



**ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΩΝ
ΥΛΙΚΩΝ *MONOSTOP THERMO* ΚΑΙ *MONOSTOP THERMO ROOF* ΤΗΣ
ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ BERLING ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ**

Ιούλιος 2015

**ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΩΝ
ΥΛΙΚΩΝ *MONOSTOP THERMO* ΚΑΙ *MONOSTOP THERMO ROOF* ΤΗΣ
ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ BERLING ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ**

Επιστημονικός υπεύθυνος:

Ματθαίος Σανταμούρης

Επιστημονικός συνεργάτης:

Έλενα Μαστραποστόλη

Περίληψη

Στην παρούσα μελέτη παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της χρήσης των ανακλαστικών υλικών MONOSTOP THERMO ROOF και MONOSTOP THERMO, της εταιρείας BERLING, στην οροφή και στο κέλυφος ενός κτιρίου αναφοράς.

Στόχος της εργασίας είναι να διερευνηθούν τα οφέλη της χρήσης των παραπάνω υλικών τόσο στην εσωτερική θερμοκρασία όσο και στην ανάγκη του κτιρίου για ψύξη. Συγκεκριμένα η μελέτη πραγματοποιήθηκε για διαφορετικά κλιματικά δεδομένα, καλύπτοντας τις κλιματικές ζώνες Α, Β και Γ.

Εισαγωγή

Η εκτεταμένη χρήση υλικών με ακατάλληλα οπτικά και θερμικά χαρακτηριστικά στις σύγχρονες πόλεις προκαλεί την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας και περιορίζει την ικανότητα τους να αποβάλλουν την ηλιακή ακτινοβολία που απορρόφησαν, υπό μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της νύκτας. Το αποτέλεσμα είναι η αύξηση της θερμοκρασίας των κτιρίων και των υπόλοιπων επιφανειών του αστικού περιβάλλοντος η οποία οδηγεί σε έλλειψη θερμικής άνεσης, μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση και αύξηση του κόστους της ενέργειας για δροσισμό καθώς και σε αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

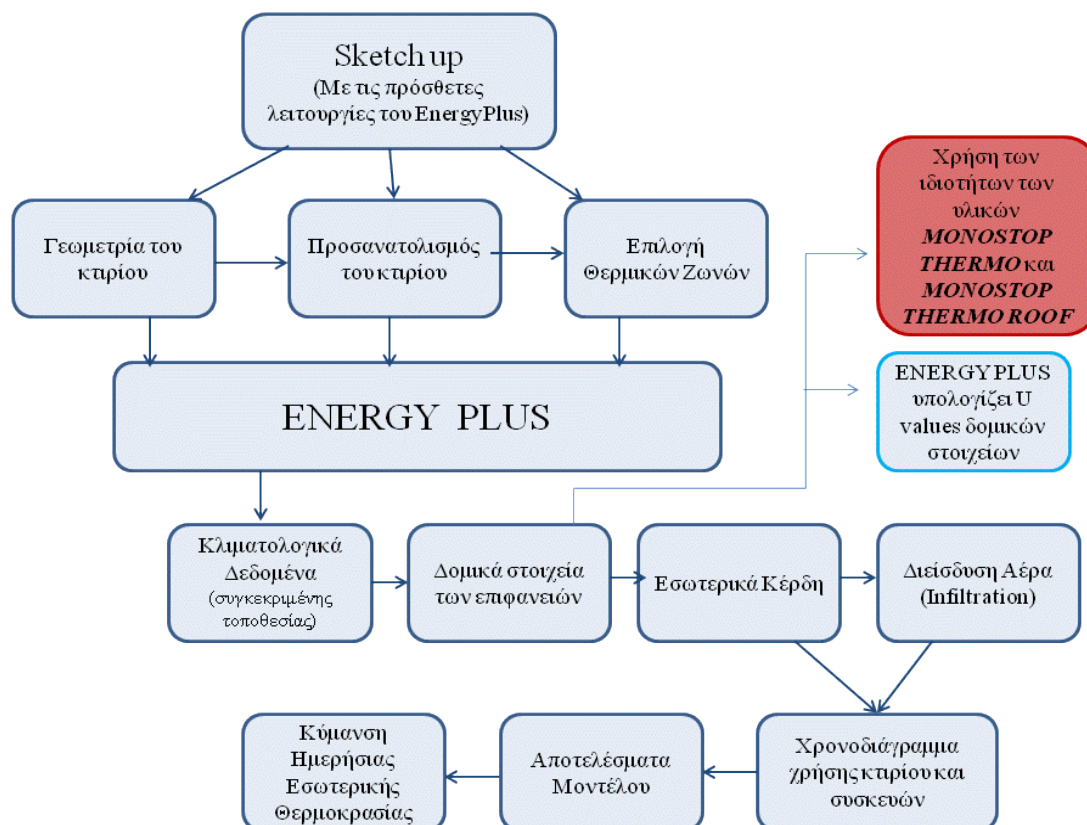
Τα ψυχρά υλικά έχουν την ιδιότητα να αναπτύσσουν χαμηλότερη επιφανειακή θερμοκρασία συγκριτικά με άλλα υλικά που παρουσιάζουν υψηλή απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας και μικρή εκπομπή στο υπέρυθρο. Η ιδιότητά τους αυτή καθιστά τη χρήση τους στο αστικό περιβάλλον μία από τις σημαντικότερες μεθόδους για την αντιμετώπιση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας αλλά και μια από τις τεχνικές παθητικού δροσισμού.

Περιγραφή της διαδικασίας

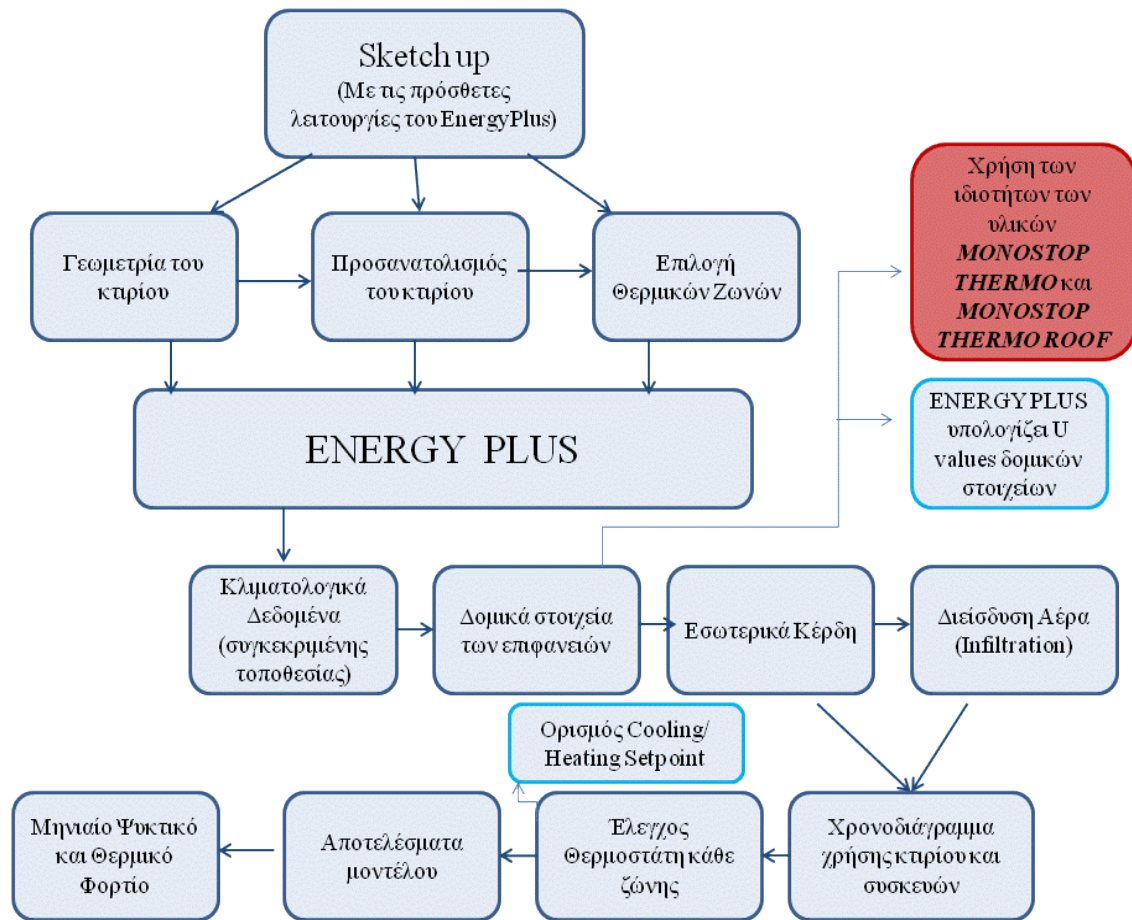
Η διαδικασία που ακολουθήθηκε περιλαμβάνει αρχικά προσομοιώσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας και του ψυκτικού φορτίου σε ένα κτίριο αναφοράς (σενάριο αναφοράς). Στη συνέχεια εφαρμόστηκαν δύο σενάρια και επαναλήφθηκαν οι υπολογισμοί. Τα σενάρια που εφαρμόστηκαν είναι τα εξής:

- Σενάριο 1: Εφαρμογή του MONOSTOP THERMO roof στην οροφή του κτιρίου
- Σενάριο 2: Εφαρμογή του MONOSTOP THERMO roof και του MONOSTOP THERMO στην οροφή και το κέλυφος του κτιρίου

Οι προσομοιώσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του λογισμικού Energy Plus. Στα διαγράμματα ροής που παρουσιάζονται στη συνέχεια εμφανίζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για το θεωρητικό υπολογισμό τόσο της εσωτερικής θερμοκρασίας (Διάγραμμα 1) όσο και του ψυκτικού και θερμικού φορτίου (Διάγραμμα 2).

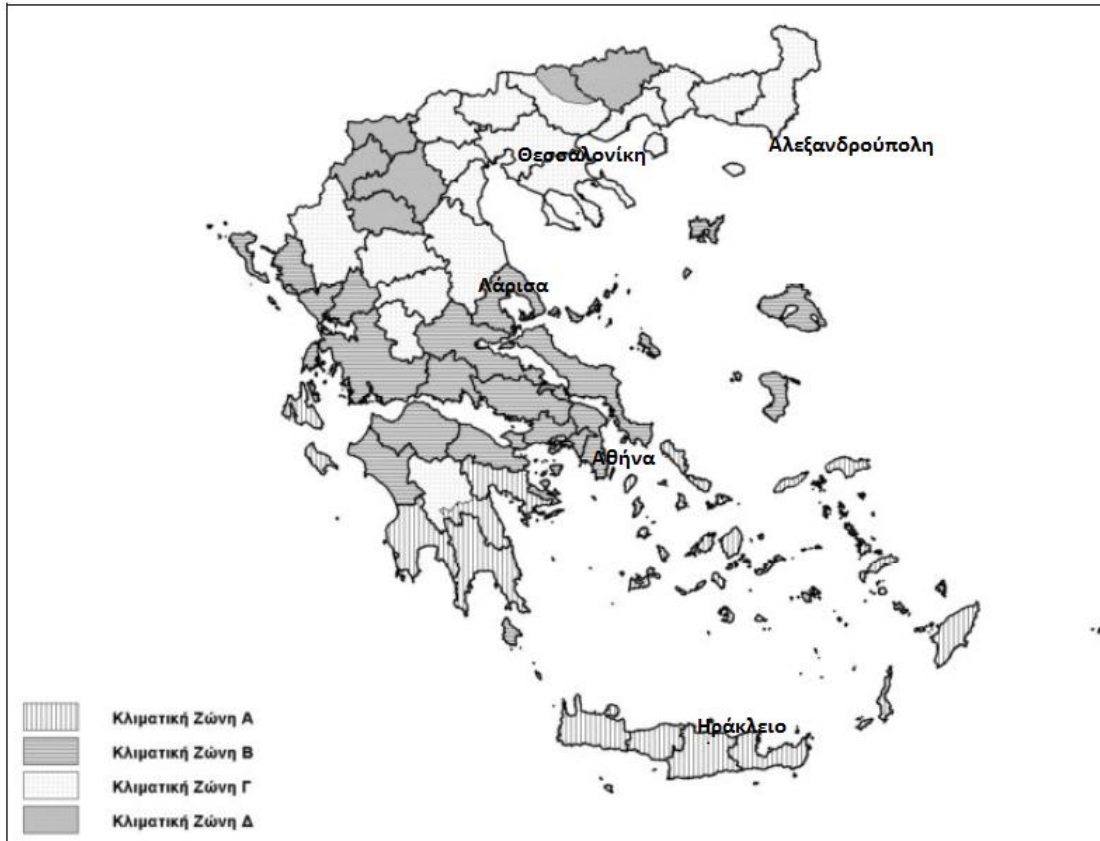


Διάγραμμα 1 Θεωρητικός υπολογισμός της ημερήσιας εσωτερικής θερμοκρασίας



Διάγραμμα 2 Θεωρητικός υπολογισμός του μηνιαίου ψυκτικού και θερμικού φορτίου

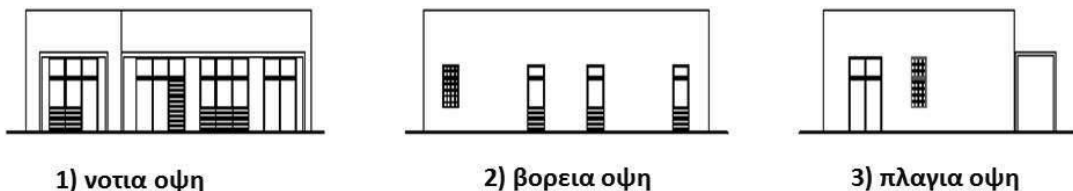
Με στόχο να παρουσιαστούν αποτελέσματα για διαφορετικές κλιματικές συνθήκες, στις προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν κλιματικά δεδομένα για την Αθήνα, τη Θεσσαλονίκη, τη Λάρισα, την Αλεξανδρούπολη και το Ηράκλειο (Εικόνα 1).



Εικόνα 1 Χάρτης με τις κλιματικές ζώνες

Περιγραφή του κτιρίου αναφοράς

Το κτίριο που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2). Πρόκειται για μία ισόγεια κατοικία. Ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι Νότιος. Η συνολική επιφάνεια της κατοικίας είναι 135m^2 και το ολικό ύψος της είναι 4m.



Εικόνα 2 Διάταξη κτιρίου

Για τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες του κτιρίου χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές που προβλέπονται από τον εθνικό κανονισμό (ΚΕΝΑΚ). Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τους συντελεστές θερμικής διαπερατότητας του κελύφους (U values). Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τις οπτικές και θερμικές ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στο σενάριο αναφοράς καθώς και στα σενάρια 1 και 2, όπως αυτές μετρήθηκαν από το Εργαστήριο της Ομάδας Μελετών Κτιριακού Περιβάλλοντος του ΕΚΠΑ.

Πίνακας 1 Τιμές θερμικής διαπερατότητας κτιρίου

| Θερμική διαπερατότητα | W/m² K |
|------------------------------|--------------------------|
| Κάθετος Τοίχος (UV-W) | 0,40 |
| Οροφή (UV-D) | 0,40 |
| Δάπεδο (UV-G) | 0,75 |

Πίνακας 2 Οπτικές και θερμικές ιδιότητες

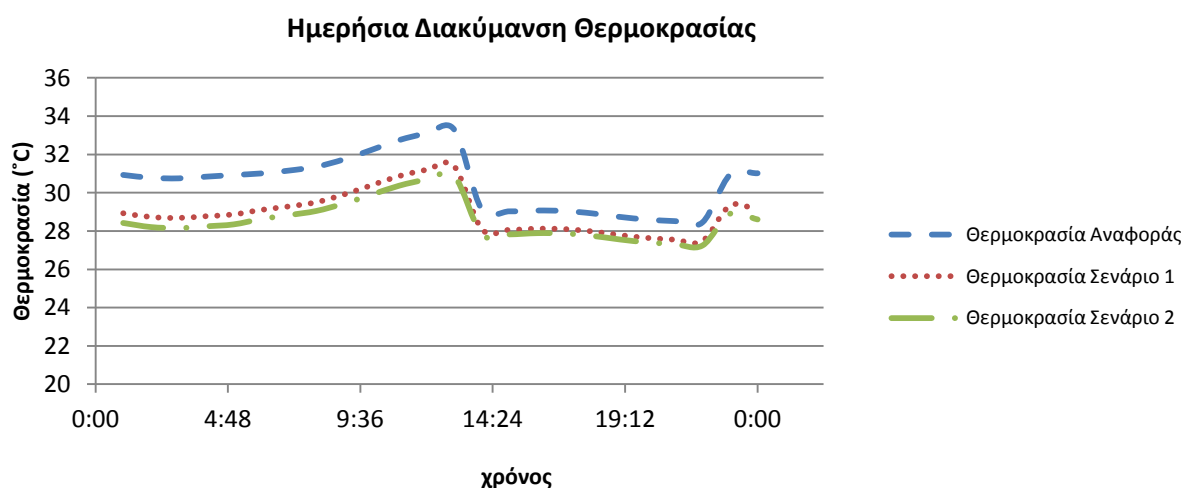
| | Ολική ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία | Συντελεστής εκπομπής (e) |
|-----------------------------|--|---------------------------------|
| MONOSTOP THERMO roof | 0,87 | 0,83 |
| MONOSTOP THERMO | 0,87 | 0,83 |

Αποτελέσματα

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων για τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας, της Θεσσαλονίκης, της Λάρισας, της Αλεξανδρούπολης και του Ηρακλείου. Το πρώτο μέρος της μελέτης περιελάμβανε την εκτίμηση της εσωτερικής θερμοκρασίας για το σενάριο αναφοράς και για τα σενάρια 1 και 2 ενώ στο δεύτερο μέρος παρουσιάζεται ο θεωρητικός υπολογισμός του ετήσιου θερμικού και ψυκτικού φορτίου του κτιρίου για κάθε κλιματική ζώνη.

Κλιματικά δεδομένα Αθήνας:

Το σχήμα 1 παρουσιάζει τη σύγκριση των εσωτερικών θερμοκρασιών για την ίδια καλοκαιρινή ημέρα με την υψηλότερη εξωτερική θερμοκρασία.

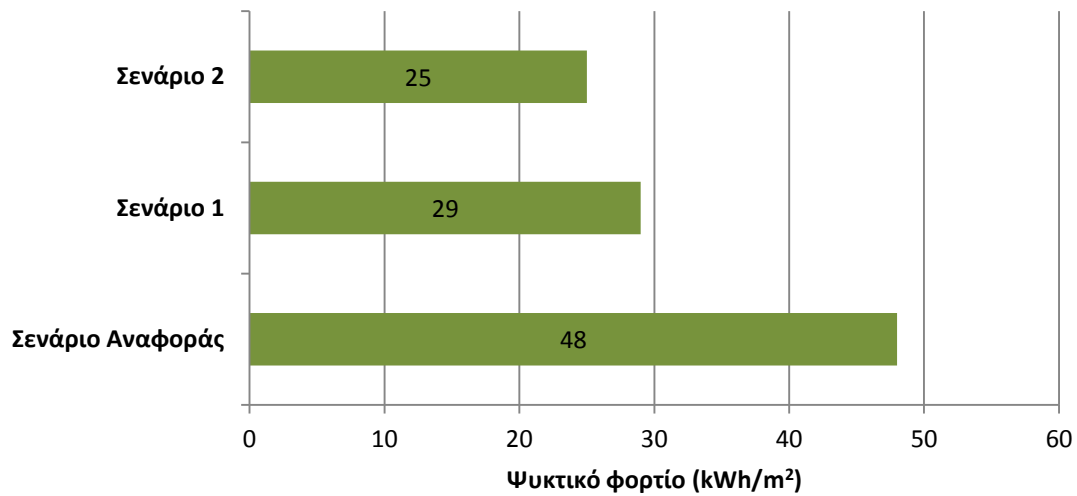


Σχήμα 1 Ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας για το σενάριο αναφοράς και τα σενάρια 1&2

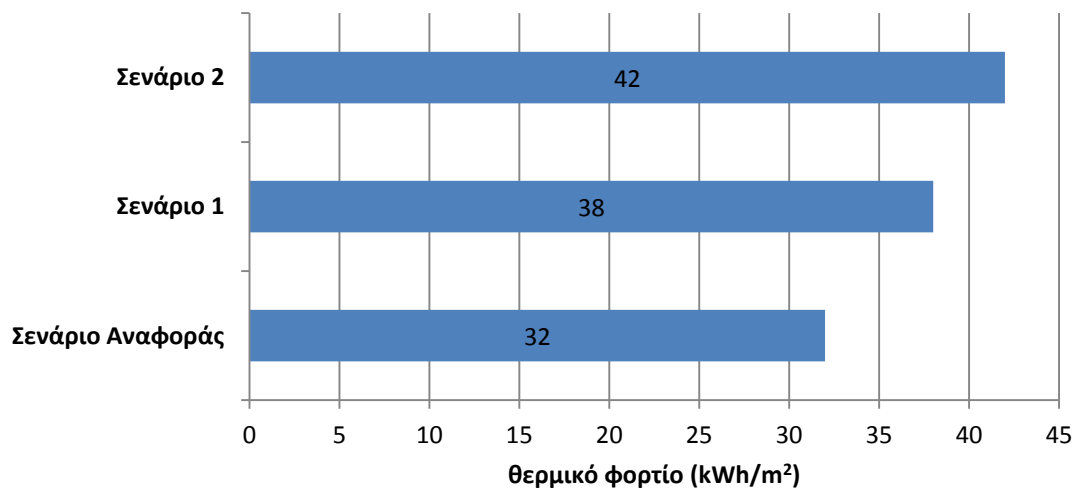
Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μία μείωση της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου 1 κατά **2°C** ενώ μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου 2 η μείωση είναι περίπου **3°C**.

Εκτός από την εκτίμηση της εσωτερικής θερμοκρασίας πραγματοποιήθηκε και υπολογισμός για την ανάγκη του κτιρίου για ψύξη με στόχο να καταγραφεί η επίδραση της χρήσης των υλικών στην κατανάλωση του κτιρίου. Στο σχήμα 2

παρουσιάζεται το ψυκτικό φορτίο και στα τρία σενάρια ενώ στο σχήμα 3 το θερμικό φορτίο.



Σχήμα 2 Ετήσιο ψυκτικό φορτίο για τα τρία σενάρια



Σχήμα 3 Ετήσιο θερμικό φορτίο για τα τρία σενάρια

Πιο αναλυτικά, στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζεται η μηνιαία κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη για το σενάριο αναφοράς (Πίνακας 3) και τα σενάρια 1 (Πίνακας 4) και 2 (Πίνακας 5).

Πίνακας 3 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο αναφοράς

| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m ²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m ²) |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Ιανουάριος | 7,79 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 8,41 | 0,00 |
| Μάρτιος | 5,51 | 0,00 |
| Απρίλιος | 0,78 | 0,00 |
| Μάιος | 0,00 | 1,04 |
| Ιούνιος | 0,00 | 8,85 |
| Ιούλιος | 0,00 | 14,92 |
| Αύγουστος | 0,00 | 15,02 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 7,54 |
| Οκτώβριος | 0,00 | 0,62 |
| Νοέμβριος | 1,82 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 8,11 | 0,00 |

Πίνακας 4 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο 1

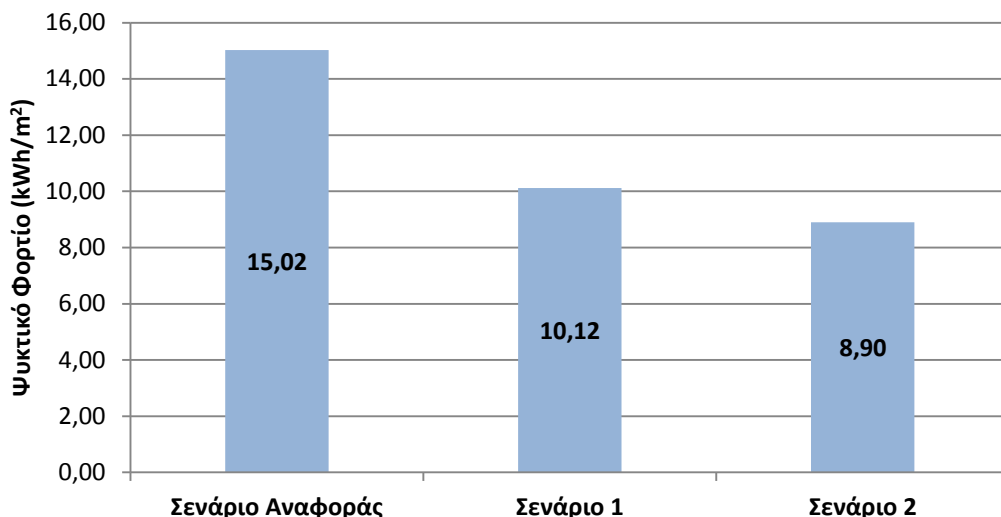
| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m ²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m ²) |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Ιανουάριος | 8,62 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 9,39 | 0,00 |
| Μάρτιος | 7,10 | 0,00 |
| Απρίλιος | 1,70 | 0,00 |
| Μάιος | 0,00 | 0,09 |
| Ιούνιος | 0,00 | 4,78 |
| Ιούλιος | 0,00 | 9,78 |
| Αύγουστος | 0,00 | 10,12 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 4,15 |
| Οκτώβριος | 0,00 | 0,23 |
| Νοέμβριος | 2,40 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 8,76 | 0,00 |

Πίνακας 5 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο 2

| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m ²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m ²) |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Ιανουάριος | 9,28 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 10,09 | 0,00 |
| Μάρτιος | 7,96 | 0,00 |
| Απρίλιος | 2,28 | 0,00 |
| Μάιος | 0,02 | 0,02 |
| Ιούνιος | 0,00 | 3,89 |
| Ιούλιος | 0,00 | 8,53 |
| Αύγουστος | 0,00 | 8,90 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 3,25 |
| Οκτώβριος | 0,00 | 0,14 |
| Νοέμβριος | 2,88 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 9,38 | 0,00 |

Το ποσοστό μείωσης του ψυκτικού φορτίου μετά την εφαρμογή του υλικού MONOSTOP THERMO ROOF στην οροφή (σενάριο 1) σημειώθηκε να είναι **40%** ενώ μετά την κάλυψη του κελύφους του κτιρίου με το υλικό MONOSTOP THERMO το ποσοστό μείωσης του ψυκτικού φορτίου βρέθηκε να είναι **48%**.

Αναλυτικότερα, για το μήνα Αύγουστο που σημειώνεται η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη, παρατηρείται μία πολύ σημαντική μείωση μετά την εφαρμογή των σεναρίων 1 και 2. Συγκεκριμένα μετά την εφαρμογή του MONOSTOP THERMO ROOF (σενάριο 1) η μηνιαία κατανάλωση ενέργεια για ψύξη μειώθηκε περίπου 5kWh/m², ενώ με την πρόσθετη εφαρμογή του υλικού MONOSTOP THERMO στο κέλυφος του κτιρίου σημειώθηκε μείωση περίπου 7 kWh/m² σε σύγκριση με το σενάριο αναφοράς (σχήμα 4).

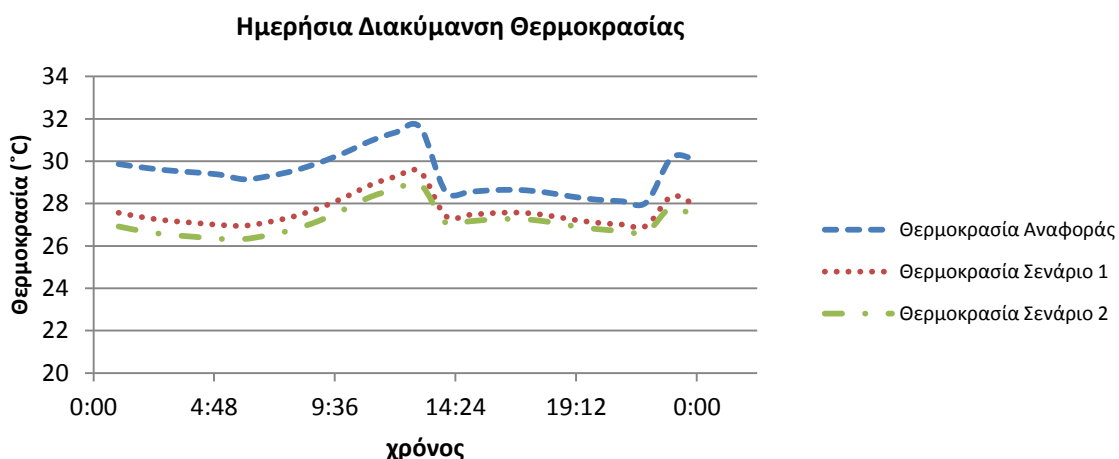


Σχήμα 4 Μηνιαία (Αυγούστου) κατανάλωση ενέργειας για ψύξη και για τα 3 σενάρια

Η ετήσια αύξηση του θερμικού φορτίου κυμάνθηκε από 6 kWh/m² (σενάριο αναφοράς- σενάριο 1) έως 10 kWh/m² (σενάριο αναφοράς- σενάριο 2).

Κλιματικά δεδομένα Θεσσαλονίκης:

Το σχήμα 5 παρουσιάζει τη σύγκριση των εσωτερικών θερμοκρασιών για την ίδια καλοκαιρινή ημέρα με την υψηλότερη εξωτερική θερμοκρασία.

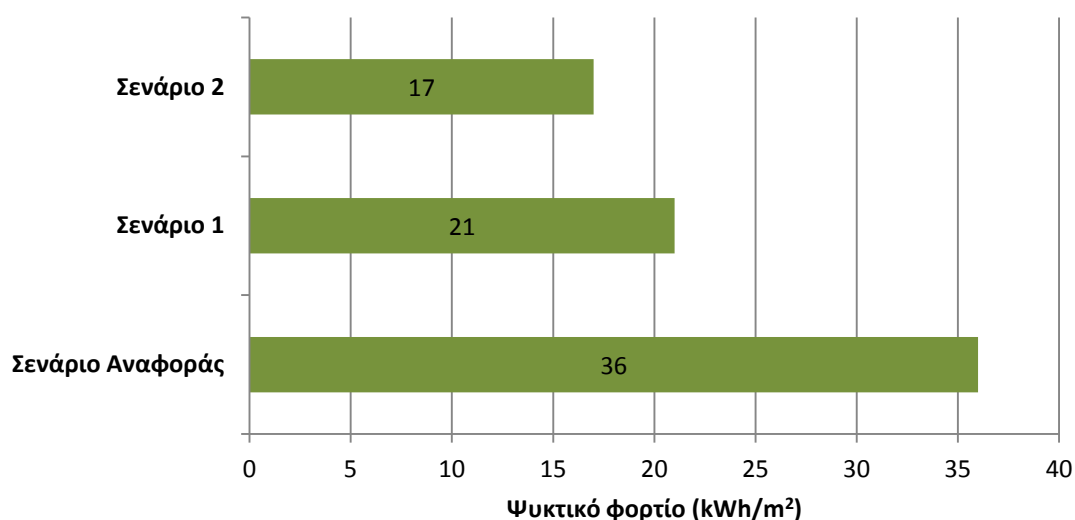


Σχήμα 5 Ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας για το σενάριο αναφοράς και τα σενάρια 1&2

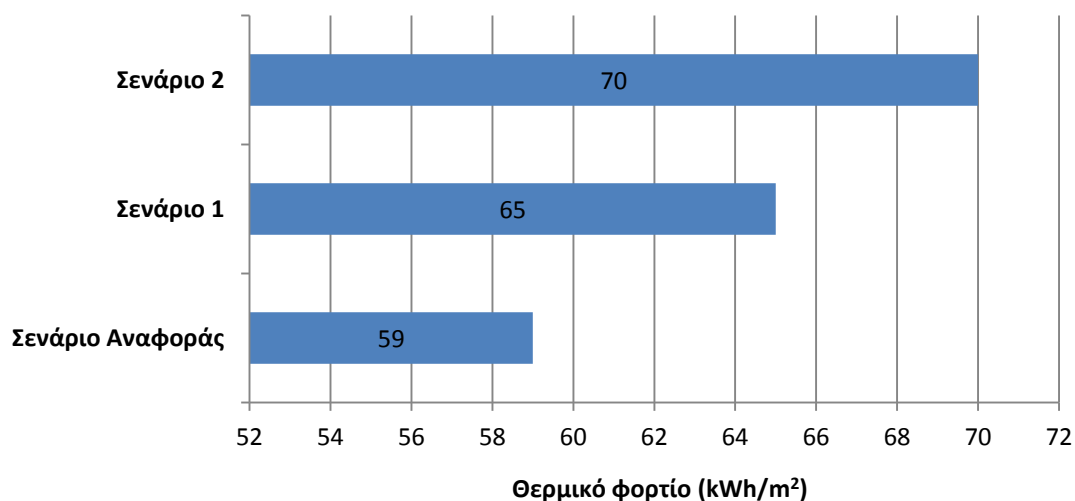
Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μία μείωση της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου 1 κατά

1°C ενώ μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου 2 η μείωση είναι περίπου 2°C.

Εκτός από την εκτίμηση της εσωτερικής θερμοκρασίας πραγματοποιήθηκε και υπολογισμός για την ανάγκη του κτιρίου για ψύξη με στόχο να καταγραφεί η επίδραση της χρήσης των υλικών στην κατανάλωση του κτιρίου. Στο σχήμα 6 παρουσιάζεται το ψυκτικό φορτίο και στα τρία σενάρια ενώ στο σχήμα 7 το θερμικό φορτίο.



Σχήμα 6 Ετήσιο ψυκτικό φορτίο για τα τρία σενάρια



Σχήμα 7 Ετήσιο θερμικό φορτίο για τα τρία σενάρια

Πιο αναλυτικά, στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζεται η μηνιαία κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη για το σενάριο αναφοράς (Πίνακας 6) και τα σενάρια 1 (Πίνακας 7) και 2 (Πίνακας 8).

Πίνακας 6 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο αναφοράς

| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m²) |
|-------------|---|---|
| Ιανουάριος | 15,65 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 11,58 | 0,00 |
| Μάρτιος | 7,57 | 0,00 |
| Απρίλιος | 1,72 | 0,00 |
| Μάιος | 0,05 | 1,34 |
| Ιούνιος | 0,00 | 6,82 |
| Ιούλιος | 0,00 | 12,34 |
| Αύγουστος | 0,00 | 11,80 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 3,74 |
| Οκτώβριος | 0,99 | 0,19 |
| Νοέμβριος | 6,09 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 15,20 | 0,00 |

Πίνακας 7 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο 1

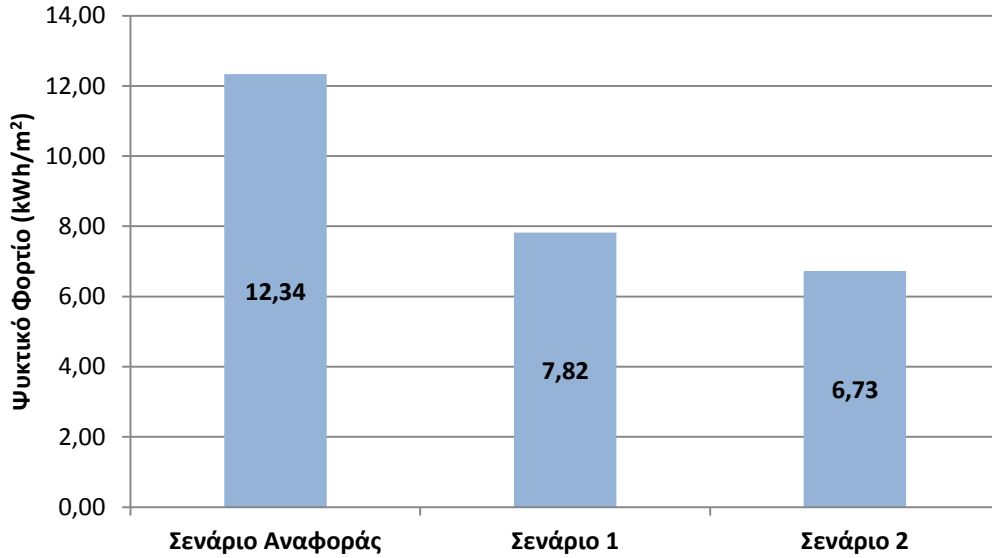
| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m²) |
|-------------|---|---|
| Ιανουάριος | 16,08 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 12,69 | 0,00 |
| Μάρτιος | 9,41 | 0,00 |
| Απρίλιος | 3,08 | 0,00 |
| Μάιος | 0,19 | 0,40 |
| Ιούνιος | 0,00 | 3,42 |
| Ιούλιος | 0,00 | 7,82 |
| Αύγουστος | 0,00 | 7,42 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 1,72 |
| Οκτώβριος | 1,37 | 0,02 |
| Νοέμβριος | 6,92 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 15,31 | 0,00 |

Πίνακας 8 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο 2

| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m²) |
|--------------------|---|---|
| Ιανουάριος | 16,80 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 13,57 | 0,00 |
| Μάρτιος | 10,37 | 0,00 |
| Απρίλιος | 3,81 | 0,00 |
| Μάιος | 0,27 | 0,23 |
| Ιούνιος | 0,00 | 2,69 |
| Ιούλιος | 0,00 | 6,73 |
| Αύγουστος | 0,00 | 6,33 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 1,22 |
| Οκτώβριος | 1,61 | 0,00 |
| Νοέμβριος | 7,56 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 15,89 | 0,00 |

Το ποσοστό μείωσης του ψυκτικού φορτίου μετά την εφαρμογή του υλικού MONOSTOP THERMO ROOF στην οροφή (σενάριο 1) σημειώθηκε να είναι **42%** ενώ μετά την κάλυψη του κελύφους του κτιρίου με το υλικό MONOSTOP THERMO το ποσοστό μείωσης του ψυκτικού φορτίου βρέθηκε να είναι **53%**.

Αναλυτικότερα, για το μήνα Ιούλιο που σημειώνεται η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη, παρατηρείται μία πολύ σημαντική μείωση μετά την εφαρμογή των σεναρίων 1 και 2. Συγκεκριμένα μετά την εφαρμογή του MONOSTOP THERMO ROOF (σενάριο 1) η μηνιαία κατανάλωση ενέργεια για ψύξη μειώθηκε περίπου 5kWh/m², ενώ με την πρόσθετη εφαρμογή του υλικού MONOSTOP THERMO στο κέλυφος του κτιρίου σημειώθηκε μείωση περίπου 6kWh/m² σε σύγκριση με το σενάριο αναφοράς (σχήμα 8).

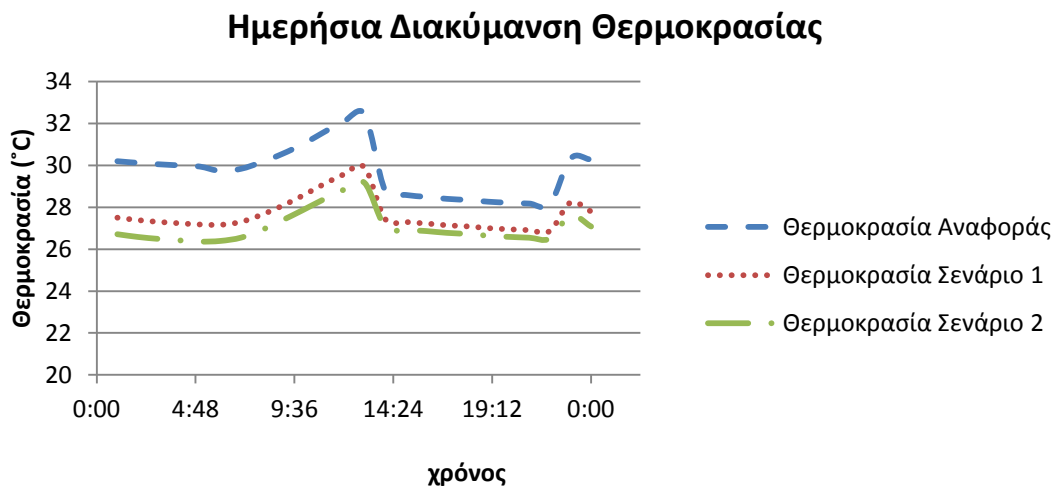


Σχήμα 8 Μηνιαία (Ιουλίου) κατανάλωση ενέργειας για ψύξη και για τα 3 σενάρια

Η ετήσια αύξηση του θερμικού φορτίου κυμάνθηκε από 6 kWh/m² (σενάριο αναφοράς- σενάριο 1) έως 11 kWh/m² (σενάριο αναφοράς- σενάριο 2).

Κλιματικά δεδομένα Λάρισας:

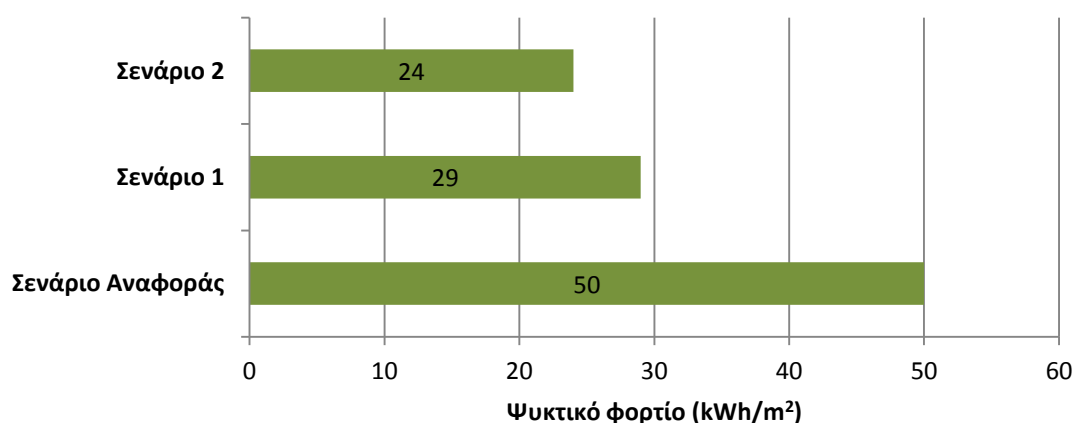
Το σχήμα 7 παρουσιάζει τη σύγκριση των εσωτερικών θερμοκρασιών για την ίδια καλοκαιρινή ημέρα με την υψηλότερη εξωτερική θερμοκρασία.



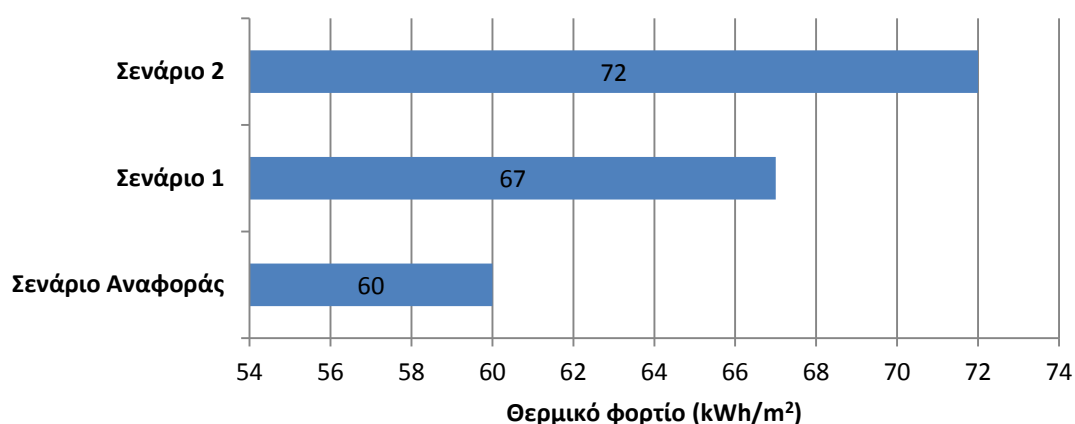
Σχήμα 7 Ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας για το σενάριο αναφοράς και τα σενάρια 1&2

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μία μείωση της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου 1 κατά **2°C** ενώ μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου 2 η μείωση είναι περίπου **3°C**.

Εκτός από την εκτίμηση της εσωτερικής θερμοκρασίας πραγματοποιήθηκε και υπολογισμός για την ανάγκη του κτιρίου για ψύξη με στόχο να καταγραφεί η επίδραση της χρήσης των υλικών στην κατανάλωση του κτιρίου. Στο σχήμα 9 παρουσιάζεται το ψυκτικό φορτίο και στα τρία σενάρια ενώ στο σχήμα 10 το θερμικό φορτίο.



Σχήμα 9 Ετήσιο ψυκτικό φορτίο για τα τρία σενάρια



Σχήμα 10 Ετήσιο θερμικό φορτίο για τα τρία σενάρια

Πιο αναλυτικά, στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζεται η μηνιαία κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη για το σενάριο αναφοράς (Πίνακας 9) και τα σενάρια 1 (Πίνακας 10) και 2 (Πίνακας 11).

Πίνακας 9 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο αναφοράς

| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m²) |
|-------------|---|---|
| Ιανουάριος | 18,06 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 13,64 | 0,00 |
| Μάρτιος | 6,94 | 0,00 |
| Απρίλιος | 0,39 | 0,00 |
| Μάιος | 0,00 | 3,04 |
| Ιούνιος | 0,00 | 11,25 |
| Ιούλιος | 0,00 | 16,12 |
| Αύγουστος | 0,00 | 13,94 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 5,41 |
| Οκτώβριος | 0,17 | 0,27 |
| Νοέμβριος | 5,90 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 15,52 | 0,00 |

Πίνακας 10 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο 1

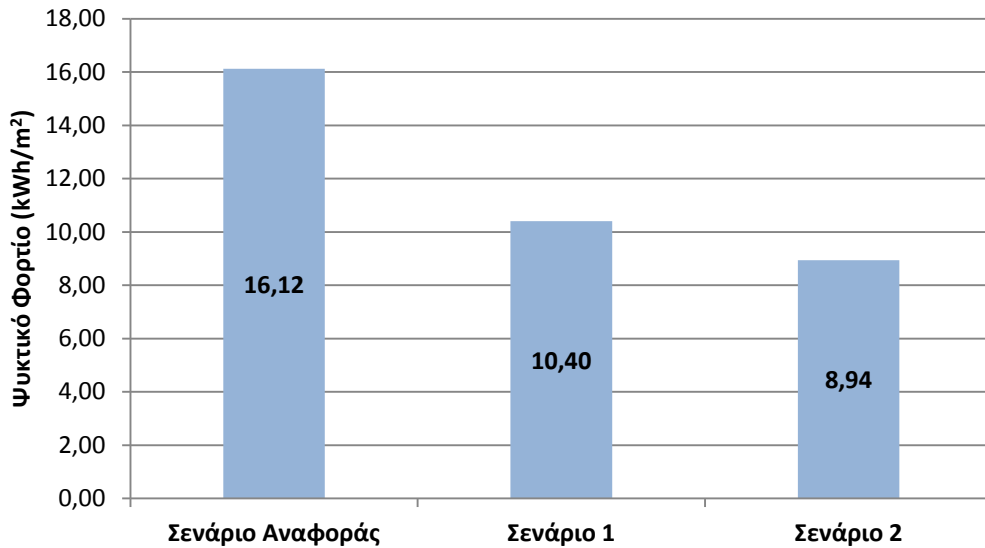
| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m²) |
|-------------|---|---|
| Ιανουάριος | 18,50 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 14,44 | 0,00 |
| Μάρτιος | 8,93 | 0,00 |
| Απρίλιος | 1,36 | 0,00 |
| Μάιος | 0,00 | 0,97 |
| Ιούνιος | 0,00 | 6,29 |
| Ιούλιος | 0,00 | 10,40 |
| Αύγουστος | 0,00 | 8,90 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 2,84 |
| Οκτώβριος | 0,41 | 0,02 |
| Νοέμβριος | 7,20 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 16,20 | 0,00 |

Πίνακας 11 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο 2

| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m²) |
|--------------------|---|---|
| Ιανουάριος | 19,19 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 15,10 | 0,00 |
| Μάρτιος | 9,96 | 0,00 |
| Απρίλιος | 2,06 | 0,00 |
| Μάιος | 0,01 | 0,56 |
| Ιούνιος | 0,00 | 5,07 |
| Ιούλιος | 0,00 | 8,94 |
| Αύγουστος | 0,00 | 7,56 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 2,17 |
| Οκτώβριος | 0,60 | 0,00 |
| Νοέμβριος | 8,01 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 16,97 | 0,00 |

Το ποσοστό μείωσης του ψυκτικού φορτίου μετά την εφαρμογή του υλικού MONOSTOP THERMO ROOF στην οροφή (σενάριο 1) σημειώθηκε να είναι **42%** ενώ μετά την κάλυψη του κελύφους του κτιρίου με το υλικό MONOSTOP THERMO το ποσοστό μείωσης του ψυκτικού φορτίου βρέθηκε να είναι **52%**.

Αναλυτικότερα, για το μήνα Ιούλιο που σημειώνεται η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη, παρατηρείται μία πολύ σημαντική μείωση μετά την εφαρμογή των σεναρίων 1 και 2. Συγκεκριμένα μετά την εφαρμογή του MONOSTOP THERMO ROOF (σενάριο 1) η μηνιαία κατανάλωση ενέργεια για ψύξη μειώθηκε περίπου 6kWh/m^2 , ενώ με την πρόσθετη εφαρμογή του υλικού MONOSTOP THERMO στο κέλυφος του κτιρίου σημειώθηκε μείωση περίπου 8kWh/m^2 σε σύγκριση με το σενάριο αναφοράς (σχήμα 11).



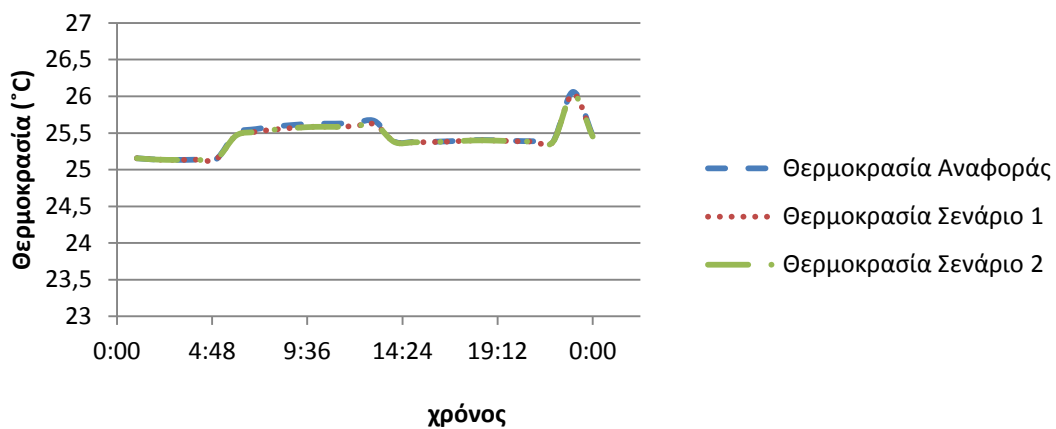
Σχήμα 11 Μηνιαία (Ιουλίου) κατανάλωση ενέργειας για ψύξη και για τα 3 σενάρια

Η ετήσια αύξηση του θερμικού φορτίου κυμάνθηκε από 7 kWh/m² (σενάριο αναφοράς- σενάριο 1) έως 12 kWh/m² (σενάριο αναφοράς- σενάριο 2).

Κλιματικά δεδομένα Αλεξανδρούπολης:

Το σχήμα 12 παρουσιάζει τη σύγκριση των εσωτερικών θερμοκρασιών για την ίδια καλοκαιρινή ημέρα με την υψηλότερη εξωτερική θερμοκρασία.

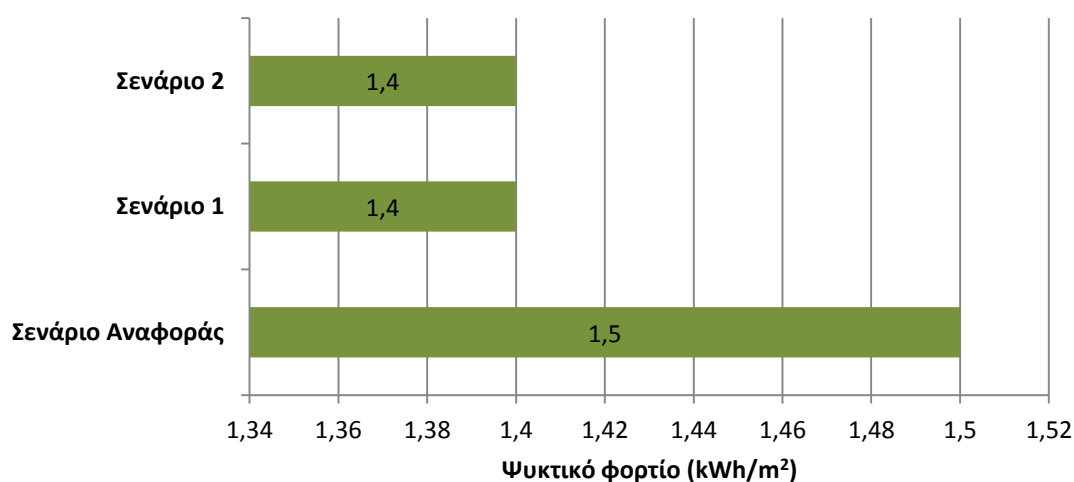
Ημερήσια Διακύμανση Θερμοκρασίας



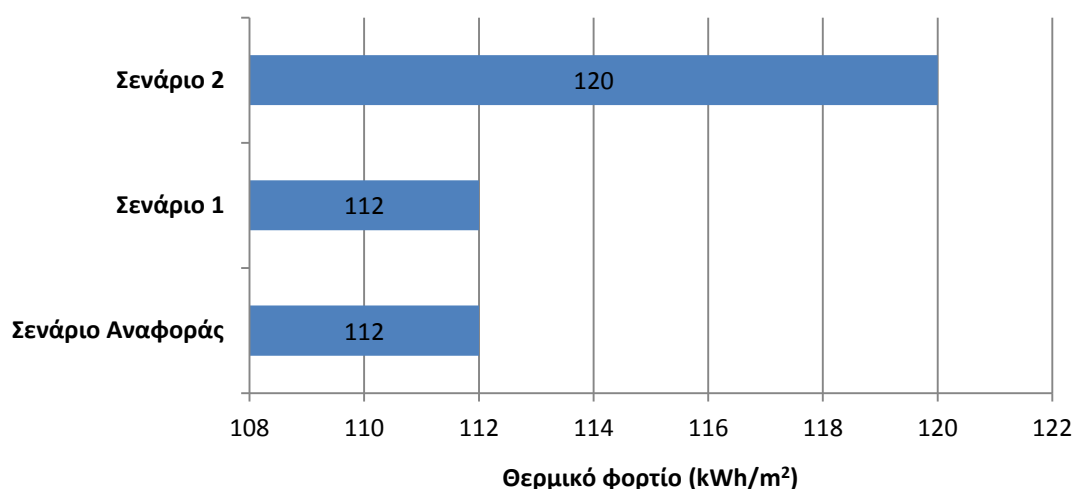
Σχήμα 12 Ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας για το σενάριο αναφοράς και τα σενάρια 1&2

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μία μείωση της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου 2 η μείωση είναι περίπου **0,5°C**.

Εκτός από την εκτίμηση της εσωτερικής θερμοκρασίας πραγματοποιήθηκε και υπολογισμός για την ανάγκη του κτιρίου για ψύξη με στόχο να καταγραφεί η επίδραση της χρήσης των υλικών στην κατανάλωση του κτιρίου. Στο σχήμα 13 παρουσιάζεται το ψυκτικό φορτίο και στα τρία σενάρια ενώ στο σχήμα 14 το θερμικό φορτίο.



Σχήμα 13 Ετήσιο ψυκτικό φορτίο για τα τρία σενάρια



Σχήμα 14 Ετήσιο θερμικό φορτίο για τα τρία σενάρια

Πιο αναλυτικά, στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζεται η μηνιαία κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη για το σενάριο αναφοράς (Πίνακας 12) και τα σενάρια 1 (Πίνακας 13) και 2 (Πίνακας 14).

Πίνακας 12 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο αναφοράς

| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m²) |
|--------------------|---|---|
| Ιανουάριος | 25,87 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 22,94 | 0,00 |
| Μάρτιος | 19,54 | 0,00 |
| Απρίλιος | 9,54 | 0,00 |
| Μάιος | 2,73 | 0,00 |
| Ιούνιος | 0,00 | 0,00 |
| Ιούλιος | 0,00 | 0,80 |
| Αύγουστος | 0,00 | 0,74 |
| Σεπτέμβριος | 0,14 | 0,00 |
| Οκτώβριος | 5,02 | 0,00 |
| Νοέμβριος | 13,15 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 21,48 | 0,00 |

Πίνακας 13 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο 1

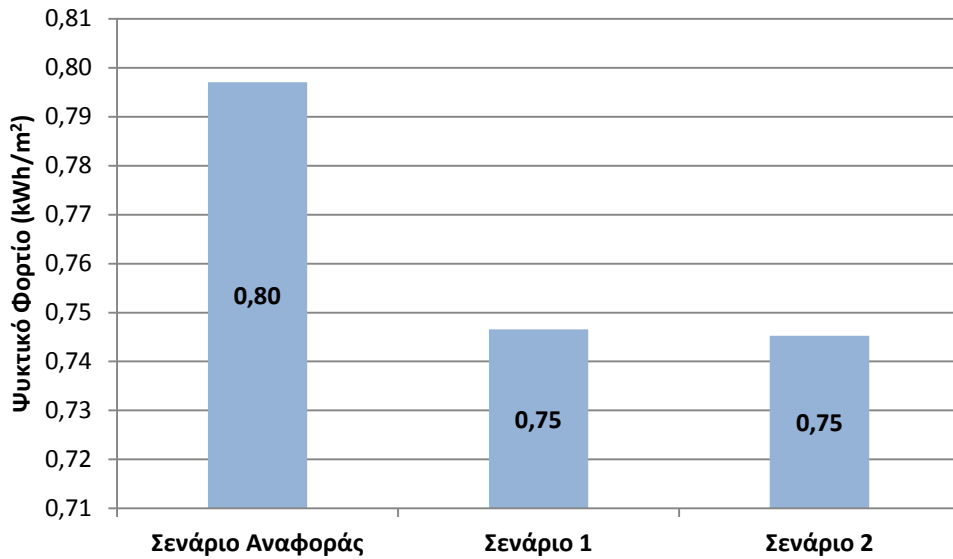
| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m²) |
|--------------------|---|---|
| Ιανουάριος | 24,11 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 21,47 | 0,00 |
| Μάρτιος | 18,25 | 0,00 |
| Απρίλιος | 8,81 | 0,00 |
| Μάιος | 2,52 | 0,00 |
| Ιούνιος | 0,00 | 0,00 |
| Ιούλιος | 0,00 | 0,75 |
| Αύγουστος | 0,00 | 0,69 |
| Σεπτέμβριος | 0,10 | 0,00 |
| Οκτώβριος | 4,52 | 0,00 |
| Νοέμβριος | 12,17 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 20,01 | 0,00 |

Πίνακας 14 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο 2

| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m²) |
|--------------------|---|---|
| Ιανουάριος | 24,08 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 21,44 | 0,00 |
| Μάρτιος | 18,22 | 0,00 |
| Απρίλιος | 8,79 | 0,00 |
| Μάιος | 2,52 | 0,00 |
| Ιούνιος | 0,00 | 0,00 |
| Ιούλιος | 0,00 | 0,75 |
| Αύγουστος | 0,00 | 0,69 |
| Σεπτέμβριος | 0,10 | 0,00 |
| Οκτώβριος | 4,51 | 0,00 |
| Νοέμβριος | 12,15 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 19,98 | 0,00 |

Το ποσοστό μείωσης του ψυκτικού φορτίου μετά την εφαρμογή του υλικού MONOSTOP THERMO ROOF στην οροφή (σενάριο 1) καθώς και στο κέλυφος του κτιρίου με το υλικό MONOSTOP THERMO το ποσοστό μείωσης του ψυκτικού φορτίου βρέθηκε να είναι **6%**.

Αναλυτικότερα, για το μήνα Ιούλιο που σημειώνεται η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη, παρατηρείται μία πολύ σημαντική μείωση μετά την εφαρμογή των σεναρίων 1 και 2. Συγκεκριμένα μετά την εφαρμογή του MONOSTOP THERMO ROOF (σενάριο 1) και την πρόσθετη εφαρμογή του υλικού MONOSTOP THERMO στο κέλυφος του κτιρίου η μηνιαία κατανάλωση ενέργεια για ψύξη μειώθηκε περίπου 0,05kWh/m² (σχήμα 15).

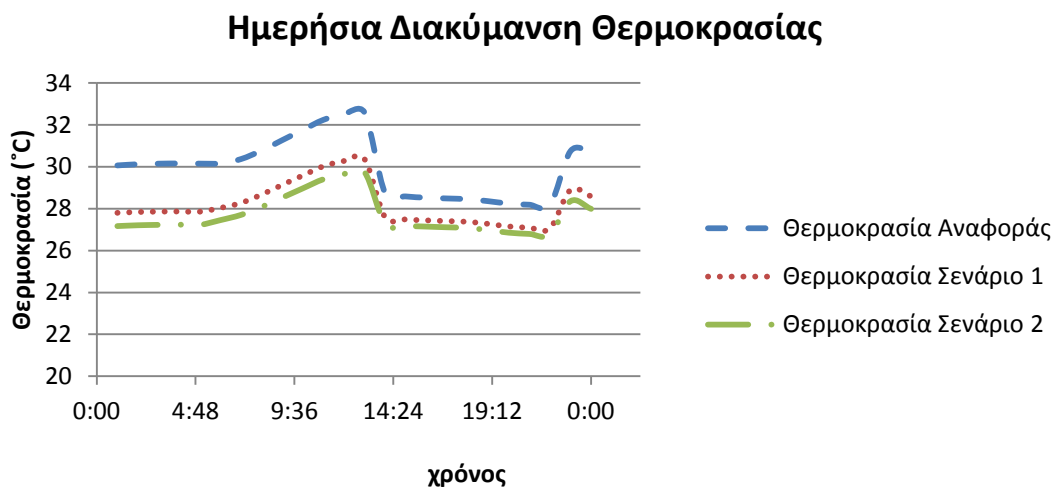


Σχήμα 15 Μηνιαία (Ιουλίου) κατανάλωση ενέργειας για ψύξη και για τα 3 σενάρια

Η ετήσια αύξηση του θερμικού φορτίου σημειώθηκε να είναι 8 kWh/m² (σενάριο αναφοράς- σενάριο 2).

Κλιματικά δεδομένα Ηρακλείου:

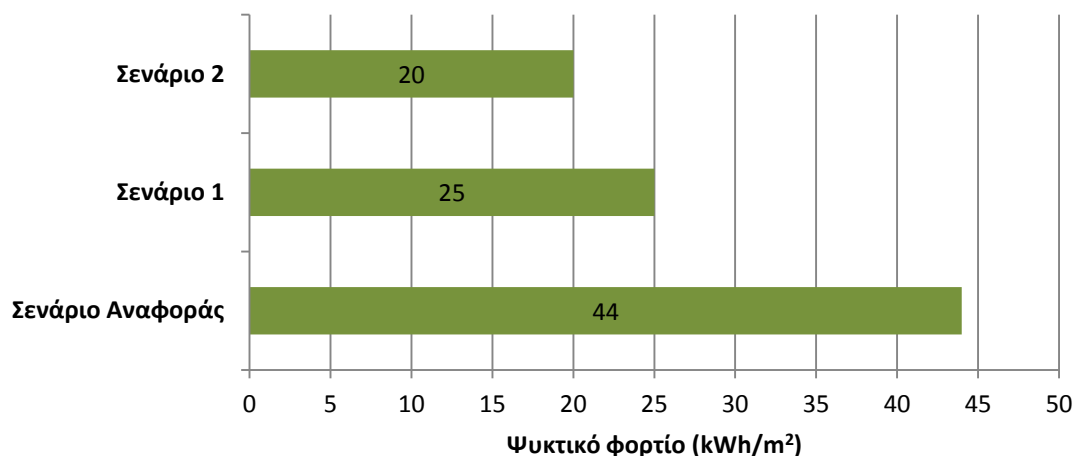
Το σχήμα 16 παρουσιάζει τη σύγκριση των εσωτερικών θερμοκρασιών για την ίδια καλοκαιρινή ημέρα με την υψηλότερη εξωτερική θερμοκρασία.



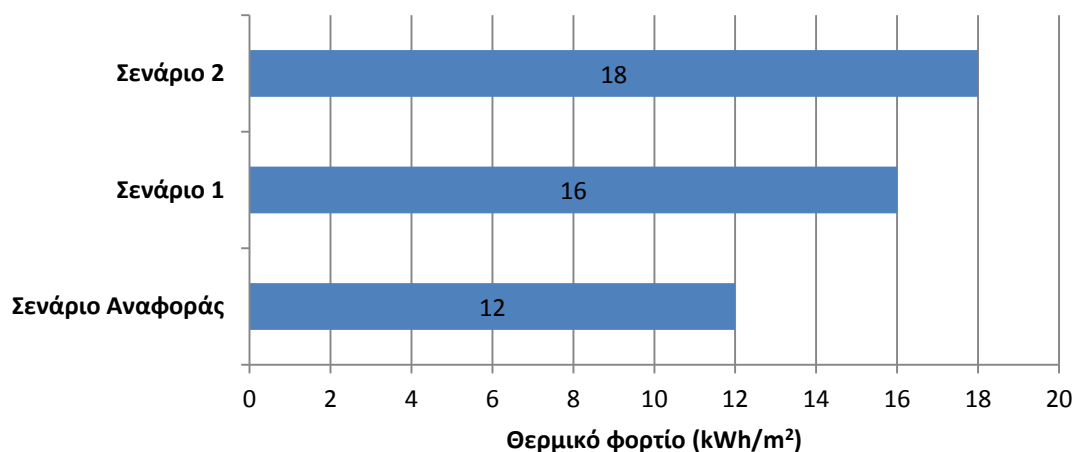
Σχήμα 16 Ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας για το σενάριο αναφοράς και τα σενάρια 1&2

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται μία μείωση της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου 1 κατά **2°C** ενώ μεταξύ του σεναρίου αναφοράς και του σεναρίου 2 η μείωση είναι περίπου **3°C**.

Εκτός από την εκτίμηση της εσωτερικής θερμοκρασίας πραγματοποιήθηκε και υπολογισμός για την ανάγκη του κτιρίου για ψύξη με στόχο να καταγραφεί η επίδραση της χρήσης των υλικών στην κατανάλωση του κτιρίου. Στο σχήμα 17 παρουσιάζεται το ψυκτικό φορτίο και στα τρία σενάρια ενώ στο σχήμα 18 το θερμικό φορτίο.



Σχήμα 17 Ετήσιο ψυκτικό φορτίο για τα τρία σενάρια



Σχήμα 18 Ετήσιο θερμικό φορτίο για τα τρία σενάρια

Πιο αναλυτικά, στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζεται η μηνιαία κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη για το σενάριο αναφοράς (Πίνακας 15) και τα σενάρια 1 (Πίνακας 16) και 2 (Πίνακας 17).

Πίνακας 15 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο αναφοράς

| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m²) |
|-------------|---|---|
| Ιανουάριος | 3,60 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 4,55 | 0,00 |
| Μάρτιος | 2,20 | 0,00 |
| Απρίλιος | 0,06 | 0,09 |
| Μάιος | 0,00 | 1,69 |
| Ιούνιος | 0,00 | 7,66 |
| Ιούλιος | 0,00 | 12,77 |
| Αύγουστος | 0,00 | 12,11 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 6,90 |
| Οκτώβριος | 0,00 | 2,89 |
| Νοέμβριος | 0,00 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 1,64 | 0,00 |

Πίνακας 16 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο 1

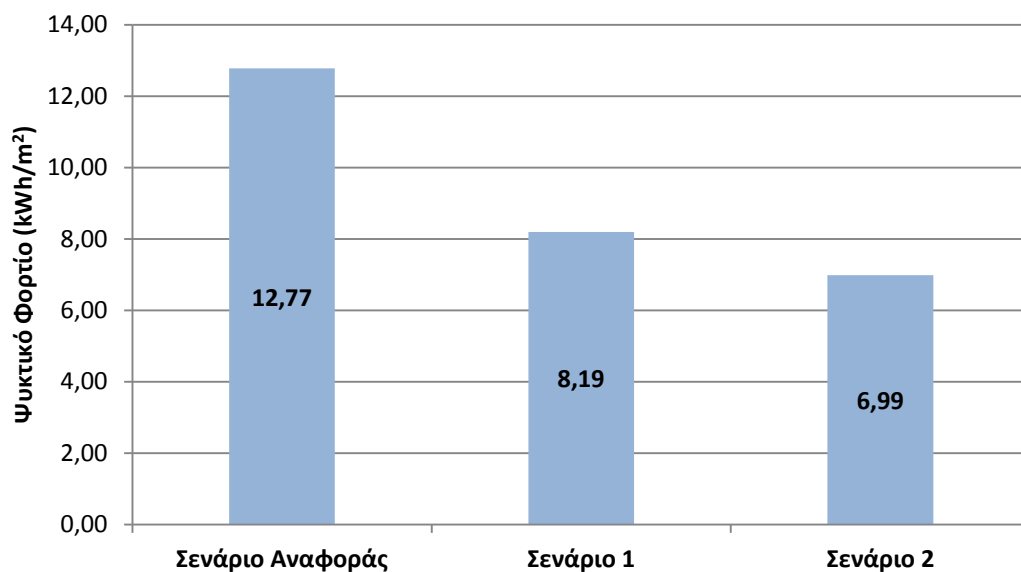
| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m²) |
|-------------|---|---|
| Ιανουάριος | 4,45 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 5,44 | 0,00 |
| Μάρτιος | 3,34 | 0,00 |
| Απρίλιος | 0,34 | 0,00 |
| Μάιος | 0,00 | 0,42 |
| Ιούνιος | 0,00 | 3,58 |
| Ιούλιος | 0,00 | 8,19 |
| Αύγουστος | 0,00 | 7,87 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 3,66 |
| Οκτώβριος | 0,00 | 1,25 |
| Νοέμβριος | 0,01 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 2,13 | 0,00 |

Πίνακας 17 Μηνιαία κατανάλωση για το σενάριο 2

| | Θερμικό Φορτίο (kWh/m ²) | Ψυκτικό Φορτίο (kWh/m ²) |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Ιανουάριος | 5,11 | 0,00 |
| Φεβρουάριος | 6,05 | 0,00 |
| Μάρτιος | 4,03 | 0,00 |
| Απρίλιος | 0,62 | 0,00 |
| Μάιος | 0,00 | 0,16 |
| Ιούνιος | 0,00 | 2,60 |
| Ιούλιος | 0,00 | 6,99 |
| Αύγουστος | 0,00 | 6,71 |
| Σεπτέμβριος | 0,00 | 2,81 |
| Οκτώβριος | 0,00 | 0,80 |
| Νοέμβριος | 0,04 | 0,00 |
| Δεκέμβριος | 2,60 | 0,00 |

Το ποσοστό μείωσης του ψυκτικού φορτίου μετά την εφαρμογή του υλικού MONOSTOP THERMO ROOF στην οροφή (σενάριο 1) σημειώθηκε να είναι **43%** ενώ μετά την κάλυψη του κελύφους του κτιρίου με το υλικό MONOSTOP THERMO το ποσοστό μείωσης του ψυκτικού φορτίου βρέθηκε να είναι **54%**.

Αναλυτικότερα, για το μήνα Ιούλιο που σημειώνεται η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη, παρατηρείται μία πολύ σημαντική μείωση μετά την εφαρμογή των σεναρίων 1 και 2. Συγκεκριμένα μετά την εφαρμογή του MONOSTOP THERMO ROOF (σενάριο 1) η μηνιαία κατανάλωση ενέργεια για ψύξη μειώθηκε περίπου 4kWh/m², ενώ με την πρόσθετη εφαρμογή του υλικού MONOSTOP THERMO στο κέλυφος του κτιρίου σημειώθηκε μείωση περίπου 6kWh/m² σε σύγκριση με το σενάριο αναφοράς (σχήμα 19).



Σχήμα 19 Μηνιαία (Ιουλίου) κατανάλωση ενέργειας για ψύξη και για τα 3 σενάρια

Η ετήσια αύξηση του θερμικού φορτίου κυμάνθηκε από 4 kWh/m² (σενάριο αναφοράς- σενάριο 1) έως 6 kWh/m² (σενάριο αναφοράς- σενάριο 2).

Συμπεράσματα

Στην παρούσα αναφορά παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα τις χρήσης ανακλαστικών υλικών στον κτιριακό τομέα. Συγκεκριμένα υπολογίστηκαν θεωρητικά τα οφέλη της χρήσης των υλικών MONOSTOP THERMO ROOF και MONOSTOP THERMO της εταιρίας BERLING στον κτιριακό τομέα.

Η χρήση υλικών που παρουσιάζουν αυξημένες τιμές ανακλαστικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία και υψηλές τιμές συντελεστή εκπομπής στο υπέρυθρο μειώνει τις επιφανειακές θερμοκρασίες και κατ' επέκταση τις εσωτερικές θερμοκρασίες και την ενεργειακή κατανάλωση σε επίπεδο κτιρίου, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση του φαινομένου της θερμικής νησίδας και στη βελτίωση του μικροκλίματος της πόλης.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης η χρήση των συγκεκριμένων υλικών μείωσε την εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου από **0,5°C** έως **3°C** ανάλογα με την κλιματική ζώνη που θεωρήθηκε ότι βρίσκεται το κτίριο.

Ο θεωρητικός υπολογισμός της ανάγκης του κτιρίου για θέρμανση και ψύξη απέδειξε τα οφέλη της χρήσης των συγκεκριμένων υλικών. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή το υλικού MONOSTOP THERMO ROOF στην οροφή του κτιρίου με την παράλληλη εφαρμογή του υλικού MONOSTOP THERMO στο κέλυφος του κτιρίου παρουσίασε σημαντική μείωση του ψυκτικού φορτίου η οποία ποικίλει ανάλογα με τα κλιματικά δεδομένα.

Αναλυτικά, για τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας σημειώθηκε μείωση του ψυκτικού φορτίου κατά 48%, για της Θεσσαλονίκης 53%, για της Λάρισας 52%, για την Αλεξανδρούπολη 6% και για το Ηράκλειο 54%.