

ΟΙ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΠΟΥ ΟΔΗΓΟΥΝ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ NZEB - ΘΕΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ



Μπολολιά Μαρία, Τμήμα Κτιρίων
Σφακιανάκη Κατερίνα, Τμήμα Μελετών Αναπτυξιακών Έργων

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

Πειραιώς 40

Έτος κατασκευής 1955

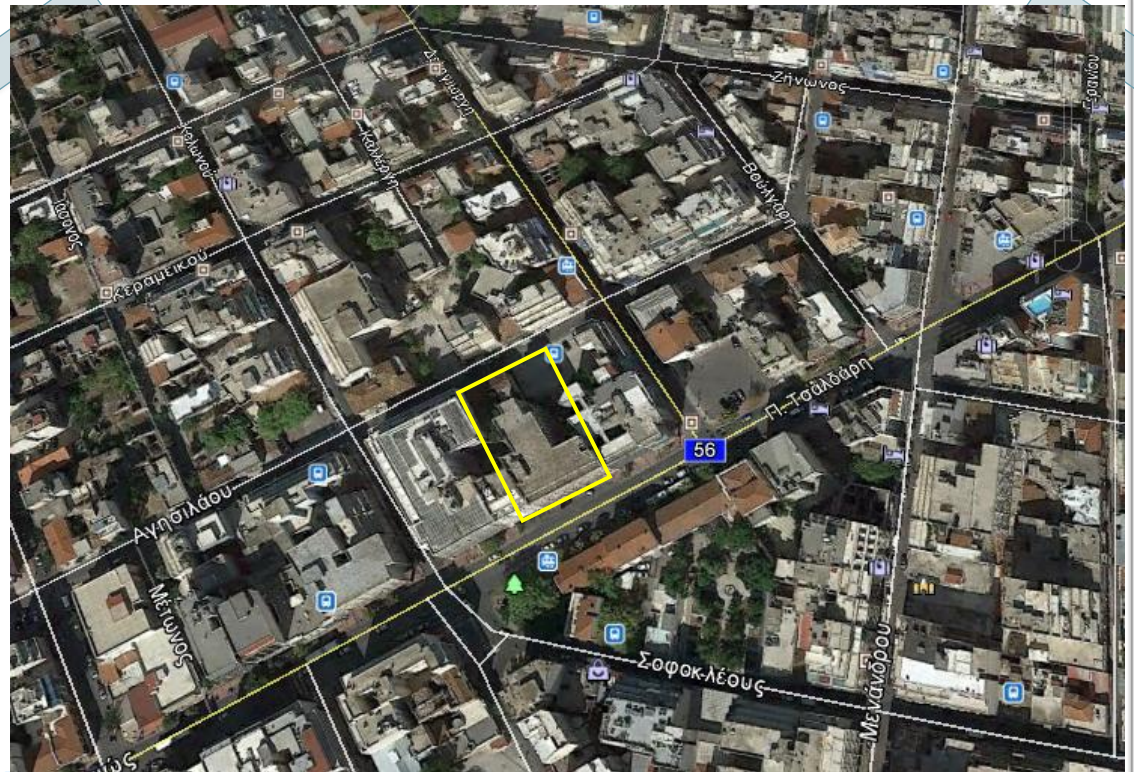
Αριθμός ορόφων 7

Συνολική επιφάνεια 7101m²

Γραφειακοί χώροι 5901m²

Κοινόχρηστοι χώροι 900m²

Λοιποί χώροι 300m²



Το κτίριο βρίσκεται επί της οδού Πειραιώς.

Η κύρια όψη του κτιρίου έχει Νοτιοανατολικό προσανατολισμό με απόκλιση 30° από το Νότο.

Τα υαλοστάσια αποτελούν το 26% της περιμετρικής επιφάνειας του κτιρίου.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

| Η/Μ Συστήματα | |
|-----------------------|---|
| Σύστημα Θέρμανσης | 2 Λέβητες πετρελαίου, συνολικής Ισχύος 698kW |
| Σύστημα κλιματισμού | 150 κλιματιστικές μονάδες διαιρούμενου τύπου (split units) Συνολικής ονομαστικής ισχύος 300kW |
| Σύστημα Φωτισμού | <ul style="list-style-type: none"> • 100 λαμπτήρες πυρακτώσεως • 800 λαμπτήρες φθορισμού • 40 λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης • 20 λαμπτήρες αλογόνου και Ιωδίνης Συνολική εγκατεστημένη ισχύς 43kW |
| Ηλεκτρικός Εξοπλισμός | Η/Υ, φωτοτυπικά, εκτυπωτές, γραφομηχανές, ανελκυστήρες, συνολικής ονομαστικής ισχύος 49,75kW |

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Ο φέρον οργανισμός του κτιρίου είναι από Οπλισμένο Σκυρόδεμα και η τοιχοποιία πλήρωσης από διπλή δρομική οπτοπλινθοδομή χωρίς θερμομόνωση. Η καθαρή επιφάνεια των εξωτερικών τοίχων είναι 3210m^2 . Οι συντελεστές θερμοπερατότητας είναι $U_{O\sigma}=3.4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ και $U_{\tau}=2.2\text{W}/\text{m}^2\text{K}$

Η οροφή του κτιρίου αποτελείται από οριζόντια πλάκα Οπλισμένου Σκυροδέματος χωρίς θερμομονωτική στρώση και ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι $U_{Op}=3.05\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Το δάπεδο του ισογείου είναι σε επαφή με το έδαφος και ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι $U_{\epsilon\Delta}=3.1\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Η επιφάνειά τόσο της οροφής όσο και του δαπέδου του ισογείου είναι περίπου 1000m^2 .

Τα υαλοστάσια αποτελούνται από ξύλινο πλαίσιο και μονούς υαλοπίνακες 4mm . Η συνολική επιφάνεια τους είναι 836m^2 και ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι $U=4.7\text{W}/\text{m}^2\text{K}$.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

| Δομικό στοιχείο | Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας κατά ΚΕνΑΚ (W/m ² K) | Συντελεστής θερμοπερατότητας κτιρίου (W/m ² K) |
|--|---|---|
| Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα | 0.45 | 3.05 |
| Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα | 0.50 | 2.20 3.40 |
| Δάπεδα σε επαφή με έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους | 0.90 | 3.10 |

| Τύπος υαλοστασίου | U _w κατά ΚΕνΑΚ (W/m ² K) | U _w (W/m ² K) |
|---------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Ξύλινο πλαίσιο με μονό υαλοπίνακα 4mm | 3.0 | 4.7 |

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ



Κάτω Πατήσια

| | |
|----------------------|--------------------|
| Έτος κατασκευής | 1984 |
| Αριθμός ορόφων | 3 |
| Συνολική επιφάνεια | 1785m ² |
| Αίθουσες διδασκαλίας | 863m ² |
| Λοιποί χώροι | 922m ² |

Το κτίριο βρίσκεται επί των οδών Ζυμπρακάκη και Ζερβουδάκη στα κάτω Πατήσια.

Η κύρια όψη του κτιρίου έχει Νότιο προσανατολισμό με απόκλιση 8° προς τη Δύση.

Τα υαλοστάσια αποτελούν το 72% της περιμετρικής επιφάνειας του κτιρίου.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

| Η/Μ Συστήματα | |
|-----------------------|--|
| Σύστημα Θέρμανσης | Λέβητας πετρελαίου, Ισχύος 244kW |
| Σύστημα κλιματισμού | - |
| Σύστημα Φωτισμού | 472 λαμπτήρες φθορισμού, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 16,99kW |
| Ηλεκτρικός Εξοπλισμός | Η/Υ, εκτυπωτής, φωτοτυπικό, ψυγείο, φούρνος μικροκυμάτων, συνολικής ονομαστικής ισχύος 9,9kW |

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Ο φέρον οργανισμός είναι από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Στο ισόγειο η τοιχοποιία πλήρωσης είναι διπλή δρομική οπτοπλινθοδομή χωρίς θερμομόνωση. Η τοιχοποιία των 2 υπέργειων ορόφων αποτελείται από πάνελ σκυροδέματος. Η καθαρή επιφάνεια των εξωτερικών τοίχων είναι $430,5\text{m}^2$. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι $U_T=0.81\text{W}/\text{m}^2\text{K}$

Η οροφή του κτιρίου αποτελείται από οριζόντια δοκιδωτή πλάκα (πλάκα τύπου chelner) χωρίς θερμομονωτική στρώση και ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι $U_{OP}=4.18\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Η συνολική επιφάνειά της οροφής είναι 591m^2 . Το δάπεδο του ισογείου είναι σε επαφή με το έδαφος και ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι $U_{\text{ΕΔ}}=3.1\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Η συνολική επιφάνειά του δαπέδου του ισογείου είναι 605m^2 .

Τα υαλοστάσια αποτελούνται από πλαίσιο αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή και μονούς υαλοπίνακες . Η συνολική επιφάνεια τους είναι 310m^2 και ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι $U =6.0\text{W}/\text{m}^2\text{K}$.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

| Δομικό στοιχείο | Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας κατά ΚΕνΑΚ (W/m ² K) | Συντελεστής θερμοπερατότητας κτιρίου (W/m ² K) |
|--|---|---|
| Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα | 0.45 | 4.18 |
| Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα | 0.50 | 0.81 |
| Δάπεδα σε επαφή με έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους | 0.90 | 3.10 |

| Τύπος υαλοστασίου | U _w κατά ΚΕνΑΚ (W/m ² K) | U _w (W/m ² K) |
|--|--|-------------------------------------|
| Πλαίσιο αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή με μονό υαλοπίνακα | 3.0 | 6.0 |

ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Η ενεργειακή ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης και των σεναρίων έγινε με το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕνΑΚ v 1.29.

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις επιλέχθηκαν βάσει της μεθοδολογίας του έργου και διακρίνονται σε παρεμβάσεις 3-4 επιπέδων (LEVELS). Εξετάστηκαν σενάρια με συνδυασμούς παρεμβάσεων διαφόρων επιπέδων.

ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ



ΕΠΙΠΕΔΑ (LEVELS) ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ & ΣΕΝΑΡΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

| | Υφιστάμενη κατάσταση κτιρίου | LEVEL1 | LEVEL2 | LEVEL3 |
|-----------------------------|--------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Κέλυφος κτιρίου | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) |
| Τοιχοποιία | 2.20 | 0.48 | 0.37 | 0.30 |
| | 3.40 | | | |
| Οριζόντια οροφή | 3.05 | 0.41 | 0.37 | 0.33 |
| Υαλοστάσια | 4.70 | 2.80 | 2.50 | 2.00 |
| Σύστημα θέρμανσης | Λέβητας πετρελαίου | Λέβητας φ.α. | A/Θ αέρα – νερού | Γεωθερμική A/Θ |
| Σύστημα ψύξης | Splits | A/Θ αέρα – νερού | Γεωθερμική A/Θ | - |
| Σύστημα φωτισμού | Λαμπτήρες T8, πυρακτώσεως κ.α. | Λαμπτήρες T5, LED (χειροκίνητος έλεγχος) | Λαμπτήρες T5, LED (αυτόματος έλεγχος) | Λαμπτήρες T5, LED (αυτόματος έλεγχος) |
| Φωτοβολταϊκό σύστημα | - | 37KWp | - | - |
| BMS | - | Μόνο για έλεγχο φωτισμού | - | - |

| | Σενάριο [Σ1] | Σενάριο [Σ2] | Σενάριο [Σ3] | Σενάριο [Σ4] | Σενάριο [Σ5] |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Κέλυφος κτιρίου | LEVEL1 | LEVEL1 | LEVEL2 | LEVEL3 | LEVEL3 |
| Σύστημα θέρμανσης | LEVEL1 | LEVEL2 | LEVEL3 | LEVEL2 | LEVEL3 |
| Σύστημα ψύξης | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | LEVEL1 | LEVEL2 | LEVEL1 | LEVEL2 |
| Σύστημα φωτισμού | LEVEL1 | LEVEL1 | LEVEL2 | LEVEL3 | LEVEL3 |
| Φωτοβολταϊκό σύστημα | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | LEVEL1 | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | LEVEL1 |
| BMS | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | LEVEL1 | LEVEL1 |

ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

| | Σενάριο [Σ1] | Σενάριο [Σ2] | Σενάριο [Σ3] | Σενάριο [Σ4] | Σενάριο [Σ5] |
|----------------------|---|---|--|--|--|
| Κέλυφος κτιρίου | $U_T=0.48$ | $U_T=0.48$ | $U_T=0.37$ | $U_T=0.30$ | $U_T=0.30$ |
| | $U_{OP}=0.41$ | $U_{OP}=0.41$ | $U_{OP}=0.37$ | $U_{OP}=0.33$ | $U_{OP}=0.33$ |
| | $U_W=2.80$ | $U_W=2.80$ | $U_W=2.50$ | $U_W=2.00$ | $U_W=2.00$ |
| Σύστημα θέρμανσης | Λέβητας φ.α. B.Απ. : 0.937 | A/Θ αέρα – νερού COP=5.5 | Γεωθερμική A/Θ COP=6.5 | A/Θ αέρα – νερού COP=5.5 | Γεωθερμική A/Θ COP=6.5 |
| Σύστημα ψύξης | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | A/Θ αέρα – νερού EER=4.5 | Γεωθερμική A/Θ EER=5.5 | A/Θ αέρα – νερού EER=4.5 | Γεωθερμική A/Θ EER=5.5 |
| Σύστημα φωτισμού | Λαμπτήρες T5, LED (χειροκίνητος έλεγχος) (24,4kW) | Λαμπτήρες T5, LED (χειροκίνητος έλεγχος) (24,4kW) | Λαμπτήρες T5, LED (αυτόματος έλεγχος) (24,4kW) | Λαμπτήρες T5, LED (αυτόματος έλεγχος) (24,4kW) | Λαμπτήρες T5, LED (αυτόματος έλεγχος) (24,4kW) |
| Φωτοβολταϊκό σύστημα | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | 37KWp | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | 37KWp |
| BMS | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | Μόνο για έλεγχο φωτισμού | Μόνο για έλεγχο φωτισμού |

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

Ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις κτιρίου

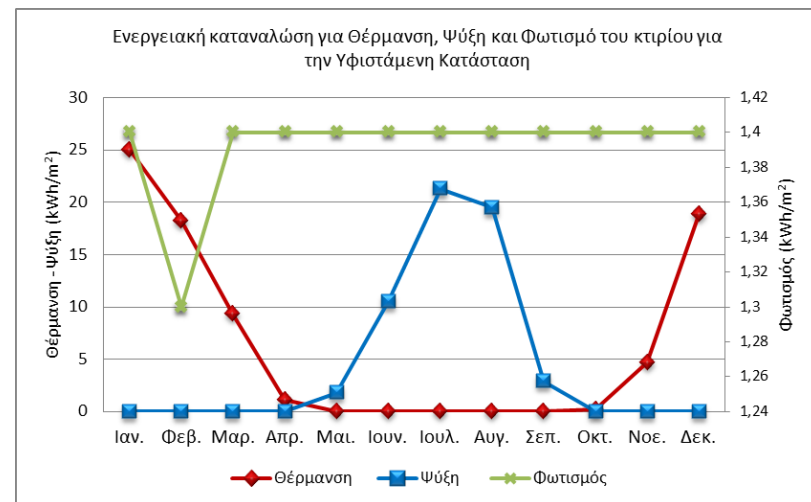
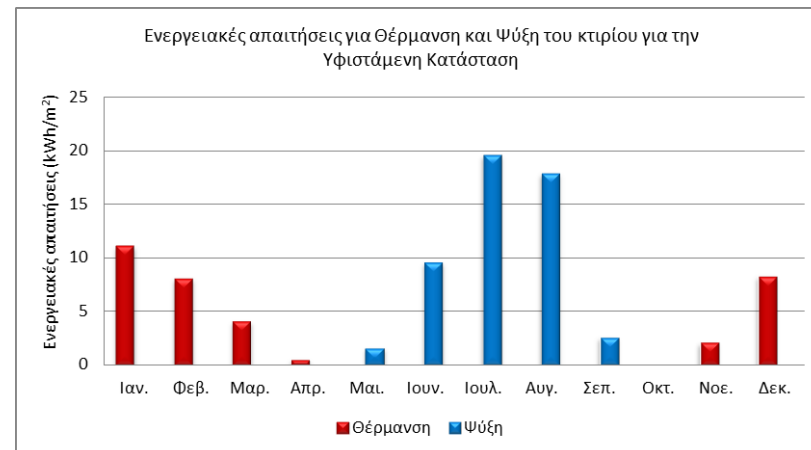
Ενεργειακή απαίτηση για Θέρμανση 33,6kWh/m² ετησίως

Ενεργειακή κατανάλωση για Θέρμανση 77,2kWh/m² ετησίως

Ενεργειακή απαίτηση για Ψύξη 50,8kWh/m² ετησίως

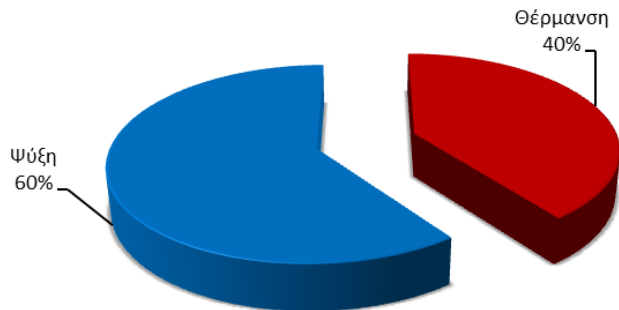
Ενεργειακή κατανάλωση για Ψύξη 56,0 kWh/m² ετησίως

Ενεργειακή κατανάλωση για Φωτισμό 16,7 kWh/m² ετησίως

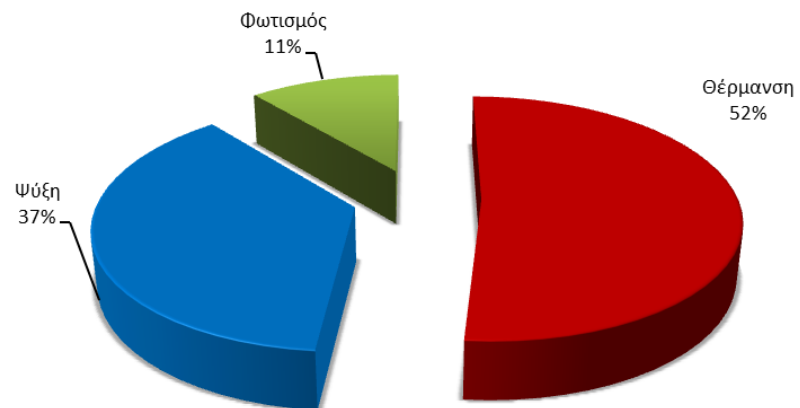


ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

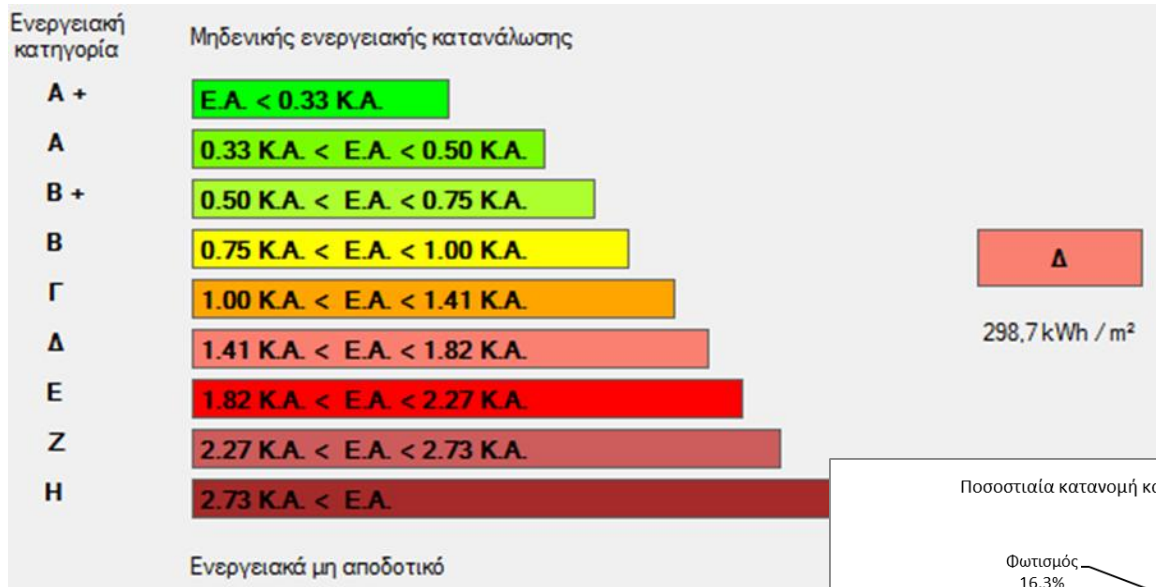
Ποσοστιαία κατανομή ενεργειακών απαιτήσεων ετησίως για την
Υφιστάμενη Κατάσταση



Ποσοστιαία κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης ετησίως για την
Υφιστάμενη Κατάσταση



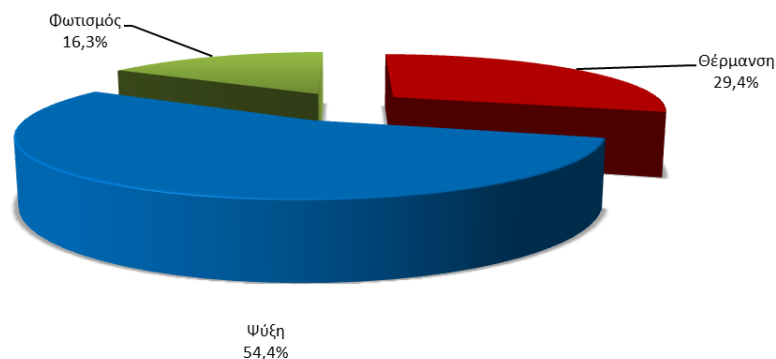
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ



Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση

| | |
|----------|-------------------------|
| Θέρμανση | 87.7kWh/m ² |
| Ψύξη | 162.4kWh/m ² |
| Φωτισμός | 48.6kWh/m ² |

Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας ετησίως για την Υφιστάμενη Κατάσταση



ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

- Οι ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη ανά Σενάριο είναι:

| Σενάρια | Θέρμανση (kWh/(m ² yr)) | Ψύξη (kWh/(m ² yr)) |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Υφιστάμενη Κατάσταση | 33,6 | 50,8 |
| Σενάριο [1] | 9,5 | 29,5 |
| Σενάριο [2] | 9,5 | 29,5 |
| Σενάριο [3] | 8,0 | 28,9 |
| Σενάριο [4] | 6,3 | 28,6 |
| Σενάριο [5] | 6,3 | 28,6 |

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

- Η ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και η ενέργεια από ΑΠΕ ανά Σενάριο είναι:

| Σενάρια | Θέρμανση | Ψύξη | Φωτισμός | Ενέργεια από Φωτοβολταϊκά |
|-----------------------------|---------------------------|-------------|-------------|---------------------------|
| | (kWh/(m ² yr)) | | | |
| Υφιστάμενη Κατάσταση | 77,2 | 56,0 | 16,7 | - |
| Σενάριο [1] | 12,5 | 22,1 | 9,9 | - |
| Σενάριο [2] | 2,8 | 6,6 | 9,9 | - |
| Σενάριο [3] | 2,4 | 5,5 | 9,0 | 11,2 |
| Σενάριο [4] | 2,1 | 5,7 | 9,0 | - |
| Σενάριο [5] | 1,9 | 4,8 | 9,0 | 11,2 |

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

- Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση, η συνεισφορά από ΑΠΕ και η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου ανά Σενάριο είναι:

| Σενάρια | Θέρμανση | Ψύξη | Φωτισμός | Συνεισφορά ΑΠΕ | Σύνολο | Ενεργειακή Κατάταξη |
|-----------------------------|---------------------------|--------------|-------------|----------------|--------------|---------------------|
| | (kWh/(m ² yr)) | | | | | |
| Υφιστάμενη Κατάσταση | 87,7 | 162,4 | 48,6 | - | 298,7 | Δ |
| Σενάριο [1] | 15,7 | 64,0 | 28,8 | - | 108,6 | B+ |
| Σενάριο [2] | 8,0 | 19,2 | 28,8 | - | 56,0 | A+ |
| Σενάριο [3] | 6,8 | 15,9 | 26,2 | 31,5 | 17,5 | A+ |
| Σενάριο [4] | 6,0 | 16,5 | 26,2 | - | 48,7 | A+ |
| Σενάριο [5] | 5,6 | 13,9 | 26,2 | 31,4 | 14,3 | A+ |

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

- Οι εκπομπές CO₂ ανά Σενάριο είναι:

| Σενάρια | Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²) |
|-----------------------------|---|
| Υφιστάμενη Κατάσταση | 93,5 |
| Σενάριο [1] | 35,2 |
| Σενάριο [2] | 19,1 |
| Σενάριο [3] | 5,7 |
| Σενάριο [4] | 16,6 |
| Σενάριο [5] | 4,6 |

ΣΧΟΛΕΙΟ



ΕΠΙΠΕΔΑ (LEVELS) ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ & ΣΕΝΑΡΙΑ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

| | Υφιστάμενη κατάσταση κτιρίου | LEVEL1 | LEVEL2 | LEVEL3 | LEVEL 4 |
|-----------------------------|------------------------------|--|-------------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Κέλυφος κτιρίου | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | - |
| Τοιχοποιία | 0.81 | 0.48 | 0.37 | 0.30 | - |
| Οριζόντια οροφή | 4.18 | 0.42 | 0.37 | 0.33 | - |
| Υαλοστάσια | 6.00 | 2.80 | 2.50 | 2.00 | - |
| Σύστημα θέρμανσης | Λέβητας πετρελαίου | Λέβητας φ.α. | Α/Θ αέρα – νερού | Γεωθερμική Α/Θ | Ηλ. Συλλέκτης & Γεωθερμική Α/Θ |
| Σύστημα ψύξης | ΘΕΩΡ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΘΕΩΡ. ΣΥΣΤΗΜΑ | Α/Θ αέρα – νερού | Γεωθερμική Α/Θ | Γεωθερμική Α/Θ |
| Σύστημα φωτισμού | Λαμπτήρες φθορισμού T8 | Λαμπτήρες T5 (χειροκίνητος έλεγχος) | Λαμπτήρες T5 (αυτόματος έλεγχος) | - | - |
| Φωτοβολταϊκό σύστημα | - | 10kWp | - | - | - |
| Ηλιακός συλλέκτης | - | 50m ² | - | - | - |

| | Σενάριο [Σ1] | Σενάριο [Σ2] | Σενάριο [Σ3] | Σενάριο [Σ4] | Σενάριο [Σ5] |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Κέλυφος κτιρίου | LEVEL1 | LEVEL1 | LEVEL2 | LEVEL2 | LEVEL3 |
| Σύστημα θέρμανσης | LEVEL1 | LEVEL2 | LEVEL3 | LEVEL4 | LEVEL3 |
| Σύστημα ψύξης | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | LEVEL2 | LEVEL3 | LEVEL4 | LEVEL3 |
| Σύστημα φωτισμού | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | LEVEL1 | LEVEL1 | LEVEL2 | LEVEL2 |
| Φωτοβολταϊκό σύστημα | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | LEVEL1 | LEVEL1 | LEVEL1 |
| Ηλιακός συλλέκτης | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | LEVEL1 | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ |

ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

| | Σενάριο [Σ1] | Σενάριο [Σ2] | Σενάριο [Σ3] | Σενάριο [Σ4] | Σενάριο [Σ5] |
|----------------------|-------------------------------|---|---|--|--|
| Κέλυφος κτιρίου | $U_T=0.48$ | $U_T=0.48$ | $U_T=0.37$ | $U_T=0.37$ | $U_T=0.30$ |
| | $U_{OP}=0.42$ | $U_{OP}=0.42$ | $U_{OP}=0.37$ | $U_{OP}=0.37$ | $U_{OP}=0.33$ |
| | $U_W=2.80$ | $U_W=2.80$ | $U_W=2.50$ | $U_W=2.50$ | $U_W=2.00$ |
| Σύστημα θέρμανσης | Λέβητας φ.α. Β.Απ. : 0,933 | Α/Θ αέρα – νερού COP=3.04 | Γεωθερμική Α/Θ COP=5.5 | Ηλ. Συλλέκτης & Γεωθερμική Α/Θ COP=6.5 | Γεωθερμική Α/Θ COP=5.5 |
| Σύστημα ψύξης | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | Α/Θ αέρα – νερού EER=2.74 | Γεωθερμική Α/Θ EER=4.5 | Ηλ. Συλλέκτης & Γεωθερμική Α/Θ EER=5.5 | Γεωθερμική Α/Θ EER=4.5 |
| Σύστημα φωτισμού | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | Λαμπτήρες T5 (χειροκίνητος έλεγχος) (8,5kW) | Λαμπτήρες T5 (χειροκίνητος έλεγχος) (8,5kW) | Λαμπτήρες T5 (αυτόματος έλεγχος) (8,5kW) | Λαμπτήρες T5 (αυτόματος έλεγχος) (8,5kW) |
| Φωτοβολταϊκό σύστημα | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | 10kWp | 10kWp | 10kWp |
| Ηλιακός συλλέκτης | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ | 50m ² | ΥΠ. ΣΥΣΤΗΜΑ |

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

Ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις κτιρίου

Ενεργειακή απαίτηση για Θέρμανση 24,4 kWh/m² ετησίως

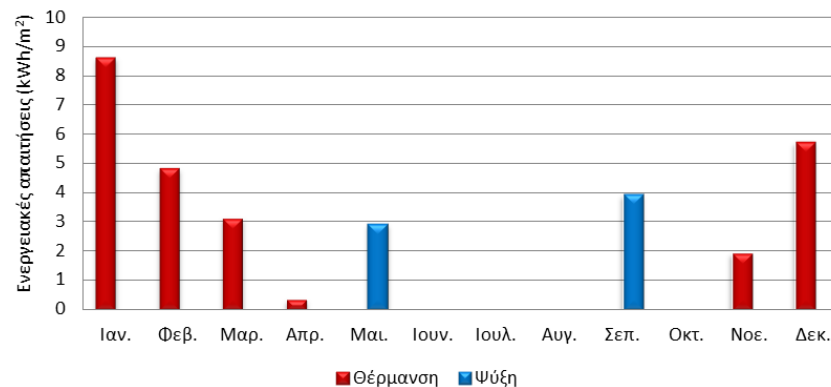
Ενεργειακή κατανάλωση για Θέρμανση 56,3 kWh/m² ετησίως

Ενεργειακή απαίτηση για Ψύξη 6,8 kWh/m² ετησίως

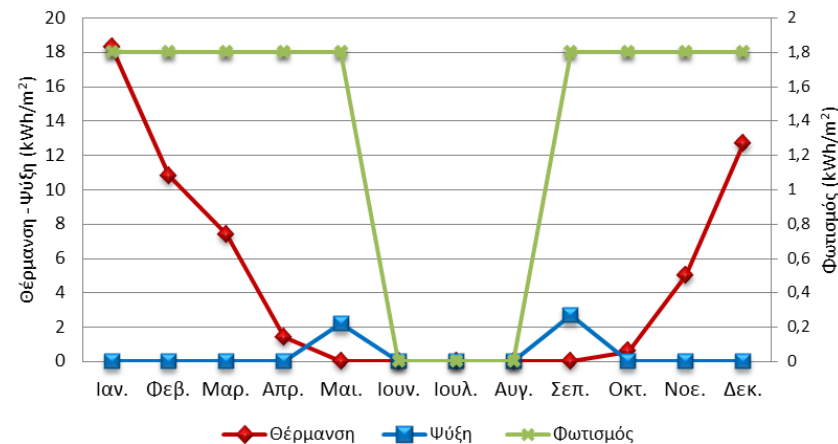
Ενεργειακή κατανάλωση για Ψύξη 4,9 kWh/m² ετησίως

Ενεργειακή κατανάλωση για Φωτισμό 15,8 kWh/m² ετησίως

Ενεργειακές απαιτήσεις για Θέρμανση και Ψύξη του κτιρίου για την Υφιστάμενη Κατάσταση

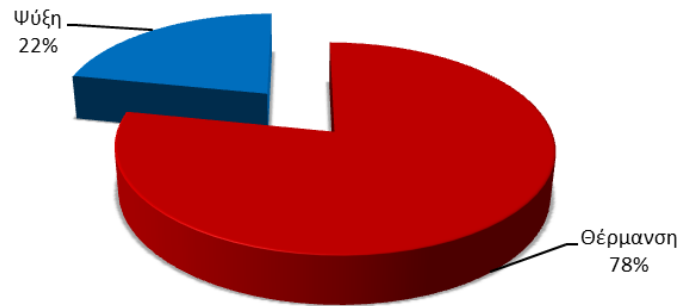


Ενεργειακή κατανάλωση για Θέρμανση, Ψύξη και Φωτισμό του κτιρίου για την Υφιστάμενη Κατάσταση

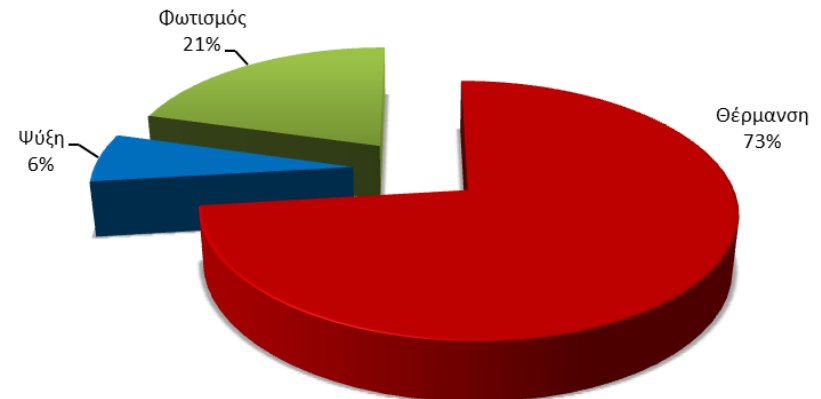


ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

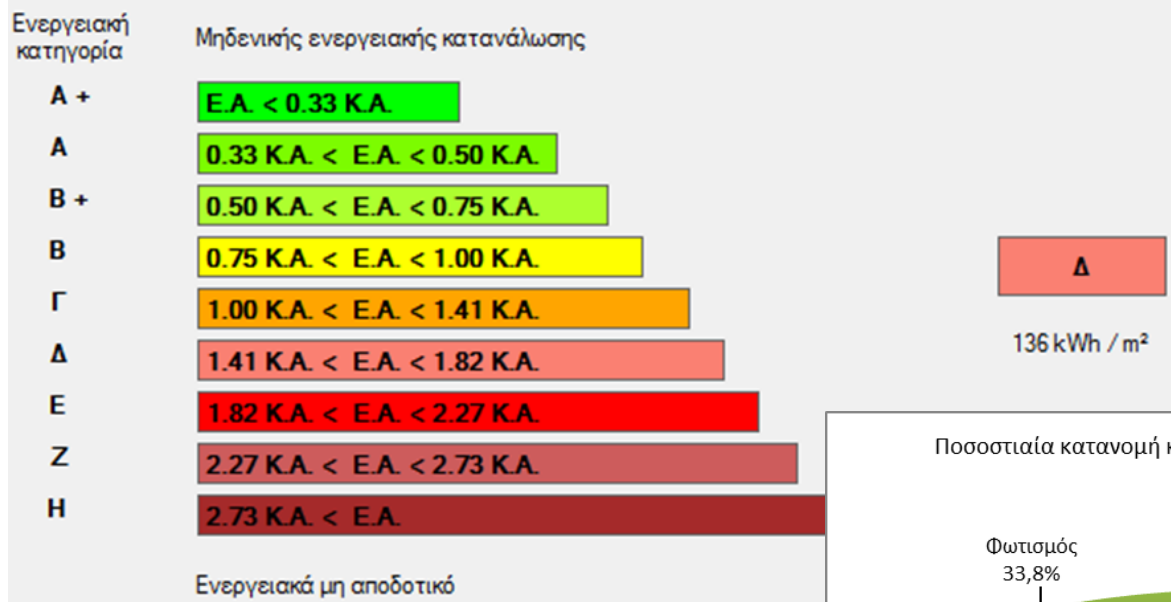
Ποσοστιαία κατανομή ενεργειακών απαιτήσεων ετησίως για την Υφιστάμενη Κατάσταση



Ποσοστιαία κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης ετησίως για την Υφιστάμενη Κατάσταση



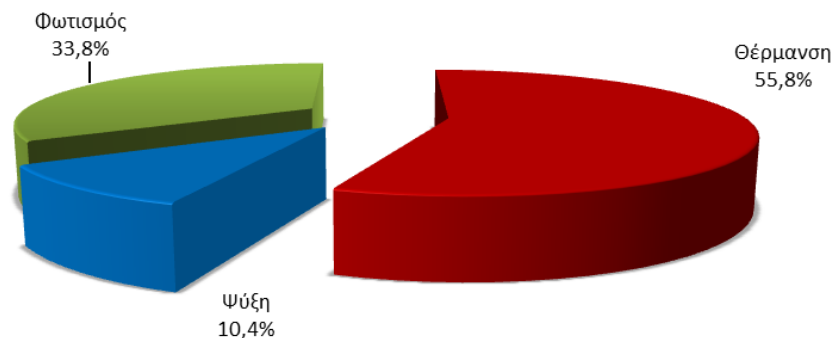
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ



Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση

| | |
|----------|------------------------|
| Θέρμανση | 75.9kWh/m ² |
| Ψύξη | 14.2kWh/m ² |
| Φωτισμός | 45.9kWh/m ² |

Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας ετησίως για την Υφιστάμενη Κατάσταση



ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

- Οι ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη ανά Σενάριο είναι:

| Σενάρια | Θέρμανση (kWh/(m ² yr)) | Ψύξη (kWh/(m ² yr)) |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Υφιστάμενη Κατάσταση | 24,4 | 6,8 |
| Σενάριο [1] | 10,8 | 4,4 |
| Σενάριο [2] | 12,6 | 4,0 |
| Σενάριο [3] | 11,3 | 4,0 |
| Σενάριο [4] | 11,5 | 4,0 |
| Σενάριο [5] | 9,9 | 4,1 |

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

- Η ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και η ενέργεια από ΑΠΕ ανά Σενάριο είναι:

| Σενάρια | Θέρμανση | Ψύξη | Φωτισμός | Ενέργεια από Φωτοβολταϊκά | Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση |
|-----------------------------|---------------------------|------------|-------------|---------------------------|------------------------------|
| | (kWh/(m ² yr)) | | | | |
| Υφιστάμενη Κατάσταση | 56,3 | 4,9 | 15,8 | - | - |
| Σενάριο [1] | 20,3 | 3,2 | 15,8 | - | - |
| Σενάριο [2] | 11,8 | 3,0 | 8,4 | - | - |
| Σενάριο [3] | 8,6 | 2,1 | 8,4 | 7,6 | - |
| Σενάριο [4] | 8,2 | 1,9 | 7,7 | 7,6 | 5,4 |
| Σενάριο [5] | 8,3 | 2,1 | 7,7 | 7,6 | - |

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

- Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση, η συνεισφορά από ΑΠΕ και η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου ανά Σενάριο είναι:

| Σενάρια | Θέρμανση | Ψύξη | Φωτισμός | Συνεισφορά ΑΠΕ | Σύνολο | Ενεργειακή Κατάταξη |
|-----------------------------|---------------------------|-------------|-------------|----------------|--------------|---------------------|
| | (kWh/(m ² yr)) | | | | | |
| Υφιστάμενη Κατάσταση | 75,9 | 14,2 | 45,9 | - | 136,0 | Δ |
| Σενάριο [1] | 34,8 | 9,2 | 45,9 | - | 90,0 | Γ |
| Σενάριο [2] | 34,3 | 8,7 | 24,4 | - | 67,4 | B |
| Σενάριο [3] | 24,8 | 6,0 | 24,4 | 27,6 | 27,6 | A+ |
| Σενάριο [4] | 21,3 | 5,6 | 22,3 | 26,7 | 22,5 | A+ |
| Σενάριο [5] | 24,2 | 6,0 | 22,3 | 26,7 | 25,7 | A+ |

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

- Οι εκπομπές CO₂ ανά Σενάριο είναι:

| Σενάρια | Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²) |
|-----------------------------|---|
| Υφιστάμενη Κατάσταση | 41,0 |
| Σενάριο [1] | 28,5 |
| Σενάριο [2] | 22,9 |
| Σενάριο [3] | 9,2 |
| Σενάριο [4] | 7,1 |
| Σενάριο [5] | 8,5 |

ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ



ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

| Σενάρια | Υφιστάμενη Κατάσταση | Σενάριο [1] | Σενάριο [2] | Σενάριο [3] | Σενάριο [4] | Σενάριο [5] |
|--|-----------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Λειτουργικό κόστος (€) | 108.434,30 | 32.563,60 | 15.509,80 | 4.641,60 | 13.479,00 | 3.794,70 |
| Αρχικό κόστος επένδυσης (€) | | 465.700,00 | 658.400,00 | 1.496.080,00 | 1.006.060,00 | 1.769.810,00 |
| Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²) | | 190,1 | 242,7 | 281,2 | 250 | 284,3 |
| Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%) | | 63,6 | 81,2 | 94,1 | 83,7 | 95,2 |
| Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh) | | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,6 | 0,9 |
| Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²) | | 58,3 | 74,4 | 87,8 | 76,9 | 88,8 |
| Περίοδος αποπληρωμής (έτη) | | 6,1 | 7,1 | 14,4 | 10,6 | 16,9 |

ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΧΟΛΕΙΟ

| Σενάρια | Υφιστάμενη Κατάσταση | Σενάριο [1] | Σενάριο [2] | Σενάριο [3] | Σενάριο [4] | Σενάριο [5] |
|--|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Λειτουργικό κόστος (€) | 13.616,80 | 13.619,40 | 6.996,10 | 4.689,80 | 1.571,40 | 1.727,90 |
| Αρχικό κόστος επένδυσης (€) | | | 124.524,90 | 180.904,90 | 368.269,10 | 388.938,20 |
| Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²) | | | 46 | 68,6 | 113,5 | 110,3 |
| Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%) | | | 33,8 | 50,5 | 83,5 | 81,1 |
| Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh) | | | 1,5 | 1,5 | 1,8 | 2 |
| Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²) | | | 12,4 | 18 | 33,9 | 32,5 |
| Περίοδος αποπληρωμής (έτη) | | | 18,8 | 20,3 | 30,6 | 32,7 |

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ

