

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΔΗΜΟΣ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗ - Π.Ε. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ
Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ, ΠΕΡΙΒΑΛ. & ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ**

ΣΥΜΒΑΣΗ

2η ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΜΒΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

«ΣΥΜΦΩΝΙΑ - ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΟΝΗΣΗ α) ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, β) ΕΙΔΙΚΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ, γ) ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ, δ) ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΩΝ, ε) ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ στ) ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ»

ΜΕΛΕΤΗ

«ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ ΙΕΡΙΣΣΟΥ»

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΜΕΛΕΤΗΣ

ΤΕΥΧΗ ΔΗΜΟΠΡΑΤΗΣΗΣ

ΤΙΤΛΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ - ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

ΚΛΙΜΑΚΑ

ΑΡ. ΤΕΥΧΟΥΣ




ΤΔ-01

ΑΝΑΔΟΧΟΣ

Ένωση Οικονομικών Φορέων
Δημήτριος Καραμπατάκης, Δρ. Πολτικός Μηχανικός Α.Π.Θ, Μελετητής Κατ.10Α' και 21Β'
Γεώργιος Θεοφιλογιαννάκος, Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχ. & Μηχ. Η/Υ, Μελετητής Κατ.9Α' και 14Α'
Άννα Κοσμάδου, Αρχιτέκτων Μηχανικός Α.Π.Θ, Μελετήτρια Κατ.6Α' και 7Α'
Νικόλαος Ταγρές, Πολτικός Μηχανικός, Μελετητής Κατ.13Α' και 8Α'

ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2020

		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ	ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΘΕΟΦΙΛΟΓΙΑΝΝΑΚΟΣ Δρ. Ηλ/γος Μηχ. & Μηχ. Η/Υ	10-2020	
	ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΑΓΡΕΣ Πολτικός Μηχανικός	10-2020	
Ο ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ	ΣΕΙΡΑΣ ΑΣΤΕΡΙΟΣ Πολτικός Μηχανικός	12-10-2020	
ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ	ΖΑΪΡΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Προϊστ. Δ/νσης Τ.Υ, Περ. & Πολεοδ. Αρχιτέκτων Μηχανικός	13-10-2020	



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ ΙΕΡΙΣΣΟΥ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ.....	4
1.1 Γενικές πληροφορίες.....	4
1.2 Υφιστάμενη κατάσταση	4
1.3 Στόχος - πρόταση επιγραμματικά	5
2. ΠΡΟΦΙΛ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	5
2.1 Καθορισμός θερμοκλών ζωνών	5
2.2 Ωράριο και περίοδος λειτουργίας	6
2.3 Εσωτερικές συνθήκες χώρων	6
2.4 Αερισμός.....	6
2.5 Φωτισμός.....	6
2.6 Ζεστά νερά χρήσης.....	7
3. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ	7
3.1 Θερμομονώσεις	7
3.1.1 Σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης.....	7
3.1.2 Θερμομόνωση οροφών	8
3.1.3 Θερμομόνωση κατακόρυφων στοιχείων και οροφής από γαλβανισμένη λαμαρίνα	9
3.1.4 Θερμομόνωση δαπέδων θερμαινόμενων χώρων	9
3.1.5 Θερμομόνωση τοιχοποιίας σε ΜΘΧ.....	10
3.1.6 Θερμογέφυρες.....	10
3.2 Επεμβάσεις στα κουφώματα	10
3.2.1 Κουφώματα αλουμινίου και θύρες αλουμινίου με υαλοπίνακα.....	11
3.2.2 Διπλοί υαλοπίνακες.....	14
3.2.4 Θύρες με πάνελ αλουμινίου	15
3.2.5 Αθέλητος αερισμός.....	16
3.3. Σύστημα ηλιοπροστασίας υαλοστασίων νοτιοδυτικής όψης.....	16
3.3.1. Περσίδες.....	16
3.3.2. Σύστημα κίνησης.....	16
4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	17
4.1 Γενική περιγραφή συστήματος ψύξης θέρμανσης.....	17
4.1.1 Απαιτήσεις κτηρίου	17
4.1.2 Επιλογή συστήματος ψύξης - θέρμανσης - αερισμού.....	17
4.1.3 Μονάδες παραγωγής θέρμανσης και ψύξης.....	17
4.2 Απόδοση συστήματος παραγωγής στη θέρμανση	19
4.3 Απόδοση συστήματος παραγωγής ψύξης	19
4.4 Δίκτυα διανομής.....	20
4.4.1 Δίκτυο σωληνώσεων.....	20
4.4.2 Δίκτυο αεραγωγών	20
4.4.3 Θερμομόνωση δικτύου	20
4.5 Τερματικές μονάδες	21
4.6 Βοηθητικά συστήματα.....	23
4.6.1 Κυκλοφορητές.....	23
4.6.2 Λοιπές ηλεκτρικές καταναλώσεις	24
4.7 Μηχανικός αερισμός κτηρίου.....	24
4.7.1 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης αέρα.....	26
4.7.2 Τοπικές μονάδες εξαερισμού με ανάκτηση θερμότητας.....	28
4.8 Ζεστό νερό χρήσης (ZNX)	28
4.8.1 Υπολογισμός εγκατάστασης	28
4.8.2 Σύστημα παραγωγής ZNX	29

4.8.3 Σύστημα αποθήκευσης.....	29
4.8.4 Σύστημα διανομής.....	29
4.9 Ηλιακά κάτοπτρα για ζεστό νερό χρήσης (ZNX)	30
4.9.1 Απόδοση ηλιακών panel	30
4.9.2 Απόδοση ηλιακών panel	30
4.9.3 Συλλέκτης κενού	31
4.9.4 Βεβιασμένη κυκλοφορία.....	31
4.9.5 Ποσοστό κάλυψης	31
4.9.6 Αντλία θερμότητας στην παραγωγή ZNX.....	31
4.10 Φωτισμός	32
4.10.1 Αυτοματισμός στον φωτισμό.....	34
4.11 Σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου κτηρίου.....	34
5. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	35
5.1 Καταναλισκόμενη ενέργεια.....	35
5.2 Κόστος καταναλισκόμενης ενέργειας.....	36
5.2.1 υπολογισμός κόστους ηλεκτρικής ενέργειας	36
5.2.2 υπολογισμός κόστους πετρελαίου	37
5.2.2 κόστος λειτουργίας	37
6. ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ.....	38
7. ΚΟΣΤΟΣ – ΟΦΕΛΟΣ.....	39

1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

1.1 Γενικές πληροφορίες

Το δημοτικό κλειστό γυμναστήριο Ιερισσού γήπεδο - γυμναστήριο της Ιερισσού βρίσκεται στο νοτιοδυτικό τμήμα του οικισμού της Ιερισσού. Το κτήριο ανεγέρθηκε χωρίς οικοδομική άδεια, νομιμοποιήθηκε στο σύνολό του και έχει χρήση κλειστού γυμναστηρίου με τους αντίστοιχους υποστηρικτικούς χώρους ήτοι εισόδους, διαδρόμους, WC κοινού, αποδυτήρια, γραφείο διοίκησης αλλά και βοηθητικούς χώρους όπως λεβητοστάσιο, δεξαμενή καυσίμου και αντλιοστάσιο.



Εικόνα 1. Αεροφωτογραφία κτηρίου

1.2 Υφιστάμενη κατάσταση

Το υφιστάμενο κτήριο βάσει της ενεργειακής επιθεώρησης (Α.Π. 140139/2018) είναι ένα ιδιαίτερα ενεργοβόρο κτήριο με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία. Τα κουφώματα είναι αλουμινίου, συρόμενα χωρίς πιστοποίηση με υψηλές τιμές αεροπερατότητας.

Το υφιστάμενο σύστημα θέρμανσης αποτελείται από λέβητα πετρελαίου και θερμομαντικά σώματα τύπου ακτινοβολίας. Ο λέβητας είναι εκτός λειτουργίας και δεν έχει μόνωση. Τα σώματα πάνελ είναι ανεπαρκή για να καλύψουν τις ανάγκες θέρμανσης ενός κτηρίου με τόσο μεγάλο όγκο και ύψος.

Σύστημα ψύξης δεν υπάρχει

Σύστημα εξαερισμού δεν υπάρχει. Η τοποθετημένοι αξονικοί ανεμιστήρες κοντά στην οροφή του κτηρίου και δεν λειτουργού αλλά και είναι ανεπαρκείς και λόγω παροχής αλλά και λόγω θέσης.

Ζεστά νερά χρήσης υπάρχουν στο κτήριο αλλά είναι ανεπαρκή καθώς υπάρχουν τρεις τοπικοί ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες των 100lt ένας για κάθε ένα από τα αποδυτήρια ενώ όπως θα παρουσιαστεί αργότερα η απαίτηση του κανονισμού είναι για δεκαπλάσια αποθήκευση.

Ο φωτισμός είναι παλιός και ανεπαρκής. Σύμφωνα με τις διαθέσιμες από τον ηλεκτρολόγο συντηρητή πληροφορίες ο φωτισμός της κύριας αίθουσας γίνεται με φωτιστικά τύπου «καμπάνας» τα οποία διαθέτουν λάμπες υδραργύρου 400W (έχουν καταργηθεί).

1.3 Στόχος - πρόταση επιγραμματικά

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι η αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου σε κατηγορία τουλάχιστον Β και η εξοικονόμηση ποσοστού πρωτογενούς ενέργειας μεγαλύτερο του 65%. Στόχος δηλαδή είναι ο μετασχηματισμός ενός κτηρίου που υπολειτουργεί με μεγάλο κόστος, σε κτήριο χαμηλής κατανάλωσης που να πληροί όλες τις προδιαγραφές ενός σύγχρονου κτηρίου και αθλητικού κέντρου, αποτελώντας και τον πρόδρομο της αναβάθμισης και των υπόλοιπων κτηρίων του Δήμου.

Για την αναβάθμισή του επιλέγονται επεμβάσεις τόσο στο κελύφος του όσο και στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό.

Επιγραμματικά επιλέγεται:

Αναβάθμιση του κελύφους με:

- θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων με σύστημα εξωτερικής θερμοπρώσοψης με πλάκες γραφιτούχας διογκωμένης πολυστερίνης πάχους 80mm.
- θερμομόνωση των οροφών των υποστηρικτικών χώρων και της εισόδου με ανεστραμμένη θερμομόνωση,
- αντικατάσταση πλευρικών πανελ και των πανελ οροφής.
- η αντικατάσταση των κουφωμάτων με νέα πιστοποιημένα, θερμομονωτικά με χαμηλή θερμοπερατότητα σε συνδυασμό με υαλοπίνακες ενεργειακούς, σημαντικά χαμηλής θερμοπερατότητας. (εγκατάσταση σιαύστρων στην νότια όψη)

Αναβάθμιση των συστημάτων με

- εγκατάσταση συστήματος ψύξης που θα καλύπτει και τις ανάγκες του κτηρίου σε θέρμανση. (Αντλία θερμότητας αέρα νερού)
- εγκατάσταση κεντρικών κλιματιστικών μονάδων για την διαχείριση του αέρα στην κεντρική αίθουσα με σκοπό την θέρμανση – ψύξη και αερισμό του χώρου ανακτώντας μέσω εναλλάκτη θερμότητα από τον απορριπτόμενο αέρα.
- εγκατάσταση τοπικών μονάδων νερού (FCU) σε όλους τους βοηθητικούς χώρους σε συνδυασμό με τοπικές μονάδες αερισμού με εναλλάκτες ανάκτησης θερμότητας.
- εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών με σύστημα βεβιασμένης κυκλοφορίας για κάλυψη τμήματος των αναγκών σε ζεστά νερά χρήσης με ΑΠΕ, εγκατάσταση αντλίας θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών με SPF>3.3 Λόγω της κρισιμότητας της αδιάλειπτης παροχής ζεστών νερών χρήσης σε αποδυτήρια γυμναστηρίου εγκαθίσταται σαν εφεδρεία και λέβητας πετρελαίου ο οποίος θα χρησιμοποιείται και για κάλυψη τυχόν αναγκών σε ζήτηση νερού πολύ υψηλών θερμοκρασιών κυρίως για την αποφυγή δημιουργίας λεγεωνέλας στο σύστημα αποθήκευσης.
- τοποθέτηση προβολέων τεχνολογίας LED σε θέσεις κατάλληλες και ισχύος τέτοιας ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις των ευρωπαϊκών προτύπων για κλειστά γυμναστήρια. Αντίστοιχα με φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED θα αντικατασταθούν όλα τα φωτιστικά όλων των χώρων του γυμναστηρίου, κύριων και βοηθητικών.

2. ΠΡΟΦΙΛ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

2.1 Καθορισμός θερμικών ζωνών

Η μελέτη συντάχθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης όπως αυτός καθορίζεται στις τεχνικές οδηγίες 20701-1 έως και 3 του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος

(Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701) με ημερομηνία έκδοσης την 24^η Νοεμβρίου 2017. Το κτήριο ανήκει στην βασική κατηγορία συνάθροισης κοινού με ενιαία χρήση κλειστό γυμναστήριο (&2.3).

2.2 Ωράριο και περίοδος λειτουργίας

Προβλέπεται να λειτουργεί δώδεκα μήνες το χρόνο, επτά μέρες την εβδομάδα και δεκατέσσερις ώρες την ημέρα. Το προφίλ λειτουργίας του είναι εξ ολοκλήρου κλειστό γυμναστήριο με κοινόχρηστους χώρους, αποδυτήρια, διάδρομοι, κλπ. Ο μοναδικός χώρος που μπορεί να θεωρηθεί ότι έχει ανεξάρτητο προφίλ λειτουργίας είναι αυτός του γραφείου διοίκησης αλλά το εμβαδό που είναι πολύ μικρότερο από 10% της συνολικής επιφάνειας των χώρων που ανήκουν στη γενική χρήση του κτηρίου και σύμφωνα με την παράγραφο 3.2 μπορεί να θεωρηθεί ως τμήμα αυτών.

Συνεπώς επιλέγεται μία ζώνη κτηρίου αυτή των κλειστών γυμναστηρίων και μία δεύτερη για την περιγραφή των κοινόχρηστων χώρων. Στην πρώτη ζώνη, κλειστό γυμναστήριο, ανήκουν η κεντρική αίθουσα άθλησης και ο μικρός χώρος εκγύμνασης στην βορειοανατολική πτέρυγα του κτηρίου. Στην δεύτερη ζώνη που είναι διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι ανήκουν οι διάδρομοι, τα αποδυτήρια, η είσοδος αθλητών και η είσοδος κοινού καθώς και όλα τα WC του κτηρίου.

2.3 Εσωτερικές συνθήκες χώρων

Οι εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασία και υγρασίας των χώρων απαιτείται να είναι (πίνακας 2.2 ΤΟΤΕΕ20701-1/2017 Α έκδοση):

- Για την χειμερινή περίοδο 18°C, υγρασία: 35% (18 °C, 35% για τους βοηθητικούς χώρους αντίστοιχα)
- Για την θερινή περίοδο 26°C, υγρασία: 45% (26 °C, 50% για τους βοηθητικούς χώρους αντίστοιχα).

2.4 Αερισμός

Η προσαγωγή νωπού αέρα στους χώρους διασφαλίζεται με μηχανικό τρόπο με κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και τοπικές μονάδες ανάκτησης θερμότητας και υπολογίζεται βάσει του δυσμενέστερου πληθυσμού στην αίθουσα με την αναλογία 45m³/h/άτομο για τους χώρους με χρήση γυμναστηρίου (πίνακας 2.3 ΤΟΤΕΕ20701-1/2017 α' έκδοση) και 2,6 m³/h νωπού αέρα ανά m² για τους βοηθητικούς χώρους.

2.5 Φωτισμός

Οι επιθυμητές στάθμες φωτισμού για όλους του βοηθητικούς χώρους εκτός από την κεντρική σάλα ελήφθησαν από τον πίνακα 2.4 ΤΟΤΕΕ20701-1/2017 α' έκδοση και το πρότυπο EN 12464-1 (light and lighting of work places- Part 1: indoor work places). Έτσι για την κεντρική είσοδο, τα αποδυτήρια, τους διαδρόμους, και τα WC η στάθμη φωτισμού ανέρχεται σε 200lux και τις αποθήκες και ΗΜ χώρους σε 100lux.

Ειδικά για την σάλα του γηπέδου η στάθμη φωτισμού προκύπτει από το πρότυπο EN 12193 (Light and lighting - Sports lighting). Σύμφωνα λοιπόν με το πρότυπο για αγωνιστικό χώρο στον οποίο τελούνται αγώνες καλαθοσφαίρισης και πετοσφαίρισης σε εθνικό επίπεδο η κλάση φωτισμού είναι II, η κατηγορία τηλεοπτικής κάλυψης Β και η μέση στάθμη φωτισμού σε οριζόντιο επίπεδο 500lux με ομοιομορφία 0,7 ($E_{h_{min}} > 500lx$, $E_{h_{min}}/E_{v_{m}} \geq 0.7$, σε ύψος 1.80 από το δάπεδο), χρωματική απόδοση φωτιστικών Ra 60 και συντελεστή θάμβωσης μικρότερο του 50 (GR<50).

Για τηλεοπτική κάλυψη με κάμερα (κλάσης Β) τοποθετημένη στο μέσο του ψηλότερου σημείου των κερκίδων και μέγιστη απόσταση λήψης 32m, με την χρήση του διαγράμματος της εικόνας του EN12464-1 προκύπτει ότι η μέση κατακόρυφη στάθμη φωτισμού στην

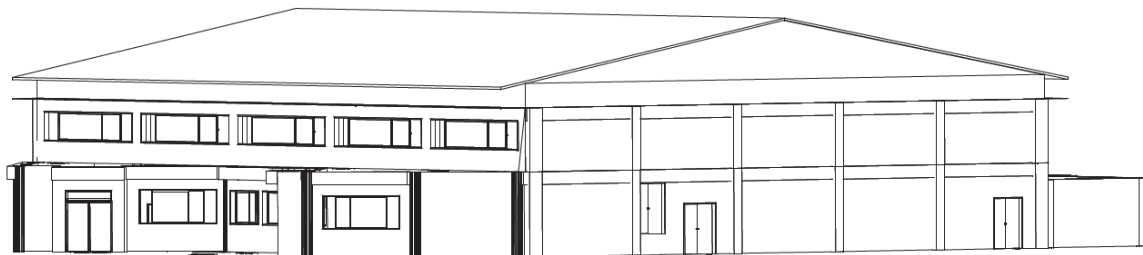
κάμερα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 630lx. [$E_{vm} > 630lx$, $E_{vmin}/E_{vmax} \geq 0.4$, $E_{hm}/E_{vm} \geq 0.7$, $E_{hmin}/E_{hmax} \geq 0.5$ στην κάμερα].

2.6 Ζεστά νερά χρήσης

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για το υπό μελέτη κτήριο ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 ανά χρήση, και είναι αυτή η τιμή που θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς. Κλειστό γυμναστήριο: $9.00 \text{ lt/m}^2/\text{ημέρα}$ x 1172.000 m^2 ήτοι η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτήριο είναι 10548.00 lt , η απαίτηση για αποθήκευση 2100 lt και η ισχύς παραγωγής 72 kW . (αναλυτικός υπολογισμός παρατίθεται στη συνέχεια)

3. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑ

Η ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου απαιτεί εργασίες αναβάθμισης του κελύφους, που περιλαμβάνουν επεμβάσεις τόσο στα κατακόρυφα, όσο και στα οριζόντια δομικά στοιχεία καθώς και αντικατάσταση των υφιστάμενων κουφωμάτων με νέα, πιστοποιημένα, χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης.



Εικόνα 2. Μοντελοποίηση κτηρίου

3.1 Θερμομονώσεις

Όλα τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στο παρόν έργο, θα φέρουν σήμανση CE και θα συνοδεύονται από τα αντίστοιχα πιστοποιητικά, στα οποία θα προδιαγράφονται σαφώς οι απαιτούμενες επιδόσεις.

Όλα τα υλικά, Συστήματα ή εξοπλισμός θα πρέπει να είναι σύμφωνα με την Κοινοτική 2002/91/EK “Περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων” καθώς και του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.).

3.1.1 Σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης

Ειδικά για την θερμομόνωση των εξωτερικών τοιχοποιιών από οπτόπλινθους και του φέροντα οργανισμού του κτηρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα, θα εφαρμοστεί Τυποποιημένο Σύστημα Εξωτερικής Θερμομόνωσης, πιστοποιημένο βάσει των ευρωπαϊκών προτύπων και η εφαρμογή του θα γίνει βάσει της ΕΤΕΠ 03-06-02-04.

Προβλέπεται τοποθέτηση συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης με πλάκα γραφιτούχας διογκωμένης πολυστερίνης πάχους τουλάχιστον 8 cm σε όλες τις κατακόρυφες επιφάνειες των όψεων, χωρίς ή με τοπική καθαίρεση των υφιστάμενων επιχρισμάτων. Το σύστημα της εξωτερικής θερμομόνωσης θα ακολουθεί τις εσοχές-εξοχές των κτηρίων. Θερμομονωτικές πλάκες μικρότερου πάχους, 3 cm , θα τοποθετηθούν και στις «αόγχες» των παραθύρων.

Το Σύστημα θα πρέπει να έχει πιστοποιημένες θερμομονωτικές ιδιότητες που θα καλύπτουν τον μέγιστο επιτρεπόμενο Συντελεστή Θερμοπερατότητας (U_w) για την αντίστοιχη ‘Κλιματική Ζώνη’ Σύμφωνα με τον Πίνακα Γ1’ του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Το πάχος του θερμομονωτικού υλικού θα είναι κατά ελάχιστον 80 mm και ο δείκτης Θερμικής αντίστασης λ το πολύ $0,031 \text{ W/mK}$. Ο κατασκευαστής θα

αποδεικνύει ότι η τελική θερμοπερατότητα του δομικού στοιχείου του κτηρίου δεν θα ξεπερνάει την αναγραφόμενη στον πίνακα 1 τιμή.

Η εξωτερική θερμομόνωση θα αποτελείται από αστάρι προετοιμασίας υποστρώματος, κονία κόλλησης και επίστρωσης, θερμομονωτική πλάκα διογκωμένης πολυστερίνης 80mm, υαλόπλεγμα οπλισμού βασικού επιχρίσματος, αστάρι με οργανικές ρητίνες, τελικό επιχρίσμα έγχρωμο με βάση συνθετικές οργανικές ρητίνες σε μορφή πάστας, μηχανική στήριξη με αγκύρια και **θα πιστοποιείται ως σύστημα** και όχι ως ξεχωριστά υλικά.

Για την εγκατάσταση και πριν από αυτή θα πρέπει να αποξηλωθούν με επιμέλεια το σύνολο των κατακόρυφων υδρορροών. Στην συνέχεια και μετά το πέρας της εγκατάστασης της θερμομόνωσης θα επαν-εγκατασταθούν όλα τα προαναφερθέντα.



Δομικό στοιχείο:	Φέρον οργανισμός σε επαφή με ΕΠ			
Τύπος κατασκευής:				
Υλικό	Πυκν	Πάχος	Συν. Λ	d1/l
	kg/m ³	m	W/mK	m ² K/W
1 Επίχρισμα	1800	0,020	0,870	0,023
2 Δοκός κολώνα	2400	0,200	2,300	0,087
3 Επίχρισμα	1800	0,020	0,870	0,023
4 EPS 100		0,080	0,032	2,500
5 Επίχρισμα	1800	0,020	0,870	0,023
Σύνολο 1/Λ				2,656
Ri	0,13	m ² K/W		
Ra	0,04	m ² K/W	U=	0,354 W/m ² K

Δομικό στοιχείο:	Τοιχοποιία σε επαφή με ΕΠ			
Τύπος κατασκευής:				
Υλικό	Πυκν	Πάχος	Συν. Λ	d1/l
	kg/m ³	m	W/mK	m ² K/W
1 Επίχρισμα	1800	0,020	0,870	0,023
2 Τοίχος	1200	0,200	0,450	0,444
3 Επίχρισμα	1800	0,020	0,870	0,023
4 EPS 100		0,080	0,032	2,500
5 Επίχρισμα	1800	0,020	0,870	0,023
Σύνολο 1/Λ				3,013
Ri	0,13	m ² K/W		
Ra	0,04	m ² K/W	U=	0,314 W/m ² K

Πίνακας 1. Θερμοπερατότητα (σε W/m²K) κατακόρυφων δομικών στοιχείων σε επαφή με εξωτερικό περιβάλλον

3.1.2 Θερμομόνωση οροφών

Στην οροφή της εισόδου και των αποδυτηρίων θα τοποθετηθεί ανεστραμμένη θερμομόνωση. Αναλυτικότερα θα ξηλωθεί η υφιστάμενη υγραμόνωση και θα εγκατασταθεί νέα ενώ στην συνέχεια θα τοποθετηθούν πλάκες εξηλλαγμένη πολυστερίνη πάχους 100mm με $\lambda \leq 0,035 \text{ W/mK}$. (ΕΛΟΤ EN 12667), και πάνω από αυτή πλάκες πεζοδρομίου. Το βάρος των πλακών πεζοδρομίου θα είναι κατάλληλο ώστε να αποκλείεται ανύψωση της θερμομόνωσης από τον αέρα. Επίσης η αναβάθμιση ενός υφιστάμενου δώματος με την προσθήκη θερμομόνωσης θα ανυψώσει τη στάθμη της τελικής επιφάνειας λόγω του πάχους της θερμομόνωσης και των πλακών πεζοδρομίου. Τα στηθαία, τα αντερείσματα, οι διεισδύσεις και τα στεγανωτικά μεταλλικά σκεπάσματα θα πρέπει να τροποποιηθούν ώστε να εξασφαλίσουν την επαρκή διατήρηση του δώματος και την προστασία του από τις καιρικές συνθήκες. Οι περιμετρικές πλευρές των θερμομονωτικών πλακών πρέπει να προστατεύονται από τον ήλιο και οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες πρέπει να εμποδίζουν το φύσημα του ανέμου ακριβώς κάτω από τις πλάκες. Η όλη κατασκευή θα γίνει σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 03-06-02-04. Τα υλικά θα πρέπει να έχουν πιστοποιημένες θερμομονωτικές ιδιότητες που θα καλύπτουν τον Συντελεστή Θερμοπερατότητας (U) που αναφέρεται στον πίνακα 2.

Το πάχος του θερμομονωτικού υλικού είναι κατά ελάχιστον 100mm και ο δείκτης Θερμικής αντίστασης λ το πολύ 0,035W/mK.



Δομικό στοιχείο:	Οροφή σε εξωτερικό περιβάλλον (ΕΠ)			
Τύπος κατασκευής:	Οπλισμένο σκυρόδεμα			
Υλικό	Πυκν	Πάχος	Συν. Λ	d1/l
	kg/m ³	m	W/mK	m ² /W
1 Γαρμπομοσαϊκό	1700	0,070	0,810	0,086
2 Μπετόν κλίσης	1800	0,100	1,150	0,087
3 Στεγάνωση	110	0,002	0,230	0,009
4 ΧΡS 10cm	30	0,100	0,035	2,857
5 Πλάκα	2300	0,200	2,300	0,087
6 Επίχρισμα	1800	0,020	0,870	0,023
Σύνολο 1/Λ				3,149
1/αι		0,1 m ² K/W		
1/αα		0,04 m ² K/W		U= 0,304 W/m ² K

Πίνακας 2. Θερμοπερατότητα (σε W/m²K) οριζόντιων δομικών στοιχείων σε επαφή με ΕΠ

3.1.3 Θερμομόνωση κατακόρυφων στοιχείων και οροφής από γαλβανισμένη λαμαρίνα

Το σύνολο της μεταλλικής στέγης καθώς και τα πλαϊνά τμήματα του κτηρίου σε ύψος πάνω από τα 7μ θα αντικατασταθούν με πάνελ πολυουρεθάνης πάχους τουλάχιστον 10cm. Η μορφή της στέγης θα παραμείνει ακριβώς η ίδια, θα έχει στα ίδια σημεία την ίδια μορφή υδρορροών και θα φέρεται από το υφιστάμενο μεταλλικό δικτύωμα υπό την προϋπόθεση ότι θα βεβαιωθεί η στατική του επάρκεια ως έχει, η με την χρήση κατάλληλων ενισχύσεων.

Το Σύστημα που panel θα πρέπει να έχει πιστοποιημένες θερμομονωτικές ιδιότητες που θα καλύπτουν τον Συντελεστή Θερμοπερατότητας (U) που αναφέρεται στον πίνακα 3. Σε περίπτωση που κριθεί στην μελέτη εφαρμογής αδύνατη η αντικατάσταση της στέγης και μόνο μετά την σύμφωνη γνώμη του κύριου του έργου είναι δυνατό να γίνει αποδεκτή η τοποθέτηση ψευδοροφής κάτω από το δικτύωμα της στέγης εντός της οποίας να εγκατασταθεί ορυκτοβάμβακας πάχους κατάλληλου ώστε να προκύψει συντελεστής θερμοπερατότητας ανάλογος με αυτόν του πίνακα 3 αλλά όχι μικρότερο των 15cm.. Το μειονέκτημα αυτής της εγκατάστασης και ο λόγος που δεν προτιμάται ως πρώτη επιλογή είναι ότι προσθέτει βάρος στον μεταλλικό σκελετό, είναι ευάλωτη σε φθορές από κρούση με μπάλες και πρέπει να ληφθούν μέτρα για τον ορθό εξαερισμό του τμήματος ανάμεσα στην ψευδοροφή και την στέγη.

Δομικό στοιχείο:	Φέρον οργανισμός σε επαφή με ΕΠ			
Τύπος κατασκευής:	Μεταλλική κατασκευή με πανελ			
Υλικό	Πυκν	Πάχος	Συν. Λ	d1/l
	kg/m ³	m	W/mK	m ² K/W
1 χάλυβας	7800	0,001	50,000	0,000
2 πολυουρεθάνη	30-80	0,100	0,023	4,348
3 χάλυβας	7800	0,001	50,000	0,000
Σύνολο 1/Λ				4,348
Ri		0,13 m ² K/W		
Ra		0,04 m ² K/W		U= 0,221 W/m ² K

ΠΡΟΤΑΣΗ				
Δομικό στοιχείο:	Οροφή σε εξωτερικό περιβάλλον (ΕΠ)			
Τύπος κατασκευής:	Μεταλλική κατασκευή με πανελ			
Υλικό	Πυκν	Πάχος	Συν. Λ	d1/l
	kg/m ³	m	W/mK	m ² K/W
1 χάλυβας	7800	0,001	50,000	0,000
2 πολυουρεθάνη	30-80	0,100	0,023	4,348
3 χάλυβας	7800	0,001	50,000	0,000
Σύνολο 1/Λ				4,348
1/αι		0,1 m ² K/W		
1/αα		0,04 m ² K/W		U= 0,223 W/m ² K

Πίνακας 3. Θερμοπερατότητα (σε W/m²K) α) οριζόντιων δομικών στοιχείων από πάνελ πολυουρεθάνης σε επαφή με ΕΠ (β) κατακόρυφων δομικών στοιχείων από πάνελ πολυουρεθάνης σε επαφή με ΕΠ

3.1.4 Θερμομόνωση δαπέδων θερμαινόμενων χώρων

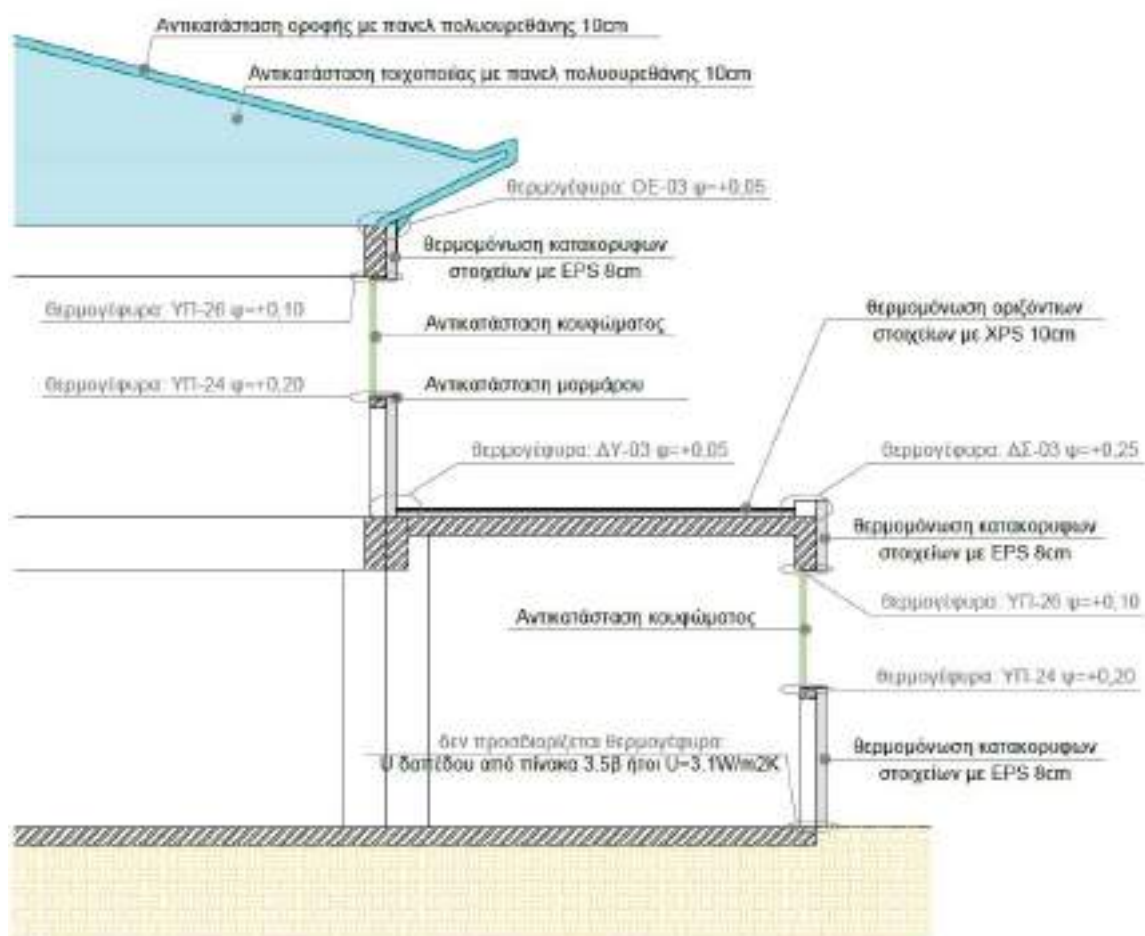
Τα δάπεδα των χώρων είναι σε καλή κατάσταση και το κόστος αποκατάστασής τους κρίνεται δυσανάλογα μεγάλο σε σχέση με το ενεργειακό όφελος. Για τις ανάγκες της μελέτης ενεργειακής απόδοσης η τιμή θερμοπερατότητας των δαπέδων σε επαφή με το φυσικό έδαφος λαμβάνεται από τον πίνακα 3.4β και έχει τιμή 3.1W/m²K (δάπεδα με επιάλυψη παντός τύπου, επί εδάφους χωρίς θερμομονωτική προστασία), ενώ για τα δάπεδα σε ΜΘΧ (κάτω από τις κερκίδες) λαμβάνεται από τον ίδιο πίνακα 2.0 W/m²K (δάπεδα με επιάλυψη παντός τύπου, επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο χωρίς θερμομονωτική προστασία).

3.1.5 Θερμομόνωση τοιχοποιίας σε ΜΘΧ

Η μόνωση γίνεται από την εσωτερική πλευρά του ΜΘΧ και ακολουθείται η ίδια ακριβώς τεχνική με αυτή της θερμικής μόνωσης των κατακόρυφων δομικών στοιχείων σε εξωτερικό περιβάλλον.

3.1.6 Θερμογέφυρες

Με τις παραπάνω προτάσεις, εκτός από την μείωση των συντελεστών θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κτηρίου επιτυγχάνεται πρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας καθώς ελαττώνονται ή και εκμηδενίζονται οι θερμογέφυρες, τόσο στα σημεία ένωσης των δομικών στοιχείων (συρρόδεμα με τοιχοποιία) όσο και στα ανωκάσια, κατωκάσια και λαμπάδες των κουφωμάτων. Στην εικόνα 1 εκτός από τους διάφορους τύπους μονώσεων φαίνονται και οι θερμογέφυρες στην ένωση των δομικών στοιχείων οι οποίες είναι ιδιαίτερα μικρές. Το σύνολο των θερμογεφυρών φαίνονται στα αντίστοιχα σχέδια που επισυνάπτονται στην μελέτη.



Εικόνα 1. Ενδεικτική τομή επεμβάσεων στο κέλυφος

3.2 Επεμβάσεις στα κουφώματα

Στο κτήριο οι τύποι των κουφωμάτων είναι συρόμενα και ανοιγόμενα – ανακλινόμενα. Και τα δύο θα είναι αλουμινίου, με θερμοδιακοπή, βαμμένα στο ίδιο χρώμα Ral, και θα φέρουν υαλοπίνακα θερμομονωτικό με συντελεστή $U_g = 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Τα κουφώματα του κτηρίου θα αντικατασταθούν με νέα, πιστοποιημένων χαρακτηριστικών, που θα φέρουν σήμανση CE, σύμφωνα με τα σχέδια. Προηγείται αποξήλωση των υφιστάμενων κουφωμάτων με προσοχή και η μεταφορά τους σε σημείο που θα υποδειχθεί από την αναθέτουσα αρχή. Τα νέα κουφώματα που θα τοποθετηθούν, στο σύνολο τους θα

είναι του ίδιου τύπου και της ίδιας εταιρείας. Η τιμή του τελικού συντελεστή U των κουφωμάτων και υαλοπετασμάτων (με πλαίσιο και υαλοπίνακα) θα είναι ίση ή μικρότερη των τιμών που δίνονται στους αντίστοιχους πίνακες. Η μέση δε τιμή του U_w όλων των παραθύρων θα είναι μικρότερη των $2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$.

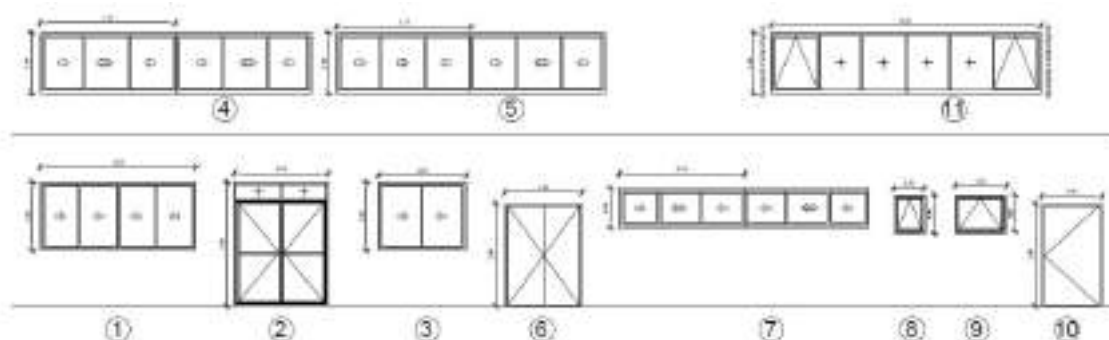
Τόσο τα συρόμενα όσο και τα ανοιγόμενα κουφώματα, θα είναι της ίδιας κατασκευάστριας εταιρείας, με τις ίδιες βαφές, τα προφίλ θα μοιάζουν και θα είναι ίδιου τύπου, όλα ίσια ήτοι δεν θα έχουν καμπύλες.

Στην επιβλέπουσα αρχή θα δοθούν δείγματα και από τα ανοιγόμενα κουφώματα και από το συρόμενα και μόνο μετά την σύμφωνη γνώμη αυτής θα τοποθετηθούν, ώστε να εξασφαλιστεί η ομοιομορφία των κουφωμάτων. Τέλος, το χρώμα των κουφωμάτων θα είναι ίδιο με τα υφιστάμενα.

3.2.1 Κουφώματα αλουμινίου και θύρες αλουμινίου με υαλοπίνακα

3.2.1.1 Θερμομονωτικά χαρακτηριστικά.

Τα κουφώματα αλουμινίου είναι έντεκα τύπων όπως φαίνονται τα σχέδια της εικόνας 2.






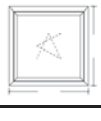

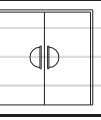


Εικόνα 2. Τύποι κουφωμάτων αλουμινίου.

Βάσει της τυπολογίας, των διαστάσεων και του υαλοπίνακα ($\text{Low-E } U_g=1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$), προκύπτει ο πίνακας 4, στον οποίο δίνονται τα θερμομονωτικά χαρακτηριστικά του κουφώματος μαζί με τον υαλοπίνακα συνυπολογίζοντας και τις απώλειες από την συναρμογή του υαλοπίνακα στο κούφωμα. Στον πίνακα 4, A είναι το ύψος, B το πλάτος ενώ στις επόμενες δύο στήλες δίνεται το πλήθος των κουφωμάτων, και ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος U_w . Ο τελευταίος προκύπτει από το εμβαδό του προφίλ αλουμινίου (A_f), τον συντελεστή θερμοπερατότητας του (U_f), το εμβαδό του υαλοπίνακα (A_g) και τον συντελεστή θερμοπερατότητας του (U_g), την περίμετρο του υαλοπίνακα (l_g) και τον συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (ψ_g). Οι τιμές του πίνακα 4 έχουν προκύψει από χαρακτηριστικά κουφωμάτων γνωστής εταιρείας αλουμινίου. **Η μέση θερμοπερατότητα των κουφωμάτων αλουμινίου του κτηρίου θα είναι μικρότερη από $2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$.**

Στον πίνακα 4 δίνονται και τα υπόλοιπα ενεργειακά χαρακτηριστικά των κουφωμάτων ήτοι:

- συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων (g_w) που εξαρτάται από την μέση ηλιακή διαπερατότητα (g_g) του υαλοπίνακα και την συνολική διαπερατότητα ηλιακής ακτινοβολίας του κουφώματος ($\%F$) που καθορίζεται από το ποσοστό του προφίλ αλουμινίου στο συνολικό κούφωμα ($\%F$).
- Διείσδυση αέρα λόγω ύπαρξης χαραμάδων, που για παράθυρα του επιλεγέντος τύπου ανοιγόμενου κουφώματος προσδιορίζεται σε $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ (πιστοποιημένο κούφωμα κλάσης 4), ενώ για τα αντίστοιχα συρόμενα κουφώματα προσδιορίζεται σε $1,4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ (πιστοποιημένο κούφωμα κλάσης 3). Για τον υπολογισμό του ανεπιθύμητου αερισμού, λαμβάνεται μόνο το ανοιγόμενο ή συρόμενο τμήμα του κουφώματος.

ΤΥΠΟΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ		A	B	Τεμ	Uw	Aw	ggl	% F	Ff	gw	% ανοιγόμενο	διείσδυση αέρα	διείσδυση αέρα m ³ /h
Τυπος 1		3,65	1,60	4	1,98	5,84	0,48	28,6%	0,42	0,28	100%	1,40	32,70
Τυπος 2		2,20	2,90	2	1,90	6,38	0,48	27,1%	0,42	0,28	100%	0,50	6,38
Τυπος 3		2,05	1,60	2	1,98	3,28	0,48	28,2%	0,42	0,28	100%	1,40	9,18
Τυπος 4, 5 και 7		3,15	1,40	1	2,08	4,41	0,48	27,7%	0,42	0,28	100%		
		3,15	1,40	1	2,08	4,41	0,48	28%	0,42	0,28	100%		
		6,30	1,40	5	2,08	8,82	0,48	28%	0,42	0,28	100%	1,40	61,74
		2,93	0,90	1	2,39	2,63	0,48	36,7%	0,36	0,31	100%		
		2,93	0,90	1	2,39	2,63	0,48	36,7%	0,36	0,31	100%		
		5,85	0,90	1	2,39	5,27	0,48	37%	0,36	0,31	100%	1,40	7,37
Τυπος 8, και 9		0,75	0,90	7	2,36	0,68	0,48	45,2%	0,30	0,34	100%	0,50	2,36
		1,20	0,90	2	2,15	1,08	0,48	37,1%	0,36	0,31	100%	0,50	1,08
Τυπος 10		1,40	2,40	1	1,75	3,36	0,48	22,6%	0,48	0,25	100%	0,50	1,68
Τυπος 11		1,06	1,40	2	2,01	2,97	0,48	32,1%	0,42	0,28			
		2,12	1,40	2	1,71	5,94	0,48	17,7%	0,48	0,25			
		6,36	1,40	5	1,81	8,90	0,48	23%	0,46	0,26	33%	0,50	22,26
ΣΥΝΟΛΑ												144,76	
ΤΥΠΟΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ		A	B	Τεμ	Uw	Aw	ggl	% F	Ff	gw	% ανοιγόμενο	διείσδυση αέρα	διείσδυση αέρα m ³ /h
ΤΥΠΟΣ 6		1,80	2,40	4	2,00	4,32					100%	0,50	8,64
		2,00	2,40	2	2,00	4,80						100%	0,50
ΣΥΝΟΛΑ												13,44	

Πίνακας 4. Θερμομονωτικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά κουφωμάτων

Από τον πίνακα 4 προκύπτει, ότι η συνολική διείσδυση αέρα λόγω χαραμάδων στα κουφώματα αλουμινίου μαζί με τις θύρες αλουμινίου, ανέρχεται σε 158,20 m³/h. Εκ των οποίων τα 104,80 στην ζώνη 1 και τα 53,40 στην ζώνη 2. Επίσης στην ζώνη 2 υπάρχει και αθέλητος αερισμός προς άλλους μη θερμαινόμενους χώρους 30,60m³/h.

3.2.1.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά ανοιγόμενων κουφωμάτων.

Τα κουφώματα (θύρες, παράθυρα) θα είναι αλουμινίου, ανοιγόμενα και ανακλινόμενα, με συντελεστή $U_f \leq 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Σύστημα ανοιγόμενων θερμομονωτικών κουφωμάτων αλουμινίου με διαστάσεις ίσias κάσας πλάτος 67mm / ύψος 51mm ή μεγαλύτερες και ίσιου φύλλου πλάτος 75mm / ύψος 73mm ή μεγαλύτερες. Θερμομόνωση με παρεμβολή υαλοενισχυμένου πολυαμιδίου PA 6.6 στα 30 mm στις κάσες και στα φύλλα ή μεγαλύτερων.

Λειτουργία με την χρήση χαλύβδινου περιμετρικού μηχανισμού 16mm. Στεγάνωση με την χρήση ελαστικών EPDM σε τρία επίπεδα και γενικώς άρτιας λειτουργίας και ασφάλειας. Δυνατότητα να ανακλίνουν και τα δυο φύλλα.

Βασικά χαρακτηριστικά:

- Χρόμα αλουμινίου: AlMgSi EN AW 6060
- Σκληρότητα (minimum) : 12 Webster ή 70 HB
- Ελάχιστο πάχος ηλεκτροστατικής βαφής: 75μm
- Είδος θερμοδιακοπής: Μηχανική, με παρεμβολή υαλοενισχυμένου πολυαμιδίου PA 6.6 πλάτους 30 mm σε κάσα και φύλλο ή μεγαλύτερων
- Έλεγχος διαστάσεων διατομών: Σύμφωνα με το πρότυπο EN DIN 12020-2
- Πάχος υαλοπίνακα που μπορεί να δεχθεί: έως 58 m και συνολικού βάρους φύλλου έως 150kgr
- Είδος στεγάνωσης: Τριών επιπέδων, με ελαστικά από EPDM

Κατασκευαστικές δυνατότητες της σειράς τουλάχιστον τις τυπολογίες της μελέτης:

Η σειρά αλουμινίου που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να διαθέτει κατ' ελάχιστον τις παρακάτω πιστοποιήσεις από κοινοποιημένο εργαστήριο

- Αεροπερατότητα σύμφωνα με το πρότυπο EN 12207:2016-12: Class 4
- Υδατοστεγανότητα σύμφωνα με EN 12208:1999-11: E1200
- Αντοχή σε ανεμοπίεση σύμφωνα με EN 12210:2016-03: C4/B4
- Δυνάμεις λειτουργίας σύμφωνα με EN 13115:2001-07: Class 1
- Μηχανικές ιδιοτητές σύμφωνα με EN 13115:2001-07: Class 4
- Αντοχή στην κρούση σύμφωνα με EN 13049:2003-04: Class 5
- Θερμοπερατότητα (Uf) σύμφωνα με EN: 10077-2:2012-02: 1,5-2,2 W/(m²K)
- Αντοχή στην διάρρηξη σύμφωνα με EN 1627-1630:2011: RC2 / RC2 N

Το κούφωμα θα έχει διατομές με ίσια προφίλ. Οι πόρτες εισόδου θα είναι συνεπίπεδες ενώ το σύνολο των κουφωμάτων θα κατασκευαστούν με επίπεδη εξωτερική επιφάνεια χωρίς εμφανείς εξωτερικούς αρμούς, όπου τα ανοιγόμενα τμήματα δεν διακρίνονται σε σχέση με τα σταθερά (τυπολογία κρουφού φύλλου).

Ο σχεδιασμός, η διαδικασία παραγωγής, και ο ποιοτικός έλεγχος όλων των διατομών θα είναι πιστοποιημένα σύμφωνα με το ISO 9001. Η διαδικασία βαφής θα είναι πιστοποιημένη και θα διενεργείται σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο βαφής QUALICOAT.

Ο ανάδοχος θα πρέπει ανάλογα με την περιοχή, τον προσανατολισμό, το ύψος και τοποθέτησης και τις διαστάσεις του κουφώματος να επιλέξει την σειρά εκείνη που στατικά είναι κατάλληλη για την εφαρμογή.

Σημειώνεται ότι ανεξάρτητα με το Uf των επιμέρους στοιχείων της επιλεγμένης σειράς κουφωμάτων η θερμοπερατότητα του συνολικού κουφώματος συμπεριλαμβανομένου του υαλοπίνακα δεν θα ξεπερνάει τις αναγραφόμενες τιμές στον πίνακα 4 (Θερμομονωτικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά κουφωμάτων).

3.2.1.3. Τεχνικά χαρακτηριστικά επάλληλα συρόμενων κουφωμάτων.

Σύστημα συρόμενων θερμομονωτικών κουφωμάτων με συστήματα θερμοδιακοπής με παρεμβολή υαλοενισχυμένου πολυαμιδίου PA 6.6 πλάτους τουλάχιστον 40 και 32 mm σε φύλλο και κάσα αντίστοιχα, με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Θερμομονωτικό σύστημα πέντε θαλάμων με φύλλο βάθους 44mm.
- Χρήση ανοξείδωτου οδηγού.

- Επίπεδη εμφάνιση.
- Μεγάλη λεκάνη συλλογής νερών και επένδυση αυτής με προφίλ PVC.
- Μεγάλη απόσταση των φύλλων στο άγκιστρο που προσδίδει καλύτερη συμπεριφορά στην θερμομόνωση.
- Τα φύλλα της σειράς διαθέτουν θαλαμωτές πλευρές που βελτιώνουν την ακαμψία και την αντοχή του προφίλ
- ταπα άγκιστρου με έλασμα πολυαμιδίου που εξασφαλίζει σταθερό και ιδανική πίεση στεγάνωσης στο σημείο επαφής της με τον οδηγό κύλισης.
- Δυνατότητα πολλαπλής ασφάλισης φύλλου.
- Κεντρικό EPDM στεγανοποιητικό, κάτω και πάνω.
- Δυνατότητα υάλωσης έως 32mm
- Δυνατότητα πλαισίου επαλλήλων και δίφυλλων αντικριστών χωνευτών με λεπτή όψη.

Κατασκευαστικές δυνατότητες της σειράς:

- Δίφυλλο επάλληλο με σήτα ή χωρίς
- Τρίφυλλο επάλληλο
- Φιλητό τετράφυλλο με σήτα ή χωρίς
- Φιλητό εξάφυλλο με σήτα ή χωρίς
- Μονόφυλλο συρόμενο με σταθερό

Η σειρά αλουμινίου που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να διαθέτει κατ' ελάχιστον τις παρακάτω πιστοποιήσεις από κοινοποιημένο εργαστήριο (

- Αεροπερατότητα σύμφωνα με το πρότυπο EN 12207:2016-12: Class 3
- Υδατοστεγανότητα σύμφωνα με EN 12208:1999-11: 6A
- Αντοχή σε ανεμοπίεση σύμφωνα με EN 12210:2016-03: C3/B3 ή καλύτερο εφόσον από τις συνθήκες του χώρου εγκατάστασης κριθεί ότι απαιτείται.
- Θερμοπερατότητα (Uf) σύμφωνα με EN: 10077-2:2012-02: 2,6-3,1 W/(m²K)

Ο ανάδοχος θα πρέπει ανάλογα με την περιοχή, τον προσανατολισμό, το ύψος και τοποθέτησης και τις διαστάσεις του κουφώματος να επιλέξει την σειρά εκείνη που στατικά είναι κατάλληλη για την εφαρμογή.

Σημειώνεται ότι ανεξάρτητα με το Uf των επιμέρους στοιχείων της επιλεγμένης σειράς κουφωμάτων η θερμοπερατότητα του συνολικού κουφώματος συμπεριλαμβανομένου του υαλοπίνακα δεν θα ξεπερνάει τις αναγραφόμενες στον πίνακα 4 τιμές

3.2.2 Διπλοί υαλοπίνακες

Οι υαλοπίνακες που θα τοποθετηθούν στα κουφώματα (ανοιγόμενα-σταθερά ή επάλληλα συρόμενα) στο σύνολο των κτηρίων θα είναι διπλοί, διαφανείς, θερμομονωτικοί, ηχομονωτικοί, low e, συνολικού πάχους 26 ή 29mm (κρύσταλλο 5mm low-e, κρυπτό ή αργό 12 ή 15mm, κρύσταλλο 4+4mm laminated) και πιστοποιημένοι ως προς τον συντελεστή θερμοαγωγιμότητας U=1,1 W/m²K. Αναλυτικά οι ιδιότητές τους παρατίθενται στη συνέχεια.

Ιδιότητες φωτός (EN 410)

Διαπερατότητα φωτός (τ _v)	72
Αντανάκλαση φωτός (ρ _v)	12
Εσωτερική αντανάκλαση φωτός (ρ _{vi})	13
Παραμόρφωση χρώματος - RD65 (R _a)	98

Ενεργειακές ιδιότητες

	EN 410
Απευθείας μετάδοση της ενέργειας (τ_e)	40
Αντανάκλαση ενέργειας (ρ_e)	37
Συνολική απορρόφηση ενέργειας (α_e)	23
Ηλιακή απορρόφηση του υαλοπίνακα 1 (α_e (1))	20
Ηλιακή απορρόφηση του υαλοπίνακα 2 (α_e (2))	3
Ηλιακός συντελεστής (g)	43
Συντελεστής σκίασης (SC)	0.49
UV διαπερατότητα (UV)	8

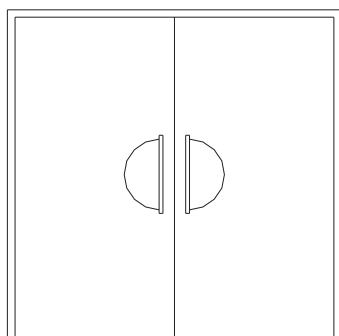
Άλλες ιδιότητες

Αντίσταση στη φωτιά (EN 13501-2)	NPD
Αντίδραση στη φωτιά (EN 13501-1)	NPD
Αντίσταση σφαίρας (EN 1063)	NPD
Αντίσταση διάρρηξης (Επιστρωμένη υάλωση)	NPD
Εκκρεμές σώμα αντίστασης μετά από κρούση (EN 12600)	NPD / NPD
Ηχομόνωση από άμεσο θόρυβο αέρος (Προβλεπόμενο - R_w (C;Ctr): dB)	30 (-1, -4)

Πίνακας 5. Ενεργειακά χαρακτηριστικά υαλοπινάκων

3.2.4 Θύρες με πάνελ αλουμινίου**3.2.4.1 Θερμομονωτικά χαρακτηριστικά.**

Οι θύρες αλουμινίου είναι δίφυλλες



ΤΥΠΟΣ 1

Εικόνα 3. Τύποι θυρών αλουμινίου με πάνελ.

Βάσει της τυπολογίας, των διαστάσεων και του πάνελ αλουμινίου (διάκενου 24mm, πληρωμένο με 2,5cm πολυουρεθάνη με $\lambda=0,030\text{W/mK}$) προκύπτει ο πίνακας 4, στον οποίο δίνονται τα θερμομονωτικά χαρακτηριστικά της θύρας, όπου, A είναι το ύψος, B το πλάτος, U_w ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας της θύρας. Η μέση θερμοπερατότητα των θυρών αλουμινίου του κτηρίου θα είναι μικρότερη από $2,00\text{W/m}^2\text{K}$ (βλέπε πίνακα 4).

3.2.4.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά.

Οι πόρτες εισόδου χωρίς υαλοπίνακα, θα είναι κατασκευασμένες εξολοκλήρου από αλουμίνιο, με πάνελ διάκενου 24mm, πληρωμένο με 2,5cm πολυουρεθάνης ($\lambda=0,030\text{W/mK}$). Οι πόρτες θα είναι πιστοποιημένες κατά το ευρωπαϊκό πρότυπο ISO 9001, οι βαφές τους κατά το ευρωπαϊκό πρότυπο QUALICOAT και θα έχουν δυνατότητα χρήσης μηχανισμού περιμετρικής ασφάλισης.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των διατομών είναι όμοια με αυτά των κουφωμάτων

3.2.5 Αθέλτος αερισμός

Σύμφωνα με τα στοιχεία των προηγούμενων παραγράφων και τους αναλυτικούς υπολογισμούς προκύπτει ότι ο αθέλτος αερισμός είναι:

Ζώνη 1: 104,80m³/h

Ζώνη 2: 84,00m³/h

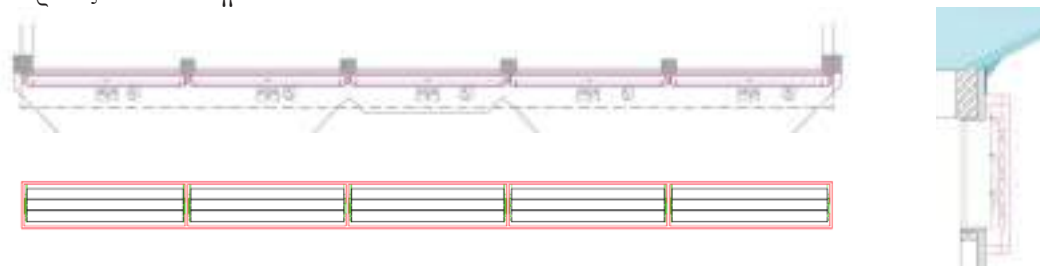
3.3. Σύστημα ηλιοπροστασίας υαλοστασίων νοτιοδυτικής όψης

3.3.1. Περσίδες

Στην νοτιοδυτική όψη του κτηρίου και στην στάθμη των κεραιδών θα τοποθετηθεί σύστημα ηλιοπροστασίας των υαλοστασίων με περσίδες αλουμινίου αυτόματα ρυθμιζόμενες. Η φέρουσα κατασκευή των περσίδων θα πρέπει να υπολογιστεί από τον ανάδοχο ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για την στατική της επάρκεια.

Κατά τον σχεδιασμό και χωροθέτηση των περσίδων σκίασης καθώς και των φερουσών υποκατασκευών αυτών καθώς και όλων των εξαρτημάτων και στερεώσεων, θα ληφθούν υπόψη οι ανοχές της φέρουσας κατασκευής. Η επιλογή των προφίλ σκιάστρων αλλά και των φερόντων στοιχείων (κολόνων) θα πρέπει να γίνεται αφού ληφθούν υπ' όψιν οι διαστάσεις των φατνωμάτων σκίασης, το βάρος του σκιάστρου, η προσβάλλουσα τα σκιάστρα ανεμοπίεση και όποιο άλλο στοιχείο τυχόν αφορά την στατική επάρκεια της κατασκευής. Θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπ' όψιν το κατά πόσον οι περσίδες είναι σταθερές ή περιστρεφόμενες.

Οι περσίδες σκίασης και οι φέρουσες υποκατασκευές έδρασης (δηλαδή συστήματα ορθοστατών, είτε πλαίσια αλουμινίου) αυτών παραδίδονται τοποθετημένες πλήρεις, με όλα τα ειδικά και απαραίτητα εξαρτήματα συγκράτησης σε φέροντα στοιχεία, είτε για σταθερή τοποθέτηση, είτε για περιστρεφόμενη λειτουργία με βάση τις προδιαγραφές της παραγωγού εταιρείας των συστημάτων.



Εικόνα 4. Ηλιοπροστασία τμήματος νοτιοδυτικών ανοιγμάτων (κάτοψη, όψη, τομή)

Οι περσίδες θα είναι περιστρεφόμενες και θα φέρουν κινητήρα ο οποίος θα ελέγχεται από σύστημα τηλεματικής (“bus”) σε συνδυασμό με αισθητήρα φωτεινότητας. Πρόσθετα προβλέπεται σύστημα εξωτερικής χειροκίνησης – με τηλεσκοπικό άξονα τύπου τέντας.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Χρόμα αλουμινίου: AlMgSi

Σκληρότητα: 70 HB minimum

Ελάχιστο πάχος βαφής: 75 μm minimum

3.3.2. Σύστημα κίνησης.

Στην κεντρική σάλα του γυμναστηρίου θα εγκατασταθεί αισθητήρας φωτός ο οποίος θα καθορίζει και την θέση των περσίδων ώστε να μην παρουσιάζονται φαινόμενα θάμβωσης αλλά και να μην εισέρχεται θερμότητα κατά τους θερινούς μήνες. Η πληροφορία των αισθητήρων θα μεταφέρεται σε controller ο οποίος θα ελέγχει την θέση των περσίδων.

4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

4.1 Γενική περιγραφή συστήματος ψύξης θέρμανσης

4.1.1 Απαιτήσεις κτηρίου

Από την μελέτη των ΗΜ και τα αντίστοιχα τεύχη υπολογισμού, προκύπτει ότι οι απαιτήσεις του κτηρίου σε ψύξη και θέρμανση είναι σημαντικά διαφορετικές.

Πιο συγκεκριμένα στην ψύξη οι απαιτήσεις της κεντρικής αίθουσας άθλησης εκτιμάται ότι ανέρχονται σε 235,00kW και για τους λοιπούς χώρους σε 50.00kW. Συνεπώς βάση μελέτης για τις ανάγκες ψύξης του κτηρίου απαιτούνται 285kW.

Για την θέρμανση οι απαιτήσεις είναι σημαντικά μειωμένες κυρίως λόγω του μεγάλου συντελεστή ανάκτησης στα συστήματα αερισμού όπως θα παρουσιαστεί σε επόμενη ενότητα. Αναλυτικότερα η απαιτούμενη θερμική ισχύς εκτιμάται σε 120,48kW για την κεντρική αίθουσα και σε 29,31kW για του υπόλοιπους χώρους.

Η σημαντική διαφορά στις ζητούμενες ισχύεις οφείλεται στην τεράστια ποσότητα λανθάνουσας θερμότητας εντός της κεντρική αίθουσας που προκύπτει από την παρουσία σημαντικού πληθυσμού και από τις μεγάλες ποσότητες νωπού αέρα που απαιτούνται. Ο νωπός αέρας στην εξωτερική θερμοκρασία του καλοκαιριού εμπεριέχει τεράστιες ποσότητες υδρατμών και συνεπώς μεγάλη λανθάνουσα θερμότητα την οποία κατά την ψύξη πρέπει να αποβάλουμε μαζί με αυτή που παράγεται από την εφίδρωση και αναπνοή των παραβρισκόμενων σε αυτή.

4.1.2 Επιλογή συστήματος ψύξης - θέρμανσης - αερισμού

Η ψύξης, θέρμανση και αερισμός της κεντρικής αίθουσας του γυμναστηρίου θα γίνει με την χρήση δύο κεντρικών κλιματιστικών μονάδων παροχής 15.000m³/h έκαστη. Η διανομή του αέρα εντός του χώρου θα γίνει με δίκτυο αεραγωγών το οποίο θα οδεύει στην οροφή και ο αέρας θα προσάγεται μέσω κατάλληλων στομιών για εγκατάσταση σε μεγάλο ύψος και με δυνατότητα αυτόματης ρύθμισης των περυγίων τους σε ψύξη και θέρμανση (ενδεικτικός τύπος στομιών e-MLD της εταιρίας αερογραμμή). Η επιστροφή του αέρα στις κεντρικές κλιματιστικές θα είναι γίνεται πάλι μέσω δικτύου αεραγωγών το οποίο θα οδεύει στην οροφή και στο κέντρο του γηπέδου.

Για την θέρμανση και ψύξη των χώρων των αποδυτηρίων, της κεντρικής εισόδου και των λοιπών βοηθητικών χώρων στην πλευρά εισόδου των αθλητών επιλέγεται η εγκατάσταση τοπικών τερματικών μονάδων νερού (Fan Coil Units) δαπέδου ή ψευδοροφής κατά περίπτωση. Ο αερισμός των χώρων γίνεται με τοπικές μονάδες εξαερισμού αέρα-αέρα με ανάκτηση θερμότητας.

Και τα δύο συστήματα ήτοι οι ΚΚΜ και οι τερματικές μονάδες νερού θα τροφοδοτούνται με δισωλήνιο σύστημα από κεντρική αντλία θερμότητας αέρα νερού υψηλής απόδοσης εγκατεστημένη στο δώμα των αποδυτηρίων του κτηρίου.

Η παραπάνω περιγραφή αποτυπώνεται και στις εικόνες 5 και 6 όπου φαίνονται οι θέσεις των εξωτερικών μονάδων, το δίκτυο αεραγωγών καθώς και οι τοπικές μονάδες νερού και οι τοπικοί εναλλάκτες αέρα αέρα.

Σημειώνεται ότι για την εγκατάσταση του συνόλου του ΗΜ εξοπλισμού θα γίνει έλεγχος στατικής επάρκειας και ενισχύσεις όπου απαιτηθεί.

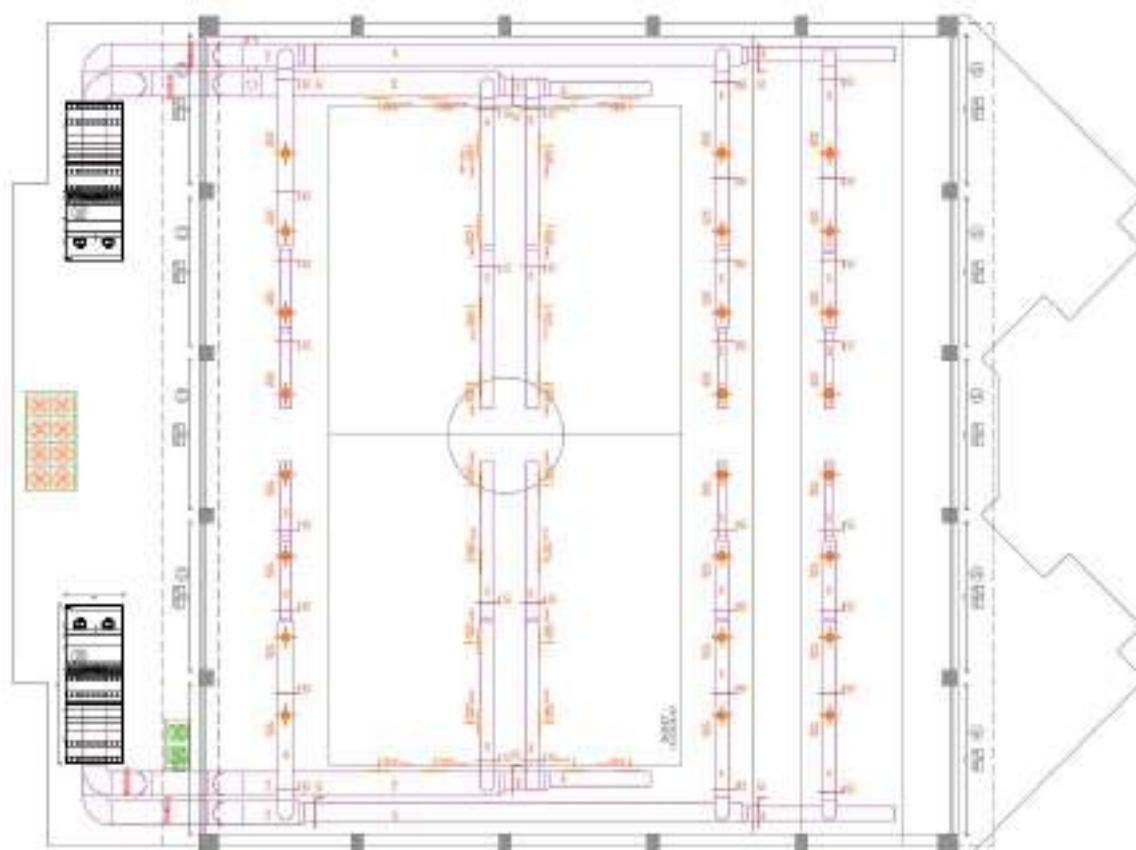
4.1.3 Μονάδες παραγωγής θέρμανσης και ψύξης

Στο κτήριο θα εγκατασταθεί μία κεντρική αντλία θερμότητας αέρα νερού που θα χρησιμοποιείται και στην θέρμανση και στην ψύξη. Η αντλία επιλέγεται ως προς την ισχύ της στην λειτουργία της ψύξης.

Η αντλία θερμότητας θα είναι αερόψυκτη με θερμαινόμενο μέσο το νερό, και καθόσον έχει ισχύ μικρότερη των 400kW υπόκειται στους περιορισμούς του κανονισμού της ΕΕ με αριθμό 813/2013.

Τα χαρακτηριστικά της μονάδας έχουν ως εξής:

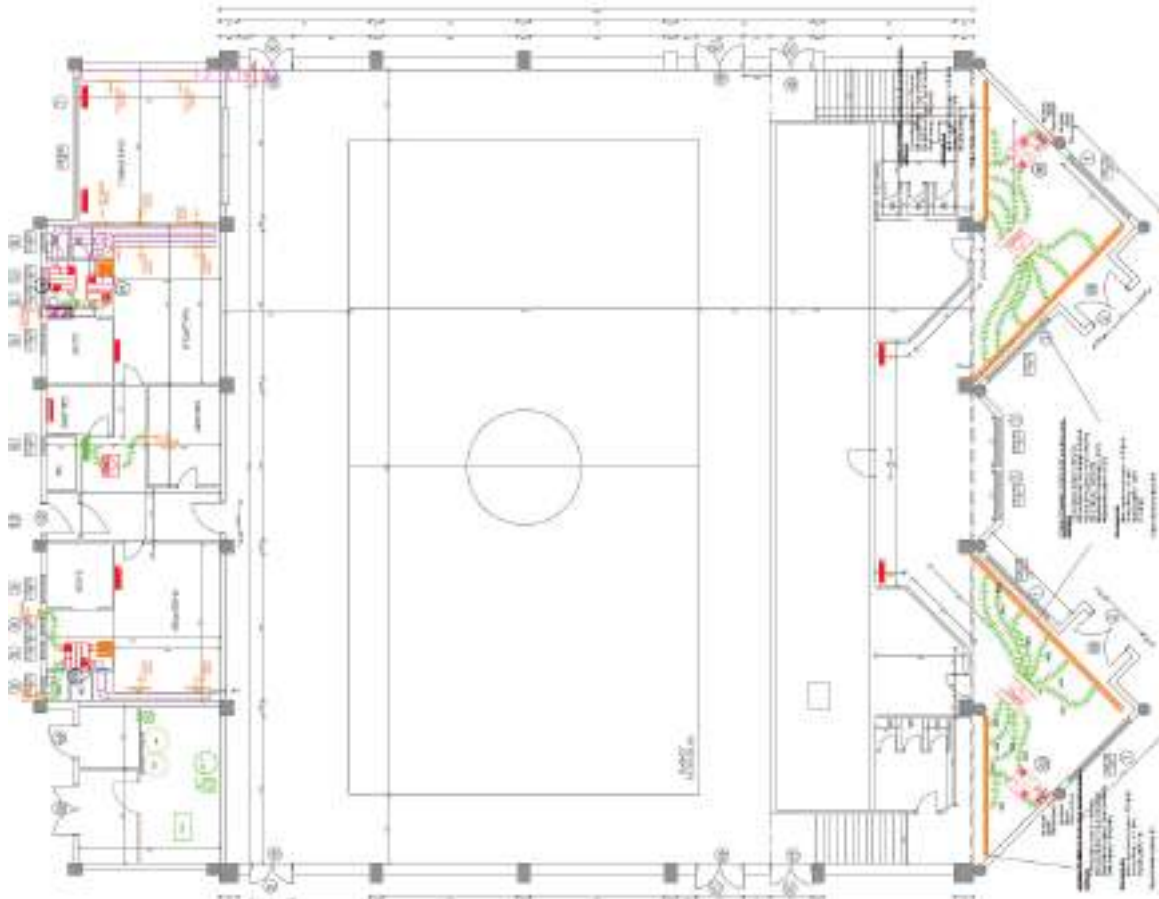
Αντλία θερμότητας αερόψυκτη με θερμαινόμενο μέσο το νερό, με σπειροειδή συμπιεστές (Scroll), ψυκτικής ισχύος 290kW, θερμικής 280kW με COP 3.04, EER 2.90 (πιστοποίηση Eurovent από την λίστα προϊόντων αυτής (www.eurovent-certification.com)). Η αντλία θα διαθέτει ξεχωριστό κύκλωμα για την ανάκτηση θερμότητας κατά την λειτουργία της ψύξης παρέχοντας σε ανεξάρτητη έξοδο θερμό νερό συνολικής ισχύος τουλάχιστον 70kW (ιδιαίτερα σημαντική στις εφαρμογές όπως η υπό μελέτη, που απαιτείται αναθέρμανση στις ΚΚΜ κατά την ψύξη)



Εικόνα 5. Ψύξη και θέρμανση κεντρικής αίθουσας γυμναστηρίου

Όλες οι μονάδες είναι εξοπλισμένες με δύο διαχωρισμένα ψυκτικά κυκλώματα, καθένα με δύο συμπιεστές σε παράλληλη εγκατάσταση. Η μονάδα θα είναι κατάλληλης κατασκευής για απευθείας τοποθέτηση σε εξωτερικό περιβάλλον, στην οροφή κτηρίου με την χρήση κατάλληλων αντικραδαστικών και τα υλικά κατασκευής και η βαφή της θα είναι τέτοια ώστε να βεβαιώνεται με εγγύηση από την κατασκευάστρια εταιρία η καταλληλότητα της μονάδας για εγκατάσταση δίπλα σε θάλασσα.

Στο δίκτυο επιστροφής των μονάδων θα εγκατασταθεί δοχείο ηρεμίας για τον ορθό έλεγχο των εκκινήσεων της μονάδας. Το μέγεθος του δοχείου θα καθοριστεί από τις απαιτήσεις της εγκατεστημένης μονάδας. Ειδικά στην λειτουργία της ψύξης η επιλεγμένη μονάδα ψύξης θέρμανσης θα διαθέτει σύστημα ανάκτησης θερμότητας. Τμήμα της αποβαλλόμενης θερμότητας θα επανακάταται και θα διατίθεται μέσω ανεξάρτητου δικτύου σωληνώσεων για την θέρμανση των μεταθερμαντικών στοιχείων στις κεντρικές κλιματιστικές.



Εικόνα 6. Ψύξη και θέρμανση βοηθητικών χώρων

4.2 Απόδοση συστήματος παραγωγής στη θέρμανση

Η αντλία θερμότητας είναι αέρα νερού με inverter ισχύος 280kW ήτοι μεγαλύτερη των 70kW για να διαθέτει ενεργειακή σήμανση και σύμφωνα με την παράγραφο 5.1.2.2/B/2 λαμβάνεται ως απόδοση το COP ήτοι 3.04. Σύμφωνα με τον πίνακα 4.5β γίνεται έλεγχος υπερδιαστασιολόγησης όπου στην συγκεκριμένη εφαρμογή η απαιτούμενη ισχύς ανέρχεται σε 149,79kW ενώ η εγκατεστημένη σε 280 ήτοι υπάρχει υπερδιαστασιολόγηση 185% και συνεπώς το συντελεστής μείωσης προσδιορίζεται σε $n_{\text{υπερ}} = 0,94$

Σύστημα παραγωγής στην θέρμανση: αερόψυκτη αντλία θερμότητας αέρα νερού με σπειροειδή συμπιεστή (Scroll), ισχύος 280kW, COP 3.04, και πηγή ενέργειας την ηλεκτρική. (COP διορθωμένο 2,86)

4.3 Απόδοση συστήματος παραγωγής ψύξης

Οι ίδιες αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται στην θέρμανση θα καλύψουν και τις ανάγκες ψύξης του κτηρίου. Σύμφωνα με την παράγραφο 5.2.2.1 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 γίνεται έλεγχος υπερδιαστασιολόγησης και η σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης υπολογίζεται σε $(290\text{kW}/285\text{kW}) Y=1.018$ και καθώς η επιλεγμένη στο έργο αντλία θερμότητας είναι αερόψυκτη με σπειροειδή συμπιεστή (Scroll), από την σχέση 4.8 και τον πίνακα 4.5γ προκύπτει συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης

$$n_{\text{υπερ}} = a \cdot Y^b \text{ (ως δύναμη)} = 1,3314 \cdot 1,018^{-0,997} = 1.309$$

Σύστημα παραγωγής στην ψύξη: αερόψυκτη αντλία θερμότητας αέρα νερού με σπειροειδή συμπιεστή (Scroll), ισχύος 290kW, EER 2.90 (SEER 3.79), και πηγή ενέργειας την ηλεκτρική.

4.4 Δίκτυα διανομής

4.4.1 Δίκτυο σωληνώσεων

Το δίκτυο τροφοδοσίας του κτηρίου είναι χαλύβδινο δισωλήνιο, ήτοι το ίδιο δίκτυο χρησιμοποιείται και στην ψύξη αλλά και στην θέρμανση. Για την διανομή του νερού χρησιμοποιούνται δύο κυκλοφορητές (**ζώνη 1: 1, ζώνη 2: 2**) με inverter, εκ των οποίων ο ένας τροφοδοτεί όλες τις μονάδες νερού και ο δεύτερος τα μεταθερμαντικά στοιχεία των ΚΚΜ κατά την λειτουργία ψύξης.

Το δίκτυο διανομής για την **θέρμανση** έχει εκτιμώμενη συνολική ισχύ 150kW (**ζώνη 1: 120kW, ζώνη 2: 30kW**).

Το δίκτυο διανομής για την **ψύξη** έχει εκτιμώμενη συνολική ισχύ 280,0kW (**ζώνη 1: 237,0kW, ζώνη 2: 62kW**).

4.4.2 Δίκτυο αεραγωγών

Το δίκτυο αεραγωγών καλύπτει τις απαιτήσεις της κεντρικής αίθουσας. Είναι κατασκευασμένο από γαλβανισμένη λαμαρίνα κυκλικής διατομής, με μόνωση όπως περιγράφεται στην συνέχεια. Το δίκτυο αεραγωγών διέρχεται από εσωτερικούς χώρους και σε ποσοστό μικρότερο του 20% από εξωτερικούς.

4.4.3 Θερμομόνωση δικτύου

4.4.3.1 Σωλήνων

Η όδευση των σωληνώσεων για την ζώνη 1 γίνεται από εξωτερικούς χώρους καθώς αυτό τροφοδοτεί τις κεντρικές κλιματιστικές ενώ για την ζώνη 2 η διέλευση από εξωτερικούς χώρους είναι μικρότερη από το 20%.

Όλοι οι σωλήνες του δικτύου μαζί με τα εξαρτήματά τους και τα όργανα διακοπής και ελέγχου θερμομονώνονται με κοχύλια προκατασκευασμένα, κλειστής κυψελοειδούς δομής, ενδεικτικού τύπου AF-6/ARMAFLEX της ARMACELL ή άλλου ισοδύναμου ποιότητας.

Οι σωλήνες που διέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον, οι σωλήνες εντός των μηχανολογικών χώρων και οι επιφάνειες των δοχείων ηρεμίας και των μηχανημάτων που σύμφωνα με τους κατασκευαστές του μπορούν να θερμομονωθούν, θα θερμομονωθούν με φύλλα από το ίδιο υλικό που μονώθηκαν και οι εσωτερικοί σωλήνες, πάχους όμως 60mm. Η εφαρμογή αυτών πάνω στις επιφάνειες πρέπει να είναι τέλεια και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Στον πίνακα 9 δίνονται τα χαρακτηριστικά των μονώσεων ανά σωλήνα εγκατάστασης και ανά θερμοκρασία του μέσου.

Από τον πίνακα 4.11 του κανονισμού προκύπτει ότι το ποσοστό απωλειών στο δίκτυο διανομής στη

α) θέρμανση για θερμοκρασία μέσου 60°C είναι για την ζώνη 1: 3,1% (100-200kW) και για την ζώνη 2: 3,5% (20-100kW)

β) στην ψύξης είναι για την ζώνη 1: 2,0% (200-300kW) και για την ζώνη 2: 2,0% (20-100kW)

AF-6 (mm)	
DN15	33,5
DN20	35,0
DN25	35,0
DN32	36,5
DN40	37,5
DN50	38,5
DN65	40,5
DN80	41,5
DN100	42,5
DN125	44,5
DN150	45,0
	+/-3 mm

(α)

Θερμοκρασία °C	λ (W/mK)
-20	0,031
+/-0	0,033
+10	0,034
+20	0,035
+40	0,037
+70	0,04
+85	0,042

(β)

Πίνακας 6. Χαρακτηριστικά μόνωσης σωλήνων και μηχανολογικού εξοπλισμού (α) πάχη (β) θερμοκή αγωγιμότητα

Θέρμανση

Ζώνη1. Ισχύς δικτύου διανομής: 120kW, διέλευση από εξωτερικό περιβάλλον 0,96

Ζώνη2. Ισχύς δικτύου διανομής: 30kW, διέλευση από εσωτερικό περιβάλλον 0,965

Ψύξη

Ζώνη1. Ισχύς δικτύου διανομής: 237,0kW, διέλευση από εξωτερικό περιβάλλον 0,98

Ζώνη2. Ισχύς δικτύου διανομής: 62kW, διέλευση από εσωτερικό περιβάλλον 0,98

4.4.3.2 Αεραγωγών

Το δίκτυο αεραγωγών που διέρχεται από εσωτερικούς χώρους του κτηρίου θα θερμομονωθεί με πλάκες ή πάπλωμα πετροβάμβακα πάχους 30mm, με συντελεστή θερμοκή αγωγιμότητας $\lambda < 0,040 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Καθώς το δίκτυο είναι εμφανές η εξωτερική πλευρά της μόνωσης θα φέρει εργοστασιακά επικάλυψη υαλοϋφάσματος. Θα ακολουθηθεί επάλειψη της μόνωσης με δύο στρώσεις λευκού πλαστικού χρώματος τύπου Β κατά το πρότυπο ΕΛΟΤ 788, αποκλεισμένου του γύψου. Η εξωτερική επιφάνεια της μόνωσης θα στρωθεί και θα λειανθεί. Μετά την πάροδο δεκαήμερου θα βαφεί με δύο στρώσεις χρώματος αλουμινίου (silver black) ή άλλου που θα επιλέξει η επιβλέπουσα αρχή με ασφαλική όμως βάση.

Τα τμήματα που διέρχονται από εξωτερικό περιβάλλον θα θερμομονωθούν με πετροβάμβακα πάχους 40mm, με συντελεστή θερμοκή αγωγιμότητας $\lambda < 0,040 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Για τα τμήματα που διέρχονται από εξωτερικό περιβάλλον καθώς αυτά βρίσκονται εκτεθειμένα στις καιρικές συνθήκες η μόνωση θα καλύπτεται από γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχους 0,6mm

Σύμφωνα με την παράγραφο 5.3.4 του κανονισμού, καθώς οι αεραγωγοί διέρχονται από εξωτερικούς χώρους και είναι μονωμένοι σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ τα ποσοστά απωλειών του πίνακα 4.11 λαμβάνονται προσαυξημένα κατά 2% για θέρμανση και 1% για ψύξη. (απώλειες αεραγωγών ζώνη 1: 4,7% στην θέρμανση και 2,8 στην ψύξη και ζώνη 2: 0%).

4.5 Τερματικές μονάδες

Όπως έχει αναφερθεί στην γενική περιγραφή της εγκατάστασης, οι χώροι θερμαίνονται και ψύχονται ή μέσω δικτύου αεραγωγών και στομιών που τροφοδοτούνται από κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) ή με τερματικές μονάδες νερού FCU.

Στον πίνακα 7 δίνεται πίνακες με τα βασικά χαρακτηριστικά των ΚΚΜ και των μονάδων ανάκτησης θερμότητας στο κτήριο και στον πίνακα 8 δίνονται οι τερματικές μονάδες νερού ανά ζώνη και ανά τύπο.

ΖΩΝΕΣ	ΚΚΜ	Προσαγωγή	Νωπός	Ανάκτηση θερμότητας	Ανάκτηση υγρασίας	Παροχή υγραντή	SFPv		Θέρμανση	Λανθάνον υγραντή	Ψύξη	Αναθέρμανση
		m ³ /h	m ³ /h	%	%	kg/h	CF	WF	kW	kW	kW	kW
ΖΩΝΗ 1	ΚΚΜ1	15000	15000	73%	73%	12,5	1,4	1,61*	41	8,5	120	33,5
	ΚΚΜ2	15000	15000	73%	73%	12,5	1,4	1,61*	41	8,5	120	33,5
	VAM 1	1000	1000	73%				1,35				
ΖΩΝΗ 2	VAM 2	1000	1000	73%				1,35				
	VAM 3	1000	1000	73%				1,35				
	VAM 4	800	800	73%				1,7				
	VAM 5	800	800	73%				1,7				

Πίνακας 7 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και τοπικές μονάδες ανάκτησης θερμότητας

FCU	Δαπέδο 01	Δαπέδο 02	Ψευδοροφής 01	Ψευδοροφής 02	Συνολική ισχύς / ζώνη
V _{fan} (m ³ /h)	1400	440	3000	800	
P _{ψύξη} (kW)	8	3	16,4	3,9	
P _{θέρμανση} (kW)	10	4	19,8	4	
P _{ανεμιστήρα} (W)	175	100	1120	234	
Ζώνη 1	2				
P _{ανεμιστήρων} (kW)	0,350	0,000	0,000	0,000	0,350
Ζώνη 2	4	1	2	1	
P _{ανεμιστήρων} (kW)	0,700	0,100	2,240	0,234	3,274

Πίνακας 8 Τερματικές μονάδες νερού

Οι τερματικές μονάδες στο κτήριο είναι δύο τύπων. Ο πρώτος τύπος είναι στόμια που τροφοδοτούνται από ΚΚΜ μέσω δικτύου αεραγωγών και ο δεύτερος FCU. Ο βαθμός απόδοσης των πρώτων είναι μονάδα και στην ψύξη και στην θέρμανση ενώ των δεύτερων έχει διαφορετική τιμή ανάλογα και το σημείο τοποθέτησής τους.

Για την θέρμανση

- FCU δαπέδου (άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο και θερμοκρασία μέσου 45°C) $n_{em}=0.91$
- FCU ψευδοροφής (σύστημα θέρμανσης οροφής και θερμοκρασία μέσου 45°C) $n_{em}=0.85$

Ζώνη 1

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης προκύπτει ως εξής: Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες καλύπτουν το 95% των φορτίων των θερμαινόμενων χώρων ενώ για το υπόλοιπο 5% χρησιμοποιούνται τερματικές μονάδες νερού δαπέδου. $n_{em1} = 0,91$.

Καθώς το ύψος τοποθέτησης των τερματικών μονάδων είναι μικρότερο των 4m ($f_{rad}=1$), η λειτουργία των μονάδων είναι διακοπτόμενη ($f_{im} = 0.97$) και το δίκτυο είναι υδραυλικά εξισορροπημένο ($f_{hydr}=1$), προκύπτει ότι ο βαθμός απόδοσης των FCU στην θέρμανση είναι 0,94

Η απόδοση του συνόλου των συστήματος θα είναι ίση με την μέση τιμή της απόδοσης των δύο τύπων τερματικών μονάδων ήτοι Στόμια κλιματισμού και FCU.

$$n = 1.00*95\% + 0.94*5\% = .0.997$$

Ζώνη 2

Από την συνολική εγκατεστημένη ισχύ των 91.6kW τα 48kW αφορούν σε FCU δαπέδου και τα 43.6kW σε FCU ψευδοροφής. Συνεπώς ο συνολικός βαθμός απόδοσης υπολογίζεται:

Καθώς το ύψος τοποθέτησης των τερματικών μονάδων είναι μικρότερο των 4m ($f_{rad}=1$), η λειτουργία των μονάδων είναι διακοπτόμενη ($f_{im} = 0.97$) και το δίκτυο είναι υδραυλικά εξισορροπημένο ($f_{hydr}=1$), προκύπτει ότι ο βαθμός απόδοσης των FCU δαπέδου στην θέρμανση είναι 0,94, και οροφής 0,88.

$$n = 0.94*(48/91.6)\% + 0.88*(43.6/91.6)\% = .0.911$$

Ζώνη 1: ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων στη θέρμανση είναι $n_{em} = 0.997$ καθώς εξυπηρετείται επί της ουσίας αποκλειστικά από ΚΚΜ. .

Ζώνη 2: ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων στη θέρμανση είναι $n_{em} = 0.911$.

Για την ψύξη ισχύον

- FCU δαπέδου ή ψευδοροφής (Άμεσα συστήματα (μονάδες ανεμιστήρα (fan coils), δαπέδου ή οροφής) $n_{em}=0.93$

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης προκύπτει ως εξής: Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες καλύπτουν το 93% των φορτίων των θερμαινόμενων χώρων ενώ για το υπόλοιπο 7% χρησιμοποιούνται τερματικές μονάδες νερού.

Καθώς η λειτουργία των μονάδων FCU είναι διακοπτόμενη ($f_{im} = 0.97$) και το δίκτυο είναι υδραυλικά εξισορροπημένο ($f_{hydr} = 1$), προκύπτει ότι ο βαθμός απόδοσης των FCU στην ψύξη είναι $n = 0.96$

$$n_{em,f} = \frac{n_{em}}{f_{im} * f_{hydr}} = \frac{0.93}{0.97 * 1} = 0.96.$$

Ζώνη 1

$$n_{em} = P_{emKKM} * n_{emKKM} + P_{FCU} * n_{emFCU\delta\alpha\pi\acute{\epsilon}\delta\omicron\upsilon} = 0.93*1.00 + 0.07*0.96 = 0.997.$$

Ζώνη 2

Υπάρχουν μόνο FCU και συνεπώς ο βαθμός απόδοσης είναι 0,96

Ζώνη 1: ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων στην ψύξη είναι $n_{em} = 0.997$ καθώς εξυπηρετείται επί της ουσίας αποκλειστικά από ΚΚΜ.

Ζώνη 2: ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων στη ψύξη είναι $n_{em} = 0.96$

4.6 Βοηθητικά συστήματα

4.6.1 Κυκλοφορητές

Οι κυκλοφορητές που θα εγκατασταθούν στο δίκτυο διανομής του κτηρίου είναι συνολικά 5 και ελέγχονται από inverter. Ο πρώτος εξ αυτών θα χρησιμοποιείται για την σύνδεση της αντλίας θερμότητας με το εσωτερικό δίκτυο, ο δεύτερος για την τροφοδοσία των κεντρικών κλιματιστικών, ο τρίτος για την τροφοδοσία του μεταθερμαντικού στοιχείου των ΚΚΜ από το τμήμα ανάκτησης της Α.Θ., ο τέταρτος για την τροφοδοσία του δικτύου FCU στα αποδυτήρια και το πέμπτος για την τροφοδοσία του δικτύου FCU στην είσοδο του κοινού.

Η ονομαστική ισχύς των κυκλοφορητών είναι 4,0, 1.3, 0.5, 0.2, 0.35kW αντίστοιχα με απορροφούμενη ισχύ στο χαρακτηριστικό σημείο λειτουργίας τους σαφώς μικρότερη.

Στην θέρμανση και στην ψύξη η αναλογία της ισχύος ανά ζώνη είναι

Θέρμανση 150KW (Ζώνη 1: 120KW ποσοστό 80%, Ζώνη 2: 30kW, ποσοστό 20%)
 Ψύξη 298,5KW (Ζώνη 1: 236,67KW ποσοστό 79%, Ζώνη 2: 61,83kW, ποσοστό 21%)
 Αυτή είναι και η αναλογία συμμετοχής του κύριου κυκλοφορητή σε λειτουργία ψύξη και θέρμανση ανά ζώνη.

4.6.2 Λοιπές ηλεκτρικές καταναλώσεις

Από τον πίνακα 8 μπορούν πρόσθετα να προκύψουν και οι ισχύεις των ανεμιστήρων των FCU για κάθε ζώνη. Επίσης, πηγή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι και οι ηλεκτροβάνες στο δίκτυο διανομής. Στους πίνακες 9 και 10 δίνεται το σύνολο των βοηθητικών συστημάτων που υπάρχουν στο κτήριο ανά σύστημα και ανά ζώνη.

Βοηθητικά συστήματα στην ψύξη	Ποσότητα	Ισχύς/τεμ	Ζώνη 1			Ζώνη 2		
			Ποσοστό	P/τεμ (kW)	Ισχύς (kW)	Ποσοστό	P/τεμ (kW)	Ισχύς (kW)
Κυκλοφορητές (K1)	1	4	83,0%	3,32	3,32	17,0%	0,68	0,68
Κυκλοφορητές (K2)	1	1,3	100,0%	1,3	1,3	0,0%	0	0
Κυκλοφορητές (K3)	1	0,5	100,0%	0,5	0,5	0,0%	0	0
Κυκλοφορητές (K4)	1	0,2	41,0%	0,08	0,08	59,0%	0,12	0,12
Κυκλοφορητές (K5)	1	0,35	0,0%	0	0	100,0%	0,35	0,35
Δαπέδου 01	6	0,175	33,3%	0,06	0,36	66,7%	0,12	0,72
Δαπέδου 02	1	0,1		0	0	100,0%	0,1	0,1
Ψευδοροφής 01	2	1,12	0,0%	0	0	100,0%	1,12	2,24
Ψευδοροφής 02	1	0,234	0,0%	0	0	100,0%	0,23	0,23
valve actuators 3-way DN100	8	0,03	83,0%	0,02	0,16	17,0%	0,01	0,08
valve actuators 3-way DN65	8	0,03	83,0%	0,02	0,16	17,0%	0,01	0,08
Σύνολα					5,88			4,6

Πίνακας 9. Βοηθητικά συστήματα στην θέρμανση

Βοηθητικά συστήματα στην ψύξη	Ποσότητα	Ισχύς/τεμ	Ζώνη 1			Ζώνη 2		
			Ποσοστό	P/τεμ (kW)	Ισχύς (kW)	Ποσοστό	P/τεμ (kW)	Ισχύς (kW)
Κυκλοφορητές (K1)	1	4	79,0%	3,16	3,16	21,0%	0,84	0,84
Κυκλοφορητές (K2)	1	1,3	100,0%	1,3	1,3	0,0%	0	0
Κυκλοφορητές (K3)	1	0,5	100,0%	0,5	0,5	0,0%	0	0
Κυκλοφορητές (K4)	1	0,2	41,0%	0,08	0,08	59,0%	0,12	0,12
Κυκλοφορητές (K5)	1	0,35	0,0%	0	0	100,0%	0,35	0,35
Δαπέδου 01	6	0,175	33,3%	0,06	0,36	66,7%	0,12	0,72
Δαπέδου 02	1	0,1		0	0	100,0%	0,1	0,1
Ψευδοροφής 01	2	1,12	0,0%	0	0	100,0%	1,12	2,24
Ψευδοροφής 02	1	0,234	0,0%	0	0	100,0%	0,23	0,23
valve actuators 3-way DN100	8	0,03	79,0%	0,02	0,16	21,0%	0,01	0,08
valve actuators 3-way DN65	8	0,03	79,0%	0,02	0,16	21,0%	0,01	0,08
Σύνολα					5,72			4,76

Πίνακας 10. Βοηθητικά συστήματα στην ψύξη

4.7 Μηχανικός αερισμός κτηρίου

Η προσαγωγή νωπού αέρα στους χώρους διασφαλίζεται με μηχανικό τρόπο με κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και τοπικές μονάδες ανάκτησης θερμότητας και υπολογίζεται βάσει του δυσμενέστερου πληθυσμού στην αίθουσα με την αναλογία 45m³/h/άτομο για τους χώρους με χρήση γυμναστηρίου (πίνακας 2.3 ΤΟΤΕΕ20701-1/2017 α' έκδοση) και 2,6 m³/h νωπού αέρα ανά m² για τους βοηθητικούς χώρους.

Σύμφωνα με τον πίνακα 2.3 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 για χρήση κλειστό γυμναστήριο ο εκτιμώμενος πληθυσμός ανέρχεται σε 75 άτομα για κάθε 100τμ επιφάνειας δαπέδου. Για κάθε άτομο η απαιτούμενη παροχή νωπού αέρα προσδιορίζεται στα 45m³/h. Ο θεωρητικός πληθυσμός της ζώνης υπολογίζεται σε 1120*75/100 = 840 άτομα.

Ωστόσο, η χωρητικότητα του υπό μελέτη κτηρίου είναι εμφανώς μικρότερη, με λίγες κερκίδες και ελάχιστο χώρο παραμονής. Είναι λοιπόν ξεκάθαρο ότι ο πραγματικός πληθυσμός είναι πολύ διαφορετικός από τον θεωρητικό και προσδιορίζεται ως εξής:

Οι θέσεις στις κερκίδες είναι 14*7+2*5+23*7+14*7+10 = 377.

Στην ακραία περίπτωση που βρεθούν στο γήπεδο και όρθιοι στο πάνω διάζωμα και στα ανοίγματα των εισόδων στις κερκίδες για να παρακολουθήσουν κάποιο αθλητικό δρώμενο ο μέγιστος πληθυσμός όρθιων δεν ξεπερνάει τα 150 άτομα (75τμ *1 άτομα ανά 0,5τμ)

Κάθε ομάδα αποτελείται από τους 12 παίκτες, 1 προπονητή, 1 βοηθό, 1 αρχηγό, και το πολύ 5 συνοδούς με συγκεκριμένες ιδιότητες ήτοι 20 άτομα ανά ομάδα.

Συνεπώς ο πραγματικός πληθυσμός υπολογίζεται σε $377 + 150 + 2 \cdot 20 = 567$ άτομα.

Από τον πίνακα 2.5 της ΤΟΤΕΕ 2425/86 ο συνιστώμενος αερισμός κυμαίνεται από $42-51 \text{ m}^3/\text{h}/\text{άτομο}$ για κλειστά γυμναστήρια με ελάχιστη τιμή τα $34 \text{ m}^3/\text{h}/\text{άτομο}$.

Στην μελέτη επιλέγεται παροχή αερισμού ανά άτομο $51 \text{ m}^3/\text{h}$ και συνεπώς ο συνολικός αερισμός του γηπέδου ανέρχεται σε $567 \text{ άτομα} \cdot 51 \text{ m}^3/\text{h}/\text{άτομο} = 28.920 \text{ m}^3/\text{h}$.

Επιβεβαίωση ορθότητας της επιλογής: Η ποσότητα αυτή του νωπού αέρα είναι εκείνη που θα χρειαζόταν ο θεωρητικός πληθυσμός (840 άτομα) με την ελάχιστη ποσότητα ανά άτομο ήτοι $34 \text{ m}^3/\text{h}/\text{άτομο}$. Ένας ακόμα παράγοντας που επιβεβαιώνει την επιλογή είναι ότι για κλειστούς χώρους άθλησης ο συνιστώμενος αερισμός είναι της τάξης των τριών εναλλαγών την ώρα (όγκος γηπέδου 10.000 m^3). Αυτός ο αριθμός εναλλαγών είναι και ικανοποιητικός για την διατήρηση των συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας στους χώρους του γυμναστηρίου.

Ο βοηθητικός χώρος του γυμναστηρίου είναι 39 τμ με θεωρητικό πληθυσμό 75 άτομα να 100 τμ ήτοι 30 άτομα με ελάχιστο απαιτούμενο νωπό αέρα $34 \text{ m}^3/\text{h}/\text{άτομο}$ (πίνακας 2.5 της ΤΟΤΕΕ 2425/86) ήτοι $1020 \text{ m}^3/\text{h}$. Λαμβάνεται ο ελάχιστος και όχι ο συνιστώμενος καθώς ο συγκεκριμένος χώρος είναι βοηθητικός χώρος εκγύμνασης και όχι κύριος και συνεπώς δεν μπορεί να έχει τις ίδιες απαιτήσεις αερισμού.

Οι υπόλοιποι χώροι αν και βοηθητικοί παρουσιάζουν σημαντικές ανάγκες σε αερισμό.

Τα αποδυτήρια έχουν σημαντικές απαιτήσεις που σύμφωνα με τον πίνακα 2.4 ΤΟΤΕΕ 2425/86 η συνιστώμενη ωριαία εναλλαγή αέρα είναι 5 - 8 φορές. Στην μελέτη επιλέγεται η ανανέωση του αέρα 5 φορές ήτοι $51 \text{ τμ} \cdot 3 \text{ μ} \cdot 5 \text{ εναλλαγές} = 765 \text{ m}^3/\text{h}$. Η ποσότητα αυτή του αέρα αντιστοιχεί και στα δύο αποδυτήρια αθλητών.

Η είσοδος του κτηρίου, χωρίς τις κλίμακες πρόσβασης στις κερκίδες είναι 160 τμ . Ο εν λόγω χώρος είναι προσωρινής παραμονής ατόμων χωρίς κάποια δραστηριότητα και ο πληθυσμός εκτιμάται σε 88 άτομα ($50 \text{ άτομα}/100 \text{ τμ}$ αίθουσες αναμονής πίνακας 2.5 ΤΟΤΕΕ 2425/86) με ελάχιστη απαίτηση σε νωπό αέρα $25,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{άτομο}$ ήτοι στην παρούσα μελέτη εκτιμάται ότι θα απαιτηθεί αερισμός $2.200 \text{ m}^3/\text{h}$.

Στο κτήριο θα εγκατασταθούν 2 συνολικά κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, οι οποίες θα διαθέτουν προφίλτρα, σακόφιλτρα, EC ανεμιστήρες με inverter, mix box, μονάδα ανάκτησης θερμότητας, θερμικό και ψυκτικό στοιχείο, μεταθερμαντικό στοιχείο, τμήμα ύγρανσης και τμήμα ηχοαπόσβεσης. Επίσης, θα εγκατασταθούν και πέντε μονάδες ανάκτησης θερμότητας (VAM), εκ των οποίων οι τρεις παροχής αέρα $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ και η δύο $800 \text{ m}^3/\text{h}$.

Οι δύο κεντρικές κλιματιστικές θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για τον κλιματισμό της κεντρικής αίθουσας ήτοι την ζώνη 1 ενώ πρόσθετα για τον αερισμό του βοηθητικού χώρου εκγύμνασης που ανήκει επίσης στην ζώνη 1 θα εγκατασταθεί τοπική μονάδα ανάκτησης θερμότητας αέρα αέρα (VAM) παροχής $1000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Για τον εξαερισμό των χώρων των αποδυτηρίων και της εισόδου θα εγκατασταθούν τέσσερις τοπικές μονάδες ανάκτησης θερμότητας αέρα αέρα (VAM) παροχής ανά δύο 800 και $1000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Στον πίνακα 11 δίνονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος αερισμού. Σε καμία περίπτωση οι εγκατεστημένες ΚΚΜ μονάδες στο κτήριο δεν θα έχουν απόδοση εναλλάκτη σε θέρμανση και ψύξη μικρότερο του 73% και ειδική καταναλισκόμενη ισχύ μεγαλύτερη από αυτή που αναγράφεται στην στήλη

SFPv του πίνακα 11. Ειδικά για τις ΚΚΜ η τιμή της ειδικής καταναλισκόμενης ισχύος της μονάδας θα είναι μικρότερη του 1,45 kW/m³ για καθαρά φίλτρα και του 1,65 kW/m³ για χρησιμοποιούμενα φίλτρα πριν την αντικατάστασή τους. Στην ενεργειακή μελέτη θεωρήθηκε ότι το SFPv των ανεμιστήρων είναι 1,93 kW/m³ σαν συντελεστής ασφαλείας στην μελέτη, ωστόσο ο κατασκευαστής είναι υποχρεωμένος να προμηθευτεί μονάδα με τα χαρακτηριστικά του πίνακα ήτοι **SFPv<1.45 kW/m³**. Το σύστημα ύγρανσης των μονάδων θα είναι τοπικό με ηλεκτρικούς ατμολέβητες, που η παροχή και η ισχύς τους δίνεται στον πίνακα 11.

ΖΩΝΕΣ	ΚΚΜ	Προσαγωγή	Νωπός	Ανάκτηση	Ανάκτηση	Παροχή	SFPv		Θέρμανση	Λανθάνον	Ψύξη	Αναθέρμανση
		m ³ /h	m ³ /h	θερμότητας	υγρασίας		CF	WF				
ΖΩΝΗ 1	ΚΚΜ1	15000	15000	73%	73%	12,5	1,4	1,61*	41	8,5	120	33,5
	ΚΚΜ2	15000	15000	73%	73%	12,5	1,4	1,61*	41	8,5	120	33,5
	VAM 1	1000	1000	73%				1,35				
ΖΩΝΗ 2	VAM 2	1000	1000	73%				1,35				
	VAM 3	1000	1000	73%				1,35				
	VAM 4	800	800	73%				1,7				
	VAM 5	800	800	73%				1,7				

Πίνακας 11 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και τοπικές μονάδες ανάκτησης θερμότητας

4.7.1 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης αέρα

Η κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης αέρα θα είναι ίδιες με χαρακτηριστικά λειτουργίας όπως φαίνονται στον πίνακα 12.

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες θα είναι κατασκευασμένες με σκελετό από χαλύβδινο προφίλ με αντιδιαβρωτική προστασία αλουμινίου-ψευδαργυρου (Alu-zinc) AZ 185, αντιδιαβρωτικής προστασίας C4. Ο σκελετός συμπληρώνεται με τριεδρες γωνίες οι οποίες κατασκευάζονται από χυτό αλουμίνιο. Τα πλευρικά καπάκια (panels) είναι διπλού τοιχώματος και φέρουν μόνωση πάχους 60mm και πυκνότητας 60Kg / m³. Εξωτερικά και εσωτερικά φέρουν χαλύβδινα φύλλα πάχους 0,8 mm με αντιδιαβρωτική προστασία αλουμινίου-ψευδαργυρου (Alu-zinc) AZ 185, κλάση C4 σύμφωνα με τον κανονισμό EN ISO 12944.2. Καθώς η τοποθέτηση είναι εξωτερική θα τοποθετηθεί και καπέλο βροχής.

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες αποτελούνται

1. ΤΜΗΜΑ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ - ΑΠΑΓΩΓΗΣ

Ο ή οι ανεμιστήρας -ες προσαγωγής θα είναι ελευθέρως ροής (plug fan) με απευθείας κίνηση από ενσωματωμένο ηλεκτροκινητήρα.. Ο κινητήρας του θα είναι τεχνολογίας EC, ασύγχρονος συνεχούς ρεύματος DC, εξωτερικού ροτορα, με μόνιμα προμαγνητισμένους μαγνήτες και με ενσωματωμένα στο κέλυφος του, το ηλεκτρονικό μέρος και ισχύος, μέσω των οποίων μετασχηματίζεται η τάση τροφοδοσίας και ελέγχονται η αυτόματη - συνεχής ρύθμιση στροφών. Ο έλεγχος και η ρύθμιση των στροφών γίνεται μέσω απευθείας σήματος 0-10V, είτε με ποτενσιόμετρο είτε μέσω αισθητήριων πίεσης, θερμοκρασίας, ποιότητας αέρα και χωρίς να απαιτείται επιπλέον διάταξη αυτοματισμού ή ασφάλειας.

2. ΤΜΗΜΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΝΕΡΟΥ

Το τμήμα στοιχείων νερού αποτελείται από θερμαντικό στοιχείο νερού, ψυκτικό στοιχείο νερού και μεταθερμαντικό στοιχείο.

Τα στοιχεία νερού είναι κατασκευασμένα από χαλκοσωλήνες και πτερόγια αλουμινίου (Cu/Al). Σταγονοσυλλέκτη κατασκευασμένο από PVC με ειδικά διαμορφωμένα πτερόγια. Λειάνη συμπυκνωμάτων κατασκευασμένη από ανοξείδωτη λαμαρίνα (INOX). Η λειάνη είναι τοποθετημένη στην μονάδα με μικρή κλίση για καλύτερη απορροή των συμπυκνωμάτων και για την αποφυγή πολλαπλασιασμού βακτηρίων.

3. ΤΜΗΜΑ ΦΙΛΤΡΩΝ

Το τμήμα αποτελείται από συρόμενα πρόφιλτρα κυματοειδούς μορφής (Κλάση G4) και

Σακκόφιλτρα διαφόρων βαθμών κατακράτησης σωματιδίων ανάλογα με την κατηγορία του φίλτρου (Κλάση F7).

4. ΤΜΗΜΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΑΕΡΑ –ΑΕΡΑ

Το τμήμα αποτελείται είτε:

Από περιστροφικό εναλλάκτη υψηλής απόδοσης ανω του 73% τόσο σε αισθητό όσο και σε λανθάνον φορτίο. Ο εναλλάκτης είναι κατασκευασμένος από αλουμίνιο κυματοειδούς μορφής. Σύστημα κίνησης του ροτορα του εναλλάκτη το οποίο θα τον κινεί αναλογικά με την απαίτηση μέσω του κεντρικού διαχειριστή της μονάδας.

Το by-pass, λειτουργία Free cooling θα επιτυγχάνεται μέσω διακοπής της κίνησης του.

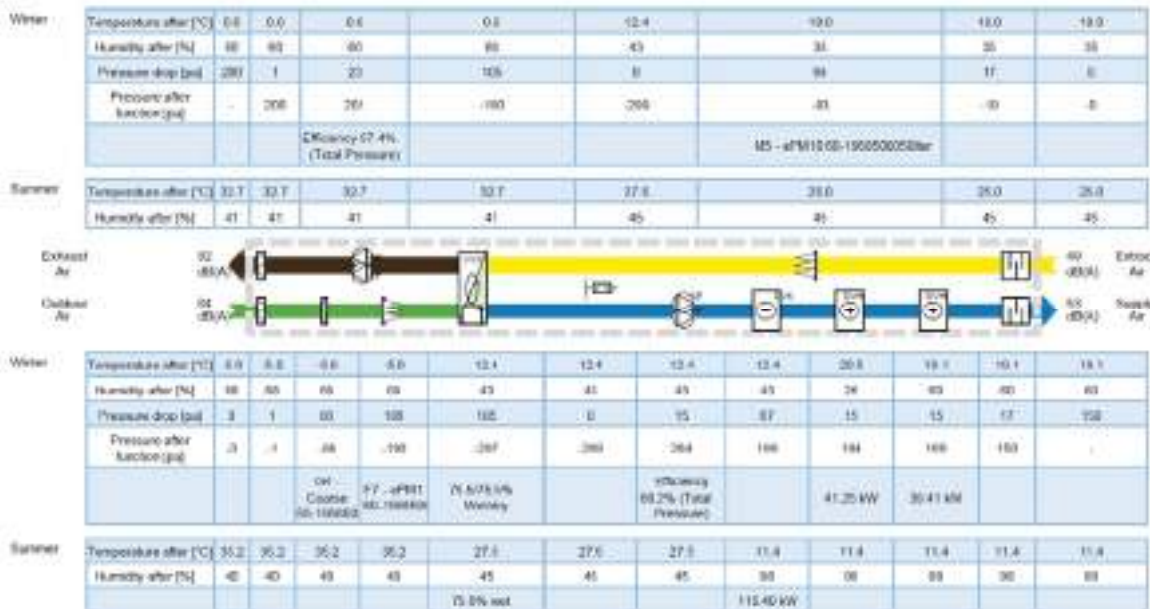
5.ΤΜΗΜΑ ΚΙΒΩΤΙΟΥ ΜΙΞΗΣ ΑΕΡΑ

Το κιβώτιο μίξης φέρει τα κατάλληλα διαφράγματα ρύθμισης παροχής αέρα.

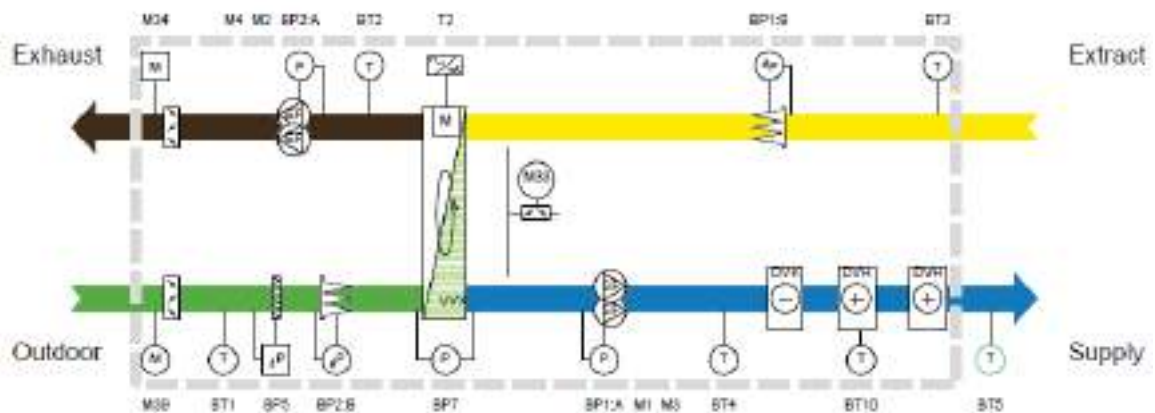
Τα διαφράγματα είναι κατασκευασμένα από πτερύγια αλουμινίου και πλαίσιο.

6. ΤΜΗΜΑ ΥΓΡΑΝΤΗΡΑ Υγραντήρα Ατμού που αποτελείται ανεξάρτητη γεννήτρια ατμου με ηλεκτρόδια.

7. ΤΜΗΜΑ ηχοαπορόφησης κατάλληλων προδιαγραφών ώστε ο αερομεταφερόμενος θόρυβος να είναι της τάξης των 56dB στην προσαγωγή και των 50 στην επιστροφή.



Πίνακας 12α. Διάγραμμα λειτουργίας κεντρικής κλιματιστικής μονάδας

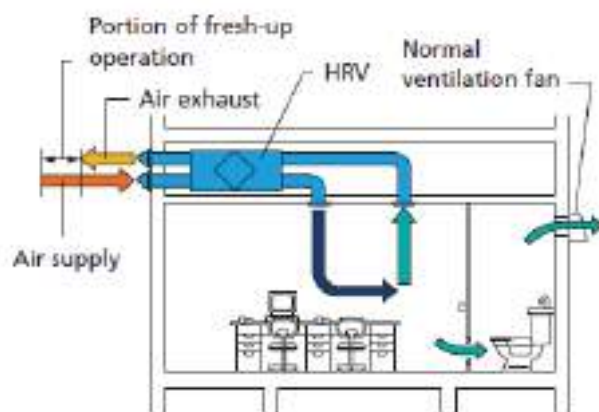


Πίνακας 12β. Διάγραμμα συστήματος ελέγχου μονάδας με ενσωματωμένο ελεγκτή και επικοινωνία με BMS

4.7.2 Τοπικές μονάδες εξαερισμού με ανάκτηση θερμότητας

Για την κάλυψη των απαιτήσεων σε αερισμό των βοηθητικών χώρων αλλά και της βοηθητικής αίθουσας εγκύμνασης, τοποθετούνται πέντε μονάδες ανάκτησης θερμότητας (Heat Recovery unit, HRU) αέρα – αέρα, δύο παροχής 800m³/h, και δύο 1000m³/h στην μέση και μέγιστή τους ταχύτητα.

Οι μονάδες ανάκτησης θα έχουν απόδοση ανταλλαγής θερμότητας τουλάχιστον 73%, διαθέσιμη εξωτερική στατική 90Pa, στάθμη ηχητικής πίεσης το πολύ 37dBA Η ειδική κατανάλωση της κάθε μονάδες δεν θα υπερβαίνει το 1,7 και 1,35kW/(m³/s) για παροχές 800 και 1000m³/h αντίστοιχα.



Εικόνα 10. Σχηματική απεικόνιση της εγκατάστασης στα αποδυτήρια.

Οι μονάδες ανάκτησης ενέργειας σκοπό έχουν την ανάκτηση μέρους της ενέργειας του κλιματιζόμενου αέρα καθώς και την είσοδο νωπού αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο. Οι μονάδες αποτελούνται από: • αεραγωγό αέρα προσαγωγής, • αεραγωγό αέρα επιστροφής, • ανεμιστήρα προσαγωγής, • ανεμιστήρα επιστροφής, • φίλτρο αέρα, • στοιχεία εναλλαγής ενέργειας (Heat exchange elements), • πίνακα ηλεκτρικής τροφοδότησής τους, • χειριστήριο, • ελεγκτή ελεγχόμενο από KNX.

4.8 Ζεστό νερό χρήσης (ZNX)

4.8.1 Υπολογισμός εγκατάστασης

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για το υπό μελέτη κτήριο ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 ανά χρήση, και είναι αυτή η τιμή που θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς.

- Κλειστό γυμναστήριο: 9.00 lt/m²/ημέρα x 1172.000 m² = 10548.00 lt/ημέρα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτήριο είναι 10548.00 lt

Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 45°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου του Πολυγύρου όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2014, δίνονται στον πίνακα 5.2.

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου για Z.N.X. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \rho \cdot \Delta T$$

όπου:

Vd [lt /ημέρα]	το ημερήσιο φορτίο, Vd = 10548.00 (lt/ημέρα),
ρ [kg/lt]	η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήση, ρ = 1 (kg/ lt),
c [kJ]/(kg.K)	η ειδική θερμότητα, c = 4,18 kJ/(kg.K),
ΔT [K] ή [°C]	θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της χαμηλότερης θερμοκρασίας του νερού δικτύου και της θερμοκρασίας του Ζ.Ν.Χ..

Εφαρμόζοντας την πιο πάνω σχέση και για τις θερμοκρασίες νερού δικτύου (πίνακας 5.2), υπολογίστηκε το ημερήσιο θερμικό φορτίο (kWh/ημέρα) για ΖΝΧ του κτηρίου για κάθε μήνα, όπως δίνεται στον πίνακα 5.2.

Ζώνη	Χρήση	Vd [lt/ημέρα]	Vstore [lt]	QD [kWh/ημέρα]	Pn [kW]
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ	Κλειστό γυμναστήριο	10548.00	2109.60	361.72	72.34
ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	0.00	0.00	0.00	0.00

Για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης του υπό μελέτη κτηρίου, θα εγκατασταθούν τα παρακάτω συστήματα, όπως αυτά παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους πίνακες που ακολουθούν. Οι σχέσεις υπολογισμού για τη συνολική χωρητικότητα και τη θερμική ισχύ είναι σύμφωνες με τις αντίστοιχες που αναφέρονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

4.8.2 Σύστημα παραγωγής ΖΝΧ

Για τις αυξημένες ανάγκες του κτηρίου σε ζεστά νερά χρήσης θα εγκατασταθεί λέβητας πετρελαίου ισχύος 80kW. Ο λέβητας θα εγκατασταθεί σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κτηριοδομικού κανονισμού. Ο λέβητας θα είναι κατάλληλων διαστάσεων για να χωράει στον υφιστάμενο διαθέσιμο χώρο.

Ο λέβητας θα έχει συνολικό βαθμό απόδοσης και μετά τον έλεγχο υπερδιαστασιολόγησης τουλάχιστον $n_{λ,εβ} = 93,5\%$ και όχι μικρότερο από τα οριζόμενα στην 813/2013 οδηγία.

Πρόσθετα εγκαθίσταται σύστημα ηλιακών κατόπτρων βεβιασμένης κυκλοφορίας συνολικής επιφάνειας κατόπτρων 38,5τμ όπως αυτό θα περιγραφεί στην συνέχεια. Ωστόσο το ποσοστό κάλυψης είναι σαφώς μικρότερο του 60% και για τον λόγο αυτό εγκαθίσταται παράλληλα με τον λέβητα και αντλία θερμότητας υψηλού SFP ώστε να καλύπτονται οι απαιτήσεις του κανονισμού.

4.8.3 Σύστημα αποθήκευσης

Από τον λέβητα θα τροφοδοτούνται δύο boiler τριπλής ενέργειας 1000 lt των καθένα που θα εξυπηρετούν τις ανάγκες του γυμναστηρίου. (προσοχή θα δοθεί στην ύπαρξη αυτοματισμού για την πρόληψη εμφάνισης λεγεονέλας). Τα Boiler θα διαθέτουν εναλλάκτη (απώλειες 5%), και θα είναι εγκατεστημένα σε εσωτερικό χώρο (απώλειες 2%) και ο βαθμός απόδοσής τους θα είναι $n_{αποθ} = 93\%$

4.8.4 Σύστημα διανομής

Από τα Boiler και προς τις καταναλώσεις θα κατασκευαστεί θερμικά μονωμένο δίκτυο με πάχη τουλάχιστον ίσα με αυτά του κτηρίου αναφοράς. Το δίκτυο θα είναι ισχύος 70kW, μεγάλο, με ανακυκλοφορία, θα οδεύει σε εσωτερικούς χώρους και ως εκ τούτου ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής θα είναι: $n_{δικτ} = 87,2\%$

4.9 Ηλιακά κάτοπτρα για ζεστό νερό χρήσης (ZNX)

4.9.1 Απόδοση ηλιακών panel

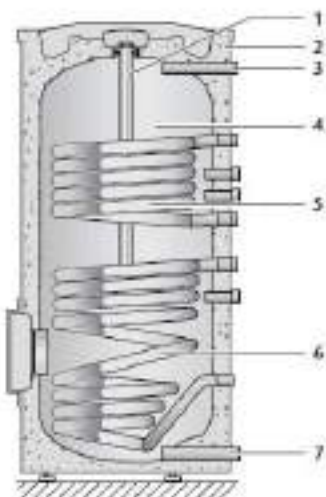
Η απόδοση των ηλιακών panel δίνεται από τον κατασκευαστή ως μία καμπύλη ή προκύπτει από εξίσωση $\eta_A = \eta_{0A} - U_A \cdot (t_m - t_a) / G$. Και στις δύο περιπτώσεις ως δεδομένα είναι η θερμοκρασία νερού στον συλλέκτη $t_m = (T_{εξοδ} + T_{εισ}) / 2$, η θερμοκρασία περιβάλλοντος t_a , η ηλιοφάνεια που για την Ελλάδα υπολογίζεται σε 800 W/m^2 . Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται η εξίσωση για τον προσδιορισμό της απόδοσης χρειάζονται ως πρόσθετα δεδομένα ο συντελεστής θερμοπερατότητας του συλλέκτη U_A αλλά και η ονομαστική του απόδοση η_{0A} .

Αναλυτικός υπολογισμός βαθμού απόδοσης ηλιακού συλλέκτη

Στοιχεία από κατασκευαστή	U_A :	0,721	W/(m ² K)	Θερμοπερατότητα συλλέκτη
	η_{0A} :	0,66		Ονομαστικός βαθμός απόδοσης Συλλέκτη
Θερμοκρασιακά στοιχεία	$T_{εξοδ}$:	45	°C	
	$T_{εισ}$:	16	°C	
	G	800		W/m ² Ηλιακή ενέργεια
Υπολογισμός βαθμού απόδοσης	t_m :	30,5	°C	Μέση θερμοκρασία συλλέκτη $(T_{εξοδ} + T_{εισ}) / 2$
	t_a :	20	°C	Θερμοκρασία περιβάλλοντος
	$\eta_A = \eta_{0A} - U_A \cdot (t_m - t_a) / G$			
	η_A :	0,65		Βαθμός απόδοσης συλλέκτη

4.9.2 Απόδοση ηλιακών panel

Θα εγκατασταθούν δύο δοχεία αδρανείας χαλύβδινα χωρητικότητας 1000lt έκαστο. Το κάθε δοχείο θα διαθέτει δύο εσωτερικούς εναλλάκτες για σύνδεση με οποιαδήποτε εξωτερική πηγή χωρίς ανάμιξη με το ζεστό νερό χρήσης. Το δοχείο αδρανείας θα διαθέτει προδιαγραφές για χρήση σε δίκτυο νερών χρήσης και θα είναι μονωμένο ώστε να εκμηδενίζονται οι απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμομονωτική επένδυση θα είναι χωρίς χλωροφθοράνθρακες από μαλακό αφρό πολυουρεθάνης με πάχος 100 mm. Στην έξοδο του θερμού νερού θα υπάρχει θερμοστατική βαλβίδα ανάμιξης θα είναι ειδικά σχεδιασμένη για ηλιακά συστήματα με μεγάλες παροχές και υψηλές θερμοκρασίες νερού.

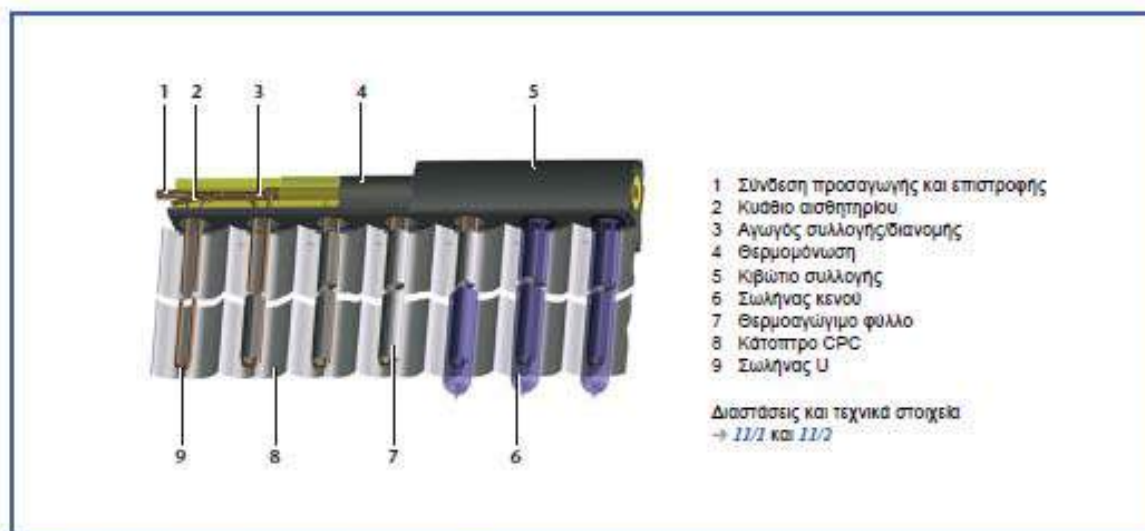


Υπόμνημα εικόνας

- 1 Ανόδιο μαγνησίου
- 2 Θερμομόνωση (μόνωση μαλακό αφρό)
- 3 Έξοδος ζεστού νερού
- 4 Δοχείο αποθήκευσης
- 5 Επάνω εναλλάκτης θερμότητας (σερπαντίνα) για συμπληρωματική θέρμανση με συμβατικό λέβητα
- 6 Ηλιακός εναλλάκτης θερμότητας (σερπαντίνα)
- 7 Είσοδος κρύου νερού

4.9.3 Συλλέκτης κενού

Στο σύστημα παραγωγής ZNX θα εγκατασταθούν 12 συλλέκτες κενού επιφάνειας περίπου 3,20m² ο καθένας. Το πλήθος των συλλεκτών εξαρτάται από την επιφάνειά τους. Έτσι με την προϋπόθεση ότι η συνολική εγκατεστημένη επιφάνεια είναι περίπου 40m² και η απόδοση ανά τετραγωνικό είναι περίπου αυτή της παραγράφου 3.2.1 μπορούν να τοποθετηθούν και περισσότεροι συλλέκτες με μικρότερη επιφάνεια ανά συλλέκτη.



4.9.4 Βεβιασμένη κυκλοφορία

Το σύστημα για την εξαναγκασμένη κυκλοφορία των νερών στο κλειστό κύκλωμα των ηλιακών θα διαθέτει κυκλοφορητή, δύο σφαιρικές βάνες με ενσωματωμένο θερμόμετρο και βαλβίδα αντεπιστροφής στην προσαγωγή και την επιστροφή. Βαλβίδα ασφαλείας 6bar με μανόμετρο. Σωλήνες εξαερισμού με χειροκίνητο εξαερισμό στην επιστροφή, βαλβίδα εξισορρόπησης (ροόμετρο). Σύστημα πλήρωσης – εκκένωσης. Το δίκτυο παραγωγής θερμών νερών θα αποτελείται από το boiler, τα κάτοπρα τις σωλήνες, τα όργανα αυτοματισμού και ελέγχου, τους κυκλοφορητές, τα δοχεία διαστολής κλπ

4.9.5 Ποσοστό κάλυψης

Τα ηλιακά πάνελ που προτείνεται να εγκατασταθούν έχουν εμβαδό 38,4τμ, είναι τεχνολογίας κενού (cpc) με συντελεστή αξιοποίησης ακτινοβολίας 0,358 (γωνία κλίσης 10 °), και έχουν προσανατολισμό Νότιο δυτικό (225°). Με αυτά τα δεδομένα το ποσοστό κάλυψης της ετήσιας ζήτησης με ΑΠΕ ανέρχεται σε 12,43%.

Για την κάλυψη της απαίτησης του κανονισμού, τοποθετείται σε παράλληλη λειτουργία με τον λέβητα, αντλία θερμότητας για ZNX με θερμοκρασία εξόδου 55°C και SPF>3.5.

4.9.6 Αντλία θερμότητας στην παραγωγή ZNX

Για την κάλυψη της απαίτησης του κανονισμού, τοποθετείται σε παράλληλη λειτουργία με τον λέβητα, αντλία θερμότητας για ZNX με θερμοκρασία εξόδου 55°C και SPF>3.5.

Η μονάδα θα είναι τύπου υψηλών θερμοκρασιών (HT) εξοπλισμένη με επιπλέον ανεμιστήρα EC για να εξασφαλίζει χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και να λειτουργεί σε ένα ευρύτερο φάσμα θερμοκρασιών. Το περίβλημα θα είναι κατασκευασμένο από βαμμένο γαλβανισμένο

χάλυβα. Όλα τα στοιχεία γαλβανισμένου χάλυβα βάφονται ξεχωριστά με ειδική βαφή πριν από τη συναρμολόγηση της μονάδας. Η μονάδα είναι κατάλληλη για εξωτερική εγκατάσταση, απευθείας στην οροφή του κτηρίου ή στο επίπεδο του εδάφους.

Η μονάδα θα είναι εξοπλισμένες με ένα κύκλωμα ψυκτικού μέσου. Το κύκλωμα ψυκτικού εξοπλισμού είναι εξοπλισμένο με συμπιεστές, βαλβίδα αναστροφής 4 οδών, πηνίο πτερυγίων ως εξωτερικός εναλλάκτης θερμότητας, φίλτρο-στεγνωτήριο με συμπαγή πυρήνα,

θερμοστατική βαλβίδα εκτόνωσης, ηλεκτρονική βαλβίδα εκτόνωσης, εναλλάκτη θερμότητας εσωτερικού χώρου και συσσωρευτή αναρρόφησης. Ο εναλλάκτης θερμότητας είναι τοποθετημένο στη γραμμή εκροής για να ανακτήσει το 20% της απόρριπτομένης θερμότητας από την μονάδα. Οι συμπιεστές είναι τύπου Scroll, εξοπλισμένοι με τριφασικούς 2-πολικούς ασύγχρονους κινητήρες και εγγενή διάταξη προστασίας κινητήρα εξασφαλίζοντας προστασία από υπερθέρμανση. Όλοι οι συμπιεστές έχουν άμεση εκκίνηση και είναι τοποθετημένοι σε ελαστικούς αποσβεστήρες κραδασμών προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η μετάδοση θορύβου και κραδασμών. Ο ηλεκτρικός θερμοαντήρας ζώνης ενεργοποιείται κατά τη διάρκεια του χρόνου απενεργοποίησης του συμπιεστή, προκειμένου να προστατευτεί. Οι εσωτερικοί εναλλάκτες θερμότητας είναι τύπου συγκόλλησης από ανοξείδωτο χάλυβα. , Οι εξωτερικοί εναλλάκτες θερμότητας είναι πηνία σωλήνων πτερυγίων. Οι κινητήρες ανεμιστήρων είναι αξονικού τύπου, διαμέτρου 800 [mm], με τριφασικό ηλεκτροκίνητο ηλεκτροκινητήρα (EC) και βαθμό προστασίας IP54. Η αντλία θερμότητας θα είναι στην θέρμανση ενεργειακής κλάσης A+, και για LWT 55oC, EWT50oC θα διαθέτουν Seasonal Performance Factor (SFP) τουλάχιστον 3,5.

Με την εγκατάσταση αντλίας θερμότητας με τις παραπάνω προδιαγραφές δεν απαιτείται η κάλυψη του 60% της καταναλισκόμενης ενέργειας στα ζεστά νερά χρήσης από ηλιακά. Στην παρούσα μελέτη για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου υπολογίστηκε η δυσμενέστερη περίπτωση ότι δηλαδή θα χρησιμοποιηθεί λέβητα ως κύριος παραγωγός των ZNX . Στην πράξη ωστόσο θα τίθεται σε λειτουργία μόνο στις ακραίες καιρικές συνθήκες, στην μερική ζήτηση φορτίων θέρμανσης, όταν ζητείται μεγάλη επιτάχυνση στην παραγωγή ζεστών νερών χρήσης και όταν είναι απαιτητή η αύξηση και διατήρηση της θερμοκρασίας εντός των boiler πάνω από τους 70°C (προστασία από λεγεωνέλα).

4.10 Φωτισμός

Για τον φωτισμό του κτηρίου επιλέχθηκε η εγκατάσταση φωτιστικών σωμάτων τύπου LED. Η θέση και η ισχύς τους προσδιοριστική με μελέτη φωτοτεχνίας χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα DialLux 4.12.

Οι κύριες ζώνες χρήσης του κτηρίου είναι δύο αυτές του κλειστού γυμναστηρίου και των βοηθητικών χώρων – διαδρόμων κυκλοφορίας. Ωστόσο κάθε μία από αυτές μπορεί να έχει κάποια τμήματα για τα οποία η απαιτούμενη στάθμη φωτισμού είναι διαφορετική από αυτή της κύριας χρήσης της ζώνης. Ορίζονται λοιπόν υποζώνες οι οποίες ονομάζονται ζώνες φωτισμού και δίνονται στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης ως ποσοστό της συνολικής ζώνης. Οι επιθυμητές στάθμες φωτισμού για όλους του βοηθητικούς χώρους εκτός από την κεντρική σάλα ελήφθησαν από τον πίνακα 2.4 TOTE20701-1/2017 α' έκδοση και το πρότυπο EN 12464-1 (light and lighting of work places- Part 1: indoor work places). Έτσι για την κεντρική είσοδο, τα αποδυτήρια, τους διαδρόμους, και τα WC η στάθμη φωτισμού ανέρχεται σε 200lux και τις αποθήκες και ΗΜ χώρους σε 100lux.

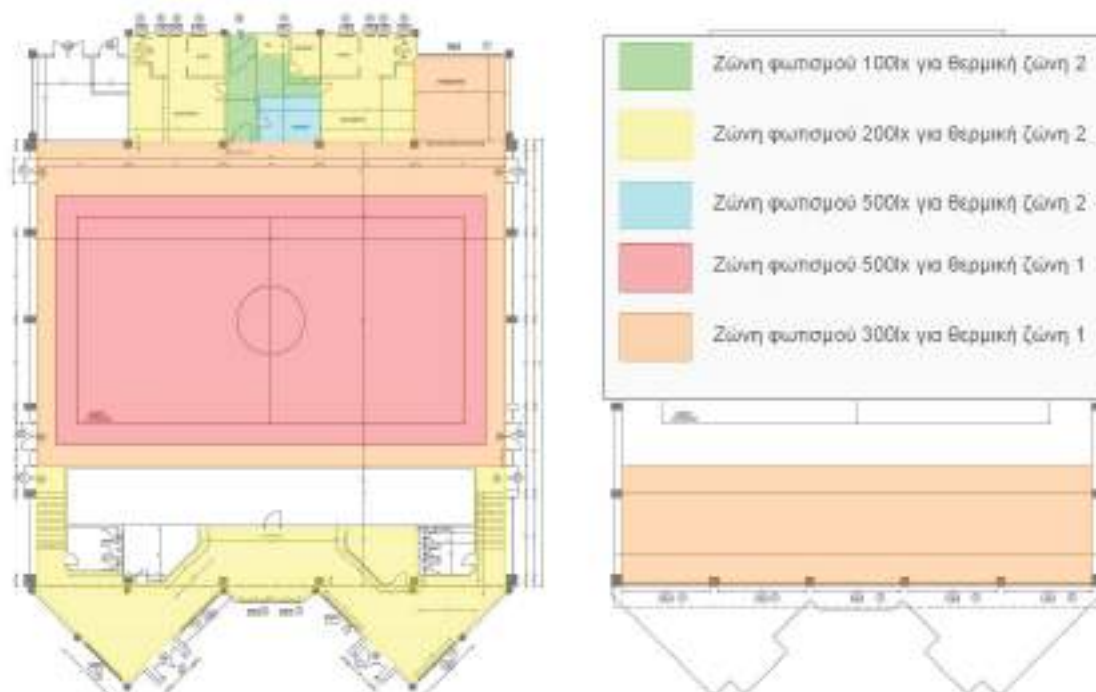
Ειδικά για την σάλα του γηπέδου η στάθμη φωτισμού προκύπτει από το πρότυπο EN 12193 (Light and lighting - Sports lighting). Σύμφωνα λοιπόν με το πρότυπο για αγωνιστικό χώρο στον οποίο τελούνται αγώνες καλαθοσφαίρισης και πετοσφαίρισης σε εθνικό επίπεδο η κλάση φωτισμού είναι II, η κατηγορία τηλεοπτικής κάλυψης B και η μέση στάθμη φωτισμού σε οριζόντιο επίπεδο 500lux με ομοιομορφία 0,7 ($E_{\text{Hm}} > 500 \text{lx}$,

$E_{hmin}/E_{vm} \geq 0.7$, σε ύψος 1.80 από το δάπεδο), χρωματική απόδοση φωτιστικών Ra 60 και συντελεστή θάμβωσης μικρότερο του 50 ($GR < 50$). Για την τηλεοπτική κάλυψη με κάμερα (κλάσης B) τοποθετημένη στο μέσο του ψηλότερου σημείου των κεραιδών και μέγιστη απόσταση λήψης 32m και με την χρήση του διαγράμματος της εικόνας του EN12464-1 προκύπτει ότι η μέση κατακόρυφη στάθμη φωτισμού στην κάμερα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 630lx. [$E_{vm} > 630lx$, $E_{vmin}/E_{vmax} \geq 0.4$, $E_{hm}/E_{vm} \geq 0.7$, $E_{hmin}/E_{hmax} \geq 0.5$ στην κάμερα].



Εικόνα 10 Τρισδιάστατη απεικόνιση φωτισμού κώριας αίθουσας γυμναστηρίου (διάγραμμα 4.12).

Στην εικόνα 11 δίνονται οι ζώνες φωτισμού για κάθε θερμική ζώνη όπως αυτές προκύπτουν από την ΤΟΤΕΕ και τα ευρωπαϊκά πρότυπα και όπως αναλύεται παραπάνω. Στον πίνακα 20 δίνονται τα εμβαδά των υπο-ζωνών φωτισμού και τα ποσοστά ανά στάθμη φωτισμού και ανά ζώνη.



Εικόνα 11 Ζώνες φωτισμού.

Στον πίνακα 12 δίνονται αναλυτικά ανά χώρο και ανά ζώνες οι επιθυμητές στάθμες φωτισμού και η εγκατεστημένη ισχύς των επιλεγμένων βάσει φωτοτεχνικής μελέτης φωτιστικών σωμάτων. Τα επιλεγμένα φωτιστικά θα είναι τύπου LED και θα είναι ισοδυνάμων

προδιαγραφών με τα προτεινόμενα στην μελέτη φωτιστεχνίας ή ισοδυνάμου. Η ισχύς που αναγράφεται στην τελευταία στήλη είναι η συνολικά καταναλισκόμενη ισχύς στο φωτιστικό συμπεριλαμβανομένων εκτός των LED και τις υπόλοιπες απώλειες σε μετασχηματιστές εκινητές κλπ.

Ζώνη	Επίπεδο	Εμβαδά για στάθμη φωτισμού						Εξουολ	Εγκατεστημένη ισχύς		
		1000lux	500lux	400lux	300lux	200lux	100lux		πλήθος φωτ.	ισχύς/φωτ	ισχύς
Βοηθ. Χώροι	Αποδυτήρια αθλητών 1					51		51	6	37	222
	Είσοδος						25	25	5	37	185
	Αποδυτήρια διαιτητών					10		10	2	37	74
	Διοίκηση		14					14	3	37	111
	Αποδυτήρια αθλητών 2					50,3		50,3	6	37	222
	Είσοδος κοινού					216		216	14	43,4	607,6
	Σύνολο	0	14	0	0	327,3	25	366,3	6	31	1.619,60
	Ποσοστά	0,00%	3,82%	0,00%	0,00%	89,35%	6,83%				
Κλειστό γυμναστήριο	Γυμναστήριο βοηθητικό				39,3			39,3	6	37	222
	Γήπεδο		558					558	36	270	9720
	Κεντρική αίθουσα				520			520	9	37	333
	Σύνολο	0	558	0	559,3	0	0	1117,3			10.275,00
	Ποσοστά	0,00%	49,94%	0,00%	50,06%	0,00%	0,00%				

* Τα αναγραφόμενα εμβαδά είναι τα καθαρά χωρίς τους τοίχους

Πίνακας 12. Ζώνες φωτισμού και ποσοστό κάλυψης της επιφάνειας των ενεργειακών ζωνών

Ζώνη 1: 500lux 49.94% 300lux 50.06%
Ζώνη 2: 500lux 3.82% 200lux 89.35% 100lux 6.83%

4.10.1 Αυτοματισμός στον φωτισμό

Για τον φωτισμό του κτηρίου δεν εγκαθίσταται κεντρικό σύστημα αυτοματισμού καθώς η μεγάλη κατανάλωση (>85%) γίνεται στο σύστημα φωτισμού της κεντρικής αίθουσας για την οποία όμως οι συνθήκες λειτουργίας δεν μπορεί να ρυθμίζονται από αισθητήρια στάθμης ούτε και η λειτουργία τους μπορεί να στηρίζεται σε αισθητήρια παρουσίας. Το ίδιο ισχύει και για την είσοδο του κοινού (6%) συνεπώς μόνο το 7% της συνολικής ισχύος θα μπορούσε να ελεγχθεί και για τον σκοπό αυτό προτείνεται στα WC εγκατάσταση αισθητήρων κίνησης και στα αποδυτήρια αισθητήρια παρουσίας με χειροκίνητη έναυση αυτόματη σβέση.

4.11 Σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου κτηρίου

Ζώνη 1: κλειστό γυμναστήριο

Η επιθυμητή κατηγορία αυτοματισμών τόσο για την θέρμανση όσο και για την ψύξη είναι **A**.

- Το κτήριο έχει χρήση κλειστού γυμναστηρίου (συνάθροισης κοινού) και διαθέτει χώρους εκγύμνασης και κοινόχρηστους και βοηθητικούς χώρους. Ως εκ τούτου δεν απαιτείται ολοκληρωμένη διάταξη αυτόματου ελέγχου της λειτουργίας των θερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων (ανά λειτουργικό χώρο) με έλεγχο παρουσίας χρηστών. Σε κάθε χώρο εγκαθίσταται θερμοστάτης που ελέγχει την λειτουργία των θερματικών μονάδων ανά λειτουργικό χώρο.
- Η αντλία θερμότητας θα διαθέτει ελεγκτή ο οποίος θα ρυθμίζει την θερμοκρασία παροχής του μέσου ανάλογα με το θερμικό/ψυκτικό φορτίο των επιμέρους χώρων και την εξωτερική θερμοκρασία. Ο ελεγκτής της αντλίας θα είναι ενσωματωμένος, της κατασκευάστριας εταιρίας και θα διαθέτει θύρα απευθείας σύνδεσης με BMS.
- Οι κυκλοφορητές θα είναι όλοι με inverter και θα ρυθμίζονται αυτόματα ανάλογα με το θερμικό ή ψυκτικό κάθε φορά φορτίο. Θα διαθέτει αισθητήρες διαφορικής

πίεσης και θερμοκρασίας και θα φέρει ελεγκτή της κατασκευάστριας εταιρίας ενσωματωμένο, που θα διαθέτει θύρα απευθείας σύνδεσης με BMS.

- Η μονάδα παραγωγή θέρμανσης και ψύξης είναι μία.
- Οι μονάδες αερισμού και η κεντρικές κλιματιστικές μονάδες ρυθμίζουν αυτόματα την προσαγωγή νωπού αέρα με την βοήθεια αισθητηρίων ποιότητας αέρα εγκατεστημένα σε κάθε εξυπηρετούμενο χώρο. (έλεγχος συγκέντρωσης CO₂)
- Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης και νυχτερινού αερισμού.
- Γίνεται έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με την μεταβολή του απαιτούμενου φορτίου ανά χώρο)
- Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή και απόρριψης στις αίθουσες εκγύμνασης με την χρήση υγραντήρα ατμού στην θέρμανση αλλά και λειτουργία αφύγρανσης στην ΚΚΜ με αναθέρμανση. .

Ζώνη 2: βοηθητικοί χώροι

Η κατηγορία αυτοματισμών τόσο για την θέρμανση όσο και για την ψύξη είναι Δ καθώς δεν γίνεται έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα

5. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

5.1 Καταναλισκόμενη ενέργεια

Σύμφωνα με την μελέτη ενεργειακής απόδοσης του αναβαθμισμένου κτηρίου η κατηγορία του είναι **B+** και ποιο συγκεκριμένα η κατανάλωση του σε πρωτογενή ενέργεια εκτιμάται σε **464,50 kWh/m²**. Από το πιστοποιητικό ενεργειακής επιθεώρησης προκύπτει ότι η κατηγορία του υφιστάμενου κτηρίου είναι Z και η κατανάλωση σε πρωτογενή ενέργεια 1.371,10kWh/m² ενώ η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μετά τις επεμβάσεις ανέρχεται σε (1.371,10 – 906,60=) 464,50 kWh/m² και η προσδιοριζόμενη κατηγορία B.



(α)

Τελική χρήση	Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m ²)
Ηλεκτρισμός	133.5
Πετρέλαιο θέρμανσης	87.2
Ηλιακή ενέργεια	12.9
Γεωθερμία	0.0



(β)

Πίνακας 12. Κατηγορίες ενεργειακής κατάταξης κτηρίου (α) πριν και (β) μετά τις επεμβάσεις (πηγή: ΠΕΑ και μελέτη ενεργειακής απόδοσης).

Η διαφορά στην ενεργειακή κατηγορία του κτηρίου μεταξύ του σεναρίου στο ΠΕΑ και της μελέτης οφείλεται στο ότι το κτήριο αναφοράς στην πρώτη περίπτωση αντιγράφει στοιχεία από το υφιστάμενο κτήριο ενώ στην δεύτερη από το ριζικά ανακαινιζόμενο κτήριο.

Η ενεργειακή κατηγορία που θα προκύψει με το νέο ΠΕΑ μετά το πέρας των εργασιών θα είναι B+ και αυτή θα είναι η τελική ενεργειακή κατηγορία του κτηρίου.

5.2 Κόστος καταναλιστόμενης ενέργειας

Οι καταναλώσεις και πριν και μετά την επέμβαση είναι δύο τύπων ηλεκτρικές και πετρέλαιο. Στη συνέχεια δίνεται η μέθοδος υπολογισμού του κόστους λειτουργίας

5.2.1 υπολογισμός κόστους ηλεκτρικής ενέργειας

Το κόστος της καταναλισκόμενης ενέργειας υπολογίζεται ως το άθροισμα της προμήθειας ρεύματος (ΠΡ), του κόστους δικτύου μεταφοράς (ΧΧΣ), δικτύου διανομής (ΧΧΔ), λοιπές χρεώσεις (ΛΧ), ειδικό τέλος μείωσης εκπομπών αερίων ρύπων (ΕΤΜΕΑΡ), υπηρεσίες κοινής ωφέλειας (ΥΚΩ), ειδικό φόρο κατανάλωσης (ΕΦΚ). Στον πίνακα 13 δίνεται το επαγγελματικό τιμολόγιο Γ22 της ΔΕΗ και στην συνέχεια ο τρόπος υπολογισμού των χρεώσεων.

Τρόπος Υπολογισμού των Χρεώσεων Χρήσης Συστήματος Μεταφοράς για τους Πελάτες Χαμηλής Τάσης (Σύστημα Μεταφοράς)

Ο υπολογισμός των χρεώσεων χρήσης του Συστήματος Μεταφοράς ανά Πελάτη γίνεται με εφαρμογή

του εξής μαθηματικού τύπου:

$$ΧΧΣ = [kVA \times \text{Ημέρες} / 365 \times \text{ΜΠΧ}(\text{€/kVA} \ \& \ \text{έτος})] + [kWh \times \text{ΜΜΧ}(\text{€/kWh})]$$

όπου:

kVA: η Συμφωνημένη Ισχύς Παροχής του Πελάτη, όπως προκύπτει από την συμφωνία σύνδεσης

των εγκαταστάσεών του με το Δίκτυο

Ημέρες: ο αριθμός ημερών της περιόδου κατανάλωσης

ΜΠΧ(€/kVA & έτος): η Μοναδιαία Πάγια Χρέωση

kWh: η καταμετρηθείσα απορρόφηση ενέργειας από το Δίκτυο από τον Πελάτη κατά την Περίοδο κατανάλωσης

ΜΜΧ(€/kWh): η Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση

Τρόπος Υπολογισμού των Χρεώσεων Χρήσης Δικτύου Διανομής

για τους Πελάτες Χαμηλής Τάσης

(Δίκτυο Διανομής)

Ο υπολογισμός των χρεώσεων χρήσης του Δικτύου ανά Πελάτη γίνεται με εφαρμογή του εξής μαθηματικού τύπου:

$$ΧΧΔ = [kVA \times \text{Ημέρες} / 365 \times \text{ΜΠΧ}(\text{€/kVA} \ \& \ \text{έτος})] + [kWh \times \text{ΜΜΧ}(\text{€/kWh}) / \text{συνφ}]$$

όπου:

kVA: η Συμφωνημένη Ισχύς Παροχής του Πελάτη, όπως προκύπτει από την συμφωνία σύνδεσης

των εγκαταστάσεών του με το Δίκτυο

Ημέρες: ο αριθμός ημερών της περιόδου κατανάλωσης

ΜΠΧ(€/kVA & έτος): η Μοναδιαία Πάγια Χρέωση

kWh: η καταμετρηθείσα απορρόφηση ενέργειας από το Δίκτυο από τον Πελάτη κατά την Περίοδο κατανάλωσης

MMX(€/kWh): η Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση

συνφ: η μέση τιμή του συντελεστή ισχύος του Πελάτη κατά την Περίοδο κατανάλωσης.

$$\acute{o}\text{που } \text{συνφ} = [1/(1+(\text{Άεργα}/\text{Ενεργά})^2)]^{1/2}$$

Για τους Πελάτες για τους οποίους δεν γίνεται μέτρηση άεργου ισχύος, λαμβάνεται $\text{συνφ} = 1$

Οι χρεώσεις του Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης (ΕΦΚ) ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση είναι οι ακόλουθες:

Επαγγελματική 0,0050, Αγροτική 0,0000, Οικιακή 0,0022

Χρέωση Προμήθειας (με ισχύ από 1.10.2015)

Περιλαμβάνει το κόστος και τις λοιπές δαπάνες της ΔΕΗ για την παραγωγή και την προμήθεια της ηλεκτρικής ενέργειας στους πελάτες.

Ζώνη	Ισχύς (ΚW/μήνα)	Ενέργεια (ΕκWh)	Γάλλο (Ε€/μήνα)
Όλο το έτος	1,10	0,08259	0,53

Αν ΣΥΝΤ. ΧΡΗΕ/ΣΗΕ < 0,20 τότε ΧΖ=2 *ΚΜΖ* ημέρες περιόδου Κατανάλωσης/30

Αν ΣΥΝΤ. ΧΡΗΕ/ΣΗΕ ≥ 0,20 τότε ΧΖ=ΚΜΖ* ημέρες περιόδου Κατανάλωσης/30

Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις³

Οι Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις εγκρίνονται από την Πολιτεία και εφαρμόζονται σε όλους τους πελάτες που κάνουν χρήση του Εθνικού Ηλεκτρικού Συστήματος, ανεξαρτήτως του προμηθευτή που έχουν επιλέξει.

Είδος παροχής	Σύστημα Μεταφοράς		Δίκτυο Διανομής		Λοιπές Χρεώσεις (€/κWh)	ΕΤΜΕΑΡ (€/κWh)	ΥΚΟ (€/κWh)
	Ισχύς (kW) οικιακής	Ενέργεια (MWh) οικιακή	Ισχύς (kW) οικιακής	Ενέργεια (MWh) οικιακή			
με μέτρηση άεργου ισχύος	0,53	0,00477	3,17	0,0190	0,00007	0,02608	0,01824
με μέτρηση άεργου ισχύος	0,53	0,00477	3,78	0,0167	0,00007	0,02608	0,01824

Χρεώματα Ισχύος: Η συμφωνημένη ισχύς (ΣΙ) της παροχής.

Η χρέωση Ενέργειας του Δικτύου Διανομής προσεγγίζεται σε ακρίβεια με το συνφ.

Πίνακας 13. Χρεώσεις ηλεκτρικής ενέργειας και λοιπόν χρεώσεων για τιμολόγιο κατηγορίας Γ22 (πηγή ΔΕΗ)

5.2.2 υπολογισμός κόστους πετρελαίου

$$\text{Κόστος πετρελαίου θέρμανσης} = \text{ΤΠ} * \text{ΚΕ} / \text{ΘΔΠ} = 0,995 * \text{ΚΕ} / 11,9$$

ΤΠ: Τιμή πετρελαίου/lt (2018)

ΚΕ : καταναλισκόμενη ενέργεια (kWh)

ΘΔΠ: θερμογόνος δύναμη πετρελαίου(kWh/lt)

Μέσος τρέψ λιπασής πώλησης καυσίμων για όλη τη Ελλάδα για την 26/3/2018		
http://www.fuelprices.gr/default.view		
Αμόλυβδη 95 οκτ. 1,539	Αμόλυβδη 100 οκτ. 1,736	
Diesel Κίνησης 1,312	Πετρώαιο Θερμ. 0,995	Υγραέριο κίνησης (Autogas) 0,799

5.2.2 κόστος λειτουργίας

Από τα παραπάνω εξάγεται ο πίνακας 14 στον οποίο υπολογίζεται το κόστος λειτουργίας του υφιστάμενου κτηρίου όπως αυτή προκύπτει από το ΠΕΑ και του κτηρίου μετά τις προτινόμενες επεμβάσεις.

Γυμναστήριο (εμβαδό)	1577,7	1577,7
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)/m ²	293,2	133,5
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)	462.582	210.623
Εγκατεστημένη ισχύς (kVA)	250	250
Προμήθεια ρεύματος (ΠΡ)	38.204,62 €	17.395,35 €
δίκτυου μεταφοράς (ΧΧΣ)	2.339,01 €	1.137,17 €
δίκτυου διανομής (ΧΧΔ)	9.581,55 €	4.794,34 €
λοιπές χρεώσεις (ΛΧ)	32,38 €	14,74 €
ειδικό τέλος μείωσης εκπομπών αερίων ρύπων (ΕΤΜΕΑΡ)	12.064,13 €	5.493,05 €
υπηρεσίες κοινής ωφέλειας (ΥΚΩ)	8.437,49 €	3.841,76 €
ειδικό φόρο κατανάλωσης (ΕΦΚ)	2.312,91 €	1.053,11 €
Σύνολο ρεύματος / έτος	72.972,09 €	33.729,52 €
ΦΠΑ (13%)	9.486,37 €	4.384,84 €
Σύνολο ρεύματος / έτος	82.458,46 €	38.114,36 €
Κατανάλωση πετρελαίου (kWh)/m ²	474,90	87,20
Κατανάλωση πετρελαίου (kWh)	749.249,73	137.575,44
Κατανάλωση πετρελαίου lt	62.962,16	11.560,96
Κόστος πετρελαίου €/lt	0,995 €	0,995 €
Σύνολο πετρελαίου / έτος	62.647,35 €	11.503,16 €
Συνολικό κόστος	145.105,81 €	49.617,52 €

Πίνακας 14. κόστους λειτουργίας υφιστάμενου κτηρίου όπως αυτή προκύπτει από το ΠΕΑ και κτηρίου μετά τις προτεινόμενες επεμβάσεις.

6. ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Στον πίνακα 15 δίνεται ο προϋπολογισμός των προτεινόμενων επεμβάσεων όπως αυτές περιγράφονται στην μελέτη των επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης του κλειστού γυμναστηρίου.

A. ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ (ΚΕΛΥΦΟΣ)	292.043,44
B. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ	326.339,85
Σύνολο εργασιών	618.383,29
Ε.Ο. (18%)	111.308,99
Μερικό σύνολο 1	729.692,28
Απρόβλεπτα (15%)	109.453,84
Συνολο έργου πριν το Φ.Π.Α.	839.146,45
Πρόβλεψη Αναθεώρηση	7.365,43
ΑΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ (Κόστος υποδοχής σε αποδεκτούς χώρους, των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ)) Σύμφωνα με την ΚΥΑ 36259/1757/Ε103/2010 (ΦΕΚ1312β/2010) και την εγκύκλιο 4834/25-1-2013 του ΥΠΕΚΑ	1.706,19
Γενικό σύνολο χωρίς Φ.Π.Α.	848.217,74
ΦΠΑ (24%)	203.572,26
ΣΥΝΟΛΟ	1.051.790,00
Έκπτωση	0
ΣΥΝΟΛΟ	1.051.790,00
ΕΤΗ απαξίωσης επένδυσης	20,00
Εναπομείνουσα αξία επένδυσης	0,00
Μέσο Επιτόκιο	2,5%

Πίνακας 15. Προϋπολογισμός προτεινόμενων επεμβάσεων.

7. ΚΟΣΤΟΣ – ΟΦΕΛΟΣ

Το ετήσιο κόστος επένδυσης ΕΚ υπολογίζεται από την σχέση

$$ΕΚ = ΑΕ * i * (1+i)^n / [(1+i)^n - 1]$$

i: είναι το επιτόκιο δανεισμού

n: τα έτη στα οποία επιθυμούμε τα αποσβέσει η επένδυση

ΑΕ: είναι η προς απόσβεση επένδυση δηλαδή το αρχικό κόστος μείων την εναπομένουσα αξία της κατασκευής.

Για να είναι βιώσιμη μία επένδυση θεωρείται ότι το ετήσιο κέρδος θα είναι μεγαλύτερο από το ετήσιο κόστος.

Στον πίνακα 16 δίνονται διάφοροι χρόνοι απόσβεσης της επένδυσης από 11 έως 16,5 έτη ανάλογα με το επιτόκιο δανεισμού από 0 έως και 5%.

Κτίριο	Επιφάνεια θερμικής ζώνης (m ²)	Κόστος επεμβάσεων	Κατανάλωση (€/έτος) υφιστάμενης κατάστασης	Κατανάλωση (€/έτος) μετά τις προτεινόμενες επεμβάσεις	Όφελος από επεμβάσεις (€/έτος)	Εναπομείνουσα αξία επένδυσης	Κόστος επεμβάσεων για απόσβεση	χρόνος απόσβεσης (έτη)	Επιτόκιο	Ετήσιο κόστος απόσβεσης επεμβάσεων	Όφελος από επεμβάσεις (€/έτος)	
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ	1.577,70	1.051.790	145.106	49.618	95.488	0	1.051.790	11	0,00%	95.449	<	95.488
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ	1.577,70	1.051.790	145.106	49.618	95.488	0	1.051.790	13	2,00%	92.682	<	95.488
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ	1.577,70	1.051.790	145.106	49.618	95.488	0	1.051.790	13	2,50%	95.453	<	95.488
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ	1.577,70	1.051.790	145.106	49.618	95.488	0	1.051.790	15	4,00%	94.599	<	95.488
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ	1.577,70	1.051.790	145.106	49.618	95.488	0	1.051.790	16,5	5,00%	95.111	<	95.488

Πίνακας 16. Χρόνος απόσβεσης επένδυσης.

Στην παρούσα έχουν γίνει κάποιες παραδοχές για την απλοποίηση των υπολογισμών.

1^η παραδοχή είναι ότι οι επεμβάσεις στο κτήριο μετά το πέρας του χρόνου απόσβεσης έχουν μηδενική αξία κάτι που φυσικά δεν ισχύει

2^η παραδοχή είναι ότι το επιτόκιο είναι σταθερό και εξετάζουμε πεντε διαφορετικές περιπτώσεις

3^η παραδοχή είναι ότι το κόστος της ενέργειας είναι σταθερό για τα επόμενα χρόνια ενώ είναι βέβαιο ότι θα αυξηθεί.

4^η παραδοχή και ίσως η σημαντικότερη είναι ότι δεν δοθεί κατά την προκύρηξη κατασκευής του έργου έκπτωση από τον ανάδοχο.

Όλες οι παραπάνω παραδοχές δρουν αρνητικά στον υπολογισμό του κόστους απόσβεσης. Θεωρώντας μία μέση έκπτωση 20%, μια μέση παραμένουσα αξία της τάξης των 20% και ότι ο ρυθμός αύξησης της τιμής της ενέργειας είναι ανάλογος με το επιτόκιο δανεισμού τότε η επένδυση μπορεί να αποσβέσει και σε πολύ λιγότερο από 8 χρόνια.

Ο ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΘΕΟΦΙΛΟΓΙΑΝΝΑΚΟΣ
Δρ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ & ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Η/Υ
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΔΕ ΜΗΤΡΩΟΥ 94009
ΕΘΝ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ 74 Τ.Κ. 551 33 ΚΑΛΑΜΑΡΙΑ
ΤΗΛ: 2510 427 639 & 6972 776 567
ΑΦΜ: 128055602 ΔΟΥ: ΚΑΛΑΜΑΡΙΑΣ