

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ**  
UNIVERSITY OF PATRAS

**ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «Ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων  
ΤΗΜΤΥ & ΤΜΑΜ Πανεπιστημίου Πατρών»**

**ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΔΙΚΤΥΩΝ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΜΕΛΕΤΩΝ**

**ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ**

## **ΚΤΙΡΙΟ**

**Βαρέα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών ΤΗΜΤΥ**

**Δεκέμβριος 2020**

## Περιεχόμενα

1. Γενικά .....	3
2. Οικοδομικές εργασίες.....	4
2.1. Σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης κελύφους .....	4
2.2. Κατασκευή εξωτερικής θερμομόνωσης δώματος .....	6
2.3. Αντικατάσταση κουφωμάτων και υαλοστασίων του κτιρίου .....	8
3. Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες .....	10
3.1. Εγκατάσταση συστήματος Ψύξης / Θέρμανσης .....	10
3.1.1. Εργασίες εγκατάστασης εξωτερικών μονάδων .....	10
3.1.2. Εργασίες εγκατάστασης εσωτερικών μονάδων.....	11
3.1.3. Ηλεκτρολογική εγκατάσταση συστήματος κλιματισμού .....	11
3.2. Αντικατάσταση φωτιστικών.....	13
3.2.1. Εργασίες τοποθέτησης .....	13
3.3. Σύστημα αερισμού εργαστηρίων.....	15
3.4. Σύστημα αυτοματισμού και ενεργειακής καταγραφής .....	16
4. Εργασίες αποξήλωσης .....	19

## 1. Γενικά

Η παρούσα μελέτη αφορά τις οικοδομικές και ηλεκτρομηχανολογικές επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης για το κτίριο των Βαρέων Εργαστηρίων του τμήματος των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Τεχνολογίας Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Πατρών.

Οι εργασίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

### **Οικοδομικές**

- Εξωτερική θερμομόνωση κελύφους.
- Θερμομόνωση δώματος.
- Αντικατάσταση κουφωμάτων

### **Ηλεκτρομηχανολογικές**

- Εγκατάσταση συστήματος ψύξης/θέρμανσης, πολυδιαιρούμενου τύπου.
- Αντικατάσταση φωτιστικών τύπου φθορισμού με τύπου LED.
- Εγκατάσταση συστήματος μηχανικού αερισμού στα εργαστήρια με ανάκτηση ενέργειας.
- Εγκατάσταση Συστήματος Ενεργειακού Ελέγχου Κτιρίου (BEMS).

## 2. Οικοδομικές εργασίες

### 2.1. Σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης κελύφους

Αντικείμενο του παρόντος είναι η περιγραφή των υποχρεώσεων του αναδόχου για την τοποθέτηση συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης του κτιρίου.

Στο σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης περιλαμβάνονται όλες οι κατασκευαστικές εργασίες στο κέλυφος του κτιρίου, ώστε να αποκτήσει την προβλεπόμενη θερμομονωτική επάρκεια σύμφωνα με τον κανονισμό του ΚΕΝΑΚ, με τις ελάχιστες θερμογέφυρες. Φυσικά, διατηρώντας την αρχική αρχιτεκτονική μορφή στο κτήριο.

Η περιγραφή των εργασιών εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας είναι η ακόλουθη:

Αρχικά θα καθαρισθούν οι τοίχοι από τα σαθρά υλικά και θα γίνει αποκατάσταση της επιφανείας του επιχρίσματος, όπου αυτό απαιτείται, θα γίνει αφαίρεση των ανωμαλιών ή εξογκωμάτων ή κοιλοτήτων και καθαρισμός. Θα αφαιρεθούν ότι ηλεκτρολογικές και λοιπές εγκαταστάσεις (κλιματιστικά, φωτιστικά σώματα κ.λ.π.) που υπάρχουν στερεωμένα στις όψεις του κτιρίου και θα αφεθούν αναμονές για την επανατοποθέτησή όσων προβλέπονται μετά την ενεργειακή αναβάθμιση.

Κατόπιν θα τοποθετηθούν πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης ειδικών προδιαγραφών EPS 80 (πυκνότητας  $16 \text{ kg/m}^3$ ), με μέγιστο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda=0,034 \text{ W/(m.K)}$  και κλάση αναφλεξιμότητας B1. Το ελάχιστο πάχος των πλακών θα είναι 70mm. Αφού ζυγιστούν οι όψεις του κτιρίου, αφήνοντας αρμό από το φυσικό έδαφος, τοποθετείται ο οδηγός εκκίνησης, με τη χρήση εκτονούμενων βυσμάτων και ειδικών αποστατών. Οι πλάκες τοποθετούνται σταυρωτά από το κάτω μέρος της επιφάνειας προς τα πάνω, φροντίζοντας να μην μένουν ανοικτοί αρμοί ή μεγάλες ανεπιπεδότητες. Το συγκολλητικό κονίαμα τοποθετείται σημειακά περιμετρικά στην πλάκα και σε έξι (6) σημεία στο κέντρο της πλάκας. Τυχόν κενά και αρμοί πρέπει να γεμίζονται είτε με κομμάτια του μονωτικού είτε με ειδικό μη αναφλέξιμο αφρό πολυουρεθάνης. Στους λαμπάδες και στις αρχιτεκτονικές προεξοχές (υποστυλώματα, πρέκια, ποδιές) εφαρμόζεται το κονίαμα σε όλη την επιφάνεια της πλάκας. Στο γύρισμα των λαμπάδων μέχρι το κούφωμα τοποθετούνται πλάκες πάχους 30 mm., αφήνοντας αρμό με το κούφωμα. Κατά την τοποθέτηση πιέζουμε σταθερά ώστε να έχουμε πρόσφυση και επιπέδωση των πλακών. Η κόλλα που τυχόν προεξέχει πλάγια, θα πρέπει να αφαιρείται ώστε να μην δημιουργούνται θερμογέφυρες.

Στα συστήματα με διογκωμένη πολυστερίνη, εξαιτίας του ιδιαίτερα χαμηλού βάρους του συστήματος, η συγκολλητική ικανότητα της κόλλας είναι επαρκής. Εάν απαιτείται, είτε λόγω της κατάστασης του υποστρώματος είτε λόγω μεγάλης επιφάνειας, πρέπει να χρησιμοποιηθούν βύσματα στήριξης κατά μέσο όρο 4-6 βύσματα/  $\text{m}^2$  επιφάνειας ανάλογα με το υπόστρωμα και το ύψος του κτιρίου με βάθος αγκύρωσης τουλάχιστον 4 cm., τα οποία κατόπιν καλύπτονται με θερμομονωτικά καπάκια.

Στα σημεία των όψεων που θα τοποθετηθούν φορτία μεγάλου βάρους (φωτιστικά σώματα κ.λ.π.) θα αφαιρεθεί το μονωτικό και θα τοποθετηθούν τα προβλεπόμενα ειδικά τεμάχια που υποστηρίζουν τη στερέωση των αντικειμένων αυτών. Η τιμή τους συμπεριλαμβάνεται στο άρθρο της εξωτερικής μόνωσης. Μετά την τοποθέτηση των πλακών και αφού έχει στεγνώσει η κόλλα, ελέγχουμε ότι οι πλάκες είναι τελείως επίπεδες και έχουν ενωθεί και κλείνουμε τους αρμούς και τα σημεία επαφής με επιφάνειες άλλων δομικών υλικών (πχ. Beton, στέγη) με αφρό γεμίσματος ή ειδική αυτοδιογκούμενη ταινία για την αποφυγή θερμογεφυρών. Ο αρμός στη βάση της οικοδομής και οι αρμοί γύρω από τα κουφώματα, θα πληρωθούν

επίσης με ειδική αυτοδιογκούμενη ταινία ή ακρυλική μαστίχη. Στη συνέχεια χαράσσετε η επιφάνεια των θερμομονωτικών πλακών που αναφέρεται στα σχέδια των όψεων η ύπαρξη διακοσμητικών σκοτίων. Μετά από 48 ώρες οι τυχόν διαφορές στις επιφάνειες των θερμομονωτικών πλακών και των αρμών εξομαλύνονται με τη χρήση ειδικών τριβείων ή μηχανών για την επίτευξη τέλει επιτεδότητος. Τέλος αφαιρούμε τη σκόνη που δημιουργείται στην επιφάνεια.

Ακολουθεί η διάστρωση της ενδιάμεσης στρώσης ειδικού έτοιμου ενισχυτικού υδατοαπωθητικού ελαστομερούς επιχρίσματος. Η εφαρμογή του γίνεται είτε με μηχανές ψεκασμού είτε με ειδικές σπάτουλες με ελάχιστο πάχος στρώσης 3 mm. Όσο είναι ακόμα νωπό το επίχρισμα τοποθετείται στην επιφάνειά του υαλόπλεγμα το οποίο εμβαπτίζεται μέχρι να καλυφθεί πλήρως και στις σκοτίες τοποθετούνται τα ειδικά τεμάχια. Οι στρώσεις του υαλοπλέγματος στα σημεία συναρμογής του θα επικαλύπτονται κατά τουλάχιστον 10 cm. Επίσης στις κατακόρυφες ακμές του κτιρίου τοποθετούνται γωνιόκρανα.

Μετά το πλήρες στέγνωμα της ενδιάμεσης στρώσης επιχρίσματος, τοποθετείται η τελική στρώση από ακρυλικό ή ρητινούχο ή σιλικονούχο υδατοαπωθητικό ελαστομερές επίχρισμα για προσόψεις. Η εφαρμογή του γίνεται είτε με μηχανές ψεκασμού είτε με ειδικές σπάτουλες με ελάχιστο πάχος στρώσης 3 mm. Το τελικό φινίρισμα θα γίνει με πλαστική σπάτουλα, μετά από μικρό διάστημα στεγνώματος (ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες), έτσι ώστε να διαμορφωθεί τελική επιφάνεια για χρωματισμό.

Στα στηθαία της οροφής περιμετρικά του κτιρίου δεν θα τοποθετηθεί εξωτερική θερμομόνωση. Στο τελείωμα της εξωτερικής μόνωσης θα τοποθετηθεί υαλόπλεγμα το οποίο θα καλύπτει τις πλάκες μόνωσης και στερεώνεται στο σκυρόδεμα των στηθαίων με ειδικό τεμάχιο. Κατόπιν καλύπτεται και αυτό με την τελική στρώση επιχρίσματος, ώστε να προκύψει ομοιογενής τελική επιφάνεια σε όλη την όψη του κτιρίου.

Στους λαμπάδες των ανοιγμάτων, θα τοποθετηθεί γωνιόκρανο στην άκρη, ειδικός νεροσταλάκτης στο κάτω και επάνω μέρος, και θα διαστρωθεί με ακρυλικό ή ρητινούχο ή σιλικονούχο υδατοαπωθητικό ελαστομερές επίχρισμα. Όλες οι επιφάνειες θα χρωματισθούν με ακρυλικό τσιμεντόχρωμα στις υπάρχουσες αποχρώσεις.

Όλα τα προϊόντα για το σύστημα της εξωτερικής θερμομόνωσης θα πρέπει να έχουν σήμανση **CE** και να διαθέτουν τα αντίστοιχα πιστοποιητικά θερμομονωτικής απόδοσης τα οποία θα πρέπει να προσκομίσει ο ανάδοχος πριν την έναρξη των εργασιών για έγκριση από την υπηρεσία. Όλες οι εργασίες θα γίνουν από εξειδικευμένο προσωπικό και σύμφωνα με τις προδιαγραφές των υλικών και τις οδηγίες του προμηθευτή για το κάθε υλικό. Μετά το πέρας των εργασιών, η κατασκευή επανελέγχεται από την Υπηρεσία ή/και τον Ανάδοχο. Οποιαδήποτε κακοτεχνία διαπιστωθεί επιδιορθώνεται από τον Ανάδοχο χωρίς συμπληρωματική αμοιβή.

## 2.2. Κατασκευή εξωτερικής θερμομόνωσης δώματος

Αντικείμενο του παρόντος είναι η περιγραφή των υποχρεώσεων του αναδόχου για την κατασκευή της εξωτερικής θερμομόνωσης του δώματος του κτιρίου με την τοποθέτηση θερμομονωτικών πλακών και ο έλεγχος της υπάρχουσας υγραμόνωσης.

Αναλυτικότερα, η απόδοση και η αντοχή των δωμάτων στο χρόνο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, μεταξύ των οποίων είναι και η θέση της θερμομόνωσης στην κατασκευή. Αν η θερμομόνωση τοποθετηθεί κάτω από τη φέρουσα πλάκα σκυροδέματος (κατασκευή ψυχρής οροφής), η πλάκα παραμένει συνεχώς ψυχρή με πιθανό αποτέλεσμα τη συμπύκνωση υδρατμών. Η θερμομόνωση που τοποθετείται πάνω από τη φέρουσα πλάκα, αλλά κάτω από τη στεγανωτική στρώση (κατασκευή θερμής οροφής) ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο της συμπύκνωσης υδρατμών. Όμως, λόγω του ότι η στεγανωτική στρώση είναι θερμικά απομονωμένη από την υπόλοιπη κατασκευή της οροφής, είναι εκτεθειμένη σε μεγάλες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις, με συνέπεια να αυξάνεται ο κίνδυνος πρόωρης αστοχίας της.

Η κατασκευαστική αρχή της ανεστραμμένης θερμομόνωσης επιλύει το πρόβλημα τοποθετώντας τη θερμομόνωση πάνω από τη στεγανωτική στρώση, διατηρώντας την σε σταθερή θερμοκρασία, κοντά στη θερμοκρασία του εσωτερικού του κτηρίου και προστατεύοντάς την από τις καταστρεπτικές επιπτώσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας και τις μηχανικές κακώσεις. Η θερμομόνωση, με αυτόν τον τρόπο, προστατεύει τη στεγανωτική κάλυψη από:

- τις μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές:  $+80^{\circ}\text{C}$  έως  $-20^{\circ}\text{C}$ ,
- τη διάβρωση λόγω καιρικών συνθηκών,
- τις μηχανικές κακώσεις κατά τη διάρκεια της κατασκευής, της χρήσης και της συντήρησης του δώματος.

Το σύστημα ανεστραμμένης θερμομόνωσης δώματος με τοποθέτηση θερμομονωτικού πλακιδίου (ενδεικτικού τύπου POLYTILE DOW ή Marsipus TL ή FIBROTILE XPS ή ισοδύναμου υλικού) ως τελική στρώση, είναι ιδανικό για τη θερμομόνωση δωμάτων βαριάς κατασκευής και προσφέρει ένα ανθεκτικό και αισθητικά άρτιο τελείωμα για δώματα, όπου προβλέπεται βατότητα για συντήρηση, δημιουργώντας παράλληλα στο εσωτερικό του κτηρίου τις συνθήκες θερμικής άνεσης που πρέπει να επικρατούν.

Συνοπτικά αναφέρονται κάποιες από τις ιδιότητες του θερμομονωτικού πλακιδίου:

- Ο υψηλός βαθμός θερμομόνωσής του με  $\lambda=0.034 \text{ W/mk}$ , αλλά και το άσπρο χρώμα του, το καθιστούν ιδανικό για θερμομόνωση υφιστάμενων δωμάτων. Με την τοποθέτηση του πλακιδίου στην ταράτσα, η απώλεια σε ενέργεια μπορεί να μειωθεί μέχρι και 90%.
- Η απλή κατασκευή του και το μικρό βάρος του θερμομονωτικού πλακιδίου, καθιστούν την τοποθέτησή του εύκολη.
- Με την τοποθέτηση του πλακιδίου αυτού, το δώμα είναι επισκέψιμο.
- Έχει πολύ καλή αντοχή στο βάρος, αφού μπορούν να τοποθετηθούν στην επιφάνειά του κομπρεσέρ κλιματιστικών, ηλιακά πλαίσια και άλλα συνήθη χρειώδη ενός δώματος.
- Έχει τη δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης σε προσθήκη ή και επέκταση του κτιρίου.
- Προστατεύει την υγραμόνωση από την ηλιακή ακτινοβολία, επεκτείνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής της. Σε περίπτωση επιδιόρθωσης της υγραμόνωσης, είναι πολύ εύκολο να μετακινηθούν οι πλάκες αυτές και να επανατοποθετηθούν μετά την επιδιόρθωσή της.

Επισημαίνεται ότι για τις εργασίες παρέμβασης θερμομόνωσης θα ακολουθήσουν τις οδηγίες ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-06-02-01:2009 & ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-06-01-02:2009.

Συνοπτική περιγραφή των εργασιών εξωτερικής θερμομόνωσης δώματος είναι η ακόλουθη:

Η θερμομόνωση θα εφαρμοστεί στην επιφάνεια του δώματος, αφού πρώτα κριθεί από την επίβλεψη και τον ανάδοχο ότι το υπάρχον υπόστρωμα είναι κατάλληλο και πληροί τις προϋποθέσεις υγρομόνωσης σύμφωνα με τις τεχνικές οδηγίες. Σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να πραγματοποιηθεί επισκευή του υποστρώματος είτε ολική, είτε μερική. Ως ολική νοούμε την ριζική αποξήλωση τόσο του μπετού ρύσεων όσο και της υπάρχουσας υγρομόνωσης και κατασκευής τους από την αρχή. Ενώ μερική, είναι μόνο η κατασκευή της τελικής υγρομόνωσης. Σε κάθε περίπτωση που απαιτηθεί επέμβαση στην υπάρχουσα υγρομόνωση όλες οι εργασίες θα πραγματοποιηθούν με συμπληρωματική εργολαβία. Αναλυτικά οι εργασίες θερμομόνωσης και τα υλικά είναι τα ακόλουθα:

Διάστρωση της τελικής επιφάνειας από πλάκες θερμομονωτικού υλικού, αδιαπέραστου από την υγρασία, με πάχος 7 cm και επικάλυψη με ειδική βιομηχανική τσιμεντοκονία, πάχους 2 cm πρεσαρισμένη στην θερμομονωτική πλάκα. 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. Το βάρος τους είναι περίπου 40 έως 45 kg/m<sup>2</sup> και οι διαστάσεις τους 30X30 ή 30X60. Οι πλάκες συνοδεύονται από πιστοποιητικό ποιοτικού ελέγχου και εγγύηση της εταιρείας. Μεταξύ στηθαίων ή άλλων κατακόρυφων οικοδομικών στοιχείων θα κατασκευαστεί αύλακας πλάτους 15 εκ για την εύκολη ροή των υδάτων και απορρόφησης συστολών – διαστολών της επιφάνειας. Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί διάστρωση πλυμένου χαλικιού ασβεστολιθικής πέτρας, διαμέτρου 2,50 έως 3,00 cm μόνον στα περιμετρικά λούκια μεταξύ στηθαίων ή άλλων κατακόρυφων οικοδομικών στοιχείων και πρώτης αντίστοιχα πλάκας τελικής επιφάνειας.

Με την επιλογή της συγκεκριμένης τελικής επιφάνειας επιτυγχάνεται η καλή επισκεψιμότητα του δώματος, ενώ παράλληλα είναι δυνατός ο έλεγχος ή η επέμβαση στη μεμβράνη στεγανότητας. Επίσης υπάρχει ταχύτητα εργασιών και ελαχιστοποίηση εργατικού κόστους.

Οι θερμομονωτικές πλάκες με βιομηχανική επικάλυψη βατότητας είναι σύνθετες πλάκες που αποτελούνται από θερμομονωτική στρώση αδιαπέραστης από το νερό, πάχους συνήθως 70 χιλ., και επικάλυψη τσιμεντόπλακα κολλημένη επ' αυτής.

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.

### 2.3. Αντικατάσταση κουφωμάτων και υαλοστασίων του κτιρίου

Αντικείμενο του παρόντος είναι η περιγραφή των υποχρεώσεων του αναδόχου για την αποξήλωση των υπάρχοντων κουφωμάτων και η τοποθέτηση νέων ίδιων διαστάσεων. Τα νέα κουφώματα εκτός από τις διαστάσεις, που θα είναι ίδιες με τα υπάρχοντα, θα πρέπει επιπλέον να είναι σύμφωνα με το αρχιτεκτονικό σχέδιο και τον χρωματισμό όπως ορίζονται στα σχέδια της παρούσας μελέτης.

Οι περιγραφή των εργασιών τοποθέτησης των Ενεργειακών Κουφωμάτων είναι η ακόλουθη:

Αναλυτικότερα, τα κουφώματα θα είναι όλα αλουμινίου, χρώματος RAL ή ανοδιωμένα όπως αναγράφεται στις κατόψεις κουφωμάτων, θερμομονωτικά με παρεμβολή υαλοενισχυμένου πολυαμιδίου PA 6.6 στα 24mm στις κάσες και στα 20mm στα φύλλα ( $U_f < 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) που εμποδίζει την μεταφορά θερμότητας από και προς τον εσωτερικό χώρο. Τα ανοιγόμενα κουφώματα θα έχουν ειδική ενίσχυση των προφίλ της κάσας για το βίδωμα και τη στήριξη του μεντεσέ. Επίσης, θα έχουν διπλούς ενεργειακούς υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (low-e), όπου ο εσωτερικός υαλοπίνακας είναι ένας συμβατικός μονός υαλοπίνακας (clear float) ενώ στην εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού υαλοπίνακα έχει επιστρωθεί κατά την παραγωγή του υαλοπίνακα μια επίστρωση χαμηλής εκπεμπιμότητας η οποία εμφανίζει υψηλή ανακλαστικότητα στο υπέρυθρο τμήμα της ακτινοβολίας. Όλα τα ανοιγόμενα παράθυρα θα έχουν αστάλινο μηχανισμό περιμετρικής ασφάλισης πολλαπλών σημείων (ανά 30 cm τουλάχιστον) τύπου μανιταριού, κατηγορίας ασφαλείας WK3. Οι μεταλλικές πόρτες των εργαστηρίων θα κατασκευαστούν από σίδηρο ή αλουμίνιο με θερμομόνωση στον πυρήνα τους, ο τύπος και οι διαστάσεις θα είναι πανομοιότυπες με τις υφιστάμενες. Ειδική πρόβλεψη θα υπάρχει για το κατωκάσι το οποίο θα πρέπει να είναι κατάλληλα τοποθετημένο ώστε να επιτρέπει την είσοδο βαρέων οχημάτων στο χώρο των εργαστηρίων.

Η κατασκευή στους δύο φωταγωγούς θα αντικατασταθεί από την ακόλουθη:

Κατασκευή αλουμινίου, χρώματος RAL ή ανοδίωσης, θερμομονωτικά με παρεμβολή υαλοενισχυμένου πολυαμιδίου PA 6.6 στα 24mm στις κάσες και στα 20mm στα φύλλα ( $U_f < 2,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) που θα εμποδίζει την μεταφορά θερμότητας από και προς τον εσωτερικό χώρο. Επίσης, θα έχει διπλούς ενεργειακούς υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (low-e), όπου το εσωτερικό τμήμα είναι ένας διπλός υαλοπίνακας τύπου LAMINATE, για λόγους ασφαλείας, ενώ στην εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού υαλοπίνακα έχει επιστρωθεί κατά την παραγωγή του υαλοπίνακα μια επίστρωση χαμηλής εκπεμπιμότητας η οποία εμφανίζει υψηλή ανακλαστικότητα στο υπέρυθρο τμήμα της ακτινοβολίας.

Σε όλα τα παράθυρα όπου υπάρχουν σωλήνες ή προβλέπονται να τοποθετηθούν μετά την εγκατάσταση του συστήματος κλιματισμού, αφού τοποθετηθούν τα νέα υαλοστάσια με κατάλληλες οπές στα σημεία εξόδου των σωληνώσεων, αυτές θα αποκατασταθούν. Στην εσωτερική πλευρά των εργαστηρίων και των γραφείων που θα γίνει αντικατάσταση των κουφωμάτων, οποιαδήποτε ζημιά προκληθεί από τις εργασίες αποξήλωσης και τοποθέτησης, θα αποκατασταθεί με σπατουλάρισμα ή επίχρισμα και επαναχρωματισμό, όπως περιγράφεται στο άρθρο της αποξήλωσης.

Στα απολογιστικά περιλαμβάνονται τα είδη κιγκαλερίας, σύμφωνα με τις διαδικασίες που προβλέπονται από τις κείμενες «περί Δημοσίων Έργων» διατάξεις, εκτός εάν αναφέρεται διαφορετικά στα οικεία άρθρα του Τιμολογίου, η δε τοποθέτηση περιλαμβάνεται στην τιμή του κάθε είδους κουφώματος. Όλα τα κουφώματα και οι υαλοπίνακες, θα πρέπει να έχουν σήμανση **CE**, να διαθέτουν τα αντίστοιχα πιστοποιητικά θερμομονωτικής απόδοσης και αεροδιαπερατότητας, τα οποία θα πρέπει να προσκομίσει ο ανάδοχος πριν την έναρξη των εργασιών για έγκριση από την υπηρεσία.



Για όλες τις ανωτέρω εργασίες θα τοποθετηθούν στην πρόσοψη του κτιρίου ικριώματα και καλύμματα προστασίας (λινάτσες) ή άλλοι τρόποι προστασίας του γύρω χώρου από τις εργασίες, καθ' ότι το κτίριο καθ' όλη τη διάρκεια των εργασιών θα είναι σε πλήρη λειτουργία. Τα ικριώματα θα πληρούν τις προδιαγραφές συναρμολόγησης και ασφαλείας, σύμφωνα με το Π.Δ.778/80.

Ο Ανάδοχος υποχρεούται μετά το πέρας όλων των εργασιών να αποκαταστήσει τυχόν ζημιές (εκσκαφές, διανοίξεις οπών, αποξηλώσεις κ.λ.π) να καθαρίσει το χώρο από τα υλικά των καθαιρέσεων και των εργασιών επισκευής και να μεταφέρει τα άχρηστα υλικά (μπάζα) σε εκτός Πανεπιστημίου κατάλληλο χώρο με δική του μέριμνα και δαπάνη.

### 3. Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες

Για την βελτίωση της ενεργειακής κατάστασης του κτιρίου εκτός από τις οικοδομικές εργασίες που αναφέρονται στις προηγούμενες παραγράφους θα πραγματοποιηθούν και επεμβάσεις στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του κτιρίου. Αναλυτικότερα, θα αντικατασταθεί το υπάρχον σύστημα ψύξης/θέρμανσης με καινούριο, τα φωτιστικά οροφής από τύπου φθορισμού σε πάνελ τύπου LED και θα εγκατασταθεί σύστημα μερικού αερισμού στα εργαστήρια και σύστημα ενεργειακής διαχείρισης και καταγραφής κτιρίου.

#### 3.1. Εγκατάσταση συστήματος Ψύξης / Θέρμανσης

Αντικείμενο του παρόντος είναι η περιγραφή των υποχρεώσεων του αναδόχου για την αποξήλωση των υπάρχοντων συστημάτων ψύξης/θέρμανσης και η τοποθέτηση καινούριου. Το νέο σύστημα θα είναι σύμφωνο με τη μελέτη κλιματισμού όπως ορίζεται στα σχέδια και τα τεύχη υπολογισμών που συνοδεύουν την παρούσα μελέτη.

Η περιγραφή των εργασιών αντικατάστασης του συστήματος ψύξης/θέρμανσης είναι η ακόλουθη:

Το υπάρχον σύστημα ψύξης/θέρμανσης, το οποίο αποτελείται από τοπικές αντλίες θερμότητας, διαιρούμενου τύπου, θα αφαιρεθεί, πλην του εργαστηρίου υψηλών τάσεων, και θα αντικατασταθεί από τέσσερα (4) κεντρικά συστήματα κλιματισμού πολυζωνικού πολυδιαιρούμενου αερόψυκτου τύπου ισχύος 8 Hp, 20 Hp και δύο 24 Hp αντίστοιχα. Ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας του συστήματος κλιματισμού θα είναι τουλάχιστο 3.30 EER για λειτουργία του συστήματος στην ψύξη και 3.90 COP για λειτουργία του συστήματος στην θέρμανση, όπως ορίζεται ως ελάχιστη απαίτηση στην μελέτη του Ενεργειακού Πιστοποιητικού για το σενάριο αναβάθμισης.

Το πολυζωνικό, πολυδιαιρούμενο αερόψυκτο σύστημα κλιματισμού άμεσης εκτόνωσης, μεταβλητής ροής ψυκτικού μέσου (VRV) που θα εγκατασταθεί θα αποτελείται από μεταξύ τους συνδεδεμένες εξωτερικές μονάδες σε ενιαία συστοιχία και πλήθους εσωτερικών μονάδων σε κοινό δίκτυο σωληνώσεων ψυκτικού μέσου. Το σύστημα θα δουλεύει ως αντλία θερμότητας, είτε σε ψύξη, είτε σε θέρμανση ανεξάρτητα ανάλογα με τις απαιτήσεις των χρηστών. Αναλυτικότερα οι εργασίες περιλαμβάνουν:

##### 3.1.1. Εργασίες εγκατάστασης εξωτερικών μονάδων

Για την κάλυψη των ψυκτικών και θερμικών φορτίων του κτιρίου απαιτείται η εγκατάσταση τριών (3) συστοιχιών εξωτερικών μονάδων, που θα αποτελούνται από τουλάχιστον 2 μονάδες τεχνολογίας inverter για ψυκτικό μέσω R410A, με συνολική ψυκτική ισχύ για τη κάθε συστοιχία 55.90 kW η μία και 67.00 kW οι άλλες δύο. Επίσης, θα εγκατασταθεί και μία μονάδα 22.40 kW η οποία θα είναι αυτόνομη. Το σύνολο της αποδιδόμενης ισχύος των εσωτερικών μονάδων πρέπει να μπορεί να φθάσει το 135% του συνόλου της αποδιδόμενης ισχύος της συστοιχίας των εξωτερικών μονάδων. Η συστοιχία των εξωτερικών μονάδων θα εγκατασταθεί στις θέσεις που φαίνονται στην κάτοψη της μελέτης κλιματισμού. Η στάθμη θορύβου για κάθε μονάδα δεν πρέπει να ξεπερνά τα 55dB(A) για μια εξωτερική μονάδα και 62dB(A) για το μέγιστο συνδυασμό μονάδων σε μία συστοιχία, σε απόσταση 1m οριζόντια και 1m επάνω από το επίπεδο βάσης της συστοιχίας. Το σύστημα θα έχει τη δυνατότητα αυτόματης λειτουργίας σε ακόμα χαμηλότερη στάθμη εκπεμπόμενου θορύβου, γεγονός που μπορεί να επιτευχθεί αποτελεσματικά μόνο με την χρήση αποκλειστικά και μόνο συμπίεστων inverter. Η συστοιχία των εξωτερικών μονάδων θα στερεωθεί πάνω σε μεταλλική βάση κατασκευασμένη από σιδερένια δοκό IPE 100 χρωματισμένη με δύο

στρώσεις μίνιο και δύο στρώσεις ντούκο. Η βάση θα είναι μεγαλύτερη κατά 50cm περιμετρικά στην κάθε πλευρά της εξωτερικής μονάδας ώστε το βάρος της μονάδας να κατανεμηθεί σε μεγαλύτερη επιφάνεια για να αποφευχθεί φθορά της μόνωσης του δώματος. Η εξωτερική μονάδα θα τοποθετηθεί με κατάλληλους αντικραδασμικούς συνδέσμους.

### 3.1.2. Εργασίες εγκατάστασης εσωτερικών μονάδων

Για την καλύτερη κάλυψη των αναγκών του κτιρίου και την ανεξαρτητοποίηση της λειτουργίας των χώρων επιλέχτηκαν να εγκατασταθούν εσωτερικές μονάδες τοίχου και δαπέδου. Σε όλα τα γραφεία και στους χώρους των εργαστηρίων του ισογείου του κτιρίου θα εγκατασταθούν εσωτερικές μονάδες (VRV) επίτοιχες, αντίθετα σε όλους τους διαδρόμους, στην αυτόνομη αίθουσα διδασκαλίας του ισογείου και σε όλα τα εργαστήρια του ορόφου θα τοποθετηθούν εσωτερικές μονάδες (VRV) δαπέδου. Ακριβής αριθμός, διαστάσεις και θέση αναφέρονται στις κατόψεις που συνοδεύουν την μελέτη κλιματισμού. Φυσικά, οι θέσεις εγκατάστασης των εσωτερικών μονάδων που δίνονται στα σχέδια είναι ενδεικτικές. Οι θέσεις των εσωτερικών μονάδων θα είναι στις ίδιες θέσεις όπου βρίσκονται οι εσωτερικές μονάδες των κλιματιστικών διαιρούμενου τύπου που θα αποξηλωθούν. Στους υπόλοιπους χώρους οι θέσεις εγκατάστασης των εσωτερικών μονάδων θα καθοριστούν από την επίβλεψη ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του κάθε χώρου.

Τα συμπυκνώματα των εσωτερικών μονάδων που βρίσκονται στους χώρους των γραφείων και ιδιαίτερα πλησίον των ανοιγμάτων, με κατάλληλο εύκαμπτο σωλήνα τοποθετημένο μέσα σε πλαστικό ηλεκτρολογικό κανάλι θα οδηγούνται εκτός κτιρίου κάτω από τον τοίχο του παραθύρου. Τα συμπυκνώματα από τις μονάδες που βρίσκονται απομακρυσμένες από περιμετρικούς τοίχους θα συγκεντρώνονται σε πλαστικός σωλήνα αποχετεύσεως ομβρίων υδάτων (υδρορροή) κυκλικής Φ32 από σκληρό P.V.C. και θα αποχετεύονται, είτε στα φρεάτια που βρίσκονται στο χώρο του ισογείου και ειδικότερα εντός του ΜΟΧ 'αποθήκης', είτε στο αποχετευτικό δίκτυο του πανεπιστημίου που διέρχεται εντός των στοών με τη δημιουργία κατάλληλου σιφονισμού για την αποφυγή μεταφοράς οσμών. Ακριβής θέση και διαδρομή φαίνεται στα σχέδια κατόψεων της μελέτης κλιματισμού που συνοδεύουν την παρούσα. Επίσης, θα προβλεφθούν κατακόρυφες στήλες από PVC Φ32 στη πλευρά των γραφείων ειδικά στον όροφο για τη συγκέντρωση όλων των εύκαμπτων σωλήνων και τη σύνδεση τους μέχρι την στάθμη του εδάφους.

### 3.1.3. Ηλεκτρολογική εγκατάσταση συστήματος κλιματισμού

Η ηλεκτρική σύνδεση για τις εσωτερικές μονάδες του συστήματος κλιματισμού θα γίνει από τους υπάρχοντες ηλεκτρολογικούς υπό-πίνακες του κτιρίου. Ενώ για τις εξωτερικές μονάδες η ηλεκτρική σύνδεση θα γίνει μέσω νέων υπό-πινάκων που θα κατασκευαστούν πλησίον τους στο δώμα. Αναλυτικότερα οι μονάδες του συστήματος κλιματισμού θα συνδεθούν ηλεκτρικά ως ακολούθως :

**Οι εξωτερικές μονάδες** που θα εγκατασταθούν στην οροφή του κτιρίου, θα τροφοδοτούνται ηλεκτρολογικούς υπό-πίνακες που θα κατασκευαστεί στο δώμα του κτιρίου πλησίον των μονάδων, στις θέσεις που φαίνονται στην κάτοψη κλιματισμού, και θα συνδεθούν στο υπάρχον πεδίο Χ.Τ. στο υπόγειο. Η κεντρική εγκατάσταση του κτιρίου έχει την απαραίτητη ισχύ για την κάλυψη των φορτίων του συστήματος κλιματισμού. Στους πίνακες θα τοποθετηθούν οι απαιτούμενοι διακόπτες και ασφάλειες για την κάθε εξωτερική μονάδα του συστήματος κλιματισμού, έτσι ώστε η κάθε μονάδα να διαθέτει ξεχωριστό σύστημα προστασίας. Τα καλώδια τροφοδοσίας για την κάθε μονάδα του συστήματος κλιματισμού θα είναι τύπου NYY και κατάλληλης διατομής σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή, όπως επίσης και οι

γενικές ασφάλειες του πίνακα. Οι οδεύσεις του καλωδίου από τα πεδία Χ.Τ. προς τον αντίστοιχο υποπίνακα κλιματισμού, θα είναι εντός των υπαρχόντων σχαρών οροφής που υπάρχουν στους διαδρόμους του κτιρίου, σε περίπτωση που δεν επαρκεί ο χώρος θα τοποθετηθεί επέκταση της σχάρας δίπλα στην υπάρχουσα και θα τοποθετηθεί το καλώδιο παροχής. Τα καλώδια που θα βρίσκονται στο χώρο του δώματος και θα είναι εκτεθειμένα στο εξωτερικό περιβάλλον, από τον υποπίνακα κλιματισμού προς τις κεντρικές μονάδες, θα τοποθετηθούν μέσα σε ειδικό ηλεκτρολογικό κυματοειδής (σπιράλ) βαρέως τύπου, ενδεικτικού τύπου CONFLEX IAR.

**Οι εσωτερικές μονάδες** που θα εγκατασταθούν στα γραφεία και στα εργαστήρια του κτιρίου θα τροφοδοτηθούν από τις υπάρχουσες ηλεκτρικές γραμμές του κτιρίου που είναι συνδεδεμένα τα κλιματιστικά διαιρούμενου τύπου που θα αποξηλωθούν. Τα κλιματιστικά αυτά τροφοδοτούνται από υποπίνακες για τον κλιματισμό του κτιρίου. Στους χώρους όπου δεν υπάρχει κλιματιστικό να αποξηλωθεί θα εγκατασταθεί νέα εξωτερική γραμμή από τον πλησιέστερο υποπίνακα, τοποθετημένη μέσα σε πλαστικό ηλεκτρολογικό κανάλι. Τα καλώδια τροφοδοσίας για την κάθε εσωτερική μονάδα του συστήματος κλιματισμού θα είναι κατάλληλης διατομής σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή και θα ασφαλιστούν στον πλησιέστερο υποπίνακα κλιματισμού με ανεξάρτητο μικροαυτόματο έκαστη.

### 3.2. Αντικατάσταση φωτιστικών

Αντικείμενο του παρόντος είναι η περιγραφή των υποχρεώσεων του αναδόχου για την αποξήλωση των υπαρχόντων φωτιστικών και η τοποθέτηση καινούριων, πλην του ισόγειου τμήματος των εργαστηρίων Υψηλής Τάσης τα οποία διαθέτουν εγκατεστημένα είδη φώτα τύπου LED. Τα νέα φωτιστικά θα είναι τεχνολογίας LED και θα είναι ικανά να καλύψουν τις απαιτήσεις σε τεχνικό φωτισμό κάθε χώρου σύμφωνα με τη νομοθεσία.

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

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

α) Τα υπάρχοντα φωτιστικά σώματα ισχύος 4x18 W θα αντικατασταθούν με φωτιστικά σώματα LED 36 W διαστάσεων 60x60, ενδεικτικού τύπου RC120B LED 34S/840 PSD W60L60.

#### **Υλικά - Κατασκευή**

Το κάθε φωτιστικό θα αποτελείται από μεταλλικό σώμα, που ενσωματώνει τα όργανα λειτουργίας (LED driver), πλακέτες διόδων LED, γραμμικό αντιθαμβωτικό πολυκαρβονικό κάλυμμα καθώς και ειδικό τεμάχιο τοποθέτησης απευθείας στο ταβάνι χωρίς ψευδοροφή, αν απαιτείται. Επίσης, περιλαμβάνει και συρματόσχοινο ασφαλείας. Τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά αναφέρονται στο τεύχος τεχνικών προδιαγραφών.

β) Τα υπάρχοντα φωτιστικά σώματα ισχύος 2x36 W θα αντικατασταθούν με φωτιστικά σώματα LED 36 W διαστάσεων 120x30 ενδεικτικού τύπου RC120B LED 34S/840 PSD W30L120.

#### **Υλικά - Κατασκευή**

Το κάθε φωτιστικό θα αποτελείται από μεταλλικό σώμα, που ενσωματώνει τα όργανα λειτουργίας (LED driver), πλακέτες διόδων LED, γραμμικό αντιθαμβωτικό πολυκαρβονικό κάλυμμα καθώς και ειδικό τεμάχιο τοποθέτησης απευθείας στο ταβάνι χωρίς ψευδοροφή, αν απαιτείται. Επίσης, περιλαμβάνει και συρματόσχοινο ασφαλείας. Τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά αναφέρονται στο τεύχος τεχνικών προδιαγραφών.

γ) Τα υπάρχοντα φωτιστικά σώματα των WC θα αντικατασταθούν με φωτιστικά σώματα στεγανά IP65, τύπου γραμμικά 60 cm.

#### **Υλικά - Κατασκευή**

Το κάθε φωτιστικό θα αποτελείται από το σώμα του φωτιστικού το οποίο περιλαμβάνει ψήκτρα, διάφανο κάλυμμα και τη λαμπτήρα LED. Τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά αναφέρονται στο τεύχος τεχνικών προδιαγραφών.

#### 3.2.1. Εργασίες τοποθέτησης

Η περιγραφή των εργασιών αντικατάστασης των φωτιστικών σωμάτων είναι η ακόλουθη:

Τα φωτιστικά που θα εγκατασταθούν στα γραφεία και στα εργαστήρια του κτιρίου θα τοποθετηθούν στις θέσεις που φαίνονται στην κάτοψη φωτισμού και που αναγράφονται λεπτομερώς στο τεύχος

υπολογισμών φυτοτεχνίας του κτιρίου που συνοδεύει την παρούσα. Σε περίπτωση που η θέση των νέων φωτιστικών είναι κοινή με τα υφιστάμενα θα πραγματοποιηθεί απλή αντικατάσταση, αποξήλωση και τοποθέτηση του νέου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει σε αυτή τη θέση φωτιστικό ή είναι διαφορετικού τύπου τότε θα πρέπει να τοποθετηθούν τα κατάλληλα στηρίγματα ώστε να στερεωθεί στο ίδιο ενδεικτικό ύψος με τα υπόλοιπα. Η τροφοδοσία των φωτιστικών θα πραγματοποιηθεί από τις υφιστάμενες γραμμές, και ο έλεγχος τους από τους υπάρχοντες διακόπτες. Αν κριθεί απαραίτητο από την επίβλεψη κατά τη διάρκεια της τοποθέτησης θα έχει το δικαίωμα να υποχρεώσει τον εργολάβο να προσθέσει ζώνες ελέγχου σε ορισμένα δωμάτια με την εγκατάσταση διπλού διακόπτη και νέων εξωτερικών γραμμών φωτισμού τοποθετημένες μέσα σε πλαστικό ηλεκτρολογικό κανάλι.

### 3.3. Σύστημα αερισμού εργαστηρίων

Αντικείμενο του παρόντος είναι η περιγραφή των υποχρεώσεων του αναδόχου για την εγκατάσταση τοπικού συστήματος αερισμού. Το σύστημα αερισμού θα εγκατασταθεί σε κάθε εργαστήριο και θα έχει τη δυνατότητα κάλυψης μέρους των αναγκών σε νωπό αέρα.

Το σύστημα αερισμού θα είναι τοπικό, επίτοιχο με δυνατότητα παροχής νωπού αέρα στη μέγιστη ισχύ τουλάχιστον 300 m<sup>3</sup>/h. Επίσης, θα διαθέτει ανάκτηση ενέργειας τουλάχιστον ίση με 70% και συστήματα έλεγχου λειτουργίας είτε αυτόνομα ανά συσκευή, είτε ομαδικά. Όλες οι μονάδες αερισμού πρέπει να διαθέτουν πιστοποίηση CE και το εργοστάσιο κατασκευής να είναι πιστοποιημένο κατά ISO9001.

Οι εργασίες τοποθέτησης των επίτοιχων μονάδων φαίνονται στα σχέδια της μελέτης κλιματισμού, φυσικά κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης ο εργολάβος με τη σύμφωνη γνώμη της επίβλεψης έχει το δικαίωμα να προτείνει νέα θέση εγκατάστασης. Τα στάδια τοποθέτησης είναι τα εξής:

- αποξήλωση των ανοιγμάτων στα εργαστήρια,
- διάνοιξη του ανοίγματος αν απαιτηθεί,
- τοποθέτηση του μηχανήματος σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή,
- κλείσιμο του υπόλοιπου ανοίγματος με ελαφρά υλικά,
- σύνδεση με ηλεκτρολογικό δίκτυο μέσω του τοπικού υποπίνακα του κάθε εργαστηρίου και στο τέλος αποκατάσταση οποιασδήποτε φθοράς προκληθεί από την τοποθέτηση, τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά.

### 3.4. Σύστημα αυτοματισμού και ενεργειακής καταγραφής

Αντικείμενο του παρόντος είναι η περιγραφή των υποχρεώσεων του αναδόχου για την εγκατάσταση συστήματος BEMS στο κτίριο, σύστημα διαχείρισης ενέργειας και αποδοτικότητας, για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου.

Η εγκατάσταση του συστήματος BEMS περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Τοποθέτηση μετασχηματιστών έντασης διαιρούμενου τύπου (SplitCore) ανά φάση στις παροχές εντός των υπό-πινάκων φωτισμού και κλιματισμού του κτιρίου.
- Σύνδεση των μετασχηματιστών έντασης ενσύρματα με τους τριφασικούς μετρητές ενέργειας, οι οποίοι θα βρίσκονται εντός ανεξάρτητου πίνακα μετρητών ενέργειας, πλησίον του υπό μέτρηση ηλεκτρολογικού πίνακα, εφ' όσον δεν υπάρχει 3Din χώρος στον ηλεκτρολογικό πίνακα, ή αποφασιστεί για άλλους λόγους από την επίβλεψη.
- Οι τριφασικοί μετρητές ενέργειας θα επικοινωνούν μέσω ασύρματου δικτύου βασισμένου σε πρωτόκολλο τεχνολογίας τύπου mesh, με την Πύλη Διαδικτύου (Gateway), όπου και θα συγκεντρώνονται τα ενεργειακά δεδομένα.
- Στη συνέχεια, η Πύλη Διαδικτύου (Gateway) θα διασυνδέεται ενσύρματα μέσω Ethernet ή χρήσης δικτύων κινητής τηλεφωνίας πρωτοκόλλου επικοινωνίας δεδομένων NB-IoT ή 4G ή 3G ή GPRS με τον Server αποθήκευσης και συνδυαστικής απεικόνισης των μετρήσεων. Ο Server μπορεί να βρίσκεται είτε τοπικά (on premise) είτε στο cloud.
- Δυνατότητα τοπικής αποθήκευσης δεδομένων (data logging) τόσο σε κάθε μετρητή όσο και στην Διαδικτυακή Πύλη (gateway) θα διασφαλίζει ότι δεν υπάρχει απώλεια δεδομένων.
- Εναλλακτικά είναι δυνατό να αποφευχθεί η χρήση της διαδικτυακής πύλης (gateway) κάνοντας χρήση υπό-μετρητών που αποστέλλουν τα δεδομένα τους απευθείας στον Server αποθήκευσης και συνδυαστικής απεικόνισης μέσω δικτύων κινητής τηλεφωνίας πρωτοκόλλου επικοινωνίας δεδομένων NB-IoT ή 4G ή 3G ή GPRS.
- Δοκιμές.
- Ό,τι άλλη εργασία (παραμετροποίηση και προγραμματισμός του συστήματος) ή υλικό (καλωδιώσεις κ.τ.λ.) απαιτηθεί για την παράδοση της εγκατάστασης σε πλήρη και κανονική λειτουργία.

#### 3.4.1. Εγκατάσταση συστήματος BEMS, για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των ενεργειακών καταναλώσεων.

Ένα ακόμη από τα προτεινόμενα μέτρα για την βελτίωση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου είναι και το σύστημα BEMS (Building Energy Management System). Η εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος έχει σκοπό την επιτήρηση ή και τον αυτόματο έλεγχο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων ενός κτιρίου, ώστε να είναι δυνατή η ρύθμιση παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων όλων των εγκαταστάσεων από ένα σταθμό ελέγχου. Ένα πλήρες σύστημα BEMS παρακολουθεί τις ενεργειακές καταναλώσεις ενός κτιρίου και όταν αυτές ξεπεράσουν προκαθορισμένα όρια ή όταν λειτουργούν πέραν του προκαθορισμένου ωραρίου, τότε το σύστημα επεμβαίνει στην λειτουργία των ενεργοβόρων συστημάτων με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και την βέλτιστη λειτουργία του κτιρίου συνολικά. Ένα ακόμη επιπλέον χαρακτηριστικό είναι ότι το σύστημα δίνει τη δυνατότητα κεντρικού ελέγχου πολλών κτιρίων που μπορεί να είναι και απομακρυσμένα μεταξύ τους από ένα κεντρικό σημείο.



Η αποδοτικότητα της εφαρμογής ενός συστήματος BEMS είναι πια αποδεδειγμένη και στην πράξη και για τον λόγο αυτό όλα τα κτίρια που κατασκευάζονται τα τελευταία χρόνια περιλαμβάνουν στις Η/Μ εγκαταστάσεις τους ένα τέτοιο σύστημα. Όμως η εγκατάσταση ενός πλήρους συστήματος BEMS σε υπάρχοντα κτίρια είναι κάτι που γίνεται σπάνια λόγω του πολύ υψηλού κόστους που αυτό συνεπάγεται. Το κόστος είναι σημαντικά υψηλότερο από την εξ αρχής εγκατάσταση σε ένα καινούριο κτίριο λόγω του ότι η υπάρχουσα Η/Μ εγκατάσταση δεν έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί με πρόβλεψη για ένα τέτοιο σύστημα.

Για την περίπτωση μας λοιπόν, που έχουμε εφαρμογή σε υπάρχον κτίριο, προτείνεται η εγκατάσταση ενός συστήματος BEMS το οποίο θα έχει την δυνατότητα παρακολούθησης των ενεργειακών καταναλώσεων, με κύρια αποστολή του, να παρακολουθεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου σε βάθος χρόνου. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα θα αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

### **Μετρητές ενέργειας**

Θα εγκατασταθούν τριφασικοί ηλεκτρονικοί μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας, στους ηλεκτρικούς πίνακες χαμηλής τάσης του κτιρίου για τις κύριες καταναλώσεις του κτιρίου που είναι ο φωτισμός και ο κλιματισμός, ώστε να ελέγχονται ξεχωριστά, οι καταναλώσεις αυτές και να καταγράφονται οι τιμές τους. Ένας ανάλογος τριφασικός μετρητής (με τους μετασχηματιστές του) θα τοποθετηθεί στο κεντρικό πεδίο χαμηλής τάσης του κτιρίου για την καταγραφή της συνολικής κατανάλωσης του κτιρίου.

Οι ως άνω μετρητές θα μετράνε ενέργεια (kWh). Σε περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος στους υφιστάμενους πίνακες, οι μετρητές θα τοποθετηθούν σε κατάλληλα εξωτερικά στεγανά μεταλλικά ερμάρια, πλησίον των ηλεκτρικών πινάκων.

### **Καταγραφικά μετρήσεων**

Σε ειδικό δωμάτιο, 'DATA ROOM', θα τοποθετηθεί η κεντρική υπολογιστική μονάδα, 'SERVER'. Οι τριφασικοί μετρητές ενέργειας θα επικοινωνούν μέσω ασύρματου δικτύου βασισμένου σε πρωτόκολλο τεχνολογίας τύπου mesh, με την Πύλη Διαδικτύου (Gateway), όπου θα βρίσκεται τοποθετημένη εντός του ειδικού δωματίου. Σε αυτή την Πύλη Διαδικτύου θα συγκεντρώνονται τα ενεργειακά δεδομένα όλων των μετρούμενων καταναλώσεων του κτιρίου. Με τη τεχνολογία τύπου mesh επιτυγχάνεται η ασύρματη μεταφορά όλων των δεδομένων, μέσω ασύρματου δικτύου WiFi. Φυσικά, το σύστημα θα υποστηρίζει και ενσύρματη εγκατάσταση μέσω καλωδίου UTP cat6 4''.

Για λόγους ασφαλείας των δεδομένων, θα υπάρχουν συσκευές αποθήκευσης δεδομένων (data logging) εκτός της Διαδικτυακής Πύλης (gateway) και σε κάθε μετρητή. Με αυτό τον τρόπο θα διασφαλίζεται ότι δεν υπάρχει απώλεια δεδομένων σε περίπτωση τοπικού σφάλματος.

### **Κεντρικό σύστημα διαχείρισης**

Ο τελικός διαχειριστής του συστήματος (Ενεργειακός Υπεύθυνος) θα έχει πρόσβαση στο κεντρικό σύστημα διαχείρισης, το οποίο έχει την δυνατότητα επικοινωνίας με τους μετρητές που θα έχουν εγκατασταθεί στο κτίριο.

Για το λόγο αυτό προβλέπεται η κεντρική υπολογιστική μονάδα, 'SERVER', με κατάλληλο software λογισμικού ενεργειακής παρακολούθησης, hardware και όλο τον απαιτούμενο εξοπλισμό για τη λειτουργία του συστήματος, που θα τοποθετηθεί σε κατάλληλο χώρο εντός του κτιρίου, 'DATA ROOM'. Η θέση τοποθέτησης του server, θα επιλεγεί από την επίβλεψη με τη σύμφωνη γνώμη του προέδρου του τμήματος,

ώστε να παρακολουθείται η 24ωρη λειτουργία του από εξειδικευμένο προσωπικό και τα δεδομένα που προκύπτουν να παρέχονται στον ενεργειακό υπεύθυνο του κτιρίου.

Ο χρήστης θα μπορεί, μέσω του προσωπικού του υπολογιστή, να μπαίνει στον server σε περιβάλλον web και να έχει πρόσβαση στα ενεργειακά δεδομένα που έχουν καταγραφεί και με δυνατότητα real time ελέγχου. Το σύστημα θα έχει τουλάχιστον τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Αρχικοποίηση (provisioning) των υπό-μετρητών στο δίκτυο (στην περίπτωση χρήσης gateways αυτή η υπηρεσία μπορεί να βρίσκεται και στο gateway).
- Διαχείριση εξ' αποστάσεως αναβάθμισης λογισμικού των υπό-μετρητών.
- Διασφάλιση ασφαλούς μετάδοσης δεδομένων από τούς μετρητές κτιρίου έως την εφαρμογή παρακολούθησης, ελέγχου και ανάλυσης (end-to-end security encryption) με κωδικοποίηση τουλάχιστο 128 bit AES.
- Βελτιστοποίηση bandwidth για μετάδοση όσο το δυνατό περισσότερων δεδομένων πάνω από πρωτόκολλα όπως το NB-IoT.
- Την δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων, ανάκτησής τους και προβολής τους σε πίνακες ή διαγράμματα ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη.
- Την δυνατότητα εξαγωγής εξειδικευμένων αναφορών που μπορούν να διαμορφωθούν απόλυτα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του χρήστη.
- Την δυνατότητα ειδοποιήσεων του χρήστη όταν κάποια ή κάποιες καταναλώσεις ξεπεράσουν ένα προκαθορισμένο όριο.

Μέσω προγραμματισμού θα μπορεί ο χρήστης, να ορίσει κάποια φορτία ως μη κρίσιμα και με κατάλληλη μελλοντική προσθήκη εξαρτημάτων (ρελέ), να τα κλείνει το σύστημα σε μη εργάσιμες μέρες και ώρες ή σύμφωνα με άλλα κριτήρια (μέγιστη ισχύς, εξωτερικές θερμοκρασίες κλπ).

Τέλος, ο server θα δίνει την δυνατότητα σύγκρισης μετρήσεων μεταξύ φορτίων, επιβεβαίωσης του ενεργειακού (και οικονομικού) οφέλους όταν εφαρμοστεί κάποιο μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας, δημιουργίας ιστορικής βάσης δεδομένων καθώς και την πρόβλεψη μελλοντικών καταναλώσεων σύμφωνα με τα ήδη αποθηκευμένα δεδομένα με βάση αλγορίθμους που μπορούν να διαμορφωθούν από το χρήστη.

Για όλα τα παραπάνω, σημαντικό είναι το λογισμικό να διαθέτει μια δυναμική πλατφόρμα ενεργειακής παρακολούθησης που να απευθύνεται τόσο στον απλό χρήστη όσο και στον εξειδικευμένο τεχνικό.

Επίσης θα υπάρχει ή δυνατότητα προβολής των ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου σε οθόνη ή οθόνες LCD που θα μπορούν μελλοντικά να τοποθετηθούν σε κεντρικά σημεία του κτιρίου, ώστε να προβάλλεται το αποτέλεσμα του έργου και να ευαισθητοποιούνται οι εργαζόμενοι και οι φοιτητές που επισκέπτονται τους χώρους αυτούς.

Αν δεν μπορείς να μετρήσεις κάτι, δεν μπορείς να το ελέγξεις. Με την χρήση του παραπάνω συστήματος BEMS, οποιαδήποτε ενεργειακή σπατάλη εντοπίζεται πολύ εύκολα καθώς το σύστημα καταγράφει τις καταναλώσεις συνεχώς και παντού. Ταυτόχρονα, κάθε αλλαγή της εγκατάστασης με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί εύκολα να αξιολογηθεί και να ποσοτικοποιηθεί το όφελός της. Μετατρέπουμε επομένως την ενεργειακή γνώση του κτιρίου σε κανόνες και εντολές διαχείρισης.

#### 4. Εργασίες αποξήλωσης

Για την εκτέλεση ορισμένων οικοδομικών και ηλεκτρομηχανολογικών εργασιών απαιτείται η οριστική αποξήλωση ή η αποξήλωση και επανατοποθέτηση μηχανημάτων – οικοδομικών στοιχείων. Αναλυτικότερα, για την τοποθέτηση της εξωτερικής θερμομόνωσης απαιτούνται αποξηλώσεις ορισμένων Η/Μ εγκαταστάσεων, που βρίσκονται στην εξωτερική επιφάνια του κτιρίου σε θέσεις που εμποδίζεται η σωστή τοποθέτηση της μόνωσης. Τα αποξηλωθέντα υλικά θα αποθηκευτούν σε χώρο που θα υποδειχθεί από την επίβλεψη. Μετά το πέρας των εργασιών τοποθέτησης της θερμομόνωσης ορισμένα από αυτά θα επανεγκατασταθούν. Όλες οι εργασίες αποξήλωσης και επανεγκατάστασης θα γίνουν με τρόπο ώστε να μην διαταράσσουν την ομαλή λειτουργία του κτιρίου. Αναλυτικότερα θα γίνουν οι ακόλουθες εργασίες αποξηλώσεις – επανεγκατάστασης:

##### Αποξήλωση κλιματιστικών μονάδων διαιρούμενου τύπου.

Θα αποξηλωθούν όλες οι κλιματιστικές μονάδες διαιρούμενου τύπου από τα γραφεία και τα εργαστήρια του κτιρίου, των οποίων οι εξωτερικές μονάδες είναι τοποθετημένες περιμετρικά σε διάφορα σημεία. Η αποξηλώσεις περιλαμβάνουν την αποξήλωση της εσωτερικής και της εξωτερικής μονάδας της κλιματιστικής συσκευής, αφαίρεση των στηριγμάτων τους, των σωληνώσεων ψυκτικού υγρού και αποχέτευσης συμπυκνωμάτων, των πλαστικών καναλιών που είναι τοποθετημένες οι σωληνώσεις και τα καλώδια, αποκατάσταση τυχόν διαρροών καθώς και ζημιών της τοιχοποιίας. Περιλαμβάνεται επίσης και η μεταφορά των αποξηλωθέντων υλικών σε χώρο που θα υποδειχθεί από την επίβλεψη. Τονίζεται ότι η αποξήλωση πρέπει με τέτοιο τρόπο ώστε οι κλιματιστικές μονάδες να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στο μέλλον χωρίς δαπάνη επισκευής.

##### Αποξήλωση – τοποθέτηση φωτιστικών σωμάτων.

Θα αποξηλωθούν – επανεγκατασταθούν όλα τα φωτιστικά σώματα που εφάπτονται με δομικά μέρη στην εξωτερική πλευρά του κτιρίου. Όλα τα φωτιστικά που βρίσκονται στους εσωτερικούς θερμαινόμενους χώρους θα αποξηλωθούν και θα αντικατασταθούν από τα νέα, τύπου LED.

##### Αποξήλωση – τοποθέτηση σωλήνων PVC όμβριων.

Αποξήλωση – επανεγκατάσταση όλων των σωλήνων PVC που συλλέγουν τα όμβρια από την οροφή του κτιρίου και διέρχονται από ανοίγματα στα παράθυρα του κτιρίου ή στηρίζονται στην εξωτερική πλευρά των τοίχων του κτιρίου.

##### Αποξήλωση – τοποθέτηση γαλβανισμένων υδρορροών.

Αποξήλωση – επανεγκατάσταση όλων των γαλβανισμένων υδρορροών. Επίσης, η επίβλεψη θα έχει την δυνατότητα να υποχρεώσει των εργολάβο να αντικαταστήσει ορισμένες γαλβανισμένες υδρορροές με PVC αν εμφανίζουν φθορές ή αποτελούν γενικότερο πρόβλημα στην σωστή απορροή των όμβριων υδάτων.

##### Αποξήλωση κουφωμάτων και υαλοστασίων

Θα αποξηλωθούν όλα τα υφιστάμενα ανοίγματα αλουμινίου, εκτός των κεντρικών θυρών στους διαδρόμους. Η αποξήλωση θα περιλαμβάνει την αποξήλωση του κουφώματος και του υαλοστασίου. Ειδικά στα κουφώματα των εργαστηρίων που θα τοποθετηθούν οι μονάδες αερισμού θα προβλεφθεί και η απαραίτητη διάνοιξη του ανοίγματος αν το πλάτος δεν επαρκεί για την τοποθέτηση της μονάδας. Στην

διαδικασία περιλαμβάνονται και οι ακόλουθες εργασίες: η απόρριψη των αποξηλωθέντων υλικών, η αποκατάσταση τυχόν ζημιών τόσο στην εσωτερική όσο και στην εξωτερική πλευρά της τοιχοποιίας

Οι εργασίες επανεγκατάστασης των Η/Μ εγκαταστάσεων θα γίνει με κατάλληλο τρόπο ώστε να μην επηρεαστεί η μόνωση. Σε περίπτωση που απαιτηθεί η στήριξη σε επιφάνεια που διαθέτει θερμομόνωση τότε θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα κατάλληλα ειδικά τεμάχια που παρέχει η εκάστοτε προμηθεύτρια εταιρεία του συστήματος θερμοπρόσοψης, ώστε να αποφευχθούν τυχόν θερμογέφυρες.

Ο Προϊστάμενος του Τμήματος  
Αρχιτεκτονικού Σχεδιασμού & Μελετών  
Πολιτικού Μηχανικού

Ο Προϊστάμενος του Τμήματος  
Η/Μ Μελετών

Παναγιώτης Λεβιθόπουλος  
Πολιτικός Μηχανικός M.Sc

Θεόδωρος Χ. Ανδριώτης  
Μηχανολόγος Μηχανικός