

Ενεργειακή και Περιβαλλοντική Αξιολόγηση των Αποτελεσμάτων της Χρήσης Αντηλιακών Μεμβρανών της Εταιρείας 3M

Μ.Ν. Ασημακοπούλου, Α. Σπανού, Α. Σφακιανάκη, Ν. Γαιτάνη, Μ. Σανταμούρης
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Κ. Σπυρόπουλος
3M Ελλάς ΜΕΠΕ

Ν. Χαραλαμπίδης
Greenpeace Hellas

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία απεικονίζει τα αποτελέσματα της πειραματικής αξιολόγησης της ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου της Greenpeace.

Σκοπός της μελέτης ήταν η ενεργειακή επιθεώρηση της εγκατάστασης των αντηλιακών μεμβρανών ειδικού τύπου της εταιρίας 3M στα ανοίγματα βορειοανατολικού προσανατολισμού του δεύτερου και του πρώτου ορόφου του κτιρίου.

Η ενεργειακή επιθεώρηση πραγματοποιήθηκε σε δύο στάδια, πριν και μετά την εγκατάσταση των αντηλιακών μεμβρανών με σκοπό να καταδείξει επιστημονικά τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά κέρδη από τη χρήση τους.

Αναλυτικότερα, στο πρώτο στάδιο, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των εσωτερικών θερμοκρασιών των επιμέρους γραφειακών χώρων του πρώτου και του δεύτερου ορόφου του κτιρίου. Την ίδια χρονική περίοδο, πραγματοποιήθηκαν και μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας στο εξωτερικό του κτιρίου.

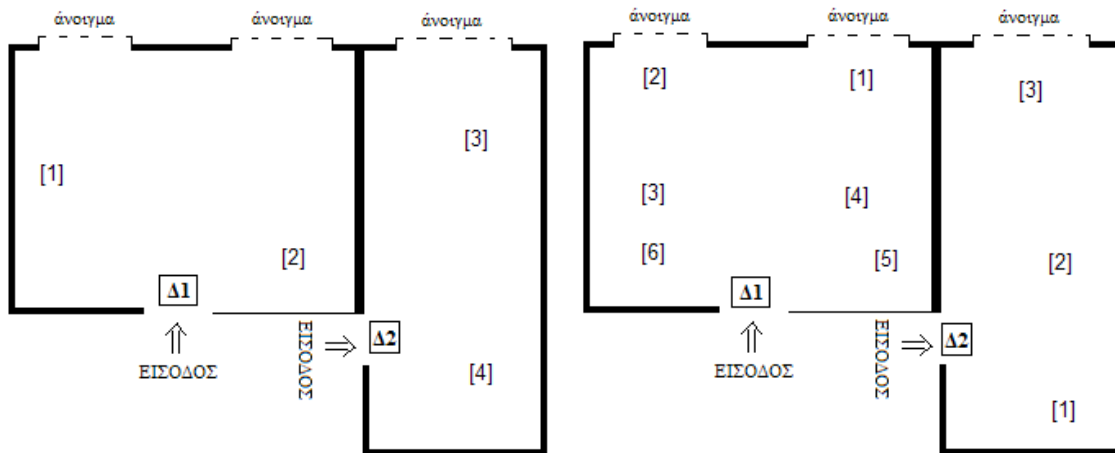
Στη συνέχεια στο δεύτερο στάδιο, μετά την τοποθέτηση των αντηλιακών μεμβρανών, επαναλήφθηκαν τα ίδια επιμέρους βήματα του πρώτου σταδίου της ενεργειακής επιθεώρησης.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται σε πρώτη φάση μια πρότυπη ενεργειακή επιθεώρηση δημόσιου κτιρίου (Greenpeace Hellas) και καταγράφονται όλα τα κύρια ενεργειακά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά. Ακολούθως πραγματοποιείται ανάλυση των μετρήσεων και ενεργειακή κατάταξη του υπό μελέτη κτιρίου.

Σε δεύτερη φάση πραγματοποιείται εκ νέου πειραματική επιθεώρηση και καταγραφή των κυρίων ενεργειακών και περιβαλλοντικών βελτιώσεων ύστερα από την τοποθέτηση ειδικών μεμβρανών σκίασης στα παράθυρα του κτιρίου. Ακολούθησε εκ νέου ανάλυση των μετρήσεων και νέα ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

Συγκεκριμένα, σε αντιπροσωπευτικούς χώρους του κτιρίου (1^{ος} και 2^{ος} όροφος) (σχ.1), πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των επιπέδων του αερισμού με τη μέθοδο αερίων δεικτών, καταγραφή θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας με παράλληλη καταγραφή των εξωτερικών κλιματολογικών συνθηκών, καταγραφή εσωτερικών κερδών, θερμογράφηση του κτιρίου εσωτερικά και εξωτερικά, μετρήσεις επιπέδων φωτισμού στις επιφάνειες εργασίας και αξιολόγηση των επιπέδων θερμικής άνεσης



με χρήση ερωτηματολογίων. Οι μετρήσεις έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού 2007.

Σχήμα 1. Σημεία των χώρων γραφείου που τοποθετήθηκαν που αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας.

2. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

2.1. Μέτρηση των Επιπέδων του Αερισμού

Όπως κύρια 1^{ος} όροφος είναι γνωστό, ο αερισμός από τα ανοίγματα καθώς 2^{ος} όροφος του κτιρίου επιτυγχάνεται και από τις κατασκευαστικές

ατέλειες, σχισμές του κελύφους. Η μέτρηση των αλλαγών αέρα από τα ανοίγματα του κτιρίου πραγματοποιήθηκε σε αντιπροσωπευτικούς χώρους (1^{ος} και 2^{ος} όροφος) με τη μέθοδο των αερίων δεικτών (tracer gas method). Ο αέριος δείκτης που χρησιμοποιήθηκε είναι το πρωτοξείδιο του αζώτου (N₂O) που είναι ένα χημικά αδρανές αέριο.

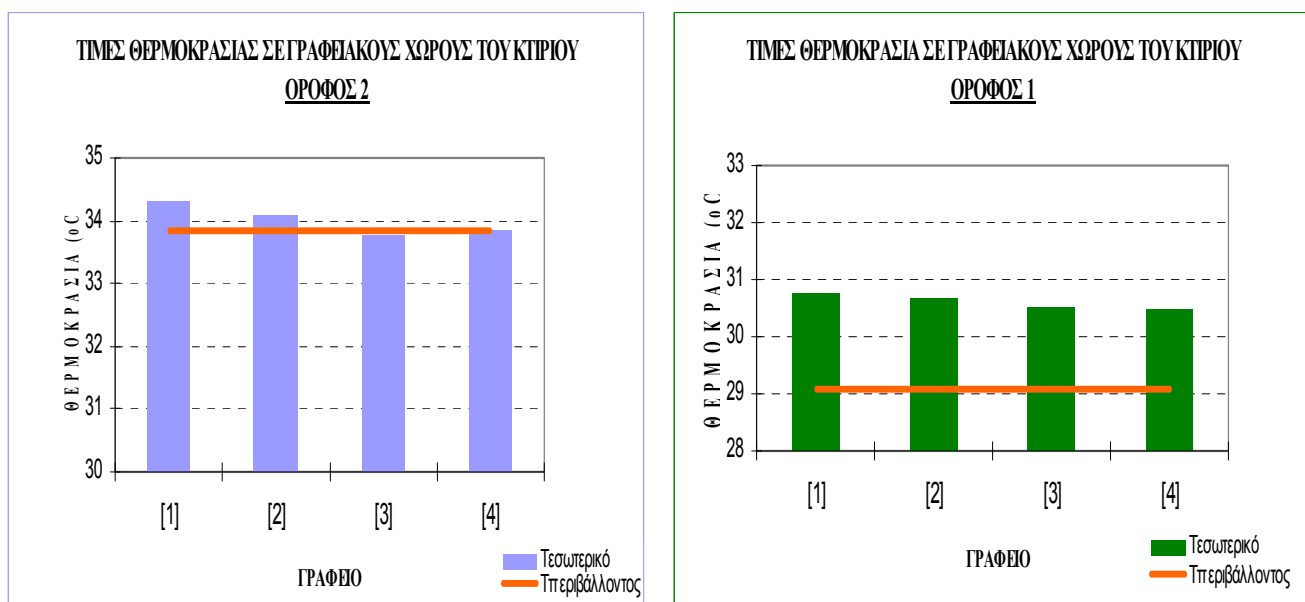
Ο ρυθμός διείσδυσης του αέρα με κλειστά ανοίγματα υπολογίστηκε στις 0.1 αλλαγές αέρα ανά ώρα ενώ ο ρυθμός αερισμού στον 1^ο όροφο υπολογίστηκε στις 2.7 αλλαγές αέρα ανά ώρα. Στη συνέχεια προσδιορίστηκε ο ρυθμός αερισμού στον 2^ο όροφο στις 2.4 αλλαγές αέρα ανά ώρα. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν χωρίς κλειστά ανοίγματα, όπου προκύπτει ότι ο αερισμός είναι επαρκής.

2.2. Μετρήσεις Θερμοκρασίας και Υγρασίας

Κατά το στάδιο Α, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του εσωτερικού αέρα με καταγραφικά θερμόμετρα – υγρόμετρα. Διαπιστώθηκε ότι η εσωτερική θερμοκρασία κυμαίνεται σε επίπεδα εκτός των ορίων θερμικής άνεσης για τον ανθρώπινο οργανισμό με την τιμή της να κυμαίνεται μεταξύ 27.0 °C και 35.8 °C, στο 2^ο όροφο, ενώ στον 1^ο όροφο μεταξύ 28.1 °C και 33.2 °C. Η υγρασία επίσης, βρέθηκε σε φυσιολογικά επίπεδα κάτω του ορίου του 60%

Όπως φαίνεται από το σχήμα 2, οι τιμές της θερμοκρασίας παρουσιάζουν αμελητέες διακυμάνσεις στους γραφειακούς χώρους τόσο στον 1^ο όσο και στο 2^ο όροφο όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις.

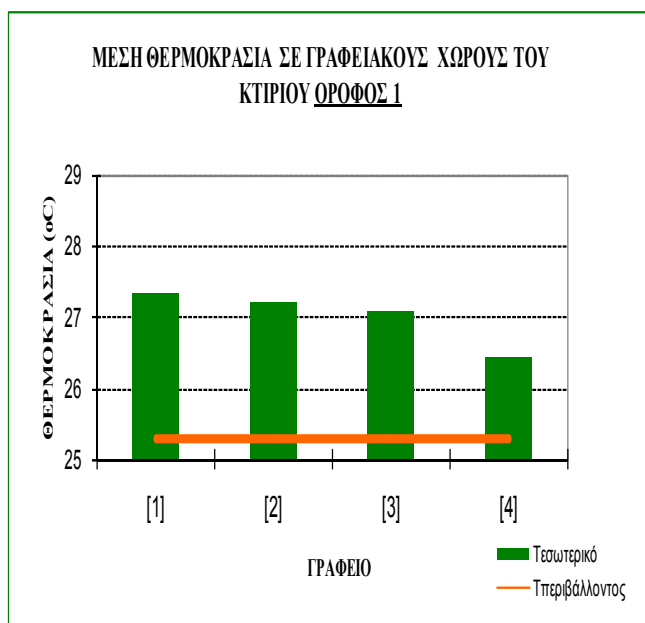
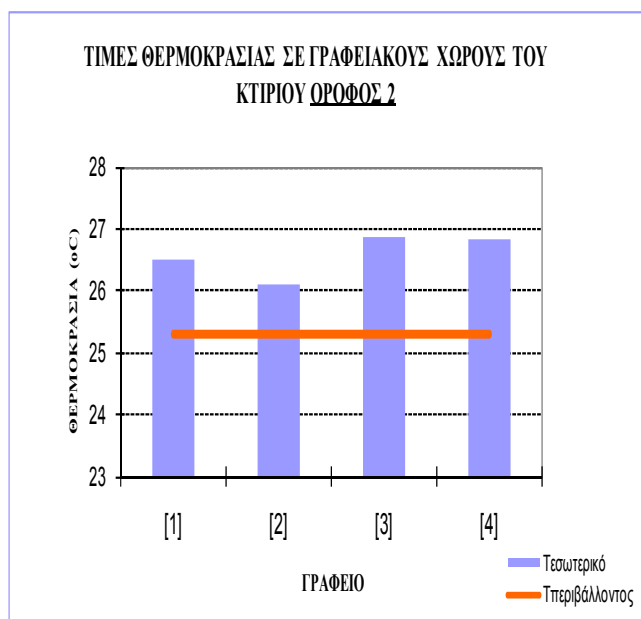
Όλες οι θερμοκρασίες που μετρήθηκαν είναι υψηλότερες από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος, κατά 1.7°C και 0.5°C αντίστοιχα στον 1^ο και 2^ο όροφο. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην μη ύπαρξη κλιματιστικών σε όλο το κτίριο.



Σχήμα 2: Μέσες τιμές της θερμοκρασίας αέρα σε γραφειακούς χώρους του κτιρίου 1^{ος} όροφος 2^{ος} όροφος

Σε δεύτερη φάση και μετά την τοποθέτηση των αντλιακών μεμβρανών επαναλήφθηκαν οι ίδιες μετρήσεις. Διαπιστώθηκε ότι η εσωτερική θερμοκρασία κυμαίνεται σε επίπεδα εντός των ορίων θερμικής άνεσης για τον ανθρώπινο οργανισμό με την τιμή της να κυμαίνεται μεταξύ 25.0 °C και 28.5 °C, στο 2^ο όροφο, ενώ στον 1^ο όροφο μεταξύ 24.9 °C και 29.6 °C. Η υγρασία επίσης, βρέθηκε σε φυσιολογικά επίπεδα κάτω του ορίου του 60%.

Και πάλι, όπως φαίνεται από το σχήμα 3, οι τιμές της θερμοκρασίας παρουσιάζουν αμελητέες διακυμάνσεις στους γραφειακούς χώρους τόσο στον 1^ο όσο και στο 2^ο όροφο όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις.



Σχήμα 3: Μέσες τιμές της θερμοκρασίας αέρα σε γραφειακούς χώρους του κτιρίου 1^{ος} όροφος– 2^{ος} όροφος

Όλες οι θερμοκρασίες που μετρήθηκαν είναι υψηλότερες από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος, κατά 1.7°C και 1.2°C αντίστοιχα στον 1^ο και 2^ο όροφο. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην μη ύπαρξη κλιματιστικών σε όλο το κτίριο.

Συγκριτικά αποτελέσματα από τις παραπάνω μετρήσεις αποτυπώνονται στον πίνακα 1.

Γραφειακός Χώρος	Όροφος	Κτίριο πριν τις παρεμβάσεις		Κτίριο μετά τις παρεμβάσεις	
		Θερμοκρασία (°C)	Σχετική Υγρασία (%)	Θερμοκρασία (°C)	Σχετική Υγρασία (%)
[1] Δ1	1 ^{ος} όροφος	30.8	33.0	27.3	41.3

[2] Δ1	1 ^{ος} όροφος	30.7	33.0	27.2	41.3
[3] Δ2	1 ^{ος} όροφος	30.4	33.0	27.1	41.3
[4] Δ2	1 ^{ος} όροφος	30.5	33.0	26.4	41.3
[1] Δ1	2 ^{ος} όροφος	34.3	33.9	26.5	45.4
[6] Δ1	2 ^{ος} όροφος	34.1	33.9	26.1	45.4
[1] Δ2	2 ^{ος} όροφος	33.8	33.9	26.9	45.4
[3] Δ2	2 ^{ος} όροφος	33.8	33.9	26.8	45.4
Θερμοκρασία Περιβάλλοντος		34.0	29.9%	25.3	50.9

Πίνακας 1. Σύγκριση μέσης θερμοκρασίας και σχ. υγρασίας μεταξύ προϋπάρχουσας και υφιστάμενης κατάστασης στο υπό μελέτη κτίριο

Όπως προκύπτει, η διαφορά στις μέσες τιμές θερμοκρασίας πριν και μετά την τοποθέτηση των ειδικών μεμβρανών σκίασης στα παράθυρα του κτιρίου κυμαίνεται μεταξύ 5.1 και 7 °C, ενώ διαφορά για τη σχετική υγρασία κυμαίνεται μεταξύ 8.3 και 17%. Όσον αφορά το εξωτερικό περιβάλλον, διαφορά της μέσης θερμοκρασίας είναι 8.7 °C και σχετικής υγρασίας είναι 20.1%.

2.5. Καταγραφή των Εσωτερικών Κερδών

Σε όλους τους ορόφους του κτιρίου έγινε καταγραφή όλων των εσωτερικών θερμικών πηγών (H/Y, φωτιστικά, ανεμιστήρες, μηχανημάτων κλπ). Στον πίνακα 2 δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων ανά ζώνη.

Γραφειακός Χώρος	Όροφος	Εμβαδόν Ζώνης	Αριθμός Ατόμων	Μηχανήματα/ Συσκευές
Δ1	2 ^{ος}	117	4	5pc, 4 ανεμιστήρες οροφής, 6 λαμπτήρες
Δ2	2 ^{ος}	67	3	2pc, 2 ανεμιστήρες οροφής, 3 λαμπτήρες
Δ1	1 ^{ος}	117	-	4 ανεμιστήρες οροφής, 6 λαμπτήρες
Δ2	1 ^{ος}	67	2	2pc, 2 ανεμιστήρες οροφής, 3 λαμπτήρες

Πίνακας2. Εσωτερικά κέρδη της κάθε ζώνης του κτιρίου

2.3. Μετρήσεις των Επιπέδων Φωτισμού στους Κύριους Χώρους Γραφείων

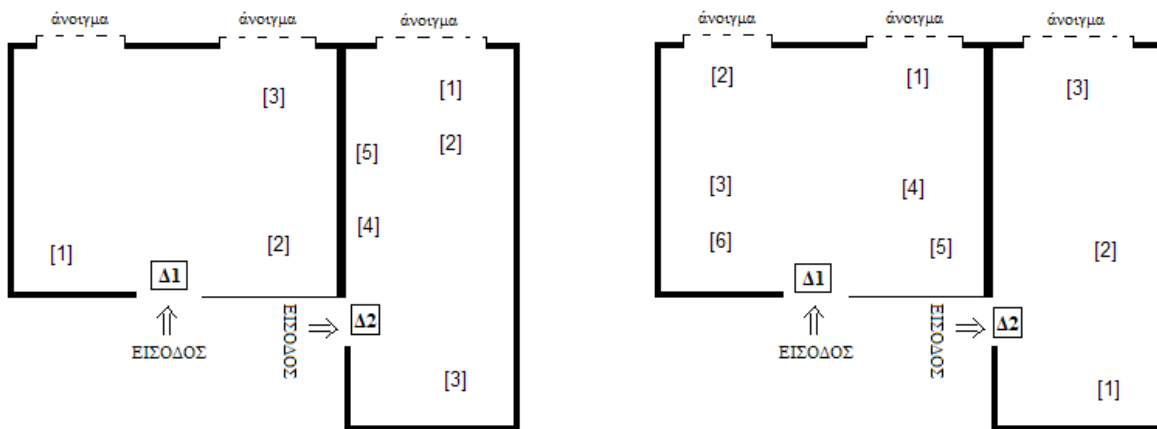
Κατά την πρώτη φάση, πραγματοποιήθηκαν επίσης μετρήσεις των επιπέδων φωτισμού σε κύριους χώρους γραφείων, με τη χρήση φωτομέτρων. Μετά την τοποθέτηση των αντηλιακών μεμβρανών πραγματοποιήθηκαν εκ νέου μετρήσεις των επιπέδων φωτισμού στους ίδιους χώρους. Σημειώνεται ότι κατά τη διάρκεια των μετρήσεων υπήρχε πλήρης ηλιοφάνεια.

Στον πίνακα 3 που ακολουθεί αποτυπώνονται τα αποτελέσματα συγκριτικά πριν και μετά τις παρεμβάσεις. Όπως προκύπτει η διαφορά των επιπέδων φωτισμού πριν και μετά την τοποθέτηση των ειδικών μεμβρανών σκίασης κυμαίνεται μεταξύ 62 και 461 lux.

			Πριν τις παρεμβάσεις	Μετά τις παρεμβάσεις
Γραφειακός Χώρος	Όροφος	Σημείο	Επίπεδα Φωτισμού (lux)	
Δ1	2 ^{ος}	[1]	400	286
Δ1	2 ^{ος}	[2]	445	377
Δ1	2 ^{ος}	[3]	57	143
Δ1	2 ^{ος}	[4]	39	280
Δ1	2 ^{ος}	[5]	27	400
Δ1	2 ^{ος}	[6]	28	192
Δ2	2 ^{ος}	[1]	275	250
Δ2	2 ^{ος}	[2]	345	272

Δ2	2 ^{ος}	[3]	978	517
Δ1	1 ^{ος}	[1]	280	133
Δ1	1 ^{ος}	[2]	411	96
Δ1	1 ^{ος}	[3]	170	89
Δ2	1 ^{ος}	[1]	445	283
Δ2	1 ^{ος}	[2]	305	270
Δ2	1 ^{ος}	[3]	300	440
Δ2	1 ^{ος}	[4]	259	300
Δ2	1 ^{ος}	[5]	310	259

Πίνακας 3: Καταγραφή των επιπέδων φωτισμού πριν και μετά την εφαρμογή των αντηλιακών μεμβρανών στους γραφειακούς χώρους του κτιρίου



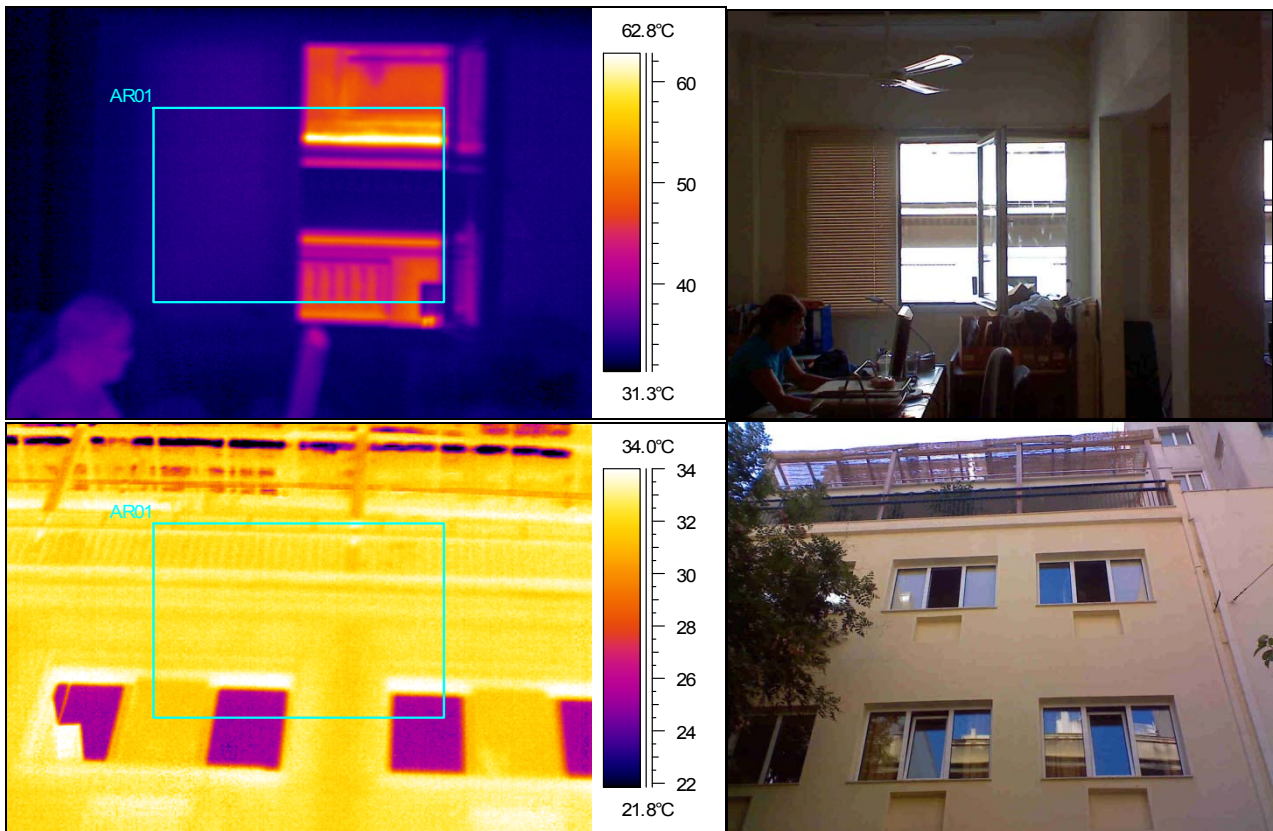
Σχήμα 4. Επιλεγμένα σημεία των γραφειακών χώρων του 1^{ου} και 2^{ου} ορόφου όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των επιπέδων φωτισμού

2.4. Θερμική Ποιότητα του Κτιρίου – Θερμοφωτογραφίες

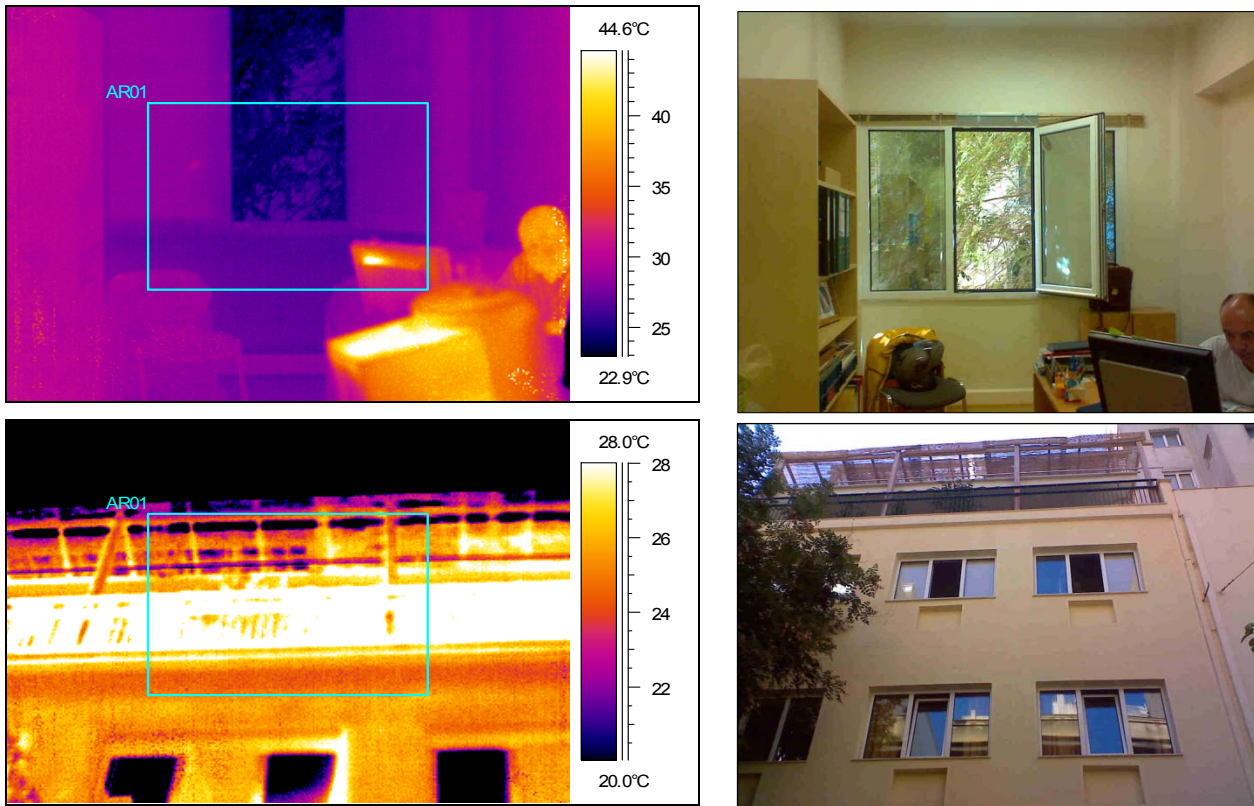
Κατά τη φάση Α πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της επιφανειακής θερμοκρασίας στους κύριους χώρους γραφείων με την κάμερα υπέρυθρων «Thermovision 570». Με τη συγκεκριμένη θερμοκάμερα επιτυγχάνεται η αποτύπωση της κατανομής των επιφανειακών θερμοκρασιών όλων των στοιχείων του χώρου. Ειδικότερα, κάθε χρώμα της θερμοφωτογραφίας αντιστοιχεί σε μία συγκεκριμένη θερμοκρασία ανάλογα με την κλίμακα που εμφανίζεται στο δεξί της τμήμα. Οι επιφάνειες με κίτρινο χρώμα εμφανίζουν τις υψηλότερες θερμοκρασίες, ενώ εκείνες με σκούρο μπλε τις χαμηλότερες.

Στη συνέχεια, παρατίθενται ενδεικτικές φωτογραφίες από το εξωτερικό και το εσωτερικό του κτιρίου και οι αντίστοιχες φωτογραφίες υπέρυθρου (σχήμα 5).

Κατά τη δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκαν εκ νέου οι μετρήσεις της επιφανειακής θερμοκρασίας. Στη συνέχεια, παρατίθενται φωτογραφίες από το εσωτερικό και το εξωτερικό του κτιρίου και οι αντίστοιχες φωτογραφίες υπέρυθρου (σχήμα 6).



Σχήμα 5. Φωτογραφίες από το εσωτερικό και το εξωτερικό του κτιρίου και οι αντίστοιχες φωτογραφίες υπέρυθρου πριν την εφαρμογή των αντηλιακών μεμβρανών



Σχήμα 6. Φωτογραφίες από το εσωτερικό και το εξωτερικό του κτιρίου και οι αντίστοιχες φωτογραφίες υπερύθρου μετά την εφαρμογή των αντηλιακών μεμβρανών

Όπως προκύπτει από την ανάλυση των θερμοφωτογραφιών, οι διαφορές στις επιφανειακές θερμοκρασίες στο εσωτερικό του κτιρίου μεταξύ της προϋπάρχουσας και υφιστάμενης κατάστασης, παρουσιάζουν την ακόλουθη κατανομή:

- Στο βορειοδυτικό τμήμα του κτιρίου, η διαφορά επιφανειακής θερμοκρασίας κυμαίνεται μεταξύ 4.6°C και 7.8°C . Σημειώνεται ότι, το τμήμα αυτό του κτιρίου βρίσκεται σε μεσοτοιχία με άλλο κτίριο όπως συμβαίνει και με το νοτιοανατολικό του τμήμα.
- Στο νοτιοδυτικό τμήμα του κτιρίου, η διαφορά επιφανειακής θερμοκρασίας κυμαίνεται μεταξύ 4.9°C και 9.2°C , ενώ στο τμήμα αυτό τα τοιχία είναι εσωτερικά του κτιρίου.
- Επίσης, στο νοτιοανατολικό τμήμα όπου υπάρχει μεσοτοιχία με το διπλανό κτίριο, η διαφορά επιφανειακής θερμοκρασίας κυμαίνεται μεταξύ 1.6 και 3.2°C , ενώ στο τμήμα (τοιχίο) που χωρίζει τους δύο γραφειακούς χώρους η διαφορά επιφανειακής θερμοκρασίας κυμαίνεται μεταξύ 11 και 4.1°C .
- Τέλος, στο εξωτερικό τμήμα του κτιρίου, προκύπτει ότι η επιφανειακή θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 4.1 και 11.6°C . Σημειώνεται ότι, η διαφορά στις επιφανειακές θερμοκρασίες όπου αυτή είναι

μεγάλη οφείλεται κυρίως στις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διεξαγωγή των μετρήσεων τόσο στην 1^η όσο και στη 2^η φάση (περίοδος καύσωνα και φθινόπωρο, αντίστοιχα).

2.5. Αξιολόγηση των Συνθηκών του Εργασιακού Χώρου μέσω Ερωτηματολογίων

Μέσω ερωτηματολογίων που διανεμήθηκαν και συμπληρώθηκαν στο κτίριο της «Greenpeace», έγινε αξιολόγηση των συνθηκών θερμικής άνεσης που επικρατούσαν στον εργασιακό χώρο των γραφείων. Στο σχήμα 7 δίνονται αναλυτικά τα στοιχεία για τη θερμική άνεση των εργαζομένων, έτσι όπως αυτά προέκυψαν από τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων.



Σχήμα 7: Απαντήσεις των Εργαζομένων σχετικά με τη θερμική άνεση(πριν την εφαρμογή των μεμβρανών)

Από τα στοιχεία προέκυψε ότι το 40.7% των εργαζομένων έβρισκε τη θερμοκρασία μέσα στον χώρο σημαντικά υψηλή και αισθανόταν πάρα πολύ ζεστά υπό αυτές τις συνθήκες. Επίσης, το 36.4% ένιωθε πολύ ζεστά, το 20.7% ένιωθε αναπαυτικά λίγο ζεστά, ενώ μόλις 2.1% αισθανόταν άνετα - ιδανικά.

Η διαδικασία επαναλήφθηκε και μετά την εφαρμογή των αντηλιακών μεμβρανών. Στο σχήμα 8 παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία για τη θερμική άνεση των εργαζομένων, έτσι όπως αυτά προέκυψαν από τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων.

Από τα στοιχεία πρόεκυψε ότι το ένα πολύ μεγαλύτερο ποσοστό των εργαζομένων αισθανόταν άνετα έως ιδανικά στο εσωτερικό του κτιρίου μετά την εφαρμογή των αντηλιακών μεμβρανών. Παρατηρείται επίσης ότι μειώθηκε αισθητά το ποσοστό των εργαζομένων που αισθανόντουσαν πολύ ζεστά στο χώρο.



Σχήμα 17: Απαντήσεις των Εργαζομένων σχετικά με τη θερμική άνεση(μετά την εφαρμογή των μεμβρανών)

3. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ

Παράλληλα, τα θερμοκρασιακά επίπεδα των επιμέρους χώρων υπολογίσθηκαν με χρήση του ακριβούς υπολογιστικού προγράμματος προσομοίωσης TRNSYS, το οποίο επιτρέπει τον ακριβή υπολογισμό των ενεργειακών και θερμοκρασιακών επιπέδων κάθε χώρου. Οι όλοι υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν για ένα πλήρες ημερολογιακό έτος με χρήση κλιματολογικών δεδομένων της περιοχής της Αθήνας.

Οι πειραματικές και θεωρητικές τιμές θερμοκρασιών των γραφειακών χώρων του κτιρίου της Greenpeace, κατά την πειραματική περίοδο έχουν αρκετά καλή συσχέτιση. Ακόμη, υπολογίσθηκαν τα φορτία για θέρμανση και δροσισμό και υπολογίσθηκε η ενεργειακή εξοικονόμηση μετά την εγκατάσταση των αντηλιακών μεμβρανών ειδικού τύπου.

Υπολογίσθηκαν τα φορτία για θέρμανση και δροσισμό, λαμβάνοντας υπόψη και τα εσωτερικά κέρδη έτσι όπως αυτά προέκυψαν από την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου πριν και μετά την εγκατάσταση των αντηλιακών μεμβρανών. Επίσης υπολογίσθηκε η εξοικονόμηση ενέργειας εξαιτίας της μείωσης των φορτίων για δροσισμό.

Στον πίνακα 4 που ακολουθεί δίνονται αναλυτικά τα μηνιαία και ετήσια φορτία για θέρμανση και δροσισμό καθώς και η ποσοστιαία μεταβολή τους μετά τις παρεμβάσεις.

Στάδιο 1		Στάδιο 2 (μετά την εφαρμογή των μεμβρανών)		% διαφορά μεταξύ προϋπάρχουσας και παρούσας κατάστασης	
Θέρμανση (kWh/m ²)	Δροσισμός (kWh/m ²)	Θέρμανση (kWh/m ²)	Δροσισμός (kWh/m ²)	Θέρμανση	Δροσισμός

19.43	0.00	20.00	0.00	2.93	0
21.14	0.00	21.89	0.00	3.55	0
16.36	0.00	17.49	0.00	6.91	0
2.65	0.00	3.73	0.00	40.75	0
0.02	2.11	0.09	1.11	350	-47.39
0.00	8.49	0.00	6.12	0	-27.91
0.00	16.52	0.00	13.81	0	-16.40
0.00	15.30	0.00	12.42	0	-18.82
0.00	4.23	0.00	5.59	0	32.15
5.20	0.01	5.80	0.00	11.54	-100
5.82	0.00	6.36	0.00	9.28	0
13.74	0.00	14.24	0.00	3.64	0
84.33	46.66	89.56	39.04	6.20	-16.33

Πίνακας4. Φορτία για θέρμανση και δροσισμό πριν και μετά την εγκατάσταση των αντηλιακών μεμβρανών.

Επίσης, υπολογίσθηκαν τα φορτία θέρμανσης και δροσισμού για την προϋπάρχουσα και την παρούσα κατάσταση του κτιρίου χωρίς εσωτερικά κέρδη καθώς και η εξοικονόμηση ενέργειας εξαιτίας της μείωσης των φορτίων για δροσισμό. Μετά την εγκατάσταση των αντηλιακών μεμβρανών, παρατηρείται μείωση των φορτίων δροσισμού 26%.

Στα πλαίσια της αξιολόγησης του συστήματος των αντηλιακών μεμβρανών της 3Μ, πραγματοποιήθηκε σύγκριση των θεωρητικά υπολογισμένων εσωτερικών θερμοκρασιών, ώστε να διαπιστωθεί η βελτίωση μετά την εγκατάσταση των μεμβρανών. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι οι εσωτερικές θερμοκρασίες εμφανίζονται έως και 1.5⁰C χαμηλότερες από εκείνες της προϋπάρχουσας κατάστασης.

4. ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την περιβαλλοντική αξιολόγηση που έγινε στο κτίριο της «Greenpeace», προκύπτουν συνοπτικά τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Ο αερισμός του κτιρίου δεν επηρεάζεται από τις επεμβάσεις.
- Η εσωτερική θερμοκρασία αέρα μεταβλήθηκε και στους δυο ορόφους σε επίπεδα 5-7 °C μετά την εφαρμογή των αντηλιακών μεμβρανών. Επίσης, η υγρασία παρέμεινε σε φυσιολογικά επίπεδα κάτω του ορίου του 60%.
- Τα επίπεδα φωτισμού κρίνονται ικανοποιητικά στους περισσότερους γραφειακούς χώρους, τόσο του 1^{ου} όσο και του 2^{ου} ορόφου και για τις δύο φάσεις.
- Από τη μελέτη των θερμοφωτογραφιών προέκυψε ότι οι διαφορές των επιφανειακών θερμοκρασιών στο εσωτερικό και στο εξωτερικό του κτηρίου μετά τις παρεμβάσεις βρέθηκαν κατά 1.5 °C χαμηλότερες από αυτές που καταγράφηκαν πριν την εφαρμογή των αντηλιακών μεμβρανών.
- Από τις απαντήσεις των ερωτηματολογίων που διανεμήθηκαν, προκύπτει ότι μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων/εργαζομένων αισθανόταν άνετα έως ιδανικά στο εσωτερικό του κτιρίου μετά τις παρεμβάσεις. Χαρακτηριστικό είναι επίσης, πως το μεγαλύτερο ποσοστό των εργαζομένων δεν θα επιθυμούσε καμία αλλαγή στο χώρο εργασίας του.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ελληνική έκδοση του ΕΛ.ΙΝ.ΥΝ.Α.Ε. «1996 – Οριακές τιμές Χημικών Ουσιών και Φυσικών Παραγόντων και Δείκτες Βιολογικής Έκθεσης» της Αμερικανικής Εταιρίας Κυβερνητικών Υγειονολόγων Βιομηχανίας.

Ματζαράκης ΑΠ. «Ανθρωποβιομετεωρολογική Εκτίμηση του Κλίματος της Ελλάδας» Διδακτορική Διατριβή (1996).

Παπαδόπουλος Α. «Θερμική άνεση στα κτίρια. Νέα Πρότυπα και Βελτίωση θερμικής άνεσης στα κτίρια», ΑΠΘ (2006)

Molhave L., Human reactions to controlled exposures to VOC's and the "total VOC" concept. In: H, Knoppel and P. Wolkoff (eds.), Chemical, Microbiological, Health and Comfort Aspects of Indoor Air Quality - State of the art in SBS, Netherlands 1992, pp 247-261.

Molhave L., Volatile Organic Compounds, Indoor Air Quality and Health. In: Walkinshaw (ed.), Proceedings of Indoor Air 90, Toronto 1990, Vol.5, pp 15-33.

Molhave L., Evaluations of VOC emissions from materials and products: solid flooring materials. In: Maroni M. (ed.), Proceedings of Healthy Buildings, '95, Milano 1995, Vol. 1, pp 145-162.