



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΟΣ ΕΒΡΟΥ
ΔΗΜΟΣ ΣΟΥΦΛΙΟΥ**

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ/ΨΥΞΗΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ – ΛΥΚΕΙΟ ΣΟΥΦΛΙΟΥ

ΜΕΛΕΤΗ: Ενεργειακή επιθεώρηση και μελέτη ενεργειακής αναβάθμισης σχολικών κτιρίων του Δήμου Σουφλίου

ΣΥΜΒΑΣΗ: Υπ.αριθμ. 929/04-02-2021, 21SYMV008117018 2021-02-09

ΤΕΥΧΟΣ: Τεχνική Περιγραφή

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ: Οδός Ερμού 1, Σουφλί, Δ. Σουφλίου, Ν. Έβρου

ΑΝΑΔΟΧΟΣ **ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΛΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΣ**
ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ: **ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΜΠ, MSc**

Βιζυηνού 20, Αλεξανδρούπολη

Τ. +30 25515 50717 | Μ. +30 6947617620

klympero@kriton-energy.com | www.kriton-energy.com

Σεπτέμβριος 2021

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή.....	3
2	Κανονισμοί.....	4
3	Υφιστάμενη κατάσταση.....	5
3.1	Σύστημα θέρμανσης χώρων.....	5
3.2	Σύστημα ψύξης χώρων	6
3.3	Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.....	6
3.4	Σύστημα μηχανικού αερισμού κ	6
4	Δεδομένα μελέτης.....	7
4.1	Γενικά	7
4.2	Κλιματολογικές συνθήκες – συνθήκες χώρων.....	7
4.3	Υπολογισμός θερμικών απωλειών	8
4.3.1	Απαίτηση μεταφοράς	8
4.3.2	Απαίτηση αερισμού	12
5	Προτεινόμενες παρεμβάσεις.....	14
5.1	Σύστημα θέρμανσης	14
5.1.1	Παραγωγή θέρμανσης.....	14
5.1.2	Μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου	16
5.1.3	Δίκτυα σωληνώσεων θερμού νερού	16
5.1.4	Κυκλοφορητές.....	17
5.1.5	Λοιπός υδραυλικός εξοπλισμός	17

1 Εισαγωγή

Η Τεχνική Περιγραφή αφορά τη μελέτη για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης και ψύξης του συγκροτήματος κτηρίων Γυμνασίου - Λυκείου Σουφλίου. Πρόκειται για παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης σε υφιστάμενα κτίρια με χρήση «Δευτεροβάθμια εκπαίδευση» που βρίσκονται επί της οδού Ερμού, στο Σουφλί, Ν. Έβρου.

Λαμβάνονται υπόψη τα κάτωθι:

- Τα Αρχιτεκτονικά Σχέδια της υφιστάμενης κατάστασης
- Τα ισχύοντα Πρότυπα και Προδιαγραφές
- Τις προτάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή

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 στην κατασκευή του κτιρίου 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.

Όπου στην παρούσα Τεχνική Περιγραφή 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 χρησιμοποιούμενων υλικών και την ποιότητά τους. Η αναφορά αυτή σε καμία περίπτωση δε 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 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 Κτιρίων 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. SMACNA (Sheet metal and air conditioning contractors national association)
16. Πρότυπο ASHRAE 62.1-2019

3 Υφιστάμενη κατάσταση

3.1 Σύστημα θέρμανσης χώρων

Η θέρμανση του κτηρίου γίνεται μέσω κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης, η οποία περιλαμβάνει τρεις (3) μονάδα λέβητα-καυστήρα πετρελαίου υψηλών θερμοκρασιών (90°/70°C).

Για τη θέρμανση του Λυκείου χρησιμοποιείται ένας λέβητας ονομαστικής θερμικής ισχύος 436 KW και σύμφωνα με την αυτοψία βρίσκεται σε καλή κατάσταση. Επίσης, οι βοηθητικοί χώροι θερμαίνονται με λέβητα ονομαστικής θερμικής ισχύος 120 KW περίπου. Για τη θέρμανση του Γυμνασίου χρησιμοποιείται ένας λέβητας ονομαστικής θερμικής ισχύος 375 KW περίπου και σύμφωνα με την αυτοψία βρίσκεται σε πολύ κακή κατάσταση.



Σχήμα 1. Λέβητες συγκροτήματος Γυμνασίου - Λυκείου

Στο δίκτυο διανομής βρίσκονται συνολικά (5) εγκατεστημένοι κυκλοφορητές για την κυκλοφορία του θερμού νερού προς τα συμβατικά θερμαντικά σώματα σε διάταξη δισωλήνιου συστήματος. Οι κεντρικές σωληνώσεις του δικτύου διανομής εντός του χώρου του λεβητοστασίου δεν διαθέτουν μόνωση. Το ίδιο ισχύει και για τις σωληνώσεις του δικτύου διανομής στους λοιπούς χώρους. Οι τερματικές μονάδες της θέρμανσης σε όλους του χώρους είναι συμβατικά χαλύβδινα θερμαντικά σώματα τύπου panel ή τύπου ΑΚΑΝ, εγκατεστημένα σε εσωτερικούς και εξωτερικούς τοίχους.

3.2 Σύστημα ψύξης χώρων

Δεν εντοπίζεται κάποιο κεντρικό σύστημα ψύξης στα κτήρια του Γυμνασίου και Λυκείου, πέραν των τοπικών κλιματιστικών μονάδων (split-units) που εντοπίζονται στους χώρους γραφείων.

3.3 Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Στα κτήρια δεν λειτουργεί σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.

3.4 Σύστημα μηχανικού αερισμού κ

Στα κτήρια δεν λειτουργεί σύστημα μηχανικού αερισμού.

4 Δεδομένα μελέτης

4.1 Γενικά

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις, όπως περιγράφονται αναλυτικά στην παρούσα ενότητα, στοχεύουν στην μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας και στην μείωση των εκπομπών CO₂ που οφείλονται στην λειτουργία του συστήματος θέρμανσης/ψύξης των κτηρίων του Γυμνασίου-Λυκείου Σουφλίου. Οι παρεμβάσεις αφορούν τα συστήματα παραγωγής της θέρμανσης και ψύξης με την τοποθέτηση νέου συστήματος υβριδικού συστήματος θέρμανσης αποτελούμενο από λέβητα συμπίκνωσης πετρελαίου και αερόψυκτες αντλίες θερμότητας, την ανάπτυξη νέου δικτύου διανομής με προμονωμένες σωλήνες πολυπροπυλενίου και την εγκατάσταση νέων μονάδων ανεμιστήρα-στοιχείου.

Με σκοπό τη διαστασιολόγηση των συστημάτων παραγωγής θέρμανσης πραγματοποιήθηκε υπολογισμός των θερμικών απωλειών, λαμβάνοντας υπόψη τις προτεινόμενες παρεμβάσεις στο κέλυφος των κτηρίων (αντικατάσταση κουφωμάτων/υαλοπινάκων, θερμομόνωση κάθετων αδιαφανών επιφανειών, θερμομόνωση στέγης). Τα αποτελέσματα της μελέτης θερμικών απωλειών δίνονται στα τεύχη υπολογισμού για κάθε κτήριο του συγκροτήματος.

Σημειώνεται πως λόγω της χρήσης του κτηρίου (δευτεροβάθμια εκπαίδευση) η αναμενόμενη λειτουργία του κτηρίου σε συνθήκες απαίτησης ψύξης είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Συνεπώς, για τεchnο-οικονομικούς λόγους επιλέγεται η διαστασιολόγηση των συστημάτων παραγωγής θέρμανσης/ψύξης στα φορτία θέρμανσης και όχι στα φορτία ψύξης, τα οποία είναι συνήθως μεγαλύτερα (από αυτά της θέρμανσης).

4.2 Κλιματολογικές συνθήκες – συνθήκες χώρων

Τα συστήματα θέρμανσης/ψύξης 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 TOTEE 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 TOTEE 20701-1/2017, οι συνθήκες σχεδιασμού δίνονται στον πίνακα 1.

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

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Εσωτερικές συνθήκες θέρους	Εσωτερικές συνθήκες χειμώνα
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση	26oC / 45% RH	20oC / 35% RH

Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	26oC / 50% RH	20oC / 45% RH
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	26oC / 50% RH	18oC / 35% RH
Λουτρά	26oC / 50% RH	22oC / 40% RH

4.3 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 ($\theta_i - \theta_e$) και προκύπτουν οι θερμικές απώλειες από μεταφορά. Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμικών απωλειών από αερισμό. Πολλαπλασιάζεται με την διαφορά θερμοκρασίας ($\theta_i - \theta_e$) 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.

4.3.1 Απαίτηση μεταφοράς

Σύμφωνα με την παράγραφο 7.1 του EN 12831, οι θερμικές απώλειες σχεδιασμού του θερμαινόμενου χώρου (i), $\Phi_{T,i}$, σε **W**, υπολογίζονται από την εξίσωση (2) :

$$\Phi_{T,i} = (HT_{,ie} + HT_{,iue} + HT_{,ig} + HT_{,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (2), \text{ όπου}$$

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 ίδιου κτιρίου ή ένας θερμαινόμενος χώρος ενός διπλανού κτιρίου, καθορίζεται σύμφωνα με το 7.1.4	W/K
$\theta_{int,i}$	Εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού του θερμαινόμενου χώρου (i)	C
θ_e	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):

$$HT_{ie} = \sum A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum \Psi I \cdot e_l \quad (3), \text{ όπου}$$

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
A_k	Επιφάνεια του δομικού στοιχείου (k)	m ²
e_k, e_l	Συντελεστές διόρθωσης αν δεν έχουν ληφθεί υπόψη στο υπολογισμό της τιμής U μία σειρά από παράμετροι.	
U_k	Συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k), υπολογίζεται σύμφωνα με: - EN ISO 6946 (για αδιαφανή στοιχεία) - EN ISO 10077-1 (για πόρτες και παράθυρα)	W/(m ² *K)
I	Μήκος της γραμμικής θερμικής γέφυρας (l) μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού	m
Ψ	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) :

$$HT_{iue} = \sum A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum \Psi I \cdot b_u \quad (5), \text{ όπου}$$

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
A_k	Επιφάνεια του δομικού στοιχείου (k)	m ²
b_u	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/(m ² *K)
l	Μήκος της γραμμικής θερμικής γέφυρας (l) μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού	m
ψi	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 τρεις παρακάτω τρόπους :

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

$$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (6)$$

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

$$b_u = H_{ue} / (H_{iu} + H_{ue}) \quad (7)$$

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
H_{iu}	Συντελεστής θερμικών απωλειών από το θερμαινόμενο χώρο (i) προς το μη θερμαινόμενο χώρο (u)	W/K
H_{ue}	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) :

$$H_{T,ig} = f_{g1} * f_{g2} * (\Sigma A_k * U_{equiv,k}) * G_w \quad (8), \text{ όπου}$$

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, $\theta_{m,e}$ και της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού, θ_e , δίδεται από : $fg2 = (\theta_{int,i} - \theta_{m,e}) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$	
Ak	Επιφάνεια του δομικού στοιχείου (k) που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος	m ²
Uequiv,k	Ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k) που ορίζεται σύμφωνα με τους πίνακες 4,5,6,7	W/(m ² *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) :

$HT,ij = \sum f_{ij} \cdot A_k \cdot U_{kl}$ (10), όπου

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
Ak	Επιφάνεια του δομικού στοιχείου (k)	m ²
fij	Συντελεστής ελάττωσης της θερμοκρασίας που λαμβάνει υπόψη τη διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του διπλανού χώρου και της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού, δίνεται από : $fij = (\theta_{int,i} - \theta_{adjacent}) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$	
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/(m ² *K)

Οι θερμικές απώλειες κάθε δωματίου αναλύονται σε

- Φ,T,i Θερμικές απώλειες από μεταφορά

- $\Phi_{V,i}$ Θερμικές απώλειες από αερισμό
- $\Phi_{RH,i}$ Αναθέρμανση (αν έχουμε διακοπτόμενη λειτουργία)

4.3.2 Απαίτηση αερισμού

Σύμφωνα με την παράγραφο 7.2 του EN 12831, οι θερμικές απώλειες σχεδιασμού από αερισμό του θερμαινόμενου χώρου (i), $\Phi_{V,i}$, σε W , υπολογίζονται από την εξίσωση (11) :

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (11), \text{ όπου}$$

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
$H_{V,i}$	Συντελεστής θερμικών απωλειών από αερισμό του θερμαινόμενου χώρου (i)	W/K
$\theta_{int,i}$	Εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού του θερμαινόμενου χώρου (i)	C
θ_e	Εξωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού	C

Ο συντελεστής θερμικών απωλειών από αερισμό $H_{V,i}$ υπολογίζεται από την εξίσωση (12) :

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho \cdot c_p \quad (12), \text{ όπου}$$

Σύμβολο	Περιγραφή	Μονάδα
V_i	Παροχή αέρα του θερμαινόμενου χώρου (i)	m ³ /s
ρ	Πυκνότητα του αέρα σε $\theta_{int,i}$	kg/m ³
c_p	Ειδική θερμότητα του αέρα σε $\theta_{int,i}$	kJ/(kg·K)

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

$$H_{V,i} = 0.34 \cdot V_i \quad (13)$$

όπου το V_i είναι σε [m³/h]. Για να βρούμε το V_i 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	n ₅₀ 1/h		
	Βαθμός αεροστεγανότητας (Ποιότητα κουφωμάτων)		
	Υψηλή (υψηλής ποιότητας στεγανά παράθυρα και πόρτες)	Μέση (διπλά τζάμια, κανονική 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	Θερμεινόμενος χώρος χωρίς εκτεθειμένα ανοίγματα Heated space without exposed openings	Θερμεινόμενος χώρος με ένα εκτεθειμένο άνοιγμα Heated space with one exposed opening	Θερμεινόμενος χώρος με περισσότερα από ένα εκτεθειμένα ανοίγματα Heated space with more than one exposed opening
Καμία 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 θερμεινόμενου 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

5 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

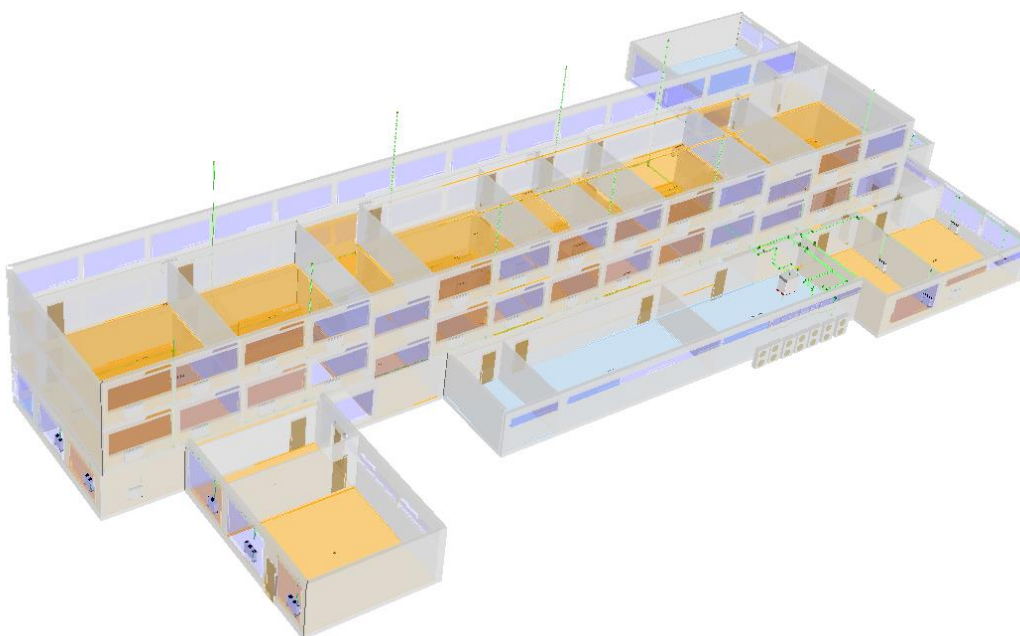
Όλες οι εργασίες για ολοκληρωμένη εφαρμογή σύμφωνα με τους κανόνες της τέχνης και της επιστήμης των νέων μηχανολογικών εγκαταστάσεων που περιγράφονται παρακάτω έχουν συνυπολογιστεί στο κόστος των σχετικών άρθρων του τιμολογίου μελέτης και βαρύνουν τον ανάδοχο.

5.1 Σύστημα θέρμανσης

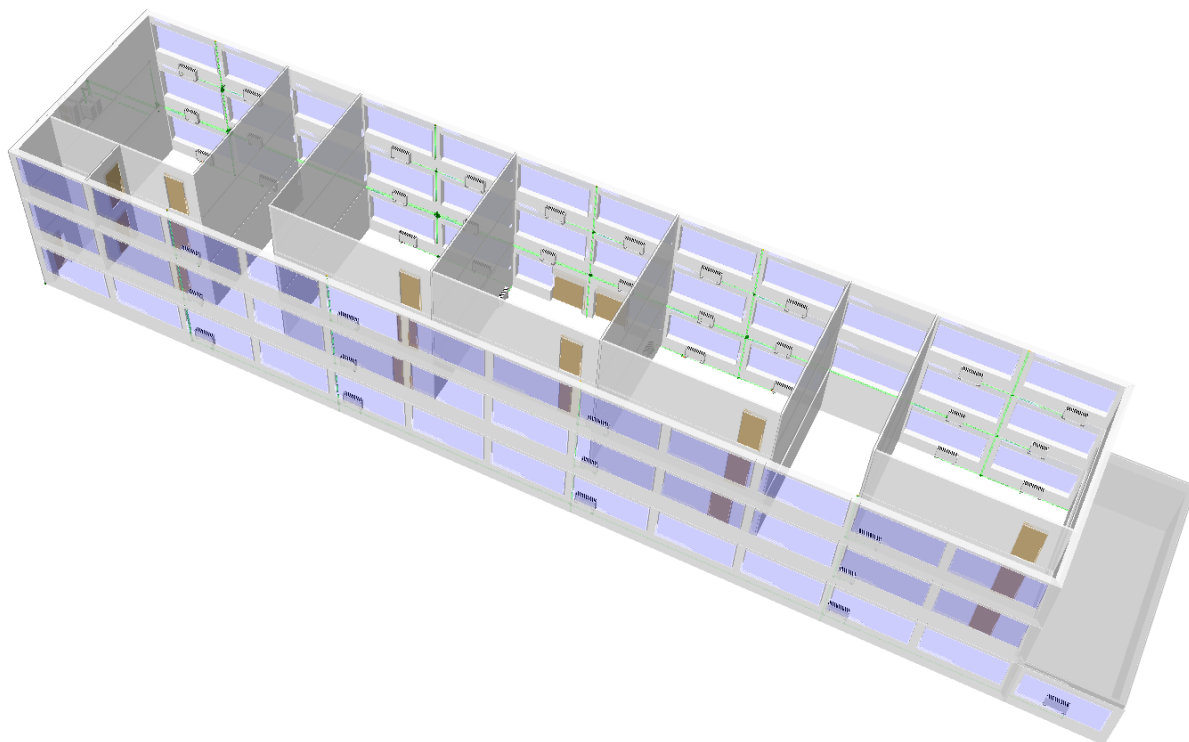
Για την αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης χώρων του συγκροτήματος κτηρίων του Γυμνασίου – Λυκείου Σουφλίου προτείνεται η τοποθέτηση λέβητα συμπύκνωσης πετρελαίου, η τοποθέτηση συστημάτων με αερόψυκτες αντλίες θερμότητας (αέρα – νερού) σε παράλληλη διάταξη (cascade), η κατασκευή νέου συστήματος διανομής με προμονωμένες σωλήνες PPR και η τοποθέτηση νέων μονάδων ανεμιστήρα-στοιχείου (FCUs).

5.1.1 Παραγωγή θέρμανσης

Η θερμική ισχύς των συστημάτων παραγωγής θέρμανσης επιλέγεται σύμφωνα με τους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών, όπως πραγματοποιήθηκαν με χρήση του λογισμικού HeatingDesign της TiSoft (βλ. τεύχος υπολογισμών) για τα κτήρια του Γυμνασίου και Λυκείου. Συγκεκριμένα, οι νέες θερμικές απώλειες, όπως προέκυψαν μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων στο κέλυφος των κτηρίων σε εκτιμώνται σε αθροιστικά σε 179,10 kW_{th}, (Λύκειο 103,92kW_{th} Γυμνάσιο 75,18kW_{th}). Στα σχήματα 2 και 3 παρουσιάζεται η τρισδιάστατη μοντελοποίηση (BIM) του κτηρίου στο λογισμικό HeatingDesign των κτηρίων.



Σχήμα 2. Τρισδιάστατη μοντελοποίηση (BIM) του κτηρίου του Λυκείου Σουφλίου



Σχήμα 3. Τρισδιάστατη μοντελοποίηση (BIM) του κτηρίου του Γυμνασίου Σουφλίου

Για την παραγωγή θερμού νερού για τις ανάγκες θέρμανσης των χώρων των κτηρίων θα εγκατασταθεί ένα υβριδικό σύστημα αποτελούμενο από σύστημα αντλιών θερμότητας σε παράλληλη διάταξη (cascade) και συγκρότημα λέβητα-καυστήρα πετρελαίου συμπύκνωσης.

Προτείνεται σύστημα με επτά (7) αερόψυκτες αντλίες θερμότητας (ΑΑΘ). Οι ΑΑΘ θα είναι θερμικής ισχύος $18 \text{ kW}_{\text{th}}$ (κατά ΕΕ 811/2013 στο θερμό κλίμα στους 55°C), έκαστην, με συνολική δηλαδή θερμική ισχύ $126 \text{ kW}_{\text{th}}$. Οι ΑΑΘ θα είναι διαιρούμενου τύπου (split), οι θα λειτουργούν μέσω της μονάδας ελέγχου του συστήματος παραλληλισμού (cascade). Οι εσωτερικές μονάδες των ΑΑΘ τοποθετούνται στο χώρο του υφιστάμενου λεβητοστασίου, ενώ οι εξωτερικές στον περιβάλλοντα χώρο πλησίον του λεβητοστασίου (βλ. ΚΛ01 (Γυμνάσιο), ΚΛ01 (Λύκειο)). Το σύστημα περιλαμβάνει «cascade controller» για τον έλεγχο της λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης. Συγκεκριμένα, οι αντλίες θερμότητας εμπλέκονται στη λειτουργία ανάλογα με τη ζήτηση του θερμικού φορτίου αυξάνοντας έτσι το βαθμό απόδοσης, μειώνοντας ταυτόχρονα το κόστος λειτουργίας.

Για την ομαλή λειτουργία του ως άνω συστήματος απαιτείται η εγκατάσταση δοχείου αδρανείας χωρητικότητας 1000 λίτρων.

Επίσης, προτείνεται η εγκατάσταση συγκροτήματος λέβητα – καυστήρα πετρελαίου, τεχνολογίας συμπύκνωσης, υψηλού βαθμού απόδοσης ($>90\%$) θερμικής ισχύος $116 \text{ kW}_{\text{th}}$. Ο λέβητας θα φέρει ανεξάρτητο κυκλοφορητή και θα είναι συνδεδεμένος με τον εναλλάκτη του προτεινόμενου δοχείου αδρανείας 1000 λίτρων.

Το υβριδικό σύστημα θέρμανσης θα συνδεθεί με το νέο δίκτυο διανομής της θέρμανσης που αποτελείται από προμονωμένες σωλήνες πολυπροπυλενίου υψηλής κρυσταλλικότητας με υαλονήματα (PPRCT) και νέες μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (FCUs), όπως σημειώνεται παρακάτω και σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης. Εντός του λεβητοστασίου κατασκευάζεται νέος συλλεκτοδιανομέας (PPR) από τον οποίο αναχωρούν έξι (6) διαφορετικοί κλάδοι προς τις μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης με ανεξάρτητο κυκλοφορητή για κάθε κλάδο.

Προβλέπεται η αποξήλωση του συνόλου των υποσυστημάτων του υφιστάμενου λεβητοστασίου, εκτός των δεξαμενών αποθήκευσης πετρελαίου, καθώς και η αποκατάσταση των δομικών στοιχείων του λεβητοστασίου, όπου απαιτείται.

5.1.2 Μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου

Προβλέπεται η τοποθέτηση νέων μονάδων ανεμιστήρα στοιχείου (FCUs) δαπέδου, εμφανούς τοποθέτησης, σε όλους του χώρους των κτηρίων. Τα FCUs θα είναι δύο σωλήνων, δηλαδή με ένα στοιχείο για θέρμανση/ψύξη και θα φέρουν φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες κατάλληλης ισχύος ανάλογα με την θερμική ισχύ και τουλάχιστον τριών ταχυτήτων. Όλα τα FCUs φέρουν ενσωματωμένη δίοδη ηλεκτρική βάννα, η οποία θα ελέγχεται μέσω του προτεινόμενου BMS.

Η τοποθέτηση στο δάπεδο θα γίνει με ποδαρικά ή θα γίνει επίτοιχη ανάλογα με τις απαιτήσεις της Επίβλεψης, ενώ η αποχέτευσή τους θα καταλήγει είτε σε εξωτερικό χώρο είτε σε υφιστάμενη αποχέτευση του κτηρίου με αποκατάσταση των δομικών στοιχείων όπου απαιτείται.

Τα FCUs θα είναι ίδιου τύπου, ενώ η θερμική ισχύς ανά χώρο του κτηρίου θα είναι σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης (βλ. ΚΛ01 Γυμνάσιο, ΚΛ01 Λύκειο) και το τεύχος υπολογισμών. Τα FCUs θα φέρουν πιστοποίηση κατά EUROVENT.

Η λειτουργία των FCUs θα ελέγχεται από το σύστημα αυτοματισμού (BMS) σύμφωνα με τη μελέτη ισχυρών-ασθενών ρευμάτων.

5.1.3 Δίκτυα σωληνώσεων θερμού/ψυχρού νερού

Τα δίκτυα σωληνώσεων θερμού/ψυχρού νερού των μηχανοστασίων θα κατασκευαστούν από προμονωμένους σωλήνες πολυπροπυλενίου υψηλής κρυσταλλικότητας με υαλονήματα (PPRCT), SDR 9, με διατομές σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης (ΚΛ01, ΚΛ02, ΚΛ03 για Γυμνάσιο και Λύκειο). Η στήριξη των σωληνώσεων επί της τοιχοποιίας γίνεται υποχρεωτικά με χρήση κατάλληλων ειδικών τεμαχίων, σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές. Οι διαιρούμενες προς εγκατάσταση ΑΑΘ (εσωτερικές μονάδες) παραλληλίζονται υδραυλικά πριν την σύνδεσή τους με το δοχείο αδρανείας. Το δοχείο αδρανείας στο μηχανοστάσιο συνδέεται μέσω της ανάπτυξης νέου δικτύου σωληνώσεων με τις μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου κάθε χώρου του κτηρίου. Ο λέβητας συμπίκνωσης πετρελαίου συνδέεται με τον εναλλάκτη του δοχείου αδρανείας. Οι κατακόρυφες σωλήνες θα οδεύουν επίτοιχα στα σημεία που παρουσιάζονται στα σχέδια της μελέτης (ΚΛ01) και είναι προμονωμένοι σωλήνες. Οι

οριζόντιες σωλήνες (από πολυπροπυλένιο υψηλής κρυσταλλικότητας PPRCT, SDR9) που συνδέουν τις κατακόρυφες στήλες με τα FCUs θα οδεύουν επίτοιχα στο χαμηλότερο δυνατό ύψος από το έδαφος. Σημειώνεται πως σε περίπτωση που υπάρχει η προτεινόμενη στα σχέδια της μελέτης όδευσης δεν είναι εφικτή δύναται να τροποποιηθεί μετά από έγκριση της επίβλεψης.

Στα σημεία που θα γίνουν οπές (τοίχοι, δάπεδα) για τη διέλευση των δικτύων θερμού/ψυχρού νερού θα γίνει πλήρη αποκατάσταση των δομικών στοιχείων με ευθύνη του αναδόχου.

5.1.4 Κυκλοφορητές

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

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. Η σύνδεση κάθε κυκλοφορητή στο δίκτυο του θερμού νερού συνιστάται να περιλαμβάνει τα παρακάτω όργανα:

1. Δύο βάνες διακοπής πριν και μετά τον κυκλοφορητή ώστε να είναι δυνατή η αφαίρεσή του από το δίκτυο χωρίς να χρειάζεται άδειασμα του δικτύου από νερό.
2. Ένα φίλτρο νερού πριν τον κυκλοφορητή.
3. Μετρητής θερμικής ενέργειας.
4. Λοιπός υδραυλικός εξοπλισμός που επισημαίνεται στα σχέδια της μελέτης

Η λειτουργία των κυκλοφορητών (όπως και του συνόλου του συστήματος θέρμανσης/ψύξης) θα ελέγχεται από το σύστημα αυτοματισμού (BMS).

5.1.5 Λοιπός υδραυλικός εξοπλισμός

Προκειμένου να επιτυγχάνεται η απομόνωση κλάδων του δικτύου, χρησιμοποιούνται βάνες. Οι κύριες βάνες των εγκαταστάσεων (απομόνωση διανομών, 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.

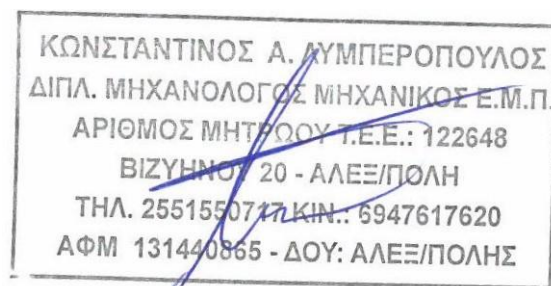
Το αέριο δεν έρχεται σε επαφή με το νερό της εγκατάστασης. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η χρησιμοποίηση κλειστών δοχείων διαστολής αφορούν την περιορισμένη διάβρωση, την κατάργηση των σωλήνων ασφάλειας και την αποφυγή του κινδύνου παγώματος. Τα δοχεία διαστολής συνδέονται αφ' ενός μεν με το σωλήνα επιστροφής του δικτύου αφ' ετέρου δε με το δίκτυο ύδρευσης μέσω αυτομάτου βάνας πληρώσεως. Στις εγκαταστάσεις που τοποθετείται κλειστό δοχείο διαστολής, απαιτείται για να αποφευχθεί ο κίνδυνος ανυψώσεως της πίεσεως 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 απαερωτή για τον συνεχή εξαερισμό των δικτύων και την ομαλή λειτουργία του συστήματος θέρμανσης. Φίλτρα θα τοποθετηθούν πριν από τους κυκλοφορητές, για την προστασία τους από την είσοδο σε αυτές σωματιδίων, καθώς και πριν από τις ΑΑΘ. Θερμόμετρα και μανόμετρα τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις για την εύκολη και ασφαλή παρακολούθηση της λειτουργίας των εγκαταστάσεων.

Το δοχείο αδρανείας θα φέρει εξωτερική μόνωση πάχους τουλάχιστον 100mm. Η συνδεσμολογία του δοχείου αδρανείας προτείνεται να είναι τύπου «τεσσάρων σωλήνων», όπως σημειώνεται στα σχέδια της μελέτης.

Ο

Η/Μ Μηχανικός



ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ	ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ
<p>ΚΟΤΣΑΝΗ ΕΛΕΝΗ ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΠΕ</p> 