστασιολόγηση των αερόψυκτων αντλιών θερμότητας πραγματοποιήθηκε μελέτη θερμικών απωλειών για κάθε κτίριο του συγκροτήματος λαμβάνοντας υπόψη τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο κέλυφος των κτιρίων, όπως περιγράφονται στην παρούσα μελέτη. Ειδικότερα προτείνεται:

- Η εγκατάσταση αερόψυκτης αντλίας θερμότητας θερμικής ισχύος 230kW για την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων των κτιρίων 1, 2, 3 και 4 του συγκροτήματος.
- Η εγκατάσταση αερόψυκτης αντλίας θερμότητας θερμικής ισχύος 60kW για την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων των κτιρίων 6 και 11 του συγκροτήματος.
- Η εγκατάσταση αερόψυκτης αντλίας θερμότητας θερμικής ισχύος 50kW για την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων του κτιρίου 7 του συγκροτήματος.
- Η εγκατάσταση αερόψυκτης αντλίας θερμότητας θερμικής ισχύος 60kW για την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων των κτιρίων 8 και 9 του συγκροτήματος.
- Η εγκατάσταση αερόψυκτης αντλίας θερμότητας θερμικής ισχύος 50kW για την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων του κτιρίου 5 του συγκροτήματος.
- Η εγκατάσταση αερόψυκτης αντλίας θερμότητας θερμικής ισχύος 100kW για την κάλυψη των θερμικών απαιτήσεων των κτιρίων 10Α και 10Β του συγκροτήματος.

Οι παραπάνω αντλίες θερμότητας θα τοποθετηθούν σε εξωτερικό χώρο περιμετρικά των κτιρίων σε θέσεις που επισημαίνονται στα συνημμένα σχέδια και μετά από υπόδειξη της Επίβλεψης. Οι αντλίες θερμότητας τοποθετούνται επί βάσεων σκυροδέματος (εάν απαιτείται) και επί αντικραδασμικών. Περιλαμβάνεται η προμήθεια, η μεταφορά και η εγκατάσταση των αντλιών θερμότητας και η παράδοση σε πλήρη και κανονική λειτουργία μετά τον δοκιμαστικό έλεγχο. Οι αντλίες θερμότητας θα συνδεθούν με τα υφιστάμενα ή νέα δίκτυα διανομής θερμικής ενέργειας, με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας με νέες ηλεκτρικές γραμμές και με το νέο σύστημα BMS, όπως περιγράφονται αναλυτικά στις σχετικές ενότητας της παρούσας τεχνικής περιγραφής.

Ο έλεγχος της λειτουργίας των αντλιών θερμότητας θα πραγματοποιείται από το σύστημα BMS του συγκροτήματος κτιρίων του ΕΠΑΛ Ορεστιάδας.

Προς της παράδοσης σε όλες τις μονάδες αντλιών θερμότητας θα πραγματοποιηθεί πλήρης τεχνικός έλεγχος από εξουσιοδοτημένο συνεργείο του προμηθευτή των αντλιών για την εξασφάλιση της ορθής λειτουργίας του συνόλου των εξαρτημάτων.

Το παραγόμενο θερμό νερό θα είναι θερμοκρασίας τουλάχιστον 55^{o}C. Το σύνολο των αντλιών θερμότητας θα έχει τη δυνατότητα λειτουργίας σε ψύξη για μελλοντική χρήση. Η αντλία θερμότητας της αίθουσας πολλαπλών χρήσεων (κτίριο 5) θα δοκιμασθεί και ως προ τη λειτουργία της σε ψύξη, καθώς προβλέπεται η τοποθέτηση νέων μονάδων ανεμιστήρων στοιχείου (FCUs).

5.2.2 Δίκτυο διανομής

Για την διανομή της θερμικής ενέργειας που θα παράγεται στις ως άνω περιγραφόμενες αντλίες θερμότητας θα κατασκευαστούν ανεξάρτητα δίκτυα διανομής που είτε θα καταλήγουν στα υφιστάμενα θερμαντικά σώματα, είτε θα καταλήγουν στις υφιστάμενες χαλυβδοσωλήνες των δικτύων διανομής των κτιρίων. Ειδικότερα, για τα κτίρια 1, 2, 3 και 4 προβλέπεται η κατασκευή νέου δικτύου διανομής (πρωτεύον και δευτερεύον) λόγω των εκτεταμένων φθορών που εντοπίζονται στο υφιστάμενο δίκτυο χαλυβδοσωλήνων. Αντίστοιχα, στο κτίριο 5 (αίθουσα πολλαπλών χρήσεων), θα κατασκευαστεί νέο δίκτυο για την διανομή θερμικής και ψυκτικής ενέργειας στα νέα FCUs. Στις λοιπές περιπτώσεις, τα προς κατασκευή δίκτυα διανομής περιλαμβάνουν την ανάπτυξη δικτύου σωληνώσεων μέχρι τις υφιστάμενες κεντρικές χαλυβδοσωλήνες κάθε κτιρίου.

Τα δίκτυα σωληνώσεων από τις αερόψυκτες αντλίες θερμότητας μέχρι την είσοδο στα κτίρια του συγκροτήματος θα κατασκευαστούν από προμονωμένους σωλήνες πολυπροπυλενίου υψηλής κρυσταλλικότητας με υαλονήματα (PPRCT), SDR 9, με

διατομές σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης. Τα εν λόγω δίκτυα θα είναι υπόγεια, εντός κατάλληλων ορυγμάτων και με χρήση κατάλληλων ειδικών τεμαχίων. Επίσης, προμονωμένοι σωλήνες PPRCT θα χρησιμοποιηθούν στο δίκτυο διανομής εντός του κτιρίου 5 (αίθουσα πολλαπλών χρήσεων), η τοποθέτηση των οποίων θα γίνει επί της τοιχοποιίας με κατάλληλα στηρίγματα και με χρήση κατάλληλων ειδικών τεμαχίων, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές.

Όσον αφορά τα κτίρια 1, 2, 3 και 4, τα δίκτυα σωληνώσεων από την αντλία θερμότητας θα καταλήγουν εντός του λεβητοστασίου σε νέο συλλέκτη θέρμανσης από PPRCT, ο οποίος θα περιλαμβάνει 4 αναχωρήσεις, σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης. Το σύνολο των σωληνώσεων εντός του λεβητοστασίου θα είναι από προμονωμένες σωλήνες PPRCT, SDR 9. Το δίκτυο διανομής θα είναι δισωλήνιο και εντός των θερμαινόμενων χώρων προτείνεται η χρήση σωλήνων πολυπροπυλενίου PPRCT, SDR 9 χωρίς μόνωση. Η όδευση των σωληνώσεων εντός του κτιρίου θα ακολουθεί τη βέλτιστη διαδρομή και θα αποφασισθεί σε συνεργασία με την Επίβλεψη. Προτείνεται η ανάρτηση των σωληνώσεων επί της οροφής του ισογείου των κτιρίων 1, 2, 3, και 4 και ανάπτυξη κλάδων προς τα θερμαντικά σώματα του ισογείου και του ορόφου. Ο ανάδοχος υποχρεούται με δικές του δαπάνες να καλύψει τις εν λόγω σωληνώσεις με διάτρητη λαμαρίνα για την βελτίωση της αισθητικής κατόπιν έγκρισης της Επίβλεψης. Το νέο δίκτυο θα κατασκευαστεί σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές και τις απαιτήσεις του προμηθευτή των σωλήνων. Σε κάθε κλάδο του εν λόγω δικτύου τοποθετείται ρυθμιστική βαλβίδα με στόχο την εξισορρόπηση του δικτύου. Ο ανάδοχος θα πραγματοποιήσει υδραυλική μελέτη εξισορρόπησης του δικτύου διανομής για τα κτίρια 1, 2, 3 και 4 την οποία θα καταθέσει για έγκριση στην Επίβλεψη προς της κατασκευής του δικτύου λαμβάνοντας υπόψη τα υλικά που αναμένεται να χρησιμοποιήσει. Το συγκεκριμένο δίκτυο διανομής θα καταλήγει στα υφιστάμενα θερμαντικά σώματα στα οποία θα τοποθετηθεί ρυθμιστική βάνα με θερμοστατική κεφαλή με στόχο την περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας. Για την ομαλή λειτουργία του εν λόγω συστήματος διανομής θέρμανσης απαιτείται η τοποθέτηση δοχείου αδρανείας χωρητικότητας τουλάχιστον 1.000 λίτρων, το οποίο θα εγκατασταθεί στο υπόγειο του συγκροτήματος. Το δοχείο θα φέρει υποχρεωτικά εξωτερική μόνωση τουλάχιστον 100 mm. Η σύνδεση του δοχείου στο δίκτυο παρουσιάζεται στο συνημμένο σχέδιο του λειτουργικού διαγράμματος της θέρμανσης.

Επίσης, δοχείο αδρανείας απαιτείται στο νέο δίκτυο διανομής θέρμανσης του κτιρίου 5, το οποίο θα είναι χωρητικότητας τουλάχιστον 300 λίτρων με εξωτερική μόνωση 100mm, το οποίο θα τοποθετηθεί εντός του κτιρίου, σε θέση που θα υποδειχθεί από την Επίβλεψη. Η σύνδεση του δοχείου στο δίκτυο παρουσιάζεται στο συνημμένο

σχέδιο του λειτουργικού διαγράμματος της θέρμανσης.

Στα κτίρια 6 και 11, οι νέες σωληνώσεις από την αντλία θερμότητας θα συνδεθούν με το υφιστάμενο εσωτερικό δίκτυο σε κατάλληλο σημείο εκτός των κτιρίων (ανάμεσα από τα δύο κτίρια). Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στην βέλτιστη σύνδεση της πλαστικής σωλήνας πολυπροπυλενίου με την υφιστάμενη χαλυβδοσωλήνα των κτιρίων. Ο ανάδοχος είναι υπεύθυνος με δική του δαπάνη να εκπονήσει οποιαδήποτε εργασία απαιτείται για την σύνδεση του νέου και του υφιστάμενου δικτύου. Αντίστοιχες εργασίες απαιτούνται για τη σύνδεση των νέων δικτύων των αερόψυκτων αντλιών θερμότητας για τα κτίρια 8 και 9 και για το κτίριο 7.

Όσο αφορά τα κτίρια 10Α και 10Β, το νέο δίκτυο από την αερόψυκτη αντλία θερμότητας θα συνδεθεί με το υφιστάμενο δίκτυο εντός του υφιστάμενου λεβητοστασίου. Ο ανάδοχος είναι υπεύθυνος με δική του δαπάνη να εκπονήσει οποιαδήποτε εργασία απαιτείται για την σύνδεση του νέου και του υφιστάμενου δικτύου.

Μετά την αποπεράτωση του δικτύου των σωληνώσεων, το δίκτυο θα ταπωθεί και θα τεθεί υπό υπερ-πίεση 8 bar για τουλάχιστον τρείς συνεχείς ώρες. Εφόσον δεν παρουσιαστεί καμία διαρροή, εγκατάσταση θα γεμίσει με νερό. Κατόπιν θα τεθεί σε υπερ-πίεση 4 bar για δύο συνεχείς ώρες. Σε περίπτωση διαρροής, που εύκολα διαπιστώνεται από την πτώση πίεσης στο μανόμετρο, θα εντοπισθεί η διαρροή, θα επισκευαστεί και κατόπιν θα επαναληφθεί η δοκιμή. Στην συνέχεια θα τεθεί η εγκατάσταση σε λειτουργία από συνθήκες πλήρους θέρμανσης και κατόπιν θα αφεθεί να ψυχρανθεί με παράλληλο έλεγχο της στεγανότητας του δικτύου. Για το σύνολο των νέων σωληνώσεων απαιτείται η ικανοποίηση της ΕΤΕΠ 1501-04-01-04-01 «Συστήματα κτηριακών σωληνώσεων υπό πίεση με σωλήνες πολυπροπυλενίου» καθώς και τεχνικές προδιαγραφές της μελέτης.

5.2.3 Κυκλοφορητές-αντλίες

Η κυκλοφορία θερμού νερού στα δίκτυα διανομής θα γίνεται μέσω κυκλοφορητών in-line. Τα στοιχεία όλων των αντλιών και κυκλοφορητών φαίνονται στα συνημμένα σχέδια της μελέτης.

Στα δίκτυα διανομής του εκάστοτε κτιρίου για την αναγκαστική κυκλοφορία του νερού τοποθετούνται σε κάθε κλάδο προσαγωγής (εκτός αν επισημαίνεται διαφορετικά στα σχέδια της μελέτης) νερού κυκλοφορητής ανάλογου δυναμικότητας (παροχή και πίεση) για υπερνίκηση των αντιστάσεων του νερού (τριβής και τοπικών αντιστάσεων) κατά την δίοδο από τις σωληνώσεις. Κάθε κυκλοφορητής θα αποτελείται από φυγόκεντρη αντλία συζευγμένη στον ίδιο άξονα του ηλεκτροκινητήρα, μέσω ελαστικού συνδέσμου.

Ο ηλεκτροκινητήρας είναι στεγανού τύπου μονοφασικός ή τριφασικός. Η λειτουργία του κυκλοφορητή είναι αθόρυβη και χωρίς κραδασμούς, εγκαθίσταται δε στους σωλήνες με την βοήθεια φλαντζών ή ρακόρ. Ακόμα, ο κυκλοφορητής είναι υδρολίπαντος, κατάλληλος για κυκλοφορία νερού θερμοκρασίας έως 100^{o}C και πίεση 6 bar. Οι αντλίες/κυκλοφορητές των πρωτευόντων κυκλωμάτων θέρμανσης/ψύξης (κυκλοφορητές αντλιών θερμότητας) θα είναι μεταβλητών στροφών (εκτός αν επισημαίνεται διαφορετικά στα σχέδια της μελέτης). Όλες οι αντλίες των επιμέρους κλάδων μετά τους συλλέκτες, δηλ. των δευτερευόντων κυκλωμάτων, θα διαθέτουν διάταξη ηλεκτρονικής ρύθμισης στροφών (inverters). Η σύνδεση κάθε κυκλοφορητή/αντλίας στο δίκτυο του θερμού νερού συνιστάται να περιλαμβάνει τα παρακάτω όργανα:

α) Δύο βαλβίδες διακοπής πριν και μετά του κυκλοφορητή ώστε να είναι δυνατή η αφαίρεση του κυκλοφορητή από το δίκτυο χωρίς να χρειάζεται άδειασμα του δικτύου από νερό.

β) Βαλβίδα αντεπιστροφής.

γ) Ένα φίλτρο νερού πριν τον κυκλοφορητή.

δ) Μετρητής θερμικής ενέργειας, όπου επισημαίνεται στα σχέδια της μελέτης

Η λειτουργία των αντλιών/κυκλοφορητών θα ελέγχεται από το σύστημα αυτοματισμού (BMS).

5.2.4 Διακοπτικό και λοιπό υλικό δικτύων σωληνώσεων

Διακοπτικό υλικό: Προκειμένου να επιτυγχάνεται η απομόνωση κλάδων του δικτύου, χρησιμοποιούνται βάνες. Οι κύριες βάνες των εγκαταστάσεων του κάθε μηχανοστασίου (απομόνωση διανομέων, συλλεκτών, εναλλακτών θερμότητας) θα είναι τύπου πεταλούδας με ορειχάλκινο σώμα και δίσκο ή είναι σφαιρικές, σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης.

Ασφαλιστικά συστήματα: Τα ασφαλιστικά συστήματα κλειστών εγκαταστάσεων περιλαμβάνουν κλειστά δοχεία διαστολής μεμβράνης, τα οποία καλύπτουν αφ' ενός μεν την διαστολή του νερού της εγκατάστασης (ή του τμήματος της εγκατάστασης), αφ' ετέρου συμπληρώνει τυχόν απώλειες νερού αυτής. Τα δοχεία είναι συνήθως σχήματος σφαιρικού, φέρουν δε εντός τους μεμβράνη που τα χωρίζει σε δύο μέρη. Στο ένα μέρος υπάρχει αέριο αζώτου σε ανάλογη πίεση από 0.5 bar μέχρι 10.0 bar και στο άλλο μέρος νερό. Το αέριο δεν έρχεται σε επαφή με το νερό της εγκατάστασης. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρησιμοποίηση κλειστών δοχείων διαστολής αφορούν την περιορισμένη διάβρωση, την κατάργηση των σωλήνων ασφάλειας και την αποφυγή του κινδύνου παγώματος. Τα κλειστά δοχεία διαστολής τοποθετούνται στο δύο νέα δίκτυα που προβλέπεται να κατασκευαστούν για την ομάδα κτιρίων 1, 2

3 και 4 και για το κτίριο 5. Στα λοιπά κτίρια θα γίνει χρήση των υφιστάμενων δοχείων διαστολής του συγκροτήματος. Τα δοχεία διαστολής συνδέονται αφ' ενός μεν με το σωλήνα επιστροφής του δικτύου αφ' ετέρου δε με το δίκτυο ύδρευσης μέσο αυτομάτου βάνας πληρώσεως. Στις εγκαταστάσεις που τοποθετείται κλειστό δοχείο διαστολής, απαιτείται για να αποφευχθεί ο κίνδυνος ανυψώσεως της πιέσεως πάνω από μια επιτρεπόμενη τιμή, η τοποθέτηση στο δίκτυο, μιας βαλβίδας ασφαλείας. Στο δίκτυο μετά την βαλβίδα ασφαλείας και την υπό προστασία διάταξη δεν πρέπει να παρεμβάλλεται αποφρακτικό όργανο. Τα δοχεία διαστολής που πρόκειται να τοποθετηθούν επισημαίνονται στα σχέδια της μελέτης.

Φίλτρα: Θα τοποθετηθούν πριν από τις αντλίες ανακυκλοφορίας, για την προστασία τους από την είσοδο σε αυτές σωματιδίων.

Μανόμετρα: Όργανα που παρακολουθούν την πίεση εντός των σωληνώσεων.

Θερμόμετρα: Τοποθετούνται για την παρακολούθηση της διακύμανσης της θερμοκρασίας των ρευστών.

5.2.5 Αποθήκευση θερμικής ενέργειας

Δεν απαιτείται αποθήκευσης ενέργειας πέραν της χρήσης των ως άνω αναφερόμενων δοχείων αδρανείας που χρησιμοποιούνται για την ομαλή λειτουργία των αντλιών θερμότητας.

6 ΙΣΧΥΡΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ισχυρών ρευμάτων που περιγράφονται στην παρούσα ενότητα περιλαμβάνουν:

- Την εγκατάσταση νέων ηλεκτρολογικών πινάκων για την τροφοδοσία των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης.
- Την εγκατάσταση νέων γραμμών τροφοδοσίας των φορτίων που προκύπτουν από τις παρεμβάσεις στα συστήματα θέρμανσης/ψύξης (αντλίες θερμότητας, κυκλοφορητές, τρίοδες, κλπ).
- Την εγκατάσταση των συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, (φωτοβολταϊκά).

Οι εγκαταστάσεις θα εκτελεσθούν σύμφωνα με τις διατάξεις των παρακάτω κανονισμών :

- Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 "Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις"
- Οδηγιών και απαιτήσεων της Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε. Α.Ε.
- Γερμανικών Κανονισμών VDE & Αμερικανικών Κανονισμών ‘’NATIONAL ELECTRIC CODE’’ για τα θέματα που δεν καλύπτονται από τους Ελληνικούς Κανονισμούς.
- Διεθνών τυποποιήσεων και προτυποποιήσεων DIN, IEC, NEMA κ.λ.π.

6.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Το συγκρότημα κτιρίων του ΕΠΑΛ Ορεστιάδας είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. και διαθέτει υποσταθμό με μετασχηματιστή ισχύος 315 KVA, ο οποίος βρίσκεται τοποθετημένος στο υπόγειο του συγκροτήματος σε κατάλληλο διαμέρισμα (σχήμα 8). Στο υπόγειο του συγκροτήματος εντοπίζεται επίσης ο γενικός πίνακας χαμηλής τάσης, από τον οποίο αναχωρούν οι γραμμές τροφοδοσίας του μεγάλου σε αριθμό υποπινάκων των κτιρίων του συγκροτήματος (σχήμα 9).

Οι ηλεκτρικές γραμμές τροφοδοσίας των υποπινάκων οδεύουν πάνω σε μεταλλική σχάρα εντός του υπογείου και συνεχίζουν εντοιχισμένος στους χώρους των κτιρίων μέχρι να καταλήξουν στον εκάστοτε υποπίνακα (σχήμα 10).

Οι καταναλώσεις κάθε κτιρίου εξυπηρετούνται από τον εκάστοτε υποπίνακα με ηλεκτρικές γραμμές, η όδευση των οποίων δεν είναι γνωστή λόγω απουσίας σχετικών κατασκευαστικών σχεδίων.



Σχήμα 8. Μετασχηματιστής υποσταθμού συγκροτήματος ΕΠΑΛ Ορεστιάδας



Σχήμα 9. Πίνακας χαμηλής τάσης και μέσης τάσης του υποσταθμού στο ΕΠΑΛ Ορεστιάδας



Σχήμα 10. Ηλεκτρικές γραμμές σε σχάρα στο υπόγειο του ΕΠΑΛ Ορεστιάδας

6.2 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

Όλες οι εργασίες για ολοκληρωμένη εφαρμογή σύμφωνα με τους κανόνες της τέχνης και της επιστήμης των νέων ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων που περιγράφονται παρακάτω έχουν συνυπολογιστεί στο κόστος των σχετικών άρθρων του τιμολογίου μελέτης και βαρύνουν τον ανάδοχο.

6.2.1 Ηλεκτρικοί πίνακες τροφοδοσίας αντλιών θερμότητας

Στο υπόγειο του συγκροτήματος κτιρίων του ΕΠΑΛ Ορεστιάδας θα κατασκευαστεί νέος ηλεκτρολογικός πίνακας, ο οποίος θα τροφοδοτηθεί από τον υφιστάμενο γενικό πίνακα χαμηλής τάσης. Ο νέος ηλεκτρολογικός πίνακας θα τροφοδοτείται με ξεχωριστή ηλεκτρική γραμμή (παροχή) από τον Γ.Π.Χ.Τ. για κάθε νέο σύστημα αντλία θερμότητας που θα εγκατασταθεί σύμφωνα με τα συνημμένα μονογραμμικά ηλεκτρολογικά διαγράμματα. Από τον νέο ηλεκτρολογικό πίνακα, με ανεξάρτητες ηλεκτρικές γραμμές θα τροφοδοτηθούν οι αερόψυκτες αντλίες θερμότητας και οι λοιπές ηλεκτρικές καταναλώσεις (κυκλοφορητές, ηλεκτροβάνες, κλπ).

Οι παροχές από το Γ.Π.Χ.Τ. προς το νέο ηλεκτρολογικό πίνακα των αντλιών θερμότητας θα προστατεύονται από αυτόματους διακόπτες ισχύος κατάλληλης

έντασης και ρεύματος βραχυκύκλωσης με ρυθμιζόμενα θερμικά και σταθερά μαγνητικά, οι οποίοι θα τοποθετηθούν εντός του πίνακα. Οι ηλεκτρικές γραμμές από τον νέο ηλεκτρολογικό πίνακα προς τις αντλίες θερμότητας θα προστατεύονται επίσης με αυτόματους διακόπτες ισχύος, ενώ τα μικρότερα σε ισχύ φορτία θα προστατεύονται από κατάλληλης έντασης μικροαυτόματους. Ενδεικτικές λυχνίες τοποθετούνται όπου απαιτείται.

6.2.2 Ηλεκτρικές γραμμές εντός κτιρίων

Η εγκατάσταση θα εκτελεσθεί με καλώδια τύπου ΝΥΜ ή ΝΥΥ σύμφωνα με τα παρακάτω :

- Παροχές πινάκων: Καλώδια ΝΥΥ μέσα σε γαλβανισμένους σιδηροσωλήνες ή χαλυβδοσωλήνες (ευθείς) ή μέσα σε διάτρητες σχάρες καλωδίων.
- Γραμμές κυκλωμάτων εξωτερικά επίτοιχα μέσα σε διάτρητες σχάρες καλωδίων, πλαστικούς ηλεκτρολογικούς σωλήνες ή πλαστικά ηλεκτρολογικά κανάλια.
- Ελάχιστη διάμετρος σωλήνων Φ 16 mm
- Ελάχιστη διατομή αγωγών:
  - Φωτισμού και τηλεχειρισμών 1.5 mm^2
  - Ρευματοδοτών και κινήσεως 2.5 mm^2
  - Τροφοδοτικών γραμμών πινάκων 6 mm^2
- Επιτρεπόμενη πτώση τάσης: 4% (ΕΛΟΤ HD 384).

Οι εσχάρες καλωδίων θα είναι ελαφρού τύπου, διάτρητες, από προγαλβανισμένο χαλυβδοέλασμα σύμφωνα με το EN ISO 10147. Ο ανάδοχος θα πρέπει κατά την κατασκευή να ελέγξει οι εσχάρες καλύπτουν το βάρος και τις διαστάσεις των καλωδίων που τοποθετούνται κατά την κατασκευή, λαμβάνοντας υπόψιν και την πρόβλεψη εφεδρείας 50%. Στην περίπτωση που δεν επαρκούν θα πρέπει να υποβληθούν στην Επίβλεψη φύλλα υπολογισμών προς έγκριση.

6.2.3 Ηλεκτρικές γραμμές εκτός κτιρίων

Τα υπόγεια δίκτυα θα κατασκευαστούν με απευθείας τοποθέτηση των καλωδίων εντός του εδάφους. Θα προβλέπονται φρεάτια επισκέψεως το λιγότερο ανά 30 m ή όπου υπάρχει στροφή ή όπου απαιτείται σε συνεργασία με την Επίβλεψη. Τα καλώδια θα τοποθετούνται σε κατάλληλης διατομής ορύγματα. Οι διαστάσεις τους διαφέρουν αναλόγως με το εάν η καλωδίωση οδεύει κάτω από πλακόστρωτο ή οδόστρωμα και τον αριθμό και το είδος των καλωδίων. Καλώδια που διέρχονται κάτω από πεζοδρόμιο ή πλακόστρωση τοποθετούνται σε τάφρους ορθογωνικής διατομής βάθους 0,80m και πλάτους 0,50-0,80m, αναλόγως του αριθμού των διερχομένων καλωδίων. Οι

καλωδιώσεις στον πυθμένα του σκάμματος εγκιβωτίζονται με άμμο. Ακολουθεί επίχωση με κοσκινισμένα προιόντα εκσκαφών πάχους 45cm περίπου, άοπλο και ενισχυμένο κονίαμα και πλάκες πεζοδρομίου. Επάνω από τις καλωδιώσεις και σε βάθος 35cm τοποθετείται πλέγμα σήμανσης.

Καθ' όλη την ως άνω διαδρομή θα υπάρχουν φρεάτια διελεύσεως υπογείων καλωδίων, διαστάσεων 40x40x50cm ή 50x50x60cm ή 100x100x100cm με διάστρωση του πυθμένα με άμμο πάχους 5cm και σκυρόδεμα C20/25, πάχους 10cm για τα φρεάτια 40x40, 15cm για τα φρεάτια 50x50 και 20cm για τα φρεάτια 100x100. Η κατασκευή των πλευρικών επιφανειών και του πυθμένα θα γίνει με σκυρόδεμα C20/25, πάχους 10cm για τα φρεάτια 40x40, 15cm για τα φρεάτια 50x50 και 20cm για τα φρεάτια 100x100. Οι πλευρικές επιφάνειες και ο πυθμένας των φρεατίων 50x50 και 100x100 θα ενισχυθούν με δομικά πλέγματα Τ188 τοποθετημένα στην εσωτερική και εξωτερική πλευρά του σκυροδέματος. Η επίχριση του πυθμένα καθώς και των πλευρικών επιφανειών του φρεατίου θα γίνει με τσιμεντοκονία των 600kg τσιμέντου πάχους 2,5 εκατ. Στον πυθμένα του φρεατίου θα υπάρχει οπή αποστράγγισης για την αποχέτευση των υδάτων που μπορεί να συγκεντρωθούν. Θα υπάρχουν επίσης τμήματα (αναμονές) σωλήνα PVC Φ125 χιλ. για την είσοδο - έξοδο των καλωδίων στο φρεάτιο. Στις πλευρές δηλαδή του κάθε φρεατίου θα υπάρχουν σωλήνες PVC Φ125 για τις ως άνω συνδέσεις. Ειδικά στα φρεάτια διελεύσεως θα προβλεφθούν ανάλογες οπές για τους πλαστικούς σωλήνες. Τα φρεάτια θα καλύπτονται με καλύμματα από ελατό χυτοσίδηρο. Τα καλύμματα φρεατίων εντός των δρόμων κυκλοφορίας οχημάτων θα είναι κλάσης D400, εντός κτιρίου θα είναι κλάσης B125 και σε όλες τις άλλες περιπτώσεις θα είναι κλάσης C250 σύμφωνα με το πρότυπο EN-124. Γειτνιάσεις με αγωγούς ύδρευσης - αποχέτευσης ακολουθούν τον γενικό κανόνα απόστασης 30cm τουλάχιστον κατά την οριζόντια και κάθετη διεύθυνση από τον πλησιέστερο αγωγό ηλεκτρικού δικτύου. Απαγορεύεται ρητώς η διακλάδωση καλωδιώσεων εντός φρεατίων.

<u>Προσοχή:</u> Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά την φάση της εκσκαφής, ώστε να μην προκληθούν βλάβες και ατυχήματα σε σχέση με τυχόντα υφιστάμενα υπόγεια ηλεκτρικά δίκτυα.

6.2.4 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Στη στέγη των κτιρίων 2, 6, 7, 8 και 9 του συγκροτήματος προβλέπεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος συνολικής ισχύος 99,99 kWp. Για τη σύνδεση του φ/β συστήματος στο δίκτυο της ΔΕΔΔΗΕ ΑΕ θα χρησιμοποιηθούν δύο αντιστροφείς των 30 kWp DC και δύο αντιστροφείς των 20 kWp DC. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα

τοποθετηθούν στο νότιο τμήμα της στέγης των ως άνω κτιρίων ακολουθώντας την κλίση της, όπως ορίζει η ελληνική νομοθεσία. Η στήριξη των Φ/Β πλαισίων στη στέγη θα γίνει με σύστημα σταθερών βάσεων κατασκευασμένων από ειδικό κράμα αλουμινίου εξαιρετικής αντοχής. Τα Φ/Β πλαίσια θα συνδεθούν μέσω ειδικών καλωδίων DC, τύπου SOLAR, για τον σχηματισμό κατάλληλων στοιχειοσειρών (strings), οι οποίες με τη σειρά τους θα συνδεθούν μέσω ειδικών καλωδίων DC, τύπου SOLAR, με τους αντιστροφείς του Φ/Β συστήματος για την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο ρεύμα. Οι αντιστροφείς του Φ/Β συστήματος θα συνδεθούν με γενικό πίνακα και με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της συνδεσμολογίας ενεργειακού συμψηφισμού (net metering).

Το σύνολο των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων θα καλύπτει τις απαιτήσεις του ΕΛΟΤ HD 384 και θα εναρμονίζεται με τις απαιτήσεις του ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.

6.2.5 Γειώσεις

Για την γείωση των εγκαταστάσεων θα πραγματοποιηθεί σύνδεση με το υφιστάμενο σύστημα γείωσης του συγκροτήματος. Θα πραγματοποιηθεί μέτρησης της αντίστασης γείωσης η οποία θα πρέπει να είναι μικρότερη του 1 Ohm.

Το φωτοβολταϊκό σύστημα θα συνδεθεί με νέα γείωση τύπου Ε, επιφάνειας όση απαιτείται για την επίτευξης της ως άνω τιμής γείωσης. Όλες οι τροφοδοτικές γραμμές των διαφόρων πινάκων περιλαμβάνουν και αγωγό γειώσεως που συνδέεται με το ζυγό γειώσεώς τους στο ένα άκρο και με τον ζυγό γειώσεως του Γ.Π.Χ.Τ. στο άλλο. Ο παραπάνω αγωγός γειώσεως έχει την αυτή διατομή και μόνωση με τον ουδέτερο της τροφοδοτικής γραμμής κάθε μερικού πίνακα και είτε οδεύει παράλληλα με αυτή είτε περιλαμβάνεται στο ίδιο καλώδιο μαζί με τους αγωγούς φάσεως και τον ουδέτερο. Ο αγωγός γειώσεως είναι της αυτής διατομής και μονώσεως με τον αγωγό του ουδετέρου και θα τοποθετηθεί στον ίδιο σωλήνα ή περιλαμβάνεται στο ίδιο καλώδιο μαζί με τους αγωγούς φάσεως και τον ουδέτερο.

6.2.6 Σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας

Δεν προβλέπεται σύστημα αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας στην παρούσα μελέτη.

7 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ & ΑΣΘΕΝΗ ΡΕΥΜΑΤΑ

7.1 Γενικά

Ο αυτοματισμός ελέγχου του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού απαιτεί την τοποθέτηση αισθητηρίων και ελεγκτών σε κατάλληλα σημεία έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ασφαλής και ενεργειακά αποδοτική λειτουργία της συνολικής εγκατάστασης. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει την παραγωγή θερμικής από αερόψυκτες αντλίες θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β. Ειδικότερα ισχύουν τα κάτωθι:

1. Παραγωγή θερμικής ενέργειας από τις αντλίες θερμότητας που τοποθετούνται σε κάθε κτίριο ή ομάδα κτιρίων σύμφωνα με την παραπάνω περιγραφή. Ενδιαφέρει ο έλεγχος της λειτουργίας των αντλιών θερμότητας σύμφωνα με τη ζήτηση.
2. Μεταφορά θερμικής ενέργειας στο δίκτυο κάθε κτηρίου. Αφορά τους κυκλοφορητές που τοποθετούνται για την διανομή της θερμικής ενέργειας που παράγεται από τις αντλίες θερμότητας σε κάθε κτίριο ή ομάδα κτιρίων του συγκροτήματος. Ενδιαφέρει ο έλεγχος της λειτουργίας των κυκλοφορητών και ηλεκτροβανών κάθε ανεξάρτητου συστήματος θέρμανσης.
3. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β. Αφορά τα φ/β συστήματα στις στέγες των κτιρίων του συγκροτήματος συνολικής ισχύος 99,99kW. Ενδιαφέρει ο έλεγχος της λειτουργίας των αντιστροφέων των φ/β συστημάτων και η καταγραφή της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας
4. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο ΔΕΔΔΗΕ. Ενδιαφέρει η καταγραφή της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το κτίριο και τα συστήματα παραγωγής θερμικής ενέργειας.
5. Κατανάλωση θερμικής ενέργειας από τα κτίρια του συγκροτήματος. Ενδιαφέρει η καταγραφή της καταναλισκόμενης θερμικής ενέργειας από κάθε κτίριο ή ομάδα κτιρίων του συγκροτήματος, όπως καταγράφεται στους μετρητές θερμικής ενέργειας που θα εγκατασταθούν στα δίκτυα διανομής.

7.2 Κεντρικό σύστημα εποπτείας, ελέγχου & μετρήσεων (BMS)

Για τη λειτουργία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτιριακού συγκροτήματος θα εγκατασταθεί Κεντρικό Σύστημα Εποπτείας, Ελέγχου και Μετρήσεων το οποίο θα είναι υπεύθυνο για τον αυτοματισμό και τον έλεγχο της λειτουργίας των υποσυστημάτων καθώς και για την καταγραφή των ενεργειακών καταναλώσεων. Βασικοί στόχοι της λειτουργίας του συστήματος είναι η πλήρης και από απόσταση (τηλεπιτήρηση) παρακολούθηση της λειτουργίας της εγκατάστασης,

ο εύκολος χειρισμός (και τηλεχειρισμός) των μονάδων της εγκατάστασης, η αύξηση της αξιοπιστίας στη λειτουργία των συστημάτων, η βελτίωση της ασφάλειας και της απόδοσης της εγκατάστασης, ο εντοπισμός σφαλμάτων και βελτιστοποίηση της διαχείρισης των συστημάτων. Ο έλεγχος και η συνολική παρακολούθηση της λειτουργίας θα γίνεται μέσω αποκεντρωμένων κέντρων ελέγχου (ΑΚΕ) και του κεντρικού σταθμού ελέγχου. Όλες οι εφαρμογές που θα περιέχει πρέπει να έχουν δοκιμαστεί και να υπάρχει σχετική τεκμηρίωση για την λειτουργία τους. Ο ελεύθερος προγραμματισμός των ελεγκτών θα εξασφαλίζει τις δυνατότητες προσαρμογής των λειτουργιών στις ανάγκες των χρηστών του κτιρίου. Η ενεργειακή παρακολούθηση είναι απαραίτητη για την μέγιστη διαφάνεια της ενεργειακής κατανάλωσης. Έτσι θα είναι δυνατή η αξιοποίηση των στοιχείων για τυχόν κτιριακές αδυναμίες που προκύψουν, και για τον σαφή προσδιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης.

7.2.1 Κεντρικός σταθμός ελέγχου

Όλες οι πληροφορίες θα συγκεντρώνονται στο επίπεδο διαχείρισης του κεντρικού σταθούν επιτήρησης και ελέγχου. Ο κεντρικός σταθμός θα περιέχει την γραφική απεικόνιση των εγκαταστάσεων με την οποία ο χρήστης του συστήματος θα αλληλοεπιδρά με τους ψηφιακούς ελεγκτές, και κατά συνέπεια με τις εγκαταστάσεις που είναι συνδεδεμένες σε αυτούς. Ο κεντρικός σταθμός επιτήρησης και ελέγχου θα εγκατασταθεί στο γραφείο του διευθυντή του σχολείου καθ’ υπόδειξη της Επίβλεψης και θα περιλαμβάνει τον server της εγκατάστασης με τα παρελκόμενά του, το λειτουργικό σύστημα καθώς και το λογισμικό λειτουργίας. Το λογισμικό θα επιτρέπει την πολλαπλή επεξεργασία (στατιστική και δειγματοληπτική) των διεργασιών και θα μπορεί να παρέχει δυνατότητα χειρισμών. Θα εκτελεί τις παρακάτω βασικές λειτουργίες:

1. Εμφάνιση συνοπτικών αναφορών βλαβών λειτουργίας των εγκαταστάσεων, ταξινομημένων σε ομάδες ανάλογα με την βαρύτητα της βλάβης
2. Αποστολή αναφορών βλαβών λειτουργίας των εγκαταστάσεων στο σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή προς άλλη προγραμματισμένη συσκευή ανάγνωσης μηνυμάτων (πχ κινητό ή tablet)
3. Δυναμική γραφική απεικόνιση και γραφικό περιβάλλον ελέγχου των εγκαταστάσεων
4. Εμφάνιση των διαφορετικών εγκαταστάσεων υπό μορφή δέντρου δεδομένων και εύκολη περιήγηση ανάμεσα σε αυτές
5. Αυτόματη εκτέλεση προγραμματισμών διεργασιών
6. Αρχείο καταγραφής των βλαβών λειτουργίας των εγκαταστάσεων, των συνδέσεων με το Σύστημα Ελέγχου Εγκαταστάσεων, των χειριστών του

Κέντρου Διαχείρισης και των αντίστοιχων χειρισμών που αυτοί πραγματοποίησαν

7. Ημερολόγιο για των προγραμματισμό και τον χειρισμό των χρονικών προγραμμάτων λειτουργίας των εγκαταστάσεων
8. Απομακρυσμένο έλεγχο του Κέντρου Διαχείρισης, που θα υποστηρίζει τις λειτουργίες AutoDial Links, ISDN, Ethernet TCP / IP LAN, Ethernet TCP / IP WAN.
9. Προστασία πρόσβασης από μη εξουσιοδοτημένους χειριστές
10. Διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης, ανάλογα με των κωδικό του χειριστή
11. Πραγματοποίηση και διακοπή σύνδεσης με το Σύστημα Ελέγχου Εγκαταστάσεων

Στον υπόγειο του συγκροτήματος θα υπάρχει ανεξάρτητος ηλεκτρολογικός πίνακας στον οποίο θα εμπεριέχονται οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές, οι μονάδες αρθρωτής δομής και τα τροφοδοτικά αυτών.

7.2.2 Απομακρυσμένα κέντρα ελέγχου (ΑΚΕ)

Οι ελεγκτές θα είναι τοποθετημένοι σε ηλεκτρολογικούς πίνακες στεγανούς IP54, επίτοιχους. Κάθε πίνακας με όλο τον εξοπλισμό (ελεγκτές, συσκευές επικοινωνίας κλπ.) θα αποτελούν ένα Απομακρυσμένο Κέντρο Ελέγχου (ΑΚΕ). Τα ΑΚΕ θα περιέχουν τους απαραίτητους αυτοματισμούς ανάλογα με τον εξοπλισμό που ελέγχουν. Αναλυτικά το σύνολο του εξοπλισμού που περιλαμβάνεται στα ΑΚΕ - σε διάφορους συνδυασμούς ανάλογα με τις απαιτήσεις - είναι:

1. Μονάδα αρθρωτής δομής (modular controller) οκτώ (8) αναλογικών εισόδων (8 x **A**nalog **I**nput) ώστε να παραλαμβάνονται από το σύστημα αναλογικά σήματα (πχ από αισθητήρια θερμοκρασίας ή πίεσης)
2. Μονάδα αρθρωτής δομής (modular controller) δώδεκα (12) ψηφιακών εισόδων (12 x **D**igital **I**nput) ώστε να παραλαμβάνονται από το σύστημα ψηφιακά σήματα ή σήματα κατάστασης (π.χ αισθητήρες παρουσίας, on/off- κατάστασης βανών κλπ)
3. Μονάδα αρθρωτής δομής (modular controller) οκτώ (8) αναλογικών εξόδων (8 x **A**nalog **O**utput) ώστε να δίνονται εντολές αναλογικών ρυθμίσεων σε εξαρτήματα (π.χ. θέσεις βάνας σε παροχή 60-70% του ονομαστικού κτλ)
4. Μονάδα αρθρωτής δομής (modular controller) τεσσάρων (4) ψηφιακών εξόδων (4 x **D**igital **O**utput) ώστε να δίνονται ψηφιακά σήματα, εντολές εκκίνησης ή διακοπής, σήματα alert κλπ.
5. Προγραμματιζόμενος ελεγκτής (programmable controller) διαχείρισης συστήματος του κεντρικού θερμικού σταθμού. Ο ελεγκτής θα διαθέτει

ενσωματωμένο webserver και δυνατότητα επικοινωνίας με μονάδες αρθρωτής δομής εισόδων/εξόδων. Ο ελεγκτής θα διαθέτει επίσης και δύο θύρες εισόδου RS485 κατάλληλες για διαχείριση σημάτων BACnet, PanelBUS και ModBUS. Τέλος θα πρέπει να διαθέτει και θύρα Ethernet.

6. Προγραμματιζόμενος ελεγκτής τοπικής εγκατάστασης συστήματος για την διαχείριση των εγκαταστάσεων. Ο τοπικός ελεγκτής θα διαθέτει αναλογικές και ψηφιακές εισόδους και εξόδους καθώς και θύρα επικοινωνίας για πρωτόκολλο M-Bus ώστε να είναι δυνατή η πραγματοποίηση μετρήσεων ενέργειας στους καταναλωτές.
7. Μετασχηματιστές απομόνωσης συνεχούς λειτουργίας 230V/24V για την τροφοδοσία του συστήματος (τροφοδοτικά)

7.2.3 Καλωδιώσεις συστήματος ελέγχου και τηλεμετρίας

Όλες οι καλωδιώσεις ασθενών ρευμάτων είτε πρόκειται για μεταφορά σήματος αυτοματισμού ή για μεταφορά σήματος δεδομένων προτείνεται να διαθέτει θωράκιση έναντι ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών. Ο μανδύας όλων των παραπάνω καλωδίων θα πρέπει να γειώνεται. Τα αισθητήρια όργανα (αισθητήρια πίεσης, εμβαπτιζόμενα θερμόμετρα NTC 20κΩ/PT 1000, αισθητήρια υπερήχων) θα πρέπει να μεταφέρουν το ηλεκτρικό σήμα (0-10V/4-20mA) μέσω καλωδίου ενδεικτικού τύπου LiYCY και διατομής 1,50mm² ανά πόλο. Το πλήθος των πόλων (2,3 ή 6) καθορίζεται από τον τύπο του αισθητηρίου. Τα μετρητικά όργανα παροχής (ψηφιακοί θερμιδομετρητές, ηλεκτρομαγνητικά παροχόμετρα) θα πρέπει να μεταφέρουν το ψηφιακό σήμα τους μέσω θύρας RS485 και πρωτοκόλλων MBUS ή MODBUS μέσω καλωδίου ενδεικτικού τύπου LiYCY 4x1,50mm². Οι inverters (αντιστροφείς) που ελέγχουν τις διάφορες αντλίες θα πρέπει να ελέγχονται μέσω τυποποιημένου ψηφιακού πρωτοκόλλου και θύρα RS485. Ένα από τα πλέον δημοφιλή πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούν οι διεθνείς κατασκευαστικοί οίκοι είναι το πρωτόκολλο BACnet MS/TP το οποίο υλοποιείται και με καλώδιο ενδεικτικού τύπου LiYCY 4x1,50mm². Η διασύνδεση μεταξύ των αντιστροφέων γίνεται σειριακά (RS485 in / RS485 out). Εφόσον απαιτηθεί ανεξάρτητη τροφοδοσία ισχύος για κάποιο εξάρτημα του εξοπλισμού αυτό θα πραγματοποιείται μέσω διπολικού, τριπολικού ή πενταπολικού καλωδίου (τροφοδοσία DC, μονοφασική ή τριφασική τροφοδοσία AC). Καλωδιώσεις δικτύων δεδομένων (Ethernet 100/1000 Mbps) υλοποιούνται με συνεστραμμένο καλώδιο τεσσάρων ζευγών κατηγορίας 6. Ανάλογα με τον χώρο τοποθέτησης, θα πρέπει εντός βιομηχανικού ή εργοταξιακού περιβάλλοντος να χρησιμοποιείται καλώδιο με θωράκιση (FTP cat 6), ενώ σε απλά εργασιακά περιβάλλοντα (χώροι γραφείων) δύναται να χρησιμοποιείται καλώδιο χωρίς θωράκιση (UTP cat 6).

Καλωδιώσεις Ethernet δύναται να χρησιμοποιηθούν και για τον έλεγχο των inverter των πομωνών των παραγωγικών γεωτρήσεων. Οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές θα επικοινωνούν με τις μονάδες αρθρωτής δομής μέσω καλωδίου τύπου LiYCY 4x1,50mm².

Παρατήρηση:

Εάν γίνουν αυθαίρετες αλλαγές κατά την εφαρμογή της μελέτης χωρίς την έγκριση του μελετητή ο τελευταίος δεν έχει καμιά ευθύνη για πιθανές ατέλειες της εγκατάστασης.

Ορεστιάδα	Εγκρίθηκε	Θεωρήθηκε
Ο μελετητής	Ο Αν. Πρ/νος Τμήματος Η/Μ Έργων και Σηματοδότησης	Ο Αν. Πρ/νος Δ/νσης Τεχνικών Υπηρεσιών
Λυμπερόπουλος Κων/νος	Παπαδόπουλος Δημήτριος	Καλεντζίδης Βλασάκης
Μηχανολόγος Μηχανικός	Ηλεκτρολόγος Μηχανικός	Χημκός Μηχανικός

ATHANASIA ZAMPOUNIDOU
Ακριβές Αντίγραφο
2021.09.20 11:15:12 +03'00'