ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΟΣ ΕΒΡΟΥ
ΔΗΜΟΣ ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

ΕΡΓΟ: «Ενεργειακή αναβάθμιση κλειστού γυμναστηρίου «ΝΙΚΟΣ ΣΑΜΑΡΑΣ» Δήμου Ορεστιάδας»

Αρ. μελέτης: 10/2021

Περιεχόμενα

1 Εισαγωγή 3

2 Κλιματισμός 4

2.1 Κανονισμοί 4

2.2 Υφιστάμενη κατάσταση 4

2.2.1 Σύστημα θέρμανσης χώρων 4
2.2.2 Σύστημα ψύξης χώρων 6
2.2.3 Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης 6
2.2.4 Σύστημα μηχανικού αερισμού 6

2.3 Δεδομένα μελέτης 7

2.3.1 Γενικά 7
2.3.2 Κλιματολογικές συνθήκες – συνθήκες χώρων 7
2.3.3 Απαιτήσεις σε νωπό αέρα 8
2.3.4 Πληθυσμός χώρων 9
2.3.5 Υπολογισμός θερμικών απωλειών 9
2.3.6 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων 15

2.4 Προτεινόμενες παρεμβάσεις 19

2.4.1 Σύστημα θέρμανσης & ψύξης χώρων 19
2.4.2 Σύστημα ZNX 28

3 Ισχυρά-Ασθενή ρεύματα 31

3.1 Κανονισμοί 31

3.2 Υφιστάμενη κατάσταση 31

3.2.1 Γενικά 31
3.2.2 Φωτισμός 32
3.2.3 Ασθενή ρεύματα 33

3.3 Προτεινόμενες παρεμβάσεις 34

3.3.1 Τροφοδοσία νέου Η/Μ εξοπλισμού 34
3.3.2 Φωτισμός 35
3.3.3 Φωτοβολταϊκός σταθμός 38
3.3.4 Γείωση 39

3.4 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ & ΑΣΘΕΝΗ ΡΕΥΜΑΤΑ 39

3.4.1 Γενικά 39
3.4.2 Κεντρικό σύστημα διαχείρισης (BMS) 40

1 Εισαγωγή

Η Τεχνική Περιγραφή αφορά τις Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις του Έργου «Ενεργειακή Αναβάθμιση Κλειστού Γυμναστηρίου ΝΙΚΟΣ ΣΑΜΑΡΑΣ Δήμου Ορεστιάδας» που πρόκειται να υλοποιηθεί από τον Δήμο Ορεστιάδας. Πρόκειται για παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης σε υφιστάμενο κτίριο με χρήση κλειστού γυμναστηρίου συνολικού εμβαδού 8.054,21 m2 που βρίσκεται στο Ο.Τ. 451, Ορεστιάδα, Δ. Ορεστιάδας, Ν. Έβρου.
Λαμβάνονται υπόψη τα κάτωθι:

- Τα Αρχιτεκτονικά Σχέδια της υφιστάμενης κατάστασης
- Τα ισχύοντα Πρότυπα και Προδιαγραφές
- Οι προτάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή
- Το εγκεκριμένο από την Π.Υ. Πιστοποιητικό Πυροπροστασίας

Περιγράφονται με πληρότητα ο τρόπος λειτουργίας κάθε συστήματος καθώς και τα μηχανήματα και οι συσκευές που το συγκροτούν, έτσι ώστε μαζί με τα σχέδια να δίδεται πλήρης εικόνα του έργου.

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

Επισημαίνεται ότι:

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

2 Κλιματισμός

2.1 Κανονισμοί

Για τη μελέτη κλιματισμού λαμβάνονται υπόψη οι διατάξεις των παρακάτω κανονισμών/προτύπων:

1. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ).
2. Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 12831 για τον υπολογισμό των θερμικών απαιτήσεων
3. Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ 2421/86 - Μέρος 1 – Εγκαταστάσεις σε κτίρια: Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτιριακών χώρων
4. Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ 2421/86 - Μέρος 2 - Εγκαταστάσεις σε κτίρια: Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτιριακών χώρων
5. Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ 2423/86 - Εγκαταστάσεις σε κτίρια: Κλιματισμός κτιριακών χώρων
6. Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ 2425/86 – Εγκαταστάσεις σε κτίρια: Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτιριακών χώρων
7. Τεχνική Οδηγία ΤΕΕ 20701-1/2017 - Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης.
8. Μεθοδολογία υπολογισμού ψυκτικών φορτίων της ASHRAE (TFM)
9. ASHRAE Handbook of Fundamentals
10. ASHRAE Handbook of Applications
11. ASHRAE Handbook of Systems
12. ASHRAE Handbook of Equipment
13. ASHRAE Standards for Natural and Mechanical Ventilation
14. ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual ASHRAE GRP 158
15. Πρότυπο ASHRAE 62.1-2019

2.2 Υφιστάμενη κατάσταση

2.2.1 Σύστημα θέρμανσης χώρων

Η θέρμανση του κτηρίου γίνεται μέσω κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης, η οποία περιλαμβάνει τρεις (3) μονάδες λέβητα-καυστήρα πετρελαίου υψηλών θερμοκρασιών (90ο/70οC). Η μία εκ των τριών μονάδων καλύπτει και την παραγωγή ΖΝΧ.

Οι λέβητες είναι της εταιρείας ΣΤ. ΒΕΡΖΥΓΙΑΝΝΙΔΗ Α.Ε.Β.Ε., κατασκευής 2002, ονομαστικής θερμικής ισχύος 837,21 kW (δύο λέβητες) και 372,10 kW (ένας λέβητας). Οι καυστήρες πετρελαίου στους μεγάλους λέβητες είναι της εταιρείας Ecoflam, τύπου MAIOR P60, θερμικής ισχύος 474 έως 949 kW και στον μικρό λέβητα είναι της εταιρείας RIELLO, τύπου RL 38, θερμικής ισχύος 237 έως 450 kW. Οι λέβητες βρίσκονται σε ικανοποιητική κατάσταση, όπως αποτυπώνεται φωτογραφικά στο σχήμα 5.1.

Στο δίκτυο διανομής είναι εγκατεστημένοι τέσσερις (4) κυκλοφορητές για την κυκλοφορία του θερμού

νερού στον κλάδο προς τα συμβατικά θερμαντικά σώματα (δίκτυο μονοσωλήνιου), στον κλάδο προς τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (δύο κυκλοφορητές) και στον κλάδο προς το θερμοδοχείο του ΖΝΧ. Ο κυκλοφορητής του μονοσωλήνιου δικτύου είναι τύπου WILO TOP-S65/7 σε καλή κατάσταση, ενώ των κλάδων προς τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες είναι τύπου WILO IPN 65 σε μέτρια κατάσταση. Ο κυκλοφορητής του ΖΝΧ είναι τύπου WILO TOP-S40/4 σε καλή κατάσταση.

Οι κεντρικές σωληνώσεις του δικτύου διανομής εντός του χώρου του λεβητοστασίου διαθέτουν ανεπαρκή μόνωση. Το ίδιο ισχύει και για τις σωληνώσεις του δικτύου διανομής στους λοιπούς χώρους του κτηρίου. Οι τερματικές μονάδες της θέρμανσης στο δίκτυο του μονοσωλήνιου (λοιποί χώροι εκτός αγωνιστικού χώροι) είναι συμβατικά χαλύβδινα σώματα εγκατεστημένα σε εσωτερικούς και εξωτερικούς τοίχους. Στο χώρο της αίθουσας προπόνησης και γυμναστικής (δυτικά του κτηρίου) εντοπίζονται τερματικές μονάδες θέρμανσης τύπου ανεμιστήρα-στοιχείου (fan-coils) αγνώστων στοιχείων (σχήμα 5.2).

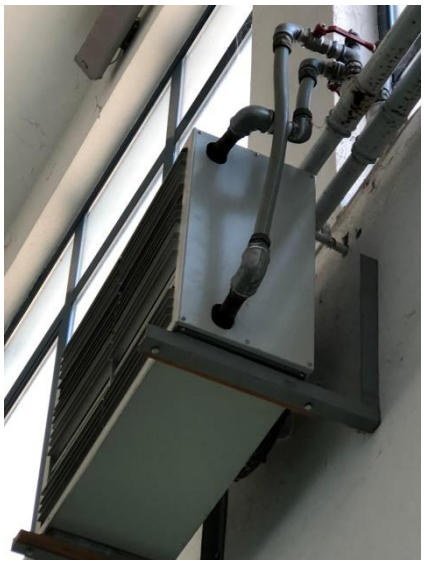


Σχήμα 1. Φωτογραφίες λεβήτων-καυστήρων πετρελαίου

2.2.2 Σύστημα ψύξης χώρων

Στο κτίριο λειτουργεί σύστημα ψύξης το οποίο περιλαμβάνει δύο κεντρικούς υδρόψυκτους ψύκτες, συνολικής ψυκτικής ισχύος 1.058 kW, που καλύπτουν τα ψυκτικά φορτία του αγωνιστικού χώρου καθώς τοπικές κλιματιστικές μονάδες, συνολικής ψυκτικής ισχύος 27,46 kW, που καλύπτουν τα ψυκτικά φορτία γραφείων και αιθουσών του κτηρίου.

Το δίκτυο διανομής του συστήματος ψύξης περιλαμβάνει τις σωληνώσεις που συνδέουν τις υδρόψυκτες ψυκτικές μονάδες και τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες καθώς επίσης και το δίκτυο αεραγωγών.





Σχήμα 2. Φωτογραφίες τερματικών μονάδων συστήματος θέρμανσης χώρων Κλειστού Γυμναστηρίου

2.2.3 Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Στο κτίριο λειτουργεί σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) μέσω του ενός εκ των τριών λεβήτων πετρελαίου. Τα σύστημα παραγωγής ΖΝΧ τροφοδοτεί ένα κάθετου τύπου, κυλινδρικό θερμοδοχείο χωρητικότητας 1500 lt, αγνώστων στοιχείων, το οποίο φέρει θερμομόνωση. Το δίκτυο διανομής είναι ανεπαρκώς μονωμένο και υπάρχει ανακυκλοφορία με χρήση κυκλοφορητή Wellerman, τύπου WEL32-85-180.

2.2.4 Σύστημα μηχανικού αερισμού

Ο αγωνιστικός χώρος του Κλειστού Γυμναστηρίου θερμαίνεται/ψύχεται μέσω δύο Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων και δικτύου αεραγωγών και στομίων. Οι ΚΚΜ είναι συνδεδεμένες με τους λέβητες πετρελαίου (θέρμανση) και τους υδρόψυκτους ψύκτες (ψύξη). Οι ΚΚΜ διαθέτουν θερμαντικό και ψυκτικό στοιχείο καλύπτοντας συνεπώς τις απαιτήσεις κλιματισμού του αέρα. Οι ΚΚΜ διαθέτουν ανακυκλοφορία με συντελεστή ανακυκλοφορίας 0,65 τόσο στη θέρμανση όσο και στη ψύξη. Επίσης, δεν διαθέτουν εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας. Οι εγκατεστημένες ΚΚΜ έχουν παροχή 45.000 m3/h εκάστη.

2.3 Δεδομένα μελέτης

2.3.1 Γενικά

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις, όπως περιγράφονται αναλυτικά στην παρούσα ενότητα, στοχεύουν στην μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας και στην μείωση των εκπομπών CO_2 που οφείλονται στην λειτουργία του συστήματος κλιματισμού του κλειστού γυμναστηρίου «Νίκος Σαμαράς». Οι παρεμβάσεις αφορούν τα συστήματα παραγωγής της θέρμανσης και ψύξης με την τοποθέτηση νέου συστήματος γεωθερμικών αντλιών θερμότητας και την αντικατάσταση των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων. Δεν προβλέπονται παρεμβάσεις στα δίκτυα αεραγωγών και στα δίκτυα διανομής και απόδοσης της θέρμανσης (μονοσωλήνια).

Με σκοπό τη διαστασιολόγηση των συστημάτων παραγωγής θέρμανσης/ψύξης και των επανασχεδιασμό των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων πραγματοποιήθηκε υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων και των θερμικών απωλειών, λαμβάνοντας υπόψη τις προτεινόμενες παρεμβάσεις στο κέλυφος του κτηρίου (αντικατάσταση κουφωμάτων/υαλοπινάκων).

2.3.2 Κλιματολογικές συνθήκες – συνθήκες χώρων

Τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού διαστασιολογούνται έτσι ώστε να καλύπτουν τις ακραίες εποχιακές συνθήκες θερμοκρασίας (ελάχιστες, μέγιστες) της περιοχής. Ως μέγιστες (θερινή περίοδος) και ελάχιστες (χειμερινή περίοδος) συνθήκες σχεδιασμού θεωρούνται αυτές που η υπέρβασή τους (εμφάνιση υψηλότερων ή χαμηλότερων τιμών αντίστοιχα για θέρος/χειμώνα) δεν ξεπερνά σε ποσοστό το 10%, 2% ή 5% του συνόλου των μετρήσεων όπως ορίζεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 15927.2:2005.

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010, πίνακας 2.1, οι συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα είναι -4,0oC (DB) / -5,0oC (WB). Αντίστοιχα, σύμφωνα με τον πίνακα 2.2, οι συνθήκες σχεδιασμού θέρους είναι 34oC (DB) / 23,5oC (WB).

Οι εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού διαφέρουν αντίστοιχα με την χρήση κάθε χώρου. Λαμβάνοντας υπόψη τα οριζόμενα στην ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017, οι συνθήκες σχεδιασμού δίνονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017)

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Εσωτερικές συνθήκες θέρους	Εσωτερικές συνθήκες χειμώνα
Κλειστό Γυμναστήριο	25oC / 50% RH	18oC / 35% RH
Γραφεία	26oC / 45% RH	20oC / 45% RH
Ιατρείο	26oC / 50% RH	26oC / 35% RH
Βοηθητικοί Χώροι	26oC / 50% RH	18oC / 35% RH
Λουτρά	26oC / 50% RH	22oC / 40% RH

2.3.3 Απαιτήσεις σε νωπό αέρα

Σύμφωνα με την παράγραφο 3.4.3. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017, για τον υπολογισμό του απαιτούμενου αέρα για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, οι βοηθητικοί χώροι (π.χ. κλιμακοστάσια, διάδρομοι, λουτρά, αποθήκες, κ.α.) κάθε θερμικής ζώνης, θα συνυπολογίζονται με την τιμή του πίνακα 2.3 που αντιστοιχεί σε βοηθητικούς χώρους. Δηλαδή, σε θερμική ζώνη που περιλαμβάνει και βοηθητικούς χώρους, ο υπολογισμός του απαιτούμενου αερισμού θα γίνει με άλλη τυπική τιμή για το εμβαδόν της χρήσης και άλλη τυπική τιμή για το εμβαδόν των βοηθητικών χώρων. Για τον υπολογισμό της απαίτησης νωπού αέρα στο κτίριο, θα εκτιμηθεί η κατανομή των επιφανειών κύριων και βοηθητικών χώρων στη θερμική ζώνη. Η κύρια χρήση του κτηρίου είναι αυτή του κλειστού γυμναστηρίου, όμως εκτός αυτής υπάρχουν και χώροι με χρήση γραφείων, λουτρού και φυσικά των λοιπών βοηθητικών χώρων. Στον πίνακα 2 υπολογίζεται η απαίτηση σε νωπό αέρα ανάλογα με το εμβαδό των χώρων και την απαίτηση της κάθε κατηγορίας.

Πίνακας 2. Απαιτήσεις νωπού αέρα στο κτίριο βάσει της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Υπόγειο (m^2)	Ισόγειο (m^2)	Α΄ Όροφος (m^2)	Κερκίδες (m^2)	Νωπός αέρας ανά επιφάνεια ($m^3/h/m^2$)	Νωπός αέρας (m^3/h)
Κλειστό Γυμναστήριο		2.139,96		1.461,81	33,75	121.559,74
Γραφεία		345,41		80,56	3,00	1.277,91
Ιατρείο		23,72			7,50	177,90
Βοηθητικοί Χώροι	526,69	2.113,60	1.070,92	28,11	2,60	9.722,232
Λουτρά		769,75	207,50		6,00	5.863,50
Σύνολο						138.601,28

Στον αγωνιστικό χώρο του κλειστού γυμναστηρίου, όπου υπάρχει δίκτυο αεραγωγών, η μέγιστη παροχή αέρα εξωτερικού περιβάλλοντος (VA) είναι της τάξης των 70.000 m^3/h, όπως επισημαίνεται στην μελέτη εφαρμογής για την κατασκευή του κτιρίου (Μάρτιος 1998). Επίσης, η μέγιστη παροχή προσαγόμενου αέρα είναι 45.000 m^3/h ανά Κ.Κ.Μ.

Για την εκλογή των νέων συστημάτων κλιματισμού πραγματοποιείται μελέτη ψυχρομετρίας (βλ. τεύχος υπολογισμών) σύμφωνα με την οποία η παροχή του προσαγόμενου αέρα θα πρέπει να είναι 67.206 m^3/h. Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017, η παροχή του νωπού αέρα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 60% του προσαγόμενου αέρα. Συνεπώς, η παροχή νωπού αέρα είναι 40.324 m^3/h, ήτοι αρκετά μικρότερη από την απαίτηση βάσει της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (πίνακας 2). Ωστόσο, σύμφωνα με το πρότυπο της ASHRAE 62.1-2019, η παροχή νωπού αέρα στον αγωνιστικό χώρο θα πρέπει να είναι 5,3 m^3/h*άτομα και τα άτομα να είναι 30 ανά 100 m^2, δηλαδή παροχή τουλάχιστον 3.400 m^3/h. Επίσης για τις κερκίδες η παροχή νωπού αέρα θα πρέπει να είναι 13,7 m^3/h*άτομα και τα άτομα να

είναι 150 ανά 100 m^2, δηλαδή παροχή τουλάχιστον 30.040 m^3/h.

2.3.4 Πληθυσμός χώρων

Για τον υπολογισμό των φορτίων κλιματισμού, απαιτείται ο υπολογισμός του πληθυσμού κάθε χώρου. Ο αγωνιστικός χώρος είναι επιφάνειας 2.139,96 m^2 και οι κερκίδες 1.461,81 m^2. Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 ο πληθυσμός είναι 75 άτομα ανά 100 m^2 τόσο για τον αγωνιστικό χώρο, όσο και για τις κερκίδες. Συνεπώς, τα άτομα υπολογίζονται σε συνολικά 2.701. Ωστόσο σύμφωνα με το πρότυπο της ASHRAE 62.1-2019, τα άτομα υπολογίζονται σε 2834.

2.3.5 Υπολογισμός θερμικών απωλειών

Η διαδικασία υπολογισμού των θερμικών απωλειών ενός χώρου ακολουθεί το πρότυπο EN 12831. Πιο συγκεκριμένα:

Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμικών απωλειών από μεταφορά. Πολλαπλασιάζεται με την διαφορά θερμοκρασίας (θi - θe) και προκύπτουν οι θερμικές απώλειες από μεταφορά. Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμικών απωλειών από αερισμό. Πολλαπλασιάζεται με την διαφορά θερμοκρασίας (θi - θe) και προκύπτουν οι θερμικές απώλειες από αερισμό. Στις θερμικές απώλειες, προστίθενται το ποσό αναθέρμανσης και προκύπτει το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου, που είναι γνωστό και σαν θερμικό φορτίο του χώρου.

2.3.5.1 Απαίτηση μεταφοράς

Σύμφωνα με την παράγραφο 7.1 του EN 12831, οι θερμικές απώλειες σχεδιασμού του θερμαινόμενου χώρου (i), **ΦT,i,** σε **W**, υπολογίζονται από την εξίσωση (2) :

ΦT,i = (HT,ie + HT,iue + HT,ig + HT,ij)*(θint,i - θe) (2), όπου

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
HT,ie	Συντελεστής θερμικών απωλειών από μεταφορά από το θερμαινόμενο χώρο (i) προς το εξωτερικό (e) διαμέσου του κτιριακού κελύφους, καθορίζεται σύμφωνα με το 7.1.1	W/K
HT,iue	Συντελεστής θερμικών απωλειών από μεταφορά από το θερμαινόμενο χώρο (i) προς το εξωτερικό (e) διαμέσου μη θερμαινόμενου χώρου (u), καθορίζεται σύμφωνα με το 7.1.2	W/K
HT,ig	Συντελεστής σταθεράς κατάστασης θερμικών απωλειών από μεταφορά από το θερμαινόμενο χώρο (i) προς το έδαφος (g), καθορίζεται σύμφωνα με το 7.1.3	W/K
HT,ij	Συντελεστής θερμικών απωλειών από μεταφορά από το θερμαινόμενο χώρο (i) προς γειτονικό θερμαινόμενο χώρο (j) που βρίσκεται σε σημαντικά διαφορετική θερμοκρασία, π.χ. ένας διπλανός θερμαινόμενος χώρος του	W/K

	ίδιου κτιρίου ή ένας θερμαινόμενος χώρος ενός διπλανού κτιρίου, καθορίζεται σύμφωνα με το 7.1.4	
θint,i	Εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού του θερμαινόμενου χώρου (i)	C
θe	Εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού	C

Υπολογίζονται για κάθε δωμάτιο οι παρακάτω τέσσερις συντελεστές

- HT,ie = Συντελεστής θερμικών απωλειών του χώρου (i) απευθείας προς το εξωτερικό (e)
- HT,iue = Συντελεστής θερμικών απωλειών του χώρου (i) διαμέσου του μη θερμαινόμενου χώρου (u) προς το εξωτερικό (e)
- HT,ig = Συντελεστής θερμικών απωλειών του χώρου (i) προς το έδαφος (g)
- HT,ij = Συντελεστής θερμικών απωλειών του χώρου (i) προς το θερμαινόμενο χώρο (j)

Ο συντελεστής θερμικών απωλειών από μεταφορά από το θερμαινόμενο χώρο (i) στο εξωτερικό (e), HT,ie, οφείλεται σε όλα τα δομικά στοιχεία και θερμικές γέφυρες που διαχωρίζουν το θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον, όπως τοίχοι, δάπεδο, οροφή, πόρτες , παράθυρα. Ο συντελεστής **HT,ie** σε **W/K**, υπολογίζεται από την εξίσωση (3):

HT,ie= ΣAk*Uk*ek + ΣΨl*ll*el (3), όπου

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
Ak	Επιφάνεια του δομικού στοιχείου (k)	m2
ek, el	Συντελεστές διόρθωσης αν δεν έχουν ληφθεί υπόψη στο υπολογισμό της τιμής U μία σειρά από παράμετροι.	
Uk	Συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k), υπολογίζεται σύμφωνα με: - EN ISO 6946 (για αδιαφανή στοιχεία) - EN ISO 10077-1 (για πόρτες και παράθυρα)	W/(m2*K)
ll	Μήκος της γραμμικής θερμικής γέφυρας (l) μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού	m
Ψl	Συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της γραμμικής θερμικής γέφυρας (l), καθορίζεται με ένα από τα παρακάτω : - για χονδρική αξιολόγηση, χρησιμοποιούμε τιμές από τους πίνακες του EN ISO 14683 - ή υπολογίζεται σύμφωνα με το EN ISO 10211-2	W/(m*K)

Αν υπάρχει ένας μη θερμαινόμενος χώρος (u) μεταξύ του θερμαινόμενου χώρου (i) και του εξωτερικού (e), ο συντελεστής HT,iue, οφείλεται σε όλα τα δομικά στοιχεία και θερμικές γέφυρες που διαχωρίζουν

το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο, όπως τοίχοι, δάπεδο, οροφή, πόρτες , παράθυρα. Ο συντελεστής **HT,iue** σε **W/K**, υπολογίζεται από την εξίσωση (3) :

HT,iue= ΣAk*Uk*bu + ΣΨl*ll*bu (5), όπου

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
Ak	Επιφάνεια του δομικού στοιχείου (k)	m2
bu	Συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του μη θερμαινόμενου χώρου και της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού.	
Uk	Συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k), υπολογίζεται σύμφωνα με: - EN ISO 6946 (για αδιαφανή στοιχεία) - EN ISO 10077-1 (για πόρτες και παράθυρα)	W/(m2*K)
ll	Μήκος της γραμμικής θερμικής γέφυρας (l) μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού	m
Ψl	Συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της γραμμικής θερμικής γέφυρας (l), καθορίζεται με ένα από τα παρακάτω : - για χονδρική αξιολόγηση, χρησιμοποιούμε τιμές από τους πίνακες του EN ISO 14683 - ή υπολογίζεται σύμφωνα με το EN ISO 10211-2	W/(m*K)

Ο συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας, bu, μπορεί να καθοριστεί με έναν από τους τρείς παρακάτω τρόπους :

α. Αν η θερμοκρασία σχεδιασμού του μη θερμαινόμενου χώρου, θU, είναι γνωστή, bu υπολογίζεται από την εξίσωση (6) :

bu = (θint,i - θu)/(θint,i - θe) (6)

β. Αν η θU, είναι άγνωστή, bu υπολογίζεται από την εξίσωση (7) :

bu = Hue/(Hiu + Hue) (7)

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
Hiu	Συντελεστής θερμικών απωλειών από το θερμαινόμενο χώρο (i) προς το μη θερμαινόμενο χώρο (u)	W/K
Hue	Συντελεστής θερμικών απωλειών από το μη θερμαινόμενο χώρο (u) προς το εξωτερικό (e)	W/K

Η ροή των θερμικών απωλειών διαμέσου του δαπέδου και των τοίχων του υπογείου, σε άμεση ή έμμεση επαφή με το χώμα, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Σε αυτούς περιλαμβάνονται:

- η επιφάνεια
- η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας του δαπέδου,
- το βάθος του δαπέδου από την επιφάνεια του εδάφους και
- οι θερμικές ιδιότητες του εδάφους.

Ο συντελεστής **HT,ig** σε **W/K**, υπολογίζεται από την εξίσωση (8) :

HT,ig= fg1*fg2*(ΣAk*Uequiv,k)*Gw (8), όπου

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
fg1	Συντελεστής διόρθωσης που λαμβάνει υπόψη την επίδραση από την ετήσια μεταβολή της εξωτερικής θερμοκρασίας. Πρέπει να καθορίζεται σε εθνικό επίπεδο. Στην αντίθετη περίπτωση, προτεινόμενες τιμές δίδονται στο D.4.3	
fg2	Συντελεστής μείωσης της θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη τη διαφορά μεταξύ της μέσης εξωτερικής θερμοκρασίας, θm,e και της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού, θe, δίδεται από : fg2 = (θint,i - θm,e)/(θint,i - θe)	
Ak	Επιφάνεια του δομικού στοιχείου (k) που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος	m2
Uequiv,k	Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k) που ορίζεται σύμφωνα με τους πίνακες 4,5,6,7	W/(m2*K)
Gwl	Συντελεστής διόρθωσης που λαμβάνει υπόψη την επίδραση από υπόγεια νερά. Αν η απόσταση μεταξύ του υδροφόρου ορίζοντα και της πλάκας του υπογείου είναι μικρότερη από 1 m, αυτή η επίδραση πρέπει να ληφθεί υπόψη. Ο συντελεστής μπορεί να υπολογισθεί σύμφωνα με το EN ISO 13370 αν συμφωνηθεί σε εθνικό επίπεδο. Στην αντίθετη περίπτωση, προτεινόμενες τιμές δίδονται στο D.4.3	

Ο συντελεστής **HT,ij** εκφράζει τη θερμική ροή από μεταφορά από το θερμαινόμενο χώρο (i) προς το γειτονικό θερμαινόμενο χώρο (j) που θερμαίνεται σε μια σαφώς διαφορετική θερμοκρασία. Ο γειτονικός χώρος μπορεί να είναι :

- ένα διπλανό δωμάτιο στο ίδιο το κτίριο (π.χ. μπάνιο, αποθήκη)
- ένα δωμάτιο που ανήκει σε ένα διπλανό διαμέρισμα
- ένα δωμάτιο που ανήκει σε ένα διπλανό κτίριο που μπορεί να μην θερμαίνεται

Ο συντελεστής, **HT,ij** σε **W/K**, υπολογίζεται από την εξίσωση (10) :

HT,ij= Σfij*Ak*Ukl (10), όπου

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
Ak	Επιφάνεια του δομικού στοιχείου (k)	m2
fij	Συντελεστής ελάττωσης της θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη τη διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του διπλανού χώρου και της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού, δίνεται από : fij = (θint,i - θadjacent)/(θint,i - θe)	
Uk	Συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k), υπολογίζεται σύμφωνα με: - EN ISO 6946 (για αδιαφανή στοιχεία) - EN ISO 10077-1 (για πόρτες και παράθυρα)	W/(m2*K)

Οι θερμικές απώλειες κάθε δωματίου αναλύονται σε

- Φ,T,i Θερμικές απώλειες από μεταφορά
- Φ,V,i Θερμικές απώλειες από αερισμό
- Φ,RH,i Αναθέρμανση (αν έχουμε διακοπτόμενη λειτουργία)

2.3.5.2 Απαίτηση αερισμού

Σύμφωνα με την παράγραφο 7.2 του EN 12831, οι θερμικές απώλειες σχεδιασμού από αερισμό του θερμαινόμενου χώρου (i), **Φv,i,** σε **W**, υπολογίζονται από την εξίσωση (11) :

ΦV,i = HV,i*(θint,i - θe) (11), όπου

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
HV,i	Συντελεστής θερμικών απωλειών από αερισμό του θερμαινόμενου χώρου (i)	W/K
θint,i	Εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού του θερμαινόμενου χώρου (i)	C
θe	Εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού	C

Ο συντελεστής θερμικών απωλειών από αερισμό HV,i υπολογίζεται από την εξίσωση (12) :

HV,i = Vi*ρ*cp (12), όπου

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
Vi	Παροχή αέρα του θερμαινόμενου χώρου (i)	m3/s
ρ	Πυκνότητα του αέρα σε θint,i	kg/m3
cp	Ειδική θερμότητα του αέρα σε θint,i	kJ/(kg*K)

Θεωρώντας σταθερές τα **ρ** και cp, η εξίσωση (12) απλοποιείται στην εξίσωση (13)

HV,i = 0.34*Vi (13)

όπου το Vi είναι σε [m3/h]. Για να βρούμε το Vi διακρίνουμε τις παρακάτω δύο περιπτώσεις

- Χωρίς σύστημα αερισμού
- Με σύστημα αερισμού

Το πρότυπο EN12831 για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών από αερισμό, χρησιμοποιεί το συντελεστή n50 που αναφέρεται στο κτίριο και προκύπτει για μια διαφορά πίεσης 50 Pa μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού.

Ρυθμός εναλλαγών αέρα, n50

Ενδεικτικές (default) τιμές για το ρυθμός εναλλαγών αέρα, n50 δίδονται στον παρακάτω **Πίνακα D.7** του προτύπου.

Πίνακα D.7 - Εναλλαγές εξωτερικού αέρα

Κατασκευή	n50 1/h		
	Βαθμός αεροστεγανότητας (Ποιότητα κουφωμάτων)		
	Υψηλή (υψηλής ποιότητας στεγανά παράθυρα και πόρτες)	**Μέση** (διπλά τζάμια, κανανική στεγανότητα)	**Χαμηλή** (μονά παράθυρα, χωρίς στεγανότητα)
	High (high quality sealed windows and doors)	**Medium** (double glazed windows, normal seal)	**Low** (single glaze windows, no sealant)
Μονοκατοικίες single family dwellings	<4	4-10	>10
Άλλες κατοικίες ή κτίρια Other dwellings or buildings	<2	2-5	>5

Ενδεικτικές (default) τιμές για το συντελεστή θωράκισης, e δίδονται στον παρακάτω **Πίνακα D.8** του προτύπου.

Πίνακα D.8 - Συντελεστής κάλυψης, e			
Κατηγορία κάλυψης	e		
Shielding class	Θερμενόμενος χώρος χωρίς εκτεθειμένα ανοίγματα Heated space without exposed openings	Θερμενόμενος χώρος με ένα εκτεθειμένο άνοιγμα Heated space with one exposed opening	Θερμενόμενος χώρος με περισσότερα από ένα εκτεθειμένα ανοίγματα Heated space with more than one exposed opening
καμμία κάλυψη (κτίρια σε περιοχές με ανέμους, ψηλά κτίρια στο κέντρο της πόλης) **No shielding** (buildings in windy areas, high rise building in city centres)	0	0,03	0,05
Μεσαία κάλυψη (κτίρια στην εξοχή με δέντρα ή άλλα κτίρια τριγύρω, προάστια) **Moderate shielding** (buildings in the country with trees or other buildings around them, suburbs)	0	0,02	0,03
Βαριά κάλυψη (κτίρια μέσου ύψους στο κέντρο της πόλης, κτίρια στο δάσος) **Heavy shielding** (average height buildings in city centres, buildings in forests)	0	0,01	0,02

Ενδεικτικές (default) τιμές για το συντελεστή διόρθωσης ύψους, ε, δίδονται στον παρακάτω **Πίνακα D.9** του προτύπου.

Πίνακα D.6 - Συντελεστής διόρθωσης λόγω ύψους, ε	
Ύψος θερμενόμενου χώρου από επίπεδο εδάφους Heigh of heated space above ground-level	ε
0-10 m	1,0
>10-30 m	1,2
>30 m	1,5

2.3.6 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων

Σύμφωνα με την ASHRAE, το ψυκτικό φορτίο (ή θερμικό κέρδος) ενός χώρου προκύπτει από το άθροισμα των φορτίων που οφείλονται στις ακόλουθες αιτίες:

2.3.6.1 Εξωτερικοί τοίχοι

Ο υπολογισμός των φορτίων από εξωτερικού τοίχους προκύπτει για κάθε ώρα από την σχέση:

$Q_r = U_W * A_W * CLTD_{w_cor(\tau,\pi)}$, όπου

U_W: συντελεστής θερμοπερατότητας τοίχου

A_w: επιφάνεια τοίχου

$CLTD_{w_cor(\tau,\pi)}$,: διορθωμένη θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου τοίχου η οποία προκύπτει με τη βοήθεια της σχέσης :

$CLTD_{w_cor(\tau,\pi)}=[CLTD_{w(\tau,\pi)} + LM] * k + (78-Tr) + (T0-85)$, όπου

$CLTD_{wr(\tau,\pi)}$: η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά του τοίχου που λαμβάνεται από πίνακες

LM: η διορθωτική διαφορά θερμοκρασίας για συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος, μήνα και προσανατολισμό

k: συντελεστής χρώματος τοίχου

Tr: εσωτερική θερμοκρασία

T0: μέση εξωτερική θερμοκρασία

2.3.6.2 Οροφές

Ο υπολογισμός των φορτίων από οροφές προκύπτει για κάθε ώρα από την σχέση:

$Q_r = U_r * Ar * CLTD_{r_cor(τ)}$, όπου

U_r: συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής

A_r: επιφάνεια οροφής

$CLTD_{r_cor(τ)}$,: διορθωμένη θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου οροφής η οποία προκύπτει με τη βοήθεια της σχέσης :

$CLTD_{r_cor(τ)}=[CLTD_{r(τ)} + LM] * k + (78-Tr) + (T0-85)$, όπου

$CLTD_{r(τ)}$: η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά της οροφής που λαμβάνεται από πίνακες

LM: η διορθωτική διαφορά θερμοκρασίας για συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος, μήνα και προσανατολισμό

k: συντελεστής χρώματος τοίχου

Tr: εσωτερική θερμοκρασία

T0: μέση εξωτερική θερμοκρασία

2.3.6.3 Εσωτερικοί τοίχοι

Ο υπολογισμός των φορτίων από εσωτερικούς τοίχους προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της θερμικής αγωγιμότητας του τοίχου με το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου και με την ισοδύναμη διαφορά θερμοκρασίας για κάθε ώρα.

$Q_i = U * A * Dti$, όπου

Q_i: Το φορτίο κατά την ώρα i

i: Οι ώρες της ημέρας

U: Η θερμική αγωγιμότητα τοίχου

A: Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου

Dti: Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά σε μη κλιματιζόμενους χώρους για την ώρα i

2.3.6.4 Δάπεδα

Τα φορτία από τα δάπεδα από υπολογίζονται από τη σχέση:

$Q = U * A * Dt$, όπου

Q: Το φορτίο

U: Η θερμική αγωγιμότητα δαπέδου

A: Το εμβαδόν της επιφάνειας του δαπέδου

Dt: Η διαφορά θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου από την θερμοκρασία εδάφους

2.3.6.5 Ανοίγματα

Τα φορτία από τα ανοίγματα προκύπτουν από το άθροισμα των φορτίων από θερμική αγωγιμότητα και

των φορτίων από ακτινοβολία:

$Q_i = Q_{ki} + Q_{ai}$

όπου

Q_i: Το συνολικό φορτίο από τα ανοίγματα κατά την ώρα i

Q_{ki}: Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας κατά την ώρα i

Q_{ai}: Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας κατά την ώρα i

Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας υπολογίζεται από τη σχέση:

$Q_{ki} = U * A * Dti$, όπου

Q_{ki}: Το φορτίο κατά την ώρα i

i: Οι ώρες της ημέρας

U: Η θερμική αγωγιμότητα ανοίγματος

A: Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος

Dti: Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για αγωγιμότητα ανοιγμάτων κατά την ώρα i

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς για αγωγιμότητα ανοιγμάτων (CLTD αναφέρεται αναλυτικά στα γενικά στοιχεία της μελέτης.

Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της επιφάνειας του ανοίγματος με το μέγιστο ηλιακό θερμικό κέρδος, το συντελεστή σκίασης και τον παράγοντα ψυκτικού φορτίου (CLF):

$Q_{ai} = A * Sci * SHG * CLFi$, όπου

Q_{ai}: Το φορτίο κατά την ώρα i

i: Οι ώρες της ημέρας

SHG: Το μέγιστο ηλιακό θερμικό κέρδος για το γεωγραφικό πλάτος

Sci: Ο συντελεστής εξωτερικής σκίασης

CLFi: Ο παράγοντας ψυκτικού φορτίου που εξαρτάται από αν είναι ή όχι εσωτερικά σκιασμένο το άνοιγμα

2.3.6.6 Φορτία φωτισμού

Τα στιγμιαία θερμικά κέρδη λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον ακόλουθο τύπο:

$Q_{el} = W * F_{ul} * F_{sa}$, όπου

Q_{el}: Το θερμικό κέρδος

W: Ηλεκτρική ισχύς του εγκατεστημένου φωτιστικού

F_{ul}: Συντελεστής χρήσης φωτιστικού

F_{sa}: Ειδικός συντελεστής αναλόγως με το είδος του φωτιστικού

2.3.6.7 Φορτία ατόμων

Το θερμικό κέρδος από άτομα διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις _υπολογισμού είναι οι ακόλουθες:

$Q_s = q_{s,\,per} * N$,

$Q_l = q_{l,\,per} * N$, όπου

Q_s: Αισθητό θερμικό κέρδος ατόμων

Q_l: Λανθάνον θερμικό κέρδος ατόμων

$q_{s,\,per}$: Αισθητό θερμικό κέρδος ανά άτομο

$q_{l,\,per}$: Λανθάνον θερμικό κέρδος ανά άτομο

N: Αριθμός ατόμων

2.3.6.8 Φορτία συσκευών

Όπως το φορτίο από τα άτομα έτσι και το φορτίο από τις συσκευές διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$Q_s = q_s * F_U * F_R$

$Q_l = q_l * N$

Q_s : Αισθητό θερμικό κέρδος συσκευής.
Q_l: Λανθάνον θερμικό κέρδος συσκευής.
q_s: Αισθητό φορτίο συσκευής.
$q_{l,}$: Λανθάνον φορτίο συσκευής.
F_U: Συντελεστής χρήσης συσκευής.
F_R: Συντελεστής ακτινοβολίας συσκευής.
N: Αριθμός συσκευών.

2.3.6.9 Φορτία από χαραμάδες

Τα φορτία αυτά λαμβάνονται υπ' όψη μόνο όταν δεν υπάρχουν στο χώρο εναλλαγές αέρα από κλιματιστικές συσκευές και υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$q_i = \left(\sum_{j=1}^{n} P_j * a_j * b\right) * Dt_i$$

όπου:

- q_i : Το συνολικό φορτίο από χαραμάδες την ώρα i.
- P_j : Η περίμετρος του ανοίγματος j.
- n : Ο αριθμός των ανοιγμάτων.
- a_j : Ο συντελεστής διείσδυσης του αέρα για το άνοιγμα j. Εξαρτάται από τον τύπο του ανοίγματος.
- b : Συντελεστής που εξαρτάται από την έκθεση του κτιρίου σε ανέμους, το λόγο της επιφάνειας των εξωτερικών ανοιγμάτων προς την επιφάνεια των εσωτερικών ανοιγμάτων και τη θέση του ανοιγμάτων. Η τιμή του κυμαίνεται από 0.24 έως 1.6.
- Dt_i : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα i.

2.3.6.10 Αερισμός

Ο υπολογισμός αυτός αφορά την εισαγωγή εξωτερικού αέρα για αερισμό των κλιματιζόμενων χώρων. Το φορτίο του αερισμού διακρίνεται σε αισθητό και σε λανθάνον, και υπολογίζεται από τους παρακάτω τύπους:

$Q_S = 1.23 \times q_S \times \Delta t$

$Q_l = 3010 \times q_S \times \Delta W$, όπου

- Q_S : Αισθητό φορτίο λόγω αερισμού.

Q_l : Λανθάνον φορτίο λόγω αερισμού.
q_s : Όγκος εισερχομένου αέρα, (m^3/s).
Δt : Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα, (°C).
ΔW : Διαφορά λόγου υγρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα, (kg υγρασίας / kg ξ.α.).

2.4 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

2.4.1 Σύστημα θέρμανσης & ψύξης χώρων

Το σύστημα παραγωγής θέρμανσης του Κλειστού Γυμναστηρίου περιλαμβάνει την λειτουργία τριών μονάδων λέβητα-καυστήρα. Η απόδοση της θερμότητας γίνεται με συμβατικού τύπου τερματικές μονάδες θερμαντικών σωμάτων τύπου panel στους βοηθητικούς χώρους, με μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου στην αίθουσα προπόνησης και μέσω Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων (ΚΚΜ) και δικτύου αεραγωγών/στομίων στον αγωνιστικό χώρο και τις κερκίδες. Το σύστημα παραγωγής ψύξης του Κλειστού Γυμναστηρίου περιλαμβάνει υδρόψυκτους ψύκτες και η απόδοση της ψύξης γίνεται στον αγωνιστικό χώρο και τις κερκίδες μέσω των εγκατεστημένων ΚΚΜ και του δικτύου αεραγωγών/στομίων.

Για την αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης και ψύξης χώρων του Κλειστού Γυμναστηρίου προτείνεται η τοποθέτηση συστήματος αβαθούς γεωθερμίας με αντλίες θερμότητας νερού – νερού και γεωεναλλάκτη κάθετων γεωτρήσεων. Λόγω του εκτεταμένου δικτύου διανομής στους βοηθητικούς χώρους προτείνεται η διατήρηση του συστήματος με χρήση συμβατικών θερμαντικών σωμάτων για την απόδοση της θέρμανσης στους συγκεκριμένους χώρους. Λόγω της παλαιότητας των υφιστάμενων ΚΚΜ προτείνεται, σε αντίθεση με την προμελέτη ενεργειακής αναβάθμισης, η αντικατάσταση των ΚΚΜ με νέες αποδοτικές ΚΚΜ, οι οποίες ικανοποιούν τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ.

Σημειώνεται πως οι υδρόψυκτοι ψύκτες θα αποξηλωθούν και θα μεταφερθούν σε σημείο που θα υποδείξει η αναθέτουσα αρχή, καθώς στη θέση τους θα τοποθετηθούν οι προτεινόμενες υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας. Οι λέβητες πετρελαίου παραμένουν στο κτίριο και θα συνδεθούν ως εφεδρικό σύστημα θέρμανσης, όπως δίνεται στα σχέδια της μελέτης.

2.4.1.1 Παραγωγή θέρμανσης/ψύξης

Για την παραγωγή θερμού και ψυχρού νερού για τις ανάγκες κλιματισμού θα εγκατασταθούν δύο υδρόψυκτες (γεωθερμικές) αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ). Η πρώτη ΓΑΘ θα είναι θερμικής ισχύος της τάξης των 140 kW (σύμφωνα με το EN14511 και για θερμοκρασίες 60/65°C και 15/10°C) και θα τροφοδοτεί το μονοσωλήνιο δίκτυο διανομής θέρμανσης του κτιρίου (βοηθητικοί χώροι) και θα συνδεθεί σε παράλληλη διάταξη με τον υφιστάμενο λέβητα πετρελαίου. Η εν λόγω ΓΑΘ θα καλύπτει τις απαιτήσεις σε ΖΝΧ, όπως περιγράφονται παρακάτω. Η δεύτερη ΓΑΘ θα συνδεθεί με τις νέες ΚΚΜ, για τη θέρμανση και ψύξη του αγωνιστικού χώρου και των κερκίδων του κλειστού γυμναστηρίου. Η συγκεκριμένη ΓΑΘ θα έχουν θερμική της τάξης των 725kW σύμφωνα με το πρότυπο EN 14511 και για θερμοκρασίες 40/45oC και 15/10°C και ψυκτική ισχύ της τάξης των 685 kW. Για την κάλυψη των φορτίων αιχμής κατά

τη διάρκεια της ψύξης προβλέπεται η τοποθέτηση μίας ακόμα αντλίας θερμότητας, ωστόσο αερόψυκτης, η οποία θα έχει ψυκτική ισχύ της τάξης των 200kW (EN 14511 και θερμοκρασίες 12/7°C).

Οι θερμική και ψυκτική ισχύς επιλέγεται σύμφωνα με τους νέους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων αντίστοιχα. Οι θερμικές απώλειες του αγωνιστικού χώρου και των κερκίδων, όπως υπολογίστηκαν με χρήση του λογισμικού ThermoCAD της TiSoft (βλ. τεύχος υπολογισμών), εκτιμώνται σε 704 kW, λαμβάνοντας υπόψη την προσαγωγή 100% νωπού αέρα χωρίς ανάκτηση. Οι θερμικές απώλειες των βοηθητικών χώρων εκτιμώνται σε 108,3 kW. Όσον αφορά τα ψυκτικά φορτία, πραγματοποιήθηκε μελέτη μόνο για τον αγωνιστικό χώρο και τις κερκίδες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών που πραγματοποιήθηκαν στο λογισμικό klimaCAD της TiSoft, τα ψυκτικά φορτία εκτιμώνται σε 796 kW (21/7, ώρα 14.00).

Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων, διαπιστώνεται πως η διαστασιολόγηση της ΓΑΘ και της ΑΑΘ που εξυπηρετούν τον αγωνιστικό χώρο και τις κερκίδες επιλέγεται με βάση τη απαιτούμενη ψυκτική ισχύ. Σημειώνεται, πως με βάσει τις συνθήκες σχεδιασμού, η ανάκτηση ψυκτικής ισχύος από τους εναλλάκτες θερμότητας αέρα-αέρα των ΚΚΜ κατά τη θερινή λειτουργία εκτιμάται σε περίπου 464 kW, ενώ η ανάκτηση θερμικής ισχύος κατά τη χειμερινή λειτουργία σε περίπου 176 kW. Επιλέγεται η διαστασιολόγηση των συστημάτων παραγωγής θερμικής/ψυκτικής ενέργειας χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η θερμική/ψυκτική ισχύς της ανάκτησης που πραγματοποιείται στους εναλλάκτες θερμότητας των ΚΚΜ, έτσι ώστε το σύστημα να μπορεί να ανταποκριθεί σε κρίσιμες απαιτήσεις θέρμανσης/ψύξης του χώρου (π.χ. σύντομη ψύξη χώρου με υψηλή παρουσία ατόμων).

Όπως επισημαίνεται στην επόμενη ενότητα, για την πλήρη εξυπηρέτηση των ψυκτικών απαιτήσεων του κτιρίων απαιτείται η κατασκευή ενός γεωθερμικού εναλλάκτη ιδιαίτερα αυξημένου μήκους (άνω των 20.000 m), το οποίο συνεπάγεται αυξημένο κόστος εγκατάστασης με μη αποδεκτή τεχνο-οικονομική απόδοση. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο επιλέγεται η κάλυψη του φορτίου ψύξης βάσης μέσω της ΓΑΘ και η εγκατάσταση αερόψυκτης αντλιών θερμότητας (ΑΑΘ) για την κάλυψη των απαιτήσεων σε φορτίο ψύξης αιχμής.

Η συνδεσμολογία των προτεινόμενων ΓΑΘ και των ΑΑΘ δίνεται στα συνημμένα σχέδια της μελέτης (βλ. λειτουργικό διάγραμμα εγκατάστασης). Οι ΓΑΘ θα τροφοδοτούνται από τον προς κατασκευή γεωθερμικό εναλλάκτη κλειστού κυκλώματος, ο οποίος περιγράφεται στη σχετική ενότητα. Οι ΓΑΘ τοποθετούνται στο λεβητοστάσιο του κτιρίου, ενώ η ΑΑΘ στο περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, πλησίον του λεβητοστασίου (βλ. κάτοψη υπογείου).

Πλέον των παραπάνω, επιλέγεται και η αντικατάστασή των υφιστάμενων τοπικών κλιματιστικών μονάδων (split units) με νέες μονάδες, υψηλής ενεργειακής απόδοσης και πιστοποίησης σύμφωνα με τον κανονισμό ΕΕ 811/2013, οι οποίες θα καλύπτουν μέρος των ψυκτικών φορτίων των βοηθητικών

χώρων του κτιρίου. Ειδικότερα, επιλέγεται η τοποθέτηση - σε αντικατάσταση των υφιστάμενων - οκτώ (8) τοπικών κλιματιστικών μονάδων ψυκτικής ισχύος 3,5 kW, εκάστη.

2.4.1.2 Γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας

Ο γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας θα κατασκευαστεί από κάθετες γεωτρήσεις εντός των οποίων τοποθετείται single-U σωλήνες πολυαιθυλενίου PE-100, διατομής Φ40x3,7, SDR11.

Για τη διαστασιολόγηση του γεωεναλλάκτη πραγματοποιήθηκε υπολογιστική ανάλυση με χρήση του λογισμικού EED (Earth Energy Designer). Τα δεδομένα της υπολογιστικής ανάλυσης δίνονται παρακάτω:

D E S I G N D A T A
==========

GROUND

Ground thermal conductivity	2,4 W/(m·K)
Ground heat capacity	2,4 MJ/(m³·K)
Ground surface temperature	16,2 °C
Geothermal heat flux	0,08 W/m²

BOREHOLE

Configuration:	392 ("100 : 5 x 20 rectangle")
Borehole depth	110 m
Borehole spacing	7 m
Borehole installation	Single-U
Borehole diameter	152 mm
U-pipe diameter	40 mm
U-pipe thickness	3,7 mm
U-pipe thermal conductivity	0,42 W/(m·K)
U-pipe shank spacing	84 mm
Filling thermal conductivity	1,5 W/(m·K)
Contact resistance pipe/filling	0 (m·K)/W

THERMAL RESISTANCES

Borehole thermal resistances are calculated.
Number of multipoles 10
Internal heat transfer between upward and downward channel(s) is considered.

HEAT CARRIER FLUID

Thermal conductivity	0,58 W/(m·K)
Specific heat capacity	4192 J/(Kg·K)
Density	1E3 Kg/m³
Viscosity	0,0013 Kg/(m·s)
Freezing point	0 °C
Flow rate per borehole	0,34 l/s

BASE LOAD

Monthly energy values [MWh]

Month	Heat load	Cool load	Ground load
JAN	57,6	0	44,8
FEB	48,8	0	37,9
MAR	43,6	0	33,9
APR	22	0	17,1
MAY	2,23	0	1,67
JUN	2,23	34	-39
JUL	2,23	120	-142
AUG	2,23	115	-136
SEP	2,23	25	-28,2
OCT	12	0	9,29
NOV	31,9	0	24,8
DEC	49,1	0	38,1

Number of simulation years	25
First month of operation	SEP

Τα αποτελέσματα της υπολογιστικής ανάλυσης δίνονται παρακάτω:

C A L C U L A T E D V A L U E S

==========

* Monthly calculation *

Total borehole length	11.000,00	m

THERMAL RESISTANCES

Borehole therm. res. internal	0,44	(m·K)/W
Reynolds number	11.020	
Thermal resistance fluid/pipe	0,00702	(m·K)/W
Thermal resistance pipe material	0,07752	(m·K)/W
Contact resistance pipe/filling	0	(m·K)/W
Borehole therm. res. fluid/ground	0,1065	(m·K)/W
Effective borehole thermal res.	0,111	(m·K)/W

SPECIFIC HEAT EXTRACTION RATE [W/m]

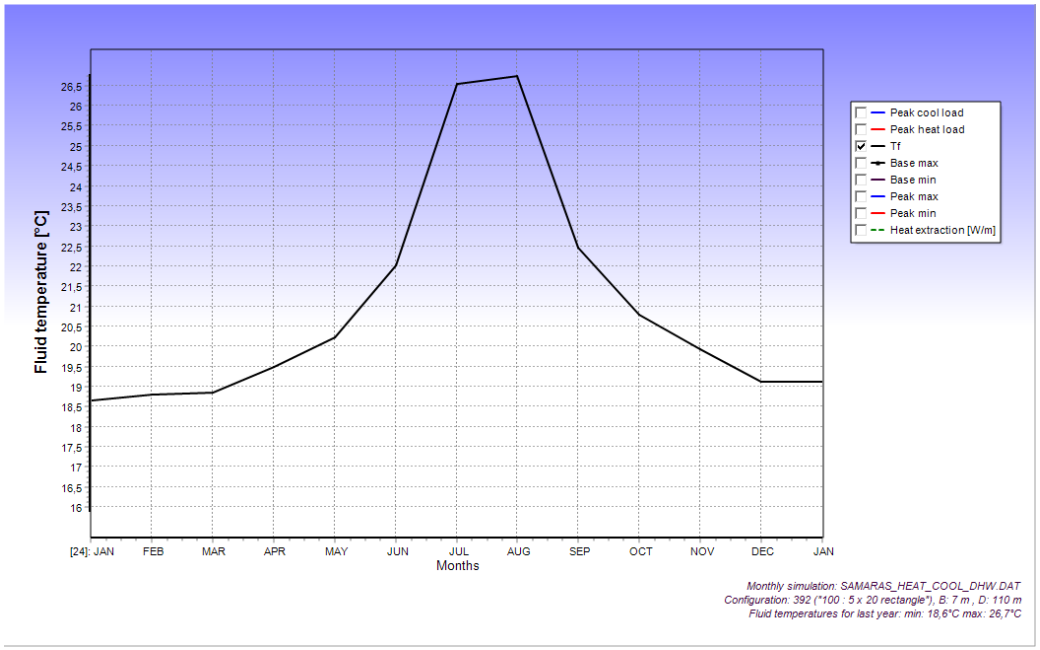
Month	Base load
JAN	5,57
FEB	4,72
MAR	4,22
APR	2,13
MAY	0,21
JUN	-4,86
JUL	-17,7
AUG	-16,9

SEP	-3,52
OCT	1,16
NOV	3,08
DEC	4,75

PEAK HEAT LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month) [°C]

Year	1	2	5	10	25
JAN	18	15,9	16,8	17,6	18,6
FEB	18	16,1	16,9	17,7	18,8
MAR	18	16,1	17	17,8	18,9
APR	18	16,8	17,7	18,4	19,5
MAY	18	17,4	18,4	19,2	20,2
JUN	18	19,2	20,2	21	22
JUL	18	23,8	24,7	25,5	26,5
AUG	18	24,1	24,9	25,7	26,7
SEP	19,2	20	20,7	21,4	22,5
OCT	17,8	18,3	19	19,7	20,8
NOV	17	17,5	18,2	18,9	19,9
DEC	16,4	16,7	17,4	18,1	19,1

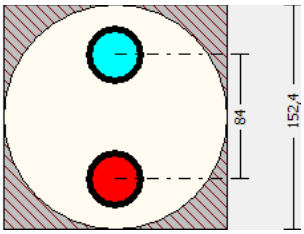
PEAK HEAT LOAD: YEAR	25	
Minimum mean fluid temperature	18,6	°C at end of JAN
Maximum mean fluid temperature	26,7	°C at end of AUG



Σχήμα 3. Μέση θερμοκρασία εργαζόμενου μέσου γεωεναλλάκτη θερμότητας

Η πρώτη κατακόρυφη γεώτρηση θα ολοκληρωθεί με την τοποθέτηση του single-U tube, την ενεμάτωση, το πρεσάρισμα και την εξαέρωση και μετά το πέρας 48 ωρών, θα πραγματοποιηθεί Δοκιμή Θερμικής Απόκρισης (TRT Test) σύμφωνα με την μεθοδολογία της International Ground Source Heat Pump Association (IGSHPA) και της ASHRAE. Τα αποτελέσματα του TRT test θα συγκριθούν με τα δεδομένα της ως άνω υπολογιστικής ανάλυσης και σε περίπτωση που υπάρχει σημαντική διαφορά, απαιτείται ο εκ νέου υπολογισμός του απαιτούμενου γεωθερμικού εναλλάκτη θερμότητας.

Η προτεινόμενη θέση των γεωτρήσεων του γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας δίνεται στο σχέδιο χωροθέτησης. Ο γεωεναλλάκτης θα κατασκευαστεί στο προαύλιο χώρο του κλειστού γυμναστηρίου και θα αναπτυχθεί σε 4 ομάδες των 25 γεωτρήσεων εκάστη. Οι γεωτρήσεις θα πληρωθούν με θερμοαγώγιμο ένεμα αγωγιμότητας 1,5 W/mK με τη χρήση σωλήνα πλήρωσης (tremie pipe) από τη βάση της γεώτρησης προς τα επάνω Οι γεωεναλλάκτες κάθε ομάδας καταλήγουν στο αντίστοιχο συλλέκτη προσαγωγής – επιστροφής που τοποθετείται εντός φρεατίου. Από τους συλλέκτες αναχωρούν υπεδάφιες κεντρικές σωλήνες, οι οποίες καταλήγουν στο λεβητοστάσιο του κτιρίου. Για κάθε τμήμα του γεωεναλλάκτη τοποθετείται φυγοκεντρική αντλία ανακυκλοφορίας του εργαζόμενου μέσου.



Σχήμα 4. Ενδεικτική τομή γεωεναλλάκτη (EED)

2.4.1.3 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες

Οι υφιστάμενες κεντρικές κλιματιστικές μονάδες βρίσκονται εγκατεστημένες στο δώμα του κλειστού γυμναστηρίου στα δυτικά του κτιρίου. Το δίκτυο αεραγωγών μέσω των οποίων κλιματίζεται ο αγωνιστικός χώρος του κλειστού γυμναστηρίου παραμένει, συνεπώς, οι νέες ΚΚΜ θα πρέπει να προσαρμοστούν στις υφιστάμενες συνθήκες λειτουργίας. Σύμφωνα με την ενότητα 4.3 της παρούσας τεχνικής περιγραφής, η απαίτηση σε νωπό αέρα για τον αγωνιστικό χώρο είναι της των 40.000 m^3/h, ενώ στην υφιστάμενη κατάσταση η παροχή νωπού είναι της τάξης των 70.000 m^3/h.

Η αναθεωρημένη απαίτηση σε νωπό αέρα καθορίζει την παροχή των νέων ΚΚΜ. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη τις οδηγίες της ASHRAE (14/4/2020) και της REHVA (3/8/2020) για τον σχεδιασμό και τη λειτουργία συστημάτων κλιματισμού κατά την περίοδο της πανδημίας COVID-19, επιλέγεται η εγκατάσταση νέων ΚΚΜ, οι οποίες θα έχουν παροχή 35.000 m^3/h έκαστην και **ΔΕΝ** θα φέρουν ανακυκλοφορία του αέρα. Σύμφωνα με τις εν λόγω οδηγίες, η ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας μέσω των συστημάτων κλιματισμού έχει πολύ μικρή έως καθόλου επιρροή στον ιό COVID-

19 και συνεπώς δεν υπάρχει κάποια ιδιαίτερη απαίτηση. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στο σύστημα ανάκτησης θερμότητας (εναλλάκτης θερμότητας) των νέων ΚΚΜ, το οποίο θα πρέπει να εξασφαλίζει 100% διαχωρισμό μεταξύ του αέρα προσαγωγής και του αέρα απαγωγής. Στις νέες ΚΚΜ θα τοποθετηθούν αισθητήρες CO_2 και προτείνεται να ακολουθηθούν οι οδηγίες της REHVA για τη ρύθμιση τους.

Οι δύο νέες ΚΚΜ, τοποθετούνται στο δώμα του κτιρίου στην ίδια θέση με τις υφιστάμενης, αφού έχει προηγηθεί η αποξήλωση των υφιστάμενων ΚΚΜ για την οποία απαιτείται η αποξήλωση του μεταλλικού στεγάστρου. Οι νέες ΚΚΜ θα συνδεθούν στα υφιστάμενα δίκτυα αεραγωγών. Το μεταλλικό στέγαστρο θα επανατοποθετηθεί για την προστασία των ΚΚΜ από τις καιρικές συνθήκες, ακολουθώντας τις οδηγίες του κατασκευαστή των ΚΚΜ ως προς τις απαιτούμενες αποστάσεις για την εύρυθμη, αποδοτική και ασφαλή λειτουργία.

2.4.1.4 Δίκτυα αεραγωγών

Όπως αναφέρεται στην παρούσα τεχνική περιγραφή, τα δίκτυα αεραγωγών του κλειστού γυμναστηρίου διατηρούνται. Ωστόσο, για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος κλιματισμού προβλέπεται η θερμομόνωση των αεραγωγών που βρίσκονται εκτός του κτιρίου (στο δώμα) σύμφωνα με τις οδηγίες της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 (παρ. 4/3) με υαλοβάμβακα με επένδυση φύλλου αλουμινίου με συντελεστή λ=0.040W/(m*K) και πάχος μόνωσης 40mm. Η μόνωση θα καλυφθεί, για προστασία, με φύλλα γαλβανισμένης λαμαρίνας.

2.4.1.5 Δίκτυα σωληνώσεων

Τα δίκτυα σωληνώσεων από τους συλλέκτες των γεωεναλλακτών μέχρι το μηχανοστάσιο του κλειστού γυμναστηρίου, στο υπόγειο του κτιρίου, θα κατασκευαστούν από προμονωμένους σωλήνες πολυπροπυλενίου υψηλής κρυσταλλικότητας με υαλονήματα (PPRCT), SDR 11, με διατομές σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης. Τα εν λόγω δίκτυα θα είναι υπόγεια, εντός κατάλληλων ορυγμάτων και με χρήση κατάλληλων ειδικών τεμαχίων. Τα δίκτυα εισέρχονται στο κτίριο από δύο σημεία, όπως φαίνεται στο σχέδιο της χωροθέτησης των γεωεναλλακτών, και στηρίζονται επί της τοιχοποιίας του υπογείου με]χρήση κατάλληλων ειδικών τεμαχίων, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές. Τα δίκτυα καταλήγουν στο νέο συλλέκτη-διανομέα, οποίος θα είναι επίσης από PPRCT, διατομής και αναχωρήσεων/αφίξεων σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης.

Τα δίκτυα σωληνώσεων από το συλλέκτη-διανομέα μέχρι τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας θα κατασκευαστούν επίσης από προμονωμένους σωλήνες πολυπροπυλενίου υψηλής κρυσταλλικότητας με υαλονήματα (PPRCT), SDR 11, με διατομές σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης. Το δίκτυο σωληνώσεων της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας που καλύπτει το δίκτυο διανομής των θερμαντικών σωμάτων θα κατασκευαστεί από προμονωμένους σωλήνες πολυπροπυλενίου υψηλής

κρυσταλλικότητας με υαλονήματα (PPRCT), SDR 9, με διατομές σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης και μέχρι τη σύνδεσή του με το υφιστάμενο δίκτυο χαλυβδοσωλήνων εντός του μηχανοστασίου.

Για τη σύνδεση του υφιστάμενου λέβητα της μικρότερης ισχύος με τα δοχεία αποθήκευσης του ZNX (άνω εναλλάκτη) θα γίνει χρήση χαλυβδοσωλήνων διατομής 2'', σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές.

Τα δίκτυα σωληνώσεων από την αερόψυκτη αντλία θερμότητας μέχρι τα δοχεία αδρανείας και από την γεωθερμική αντλία θερμότητας μεγάλης ισχύος μέχρι τα δοχεία αδρανείας θα κατασκευαστούν από προμονωμένους σωλήνες πολυπροπυλενίου υψηλής κρυσταλλικότητας με υαλονήματα (PPRCT), SDR 11, με διατομές σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης. Επίσης, για τη σύνδεση των ΚΚΜ με τα δοχεία αδρανείας, τις αντλίες θερμότητας και τους υφιστάμενους λέβητες, όπως αυτή παρουσιάζεται στο λειτουργικό διάγραμμα της εγκατάστασης, θα πραγματοποιηθεί αποξήλωση των υφιστάμενων χαλυβδοσωλήνων όπου απαιτείται και θα κατασκευαστεί νέο δίκτυο σωληνώσεων από προμονωμένους σωλήνες πολυπροπυλενίου υψηλής κρυσταλλικότητας με υαλονήματα (PPRCT), SDR 11, με διατομές σύμφωνα με τα σχέδιο. Για το εν λόγω τμήμα απαιτείται η κατασκευή νέου συλλέκτη/διανομέα, ο οποίος θα είναι διατομής Φ250 επίσης από PPRCT, ίδιου SDR.

2.4.1.6 Κυκλοφορητές - αντλίες

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

Στα δίκτυα διανομής του εκάστοτε κτιρίου για την αναγκαστική κυκλοφορία του νερού τοποθετούνται σε κάθε κλάδο προσαγωγής (εκτός αν επισημαίνεται διαφορετικά στα σχέδια της μελέτης) νερού κυκλοφορητής ανάλογου δυναμικότητας (παροχή και πίεση) για υπερνίκηση των αντιστάσεων του νερού (τριβής και τοπικών αντιστάσεων) κατά την δίοδο από τις σωληνώσεις. Κάθε κυκλοφορητής θα αποτελείται από φυγόκεντρη αντλία συζευγμένη στον ίδιο άξονα του ηλεκτροκινητήρα, μέσω ελαστικού συνδέσμου. Ο ηλεκτροκινητήρας είναι στεγανού τύπου μονοφασικός ή τριφασικός. Η λειτουργία του κυκλοφορητή είναι αθόρυβη και χωρίς κραδασμούς, εγκαθίσταται δε στους σωλήνες με την βοήθεια φλαντζών ή ρακόρ. Ακόμα, ο κυκλοφορητής είναι υδρολίπαντος, κατάλληλος για κυκλοφορία νερού θερμοκρασίας έως 100°C και πίεση 6 bar. Οι αντλίες/κυκλοφορητές των πρωτευόντων κυκλωμάτων θέρμανσης/ψύξης (κυκλοφορητές αντλιών θερμότητας) θα είναι μεταβλητών στροφών (εκτός αν επισημαίνεται διαφορετικά στα σχέδια της μελέτης). Όλες οι αντλίες των επιμέρους κλάδων μετά τους συλλέκτες, δηλ. των δευτερευόντων κυκλωμάτων, θα διαθέτουν διάταξη ηλεκτρονικής ρύθμισης στροφών (inverters). Η σύνδεση κάθε κυκλοφορητή/αντλίας στο δίκτυο του θερμού νερού συνιστάται να περιλαμβάνει τα παρακάτω όργανα:

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

2. Βαλβίδα αντεπιστροφής.
3. Ένα φίλτρο νερού πριν τον κυκλοφορητή.
4. Μετρητής θερμικής ενέργειας, όπου επισημαίνεται στα σχέδια της μελέτης
5. Άλλος υδραυλικός εξοπλισμός που επισημαίνεται στα σχέδια της μελέτης

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

2.4.1.7 Λοιπός υδραυλικός εξοπλισμός

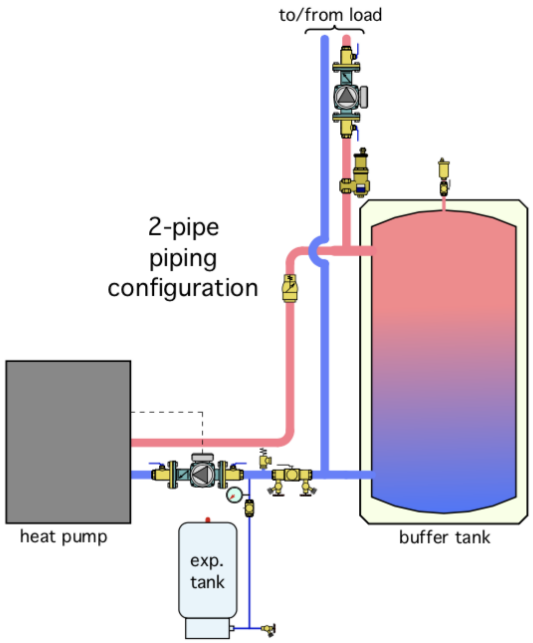
Προκειμένου να επιτυγχάνεται η απομόνωση κλάδων του δικτύου, χρησιμοποιούνται βάνες. Οι κύριες βάνες των εγκαταστάσεων (απομόνωση διανομέων, συλλεκτών, αντλιών θερμότητας, κυκλοφορητές) θα είναι τύπου πεταλούδας ή είναι σφαιρικές, σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης.

Τα ασφαλιστικά συστήματα κλειστών εγκαταστάσεων περιλαμβάνουν κλειστά δοχεία διαστολής μεμβράνης, τα οποία καλύπτουν αφ' ενός μεν την διαστολή του νερού της εγκατάστασης (ή του τμήματος της εγκατάστασης), αφ' ετέρου συμπληρώνει τυχόν απώλειες νερού αυτής. Τα δοχεία είναι συνήθως σχήματος σφαιρικού, φέρουν δε εντός τους μεμβράνη που τα χωρίζει σε δύο μέρη. Στο ένα μέρος υπάρχει αέριο αζώτου σε ανάλογη πίεση από 0.5 bar μέχρι 10.0 bar και στο άλλο μέρος νερό. Το αέριο δεν έρχεται σε επαφή με το νερό της εγκατάστασης. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρησιμοποίηση κλειστών δοχείων διαστολής αφορούν την περιορισμένη διάβρωση, την κατάργηση των σωλήνων ασφάλειας και την αποφυγή του κινδύνου παγώματος. Τα δοχεία διαστολής συνδέονται αφ' ενός μεν με το σωλήνα επιστροφής του δικτύου αφ' ετέρου δε με το δίκτυο ύδρευσης μέσο αυτομάτου βάνας πληρώσεως. Στις εγκαταστάσεις που τοποθετείται κλειστό δοχείο διαστολής, απαιτείται για να αποφευχθεί ο κίνδυνος ανυψώσεως της πιέσεως πάνω από μια επιτρεπόμενη τιμή, η τοποθέτηση στο δίκτυο, μιας βαλβίδας ασφαλείας. Στο δίκτυο μετά την βαλβίδα ασφαλείας και την υπό προστασία διάταξη δεν πρέπει να παρεμβάλλεται αποφρακτικό όργανο. Τα δοχεία διαστολής που πρόκειται να τοποθετηθούν επισημαίνονται στα σχέδια της μελέτης.

Σε σημεία που σημειώνονται στα σχέδια της μελέτης προτείνεται η τοποθέτηση διαχωριστή σωματιδίων πριν από τον εξοπλισμό. Ο διαχωριστής σωματιδίων με κατάλληλη διάταξη επιτρέπει τα ανεπιθύμητα σωματίδια να κατακαθίσουν (με βαρύτητα) σε ενσωματωμένο θάλαμο συγκέντρωσης, ο οποίος έχει τη δυνατότητα εκκένωσης με μία βαλβίδα αποστράγγισης. Σκοπός της εγκατάστασης των συσκευών αυτών είναι η ελαχιστοποίηση του αέρα και των σωματιδίων που προκαλούν διαβρώσεις, επικαθίσεις και γενικότερα φθορά σε ένα κύκλωμα.

Φίλτρα θα τοποθετηθούν πριν από τις αντλίες ανακυκλοφορίας, για την προστασία τους από την είσοδο σε αυτές σωματιδίων. Θερμόμετρα και μανόμετρα τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις για την εύκολη και ασφαλή παρακολούθηση της λειτουργίας των εγκαταστάσεων.

Για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας προβλέπεται η τοποθέτηση δύο δοχείων αδρανείας χωρητικότητας 2.000 lt έκαστο στο μηχανοστάσιο του κτιρίου. Τα δοχεία αδρανείας θα φέρουν ένα εσωτερικό εναλλάκτη θερμότητας για σύνδεση με τους υφιστάμενους λέβητας. Θα συνδεθούν με τις προς εγκατάσταση αντλίες θερμότητας (υδρόψυκτη & αερόψυκτη). Τα δοχεία θα φέρουν εξωτερική μόνωση πάχους τουλάχιστον 100mm. Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη στην συνδεσμολογία των δοχείων αδρανείας, η οποία είναι συνδεσμολογία δύο σωλήνων σύμφωνα με το σχήμα 5.



Σχήμα 5. Συνδεσμολογία «2-σωλήνων» δοχείου αδρανείας

2.4.2 Σύστημα ZNX

Σύμφωνα με την έκθεση της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου, η κατανάλωση ZNX για το υπό επιθεώρηση κτίριο ορίζεται στον πίνακα 2.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 ανά χρήση και χρησιμοποιείται στους παρακάτω υπολογισμούς:

Κλειστό Γυμναστήριο: 2.139,96 m2 x 3,29 m^3/m^2 έτος = 7.040,47 m^3/έτος.

Στους παραπάνω υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη τα τετραγωνικά της επιφάνειας που καταλαμβάνει η χρήση για την οποία υπάρχει απαίτηση ZNX (δηλ. κλειστό γυμναστήριο) και όχι το σύνολο του κτηρίου. Δηλαδή, δεν συνυπολογίζεται η επιφάνεια των βοηθητικών χώρων όπως γραφεία, διάδρομοι, κερκίδες, WC, αίθουσες συναθροίσεων, αποθήκες, κλπ.).

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτίριο είναι 19.259,64 lt. Η μέση θερμοκρασία ZNX ορίζεται στους 45oC, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου της ύδρευσης της Αλεξανδρούπολης όπως

ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2017, στον πίνακα 2.6. Το απαιτούμενο ημερήσιο θερμικό φορτίο υπολογίζεται σε 671,9 kWh/ημέρα και η απαιτούμενη ισχύς του θερμαντήρα 134,4 kW.

Οι παραπάνω υπολογισμοί ωστόσο δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματική υφιστάμενη κατάσταση. Το κλειστό γυμναστήριο διαθέτει 42 ντουζιέρες, οι οποίες στην υφιστάμενη κατάσταση εξυπηρετούνται από ένα δοχείο 1.500 λίτρων και εκτεταμένο δίκτυο διανομής με ανακυκλοφορία. Λαμβάνοντας υπόψη μέση κατανάλωση 10 l/min ανά ντους, τότε η πραγματική απαίτηση είναι της τάξης των 420 lt/min σε ταυτοχρονισμό 100%. Συνεπώς, η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ΖΝΧ στο κτίριο της τάξης των 17.000 lt, λαμβάνοντας υπόψη 10 min/ντους και 4 ντους/ημέρα κατά μέσο όρο.

Με βάση τα παραπάνω και σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017, το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο ΖΝΧ υπολογίζεται από την σχέση:

$$Qd = Vd \times (Cp / 3600) \times \rho \times \Delta T = 590 \text{ kWh/day}$$

Όπου:

Vd: Το ημερήσιο φορτίο (lt/ημέρα)
Cp: Η ειδική θερμότητα του νερού (kJ/kgK)
ρ: Η μέση πυκνότητα του ΖΝΧ (kg/lt)
ΔΤ: Η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ΖΝΧ (K)

Η απαίτηση σε χωρητικότητα θερμοδοχείου είναι 3400 lt και η απαιτούμενη ισχύς θερμαντήρα της τάξης των 120 kW.

Λαμβάνοντας υπόψη τη χρήση του κτιρίου, είναι αποδεκτή η παραδοχή ταυτοχρονισμού της τάξης του 60% για τον υπολογισμό του φορτίου αιχμής σε ΖΝΧ (π.χ. απαίτηση σε ΖΝΧ μετά από αγώνα πετοσφαίρισης). Στην εν λόγω περίπτωση το φορτίο αιχμής εκτιμάται σε 2.520 λίτρα ζεστού νερού χρήσης.

Συνεπώς, η επιλογή δύο (2) θερμοδοχείων χωρητικότητας 2.000 lt έκαστο, αποτελεί ασφαλή επιλογή για την εξυπηρέτηση φορτίων αιχμής με συντελεστή ασφαλείας μεγαλύτερο από 30%. Τα θερμοδοχεία θα είναι τριπλής ενέργειας έτσι ώστε να συνδεθούν με τον υφιστάμενο λέβητα πετρελαίου του κτιρίου και να διαθέτουν ηλεκτρική αντίσταση σε περίπτωση αδυναμίας των άλλων δύο συστημάτων παραγωγής. Τα θερμοδοχεία θα συνδεθούν με τη ΓΑΘ που αφορά το μονοσωλήνιο δίκτυο διανομής θέρμανσης, η οποία θα είναι υψηλών θερμοκρασιών. Η ισχύς της ΓΑΘ, όπως αναφέρεται παραπάνω καλύπτει τις απαιτήσεις για την παραγωγή ΖΝΧ.

2.4.2.1 Ηλιοθερμικό σύστημα παραγωγής ΖΝΧ

Η προμελέτη ενεργειακής αναβάθμισης περιλαμβάνει την εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος για την παραγωγή ΖΝΧ, το οποίο θα λειτουργεί παράλληλα με τις προτεινόμενες γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Ειδικότερα, προτείνει την εγκατάσταση 50 ηλιακών συλλεκτών επιλεκτικού τύπου καθαρής επιφάνειας 2 m^2 έκαστος.

Παρόλο που η εισαγωγή ηλιοθερμικού συστήματος επιφέρει σημαντική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και σημαντική μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η παρούσα μελέτη δεν προτείνει την τοποθέτηση ηλιοθερμικού συστήματος για τους κάτωθι λόγους:

- Το κλειστό γυμναστήριο «Νίκος Σαμαράς», σε σύγκριση με το μέγεθός του, παρουσιάζει χαμηλή χρήση λόγω της θέσης του (ακριτικός Δήμος Ορεστιάδας).
- Η χρήση του γυμναστηρίου του καλοκαιρινούς μήνες είναι περιορισμένη και συνεπώς η εγκατάσταση τέτοιας επιφάνειας ηλιακών συστημάτων απαιτεί είτε την τοποθέτηση συστημάτων αυτοματισμού (π.χ. night cooling), είτε την τοποθέτηση καλυμμάτων στους ηλιακούς συλλέκτες, έτσι ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα υπερθέρμανσης και stagnation.
- Το κόστος εγκατάστασης του προτεινόμενου ηλιοθερμικού συστήματος συνεισφέρει αρνητικά στην τεχνο-οικονομική απόδοση της ενεργειακής αναβάθμισης του κλειστού γυμναστηρίου.
- Δεν υπάρχει απαίτηση σε εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος από τον ΚΕΝΑΚ, καθώς η παραγωγή ΖΝΧ καλύπτεται από άλλο σύστημα ΑΠΕ (γεωθερμικές αντλίες θερμότητας).

3 Ισχυρά-Ασθενή ρεύματα

3.1 Κανονισμοί

Για τη μελέτη ισχυρών και ασθενών ρευμάτων λαμβάνονται υπόψη οι διατάξεις των παρακάτω κανονισμών/προτύπων:

16. Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 "Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις"
17. Οδηγίες και απαιτήσεις της Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε. Α.Ε.
18. Γερμανικοί Κανονισμοί VDE & Αμερικάνικοι Κανονισμοί ‘’NATIONAL ELECTRIC CODE’’ για τα θέματα που δεν καλύπτονται από τους Ελληνικούς Κανονισμούς.
19. Διεθνών τυποποιήσεων και προτυποποιήσεων DIN, IEC, NEMA κλπ.

3.2 Υφιστάμενη κατάσταση

3.2.1 Γενικά

Το κτίριο του κλειστού γυμναστηρίου «Νίκος Σαμαράς» είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο Μέσης Τάσης (ΜΤ) της ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. μέσω υποσταθμού 20kV/400V ισχύος 800 KVA, ο οποίος είναι τοποθετημένος στο υπόγειο σε κατάλληλο διαμέρισμα. Από το πεδίο μέση τάσης αναχωρεί γραμμή N2XSY 3x(1x95) mm^2 μέχρι τον υποσταθμό ξηρού τύπου. Από τον υποσταθμό αναχωρεί γραμμή NYY 3//3x240mm2+1x120mm2 η οποία τροφοδοτεί το Γ.Π.Χ.Τ. του κτιρίου. Από τον Γ.Π.Χ.Τ. αναχωρούν 16 κυκλώματα, ενώ στο σύνολο εντοπίζονται 25 ηλεκτρικοί υποπίνακες εντός του κτιρίου.
Οι καταναλώσεις κάθε κτιρίου εξυπηρετούνται από τον εκάστοτε υποπίνακα με ηλεκτρικές γραμμές, η όδευση των οποίων δεν είναι γνωστή λόγω απουσίας σχετικών κατασκευαστικών σχεδίων.

Το κτίριο διαθέτει σύστημα γείωσης, το οποίο ωστόσο θα πρέπει να ελεγχθεί (ωμομέτρηση) ως προς την επάρκειά του. Το κτίριο φέρει εγκατεστημένο σύστημα αντικεραυνικής προστασίας, το οποίο περιλαμβάνει δύο αλεξικέραυνα ιονισμού.



Σχήμα 6. Αλεξικέραυνο τοποθετημένο στη νότια όψη του κτιρίου

3.2.2 Φωτισμός

Το σύστημα φωτισμού του Κλειστού Γυμναστηρίου αποτελείται από τους λαμπτήρες που αναλυτικά περιγράφονται στον πίνακα 3. Στον κύριο χώρο του Γυμναστηρίου ο φωτισμός γίνεται με προβολείς ισχύος 1000 W και 400 W. Στους λοιπούς χώρους ο φωτισμός γίνεται με φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες φθορισμού ισχύος 18 W, 36 W και 58 W. Συνολικά υπάρχουν 651 φωτιστικά σώματα/προβολείς, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 107.382 W. Συνεπώς, προκύπτει πως η ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας για τον αγωνιστικό χώρο είναι 13,33 W/m^2, δηλαδή μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς (9,60 W/m^2).

Πίνακας 3. Καταγεγραμμένα φωτιστικά σώματα στο Κλειστό Γυμναστήριο

Χώρος	Ποσότητα	Είδος φωτιστικού	Ισχύς Λαμπτήρα (W)	Ισχύς Φωτισμού (W)
Αγωνιστικός χώρος	58	Προβολέας	1 x 1000	58000
Αγωνιστικός χώρος	8	Προβολέας	1 x 400	3200
Μπούθ	8	Φθορισμού με ανακλαστήρες	2 x 36	576
Μπούθ	12	Λαμπτήρας πυρακτώσεως	1 x 100	1200
Αίθουσα προπόνησης	15	Καμπάνα	1 x 400	6000
Όροφος	13	Φθορισμού με ανακλαστήρες	2 x 18	468
Όροφος	96	Φθορισμού με ανακλαστήρες	2 x 36	6912

Όροφος	36	Φθορισμού με ανακλαστήρες	1 x 36	1296
Όροφος	2	Λαμπτήρας πυρακτώσεως	1 x 100	200
Ισόγειο	26	Φθορισμού με ανακλαστήρες	2 x 18	936
Ισόγειο	214	Φθορισμού με ανακλαστήρες	2 x 36	15408
Ισόγειο	46	Φθορισμού με ανακλαστήρες	1 x 36	1656
Ισόγειο	33	Λαμπτήρας πυρακτώσεως	1 x 100	3300
Ισόγειο	13	Προβολέας	1 x 200	2600
Υπόγειο	36	Λαμπτήρας πυρακτώσεως	1 x 100	3600
Υπόγειο	35	Φθορισμού με ανακλαστήρες	1 x 58	2030
Συνολική ισχύς συστήματος φωτισμού				107.382 W
Ειδική ισχύς φωτισμού				13,33 W/m^2

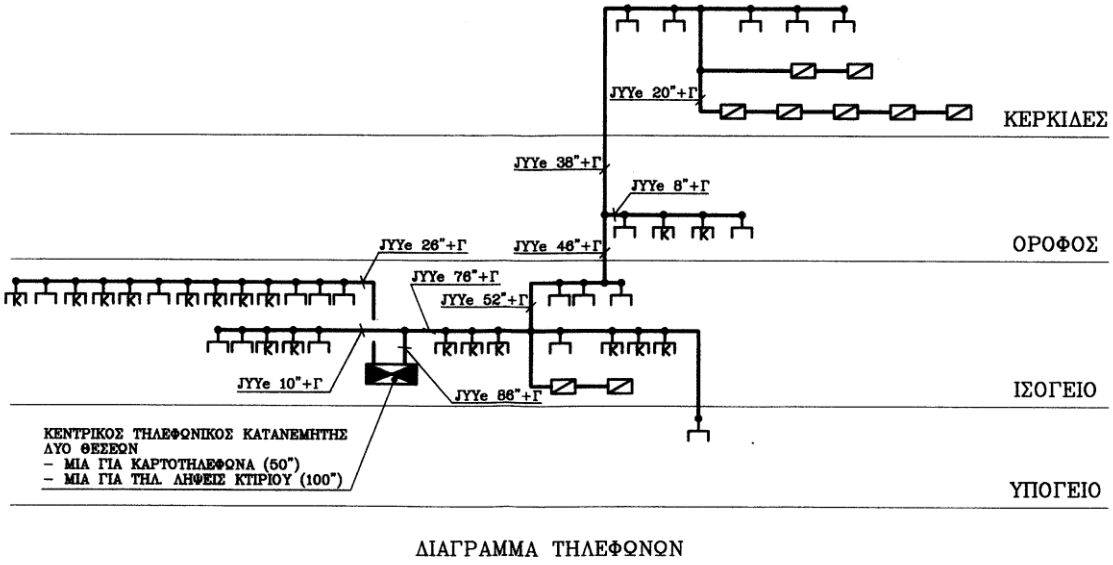
Ο συντελεστής επίδρασης χρηστών ή συντελεστής αυτοματισμού ελέγχου ανίχνευσης κίνησης (F_O) λαμβάνεται ίσος με τη μονάδα καθώς δεν εφαρμόζεται καμία μείωση της χρήσης φωτισμού κατά την απουσία χρηστών. Επίσης, ο έλεγχος του φωτισμού είναι χειροκίνητος και έτσι ο συντελεστής αυτοματισμού ελέγχου φυσικού φωτισμού (F_D) λαμβάνεται ίσος με τη μονάδα.

Εντός του χώρου του Κλειστού Γυμναστηρίου υπάρχει εγκατεστημένος φωτισμός έκτακτης ανάγκης και αποτελείται από δύο τύπους φωτιστικών ασφαλείας μη συνεχούς λειτουργίας. Ο πρώτος τύπος φωτιστικών ασφαλείας αφορά μικρά φωτιστικά σώματα που βρίσκονται πάνω από κάθε διαθέσιμη έξοδο κινδύνου ή επιλεγμένες θέσεις εντός γυμναστηρίου και φέρουν φωτεινή ένδειξη με βέλος κατεύθυνσης. Ο δεύτερος τύπος φωτιστικών ασφαλείας είναι με προβολείς αλογόνου μεγαλύτερης ισχύος για την κάλυψη των αναγκών ασφαλούς εκκένωσης του συνωστισμένου πλήθους.

Ο φωτισμός του κτιρίου ελέγχεται από πίνακα ελέγχου που περιλαμβάνει 57 αναχωρήσεις τηλεχειρισμού. Ο πίνακας ελέγχου είναι εγκατεστημένος στο γραφείο διοίκησης.

3.2.3 Ασθενή ρεύματα

Στο κτίριο πέραν του ελέγχου του φωτισμού δεν εντοπίζεται άλλη εγκατάσταση διαχείρισης και ελέγχου. Τα ασθενή ρεύματα της υφιστάμενης κατάστασης περιλαμβάνουν τη μεγαφωνική εγκατάσταση, την εγκατάσταση τηλεφώνου. Δεν εντοπίζεται υφιστάμενο σύστημα BMS.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΗΛΕΦΩΝΩΝ

Σχήμα 7. Διάγραμμα τηλεφώνων κτιρίου

3.3 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

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

3.3.1 Τροφοδοσία νέου Η/Μ εξοπλισμού

Στο υπόγειο του κτιρίου του θα κατασκευαστεί νέος ηλεκτρολογικός πίνακας. Ο νέος ηλεκτρολογικός πίνακας θα τροφοδοτείται με ξεχωριστή ηλεκτρική γραμμή (παροχή) από τον Γ.Π.Χ.Τ. Από τον νέο ηλεκτρολογικό πίνακα, με ανεξάρτητες ηλεκτρικές γραμμές, θα τροφοδοτηθούν οι υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας και οι λοιπές ηλεκτρικές καταναλώσεις (κυκλοφορητές, ηλεκτροβάνες, κλπ) σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης.

Ο υποπίνακας του κλιματισμού θα επεκταθεί για την τροφοδοσία της νέας αερόψυκτης αντλίας θερμότητας και των λοιπών ηλεκτρικών καταναλώσεων (κυκλοφορητές, ηλεκτροβάνες, κλπ) σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης. Για την τροφοδοσία των νέων ΚΚΜ θα γίνει χρήση των υφιστάμενων ηλεκτρικών γραμμών. Από τον συγκεκριμένο πίνακα θα γίνει αποξήλωση των ηλεκτρικών γραμμών του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που αποσύρεται (όπως οι υδρόψυκτοι ψύκτες).

Η ηλεκτρική παροχή από το Γ.Π.Χ.Τ. προς το νέο ηλεκτρολογικό πίνακα θα προστατεύεται από αυτόματο διακόπτη ισχύος κατάλληλης έντασης και ρεύματος βραχυκύκλωσης με ρυθμιζόμενα θερμικά και σταθερά μαγνητικά. Οι ηλεκτρικές γραμμές από τον νέο ηλεκτρολογικό πίνακα προς τις υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας θα προστατεύονται επίσης με αυτόματους διακόπτες ισχύος, ενώ τα μικρότερα σε ισχύ φορτία θα προστατεύονται από κατάλληλης έντασης μικροαυτόματους. Ενδεικτικές λυχνίες τοποθετούνται όπου απαιτείται.

Η ηλεκτρική παροχή του πίνακα θα τοποθετηθεί σε διάτρητη σχάρα καλωδίων κατάλληλων

διαστάσεων. Αντίστοιχα, οι ηλεκτρικές γραμμές προς τις καταναλώσεις μεγάλης ισχύος (αντλίες θερμότητας) θα τοποθετηθούν σε διάτρητες σχάρες καλωδίων κατάλληλων διαστάσεων. Οι ηλεκτρικές γραμμές των υπόλοιπων κυκλωμάτων τοποθετούνται στις υφιστάμενες σχάρες καλωδίων του κτιρίου και όπου απαιτείται εντός πλαστικών ηλεκτρολογικών σωλήνων.

Οι σχάρες καλωδίων θα είναι ελαφρού τύπου, διάτρητες, από προγαλβανισμένο χαλυβδοέλασμα σύμφωνα με το EN ISO 10147. Ο ανάδοχος θα πρέπει κατά την κατασκευή να ελέγξει οι σχάρες καλύπτουν το βάρος και τις διαστάσεις των καλωδίων που τοποθετούνται κατά την κατασκευή, λαμβάνοντας υπόψιν και την πρόβλεψη εφεδρείας 50%.

3.3.2 Φωτισμός

Το υφιστάμενο σύστημα φωτισμού του κτηρίου περιλαμβάνει φωτιστικά χαμηλής αποδοτικότητας και μεγάλης ενεργειακής κατανάλωσης, ενώ ταυτόχρονα απουσιάζει οποιοδήποτε σύστημα αυτοματισμού. Συνεπώς, ο φωτισμός του κτηρίου, αποτελεί σημαντικό παράγοντα της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου και χρήζει δραστικών επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισής του.
Εντούτοις, πριν την οποιαδήποτε πρόταση παρέμβασης στο σύστημα φωτισμού, θα πρέπει να γίνει επιθεώρηση σύμφωνα με τα πρότυπα ELO EN 12464.011 και το ELOT EN 151932. Για αυτό το σκοπό απαιτείται καθορισμός χρήσης κάθε χώρου του κτηρίου ώστε να ορισθεί η συγκεκριμένη επιθυμητή στάθμη φωτισμού και να τηρηθούν οι ελάχιστες προδιαγραφές. Η απαιτούμενη στάθμη φωτισμού των χώρων του γυμναστηρίου φαίνεται στον πίνακα 2 (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701 1/2017, πίνακας 2.4).

Πίνακας 4. Απαιτούμενη στάθμη φωτισμού χώρων

Α/Α	Χώρος	Επιθυμητή στάθμη φωτισμού (lux)	Παρατηρήσεις
1	Αγωνιστικός χώρος	1000	Ειδική κατηγορία σύμφωνα με το EN 12193
2	Χώρος αποδυτηρίων	200	Ύψος επιφάνειας εργασίας 0,8 m
3	Διάδρομοι και λοιποί βοηθητικοί χώροι	200	Ύψος επιφάνειας εργασίας 0,5 m
4	Χώρος γραφείων	500	Ύψος επιφάνειας εργασίας 0,8 m
5	WC	200	Ύψος επιφάνειας εργασίας 0,5 m

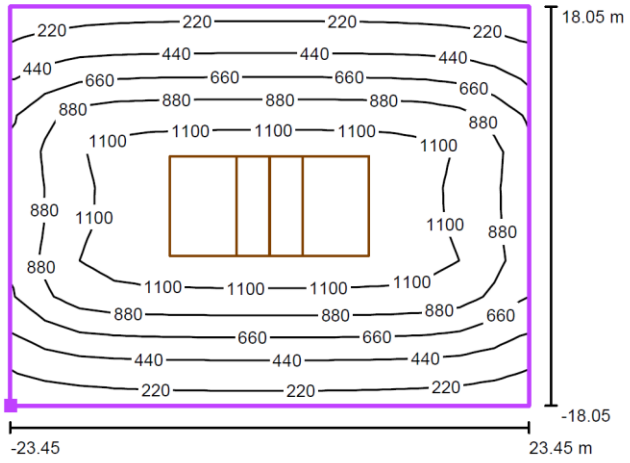
Οι τιμές του πίνακα 2 χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση μελέτης φωτοτεχνίας μέσω του λογισμικού Dialux evo_7.13. Η μελέτη φωτοτεχνίας δίνει την δυνατότητα του υπολογισμού με ακρίβεια των

[1] ΕΛΟΤ EN 12464.01 - Φως και φωτισμός - Φωτισμός χώρων εργασίας - Μέρος 1: Εσωτερικοί χώροι εργασίας.
[2] ΕΛΟΤ EN 15193 - Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό.
[3] www.dialux.com

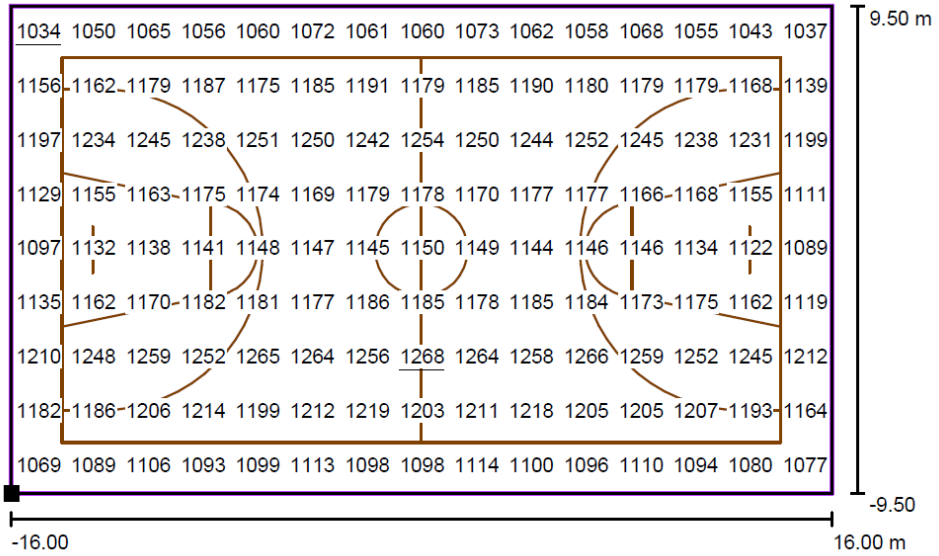
απαιτούμενων φωτιστικών σωμάτων για την επίτευξη της στάθμης φωτισμού σε κάθε χώρο του κτηρίου. Έτσι, είναι δυνατός ο υπολογισμός της νέας εγκατεστημένης ισχύος του συστήματος φωτισμού και συνεπώς της εξοικονομούμενης ενέργειας. Στη μελέτη φωτοτεχνίας λαμβάνονται υπόψη τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτηρίου (επιφάνεια, ύψος οροφής), καθώς επίσης και τα ανοίγματα και οι υφές και οι τύποι των υλικών διαφόρων στοιχείων (δάπεδο, οροφή τοίχοι κτλ). Μελέτη φωτοτεχνίας πραγματοποιήθηκε μόνο για τον χώρο άθλησης (αγωνιστικός χώρος) του κλειστού γυμναστηρίου.

Στην υφιστάμενη κατάσταση, ο αγωνιστικός χώρος καλύπτεται από σύστημα τεχνητού φωτισμού που αποτελείται από προβολείς ισχύος 400 W και 1000 W, αναρτώμενα από τον μεταλλικό σκελετό έδρασης της στέγης του κτηρίου. Στους λοιπούς χώρους, το σύστημα τεχνητού φωτισμού περιλαμβάνει φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες φθορισμού με κάλυμμα ή χωρίς και φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες φθορισμού με ανακλαστήρες και χωρίς κάλυμμα. Τα φωτιστικά σώματα φθορισμού διαθέτουν ηλεκτρομαγνητικό μπάλαστ. Στην αίθουσα προπόνησης, ο τεχνητός φωτισμός γίνεται με φωτιστικά τύπου καμπάνας με λαμπτήρας Hg ισχύος 400W.

Η πρόταση αναβάθμισης του συστήματος φωτισμού περιλαμβάνει την αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με νέας τεχνολογίας φωτιστικά χαμηλής εκπομπής διόδου (LED), τα όποια είναι ιδιαίτερα χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Κάνοντας χρήση των διαθέσιμων προϊόντων LED, εκπονήθηκε φωτοτεχνική μελέτη για τον αγωνιστικό χώρο του γυμναστηρίου, η οποία υπέδειξε την εγκατάσταση τριάντα (30) φωτιστικών LED ισχύος 480 W έκαστο, σε αντικατάσταση των 58 προβολέων 1000 W και των 8 προβολέων 400 W που είναι σήμερα εγκατεστημένοι. Συνεπώς, στον αγωνιστικό χώρο του κτηρίου η ισχύς του φωτισμού θα ανέρχεται σε 30 x 480 W= 14,4 kW, η οποία είναι κατά 76,5% μικρότερη από την υπάρχουσα εγκατεστημένη ισχύ (61,2 kW). Στο σχήμα 8 δίνονται οι ισοδύναμες γραμμές της έντασης φωτισμού στον αγωνιστικό χώρο του γυμναστηρίου όπως προέκυψαν από την φωτοτεχνική μελέτη. Η μέση ένταση φωτισμού που επιτυγχάνεται είναι Em = 779 lx λαμβάνοντας υπόψη χαμηλότερα επίπεδα φωτισμού περιμετρικά του γηπέδου καλαθοσφαίρισης. Η γραφική παράσταση των τιμών E δίνεται στο σχήμα 9.



Σχήμα 8. Ισοδύναμες γραμμές E - αγωνιστικός χώρος κλειστού γυμναστηρίου



Σχήμα 9. Γραφική παράσταση τιμών E- αγωνιστικός χώρος κλειστού γυμναστηρίου

Για τα φωτιστικά σώματα που φέρουν λαμπτήρες φθορισμού σε όλο το κτήριο προτείνεται να αντικατασταθούν με νέα σύγχρονης τεχνολογίας χαμηλής εκπομπής διόδου (LED). Προτείνεται η τοποθέτηση φωτιστικών σωμάτων τύπου LED panel ορθογωνικού σχήματος ισχύος μικρότερης από 40W, προς αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων φθορισμού ισχύος 2x18W, 2x36W, 1x36W, 1x58W. Τα φωτιστικά σώματα στους χώρους αποδυτηρίων και στους εξωτερικούς χώρους θα είναι στεγανού τύπου, προστασίας IP66. Στην αίθουσα προπόνησης θα γίνει αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών με προβολείς LED ισχύος 100W. Στον πίνακα 5 δίνονται τα νέα φωτιστικά σώματα/λαμπτήρες που προτείνεται να τοποθετηθούν στο Κλειστό Γυμναστήριο.

Πίνακας 5. Φωτιστικά σώματα στο Κλειστό Γυμναστήριο

Χώρος	Ποσότητα	Είδος φωτιστικού	Ισχύς Λαμπτήρα (W)	Ισχύς Φωτισμού (W)
Αγωνιστικός χώρος	30	Φωτιστικό LED τύπου προβολέας	1 x 480	14.400
Αίθουσες συγκεντρώσεων	13	Φωτιστικό LED τύπου προβολέας	1 x 100	1.300
Αίθουσα προπόνησης	15	Φωτιστικό LED τύπου προβολέας	1 x 100	1.500
Βοηθητικοί χώροι	400	Φωτιστικό LED panel 35W	1 x 40	16.000
Βοηθητικοί χώροι	83	Λαμπτήρας LED	1 x 11	913
Συνολική ισχύς συστήματος φωτισμού				34.113 W
Ειδική ισχύς φωτισμού				4,23 W/m^2

3.3.3 Φωτοβολταϊκός σταθμός

Η μεγάλη επιφάνεια της στέγης του Κλειστού Γυμναστηρίου προσφέρεται για την εγκατάσταση συστήματος αυτοπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά πλαίσια (net metering), ανεξάρτητα από τον μη βέλτιστο προσανατολισμό (ανατολή-δύση). Στο πλαίσιο της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου προτείνεται η εφαρμογή φωτοβολταϊκού συστήματος, το οποίο αποτελεί σήμερα μια ώριμη τεχνολογία Α.Π.Ε. Ο προτεινόμενος Φωτοβολταϊκός (Φ/Β) Σταθμός θα καλύπτει μερικώς τα ηλεκτρικά φορτία του κτηρίου. Στις καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι καταναλώσεις που προκύπτουν από τα προτεινόμενα συστήματα θέρμανσης/ψύξης και παραγωγής ΖΝΧ. **Επισημαίνεται πως η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε καμία περίπτωση δεν θα πωλείται.**

Η διαθέσιμη επιφάνεια δίνει την δυνατότητα τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών πλαισίων ικανοποιώντας τις ανάγκες πρόσβασης και μελλοντικής συντήρησης (διάδρομοι). Η προτεινόμενη εγκατεστημένη ισχύς του Φ/Β σταθμού είναι 80 kWp με χρήση 200 Φ/Β πλαισίων ισχύος 400 Wp, έκαστο.

Αναλυτικότερα, ο Φ/Β σταθμός θα αποτελείται από τα κάτωθι υποσυστήματα:

- Φωτοβολταϊκά πλαίσια
- Σύστημα στήριξης Φ/Β πλαισίων σε μεταλλική στέγη
- Μετατροπείς ισχύος
- Ηλεκτρολογικό υλικό (ασφάλειες, διακόπτες, πίνακες, κ.ά.)
- Καλώδια συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος
- Σύστημα αντικεραυνικής προστασίας

Η στήριξη των Φ/Β πλαισίων στη στέγη θα γίνει με σύστημα σταθερών βάσεων κατασκευασμένων από ειδικό κράμα αλουμινίου εξαιρετικής αντοχής (AlMgSi 6005). Ο σχεδιασμός και η μελέτη του συστήματος στήριξης θα είναι σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες 1 & 9, ενώ απαιτείται και η μελέτη στατικής επάρκειας της στέγης του κτηρίου λαμβάνοντας υπόψη τα φορτία του προτεινόμενου Φ/Β συστήματος. Η στήριξη θα γίνει με περαστές ντίζες M10x250.

Τα Φ/Β πλαίσια θα συνδεθούν μέσω ειδικών καλωδίων DC, τύπου SOLAR, για τον σχηματισμό κατάλληλο στοιχειοσειρών οι οποίες με τη σειρά τους θα συνδεθούν μέσω ειδικών καλωδίων DC, τύπου SOLAR, με τους μετατροπείς του Φ/Β συστήματος για την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο ρεύμα. Οι μετατροπείς του Φ/Β συστήματος θα είναι μέγιστης ισχύος DC 40 kW, τριφασικοί, με δύο τουλάχιστον ανεξάρτητων MPP trackers. Συνεπώς, το Φ/Β σύστημα θα περιλαμβάνει συνολικά 2 μετατροπείς ονομαστικής ισχύος 40 kW (DC). Ο βαθμός απόδοσης των μετατροπέων θα είναι μεγαλύτερος από 98%, ενώ ο βαθμός προστασίας θα είναι IP65 ώστε να είναι η δυνατή η εγκατάστασή τους σε εξωτερικό χώρο.

Οι αντιστροφείς του Φ/Β συστήματος θα συνδεθούν με γενικό πίνακα και με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της συνδεσμολογίας ενεργειακού συμψηφισμού (net metering). Το σύνολο

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

3.3.4 Γείωση

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

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

3.4 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ & ΑΣΘΕΝΗ ΡΕΥΜΑΤΑ

3.4.1 Γενικά

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

- Παραγωγή θερμικής ενέργειας από τις αντλίες θερμότητας που τοποθετούνται σύμφωνα με τη μελέτη κλιματισμού. Ενδιαφέρει ο έλεγχος της λειτουργίας των αντλιών θερμότητας σύμφωνα με τη ζήτηση.
- Μεταφορά θερμικής/ψυκτικής ενέργειας στο δίκτυο διανομής. Αφορά της κυκλοφορητές που τοποθετούνται για την διανομή της θερμικής/ψυκτικής ενέργειας που παράγεται από τις αντλίες θερμότητας. Ενδιαφέρει ο έλεγχος της λειτουργίας των κυκλοφορητών και ηλεκτροβανών κάθε ανεξάρτητου δικτύου διανομής θέρμανσης/ψύξης.
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β. Αφορά το φ/β σύστημα στη στέγη του κτιρίου

συνολικής ισχύος 80kW. Ενδιαφέρει ο έλεγχος της λειτουργίας των αντιστροφέων των φ/β συστημάτων και η καταγραφή της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

- Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο ΔΕΔΔΗΕ. Ενδιαφέρει η καταγραφή της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το κτίριο και τα συστήματα παραγωγής θερμικής/ψυκτικής ενέργειας.
- Κατανάλωση θερμικής/ψυκτικής ενέργειας. Ενδιαφέρει η καταγραφή της καταναλισκόμενης θερμικής/ψυκτικής ενέργειας, όπως καταγράφεται στους μετρητές θερμικής ενέργειας που θα εγκατασταθούν στα δίκτυα διανομής.

3.4.2 Κεντρικό σύστημα διαχείρισης (BMS)

Για τη λειτουργία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτιριακού συγκροτήματος θα εγκατασταθεί BMS το οποίο θα είναι υπεύθυνο για τον αυτοματισμό και τον έλεγχο της λειτουργίας των υποσυστημάτων καθώς και για την καταγραφή των ενεργειακών καταναλώσεων. Βασικοί στόχοι της λειτουργίας του συστήματος είναι η πλήρης και από απόσταση (τηλεπιτήρηση) παρακολούθηση της λειτουργίας της εγκατάστασης, ο εύκολος χειρισμός (και τηλεχειρισμός) των μονάδων της εγκατάστασης, η αύξηση της αξιοπιστίας στη λειτουργία των συστημάτων, η βελτίωση της ασφάλειας και της απόδοσης της εγκατάστασης, ο εντοπισμός σφαλμάτων και βελτιστοποίηση της διαχείρισης των συστημάτων. Ο έλεγχος και η συνολική παρακολούθηση της λειτουργίας θα γίνεται μέσω αποκεντρωμένων κέντρων ελέγχου (ΑΚΕ) και του κεντρικού σταθμού ελέγχου. Όλες οι εφαρμογές που θα περιέχει πρέπει να έχουν δοκιμαστεί και να υπάρχει σχετική τεκμηρίωση για την λειτουργία τους. Ο ελεύθερος προγραμματισμός των ελεγκτών θα εξασφαλίζει τις δυνατότητες προσαρμογής των λειτουργιών στις ανάγκες των χρηστών του κτιρίου. Η ενεργειακή παρακολούθηση είναι απαραίτητη για την μέγιστη διαφάνεια της ενεργειακής κατανάλωσης. Έτσι θα είναι δυνατή η αξιοποίηση των στοιχείων για τυχόν κτιριακές αδυναμίες που προκύψουν, και για τον σαφή προσδιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης.

3.4.2.1 <u>Κεντρικός σταθμός ελέγχου</u>

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

1. Εμφάνιση συνοπτικών αναφορών βλαβών λειτουργίας των εγκαταστάσεων, ταξινομημένων σε ομάδες ανάλογα με την βαρύτητα της βλάβης

2. Αποστολή αναφορών βλαβών λειτουργίας των εγκαταστάσεων στο σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή προς άλλη προγραμματισμένη συσκευή ανάγνωσης μηνυμάτων (πχ κινητό ή tablet)
3. Δυναμική γραφική απεικόνιση και γραφικό περιβάλλον ελέγχου των εγκαταστάσεων
4. Εμφάνιση των διαφορετικών εγκαταστάσεων υπό μορφή δέντρου δεδομένων και εύκολη περιήγηση ανάμεσα σε αυτές
5. Αυτόματη εκτέλεση προγραμματισμών διεργασιών
6. Αρχείο καταγραφής των βλαβών λειτουργίας των εγκαταστάσεων, των συνδέσεων με το Σύστημα Ελέγχου Εγκαταστάσεων, των χειριστών του Κέντρου Διαχείρισης και των αντίστοιχων χειρισμών που αυτοί πραγματοποίησαν
7. Ημερολόγιο για των προγραμματισμό και τον χειρισμό των χρονικών προγραμμάτων λειτουργίας των εγκαταστάσεων
8. Απομακρυσμένο έλεγχο του Κέντρου Διαχείρισης, που θα υποστηρίζει τις λειτουργίες AutoDial Links, ISDN, Ethernet TCP / IP LAN, Ethernet TCP / IP WAN.
9. Προστασία πρόσβασης από μη εξουσιοδοτημένους χειριστές
10. Διαφορετικά επίπεδα πρόσβασης, ανάλογα με των κωδικό του χειριστή
11. Πραγματοποίηση και διακοπή σύνδεσης με το Σύστημα Ελέγχου Εγκαταστάσεων

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

3.4.2.2 Απομακρυσμένα κέντρα ελέγχου (ΑΚΕ)

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

- Μονάδα αρθρωτής δομής δέκα (10) universal εισόδων (είτε digital input είτε analog input) και 10 universal εξόδων (είτε digital output είτε digital input) ώστε να παραλαμβάνονται από το σύστημα αναλογικά ψηφιακά σήματα (βλ σχέδιο ΗΛ-2, ΗΛ-3)
- Προγραμματιζόμενος ελεγκτής (programmable controller). Ο ελεγκτής θα διαθέτει ενσωματωμένο webserver και δυνατότητα επικοινωνίας με μονάδες αρθρωτής δομής εισόδων/εξόδων. Ο ελεγκτής θα διαθέτει επίσης και θύρες εισόδου RS485 κατάλληλες για διαχείριση σημάτων BACnet, PanelBUS και ModBUS και θύρα επικοινωνίας για πρωτόκολλο M-Bus ώστε να είναι δυνατή η πραγματοποίηση μετρήσεων ενέργειας στους καταναλωτές. Τέλος θα πρέπει να διαθέτει και θύρα Ethernet για επικοινωνία με δίκτυο LAN.

- Μετασχηματιστές απομόνωσης συνεχούς λειτουργίας 230V/24V για την τροφοδοσία του συστήματος (τροφοδοτικά)

3.4.2.3 Καλωδιώσεις συστήματος ελέγχου και τηλεμετρίας

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

Ορεστιάδα 27/05/2021 Ο μελετητής	Εγκρίθηκε Ο Αν. Πρ/νος Τμήματος Η/Μ Έργων και Σηματοδότησης	Θεωρήθηκε Ο Αν. Πρ/νος Δ/νσης Τεχνικών Υπηρεσιών
Λυμπερόπουλος Κων/νος Μηχανολόγος Μηχανικός	Παπαδόπουλος Δημήτριος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός	Καλεντζίδης Βλασάκης Χημκός Μηχανικός

ATHANASIA ZAMPOUNIDOU
Ακριβές αντίγραφο
2022.07.07 12:39:32 +03'00'