



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Ταμείο  
Περιφερειακής Ανάπτυξης

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΗΠΕΙΡΟΥ 2014-2020



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της ΕΕ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΔΗΜΟΣ ΑΡΤΑΙΩΝ  
Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

ΕΡΓΟ: **ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ  
ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΑ  
ΚΤΗΡΙΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΑΡΤΑΙΩΝ-Α' ΦΑΣΗ**

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΗΠΕΙΡΟΣ 2014-2020, ΑΞΟΝΑΣ  
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ 2 «ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ  
ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»  
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΑΠΟ ΕΤΠΑ



ΘΕΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ:

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.2  
ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ  
ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΚΟΣΤΟΥΣ-ΟΦΕΛΟΥΣ  
ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΧΑΛΚΙΑΔΩΝ**

Άρτα 2 / 2 /2021  
Οι συντάξαντες

Αγορίτσα Κοντοστέργιου  
Πολιτικός Μηχανικός

Μιράντα Νούτση  
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

Άρτα 2 / 2 /2021  
ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

Η Δ/ντρια ΤΥΔ

Σοφία Γρύλλια  
Τοπογράφος Μηχανικός

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ΓΕΝΙΚΑ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1. Επεμβάσεις στα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου .....</b>	<b>8</b>
3.1.1. Περιγραφή	8
3.1.2. Υπολογισμοί	8
3.1.3. Θερμομόνωση των κατακόρυφων εξωτερικών επιφανειών του παλαιού κτιρίου.....	10
3.1.4. Θερμομόνωση οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.....	10
3.1.5. Αποτελέσματα.....	11
3.1.6. Προϋπολογισμός επεμβάσεων στα αδιαφανή δομικά στοιχεία .....	11
<b>3.2. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ .....</b>	<b>13</b>
3.2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ .....	13
3.2.2. Υπολογισμοί	14
3.2.2.1. Συντελεστές θερμοπερατότητας.....	14
3.2.2.2. Υπολογισμός αθέλητου αερισμού .....	18
3.2.3. ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΑ ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	20
<b>3.3. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....</b>	<b>22</b>
3.3.1. ΓΕΝΙΚΑ	22
3.3.2. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ	22
3.3.2.1. Αντλίες θερμότητας αέρα – νερού υψηλών θερμοκρασιών .....	22
3.3.2.2. Επεμβάσεις στα λεβητοστάσια των κτιρίων .....	24
3.3.2.3. Αναβάθμιση εγκατάστασης ισχυρών ρευμάτων.....	32
3.3.3. Προϋπολογισμός επεμβάσεων .....	34
<b>3.4. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ .....</b>	<b>35</b>
3.4.1. Γενικά	35
3.4.2. Επεμβάσεις	35
3.4.2.1. Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων.....	35
3.4.2.2. Διακοπτικό υλικό.....	37
3.4.2.3. Διατάξεις προστασίας - Εκτέλεση ελέγχων κατά ΚΕΝΕ ή HD384.....	37
3.4.3. Αποτελέσματα Επέμβασης.....	37
3.4.4. Προϋπολογισμός επεμβάσεων .....	39
<b>4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1. Γενικά – Παρουσίαση σεναρίων ενεργειακών επεμβάσεων .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2. Μειώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκπομπών CO<sub>2</sub>.....</b>	<b>41</b>
<b>4.3. Νέες ενεργειακές κατατάξεις του κτιρίου .....</b>	<b>41</b>
<b>5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1. Ανάλυση του συνολικού προϋπολογισμού εργασιών .....</b>	<b>43</b>
<b>5.2. Εκτίμηση κόστους – οφέλους – αποσβέσεων των προτεινόμενων επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης.....</b>	<b>43</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ.....</b>	<b>45</b>

**ΠΙΝΑΚΕΣ**

Πίνακας 1.1	Στοιχεία των κτιρίων με θερμαινόμενους χώρους .....	3
Πίνακας 2.1	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση .....	4
Πίνακας 2.2	Σενάρια επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια.....	6
Πίνακας 2.3	Υπολογισμός της αξίας του κτιρίου για το χαρακτηρισμό μιας ανακαίνισης ως ριζική ή μη.7	
Πίνακας 3.1	Πίνακας 3.4α. της TOTEE 20701-1: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου .....	9
Πίνακας 3.2	Συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων μετά τις επεμβάσεις .....	11
Πίνακας 3.3	Ανάλυση του κόστους θερμομόνωσης των αδιαφανών στοιχείων .....	12
Πίνακας 3.4	Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στην συναρμογή πλαισίου – υαλοπίνακα (πίν. 3.10 TOTEE 20701-1/2017) .....	14
Πίνακας 3.5	Τυπικές τιμές διείσδυσης αέρα λόγω ύπαρξης χαραμιάδων ανά μονάδα επιφανείας κουφώματος (πίν. 3.24 TOTEE 20701-1/2017).....	15
Πίνακας 3.6	Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των επικρατέστερων διαστάσεων των εξωτερικών υαλοπινάκων του κτιρίου κατά KENAK .....	16
Πίνακας 3.7	Υπολογισμός του αθέλητου αερισμού μετά την αντικατάσταση των εξωτερικών κουφωμάτων .....	18
Πίνακας 3.8	Ανάλυση του κόστους αντικατάστασης των εξωτερικών κουφωμάτων .....	20
Πίνακας 3.9	Πίνακας αποδόσεων της αντλίας θερμότητας ενδ. τύπου Daikin Altherma σε διάφορες θερμοκρασίες εξωτερικού αέρα ( $T_a$ ) και εξόδου του νερού από τη μονάδα .....	26
Πίνακας 3.10	Πίνακας 4.11 της TOTEE 20701-1/2017: Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς τη συνολική θερμική / ψυκτική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο .....	30
Πίνακας 3.11	Προϋπολογισμός εγκατάστασης Αντλίας Θερμότητας.....	34
Πίνακας 3.12	Μορφή φωτιστικών σωμάτων, πολικών διαγραμμάτων και ενδεικτικοί τύποι .....	36
Πίνακας 3.13	Στάθμη έντασης φωτισμού χώρων κατά ΕΛΟΤ 12464-01. ....	37
Πίνακας 3.14	Αποτελέσματα νέας ισχύος φωτισμού με λαμπτήρες LED. ....	38
Πίνακας 3.15	Προϋπολογισμός αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων.....	39
Πίνακας 4.2	Μείωση πρωτογενούς ενέργειας και εκπομπών CO <sub>2</sub> μετά τις επεμβάσεις.....	41
Πίνακας 4.3	Αναμενόμενη βελτίωση της ενεργειακής κατάταξης του κάθε εξεταζόμενου κτιρίου μετά την εφαρμογή των μέτρων αναβάθμισης .....	41
Πίνακας 5.1	Ανάλυση προϋπολογισμού εργασιών .....	43
Πίνακας 5.2	Κόστη και περίοδος αποπληρωμής.....	44

**ΕΙΚΟΝΕΣ**

Εικόνα 3.1	Ενδεικτική τομή συρόμενου πλαισίου .....	13
Εικόνα 3.2	Ενδεικτική τομή ανοιγόμενου πλαισίου .....	13
Εικόνα 3.3	Στοιχεία των αποδόσεων της αντλίας θερμότητας ενδ. τύπου Daikin Altherma .....	25
Εικόνα 3.4	Ενεργειακή σήμανση της εξεταζόμενης αντλίας θερμότητας.....	26

**ΣΧΗΜΑΤΑ**

Σχήμα 3.1	Η λειτουργία των αντλιών θερμότητας αέρα – νερού υψηλών θερμοκρασιών .....	23
Σχήμα 3.2	Η λειτουργία των αντλιών θερμότητας αέρα – νερού υψηλών θερμοκρασιών .....	23
Σχήμα 3.3	Η υφιστάμενη κατάσταση των εγκαταστάσεων θέρμανσης στα κτίρια .....	24
Σχήμα 3.4	Η μελλοντική κατάσταση των εγκαταστάσεων θέρμανσης στα κτίρια.....	24
Σχήμα 3.5	Τροποποίηση ηλεκτρικής σύνδεσης μετά τις παρεμβάσεις για κάθε μια παροχή.....	32

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια της παροχής υπηρεσιών Ενεργειακού Συμβούλου – Επιθεωρητή για την Τεχνική Υποστήριξη του Δήμου Άρτας για την ωρίμανση έργων και την προετοιμασία υποβολής πρότασης στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος «ΗΠΕΙΡΟΣ», ΑΞΟΝΑ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ: 2 «ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ» Ο ΟΠΟΙΟΣ ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) ΜΕ ΤΙΤΛΟ «Αναβάθμιση κτιρίων και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε δημόσια κτίρια», σχεδιάζεται η ενεργειακή αναβάθμιση του Δημοτικού σχολείου Χαλκιάδων Ν. Άρτας.

Το κτιριακό συγκρότημα, έχει κατασκευαστεί σε δύο χρονολογικές περιόδους και αποτελείται από τα παρακάτω ανεξάρτητα κτίρια:

**Πίνακας 1.1** Στοιχεία των κτιρίων με θερμαινόμενους χώρους

Κτίριο	Κατασκευή	Εμβαδό θερμαινόμενων χώρων
Παλιό κτίριο Δημοτικού σχολείου	Πριν τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων	358,90 m <sup>2</sup>
Αίθουσα ένταξης	Πριν τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων	29,16 m <sup>2</sup>
Νέο κτίριο Δημοτικού σχολείου	Με ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων	202,40 m <sup>2</sup>

Για τα κτίρια του παλαιού και του νέου Δημοτικού σχολείου εκδίδονται δύο (2) ξεχωριστά πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης, ένα για το παλαιότερης κατασκευής και ένα για το νεότερης. Η ανεξάρτητη αίθουσα ένταξης, εντάσσεται ως ιδιαίτερη ζώνη στο παλαιό κτίριο του Δημοτικού Σχολείου. Για τα συγκεκριμένα κτίρια, διενεργήθηκε ενεργειακή επιθεώρηση κατά ΚΕΝΑΚ και τα αποτελέσματα που προέκυψαν με τη χρήση του λογισμικού ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ - έκδοση: 1.31 κατέταξαν αρχικά τα κτήρια σε κατηγορία χαμηλότερης ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου αναφοράς.

Στα πλαίσια της ενεργειακής αναβάθμισης του κάθε κτηρίου, προτείνονται συστάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και συγκεκριμένα μέτρα. Η παρούσα προμελέτη αποτελεί μια παρουσίαση και επεξήγηση των προτεινόμενων ενεργειακών επεμβάσεων καθώς και των αποτελεσμάτων που προκύπτουν, βάσει πάντα του χρησιμοποιούμενου λογισμικού.

Από την διενεργηθείσα “ex post” ενεργειακή επιθεώρηση και την παρούσα προμελέτη ενεργειακής αναβάθμισης του Δημοτικού σχολείου Χαλκιάδων του Δήμου Άρτας αποδεικνύεται ότι:

- Τα υφιστάμενα κτήρια, με βάση και τα εκδοθέντα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης δεν πληρούν τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, μιας και **κατατάχθηκαν στη Κατηγορία Η και Δ, το παλιό και το νέο κτίριο αντίστοιχα.**
- Με τις προτεινόμενες ενεργειακές επεμβάσεις αναβαθμίζονται στην **Κατηγορία Β+** και μάλιστα από την προμελέτη προκύπτει ότι επιτυγχάνεται **εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας της τάξης του 79,3% για το παλιό κτίριο και 68,10% για το νέο.**
- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του λογισμικού η περίοδος αποπληρωμής από την εφαρμογή του συνολικού σεναρίου ενεργειακής αναβάθμισης του κτηρίου προκύπτει **15,0 έτη για το παλιό κτίριο και 28,2 για το νέο.**

## 2. ΓΕΝΙΚΑ

Με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής ταυτοποίησης ενός κτιρίου, πρέπει να προταθούν συστάσεις αναβάθμισης του κελύφους ή/και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Οι προτάσεις αυτές δύνανται να κινηθούν στους εξής άξονες:

- Θερμομονωτική προστασία των αδιαφανών επιφανειών του κτιριακού κελύφους.
- Βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των διαφανών επιφανειών του κτιριακού κελύφους.
- Επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις θέρμανσης – ψύξης και κλιματισμού του κτιρίου.
- Επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (εφόσον υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα)
- Επεμβάσεις στο σύστημα του φωτισμού του κτιρίου
- Ενσωμάτωση κάποιου συστήματος ΑΠΕ ή ΣΗΘ.

Το ποιο από τα παραπάνω μέτρα πρέπει να προτείνει κάποιος ενεργειακός επιθεωρητής έχει να κάνει:

- Με τη ενεργειακή συνεισφορά του προτεινόμενου μέτρου,
- με τη δυνατότητα υλοποίησής του,
- με την οικονομική απόσβεσή του,

ενώ η προτεινόμενη σειρά υλοποίησης κατά την άποψη του συντάκτη πρέπει να είναι:

- επεμβάσεις στο κέλυφος,
- ενσωμάτωση συστημάτων ΑΠΕ-ΣΗΘ.
- επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις θέρμανσης – ψύξης και κλιματισμού του κτιρίου καθώς και ΖΝΧ και
- επεμβάσεις στο σύστημα του φωτισμού του κτιρίου ανεξάρτητα των προηγούμενων.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται εν συντομία η κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας του κάθε κτιρίου.

**Πίνακας 2.1** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική χρήση	Παλιό κτίριο		Νέο κτίριο	
	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό της κατανάλωσης επί του συνόλου	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό της κατανάλωσης επί του συνόλου
Θέρμανση	225,10	80,42%	96,30	58,29%
Ψύξη	9,00	3,22%	11,50	6,96%
ΖΝΧ	0,00	0,00%	0,00	0,00%
Φωτισμός	45,80	16,36%	57,40	34,75%
Σύνολο	279,90	100,00%	165,20	100,00%

Προκύπτει άμεσα πως προτεραιότητα πρέπει να είναι οι επεμβάσεις στο κέλυφος και στα συστήματα θέρμανσης του κτιρίου καθώς το 80,42% και 58,29% της κατανάλωσης για το παλιό και το νέο κτίριο αντίστοιχα συμβαίνει εκεί. Μάλιστα το μεγαλύτερο ποσοστό το συναντάμε στο παλιό κτίριο το οποίο είναι και το χειρότερο όσον αφορά στη θερμομονωτική επάρκεια. Λέγοντας συστήματα θέρμανσης αναφερόμαστε στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις λέβητα-καυστήρα, σωληνώσεων διανομής και αυτοματισμού, χωρίς βέβαια να ξεχνάμε τις επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου, γεγονός το οποίο θα οδηγήσει σε μείωση των απαιτήσεων σε θέρμανση. Σημαντική επίσης είναι και η κατανάλωση του φωτισμού.

Από τις δυνατές επεμβάσεις:

- Η θερμομονωτική προστασία των κατακόρυφων αδιαφανών δομικών στοιχείων (επιχρισμένες εκατέρωθεν λιθοδομές) του παλαιού κτιρίου πρέπει να είναι η πρώτη προτεραιότητα. Πρέπει όμως να

αποκλεισθεί η αντίστοιχη επέμβαση στο νέο κτίριο καθώς αυτό είναι ήδη θερμομονωμένο κατά Κ.Θ.Κ. (όπως έχουμε θεωρήσει και καθώς δεν υπάρχει λόγος αμφισβήτησης της μελέτης θερμομόνωσης και της τοποθέτησής της) και η προσθήκη επιπλέον στρώσης πέρα του προβλήματος τοποθέτησής της στην εξωτερική πλευρά του κτιρίου δεν θα έχει σημαντική επίδραση στην κατανάλωση ενέργειας.

- Αντίστοιχα στο παλαιό κτίριο, εξετάζεται η τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης στην οροφή του θερμαινόμενου χώρου κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη.
- Η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των εξωτερικών κουφωμάτων κρίνεται επιτακτική και στα δύο κτίρια καθώς αυτά δεν διαθέτουν ικανοποιητικά ανοίγματα (τα υφιστάμενα είναι κατά κανόνα συρόμενα χωρίς αεροστεγανότητα, με μεταλλικό πλαίσιο αλουμινίου και κοινούς διπλούς υαλοπίνακες).
- Εξετάζεται η ενεργειακή βελτίωση των συστημάτων θέρμανσης και στα δύο κτίρια με την αντικατάσταση των υφισταμένων συστημάτων λεβήτων – καυστήρων με αντλίες θερμότητας αέρα – νερού υψηλών θερμοκρασιών και τοποθέτηση θερμομόνωσης σε τμήματα σωληνώσεων εντός μη θερμαινόμενων χώρων.
- Δεν εξετάζεται η τροποποίηση συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ. καθώς δεν υφίσταται αντίστοιχη εγκατάσταση και δεν προβλέπεται για την δεδομένη χρήση κατά ΚΕΝΑΚ.
- Εξετάζεται η επέμβαση στα υφιστάμενα φωτιστικά σώματα με αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες φθορισμού από σύγχρονα φωτιστικά σώματα λαμπτήρων LED.
- Δεν εξετάζεται η ενσωμάτωση συστήματος φωτοβολταϊκών, στις στέγες κάποιου κτιρίου, καθώς δεν υπάρχει η δυνατότητα λόγω κορεσμού του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Δεν εξετάζεται η ενσωμάτωση ΣΗΘ καθώς η συγκεκριμένη μελέτη απαιτεί πληθώρα στοιχείων ενεργειακών καταναλώσεων για τον καθορισμό της θερμικής / ηλεκτρικής ισχύος της αλλά και λόγω της μικρής ετήσιας λειτουργίας του κτιρίου (χαρακτηριστικά αναφέρουμε πως η ενσωμάτωση ανάλογων συστημάτων σε κτίρια εξετάζεται σε περιπτώσεις ετήσιας λειτουργίας τους πάνω από 4÷4.500 ώρες)

Οι προτεινόμενες ανωτέρω επεμβάσεις, θα εξεταστούν σε τρία (3) σενάρια ενεργειακής βελτίωσης του κτιρίου:

1. **Επεμβάσεις στα δομικά στοιχεία, αδιαφανή και διαφανή του κάθε κτιρίου**, όπου θα εξεταστεί η τοποθέτηση θερμομόνωσης και η αντικατάσταση των κουφωμάτων.
2. **Επεμβάσεις στις Η/Μ εγκαταστάσεις του κάθε κτιρίου**, όπου θα εξεταστούν οι επεμβάσεις στο σύστημα θέρμανσης με αντικατάσταση του συγκροτήματος λέβητα-καυστήρα με αντλία θερμότητας αέρα – νερού υψηλών θερμοκρασιών και τοποθέτηση θερμομόνωσης στις σωληνώσεις του συστήματος διανομής νερού, εντός των μη θερμαινόμενων χώρων με νέα κατά τα πρότυπα του ΚΕΝΑΚ. Επιπλέον στο νέο κτίριο τοποθετούνται εναλλάκτες θερμότητας αέρα – αέρα για τον αερισμό των αιθουσών διδασκαλίας και των κοινοχρήστων χώρων.
3. **Επεμβάσεις στον φωτισμό με την αντικατάσταση των συμβατικών φωτιστικών σωμάτων λαμπτήρων φθορισμού με νέα φωτιστικά σώματα λαμπτήρων LED**

Συνοπτικά τα σενάρια των επεμβάσεων είναι τα εξής:

**Πίνακας 2.2** Σενάρια επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια

Σενάριο	Παλαιό κτίριο (με την αίθουσα ένταξης)			Νέο κτίριο
1 <sup>ο</sup> σενάριο	Θερμομόνωση στα κατακόρυφα εξωτερικά δομικά στοιχεία	Θερμομόνωση της οροφής κάτω από την μη θερμομονωμένη στέγη	Αντικατάσταση των εξωτερικών κουφωμάτων	Αντικατάσταση των εξωτερικών κουφωμάτων
2 <sup>ο</sup> σενάριο	1 <sup>ο</sup> Σενάριο + Αντικατάσταση του συστήματος λέβητα – καυστήρα με αντλία θερμότητας αέρα – νερού υψηλών θερμοκρασιών			1 <sup>ο</sup> Σενάριο + Αντικατάσταση του συστήματος λέβητα – καυστήρα με αντλία θερμότητας αέρα – νερού υψηλών θερμοκρασιών
3 <sup>ο</sup> σενάριο	2 <sup>ο</sup> Σενάριο + Αντικατάσταση συμβατικών φωτιστικών σωμάτων λαμπτήρων φθορισμού με νέα φωτιστικά σώματα LED			2 <sup>ο</sup> Σενάριο + Αντικατάσταση συμβατικών φωτιστικών σωμάτων λαμπτήρων φθορισμού με νέα φωτιστικά σώματα LED

Όπως αποδεικνύεται παρακάτω και σύμφωνα με την Υ.Α. Αριθμ. ΥΠΕΝ/ΔΕΠΕΑ/6949/72 (ΦΕΚ Β' 408/14.02.2019) «Καθορισμός του τρόπου υπολογισμού της αξίας του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας για το χαρακτηρισμό μιας ανακαίνισης ως ριζικής», η συνολική δαπάνη της ανακαίνισης που αφορά το κέλυφος του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας ή τα τεχνικά συστήματά τους δεν υπερβαίνει το είκοσι πέντε τοις εκατό (25%) της τρέχουσας αξίας του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας, βάσει του ελαχίστου κόστους οικοδόμησης, εξαιρουμένης της αξίας του οικοπέδου επί του οποίου έχει κατασκευαστεί το κτίριο, επομένως δεν πρόκειται για ριζική ανακαίνιση.

**Πίνακας 2.3** Υπολογισμός της αξίας του κτιρίου για το χαρακτηρισμό μιας ανακαίνισης ως ριζική ή μη

Επιλέξτε Κλιματική Ζώνη:	B
Επιλέξτε Χρήση:	Όλες οι χρήσεις πλην κατοικίας
Ωφέλιμη επιφάνεια κτιρίου/ων:	590,46 m <sup>2</sup>
Δαπάνη Ανακαίνισης Κελύφους (ΔΑΚ):	65.912,38 €
Δαπάνη Ανακαίνισης Τεχνικών Συστημάτων (ΔΑΤΣ):	101.379,92 €

1. Το Κόστος Οικοδόμησης (ΚΟ) ανά τετραγωνικό μέτρο κτιρίου ή κτιριακής μονάδας:

$$(ΚΟ) = 1.024 \text{ €/m}^2$$

2. Ο υπολογισμός της Αξίας Κτιρίου ή κτιριακής μονάδας (ΑΚ):

$$(ΑΚ) = (ΚΟ) * (ΩΦΕ) = 604.631,04 \text{ €}$$

3. Το Οριακό Κόστος Ριζικής Ανακαίνισης (ΟΚΡΑ):

$$(ΟΚΡΑ) = 0,25 * (ΑΚ) = 151.157,76 \text{ €}$$

4. Μέγιστη Δαπάνη Ανακαίνισης (ΜΔΑ):

$$(ΜΔΑ) = 101.379,92 \text{ €}$$

**Δεν πρόκειται για Ριζική Ανακαίνιση**

Θα πρέπει να αναφερθεί πως στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει κάποιος και εάν εξετάσει τα δύο κτίρια του συγκροτήματος, ξεχωριστά.

### 3. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

#### 3.1. Επεμβάσεις στα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου

##### 3.1.1. Περιγραφή

Όπως έχει αναφερθεί στα γενικά στοιχεία της ενεργειακής επιθεώρησης, το κτιριακό συγκρότημα, έχει κατασκευαστεί σε δύο χρονολογικές περιόδους:

- Το παλαιό τμήμα που αποτελείται από το κτίριο του Δημοτικού σχολείου, το κτίριο της αίθουσας ένταξης και το κτίριο των εξωτερικών W.C., έχει κατασκευαστεί σε χρονολογική περίοδο πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων. Τα περιμετρικά δομικά στοιχεία των κτιρίων είναι από λιθοδομή επιχρισμένη και από τις δύο πλευρές ενώ οι αμόνωτες οροφές, επίπεδες ή κεκλιμένες φέρουν στέγη.
- Το νέο τμήμα του Δημοτικού σχολείου το οποίο έχει κατασκευαστεί σε χρονολογική περίοδο ισχύος του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων. Αν και δεν είναι διαθέσιμη η μελέτη θερμομόνωσης του κτιρίου, παρόλα ταύτα καθώς:
  - πρόκειται για δημόσιο κτίριο,
  - η έκδοση της οικοδομικής άδειας και η κατασκευή έγινε μετά την εφαρμογή του Κ.Θ.Κ,
  - δεν υπάρχει σαφής αιτία αμφισβήτησης για την εφαρμογή της μελέτης θερμομόνωσης,

θωρείται ότι τα δομικά στοιχεία των θερμαινόμενων χώρων έχουν μονωθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του. Δεδομένων των προηγούμενων ο ενεργειακός επιθεωρητής, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017, σελ.61, είναι υποχρεωμένος να διεξαγάγει την επιθεώρηση, λαμβάνοντας ως τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας  $U$  των επί μέρους δομικών στοιχείων, τις μέγιστες επιτρεπόμενες του ισχύοντος κατά την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας (1993) κανονισμού (δηλ.  $k_{max}$  του Κ.Θ.Κ.).

Έχει αποδειχθεί πως σημαντικό ποσοστό της καταναλισκόμενης ενέργειας στα συγκεκριμένα κτίρια οφείλεται στη θέρμανσή τους (βλέπε πίνακα 2.1), δηλαδή στην ποιότητα των δομικών στοιχείων τους όσον αφορά στην θερμομονωτική τους ικανότητα αλλά και στα συστήματα θέρμανσης.

Ένα ενεργειακό συμπέρασμα στην κατανάλωση ενέργειας σε ένα κτίριο πρέπει να ξεκινά από το κέλυφός του. Έτσι στοχεύοντας στη μείωση των θερμικών απωλειών του παλαιού κτιρίου του Δημοτικού σχολείου αλλά και του ανεξάρτητου κτιρίου της αίθουσας ένταξης, προτείνεται η θερμομόνωση των αμόνωντων δομικών στοιχείων τους, τα οποία βέβαια μπορούν να δεχθούν τη συγκεκριμένη επέμβαση χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα, όπως η τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης στα κατακόρυφα εξωτερικά δομικά στοιχεία και στην οροφή κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη και των δύο.

##### 3.1.2. Υπολογισμοί

Στόχος μιας επέμβασης προσθήκης θερμομόνωσης είναι το δομικό στοιχείο που την υφίσταται να καλύπτει τουλάχιστον μετά τις επεμβάσεις τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  (σε  $W/(m^2K)$ ) των δομικών στοιχείων στα ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 3.4α., όπως ορίζονται στη παράγραφο 4.2 του Κ.Εν.Α.Κ.

**Πίνακας 3.1** Πίνακας 3.4α. της ΤΟΤΕΕ 20701-1: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,20	2,00	1,80	1,80
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

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

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου η στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

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

όπου: U [W/m<sup>2</sup>K] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου  
 n [-] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου  
 d [m] το πάχος κάθε στρώσης δομικού στοιχείου  
 λ [m] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης

$R_{\delta}$	$[m^2K/W]$	η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος
$R_i$	$[m^2K/W]$	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο
$R_a$	$[m^2K/W]$	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον

Από την παραπάνω εξίσωση προκύπτει:

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

όπου:  $R$   $[W/m^2K]$  η αντίσταση θερμικής μετάβασης του δομικού στοιχείου

Στα υφιστάμενα αλλά και τροποποιούμενα δομικά στοιχεία δεν υπάρχει στρώμα αέρα και άρα  $R_{\delta}=0$ .

Όπως έχει αποτυπωθεί και στο τεύχος της ενεργειακής επιθεώρησης, οι συντελεστές θερμοπερατότητας των υφιστάμενων δομικών στοιχείων έχουν ληφθεί από πίνακες, ενώ η προσθήκη πρόσθετων στοιχείων θα προσθέσει αντιστάσεις στη μετάδοση της θερμότητας, προκαλώντας έτσι μεταβολή στη συνολική αντίσταση:

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

όπου:  $R_{\text{μετά}}$   $[W/m^2K]$  η νέα αντίσταση θερμικής μετάβασης του δομικού στοιχείου

$m$   $[-]$  το πλήθος των νέων στρώσεων του δομικού στοιχείου

$d_k$   $[m]$  το πάχος κάθε στρώσης πρόσθετου δομικού στοιχείου

$\lambda_k$   $[m]$  ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε πρόσθετης στρώσης

### 3.1.3. Θερμομόνωση των κατακόρυφων εξωτερικών επιφανειών του παλαιού κτιρίου

Για την θερμομόνωση των εξωτερικών κατακόρυφων δομικών στοιχείων προτείνεται η χρησιμοποίηση σκληρών πλακών εξηλασμένης πολυστερίνης, και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,034 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ , για πάχος θερμομονωτικού υλικού της τάξης των 70 mm.

Το συγκεκριμένο δομικό υλικό προτείνεται να τοποθετηθεί εξωτερικά των χώρων του παλαιού κτιρίου αλλά και του κτιρίου της αίθουσας ένταξης, στοχεύοντας έτσι στην όσο το δυνατό μικρότερη όχληση του εσωτερικού του κάθε κτιρίου αλλά και στην εξάλειψη τυχόν θερμογεφυρών, τις οποίες σχεδόν πάντα δημιουργεί η εσωτερική τοποθέτηση θερμομονωτικών στρώσεων.

Είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στο κρύο, τη βροχή ή το χιόνι και μπορεί να δεχθεί πολλά υλικά σαν τελική στρώση προστασίας.

Η αντίσταση θερμοδιαφυγής που θα προκύψει από την εφαρμογή της είναι:

$$R_{\text{μετά}} = R_{\text{πριν}} + \frac{0,07}{0,034} = R_{\text{πριν}} + 2,0588$$

Ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας των κατακόρυφων δομικών στοιχείων από λιθοδομή με την προσθήκη εξωτερικής θερμομονωτικής στρώσης θα διαμορφωθεί σε  $U_{\text{μετά}} = 0,419 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

### 3.1.4. Θερμομόνωση οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη

Στο παλιό κτίριο του Δημοτικού σχολείου αλλά και στο κτίριο της αίθουσας ένταξης, οι οροφές, επίπεδα και κεκλιμένα αντίστοιχα, είναι χωρίς θερμομονωτική στρώση.

Για τη μόνωση των συγκεκριμένων δομικών στοιχείων προτείνεται να χρησιμοποιηθούν σκληρές πλάκες πετροβάμβακα, και συντελεστή αγωγιμότητας  $\lambda = 0,039 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ . Το πάχος

της μόνωσης θα είναι 80 mm και θα τοποθετηθεί κάτω από την οροφή, καλύπτοντας όλα τα δομικά στοιχεία κάτω από αυτή.

Ο πετροβάμβακας είναι φυσικό ανόργανο ινώδες μονωτικό υλικό, αναγνωρισμένο διεθνώς για τις θερμομονωτικές και ηχομονωτικές του ιδιότητες, καθώς και για την άριστη συμπεριφορά του σε υψηλές θερμοκρασίες και στη φωτιά. Πλεονεκτήματα:

- Άριστη θερμομόνωση
- Άριστη ηχοαπορρόφηση και ηχομόνωση
- Άκαυστο υλικό με μεγάλη πυραντίσταση
- Πολύ υψηλή μηχανική αντοχή σε συμπίεση και εφελκυσμό
- Ανοιχτή δομή με πολύ μικρή αντίσταση στη διάχυση υδρατμών (παρόμοια με του αέρα  $\mu=1$ ), που επιτρέπει τη διαπνοή των δομικών στοιχείων και τον παθητικό αερισμό των κτηρίων
- Υδροαπωθητικό και μη-υγροσκοπικό
- Φυσικό, ανόργανο, άοσμο και χημικά αδρανές (πρακτικά ουδέτερο PH)
- Ελαφρύ και εύχρηστο
- Ανθεκτικό στις δονήσεις
- Δεν επιτρέπει την ανάπτυξη μικροοργανισμών, εντόμων και τρωκτικών
- Ανακυκλώσιμο
- Οικολογικό και φιλικό στο χρήστη και στο περιβάλλον

Επιπλέον θα τοποθετηθεί στρώση μονής γυψοσανίδας κάτω από αυτή πάχους 12,5 mm (λαμβάνεται γυψοσανίδα βάρους 900 kg/m<sup>3</sup>). Η αντίσταση θερμοδιαφυγής που θα προκύψει από την εφαρμογή της είναι:

$$R_{\text{μετά}} = R_{\text{πριν}} + \frac{0,0125}{0,25} + \frac{0,08}{0,039} = R_{\text{πριν}} + 2,10$$

Ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας των οριζόντιων δομικών στοιχείων των οροφών με την προσθήκη εξωτερικής θερμομονωτικής στρώσης θα διαμορφωθεί σε  **$U_{\text{μετά}} = 0,424 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$** .

### 3.1.5. Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τα παραπάνω για το παλιό κτίριο του Δημοτικού σχολείου, τα δομικά στοιχεία μετά τις επεμβάσεις θα έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας:

**Πίνακας 3.2** Συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων μετά τις επεμβάσεις

Δομικό στοιχείο	$U_{\text{πριν}} [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$	$U_{\text{μετά}} [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$	$U_{\text{max}} [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$
Αργολιθοδομή, επιχρισμένη και από τις δύο όψεις, σε επαφή με αέρα	3,85	<b>0,419</b>	0,45
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη, σε επαφή με αέρα	3,70	<b>0,424</b>	0,50

### 3.1.6. Προϋπολογισμός επεμβάσεων στα αδιαφανή δομικά στοιχεία

Το κόστος της παρέμβαση μόνωσης θα διαμορφωθεί ως εξής:

**Πίνακας 3.3** Ανάλυση του κόστους θερμομόνωσης των αδιαφανών στοιχείων

<b>Θερμομόνωση κατακόρυφων και οριζόντιων αδιαφανών στοιχείων</b>									
<b>A/A</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>	<b>ΚΩΔ. ΑΡΘΡ.</b>	<b>A.T.</b>	<b>ΚΩΔ. ΑΝΑΘΕΩΡ.</b>	<b>ΜΟΝ. ΜΕΤ</b>	<b>ΠΟΣΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ</b>	<b>ΜΕΡΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ</b>	<b>ΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ</b>
1	Ψευδοροφή ισόπεδη, διακοσμητική, επισκέψιμη, φωτιστική, από ενιαίες έτοιμες κοινές ή ανθυγρές ή πυράντοχες (DIN 4102) λείες πλάκες γυψοσανίδας πάχους 12,5 mm	OIK 78.34	1	OIK 7809	m <sup>2</sup>	358,90+29,16	22,60	8.770,16	
2	Θερμομόνωση - ηχομόνωση, οροφών, δαπέδων, τοίχων, κλπ. με πλάκες μονωτικού πορώδους απορροφητικού υλικού πάχους 8cm, από πετροβάμβακα βάρους 140-200 kg/m <sup>3</sup> , και συντελεστή αγωγιμότητας λ = 0,039 W/m·K με ή χωρίς στερέωση αυτών, ήτοι υλικά και εργασία πλήρους κατασκευής.	OIK N79.55.4	3	OIK 7934	m <sup>2</sup>	358,90+29,16	27,90	10.826,87	
3	Σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης κελύφους (εξωτερικής τοιχοποιίας) αποτελούμενο από πλάκες εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 7 cm, ενδεικτικού τύπου και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ = 0,037 W/m.K, με στερέωση αυτών, καθώς και στερέωση μεταλλικού πλέγματος και έτοιμων κονιαμάτων	OIK N79.47.3	4	OIK 7934	m <sup>2</sup>	328,06+62,74	32,00	12.505,60	
	Κατασκευή εμφανούς ή μή, επιπέδου ή βαθμιδωτού μεταλλικού σκελετού ελαφράς ψευδοροφής οποιουδήποτε σχήματος και μεγέθους και σε οποιοδήποτε ύψος από το δάπεδο	OIK 6130	2	OIK 6118	Kg	718	2,80	2010,15	
	Ίκριώματα σιδηρά σωληνωτά συμβατικού τύπου, με δάπεδο εργασίας από μαδέρια, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 01-03-00-00 "Ίκριώματα". Συμπεριλαμβάνεται η επένδυση πρόσοψης ικριωμάτων με λινάτσες ή συνθετικά υφαντά φύλλα, προσδεμένα με σύρμα ή συνδετήρες στα οριζόντια και κατακόρυφα στοιχεία του ικριώματος.	OIK 23.03	6	OIK 2303	m <sup>2</sup>	390,8	6,25	2442,50	
<b>Συνολικό Κόστος Θερμομόνωσης</b>									<b>36.555,28</b>

Οι επεμβάσεις θερμομονωτικής προστασίας σε αδιαφανή στοιχεία αφορούν μόνο στο παλιό κτίριο.

## 3.2. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

### 3.2.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

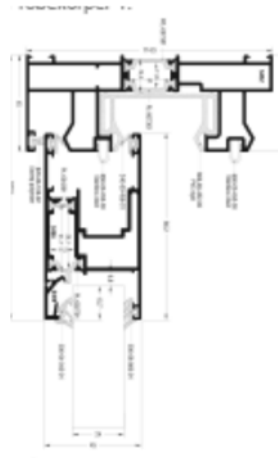
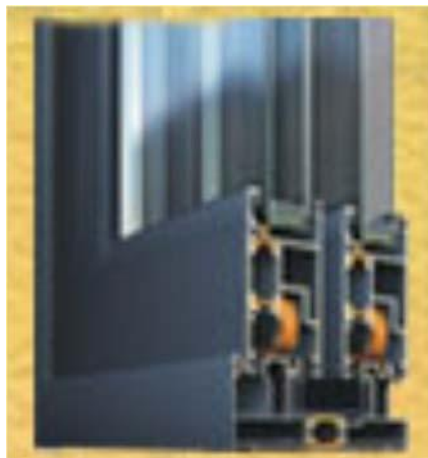
Όπως έχει αναφερθεί στο κείμενο της ενεργειακής επιθεώρησης των κτιρίων, σχετικά με τα εξωτερικά κουφώματα, γενικά παρατηρούμε τα εξής:

- Τα κουφώματα των θερμαινόμενων χώρων είναι συρόμενα, κοινά, από αλουμίνιο (μέταλλο) χωρίς θερμοδιαφυγή, με διπλό απλό υαλοπίνακα διακένου αέρα περίπου 12mm. Τμήμα τους πάνω από το ανοιγόμενο κομμάτι είναι σταθερό.
- Σε βοηθητικούς χώρους υφίστανται κουφώματα όμοια με τα παραπάνω αλλά με μονό υαλοπίνακα.
- Οι εξωτερικές πόρτες είναι από μεταλλικό πλαίσιο με μονό υαλοπίνακα ασφαλείας. Τμήμα της συνολικής επιφάνειας είναι σταθερό.
- Τέλος, στους μη θερμαινόμενους χώρους τα παράθυρα είναι από μεταλλικό πλαίσιο με μονούς υαλοπίνακες και οι πόρτες μεταλλικές.

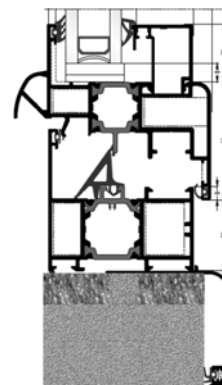
Η πρόταση για τα κουφώματα αφορά αντικατάστασή τους, διατηρώντας την υπάρχουσα τυπολογία τους, αλλά με θερμοδιακοπόμενο προφίλ αλουμινίου και ενεργειακούς υαλοπίνακες (low-e) και μεγαλύτερα διάκενα υαλοπινάκων με πλήρωση αδρανούς αερίου.

Τα συρόμενα αλλά και σταθερά τμήματα προτείνεται να αντικατασταθούν από προφίλ αλουμινίου, θερμοδιακοπόμενο με πολυαμίδιο. Το σύστημα θαλάμων του προφίλ σε συνδυασμό με το πολυαμίδιο **δύναται** να δίνουν συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου ίσο με  $U_f = 3,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Η στεγάνωση θα γίνεται με ελαστικά EPDM σε όλα τα σημεία συναρμογής, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη αεροστεγανότητα.

Οι υαλοπίνακες των νέων κουφωμάτων δύναται να είναι ενεργειακοί, με μαλακή επιστρώση μεταλλικών οξειδίων, ώστε να ανακλούν την υπέρυθη ακτινοβολία. Η πλήρωση του διάκενου μεταξύ τους, θα γίνει με αδρανές αέριο Argon για ενίσχυση των θερμομονωτικών τους χαρακτηριστικών. Ο εξωτερικός υαλοπίνακας για λόγους ασφαλείας προτείνεται να είναι τύπου laminate, δηλαδή δύο υαλοπίνακες συγκολλητοί με μεμβράνη στο ενδιάμεσο, ώστε σε περίπτωση θραύσης ο υαλοπίνακας να μην καταρρεύσει. Οι υαλοπίνακες laminate δύναται να έχουν πάχος 3+3=6 mm και οι απλοί 5 mm. Το διάκενο δύναται να έχει πάχος 16 mm και πλήρωση με αέριο Argon. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των υαλοπινάκων με χαρακτηριστικά 6-16-5 **δύναται** να είναι  $U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$



**Εικόνα 3.1** Ενδεικτική τομή συρόμενου πλαισίου



**Εικόνα 3.2** Ενδεικτική τομή ανοιγόμενου πλαισίου

### 3.2.2. Υπολογισμοί

#### 3.2.2.1. Συντελεστές θερμοπερατότητας

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας για τα κουφώματα, υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τον συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου (κάσα και φύλλο), τον συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα, το ποσοστό συμμετοχής του καθενός στα κουφώματα και τους συντελεστές γραμμικής θερμοπερατότητας και το μήκος των θερμογεφυρών στην επιφάνεια επαφής υαλοπίνακα-πλαισίου. Ο τύπος που υπολογίζει τον συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος είναι:

$$U_M = \frac{A_f \times U_f + A_g \times U_g + l_g \times \Psi_g}{A_M}$$

όπου:  $U_w$  [W/m<sup>2</sup>K] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος

$U_f$  [W/m<sup>2</sup>K] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου

$U_g$  [W/m<sup>2</sup>K] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα

$A_f$  [m<sup>2</sup>] η επιφάνεια του πλαισίου

$A_g$  [m<sup>2</sup>] η επιφάνεια του υαλοπίνακα

$A_w$  [m<sup>2</sup>] η επιφάνεια του κουφώματος

$l_g$  [m] το μήκος της θερμογέφυρας

$\Psi_g$  [W/mK] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας

Οι υπολογισμοί έγιναν με τις εξής παραδοχές:

- συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου για τα συρόμενα κουφώματα: 3,40 W/m<sup>2</sup>K
- συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου για τα σταθερά υαλοστάσια: 3,40 W/m<sup>2</sup>K
- συντελεστής θερμοπερατότητας των υαλοπινάκων με χαρακτηριστικά 6-16-5 δύναται να είναι  $U_g = 1,0$  W/m<sup>2</sup>K
- συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας σύμφωνα με τον πίνακα 3.10 της TOTEE 20701-1/2017, για πλαίσιο με θερμοδιακοπή και υαλοπίνακα ενεργειακό: 0,11 W/m·K
- αερισμός λόγω αεροστεγανότητας σύμφωνα με τον πίνακα 3.24 της TOTEE 20701-1/2017, λαμβάνεται για τα παράθυρα 1,40 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> (Κλάση αεροπερατότητας: 3)
- Στους επόμενους πίνακες παρατίθενται οι συντελεστές που αναφέρονται στην TOTEE 20701-1/2017.

**Πίνακας 3.4** Τυπικές τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας στην συναρμογή πλαισίου – υαλοπίνακα (πίν. 3.10 TOTEE 20701-1/2017)

Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων $\Psi_g$ [W/(m.K)]	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

**Πίνακας 3.5** Τυπικές τιμές διείσδυσης αέρα λόγω ύπαρξης χαραμιάδων ανά μονάδα επιφανείας κουφώματος (πίν. 3.24 TOTEE 20701-1/2017)

Κουφώματα με μεταλλικό, συνθετικό ή ξύλινο πλαίσιο με πιστοποίηση κατά EN 12207(*)		
Κλάση αεροπερατότητας με βάση τη συνολική επιφάνεια του κουφώματος:	1	7,7
	2	4,1
	3	1,4
	4	0,5
Γυάλινες προσόψεις		
Για τα μερικώς ανοιγόμενα κουφώματα των γυάλινων προσόψεων (π.χ. με προβαλλόμενα τμήματα) λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη σταθερό τμήμα, ανάλογα προς τις παραπάνω κατηγορίες αυτού του πίνακα.		

\* Οι τιμές του συντελεστή  $\alpha$  για τα πιστοποιημένα κατά EN 12207 κουφώματα έχουν αναχθεί σε συνθήκες συνθήκες διαφοράς πίεσης (6 Pa) από τις συνθήκες κατά τη διαδικασία της πιστοποίησης (διαφορά πίεσης 100 Pa). Η πιστοποίηση των κουφωμάτων γίνεται μετά από μετρήσεις που καθορίζονται από το πρότυπο EN 14351 και γίνονται σε εργαστήρια με βάση το πρότυπο EN 1026.

Τα νέα κουφώματα θα διαθέτουν πιστοποίηση κατά EN 12207 και η αεροπερατότητά τους με βάση τη συνολική επιφάνεια του κουφώματος θα είναι κλάσης 3, οπότε για συνθήκες διαφοράς πίεσης (6Pa) από τις συνθήκες κατά τη διαδικασία της πιστοποίησης (με διαφορά πίεσης 100Pa), και σύμφωνα με τον Πίνακα 3.24 της TOTEE 20701-1/2017 η τιμή του συντελεστή διείσδυσης αέρα θα είναι:  **$\alpha = 1,4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$** .

Ο υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των επικρατέστερων διαστάσεων των εξωτερικών υαλοπινάκων του κτιρίου, παρουσιάζεται στον πίνακα 3.6.

Για το πιο συνηθισμένο εξωτερικό άνοιγμα του παλαιού κτιρίου, ο μέσος ανηγμένος σε αθροιστική επιφάνεια  $3,23 \text{ m}^2$  συντελεστής θερμοπερατότητας προκύπτει:  $U_w=1,88 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ .

Αντίστοιχα για το νέο κτίριο, ο μέσος ανηγμένος σε αθροιστική επιφάνεια  $2,56 \text{ m}^2$  συντελεστής θερμοπερατότητας προκύπτει  $U_w=1,98 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

**Για τους ενεργειακούς υπολογισμούς το σύνολο των κουφωμάτων θα αντικατασταθεί με νέο με  $U_w=2,0 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ .**

**Πίνακας 3.6** Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των επικρατέστερων διαστάσεων των εξωτερικών υαλοπινάκων του κτιρίου κατά ΚΕΝΑΚ**Παλαιό κτίριο**

Ονομασία κουφώματος	Διαστάσεις ανοίγματος		Επιφάνεια ανοίγματος A <sub>w</sub>	Τύπος κατασκευής κουφώματος	Πάχος πλαισίου	Επιφάνεια υαλοπίνακα A <sub>G</sub>	Επιφάνεια πλαισίου A <sub>F</sub>	Τύπος υαλοπίνακα	Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα στη συναρμογή πλαισίου- υαλοπίνακα		Μήκος θερμογε φυρών	Συντελεστής θερμοπερατότητας μονού κουφώματος
	Μήκος	Ύψος						U <sub>G</sub>	U <sub>F</sub>	Ψ <sub>g</sub>	l <sub>g</sub>	U <sub>w</sub>	
A1	1,70 m	1,20 m	2,04 m <sup>2</sup>	[I]	5,0 cm	1,71 m <sup>2</sup>	0,34 m <sup>2</sup>	Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο argon 16 mm και με μαλακή επίστρωση μεταλλικών οξειδίων	Μεταλλικό αλουινίου θερμοδιακοπόμενο με πολυαμίδιο	Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής	7,50 m	1,80 W/m <sup>2</sup> K
								1,00 W/m <sup>2</sup> K	3,40 W/m <sup>2</sup> K	0,11 W/mK			
A2	1,70 m	0,70 m	1,19 m <sup>2</sup>	[I]	5,0 cm	0,93 m <sup>2</sup>	0,26 m <sup>2</sup>	Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο argon 16 mm και με μαλακή επίστρωση μεταλλικών οξειδίων	Μεταλλικό αλουινίου θερμοδιακοπόμενο με πολυαμίδιο	Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής	5,50 m	2,03 W/m <sup>2</sup> K
								1,00 W/m <sup>2</sup> K	3,40 W/m <sup>2</sup> K	0,11 W/mK			

**Μέσος ανηγμένος σε αθροιστική επιφάνεια 3,23 m<sup>2</sup> συντελεστής θερμοπερατότητας:  $U_w=1,88 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**Νέο κτίριο**

Ονομασία κουφώματος	Διαστάσεις ανοίγματος		Επιφάνεια ανοίγματος A <sub>w</sub>	Τύπος κατασκευής κουφώματος	Πάχος πλαισίου	Επιφάνεια υαλοπίνακα A <sub>G</sub>	Επιφάνεια πλαισίου A <sub>F</sub>	Τύπος υαλοπίνακα	Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα στη συναρμογή πλαισίου- υαλοπίνακα		Μήκος θερμογε φυρών	Συντελεστής θερμοπερατότητας μονού κουφώματος
	Μήκος	Ύψος						U <sub>G</sub>	U <sub>F</sub>	Ψ <sub>g</sub>	l <sub>g</sub>	U <sub>w</sub>	
A1	1,60 m	1,10 m	1,76 m <sup>2</sup>	[I]	5,0 cm	1,45 m <sup>2</sup>	0,31 m <sup>2</sup>	Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο argon 16 mm και με μαλακή επίστρωση μεταλλικών οξειδίων	Μεταλλικό αλουινίου θερμοδιακοπόμενο με πολυαμίδιο	Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής	6,90 m	1,85 W/m <sup>2</sup> K
								1,00 W/m <sup>2</sup> K	3,40 W/m <sup>2</sup> K	0,11 W/mK			
A2	1,60 m	0,50 m	0,80 m <sup>2</sup>	[I]	5,0 cm	0,58 m <sup>2</sup>	0,22 m <sup>2</sup>	Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο argon 16 mm και με μαλακή επίστρωση μεταλλικών οξειδίων	Μεταλλικό αλουινίου θερμοδιακοπόμενο με πολυαμίδιο	Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής	4,50 m	2,28 W/m <sup>2</sup> K
								1,00 W/m <sup>2</sup> K	3,40 W/m <sup>2</sup> K	0,11 W/mK			

**Μέσος ανηγμένος σε αθροιστική επιφάνεια 2,56 m<sup>2</sup> συντελεστής θερμοπερατότητας:  $U_w=1,98 \text{ W/m}^2\text{K}$**

## 3.2.2.2. Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

Εκτός από τη μείωση των απωλειών θερμότητας λόγω της βελτίωσης (μείωση) του συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων, ένα άλλο όφελος θα είναι και η μείωση του αθέλητου αερισμού λόγω χαραμιάδων με την επιλογή κουφωμάτων με πιστοποιημένο συντελεστή αεροστεγανότητας. Από καταλόγους κατασκευαστών λαμβάνεται ως συντελεστής αεροδιαπερατότητας για παράθυρα και για Class 3 κατά EN 12207 (συνηθέστερη κατηγορία των σύγχρονων θερμομονωτικών κουφωμάτων) η τιμή  $1,40 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ . Αντίστοιχα για τις εξωτερικές πόρτες και Class 2 κατά EN 12207, η τιμή  $4,10 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ . Ο υπολογισμός του αθέλητου αερισμού μετά την αλλαγή των εξωτερικών κουφωμάτων υπολογίζεται στον επόμενο πίνακα:

**Πίνακας 3.7** Υπολογισμός του αθέλητου αερισμού μετά την αντικατάσταση των εξωτερικών κουφωμάτων**Παλιό κτίριο**

Όροφος	Τύπος	Κούφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /((m <sup>2</sup> h))]	Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /h]	
Παλιό σχολείο	παράθυρο	A10	1,80	2,76	4,968	1,40	6,96	67,91
	παράθυρο	A6	1,25	0,37	0,463	0,00	0,00	
	παράθυρο	A5	1,25	1,10	1,375	1,40	1,93	
	παράθυρο	A6	1,25	0,37	0,463	0,00	0,00	
	παράθυρο	A5	1,25	1,10	1,375	1,40	1,93	
	παράθυρο	A5	1,25	1,10	1,375	1,40	1,93	
	παράθυρο	A6	1,25	0,37	0,463	0,00	0,00	
	παράθυρο	A1	1,75	1,20	2,100	1,40	2,94	
	παράθυρο	A1	1,75	1,20	2,100	1,40	2,94	
	παράθυρο	A2	1,75	0,70	1,225	0,00	0,00	
	παράθυρο	A1	1,75	1,20	2,100	1,40	2,94	
	παράθυρο	A2	1,75	0,70	1,225	0,00	0,00	
	παράθυρο	A2	1,75	0,70	1,225	0,00	0,00	
	<b>πόρτα</b>	A7	2,00	2,60	5,200	4,10	21,32	
	παράθυρο	A8	0,47	3,16	1,485	0,00	0,00	
	παράθυρο	A8	0,47	3,16	1,485	0,00	0,00	
	παράθυρο	A9	2,00	0,56	1,120	0,00	0,00	
	παράθυρο	A3	1,72	1,20	2,064	1,40	2,89	
	παράθυρο	A4	1,72	0,70	1,204	0,00	0,00	
	παράθυρο	A3	1,72	1,20	2,064	1,40	2,89	
	παράθυρο	A4	1,72	0,70	1,204	0,00	0,00	
	παράθυρο	A3	1,72	1,20	2,064	1,40	2,89	
	παράθυρο	A4	1,72	0,70	1,204	0,00	0,00	
	παράθυρο	A3	1,72	1,20	2,064	1,40	2,89	
	παράθυρο	A4	1,72	0,70	1,204	0,00	0,00	
	παράθυρο	A3	1,72	1,20	2,064	1,40	2,89	
	παράθυρο	A4	1,72	0,70	1,204	0,00	0,00	
	παράθυρο	A5	1,25	1,10	1,375	1,40	1,93	
	παράθυρο	A6	1,25	0,37	0,463	0,00	0,00	
	παράθυρο	A5	1,25	1,10	1,375	1,40	1,93	
	παράθυρο	A6	1,25	0,37	0,463	0,00	0,00	
	παράθυρο	A6	1,25	0,37	0,463	0,00	0,00	
	παράθυρο	A5	1,25	1,10	1,375	1,40	1,93	
	παράθυρο	A6	1,25	0,37	0,463	0,00	0,00	
	παράθυρο	A5	1,25	1,10	1,375	1,40	1,93	
Αίθουσα	<b>πόρτα</b>	A12	0,95	2,16	2,052	4,10	8,41	13,33
	παράθυρο	A13	1,30	1,35	1,755	1,40	2,46	
	παράθυρο	A13	1,30	1,35	1,755	1,40	2,46	
<b>Συνολικά</b>					<b>62,27</b>		81,24	81,24

**Νέο κτίριο**

Όροφος	Τύπος	Κούφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]	Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)]	Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /h]	
Νέο σχολείο	παράθυρο	A1	1,60	1,10	1,76	1,40	2,46	47,99
	παράθυρο	A1	1,60	1,10	1,76	1,40	2,46	
	παράθυρο	A5	1,60	0,50	0,80	0,00	0,00	
	παράθυρο	A5	1,60	0,50	0,80	0,00	0,00	
	παράθυρο	A2	1,65	1,10	1,82	1,40	2,55	
	παράθυρο	A2	1,65	1,10	1,82	1,40	2,55	
	παράθυρο	A6	1,65	0,50	0,82	0,00	0,00	
	παράθυρο	A6	1,65	0,50	0,82	0,00	0,00	
	παράθυρο	A8	1,60	2,70	4,32	0,00	0,00	
	παράθυρο	A8	1,60	2,70	4,32	0,00	0,00	
	παράθυρο	A9	1,80	0,50	0,90	0,00	0,00	
	<b>πόρτα</b>	A10	1,80	2,20	3,96	4,10	16,24	
	παράθυρο	A1	1,60	1,10	1,76	1,40	2,46	
	παράθυρο	A1	1,60	1,10	1,76	1,40	2,46	
	παράθυρο	A5	1,60	0,50	0,80	0,00	0,00	
	παράθυρο	A5	1,60	0,50	0,80	0,00	0,00	
	παράθυρο	A2	1,65	1,10	1,82	1,40	2,55	
	παράθυρο	A3	1,65	1,10	1,82	1,40	2,55	
	παράθυρο	A6	1,65	0,50	0,82	0,00	0,00	
	παράθυρο	A6	1,65	0,50	0,82	0,00	0,00	
	παράθυρο	A1	1,60	1,10	1,76	1,40	2,46	
	παράθυρο	A1	1,60	1,10	1,76	1,40	2,46	
	παράθυρο	A5	1,60	0,50	0,80	0,00	0,00	
	παράθυρο	A5	1,60	0,50	0,80	0,00	0,00	
	παράθυρο	A1	1,60	1,10	1,76	1,40	2,46	
	παράθυρο	A1	1,60	1,10	1,76	1,40	2,46	
	παράθυρο	A4	1,20	1,10	1,32	1,40	1,85	
	παράθυρο	A5	1,60	0,50	0,80	0,00	0,00	
	παράθυρο	A5	1,60	0,50	0,80	0,00	0,00	
	παράθυρο	A7	1,20	0,50	0,60	0,00	0,00	
<b>Συνολικά</b>					<b>46,46</b>		47,99	47,99

**3.2.3. ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΑ ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Το κόστος για την αντικατάσταση των κουφωμάτων εκτιμάται πως θα διαμορφωθεί ως εξής:

**Πίνακας 3.8** Ανάλυση του κόστους αντικατάστασης των εξωτερικών κουφωμάτων

<b>Αντικατάσταση κουφωμάτων</b>									
<b>Α/Α</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>	<b>ΚΩΔ. ΑΡΘΡ.</b>	<b>Α.Τ.</b>	<b>ΚΩΔ. ΑΝΑΘΕΩΡ.</b>	<b>ΜΟΝ. ΜΕΤ</b>	<b>ΠΟΣΟΤΗΤΑ</b>	<b>ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ</b>	<b>ΜΕΡΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ</b>	<b>ΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ</b>
1	Αποξήλωση των παλαιών κουφωμάτων (παραθύρων, φεγγιτών και θυρών) και απομάκρυνση των παλαιών κουφωμάτων ή/και οποιουδήποτε άλλου υλικού κατασκευής κουφωμάτων εγκατεστημένων επί του κτηρίου.	ΟΙΚ Ν22.45	4	ΟΙΚ 2275	m <sup>2</sup>	62,27+46,46	20,00	2.174,6	
2	Υαλόθυρες, ανοιγόμενες με μεντεσέδες, από προφίλ αλουμινίου θερμοδιακοπόμενο με πολυαμίδιο ενδεικτικού συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου μικρότερου ή ίσου με $U_f \leq 3,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ , με στεγάνωση με ελαστικά EPDM σε όλα τα σημεία συναρμογής, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη αεροστεγανότητα, οποιωνδήποτε διαστάσεων	ΟΙΚ Ν65.02.03	5	ΟΙΚ 6504	m <sup>2</sup>	11,21	155,00	1.737,86	
3	Υαλοστάσια μεμονωμένα (που δεν αποτελούν σειρά υαλοστασίων συνθέτου κουφώματος), από προφίλ αλουμινίου θερμοδιακοπόμενο με πολυαμίδιο ενδεικτικού συντελεστή θερμοπερατότητας πλαισίου μικρότερου ή ίσου με $U_i \leq 3,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ , με στεγάνωση με ελαστικά EPDM σε όλα τα σημεία συναρμογής, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη αεροστεγανότητα, οποιασδήποτε αναλογίας διαστάσεων εξωτερικού πλαισίου	ΟΙΚ Ν65.17.66	6	ΟΙΚ 6524	m <sup>2</sup>	97,52	155,00	15.115,29	
4	Διπλοί ενεργειακοί, θερμομονωτικοί - ηχομονωτικοί – ανακλαστικοί, υαλοπίνακες ασφαλείας, συνολικού πάχους έως 30mm (κρύσταλλα 3+3mm με μεμβράνη - 16mm κενό με πλήρωση αργον – κρύσταλλο 5mm) με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερου ή ίσου με $U_g \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ και με ηχομόνωση από άμεσο θόρυβο αέρος, οποιωνδήποτε διαστάσεων	ΟΙΚ Ν76.27.05	7	ΟΙΚ 7609.2	m <sup>2</sup>	62,27+46,46	95,00	10.329,35	
<b>Συνολικό Κόστος Αντικατάστασης Κουφωμάτων</b>									<b>29.357,10</b>

Από το συνολικό ποσό της επέμβασης, τα 16.812,90 € αφορούν σε αλλαγές κουφωμάτων στο παλιό κτίριο και 12.544,20 € στο νέο κτίριο.

**Η Δαπάνη Ανακαίνισης Κελύφους (ΔΑΚ) θα ανέρχεται σε  $36.555,28 + 29.357,10 = 65.912,38$  €.**

### 3.3. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

#### 3.3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η σημαντική αύξηση των τιμών των υγρών καυσίμων και ειδικότερα η αύξηση του ειδικού φόρου κατανάλωσης εκτόξευσε στα ύψη τις τιμές του πετρελαίου, γεγονός το οποίο καθιστά την θέρμανση με το συγκεκριμένο καύσιμο κάθε άλλο παρά ελκυστική. Ακόμα σημαντική είναι και η περιβαλλοντική ρύπανση από τα διάφορα ορυκτά καύσιμα. Τέλος, η πάγια τακτική των εγκαταστάτων να εγκαθιστούν συχνά συστήματα ισχύος σημαντικά μεγαλύτερης από την απαιτούμενη, τα καθιστά υπερδιαστασιολογημένα με αποτέλεσμα τον ιδιαίτερα μικρό βαθμό ενεργειακής απόδοσης.

Το μέλλον στην θέρμανση όσο και αν αργήσει ο κόσμος να τις ανακαλύψει θα είναι οι αντλίες θέρμανσης. Η διάφορα ενός συστήματος τύπου αντλίας θερμότητας, είτε χρησιμοποιεί τη θερμοκρασία του αέρα (αντλία αέρα/νερού) είτε του εδάφους (γεωθερμική αντλία) για να μεταφέρει τη θερμότητα, είναι πως λειτουργεί πολύ πιο αποτελεσματικά και εξοικονομεί περισσότερη ενέργεια σε σύγκριση με τα παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης.

#### 3.3.2. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

Στα εξεταζόμενα κτίρια, για την κάλυψη των αναγκών για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων, υφίστανται:

- Στο παλαιό κτίριο μία (1) μονάδα λέβητα-καυστήρα πετρελαίου θέρμανσης, με κεντρικό δισωλήνιο δίκτυο διανομής. Ο λέβητας είναι θερμικής ισχύος 116,40 kW. Για τη συγκεκριμένη μονάδα λέβητα-καυστήρα δεν υφίσταται φύλλο συντήρησης με αναγεγραμμένο το βαθμό απόδοσης. Το δίκτυο διανομής είναι χωρίς θερμομόνωση και ως σύστημα εκπομπής υφίστανται κοινά θερμαντικά σώματα.
- Στην αίθουσα ένταξης, μία τοπική κλιματιστική μονάδα διαιρούμενου τύπου, απ' ευθείας εκτόνωσης (split unit της εταιρείας Miyoto). Δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία κι έτσι ο βαθμός απόδοσης λαμβάνεται σε CoP=2,50, για συστήματα εγκατάστασης μετά το 2001. Το σύστημα είναι τοπικό και ως τερματική υπάρχει μονάδα ανεμιστήρα-στοιχείου.
- Στο νέο κτίριο μία (1) μονάδα λέβητα-καυστήρα πετρελαίου θέρμανσης, με κεντρικό δισωλήνιο δίκτυο διανομής. Ο λέβητας είναι θερμικής ισχύος 58,15 kW. Για τη συγκεκριμένη μονάδα λέβητα-καυστήρα δεν υφίσταται φύλλο συντήρησης με αναγεγραμμένο το βαθμό απόδοσης. Το δίκτυο διανομής είναι χωρίς θερμομόνωση και ως σύστημα εκπομπής υφίστανται κοινά θερμαντικά σώματα.

Στοχεύοντας στην υπο/αντι-κατάσταση των υφισταμένων με συστήματα μικρότερης κατανάλωσης ενέργειας προτείνονται:

- Στο παλαιό κτίριο η τοποθέτηση συστοιχίας αντλιών θερμότητας αέρα-νερού υψηλών θερμοκρασιών, παράλληλα με τον υφιστάμενο λέβητα. Ταυτόχρονα, η θερμομόνωση του δικτύου διανομής ώστε μειωθούν οι απώλειες των σωληνώσεων. Ως σύστημα εκπομπής παραμένει το υφιστάμενο με κοινά θερμαντικά σώματα, απλά λόγω της μείωσης των θερμικών απωλειών των χώρων μετά την προσθήκη θερμομόνωσης στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του κτιρίου, θα υποβιβαστεί η μέση θερμοκρασία στην οποία αυτά θα λειτουργούν.
- Στο νέο κτίριο, όπως και στο παλαιό η τοποθέτηση συστοιχίας αντλιών θερμότητας αέρα-νερού υψηλών θερμοκρασιών, παράλληλα με τον υφιστάμενο λέβητα, με την ταυτόχρονη θερμομόνωση του δικτύου διανομής. Ως σύστημα εκπομπής θα υφίστανται τα κοινά θερμαντικά σώματα.

##### 3.3.2.1. Αντλίες θερμότητας αέρα – νερού υψηλών θερμοκρασιών

Οι αντλίες θερμότητας αέρα-νερού υψηλών θερμοκρασιών, είναι μονάδες οι οποίες εμφανίστηκαν στο διεθνές εμπόριο πριν από λίγα χρόνια και έγιναν ιδιαίτερα δημοφιλείς λόγω του γεγονότος πως δύνανται να παράγουν θερμό νερό για την θέρμανση χώρων έως και 80°C, καθιστώντας τες έτσι ιδανικές για την αντικατάσταση μονάδων λέβητα – καυστήρα με μέσο εκπομπής θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας εργαζόμενα σε ψηλή θερμοκρασία. Η δυνατότητά τους αυτή στηρίζεται στην ύπαρξη δύο διαφορετικών ψυκτικών κύκλων εργαζόμενων με βάση τον κύκλο εξάτμισης ενός ψυκτικού μέσου:

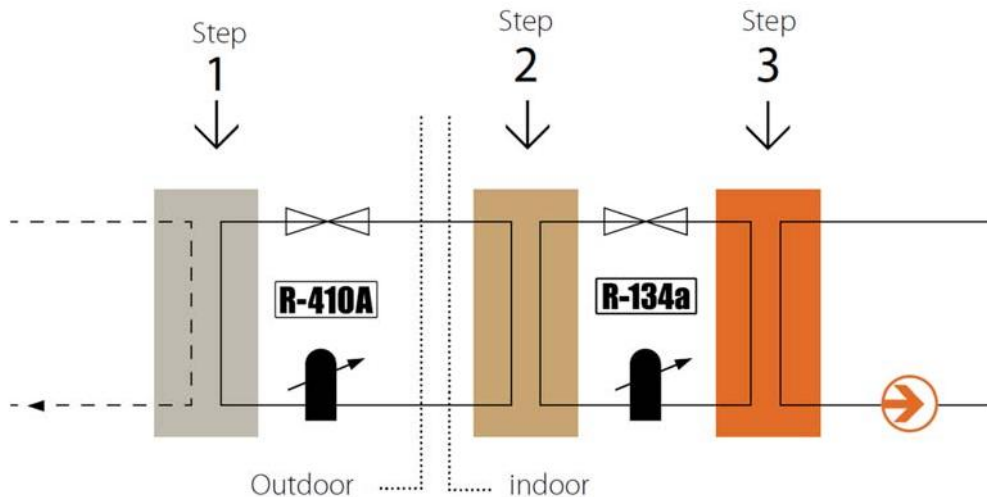
- Ο πρώτος κύκλος είναι με εργαζόμενο ψυκτικό μέσο το R-410a σε χαμηλές-μέσες θερμοκρασίες,
- Ο δεύτερος κύκλος είναι με εργαζόμενο ψυκτικό μέσο το R-134a και σε υψηλές θερμοκρασίες.

Οι συγκεκριμένες αντλίες θερμότητας είναι διαιρούμενου τύπου:

- Υπάρχει μία εξωτερική μονάδα, η οποία λειτουργεί ως ένας αερόψυκτος εξατμιστής το χειμώνα του ψυκτικού μέσου R-410a.

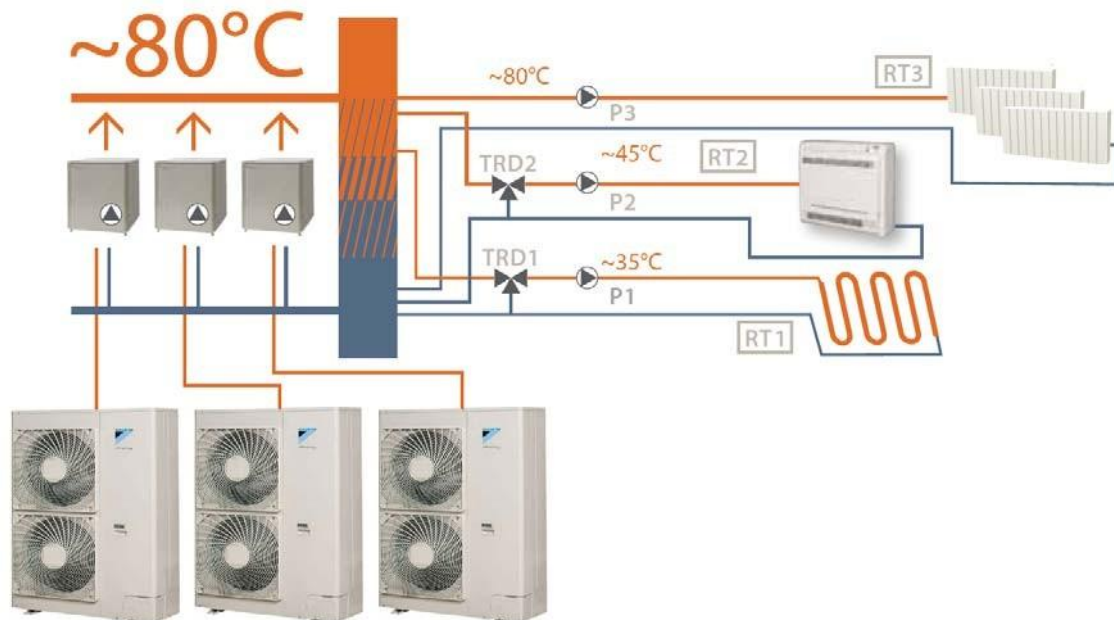
- Υπάρχει μια εσωτερική μονάδα, η οποία συνδέεται με δίκτυο χαλκοσωλήνων με την εξωτερική για την τροφοδοσία της με το R-410a. Η εσωτερική μονάδα λειτουργεί ως συμπυκνωτής το χειμώνα για τον κύκλο του ψυκτικού μέσου R-410a, μέσω της χρήσης ενός πλακοειδή εναλλάκτη θερμότητας. Ο συγκεκριμένος εναλλάκτης θερμότητας των ψυκτικών μέσων R-410a από τη μια πλευρά και R-134a από την άλλη, λειτουργεί ως εξατμιστής το χειμώνα του ψυκτικού μέσου R-134a. Τέλος, διαθέτει ένα δεύτερο εναλλάκτη ψυκτικού μέσου R-134a και νερού ο οποίος είναι ο συμπυκνωτής του ψυκτικού κύκλου και θερμαίνει το νερό για τη θέρμανση χώρων.

Η λειτουργία της συνοπτικά παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα.



**Σχήμα 3.1** Η λειτουργία των αντλιών θερμότητας αέρα – νερού υψηλών θερμοκρασιών

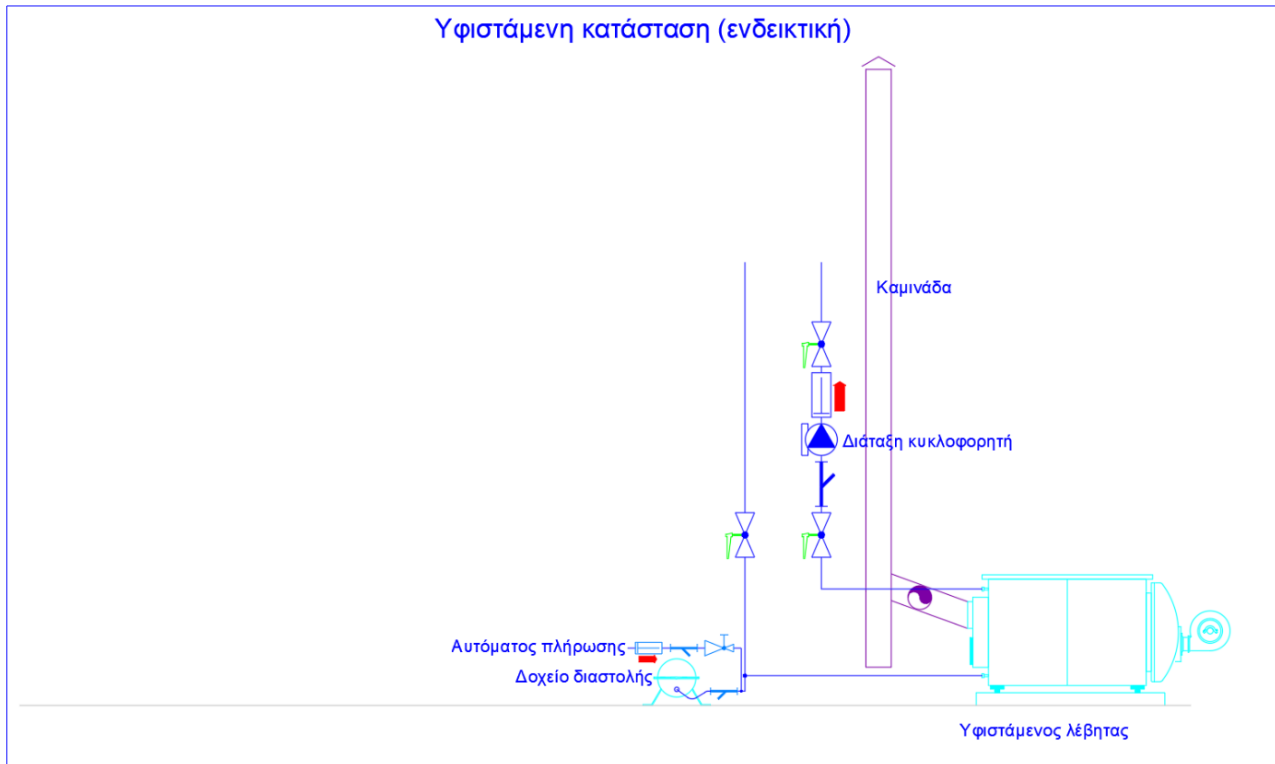
Οι αντλίες θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών στην έξοδό τους προς το δίκτυο διανομής θερμού νερού, μπορούν να τροφοδοτήσουν συστήματα είτε θερμαντικών σωμάτων ακτινοβολίας απ' ευθείας, είτε μονάδων ανεμιστήρα – στοιχείου (fan-coil units) συνήθως μέσω ρύθμισης θερμοκρασίας με τρίοδη βάνα είτε συστημάτων ενδοδαπέδιας θέρμανσης με ανάλογο τρόπο.



**Σχήμα 3.2** Η λειτουργία των αντλιών θερμότητας αέρα – νερού υψηλών θερμοκρασιών

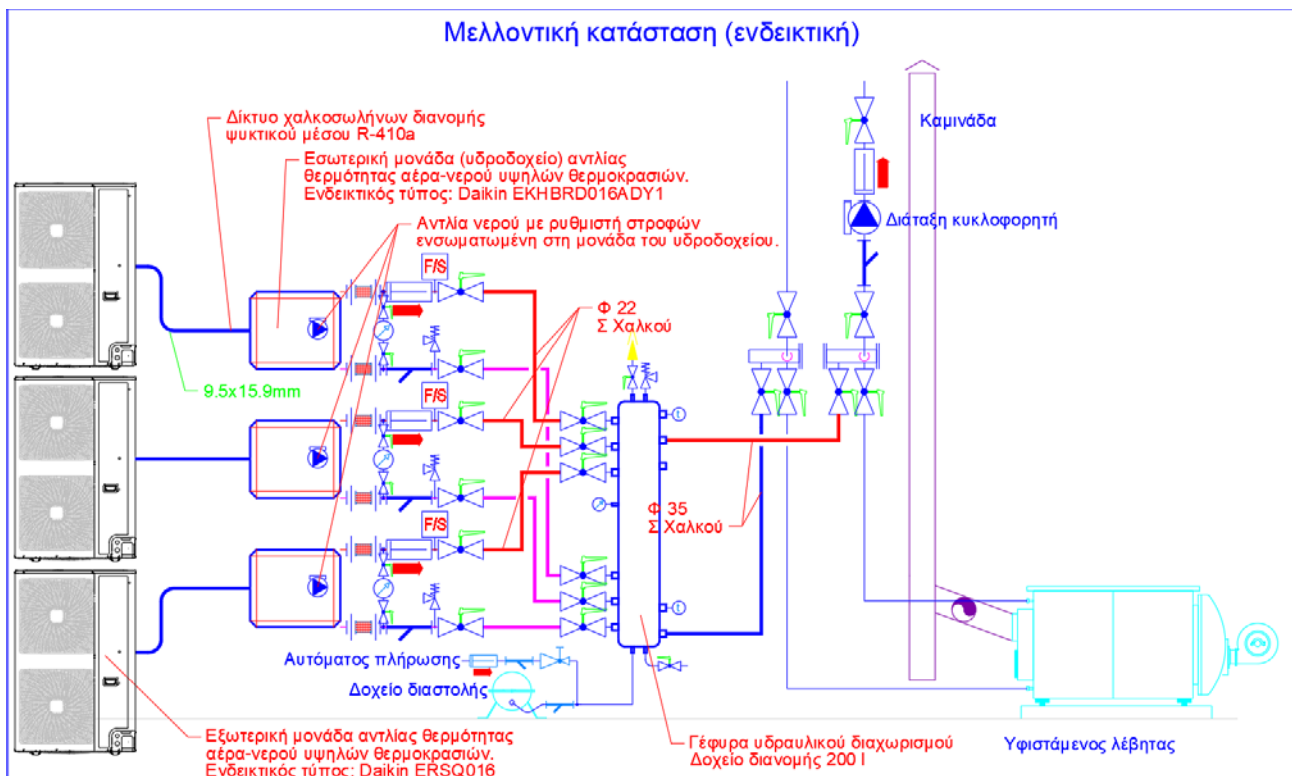
## 3.3.2.2. Επεμβάσεις στα λεβητοστάσια των κτιρίων

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται το διάγραμμα της εγκατάστασης θέρμανσης στα λεβητοστάσια του παλαιού και του νέου κτιρίου του Δημοτικού σχολείου Χαλκιάδων.



**Σχήμα 3.3** Η υφιστάμενη κατάσταση των εγκαταστάσεων θέρμανσης στα κτίρια

Κατά την επέμβαση υποκατάστασης των υφισταμένων λεβήτων από τις αντλίες θερμότητας αέρα-νερού, το υδραυλικό δίκτυο μεταβάλλεται όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα (ενδεικτικά για συστοιχία τριών μονάδων):



**Σχήμα 3.4** Η μελλοντική κατάσταση των εγκαταστάσεων θέρμανσης στα κτίρια

Οι εργασίες θα περιλαμβάνουν τα εξής:

- Εντός του κάθε λεβητοστασίου θα εγκατασταθούν οι εσωτερικές μονάδες των διαιρούμενων αντλιών θερμότητας αέρα – νερού. **Ο αριθμός τους θα εξαρτηθεί από την νέα θερμική ισχύ του κάθε κτιρίου**, μετά τον υπολογισμό των μειωμένων φορτίων λόγω των επεμβάσεων θερμομονωτικής προστασίας στο κέλυφός τους.
- Στις εισόδους – εξόδους νερού των εσωτερικών μονάδων θα τοποθετηθεί ο υδραυλικός εξοπλισμός ο οποίος θα περιλαμβάνει μανόμετρο διαφορικής πίεσης με βάνες απομόνωσης, φίλτρο νερού, διακόπτη ροής, αντεπίστροφη βάνη νερού και βάνες απομόνωσης και αντικραδασμικούς συνδέσμους σε είσοδο και έξοδο. Τα υδραυλικά δίκτυα προτείνεται να είναι από χαλκοσωλήνα και διατομών όπως παρουσιάζεται σε προηγούμενο σχήμα. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλαστικός σωλήνας πολυπροπυλενίου με φράγμα οξυγόνου. Τα δίκτυα θα μονωθούν θερμικά κατά KENAK.
- Οι εσωτερικές μονάδες, οι οποίες διαθέτουν ενσωματωμένο κυκλοφορητή νερού με ρυθμιστή στροφών, θα συνδεθούν παράλληλα μεταξύ τους με υδραυλική γέφυρα (δοχείο υδροδιανομής 200 l) για την υδραυλική απομόνωση της παραγωγής θερμικής ενέργειας από το υφιστάμενο δίκτυο διανομής.
- Το όλο σύστημα θα συνδεθεί παράλληλα με τον υφιστάμενο λέβητα, ο οποίος στη μελλοντική κατάσταση προτείνεται να διατηρηθεί ως **σύστημα ασφαλείας και βοηθητικό και μόνο**, σε περίπτωση κάποιας βλάβης του κύριου συστήματος.
- Διατηρείται το υφιστάμενο σύστημα διανομής νερού προς τα θερμαντικά σώματα.
- Οι εσωτερικές μονάδες των αντλιών θερμότητας θα συνδεθούν με τις αντίστοιχες εξωτερικές, με τα δίκτυα χαλκοσωλήνων και καλωδιώσεων αυτοματισμού και ηλεκτρικής τροφοδοσίας.
- Τέλος, για την κάλυψη των ηλεκτρικών απαιτήσεων του νέου συστήματος θέρμανσης των δύο κτιρίων θα απαιτηθεί αναβάθμιση της εγκατάστασης ισχυρών ρευμάτων του σχολικού συγκροτήματος. Εντός του κάθε λεβητοστασίου θα πρέπει να κατασκευαστεί νέος ηλεκτρικός πίνακας διανομής, στον οποίο θα συνδεθεί ο νέος εξοπλισμός. Θα απαιτηθεί αύξηση της ηλεκτρικής συμπεφωνημένης ισχύος με τον ΔΕΔΔΗΕ (βλέπε σε επόμενη παράγραφο).

Για τις ανάγκες της παρούσας αναφοράς, εξετάζεται η εγκατάσταση συστήματος αντλίας θερμότητας αέρα – νερού ενδεικτικού τύπου Daikin Altherma ERSQ16AAY1/EKHBDR016ADY17. Στοιχεία αποδόσεων της συγκεκριμένης μονάδας παρουσιάζονται στη συνέχεια:



Θερμαντήρας χώρου με αντλία θερμότητας		Εξωτερικό	ERSQ016AAY1
		Εσωτερική	EKHBDR016ADY17
Θέρμανση χώρου	Κλάση ενεργειακής απόδοσης 55°C (εφ. υψ. θερμ.) Κλάση ενεργειακής απόδοσης 35°C (εφ. χαμ. θερμ.)	-	A+
		-	B
Μέσο κλίμα (θερμοκρασία σχεδιασμού = -10°C)			
Θέρμανση χώρου 55°C	Prated (δηλωμένη θερμαντική απόδοση) @ -10°C	[kW]	15.0
	Εποχιακή απόδοση θέρμανσης χώρου (η <sub>S</sub> )	[%]	117
	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας	[kWh]	10,300
Θέρμανση χώρου 35°C	Prated (δηλωμένη θερμαντική απόδοση) @ -10°C	[kW]	16.0
	Εποχιακή απόδοση θέρμανσης χώρου (η <sub>S</sub> )	[%]	112
	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας	[kWh]	10,800
Λειτουργία εκτός αιχμής ενσωματωμένη στην αντλία θερμότητας		Y/N	
Πιο ψυχρό κλίμα (θερμοκρασία σχεδιασμού = -22°C)			
Θέρμανση χώρου 55°C	Prated (δηλωμένη θερμαντική απόδοση) @ -22°C	[kW]	13.7
	Εποχιακή απόδοση θέρμανσης χώρου (η <sub>S</sub> )	[%]	93.0
	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας	[kWh]	13,600
Θέρμανση χώρου 35°C	Prated (δηλωμένη θερμαντική απόδοση) @ -22°C	[kW]	14.2
	Εποχιακή απόδοση θέρμανσης χώρου (η <sub>S</sub> )	[%]	97.0
	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας	[kWh]	13,500
Πιο ζεστό κλίμα (θερμοκρασία σχεδιασμού = 2°C)			
Θέρμανση χώρου 55°C	Prated (δηλωμένη θερμαντική απόδοση) @ 2°C	[kW]	13.4
	Εποχιακή απόδοση θέρμανσης χώρου (η <sub>S</sub> )	[%]	114
	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας	[kWh]	6,200
Θέρμανση χώρου 35°C	Prated (δηλωμένη θερμαντική απόδοση) @ 2°C	[kW]	15.9
	Εποχιακή απόδοση θέρμανσης χώρου (η <sub>S</sub> )	[%]	132
	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας	[kWh]	5,410

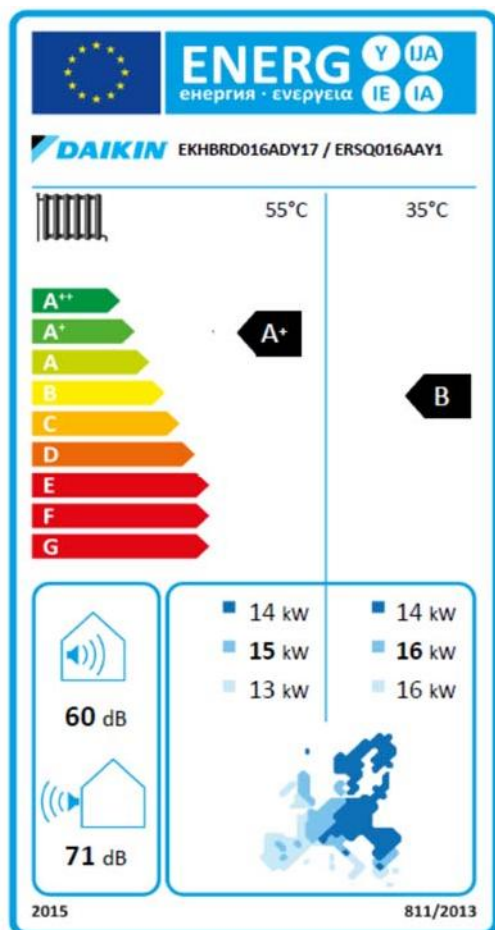
**Εικόνα 3.3** Στοιχεία των αποδόσεων της αντλίας θερμότητας ενδ. τύπου Daikin Altherma

**Πίνακας 3.9** Πίνακας αποδόσεων της αντλίας θερμότητας ενδ. τύπου Daikin Altherma σε διάφορες θερμοκρασίες εξωτερικού αέρα ( $T_a$ ) και εξόδου του νερού από τη μονάδα.

*HC:* Heating capacity  
*PI:* Power input  
*CoP:* Coefficient of performance

$T_a$	Leaving Water Condenser Temperature (°C)											
	45			55			65			75		
	HC	PI	CoP	HC	PI	CoP	HC	PI	CoP	HC	PI	CoP
-20	10,30	4,86	2,12	10,30	4,86	2,12	10,40	5,17	2,01	10,20	5,53	1,84
-15	11,40	5,06	2,25	11,50	5,09	2,26	11,60	5,45	2,13	11,30	5,88	1,92
-12	11,90	5,21	2,28	12,00	5,26	2,28	12,10	5,66	2,14	11,90	6,14	1,94
-9	12,40	5,31	2,34	12,50	5,39	2,32	12,60	5,82	2,16	12,40	6,35	1,95
-6	12,70	5,40	2,35	12,80	5,50	2,33	13,00	5,98	2,17	12,90	6,60	1,95
-3	13,00	5,32	2,44	13,10	5,46	2,40	13,20	5,95	2,22	13,30	6,68	1,99
0	13,30	5,15	2,58	13,30	5,29	<b>2,51</b>	13,50	5,81	<b>2,32</b>	13,60	6,59	<b>2,06</b>
3	13,50	4,97	2,72	13,60	5,12	<b>2,66</b>	13,70	5,63	<b>2,43</b>	13,90	6,44	<b>2,16</b>
6	16,00	4,85	3,30	16,00	5,05	<b>3,17</b>	16,00	5,57	<b>2,87</b>	16,00	6,34	<b>2,52</b>
12	16,00	4,35	3,68	16,00	4,53	<b>3,53</b>	16,00	5,06	<b>3,16</b>	16,00	5,85	<b>2,74</b>
15	16,00	4,15	3,86	16,00	4,33	<b>3,70</b>	16,00	4,85	<b>3,30</b>	16,00	5,64	<b>2,84</b>

**Εικόνα 3.4** Ενεργειακή σήμανση της εξεταζόμενης αντλίας θερμότητας



Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο το νερό οι οποίες είναι σύμφωνες με τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού (813/2113) και συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση, σύμφωνα με τον κανονισμό Ενεργειακής Επισήμανσης 811/2011 της ΕΕ, λαμβάνεται υπόψη η Ενεργειακή Απόδοση Εποχιακής Θέρμανσης Χώρου  $\eta_{s35^{\circ}\text{COK}}$  (για νερό  $35^{\circ}\text{C}$ ) και  $\eta_{s55^{\circ}\text{COK}}$  (για νερό  $55^{\circ}\text{C}$ ) της μονάδας στο θερμό Κλίμα (Κλιματική ζώνη με αντιπροσωπευτική πόλη την Αθήνα). Το SCOP της αντλίας θερμότητας με Ενεργειακή Σήμανση είναι ίσο με:

$$\text{SCOP} = 2,75 \cdot (\eta_{s55^{\circ}\text{COK}} + 3\%)$$

σε περίπτωση με θερμαντικά σώματα, κονβέκτορες, κ.λ.π.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα της εικόνας 3.3 για την εξεταζόμενη αντλία θερμότητας, ενδ. τύπου Daikin Altherma η Ενεργειακή Απόδοση Εποχιακής Θέρμανσης  $\eta_{s55^{\circ}\text{COK}}$  (για νερό  $55^{\circ}\text{C}$ ) της μονάδας στο θερμό Κλίμα είναι:

$$\eta_{s55^{\circ}\text{COK}} = 114\%$$

και άρα σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο ο εποχιακός συντελεστής απόδοσης (SCOP) υπολογίζεται σε:

$$\text{SCOP} = 3,2175$$

Θα πρέπει να αναφερθεί πως καθώς οι αντλίες θερμότητας τοποθετούνται σε συστοιχία και διαθέτουν και ρυθμιστή στροφών στο κινητήριο των συμπιεστών, δεν απαιτείται ο έλεγχος για υπερδιαστασιολόγηση.

Η αναμενόμενη θερμική ισχύς στα κτίρια μετά τις επεμβάσεις θερμομονωτικής προστασίας στο κέλυφός τους, δύνανται να εκτιμηθεί σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην παράγραφο § 5.1.2.1. της TOTEE 20701-1 / 2017. Ο νέος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας των κτιρίων υπολογίζεται βάσει των νέων συντελεστών των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων (δεν υπολογίζονται οι θερμογέφυρες). Έτσι:

### Παλιό κτίριο:

$$P_{\text{gen}} = (A \cdot U_m \cdot 1,50 + V / 3) \cdot \Delta T$$

**$P_{\text{gen}}$ :** η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτηρίου, [W].

**$A$ :** η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους (τοιχοί, οροφές, πυλωτή, ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα ή/και σε επαφή με όμορα κτήρια ή/και σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή/και σε επαφή με το έδαφος, όπως λαμβάνεται υπόψη κατά τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου, [ $\text{m}^2$ ].

**$U_m$ :** ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας  $A$ , [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ].

Ανάλογα με την ηλικία του κτηρίου ο  $U_m$  λαμβάνει τις τιμές:

- 3,5  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$  ή όπως υπολογίζεται από τον επιθεωρητή, για κτήρια πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (οικοδομικές άδειες πριν από το 1980).
- για κτήρια μετά την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (έγκριση οικοδομικής άδειας μετά το 1980), καθώς και για κτήρια πριν από την ισχύ του κανονισμού, τα οποία πιστοποιημένα έχουν εφαρμόσει θερμομόνωση σε όλο το κτηριακό κέλυφος:
  - 1,55  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$  για την Α κλιματική ζώνη,
  - 1,20  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$  για τη Β κλιματική ζώνη και
  - 0,95  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$  για τη Γ κλιματική ζώνη.
- Σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης (μελέτη ενεργειακής απόδοσης) για κτήρια μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.

**$\Delta T$ :** η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος, [ $^{\circ}\text{C}$ ] ή [K]

- 18 $^{\circ}\text{C}$  για την Α κλιματική ζώνη,
- 20 $^{\circ}\text{C}$  για τη Β κλιματική ζώνη,

- 23°C για τη Γ και κλιματική ζώνη και
- 28°C για τη Δ κλιματική ζώνη.

Αυτές οι θερμοκρασιακές διαφορές εκτιμήθηκαν βάσει των ελάχιστων θερμοκρασιών αέρα που παρατηρούνται στις αντίστοιχες κλιματικές ζώνες.

**1,50:** συντελεστής που περιλαμβάνει τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής κ.τ.λ.

**V:** η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στον θερμαινόμενο χώρο σε ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) και υπολογίζεται βάσει του Πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε..

Συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους:

Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας του κτιρίου:

Υπολογιζόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας:

Κλιματική ζώνη τοποθεσίας κατά ΚΕΝΑΚ:

Διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος

Συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στον θερμαινόμενο χώρο:

Υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς:

<b>A=</b>	<b>1.102,57</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>Κατά ΚΕΝΑΚ</b>		
<b>U<sub>m</sub>=</b>	<b>1,375</b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>
	<b>B</b>	
<b>ΔT=</b>	<b>20,0</b>	<b>K</b>
<b>V=</b>	<b>2.986,53</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>
<b>P<sub>gen</sub>=</b>	<b>65,38</b>	<b>kW</b>

**Νέο κτίριο:**

$$P_{gen} = (A \cdot U_m \cdot 1,50 + V / 3) \cdot \Delta T$$

**P<sub>gen</sub>:** η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτηρίου, [W].

**A:** η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους (τοιχοί, οροφές, πυλωτή, ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα ή/και σε επαφή με όμορα κτήρια ή/και σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή/και σε επαφή με το έδαφος, όπως λαμβάνεται υπόψη κατά τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου, [m<sup>2</sup>].

**U<sub>m</sub>:** ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A, [W/(m<sup>2</sup>K)].  
Ανάλογα με την ηλικία του κτηρίου ο U<sub>m</sub> λαμβάνει τις τιμές:

- 3,5 W/(m<sup>2</sup>K) ή όπως υπολογίζεται από τον επιθεωρητή, για κτήρια πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (οικοδομικές άδειες πριν από το 1980).
- για κτήρια μετά την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (έγκριση οικοδομικής άδειας μετά το 1980), καθώς και για κτήρια πριν από την ισχύ του κανονισμού, τα οποία πιστοποιημένα έχουν εφαρμόσει θερμομόνωση σε όλο το κτηριακό κέλυφος:
  - 1,55 W/(m<sup>2</sup>.K) για την Α κλιματική ζώνη,
  - 1,20 W/(m<sup>2</sup>.K) για τη Β κλιματική ζώνη και
  - 0,95 W/(m<sup>2</sup>.K) για τη Γ κλιματική ζώνη.
- Σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης (μελέτη ενεργειακής απόδοσης) για κτήρια μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.

**ΔT:** η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος, [°C] ή [K]

- 18°C για την Α κλιματική ζώνη,
- 20°C για τη Β κλιματική ζώνη,
- 23°C για τη Γ και κλιματική ζώνη και
- 28°C για τη Δ κλιματική ζώνη.

Αυτές οι θερμοκρασιακές διαφορές εκτιμήθηκαν βάσει των ελάχιστων θερμοκρασιών αέρα που παρατηρούνται στις αντίστοιχες κλιματικές ζώνες.

**1,50:** συντελεστής που περιλαμβάνει τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής κ.τ.λ.

**V:** η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στον θερμαινόμενο χώρο σε (m<sup>3</sup>/h) και υπολογίζεται βάσει του Πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε..

Συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους:

Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας του κτιρίου:

Υπολογιζόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας:

Κλιματική ζώνη τοποθεσίας κατά ΚΕΝΑΚ:

Διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος

Συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στον θερμαινόμενο χώρο:

Υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς:

**A= 689,885 m<sup>2</sup>**

**Κατά ΚΕΝΑΚ**

**U<sub>m</sub>= 1,29 W/(m<sup>2</sup>K)**

**B**

**ΔT= 20.0 K**

**V= 1611.74 m<sup>3</sup>/h**

**P<sub>gen</sub>= 37,44 kW**

Βάσει των παραπάνω και των αποδόσεων των εξεταζομένων αντλιών θερμότητας (13,5 kW σε εξωτερική θερμοκρασία 0°C, που είναι η θερμοκρασία σχεδιασμού για την Πόλη της Άρτας το χειμώνα), προκύπτει πως ο απαιτούμενος αριθμός τους ανά κτίριο είναι:

- Για το παλαιό κτίριο: 5
- Για το νέο κτίριο: 3

Τέλος, καθώς στο παλαιό κτίριο:

- στην υφιστάμενη κατάσταση η διανομή του θερμού νερού γίνεται σε υψηλή θερμοκρασία
- με την προσθήκη θερμομονωτικής προστασίας στο κελύφος τους αναμένεται να μειωθούν τα θερμικά φορτία κατά 50%, όπως προκύπτει τους σχετικούς υπολογισμούς.
- διατηρείται το παλαιό δίκτυο σωληνώσεων και θερμαντικών σωμάτων,

ο συντελεστής διανομής αλλά και ο συντελεστής εκπομπής των τερματικών μονάδων θα μεταβληθούν ως εξής:

**Πίνακας 3.10** Πίνακας 4.11 της TOTEE 20701-1/2017: Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς τη συνολική θερμική / ψυκτική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο.

Θερμική ή ψυκτική ισχύς δικτύου διανομής [kW]	Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς χώρους				Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους		
	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνων	Ανεπαρκής μόνωση	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνων	Χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση
[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]
Δίκτυα διανομής θέρμανσης με υψηλές θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου ( $\geq 60^{\circ}\text{C}$ )							
20 - 100	5,5	4,5	11,0	14,0	8,0	6,5	17,0
100 - 200	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7	15,5
200 - 300	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2	14,2
300 - 400	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7	13,1
> 400	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0	12,0
Δίκτυα διανομής θέρμανσης με χαμηλές θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου ( $< 60^{\circ}\text{C}$ )							
20 - 100	<b>3,5</b>	3,0	8,0	9,0	4,5	3,7	11,0
100 - 200	2,7	2,2	7,2	8,3	4,0	3,1	10,4
200 - 300	2,0	1,8	6,0	6,2	3,3	2,5	10,0
300 - 400	1,5	1,2	4,5	5,0	2,2	1,8	9,7
> 400	1,2	0,8	3,3	4,0	1,7	1,0	9,5

Στην κατάσταση μετά τις επεμβάσεις, ο συντελεστής διανομής θα διαμορφωθεί σε **96,5%**.

**Τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας**

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15316.2.1:2008, ο βαθμός απόδοσης ( $\eta_{em,t}$ ) των τερματικών μονάδων (εκπομπής θερμότητας) του δικτύου θέρμανσης εκτιμάται ως:

$$\eta_{em,t} = \eta_{em} / [f_{rad} \times f_{im} \times f_{hydr}]$$

$\eta_{em}$ : η απόδοση εκπομπής μια τερματικής μονάδας, εξαρτώμενη από την καθ' ύψος κατανομή θερμοκρασίας του αέρα, τον τύπο τερματικής μονάδας, τη θέση & το ύψος τοποθέτησης, τη μέση θερμοκρασία της μονάδας εκπομπής, τον τύπο του συστήματος ελέγχου της θερμοκρασίας του χώρου, τις ειδικές απώλειες ανάλογα εάν η τερματική μονάδα είναι άμεσης απόδοσης ή έμμεσης απόδοσης.

$f$ : ο παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας των τερματικών μονάδων και εξαρτάται από το ύψος των χώρων που θερμαίνονται.

$f$ : ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης (ρύθμισης) της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτηρίου

$f_{hydr}$ : ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων

Απόδοση εκπομπής $\eta_{em}$ τερματικών μονάδων θέρμανσης			
Τύπος τερματικής μονάδας	Θερμοκρασία μέσου T [°C]		
	90 - 70	70 - 50	50 - 35
Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο	0,890	0,930	0,950
Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο	0,850	0,890	0,910
Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης			0,900
Ενδοτοιχίο σύστημα θέρμανσης			0,870
Σύστημα θέρμανσης οροφής			0,850
Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εξωτερικό τοίχο	0,94		
Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες σε εσωτερικό τοίχο	0,91		
Παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας των τερματικών μονάδων			
Για τερματικές μονάδες θέρμανσης:			$f_{rad}$
Με ακτινοβολία σε χώρους με ύψος μικρότερο από 4 m			1,00
Με ακτινοβολία σε χώρους με ανακυκλοφορία αέρα για μεγάλα ύψη			1,00
Με ακτινοβολία σε χώρους με ύψος ίσο ή μεγαλύτερο από 4 m			0,95
Σε συστήματα θέρμανσης χωρίς ακτινοβολία			1,00

<b>Παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας</b>	
<b>Για τερματικές μονάδες θέρμανσης:</b>	<b><math>f_{im}</math></b>
Με διακοπτόμενη λειτουργία (με αυτόματη ρύθμιση λειτουργίας σε επίπεδο τερματικής μονάδας)	0,97
Με συνεχή λειτουργία	1,00

<b>Παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων</b>	
<b>Για τερματικές μονάδες θέρμανσης:</b>	<b><math>f_{hydr}</math></b>
Με συστήματα εκτός ισορροπίας	1,03
Με υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα	1,00

Θερμοκρασία μέσου (νερού διανομής):

70 - 50

Για τύπο τερματικής μονάδας:

Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο

$\eta_{em} = 0,930$

Με ακτινοβολία σε χώρους με ύψος μικρότερο από 4 m

$f_{rad} = 1,000$

Με συνεχή λειτουργία

$f_{im} = 1,000$

Με συστήματα εκτός ισορροπίας

$f_{hydr} = 1,030$

**$\eta_{em,t} = 0,90291$**

Στην κατάσταση μετά τις επεμβάσεις, ο συντελεστής τερματικών μονάδων για τη θέρμανση θα διαμορφωθεί σε **90,29%**.

## 3.3.2.3. Αναβάθμιση εγκατάστασης ισχυρών ρευμάτων

Η αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης με την χρήση αντλιών θερμότητας έχει άμεσο αντίκτυπο στην εγκατάσταση ισχυρών ρευμάτων των κτιρίων (παλιό και νέο) δεδομένου ότι για την λειτουργία των πρώτων απαιτείται η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας αντί των συμβατικών καυσίμων. Για το κτίριο ένταξης δεν απαιτείται κάποια αλλαγή στην ηλεκτρική υποδομή.

Σύμφωνα με τα τιμολόγια του ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. το σχολικό συγκρότημα, επί του παρόντος, τροφοδοτείται ηλεκτρικά από το δίκτυο Χαμηλής Τάσης μέσω μίας τυποποιημένης τριφασικής και μίας τυποποιημένης μονοφασικής παροχής. Ο αριθμός των παροχών είναι:

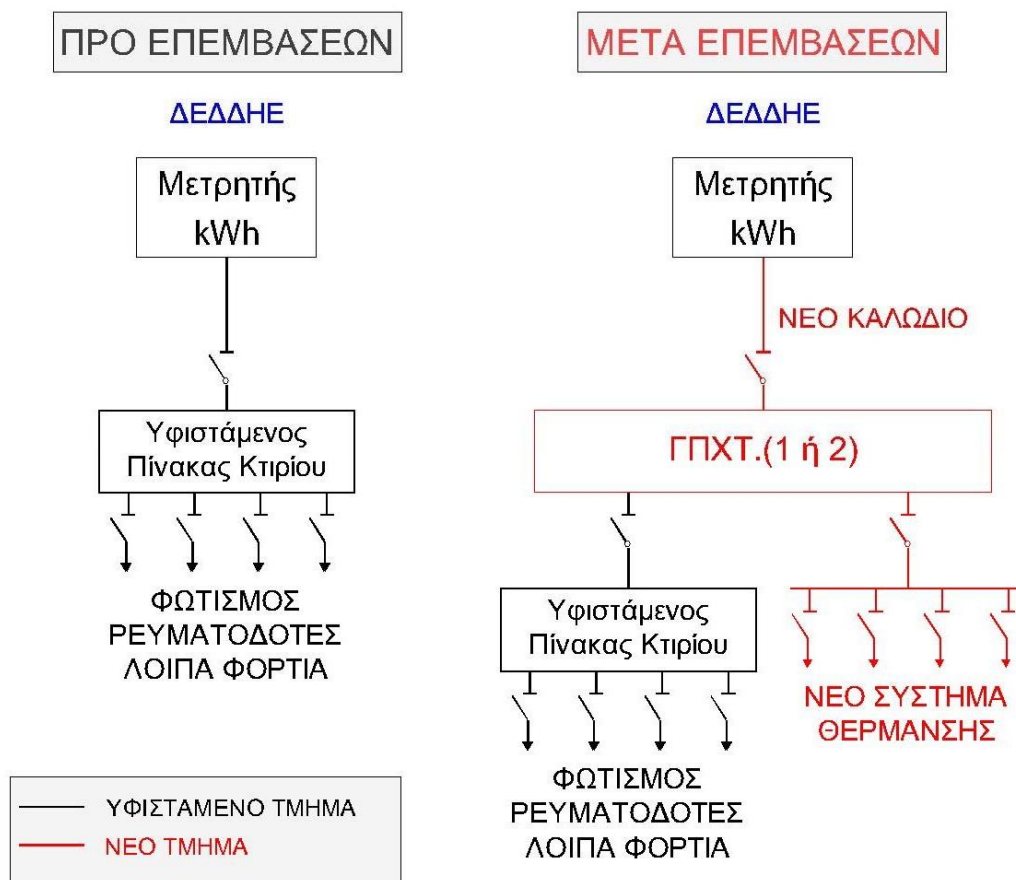
- Μετρητής 1: 9 35056531-01 (Γ21 Επαγγελματικό) - Τριφασική 25kVA
- Μετρητής 2: 9 35033718-01 (Γ21 Επαγγελματικό) - Μονοφασική παροχή 8/12kVA

Η ισχύς αυτή δεν επαρκεί για την τροφοδότηση των φορτίων μετά τις επεμβάσεις. Για την κάλυψη των νέων απαιτήσεων ισχύος το κτίριο θα πρέπει να τροφοδοτηθεί από δύο νέες τυποποιημένες τριφασικές παροχές ως εξής:

- Μετρητής 1: 9 35056531-01 (Γ21 Επαγγελματικό) - Νέα Τριφασική Παροχή Νο 5 (85 kVA).
- Μετρητής 2: 9 35033718-01 (Γ21 Επαγγελματικό) - Νέα Τριφασική Παροχή Νο 4 (55 kVA).

Η παροχή Νο4 προβλέπει την απορρόφηση μέγιστης φαινόμενης ισχύος 55 kVA, την χρήση γενικής ασφάλειας (ή μικροαυτομάτου) προστασίας 80A και την εγκατάσταση πενταπολικού παροχικού καλωδίου διατομής 25 mm<sup>2</sup>. Αντίστοιχα η παροχή Νο5 προβλέπει την απορρόφηση μέγιστης φαινόμενης ισχύος 85 kVA, την χρήση γενικής ασφάλειας (ή αυτόματου διακόπτη κλειστού τύπου) προστασίας 125A και την εγκατάσταση παροχικού καλωδίου διατομής 50mm<sup>2</sup> για τις φάσεις και 25mm<sup>2</sup> για τον ουδέτερο και τον αγωγό προστασίας.

Για τον περιορισμό των απαιτούμενων έργων, θα διατηρηθεί η ηλεκτρική εγκατάσταση των κτιρίων ως έχει (ρευματοδότες, φωτισμός, συσκευές) ωστόσο ο υφιστάμενος γενικός πίνακας κάθε παροχής, θα μετατραπεί σε **υποπίνακα** του νέου Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης (ΓΠΧΤ) ο οποίος και θα τοποθετηθεί επίτοιχα εντός του χώρου των αντλιών θερμότητας. Η μετατροπή της ηλεκτρικής συνδεσμολογίας παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



**Σχήμα 3.5** Τροποποίηση ηλεκτρικής σύνδεσης μετά τις παρεμβάσεις για κάθε μια παροχή

Μέρος από το παροχικό καλώδιο του υφιστάμενου πίνακα θα χρησιμοποιηθεί για την διασύνδεση του με τον νέο ΓΠΧΤ.

Ο κάθε Γ.Π.Χ.Τ. (1=παλιό κτίριο, 2=νέο κτίριο) θα διαθέτει μια παροχή για τον υφιστάμενο πίνακα και πολλαπλές αναχωρήσεις για το σύνολο των εξωτερικών και των εσωτερικών μονάδων των αντλιών θερμότητας. Ο νέος Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης θα διαθέτει τριφασική τροφοδοσία. Θα είναι μεταλλικός, επίτοιχος, με βαθμό προστασίας IP43 (με κλειστή πόρτα) και θα διαθέτει δυνατότητα τοποθέτησης υλικών τύπου ράγας. Το ύψος εγκατάστασης του νέου πίνακα θα είναι σε απόσταση 1,70m του κέντρου τους από το έδαφος για να εξασφαλίζεται άμεση και ασφαλής πρόσβαση.

Στο σύνολο του ηλεκτρικού δικτύου το σύστημα τροφοδότησης θα είναι TN-S πέντε αγωγών εκ των οποίων οι τρεις θα είναι ενεργοί αγωγοί φάσεων (L1-L2-L3), ο τέταρτος αγωγός είναι ο ουδέτερος (N) και ο πέμπτος είναι ο αγωγός προστασίας (PE).

Σε σχέση με τα καλώδια τροφοδοσίας των επί μέρους φορτίων θα ισχύει ο εξής διαχωρισμός:

- Η τροφοδοσία όλων των πινάκων/υποπινάκων καθώς και των μονάδων αντλιών θερμότητας που είναι εγκατεστημένες σε εξωτερικό χώρο, θα γίνεται με καλώδια E1VV (πρώην NYY).
- Η τροφοδοσία των μονάδων αντλιών θερμότητας που είναι εγκατεστημένες σε εσωτερικό (κλειστό) χώρο, θα γίνεται με καλώδια τύπου H05VV (πρώην NYM) εντός πλαστικού ηλεκτρικού σωλήνα.

Ο Νέος Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης θα πρέπει να συνδεθεί με το σύστημα γείωσης μέσω πολύκλωνου χάλκινου γυμνού αγωγού 25mm<sup>2</sup>.

Η προστασία των πινάκων από θερμική υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα σε όλες τις περιπτώσεις γίνεται με αυτόματους διακόπτες ισχύος κλειστού τύπου (MCCB) για εντάσεις μεγαλύτερες των 100A ή μικροαυτομάτους διακόπτες (MCB) για εντάσεις μικρότερες ή ίσες των 100A. Η διαστασιολόγηση του μέσου προστασίας γίνεται με κριτήριο το καλώδιο τροφοδοσίας βάσει της προβλεπόμενης παροχής και του υπό προστασία εξοπλισμού.

Η προστασία από ηλεκτροπληξία έναντι άμεσης ή έμμεσης επαφής θα υλοποιείται από διακόπτη/ες διαφορικού ρεύματος (ΔΔΡ) με ονομαστικό διαφορικό ρεύμα λειτουργίας 30 mA. Για να εξασφαλιστεί η ανεξαρτησία των εγκαταστάσεων, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν δύο διακόπτες διαρροής ως εξής:

- Ένας τριφασικός ΔΔΡ (Τετραπολικός) που θα επιτηρεί τα νέα κυκλώματα του συστήματος θέρμανσης
- Ένας τριφασικός (τετραπολικός) ή μονοφασικός(διπολικός) ΔΔΡ που θα επιτηρεί την γραμμή τροφοδοσίας του υφιστάμενου πίνακα του κάθε κτιρίου. Η διαφοροποίηση στον αριθμό των πόλων του ΔΔΡ εξαρτάται από το αν ο υφιστάμενος πίνακας είναι μονοφασικός ή τριφασικός.

Σε περίπτωση που ο υφιστάμενος πίνακας διαθέτει ήδη ΔΔΡ στην είσοδο του, ο ΔΔΡ του κυκλώματος αναχώρησης από τον ΓΠΧΤ με προορισμό τον υφιστάμενο πίνακα μπορεί να παραληφθεί.

Τέλος, ο ΓΠΧΤ θα πρέπει να διαθέτει πολυόργανο (με τους απαραίτητους μετασχηματιστές εντάσεως) για τον έλεγχο της ενεργειακής κατανάλωσης και ενδεικτικές λυχνίες ύπαρξης τάσης.

**3.3.3. Προϋπολογισμός επεμβάσεων****Πίνακας 3.11** Προϋπολογισμός εγκατάστασης Αντλίας Θερμότητας

Εγκατάσταση Αντλίας Θερμότητας									
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΩΔ. ΑΡΘΡ.	Α. Τ.	ΚΩΔ. ΑΝΑΘ ΕΩΡ.	ΜΟΝ. ΜΕΤ	ΠΟΣΟ-ΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΜΕΡΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ	ΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ
1	Μονάδα αερόψυκτης αντλίας θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών και διαιρούμενου τύπου	ΑΤΗΕ ΝΕΟ N8574.110.5	8	ΗΛΜ 25	τεμ.	5+3	9.850,00	78.800,00	
2	Ηλεκτρικός πίνακας διανομής, μεταλλικός, συναρμολογούμενος, επεκτάσιμος, με δυνατότητα τοποθέτησης ραγούλικου ή αυτόματου διακόπτη, θύρας, επίτοιχος, προστασίας IP 43, IK08, πλήρης με με το σύνολο του ηλεκτρολογικού υλικού όπως (MCB, ΔΔΡ, πολυόργανα κλπ)	ΑΤΗΕ ΝΕΟ 0N8840.101.001	9	ΗΛΜ 52	κ.α.	2	1.500,00	3.000,00	
3	Καλώδιο τύπου ΝΥΥ για τοποθέτηση μέσα στο έδαφος Πενταπολικό - Διατομής 5 Χ 25 mm <sup>2</sup>	ΑΤΗΕ ΝΕΟ 0N8773.006.006	10	ΗΛΜ 47	m	70	15,90	1.113,00	
4	Καλώδιο τύπου ΝΥΥ για τοποθέτηση μέσα στο έδαφος Τριπολικό με ουδέτερο μειωμένης διατομής - Διατομής 3 Χ 50 + 25 mm <sup>2</sup>	ΑΤΗΕ ΗΛμ 008773.004.003	11	ΗΛΜ 47	m	40	27,08	1.083,20	
5	Καλώδιο τύπου ΝΥΥ για τοποθέτηση μέσα στο έδαφος Μονοπολικό - Διατομής 1 Χ 25 mm <sup>2</sup>	ΑΤΗΕ ΗΛμ 008773.001.007	12	ΗΛΜ 47	m	40	4,74	189,60	
6	Καλώδιο τύπου ΝΥΜ πενταπολικό Διατομής: 5 Χ 2,5 mm <sup>2</sup>	ΑΤΗΕ ΗΛμ 008766.005.002	13	ΗΛΜ 46	m	60	7,55	453,00	
7	Καλώδιο τύπου ΝΥΥ ορατό ή εντοιχισμένο Πενταπολικό - Διατομής 5 Χ 2,5 mm <sup>2</sup>	ΑΤΗΕ ΗΛμ 008774.006.002	14	ΗΛΜ 47	m	60	7,65	459,00	
8	Αγωγός γυμνός χάλκινος Πολύκλωνος Διατομής: 25 mm <sup>2</sup>	ΑΤΗΕ ΗΛμ 008757.002.003	15	ΗΛΜ 45	m	40	4,82	192,80	
<b>Σύνολο επεμβάσεων εγκατάσταση αντλίας θερμότητας</b>									<b>85.290,60</b>

### 3.4. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

#### 3.4.1. Γενικά

Ο τεχνητός φωτισμός του σχολείου αποτελείται σχεδόν εξ' ολοκλήρου από φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιούν γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού T8 σε συνδυασμό με ηλεκτρομαγνητικό μπάλαστ, εκκινητή (starter) και γαλακτούχο κάλυμμα για τον περιορισμό της θάμβωσης. Ανάλογα με την θέση τοποθέτησης και το ύψος εγκατάστασης, οι λαμπτήρες φθορισμού που χρησιμοποιούνται διαθέτουν ισχύ 18W, 36W ή 58W. Σε ελάχιστους βοηθητικούς ή μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. WC ή λεβητοστάσιο κτιρίου 2) βρίσκονται εγκατεστημένες βάσεις βιδωτών λαμπτήρων κάλυκα E27 (ντουί) για σύνδεση λαμπτήρων πυρακτώσεως ισχύος έως 60W.

Η υφιστάμενη κατάσταση εκτός του ότι κατηγοριοποιείται ως ενεργοβόρα και απαρχαιωμένη, δεν συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις του προτύπου EN 12464-1 καθώς επιτυγχάνεται χαμηλότερη στάθμη (lx) γενικού φωτισμού για κάθε χώρο εργασίας.

Η μέθοδος ελέγχου των παραπάνω φωτιστικών σωμάτων είναι η χειροκίνητη αφή και σβέση των φωτιστικών σωμάτων από τους χρήστες μέσω μηχανικών διακοπών τοίχου.

#### 3.4.2. Επεμβάσεις

##### 3.4.2.1. Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων

Για τον περιορισμό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και την αύξηση της στάθμης φωτισμού των χώρων ώστε αυτή να εναρμονίζεται με τα υφιστάμενα πρότυπα φωτισμού (ELOT EN 12464-1) προτείνεται η αντικατάσταση όλων των υφιστάμενων φωτιστικών σωμάτων των θερμικών ζωνών από φωτιστικά σώματα που διαθέτουν λαμπτήρες τεχνολογίας LED (Light Emitting Diode).

Τα νέα φωτιστικά σώματα θα διαθέτουν ορθογωνική (20x120 cm) ή τετραγωνική (60x60 cm) μορφή σε πλήρη αντιστοιχία με τα υφιστάμενα. Δεδομένου ότι η απαιτούμενη στάθμη φωτισμού δεν επιτυγχάνεται σε όλους τους χώρους επί του παρόντος, ενδέχεται σε ορισμένες περιπτώσεις το πλήθος των φωτιστικών σωμάτων LED να είναι μεγαλύτερο από αυτό των υφιστάμενων σωμάτων φθορισμού. Η μέθοδος εγκατάστασης των νέων φωτιστικών σωμάτων θα γίνει ως εξής:

- Για χώρους με ίδιο αριθμό υφιστάμενων και νέων φωτιστικών σωμάτων, τα νέα φωτιστικά σώματα LED θα τοποθετούνται στην ίδια θέση και με την ίδια διαρρύθμιση με αυτά που αφαιρούνται.
- Για χώρους που ο αριθμός διαφέρει, τα νέα φωτιστικά σώματα θα τοποθετούνται συμμετρικά στις θέσεις που υποδεικνύονται στο σχέδιο κάτοψης ενώ η ηλεκτρική τους τροφοδοσία θα πραγματοποιείται με επέκταση καλωδίου από το σημείο σύνδεσης του παλιού φωτιστικού σώματος μέχρι την νέα θέση εγκατάστασης.

Τα νέα φωτιστικά σώματα LED θα διαθέτουν προδιαγραφή για περιορισμό εμφάνισης του φαινομένου της θάμβωσης (Unified Glare Rating <20). Όλα τα νέα φωτιστικά σώματα θα είναι κατάλληλα για στήριξη στην οροφή του κτιρίου και η στήριξη τους θα γίνει με νέα UPAT που θα τοποθετήσει το συνεργείο εγκατάστασης.

Στους χώρους των αιθουσών διδασκαλίας, γραφείων καθηγητών και τους διαδρόμους τα φωτιστικά σώματα LED θα διαθέτουν ισχείς 22W ή 32W και φωτεινή ροή 2700lm ή 3700lm κατ' αντιστοιχία. Επίσης θα διαθέτουν δείκτη θάμβωσης μικρότερο του 20.

Στον χώρο του υφιστάμενου λεβητοστασίου του νέου τα φωτιστικά σώματα LED που θα εγκατασταθούν θα πρέπει να διαθέτουν βαθμό προστασίας IP65. Η ισχύς των φωτιστικών θα πρέπει να είναι 36W και η φωτεινή ροή τουλάχιστον 4000lm.


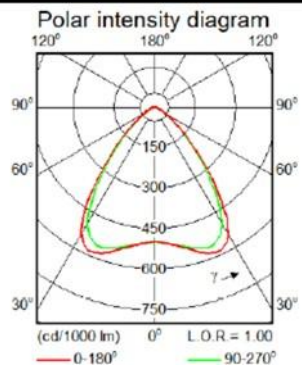

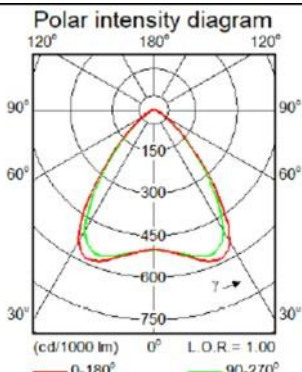

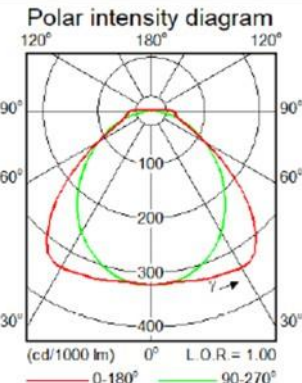
Η θερμοκρασία χρώματος των φωτιστικών σωμάτων θα είναι 4000°K.

Δεδομένου ότι η φωτεινή ροή και κατ'επέκταση η ισχύς των λαμπτήρων τεχνολογίας LED δεν εξαρτάται τόσο άμεσα από το μέγεθος τους (σε αντιδιαστολή με τους λαμπτήρες φθορισμού), το κάθε φωτιστικό σώμα LED θα διαθέτει τις ίδιες διαστάσεις (20x120 cm ή 60x60 cm) είτε απαιτείται φωτεινή ροή 2700lm ή 3700lm.

Τα μέρη της πλάκας οροφής που θα μείνουν ακάλυπτα από το νέο φωτιστικό σώμα ενώ καλύπτονταν από το παλιό, θα πρέπει να συντηρηθούν και να βαφούν.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μορφή των νέων φωτιστικών σωμάτων καθώς και το πολικό τους διάγραμμα.

**Πίνακας 3.12** Μορφή φωτιστικών σωμάτων, πολικών διαγραμμάτων και ενδεικτικοί τύποι.

Μορφή φωτιστικού σώματος	Πολικό Διάγραμμα	Ενδεικτικός Τύπος
		PHILIPS SM134V PSD W20L120 1xLED37S/840 OC ή 1xLED27S/840 OC
		PHILIPS SM134V PSD W60L60 1xLED37S/840 OC ή 1xLED27S/840 OC
		PHILIPS WT120C L1200 1xLED40S/840 (IP65)

Η διαδικασία αντικατάστασης των φωτιστικών σωμάτων θα είναι:

- Διακοπή της ηλεκτροδότησης στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης του κτιρίου.
- Αφαίρεση εγκατεστημένων λαμπτήρων φθορισμού.
- Αποξήλωση παλαιών φωτιστικών σωμάτων.
- Τοποθέτηση νέων φωτιστικών σωμάτων και διασύνδεση της κλέμματος τροφοδοσίας.
- Έλεγχος ηλεκτρικής εγκατάστασης κατά ΚΕΗΕ (για εγκαταστάσεις προ 2004) ή κατά ΕΛΟΤ HD 384 (για εγκαταστάσεις μετά το 2004).

Εφόσον απαιτείται επέκταση της καλωδίωσης (από την παλιά κλέμμα διασύνδεσης μέχρι το νέο σημείο τοποθέτησης του φωτιστικού σώματος LED) θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί καλώδιο τύπου H05VV-R33G1,5mm<sup>2</sup>(Πρώην NYM) το οποίο θα τοποθετηθεί μέσα σε ορατό πλαστικό κανάλι λευκού χρώματος ορθογωνικής μορφής, διαστάσεων 12mm x 10mm το οποίο θα στερεωθεί στην οροφή.

Δεδομένου ότι η επέμβαση ενδεχομένως να αυξήσει το πλήθος των φωτιστικών σωμάτων-φορτίων ανά γραμμή τροφοδοσίας θα πρέπει να επιβεβαιωθεί ότι το νέο ονομαστικό ρεύμα δεν ξεπερνά την ονομαστική τιμή της διάταξης προστασίας (π.χ. 10Α μικροαυτόματος ή τηκτική ασφάλεια) καθώς και το ρεύμα φόρτισης του καλωδίου και η πτώση τάσης του τελευταίου.

## 3.4.2.2. Διακοπτικό υλικό

Η μέθοδος αφής/σβέσης που ήδη υπάρχει στα κτίρια (διακόπτες φωτισμού) δεν προτείνεται να αλλάξει καθότι:

- Θα απαιτηθεί επιπρόσθετη καλωδίωση και συσκευές ελέγχου για την επίτευξη αυτόματης αφής και σβέσης κάτι που είτε θα επιβαρύνει τις εργασίες αποκατάστασης της τοιχοποιίας (σκάψιμο επιχρίσματος για την τοποθέτηση καλωδίων, εγκατάσταση αισθητήρων, στοκάρισμα, βάψιμο).
- Το πλήθος των εργαζομένων και η έκταση του χώρου είναι αρκετά περιορισμένη ώστε με την υφιστάμενη μέθοδο ελέγχου να εξασφαλίζεται ο συνεχής και καθημερινός έλεγχος του ωραρίου λειτουργίας του συστήματος τεχνητού φωτισμού από τους χρήστες χωρίς να απαιτείται αυτόματη λειτουργία.
- Η ισχύς λειτουργίας των νέων φωτιστικών σωμάτων είναι τόσο μικρή ώστε για να προκύψει κατανάλωση ενέργειας 1kWh (κόστος περίπου 0,16 €), θα πρέπει ένα φωτιστικό των 32W να λειτουργήσει χωρίς να απαιτείται για 4 ολόκληρες ημέρες προτού κάποιος χρήστης το απενεργοποιήσει (βάση του ωραρίου λειτουργίας παιδικών σταθμών του πίνακα 2.1 της TOTEE 20701-1).

## 3.4.2.3. Διατάξεις προστασίας - Εκτέλεση ελέγχων κατά ΚΕΗΕ ή HD384

Κάθε φωτιστικό σώμα θα τροφοδοτείται με μονοφασική τροφοδοσία χαμηλής τάσης (230V, 50Hz). Η τροφοδοσία υλοποιείται με τριπολικό καλώδιο (ένας αγωγός φάσης, ένας αγωγός ουδέτερου και ένας αγωγός γείωσης). Σε περίπτωση που απουσιάζει ή είναι κατεστραμμένος οποιοσδήποτε εκ των τριών αγωγών θα πρέπει να γίνεται αντικατάσταση του υφιστάμενου τριπολικού καλωδίου με νέο τύπου H05VV-R3G1,5mm<sup>2</sup> τουλάχιστον για το μήκος όδευσης από το φωτιστικό σώμα μέχρι το κυτίο διακλαδώσεως (μπουάτ).

Δεδομένου ότι εντός του κτιρίου τροποποιείται η ηλεκτρική εγκατάσταση μέσω της αλλαγής ηλεκτρικών συσκευών/φορτίων (φωτιστικά σώματα και λαμπτήρες), θα πρέπει αυτή να ελεγχθεί μέσω μετρήσεων και συμπλήρωσης πρωτοκόλλου ελέγχου κατά ΚΕΗΕ(για κτίρια κατασκευασμένα πριν το 2004) ή ELOT HD 384 (για κτίρια κατασκευασμένα μετά το 2004).

Θα πρέπει επίσης να γίνει έλεγχος των ονομαστικών τιμών των μέσων προστασίας (μικροαυτόματοι, διακόπτες φορτίου, διακόπτες διαφορικού ρεύματος 30mA) των κυκλωμάτων σε σχέση με τις καλωδιώσεις που προστατεύουν. Η θεωρητική προσέγγιση αυτής της προμελέτης ορίζει πως τα καλώδια και τα μέσα προστασίας θα επαρκούν ως προς την ονομαστική τιμή τους για τα νέα φωτιστικά σώματα δεδομένου ότι η εγκατεστημένη ισχύς μειώνεται περίπου στο μισό της αρχικής. Αυτό που δεν μπορεί να προβλέψει η παρούσα μελέτη είναι η φυσική γήρανση των υφιστάμενων καλωδιώσεων, η ανελαστικότητα λόγω θέρμανσης ή κακών συνδέσεων των κλεμμών και τυχόν φαινόμενα υγρασίας εντός του χώρου. Οι έλεγχοι κατά ΚΕΗΕ ή ELOT HD 384 θα πρέπει να εκπονηθούν από αδειούχο ηλεκτρολόγο εγκαταστάτη.

## 3.4.3. Αποτελέσματα Επέμβασης

Για τον καθορισμό του τύπου και του πλήθους των φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρα LED που θα αντικαταστήσουν τα υφιστάμενα, εκπονήθηκε φωτοτεχνική μελέτη των εσωτερικών χώρων που περιείχε την προσομοίωση και τον υπολογισμό της μέσης έντασης στάθμης φωτισμού (σε lux) λαμβάνοντας υπόψη την αποδιδόμενη φωτεινή ροή (σε lumen) των νέων φωτιστικών σωμάτων, το ύψος εγκατάστασης τους, την μέθοδο σχεδίου συντήρησης τους (μέσω του εξελεγμένου υπολογισμού κατά EN 12464) και τα χρώματα και τις υφές των εγκατεστημένων υλικών.

Η εγκατάσταση των φωτιστικών σωμάτων υπολογίζεται ώστε να επιτυγχάνεται ανά χρήση - μέσα στους χώρους εργασίας - η ένταση φωτισμού του παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 3.13** Στάθμη έντασης φωτισμού χώρων κατά ELOT 12464-01.

Χώρος	Στάθμη έντασης φωτισμού (Lux)	UGR <sup>1</sup>	CRI <sup>2</sup>
Αίθουσα διδασκαλίας	300	19	80
Διάδρομος	100	25	80
Κουζινάκι	300	25	80
Γραφείο δασκάλων	500	19	80
<sup>1</sup> UGR = Unified Glare Rating (Δείκτης Θάμβωσης) <sup>2</sup> CRI=Color Rendering Index (Δείκτης Χρωματικής Απόδοσης) <sup>3</sup> Σε επίπεδο εργασίας 0,00m			

Οι παραπάνω επιθυμητές στάθμες φωτισμού πρέπει να επιτυγχάνονται σε επίπεδο εργασίας ύψους 0,80m από το δάπεδο εκτός από υποπεριπτώσεις που αναφέρεται διαφορετικά.

Οι υπολογισμοί έγιναν με την βοήθεια των παρακάτω λογισμικών:

- Dialux Eno 8.1, για φωτοτεχνικούς υπολογισμούς.
- PlugIn for Dialux - Philips Product Selector 5.2.12.2 - (Database April 2019)

Τα ακριβή αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στο παράρτημα του παρόντος.

**Πίνακας 3.14** Αποτελέσματα νέας ισχύος φωτισμού με λαμπτήρες LED.

Κτίριο	Ζώνη	Φωτιστικό σώμα με λαμπτήρα <b>LED 37S</b> <b>W20L120</b> 1 x 32 W	Φωτιστικό σώμα με λαμπτήρα <b>LED 27S</b> <b>W20L120</b> 1 x 22W	Φωτιστικό σώμα με λαμπτήρα <b>LED 37S</b> <b>W60L60</b> 1 x 32 W	Φωτιστικό σώμα με λαμπτήρα <b>LED 27S</b> <b>W60L60</b> 1 x 22W	Φωτιστικό σώμα με λαμπτήρα <b>LED IP65</b> 1 x 36W	Ισχύς εγκατεστημένων φωτιστικών σωμάτων [W]	Έκταση ζώνης [m <sup>2</sup> ]	Ανηγμένη τιμή ισχύος [W/m <sup>2</sup> ]
1	Ζώνη 1 - κύριοι χώροι	31			6		<b>1.124,00</b>	244,45	4,60
	Ζώνη 1 - βοηθητικοί χώροι	7					<b>224,00</b>	114,44	1,96
	Ζώνη 2 - κύριοι χώροι	4					<b>128,00</b>	29,16	4,39
	Ζώνη 2 - βοηθητικοί χώροι						<b>0,00</b>	0	0,00
2	Ζώνη 1 - κύριοι χώροι	18					<b>576,00</b>	129,22	4,46
	Ζώνη 1 - βοηθητικοί χώροι			4		2	<b>200,00</b>	73,2	2,73

**3.4.4. Προϋπολογισμός επεμβάσεων**

Ο προϋπολογισμός της επέμβασης όπως παρουσιάζεται και στον παρακάτω αναλυτικό πίνακα, ανέρχεται σε 16.089,32€.

Η τιμή δεν περιλαμβάνει εργολαβικό όφελος (18%), απρόβλεπτα (15%), αναθεώρηση (10%), υποστηρικτικές δράσεις ή ΦΠΑ(24%).

**Πίνακας 3.15 Προϋπολογισμός αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων.**

<b>Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων</b>									
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΩΔ. ΑΡΘΡ.	A.T.	ΚΩΔ. ΑΝΑΘΕΩΡ.	ΜΟΝ. ΜΕΤ	ΠΟΣΟ-ΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΜΕΡΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ	ΟΛΙΚΗ ΔΑΠΑΝΗ
1	Φωτιστικό σώμα οροφής, ορθογωνικής μορφής με λαμπτήρα LED συνολικής ισχύος έως 32W, φωτεινή ροή 3.700lm, τροφοδοτικό με DALI, UGR<20 , IP 20.	ΑΤΗΕ 0N8971.51.134	16	ΗΛΜ 59	Τεμ.	60	221,11	13.266,60	
2	Φωτιστικό σώμα οροφής, τετραγωνικής μορφής με λαμπτήρα LED συνολικής ισχύος έως 22W, φωτεινή ροή 2.700lm, τροφοδοτικό με DALI, UGR<20 , IP 20.	ΑΤΗΕ 0N8971.51.131	17	ΗΛΜ 59	Τεμ.	6	220,11	1.320,66	
3	Φωτιστικό σώμα οροφής, τετραγωνικής μορφής με λαμπτήρα LED συνολικής ισχύος έως 32W, φωτεινή ροή 3.700lm, τροφοδοτικό με DALI, UGR<20 , IP 20.	ΑΤΗΕ 0N8971.51.132	18	ΗΛΜ 59	Τεμ.	4	232,11	928,44	
4	Στεγανό φωτιστικό σώμα οροφής με λαμπτήρα LED συνολικής ισχύος έως 36W, φωτεινή ροή τουλάχιστον ίση με 4.000lm και ενσωματωμένο τροφοδοτικό. Βαθμού προστασίας IP65.	ΑΤΗΕ 0N8971.51.223	19	ΗΛΜ 59	Τεμ.	2	97,11	194,22	
5	Καλώδιο τύπου NYM τριπολικό Διατομής: 3 X 1,5 mm <sup>2</sup>	ΑΤΗΕ 8766.3.1	20	ΗΛΜ 46	m	70	5,42	379,40	
<b>Σύνολο επεμβάσεων αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων</b>									<b>16.089,32</b>

## 4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ

### 4.1. Γενικά – Παρουσίαση σεναρίων ενεργειακών επεμβάσεων

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, όταν κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ενός κτιρίου, η κατάταξή του δεν πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης, δηλ. δεν κατατάσσεται στην κατηγορία Β, τότε ο Ενεργειακός Επιθεωρητής θα πρέπει να προτείνει από 1 έως 3 σενάρια δράσεων για την βελτίωση της ενεργειακής κατηγοριοποίησης του επιθεωρούμενου κτηρίου.

Η ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων διενεργήθηκε βάσει των σχετικών οδηγιών του ΤΕΕ και του λογισμικού ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ-έκδοση: 1.31.1.9. και προέκυψαν τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης, τα οποία συνοδεύουν την παρούσα αναφορά.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση και όπως έχει αναφερθεί στην έκθεση της ενεργειακής επιθεώρησης, τα κτίρια κατατάσσονται κάτω του κτιρίου αναφοράς (**Κατηγορίες Η και Δ αντίστοιχα**). Οι σχεδιαζόμενες ενεργειακές επεμβάσεις οι οποίες έχουν παρουσιαστεί, ομαδοποιούνται σε 3 σενάρια τα οποία και εισάγονται στο πρόγραμμα ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ. Τα σενάρια αυτά είναι:

Σενάριο 1: Επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου με:

- i. Εγκατάσταση θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους του παλαιού κτιρίου
- ii. Αντικατάσταση κουφωμάτων και στα δύο κτίρια

Σενάριο 2: Επεμβάσεις στις Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις με:

- i. Εγκατάσταση θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους του παλαιού κτιρίου
- ii. Αντικατάσταση κουφωμάτων και στα δύο κτίρια
- iii. Αντικατάσταση του συστήματος λέβητα – καυστήρα πετρελαίου με συστοιχία αντλιών θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών και στα δύο κτίρια

Σενάριο 3: Επεμβάσεις στο κέλυφος και στις Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

- i. Εγκατάσταση θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους του παλαιού κτιρίου
- ii. Αντικατάσταση κουφωμάτων και στα δύο κτίρια
- iii. Αντικατάσταση του συστήματος λέβητα – καυστήρα πετρελαίου με συστοιχία αντλιών θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών και στα δύο κτίρια
- iv. Αντικατάσταση όλων των φωτιστικών σωμάτων με νέα σύγχρονης τεχνολογίας τύπου Led και στα δύο κτίρια

Οι σχεδιαζόμενες επεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής κατηγοριοποίησης του κάθε κτηρίου παρουσιάζουν ικανοποιητικά αποτελέσματα, σύμφωνα πάντα με το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ. Η ενεργειακή τους κατάταξη αναμένεται να βελτιωθεί ικανοποιητικά και συγκεκριμένα και τα δύο κτήρια αναβαθμίζονται στην **Κατηγορία Β<sup>+</sup>**.

## 4.2. Μειώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκπομπών CO<sub>2</sub>

Η αναμενόμενη μείωση πρωτογενούς ενέργειας συνολικά για τα κτήρια αλλά και εκπομπών CO<sub>2</sub> μετά τις προτεινόμενες επεμβάσεις παρουσιάζονται στον πίνακα ο οποίος ακολουθεί:

**Πίνακας 4.1** Μείωση πρωτογενούς ενέργειας και εκπομπών CO<sub>2</sub> μετά τις επεμβάσεις

Κτίριο	Παλαιό κτίριο	Νέο κτίριο
Έκταση εξεταζόμενης ζώνης [m <sup>2</sup> ]	388,06	202,40
Πρωτογενής ενέργεια υφισταμένου κτηρίου [kWh/m <sup>2</sup> ]	279,90	165,20
Πρωτογενής ενέργεια τελικής κατάστασης [kWh/m <sup>2</sup> ]	58,10	52,60
Μείωση [kWh/m <sup>2</sup> ]	221,80	112,60
Σχετική μείωση	79,2%	68,2%
Πρωτογενής ενέργεια υφισταμένου κτηρίου [kWh]	108.617,99	33.436,48
Μείωση [kWh]	86.071,71	22.790,24
<b>Σχετική μείωση</b>	<b>79,24%</b>	<b>68,16%</b>
CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ] υφισταμένου	74,60	47,80
CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ] τελικού σεναρίου	19,80	16,60
Μείωση CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	54,80	31,20
CO <sub>2</sub> [kg] υφισταμένου	28.949,28	9.674,72
CO <sub>2</sub> [kg] τελικού σεναρίου	7.683,59	3.359,84
Μείωση CO <sub>2</sub> [kg]	21.265,69	6.314,88
<b>Σχετική μείωση</b>	<b>73,46%</b>	<b>65,27%</b>

## 4.3. Νέες ενεργειακές κατατάξεις του κτιρίου

Βάσει του λογισμικού TEE KENAK - έκδοση: 1.31.1.9 η ενεργειακή κατάταξη του κάθε εξεταζόμενου κτιρίου αναμένεται να βελτιωθεί, ανάλογα με τα εφαρμοζόμενα σενάρια, ως εξής:

**Πίνακας 4.2** Αναμενόμενη βελτίωση της ενεργειακής κατάταξης του κάθε εξεταζόμενου κτιρίου μετά την εφαρμογή των μέτρων αναβάθμισης

### Παλαιό κτίριο:

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )					
	Κτίριο Αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Θέρμανση	31,70	<b>225,10</b>	44,90	28,70	<b>31,80</b>
Ψύξη	8,50	<b>9,00</b>	9,90	9,90	<b>9,00</b>
ZNX	0,00	<b>0,00</b>	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Φωτισμός	46,30	<b>45,80</b>	45,80	45,80	<b>17,20</b>
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,00	<b>0,00</b>	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Σύνολο	86,50	<b>279,90</b>	100,60	84,30	<b>58,10</b>
Κατάταξη	-	<b>H</b>	Γ	B	<b>B+</b>

**Νέο κτίριο:**

Πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )					
	<b>Κτίριο Αναφοράς</b>	<b>Υπάρχον κτίριο</b>	<b>Σενάριο 1</b>	<b>Σενάριο 2</b>	<b>Σενάριο 3</b>
Θέρμανση	35,10	<b>96,30</b>	77,40	21,60	<b>24,00</b>
Ψύξη	9,40	<b>11,50</b>	12,40	12,40	<b>11,30</b>
ΖΝΧ	0,00	<b>0,00</b>	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Φωτισμός	46,30	<b>57,40</b>	57,40	57,40	<b>17,40</b>
Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	0,00	<b>0,00</b>	0,00	0,00	<b>0,00</b>
Σύνολο	90,90	<b>165,20</b>	147,20	91,40	<b>52,60</b>
Κατάταξη	-	<b>Δ</b>	Δ	Γ	<b>Β+</b>

**5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ****5.1. Ανάλυση του συνολικού προϋπολογισμού εργασιών**

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η σύνοψη των δαπανών της κατασκευής των προτεινόμενων ενεργειακών επεμβάσεων στο εξεταζόμενο κτίριο.

**Πίνακας 5.1** Ανάλυση προϋπολογισμού εργασιών**Παλιό κτίριο:**

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ		
α/α	Ομάδες Εργασιών	Σύνολο Δαπανών
<b>1. Επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος</b>		
1	Τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης σε δομικά στοιχεία	36.555,28 €
2	Αντικατάσταση κουφωμάτων	16.812,90 €
	<b>Σύνολο επέμβασης</b>	<b>53.368,18 €</b>
<b>2. Επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις θέρμανσης</b>		
1	Επεμβάσεις στο σύστημα θέρμανσης	52.785,60 €
	<b>Σύνολο επέμβασης</b>	<b>52.785,60 €</b>
<b>3. Επεμβάσεις στο φωτισμό</b>		
1	Επεμβάσεις στο σύστημα φωτισμού	10.867,44 €
	<b>Σύνολο επέμβασης</b>	<b>10.867,44 €</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ</b>		<b>117.021,22 €</b>

**Νέο κτίριο:**

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΟΥ		
α/α	Ομάδες Εργασιών	Σύνολο Δαπανών
<b>1. Επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος</b>		
1	Αντικατάσταση κουφωμάτων	12.544,20 €
	<b>Σύνολο επέμβασης</b>	<b>12.544,20 €</b>
<b>2. Επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις θέρμανσης</b>		
1	Επεμβάσεις στο σύστημα θέρμανσης	32.505,00 €
	<b>Σύνολο επέμβασης</b>	<b>32.505,00 €</b>
<b>3. Επεμβάσεις στο φωτισμό</b>		
1	Επεμβάσεις στο σύστημα φωτισμού	5.221,88 €
	<b>Σύνολο επέμβασης</b>	<b>5.221,88 €</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ</b>		<b>50.271,08 €</b>

**5.2. Εκτίμηση κόστους – οφέλους – αποσβέσεων των προτεινόμενων επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης**

Η εκτίμηση του κόστους-οφέλους-αποσβέσεων των προτεινόμενων επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης του κτηρίου, σύμφωνα με το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ - έκδοση: 1.31.1.9. παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 5.2** Κόστη και περίοδος αποπληρωμής**Παλαιό κτίριο:**

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο Αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Λειτουργικό κόστος [€]	2.211,40	8.848,60	2.675,10	1.918,30	1.319,80
Αρχικό κόστος επένδυσης [€]			48.915,30	101.700,90	112.568,30
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]			179,30	195,50	221,80
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας [%]			64,10	69,90	79,30
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας [€/kWh]			0,70	1,30	1,30
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]			43,60	45,80	54,80
<b>Περίοδος αποπληρωμής [έτη]</b>			7,90	14,70	15,00

**Νέο κτίριο:**

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο Αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Λειτουργικό κόστος [€]	1.234,30	2.492,40	2.160,50	1.156,80	711,40
Αρχικό κόστος επένδυσης [€]			12.544,20	45.049,20	50.271,10
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]			18,00	73,70	112,50
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας [%]			10,90	44,60	68,10
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας [€/kWh]			3,40	3,00	2,20
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]			4,20	17,70	31,20
<b>Περίοδος αποπληρωμής [έτη]</b>			37,80	33,70	28,20

Από τους παραπάνω πίνακες αποδεικνύεται ότι:

Για το παλαιό κτίριο:

- Το υφιστάμενο κτήριο, με βάση την "ex post" ενεργειακή επιθεώρηση και το εκδοθέν Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης δεν πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, μιας και κατατάχθηκε στην **Κατηγορία Η**,
- Με τις προτεινόμενες ενεργειακές επεμβάσεις αναβαθμίζεται στην **Κατηγορία Β+** και μάλιστα από την προμελέτη προκύπτει ότι επιτυγχάνεται **εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 79,30%**.
- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του λογισμικού η περίοδος αποπληρωμής από την εφαρμογή του συνολικού σεναρίου ενεργειακής αναβάθμισης του κτηρίου προκύπτει **15 έτη**.

Για το νέο κτίριο:

- Το υφιστάμενο κτήριο, με βάση την "ex post" ενεργειακή επιθεώρηση και το εκδοθέν Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης δεν πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, μιας και κατατάχθηκε στην **Κατηγορία Δ**,
- Με τις προτεινόμενες ενεργειακές επεμβάσεις αναβαθμίζεται στην **Κατηγορία Β+** και μάλιστα από την προμελέτη προκύπτει ότι επιτυγχάνεται **εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 68,10%**.
- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του λογισμικού η περίοδος αποπληρωμής από την εφαρμογή του συνολικού σεναρίου ενεργειακής αναβάθμισης του κτηρίου προκύπτει **28,2 έτη**.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1:**  
**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ**

## Φωτοτεχνία 2

## Περιεχόμενα

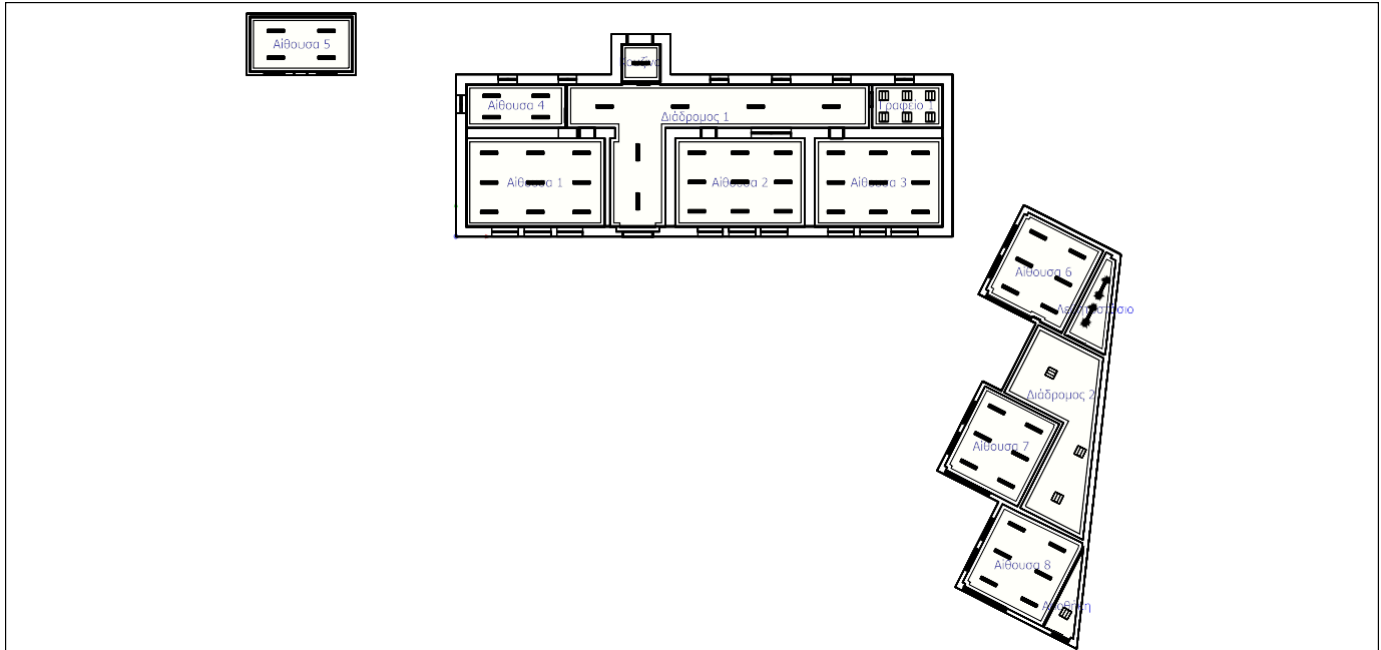
### Φωτοτεχνία 2

Όψεις.....	4
<b>Δημοτικό Χαλκιάδων</b>	
<b>Κτίριο 1</b>	
<b>Ισόγειο 1</b>	
<b>Αίθουσα 1</b>	
Σύνοψη χώρων .....	7
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	8
Ημερομηνίες συντήρησης.....	9
<b>Αίθουσα 2</b>	
Σύνοψη χώρων .....	10
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	11
Ημερομηνίες συντήρησης.....	12
<b>Αίθουσα 3</b>	
Σύνοψη χώρων .....	13
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	14
Ημερομηνίες συντήρησης.....	15
<b>Αίθουσα 4</b>	
Σύνοψη χώρων .....	16
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	17
Ημερομηνίες συντήρησης.....	18
<b>Γραφείο 1</b>	
Σύνοψη χώρων .....	19
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	20
Ημερομηνίες συντήρησης.....	21
<b>Διάδρομος 1</b>	
Σύνοψη χώρων .....	22
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	23
Ημερομηνίες συντήρησης.....	24
<b>Κουζίνα</b>	
Σύνοψη χώρων .....	25
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	26
Ημερομηνίες συντήρησης.....	27
<b>Κτίριο Επανεξέταξης</b>	
<b>Ισόγειο 3</b>	
<b>Αίθουσα 5</b>	
Σύνοψη χώρων .....	28
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	29
Ημερομηνίες συντήρησης.....	30
Περιγραφή.....	31
<b>Κτίριο 2</b>	
<b>Ισόγειο 2</b>	
<b>Αίθουσα 6</b>	
Σύνοψη χώρων .....	32
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	33
Ημερομηνίες συντήρησης.....	34
<b>Αίθουσα 7</b>	
Σύνοψη χώρων .....	35
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	36
Ημερομηνίες συντήρησης.....	37
<b>Αίθουσα 8</b>	
Σύνοψη χώρων .....	38
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	39
Ημερομηνίες συντήρησης.....	40
<b>Αποθήκη</b>	
Σύνοψη χώρων .....	41
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	42

Ημερομηνίες συντήρησης .....	43
<b>Διάδρομος 2</b>	
Σύνοψη χώρων .....	44
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	45
Ημερομηνίες συντήρησης .....	46
<b>Λεβητοστάσιο</b>	
Σύνοψη χώρων .....	47
Σχέδιο θέσης φωτιστικών .....	48
Ημερομηνίες συντήρησης .....	49

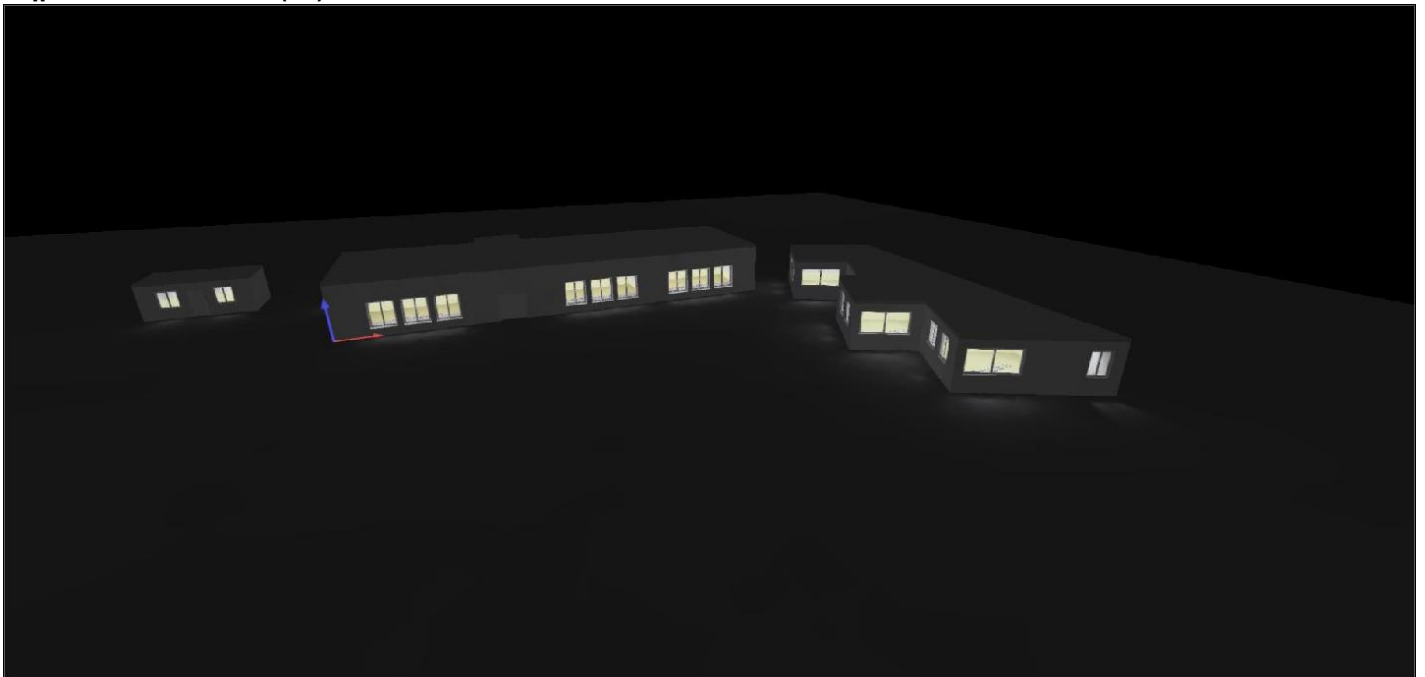
## Φωτοτεχνία 2

### Δημοτικό Χαλκιάδων (33)

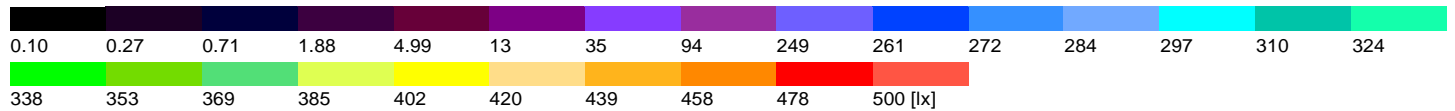
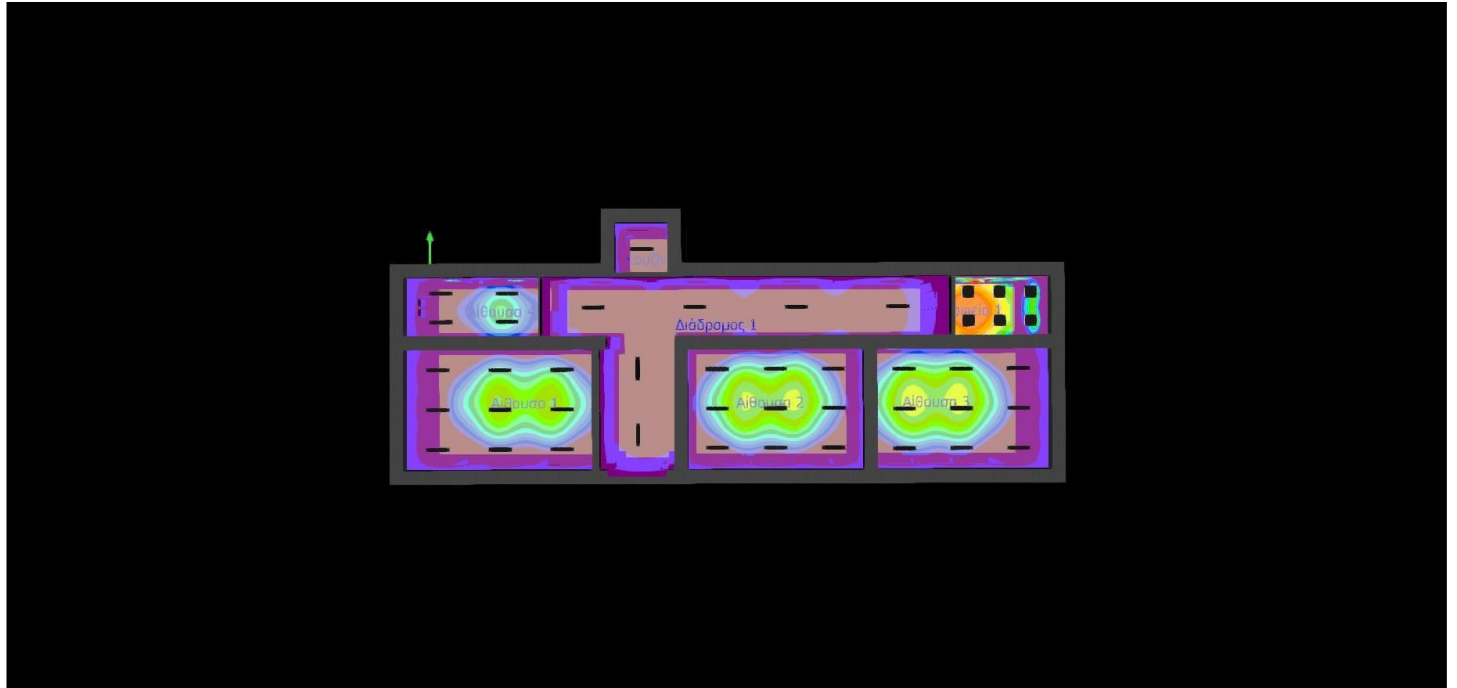


Κλίμακα: 1 : 500

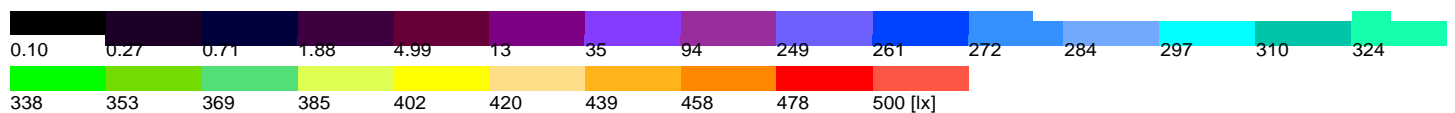
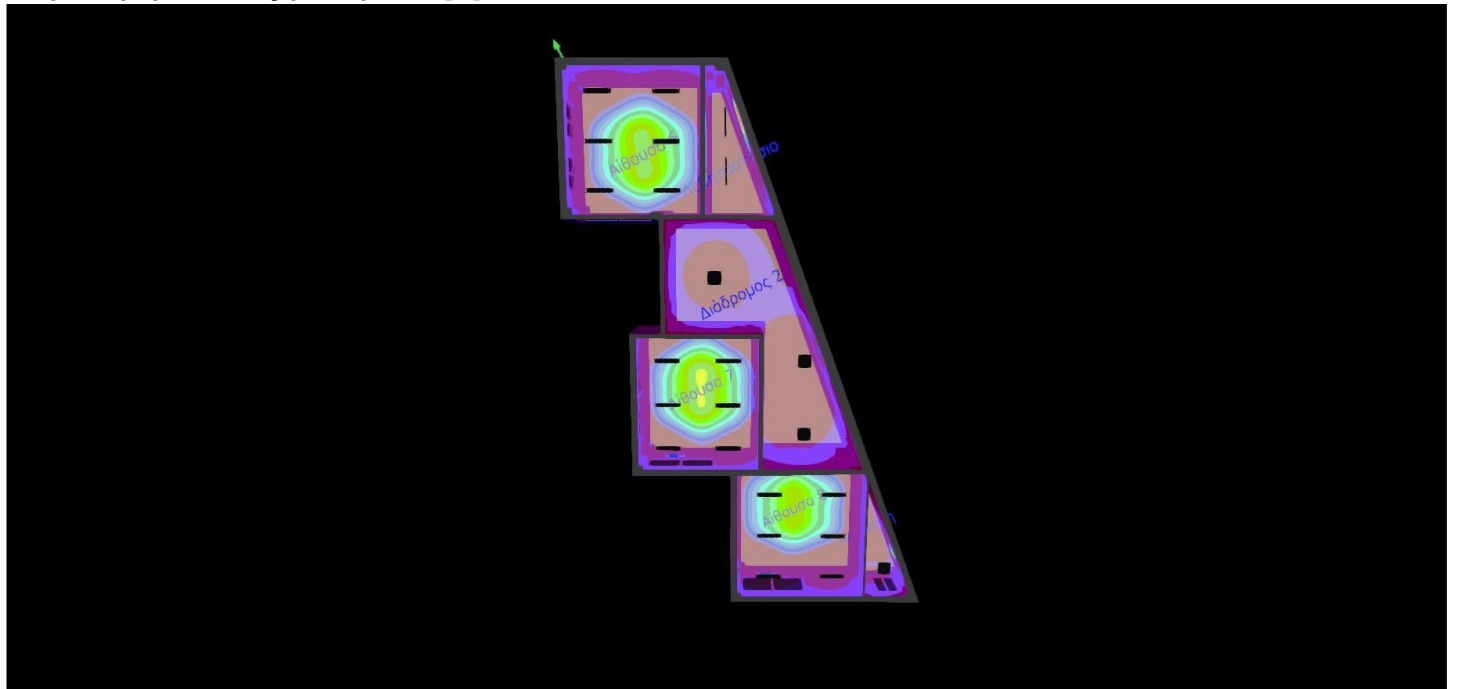
### Δημοτικό Χαλκιάδων (27)

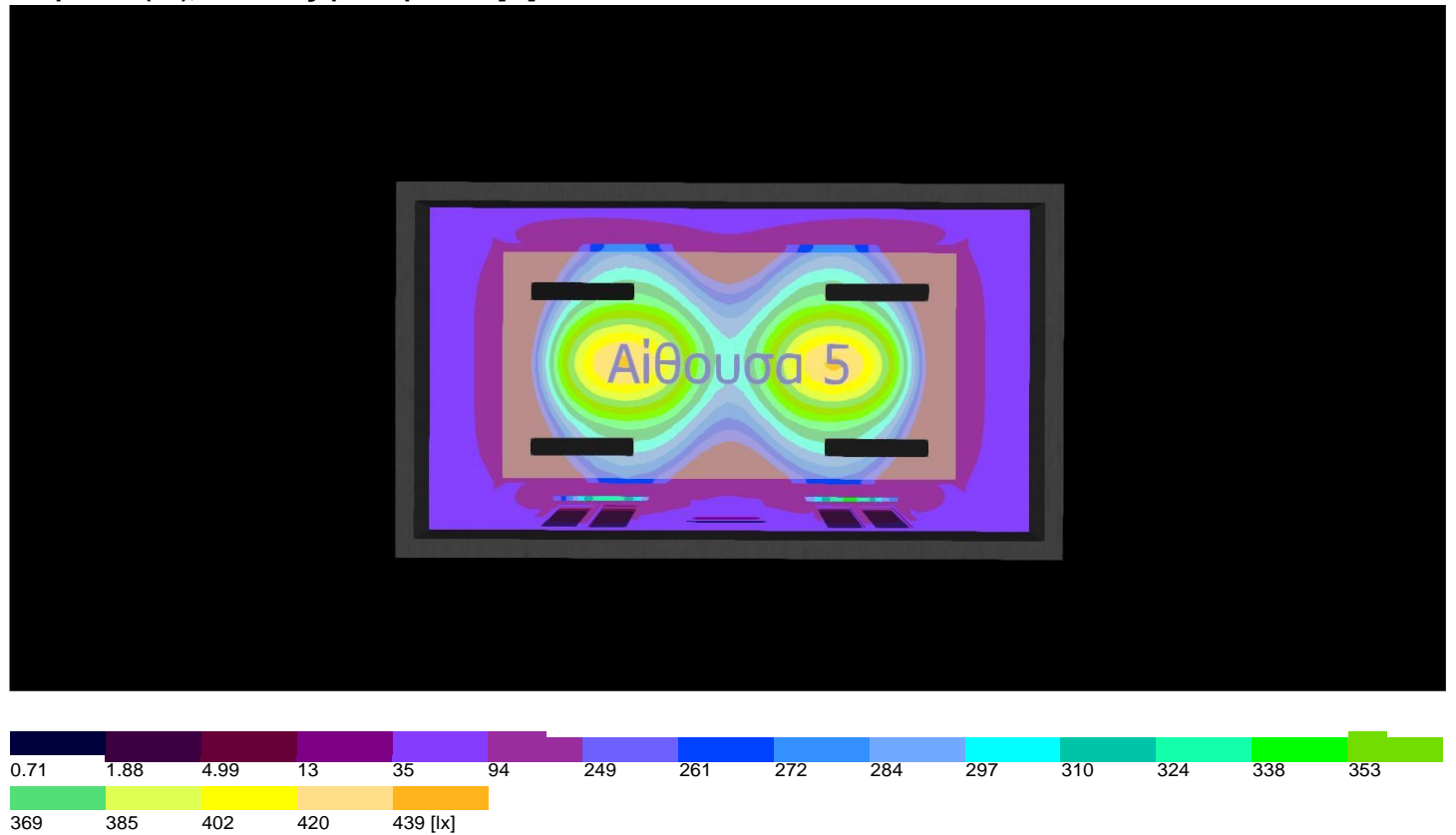


### Ισόγειο 1 (25), Εντάσεις φωτισμού σε [lx]

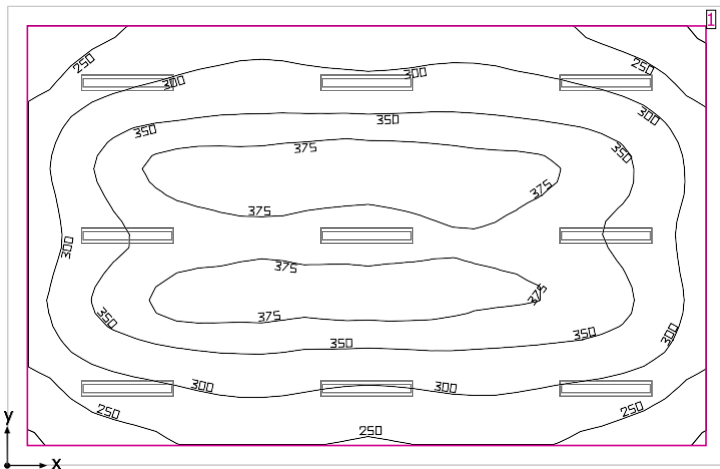


### Ισόγειο 2 (34), Εντάσεις φωτισμού σε [lx]



**Ισόγειο Β' (26), Εντάσεις φωτισμού σε [lx]**

## Αίθουσα 1



Ύψος χώρου: 3.920 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 56.1%, Δάπεδο 17.3%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

## Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Αίθουσα 1) Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m		325 (≥ 300)	197	386	0.61	0.51

# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφελος φωτός [lm/W]
9 Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC	3698	31.5	117.4
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	33282	283.5	117.4

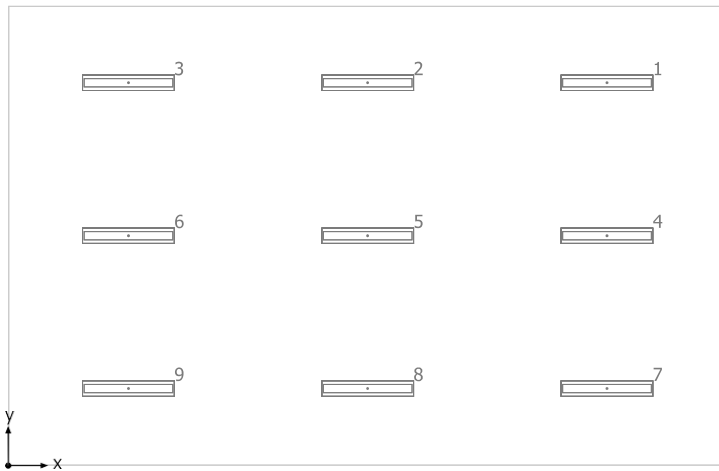
Ειδική τιμή σύνδεσης: 5.30 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 53.53 m<sup>2</sup>),

Ειδική τιμή σύνδεσης: 6.13 W/m<sup>2</sup> = 1.89 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 46.28 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 340 - 550 kWh/a από το πολύ 1900 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυτομείωσής τους.

## Αίθουσα 1



### Philips SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	7.625	4.875	3.590	0.59
2	4.575	4.875	3.590	0.59
3	1.525	4.875	3.590	0.59
4	7.625	2.925	3.590	0.59
5	4.575	2.925	3.590	0.59
6	1.525	2.925	3.590	0.59
7	7.625	0.975	3.590	0.59
8	4.575	0.975	3.590	0.59
9	1.525	0.975	3.590	0.59

## Αίθουσα 1

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Κανονικά  
2.0 Έτη

Φωτιστικό

Ημερομηνίες συντήρησης

9 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED37S/840/- 31.5 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

2750 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.96

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.61

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

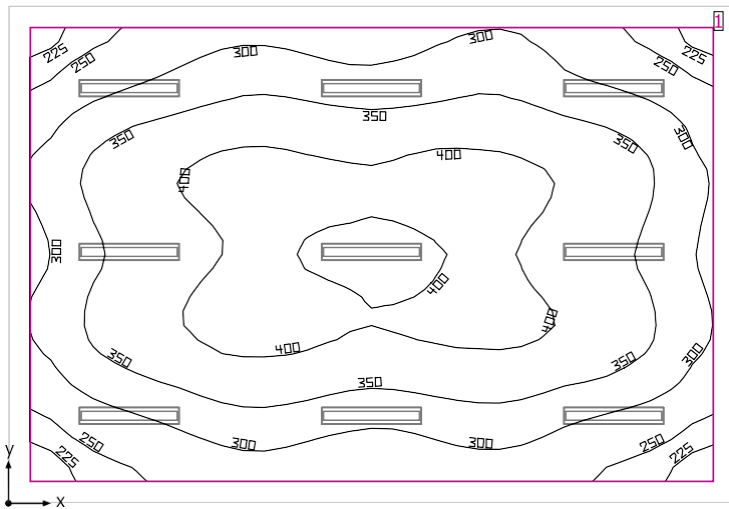
Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.59**

## Αίθουσα 2



Ύψος χώρου: 3.920 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 56.1%, Δάπεδο 17.3%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

## Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Αίθουσα 2) Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m		343 (≥ 300)	205	415	0.60	0.49

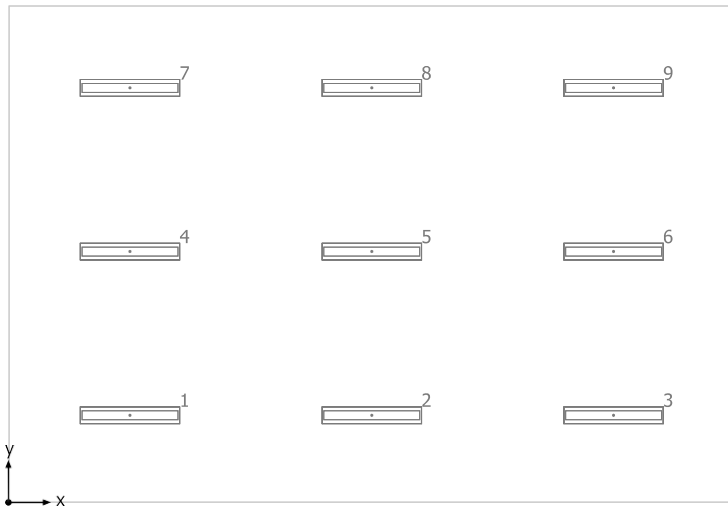
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφέλιος φωτός [lm/W]
9 Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC	3698	31.5	117.4
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	33282	283.5	117.4

Ειδική τιμή σύνδεσης: 5.67 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 50.02 m<sup>2</sup>),  
Ειδική τιμή σύνδεσης: 6.58 W/m<sup>2</sup> = 1.92 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 43.07 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 340 - 550 kWh/a από το πολύ 1800 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Αίθουσα 2



### Philips SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	1.425	1.025	3.590	0.59
2	4.275	1.025	3.590	0.59
3	7.125	1.025	3.590	0.59
4	1.425	2.955	3.590	0.59
5	4.275	2.955	3.590	0.59
6	7.125	2.955	3.590	0.59
7	1.425	4.885	3.590	0.59
8	4.275	4.885	3.590	0.59
9	7.125	4.885	3.590	0.59

## Αίθουσα 2

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Κανονικά  
2.0 Έτη

Φωτιστικό

Ημερομηνίες συντήρησης

9 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED37S/840/- 31.5 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

2750 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.96

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.61

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

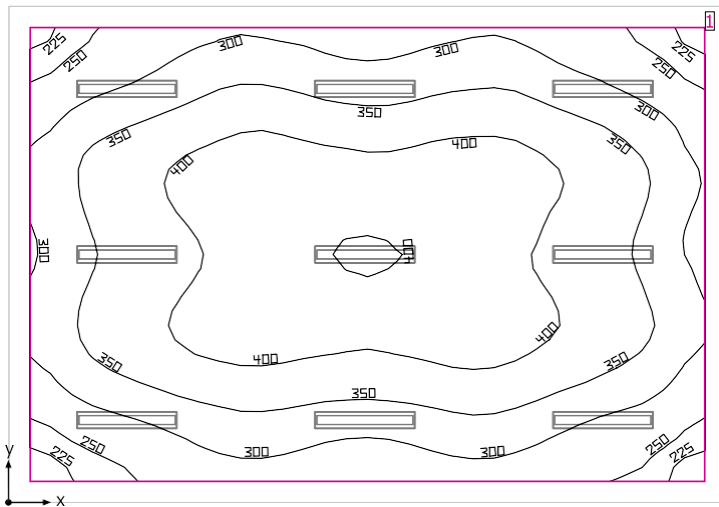
Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.59**

## Αίθουσα 3



Ύψος χώρου: 3.920 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 56.1%, Δάπεδο 17.3%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

## Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Αίθουσα 3) Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m		349 (≥ 300)	209	424	0.60	0.49

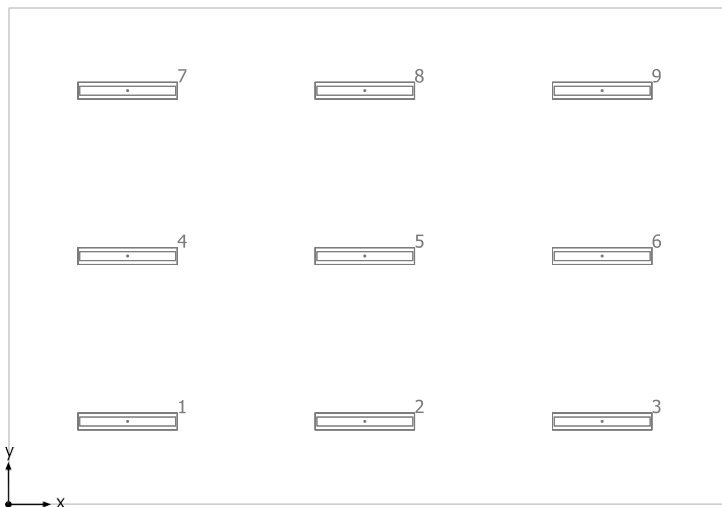
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφελος φωτός [lm/W]
9 Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC	3698	31.5	117.4
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	33282	283.5	117.4

Ειδική τιμή σύνδεσης: 5.74 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 49.43 m<sup>2</sup>),  
Ειδική τιμή σύνδεσης: 6.67 W/m<sup>2</sup> = 1.91 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 42.53 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 340 - 550 kWh/a από το πολύ 1750 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Αίθουσα 3



### Philips SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	1.398	0.975	3.590	0.59
2	4.195	0.975	3.590	0.59
3	6.992	0.975	3.590	0.59
4	1.398	2.925	3.590	0.59
5	4.195	2.925	3.590	0.59
6	6.992	2.925	3.590	0.59
7	1.398	4.875	3.590	0.59
8	4.195	4.875	3.590	0.59
9	6.992	4.875	3.590	0.59

## Αίθουσα 3

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Κανονικά  
2.0 Έτη

Φωτιστικό

Ημερομηνίες συντήρησης

9 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED37S/840/- 31.5 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

2750 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.96

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.61

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

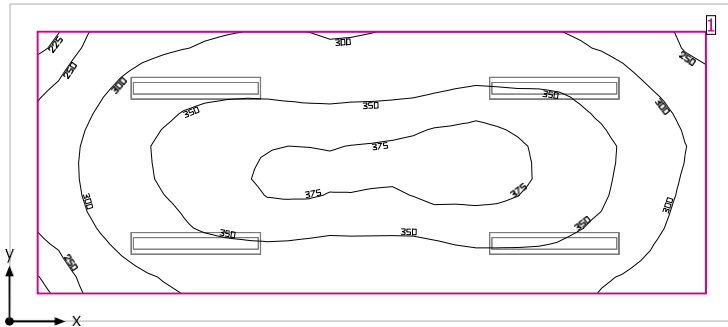
Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.59**

## Αίθουσα 4



Ύψος χώρου: 3.920 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 56.1%, Δάπεδο 17.3%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

## Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Αίθουσα 4) Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m		330 (≥ 300)	221	384	0.67	0.58

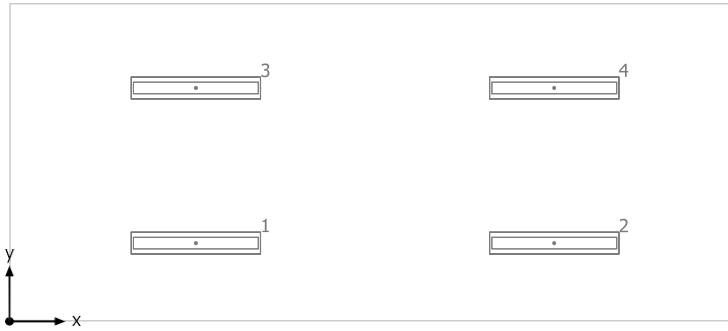
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφέλιος φωτός [lm/W]
4 Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC	3698	31.5	117.4
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	14792	126.0	117.4

Ειδική τιμή σύνδεσης: 6.70 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 18.80 m<sup>2</sup>),  
Ειδική τιμή σύνδεσης: 8.79 W/m<sup>2</sup> = 2.66 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 14.34 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 100 - 170 kWh/a από το πολύ 700 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Αίθουσα 4



### Philips SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	1.683	0.703	3.590	0.59
2	4.927	0.703	3.590	0.59
3	1.682	2.108	3.590	0.59
4	4.927	2.108	3.590	0.59

## Αίθουσα 4

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Κανονικά  
2.0 Έτη

Φωτιστικό

Ημερομηνίες συντήρησης

4 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED37S/840/- 31.5 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

1400 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.96

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.61

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

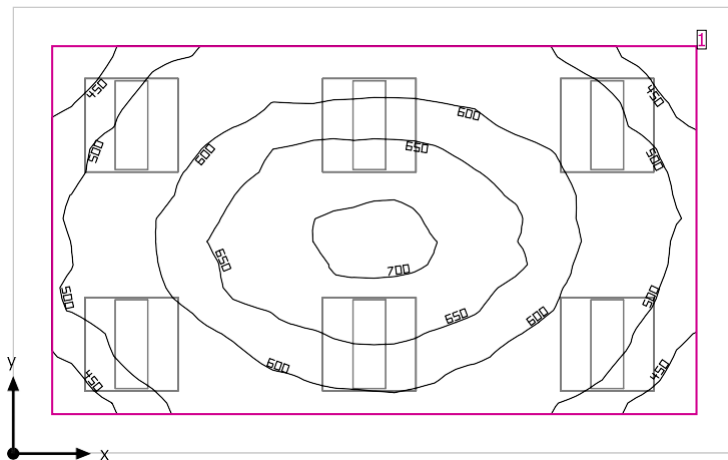
Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.59**

## Γραφείο 1



Ύψος χώρου: 3.920 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 56.1%, Δάπεδο 17.3%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

### Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Γραφείο 1)	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m	577 ( $\geq 500$ )	400	714	0.69	0.56

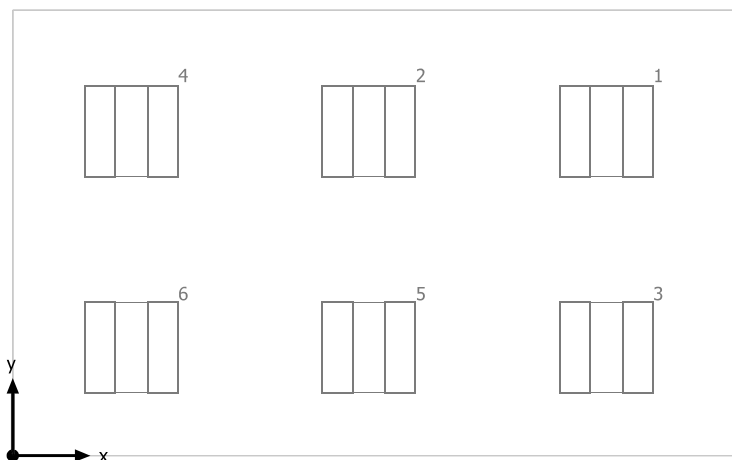
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφέλιος φωτός [lm/W]
6 Philips - SM134V PSD W60L60 1 xLED27S/840 OC	2699	22.0	122.7
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	16194	132.0	122.7

Ειδική τιμή σύνδεσης: 9.89 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 13.35 m<sup>2</sup>),  
Ειδική τιμή σύνδεσης: 13.42 W/m<sup>2</sup> = 2.32 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 9.84 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 270 - 360 kWh/a από το πολύ 500 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Γραφείο 1



### Philips SM134V PSD W60L60 1 xLED27S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	3.825	2.108	3.590	0.72
2	2.295	2.108	3.590	0.72
3	3.825	0.703	3.590	0.72
4	0.765	2.108	3.590	0.72
5	2.295	0.703	3.590	0.72
6	0.765	0.703	3.590	0.72

## Γραφείο 1

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Καθαρά  
2.0 Έτη

Φωτιστικό

Ημερομηνίες συντήρησης

6 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W60L60 1 xLED27S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED27S/840/- 22.0 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

2750 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.98

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.74

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

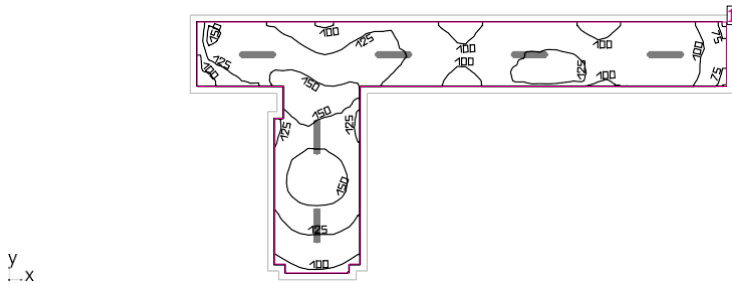
Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.72**

## Διάδρομος 1



Ύψος χώρου: 3.590 m έως 3.920 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 56.1%, Δάπεδο 17.3%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

### Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Διάδρομος 1)	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.000 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m	125 ( $\geq 100$ )	69.4	169	0.56	0.41

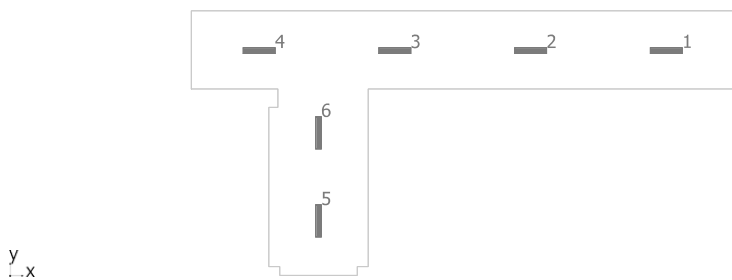
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφέλιος φωτός [lm/W]
6 Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC	3698	31.5	117.4
Αθροισμα για όλα τα φωτιστικά	22188	189.0	117.4

Ειδική τιμή σύνδεσης: 2.31 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 81.79 m<sup>2</sup>),  
Ειδική τιμή σύνδεσης: 2.82 W/m<sup>2</sup> = 2.26 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 67.04 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 180 - 210 kWh/a από το πολύ 2900 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Διάδρομος 1



### Philips SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	24.106	8.260	3.590	0.58
2	19.119	8.260	3.590	0.58
3	14.131	8.260	3.590	0.58
4	9.144	8.260	3.590	0.58
5	11.325	2.003	3.590	0.58
6	11.325	5.238	3.590	0.58

## Διάδρομος 1

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Κανονικά  
2.0 Έτη

Φωτιστικό

Ημερομηνίες συντήρησης

6 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED37S/840/- 31.5 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

2750 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.96

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.61

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

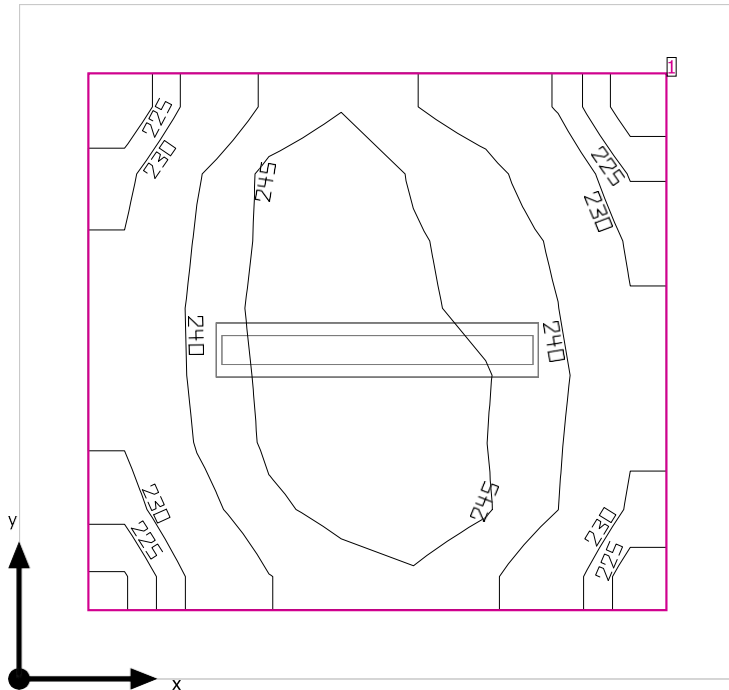
Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.58**

## Κουζίνα



Ύψος χώρου: 3.920 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 56.1%, Δάπεδο 17.3%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

### Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Όνομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Κουζίνα) Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m		239 (≥ 200)	216	248	0.90	0.87

# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφέλιος φωτός [lm/W]
1 Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC	3698	31.5	117.4
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	3698	31.5	117.4

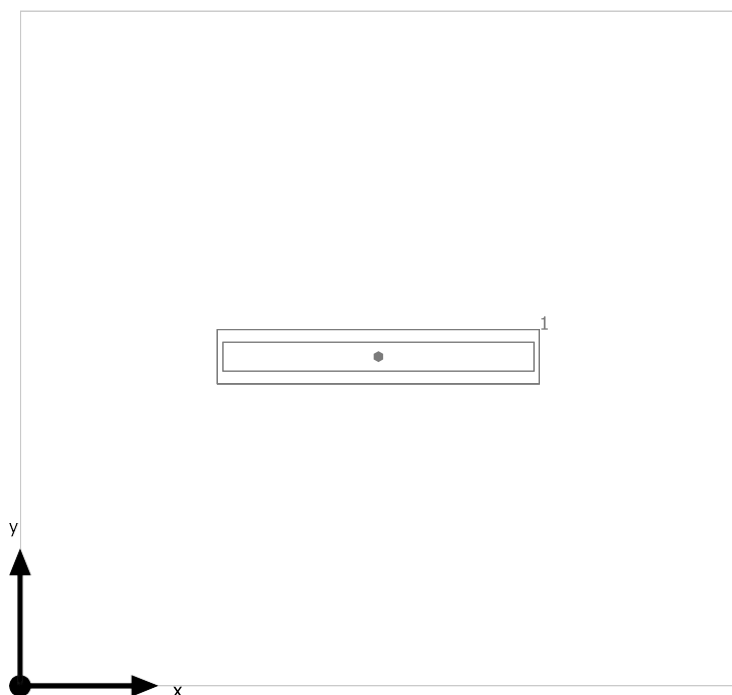
Ειδική τιμή σύνδεσης: 4.95 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 6.37 m<sup>2</sup>),

Ειδική τιμή σύνδεσης: 7.69 W/m<sup>2</sup> = 3.22 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 4.09 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 55 kWh/a από το πολύ 250 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Κουζίνα



### Philips SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	1.300	1.195	3.590	0.72

## Κουζίνα

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Καθαρά  
2.0 Έτη

### Φωτιστικό

### Ημερομηνίες συντήρησης

1 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED37S/840/- 31.5 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

1750 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.98

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.74

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

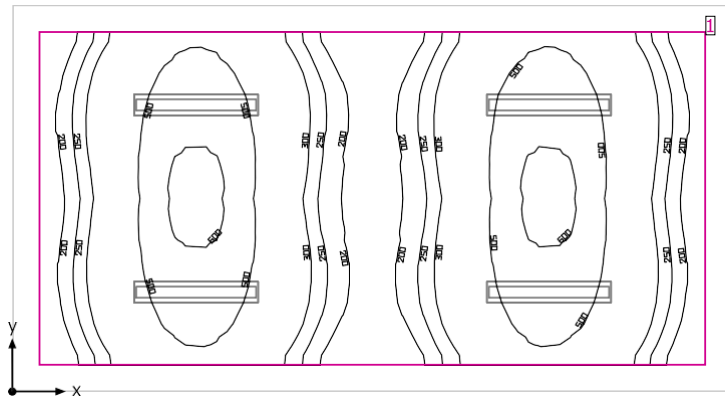
Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.72**

## Αίθουσα 5



Ύψος χώρου: 2.320 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 56.1%, Δάπεδο 17.3%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

## Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Αίθουσα 5) Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m		376 (≥ 300)	129	634	0.34	0.20

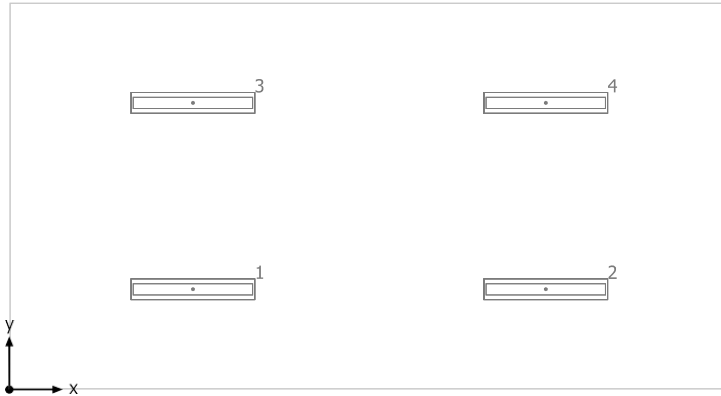
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφελος φωτός [lm/W]
4 Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC	3698	31.5	117.4
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	14792	126.0	117.4

Ειδική τιμή σύνδεσης: 5.08 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 24.82 m<sup>2</sup>),  
Ειδική τιμή σύνδεσης: 6.35 W/m<sup>2</sup> = 1.69 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 19.84 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 150 - 240 kWh/a από το πολύ 900 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Αίθουσα 5



### Philips SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	1.730	0.942	2.320	0.59
2	5.070	0.942	2.320	0.59
3	1.730	2.707	2.320	0.59
4	5.070	2.707	2.320	0.59

## Αίθουσα 5

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Κανονικά  
2.0 Έτη

Φωτιστικό

Ημερομηνίες συντήρησης

4 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED37S/840/- 31.5 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

2750 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.96

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.61

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

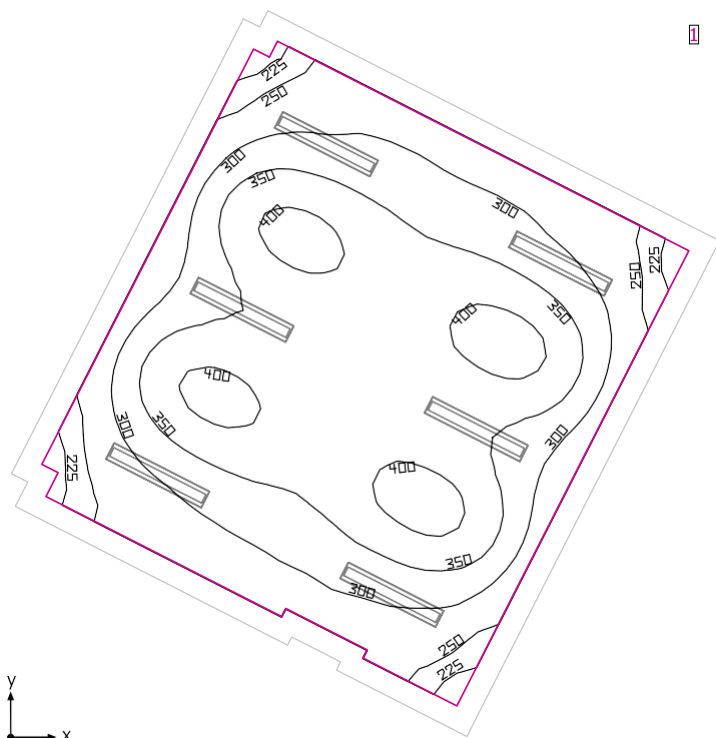
**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.59**

## Αίθουσα 5

Αίθουσα Ένταξης

## Αίθουσα 6



Ύψος χώρου: 3.200 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 50.0%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

## Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Αίθουσα 6) Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m		332 (≥ 300)	209	420	0.63	0.50

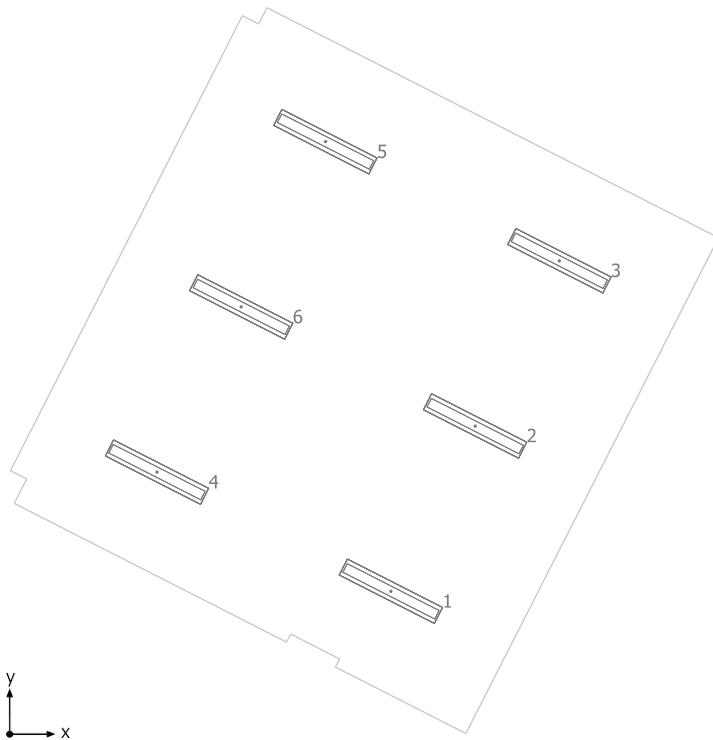
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφέλιος φωτός [lm/W]
6 Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC	3698	31.5	117.4
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	22188	189.0	117.4

Ειδική τιμή σύνδεσης: 5.41 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 34.94 m<sup>2</sup>),  
Ειδική τιμή σύνδεσης: 6.47 W/m<sup>2</sup> = 1.95 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 29.23 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 230 - 360 kWh/a από το πολύ 1250 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Αίθουσα 6

**Philips SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC**

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	4.171	1.559	3.200	0.59
2	5.094	3.371	3.200	0.59
3	6.017	5.182	3.200	0.59
4	1.607	2.865	3.200	0.59
5	3.453	6.489	3.200	0.59
6	2.530	4.677	3.200	0.59

## Αίθουσα 6

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Κανονικά  
2.0 Έτη

Φωτιστικό

Ημερομηνίες συντήρησης

6 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED37S/840/- 31.5 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

2750 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.96

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.61

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

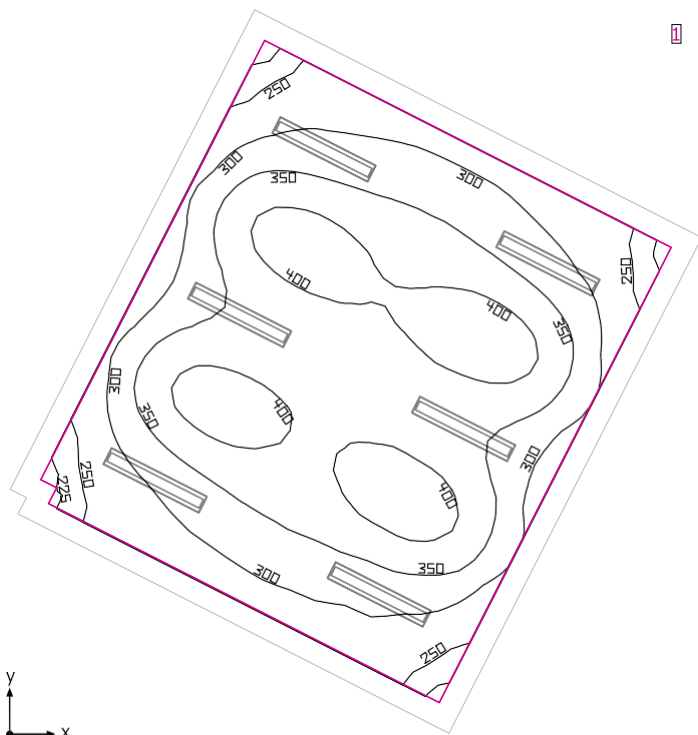
Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.59**

## Αίθουσα 7



Ύψος χώρου: 3.200 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 50.0%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

## Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Αίθουσα 7) Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m		343 (≥ 300)	218	428	0.64	0.51

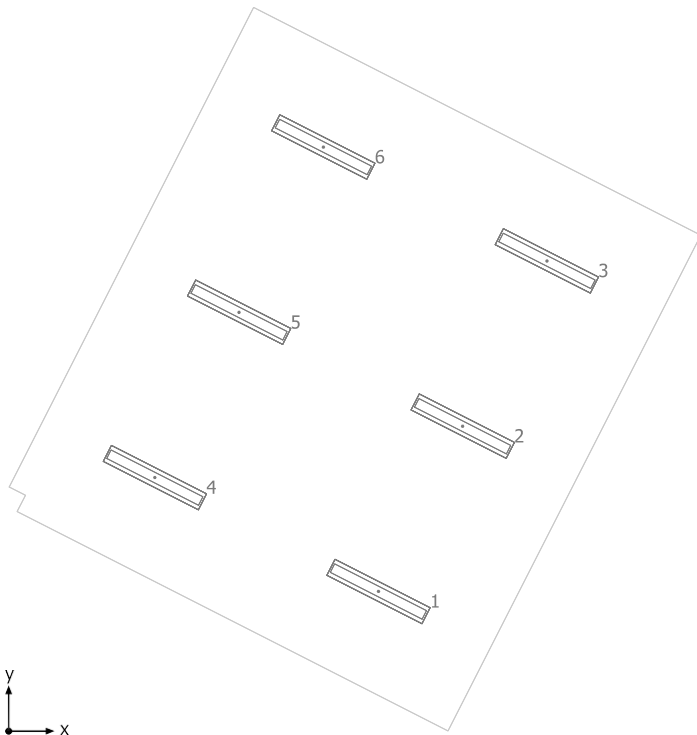
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφελος φωτός [lm/W]
6 Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC	3698	31.5	117.4
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	22188	189.0	117.4

Ειδική τιμή σύνδεσης: 5.64 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 33.51 m<sup>2</sup>),  
Ειδική τιμή σύνδεσης: 6.76 W/m<sup>2</sup> = 1.97 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 27.96 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 230 - 360 kWh/a από το πολύ 1200 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Αίθουσα 7



### Philips SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	4.046	1.530	3.200	0.59
2	4.969	3.342	3.200	0.59
3	5.892	5.154	3.200	0.59
4	1.596	2.779	3.200	0.59
5	2.519	4.590	3.200	0.59
6	3.442	6.402	3.200	0.59

## Αίθουσα 7

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Κανονικά  
2.0 Έτη

Φωτιστικό

Ημερομηνίες συντήρησης

6 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED37S/840/- 31.5 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

2750 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.96

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.61

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

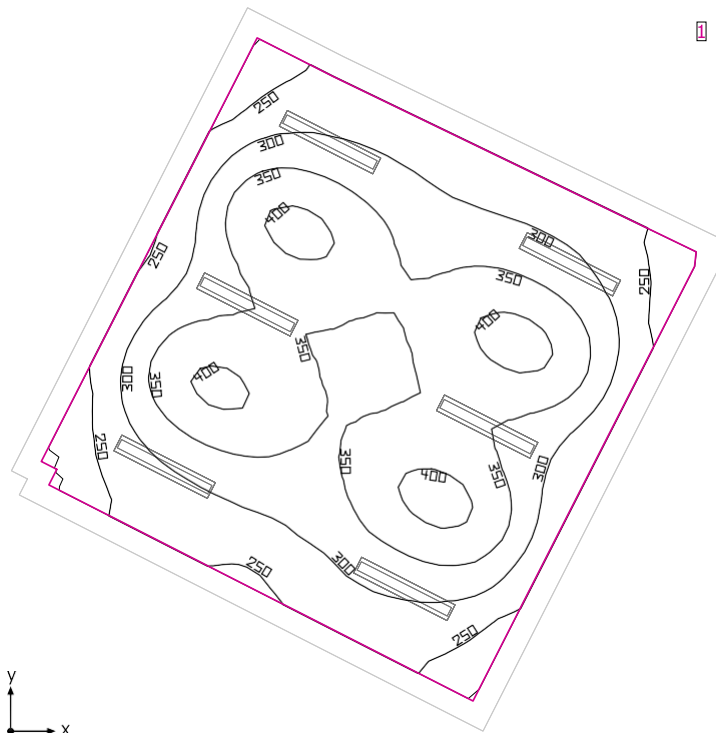
Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.59**

## Αίθουσα 8



Ύψος χώρου: 3.200 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 50.0%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

## Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Αίθουσα 8) Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m		323 (≥ 300)	199	414	0.62	0.48

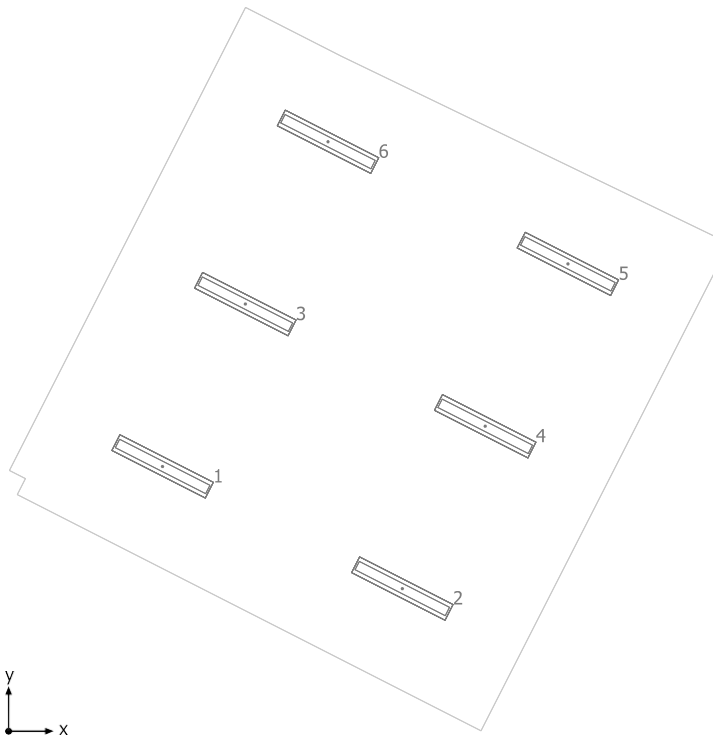
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφελος φωτός [lm/W]
6 Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC	3698	31.5	117.4
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	22188	189.0	117.4

Ειδική τιμή σύνδεσης: 5.22 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 36.21 m<sup>2</sup>),  
Ειδική τιμή σύνδεσης: 6.21 W/m<sup>2</sup> = 1.92 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 30.46 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 230 - 360 kWh/a από το πολύ 1300 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Αίθουσα 8



### Philips SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	1.708	2.951	3.200	0.59
2	4.384	1.587	3.200	0.59
3	2.632	4.762	3.200	0.59
4	5.307	3.399	3.200	0.59
5	6.230	5.211	3.200	0.59
6	3.555	6.574	3.200	0.59

## Αίθουσα 8

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Κανονικά  
2.0 Έτη

Φωτιστικό

Ημερομηνίες συντήρησης

6 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W20L120 1 xLED37S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED37S/840/- 31.5 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

2750 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.96

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.61

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

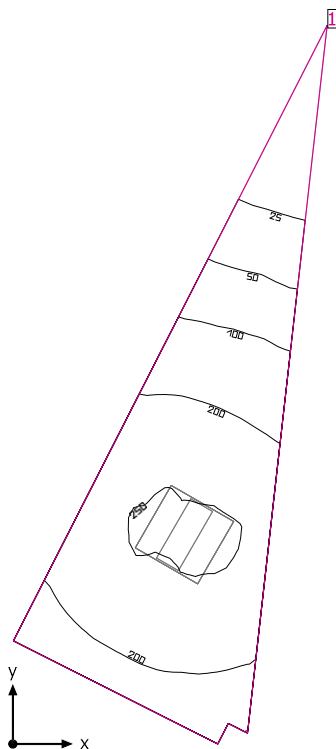
Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.59**

## Αποθήκη



Ύψος χώρου: 3.200 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 50.0%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

### Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Αποθήκη) Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.000 m		176 (≥ 100)	8.92	253	0.051	0.035

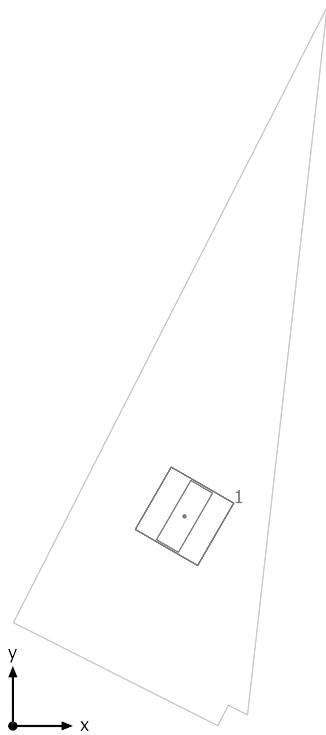
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφελος φωτός [lm/W]
1 Philips - SM134V PSD W60L60 1 xLED37S/840 OC	3698	31.5	117.4
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	3698	31.5	117.4

Ειδική τιμή σύνδεσης:  $5.10 \text{ W/m}^2 = 2.90 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Βασική έκταση χώρου  $6.17 \text{ m}^2$ )

Κατανάλωση: 3 - 5 kWh/a από το πολύ 250 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Αποθήκη

**Philips SM134V PSD W60L60 1 xLED37S/840 OC**

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	1.426	1.744	3.200	0.59

## Αποθήκη

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Κανονικά  
2.0 Έτη

Φωτιστικό

Ημερομηνίες συντήρησης

1 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W60L60 1 xLED37S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED37S/840/- 31.5 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

2750 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.96

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.61

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

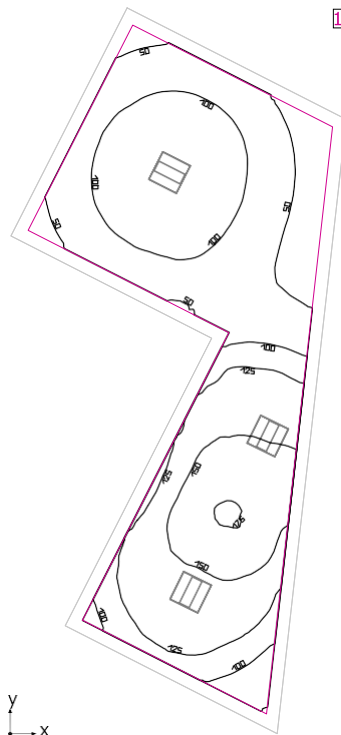
Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.59**

## Διάδρομος 2



Ύψος χώρου: 3.200 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 50.0%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

### Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Διάδρομος 2)	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.000 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m	107 ( $\geq 100$ )	26.2	177	0.24	0.15

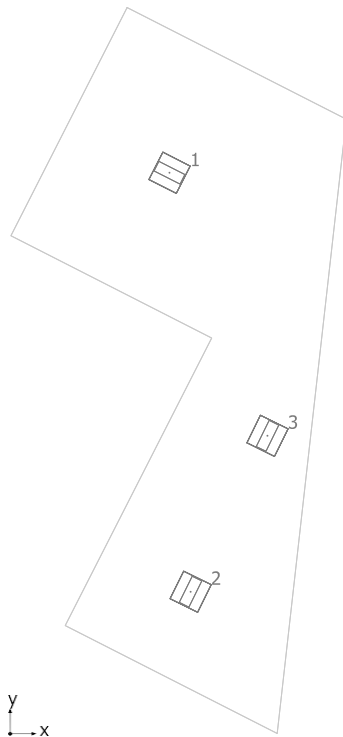
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφελος φωτός [lm/W]
3 Philips - SM134V PSD W60L60 1 xLED37S/840 OC	3698	31.5	117.4
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	11094	94.5	117.4

Ειδική τιμή σύνδεσης: 1.87 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 50.51 m<sup>2</sup>),  
Ειδική τιμή σύνδεσης: 2.28 W/m<sup>2</sup> = 2.13 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 41.46 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 100 kWh/a από το πολύ 1800 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Διάδρομος 2

**Philips SM134V PSD W60L60 1 xLED37S/840 OC**

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	3.095	10.948	3.200	0.59
2	3.507	2.767	3.200	0.59
3	5.008	5.812	3.200	0.59

## Διάδρομος 2

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Κανονικά  
2.0 Έτη

Φωτιστικό

Ημερομηνίες συντήρησης

3 Τεμάχια Philips - SM134V PSD W60L60 1 xLED37S/840 OC

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED37S/840/- 31.5 W

Διάστημα καθαρισμού

3.0 Έτη

Είδος φωτισμού

Άμεσα

Τύπος φωτιστικού

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

2750 h

Τύπος λαμπτήρα

LED

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

1.0 Έτη

Άμεση αλλαγή καμμένων λαμπτήρων

Ναι

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

0.96

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

0.61

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

1.00

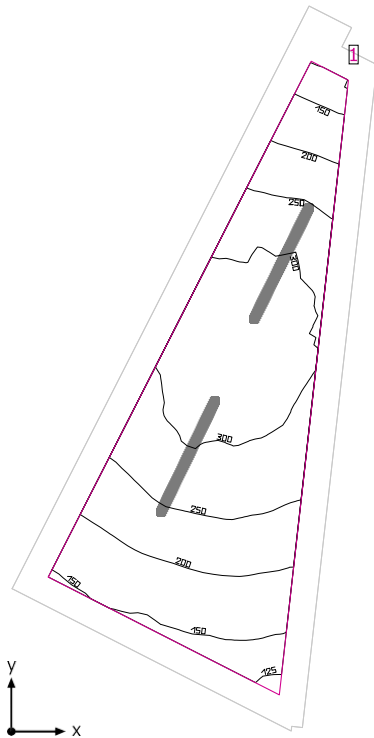
Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

1.00

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

**0.59**

## Λεβητοστάσιο



Ύψος χώρου: 3.200 m, Βαθμός ανάκλασης: Οροφή 70.0%, Τοίχοι 50.0%, Δάπεδο 20.0%, Συντελεστής συντήρησης: Βλ. δελτίο ημερομηνιών συντήρησης

### Επίπεδο εργασίας

Επιφάνεια	Αποτέλεσμα	Μέσος όρος (Ονομ)	Min	Max	Min/Μέσο	Min/Max
1 Workplane (Λεβητοστάσιο)	Κάθετη ένταση φωτισμού (Προσαρμοστικός) [lx] Ύψος: 0.800 m, Ζώνη περιφ.: 0.250 m	246 (≥ 200)	118	325	0.48	0.36

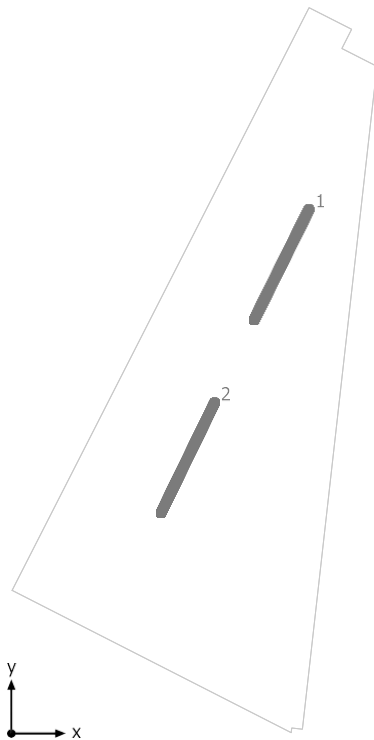
# Φωτιστικό	Φ(Φωτιστικό) [lm]	Ισχύς [W]	Ωφελος φωτός [lm/W]
2 Philips - WT120C L1200 1xLED40S/840	4099	35.5	115.5
Άθροισμα για όλα τα φωτιστικά	8198	71.0	115.5

Ειδική τιμή σύνδεσης: 6.22 W/m<sup>2</sup> (Βασική έκταση χώρου 11.41 m<sup>2</sup>),  
Ειδική τιμή σύνδεσης: 9.37 W/m<sup>2</sup> = 3.81 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Έκταση του επιπέδου χρήσης 7.58 m<sup>2</sup>)

Κατανάλωση: 160 kWh/a από το πολύ 450 kWh/a

Τα μεγέθη κατανάλωσης ενέργειας δεν λαμβάνουν υπόψη τις σκηνές φωτισμού και τις καταστάσεις αυξομειώσής τους.

## Λεβητοστάσιο



### Philips WT120C L1200 1xLED40S/840

Αρ.	X [m]	Y [m]	Ύψος συναρμολόγησης [m]	Συντελεστής συντήρησης
1	2.512	4.361	3.200	0.68
2	1.637	2.562	3.200	0.68

## Λεβητοστάσιο

### Γενικές πληροφορίες χώρου

Μέθοδος συντελεστή συντήρησης  
Συνθήκες περιβάλλοντος  
Διάστημα καθαρισμού

CIE 97:2005  
Μεγάλη ρύπανση  
2.0 Έτη

### Φωτιστικό

### Ημερομηνίες συντήρησης

2 Τεμάχια Philips - WT120C L1200 1xLED40S/840

Εξοπλισμός: 1 Τεμάχια 1xLED40S/840/- 35.5W

Διάστημα καθαρισμού

Είδος φωτισμού

Τύπος φωτιστικού

Ώρες λειτουργίας κατ' έτος

Τύπος λαμπτήρα

Διάστημα αντικατάστασης των λαμπτήρων

Άμεση αλλαγή καμένων λαμπτήρων

Συντελεστής συντήρησης χώρου (RMF)

Συντελεστής συντήρησης φωτιστικού (LMF)

Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής λαμπτήρα (LLMF)

Συντελεστής διάρκειας ζωής λαμπτήρα (LSF)

**Συντελεστής συντήρησης (MF)**

1.0 Έτη

Άμεσα/Εμμεσα

Επάνω κλειστό κάτοπτρο (χωρίς αυτοκαθαρισμό)

2250 h

LED

1.0 Έτη

Όχι

0.90

0.75

1.00

1.00

**0.68**