

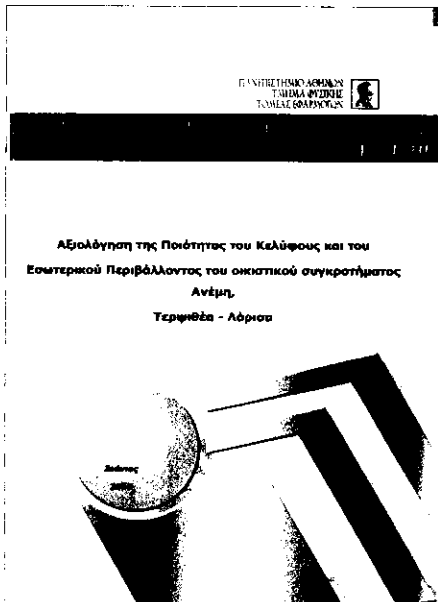
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕ ΤΑ ΠΙΟ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΜΟΝΤΟΣ (ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ)

Σ4Μ

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΑ ΣΠΙΤΙΑ ΤΗΣ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ "ΑΝΕΜΗ" (ΤΕΡΨΙΘΕΑ - ΛΑΡΙΣΑ) (ΜΕΡΟΣ Α')

Παρουσίαση: **Ελένη Κατσιόγρα**

Η υψηλή ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση των σπιτιών της γειτονιάς «ΑΝΕΜΗ» (Τερψιθέα - Λάρισα) πιστοποιήθηκε από την γνωστή στους τακτικούς αναγνώστες μας «Ομάδα Μελετών Κτιριακού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών (Τομέας Φυσικής Περιβάλλοντος). Το Πανεπιστήμιο Αθηνών, με την αυτοπρόσωπη παρουσία του καθηγητή κ. **Μάνθου Σανταμούρη**, επαίοντα σε θέματα ενέργειας και της πανεπιστημιακής ομάδας του, πήγε στη Λάρισα και αξιολόγησε τα τρία πρώτα ολοκληρωμένα σπίτια της ΑΝΕΜΗΣ με τα πιο σύγχρονα επιστημονικά μέσα (κάμερα υπερύθρων, συσκευές αερίων δεικτών κλπ.), πιστοποιώντας την υψηλή ενεργειακή και περιβαλλοντική τους απόδοση.



Η γειτονιά «ΑΝΕΜΗ» δημιουργείται από την εταιρία «**Οικιστικές Αναπτύξεις**» στην περιοχή της Τερψιθέας με γνώμονα τη χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και το υψηλό επίπεδο υγιεινής. Για αυτό η κάθε κατοικία στη γειτονιά «ΑΝΕΜΗ» έχει σχεδιαστεί με βάση τις αρχές της περιβαλλοντικής και βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Έτσι σε κάθε

κατοικία ισχύουν τα εξής:

- Προσανατολισμός προς Νότο με μεγάλα ανοίγματα προς Νότο, μικρά προς Βορρά.
- Εγκατάσταση εναλλακτών αέρα-αέρα για τη διατήρηση ευχάριστης θερμοκρασίας όλες τις εποχές του χρόνου, χωρίς κατανάλωση ενέργειας.
- Τοποθέτηση σκιάστρων στα ανοίγματα.
- Ειδικά τζάμια χαμηλής εκπομπής Low-E. Διατηρούν πολύ καλύτερα την εσωτερική θερμοκρασία από τα διπλά τζάμια.
- Αυξημένη θερμομόνωση σε δάπεδα και τοίχους, διάστασης 5 cm έως 10 cm, σε όλο το σπίτι.
- Θερμοδιακοπτόμενα κουφώματα αλουμινίου.
- Οικολογικά υλικά χωρίς εκπομπές που απειλούν την υγεία: παρκέ, κουζίνα.

Στο πλαίσιο αυτό κάθε κατοικία προσφέρει:

- Άπλετο ηλιακό και εξαιρετικό φυσικό φωτισμό σε όλη της την έκταση. Μείωση χρήσης τεχνητού φωτισμού.
- Την καλύτερη δυνατή κυκλοφορία του αέρα στο χώρο.
- Εξαιρετικά επίπεδα θερμομόνωσης και σκιασμού.
- Την καλύτερη δυνατή θερμοκρασία εντός του χώρου της κατοικίας χειμώνα-καλοκαίρι.
- Βελτίωση του μικροκλίματος στους εξωτερικούς της χώρους.
- Εξασφαλισμένη μείωση των αναγκών για θέρμανση κατά 45% και για κλιματισμό κατά 78%. Έτσι, ενώ η συνολική κατανάλωση ενός συμβατικού κτιρίου είναι 100 kWh/m<sup>2</sup>/έτος (κυβοβατώρες ανά τετραγωνικό μέτρο και ανά έτος), αυτού της ΑΝΕΜΗΣ περιορίζεται στις



Από αριστερά: ο κ. **Β. Μπαρμπούτης**, Υπεύθυνος Marketing "Οικιστικές Αναπτύξεις", ο κ. **Μάνθος Σανταμούρης**, καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών και η κα **Αναστασία Σπανού**, φυσικός - περιβαλλοντολόγος επί τω έργω.

40 kWh/m<sup>2</sup>/έτος, δηλαδή μειωμένη κατά 60%!

Ταυτόχρονα εξασφαλίζονται πολύ χαμηλότερες εσωτερικές θερμοκρασίες (κατά 4° C έως 5° C) στο εσωτερικό της κατοικίας, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, χωρίς καμία χρήση κλιματιστικού. Λόγω της εξαιρετικά χαμηλής ενεργειακής της κατανάλωσης η κατοικία στην ΑΝΕΜΗ εξασφαλίζει εξαιρετι-

### Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή
2. Μετρήσεις Ποιότητας Αέρα Εσωτερικού Περιβάλλοντος
3. Μέτρηση των Επιπέδων του Αερισμού
4. Μετρήσεις Θερμοκρασίας και Σχετικής Υγρασίας
5. Θερμική Απόδοση επιφανειών
6. Μετρήσεις Θερμικής Άνεσης
7. Μετρήσεις Οπτικής Άνεσης
8. Συμπεράσματα
9. Αναφορές

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α & ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΑ ΣΠΙΤΙΑ ΤΗΣ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ "ΑΝΕΜΗ" (ΤΕΡΨΙΘΕΑ - ΛΑΡΙΣΑ)

κά μικρό ενεργειακό κόστος για τους οικιστές, παράλληλα με τη βέλτιστη ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος του σπιτιού τους.

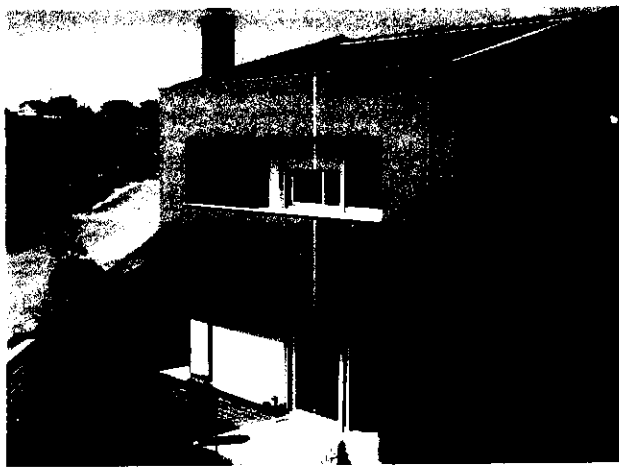
Έτσι η εταιρία «Οικιστικές Αναπύξεις» συμβάλλει, με το δικό της τρόπο, στη συνολική προσπάθεια για την αναβάθμιση του περιβάλλοντος, την προώθηση της οικολογικής συνείδησης και της ποιότητας ζωής.

Σημειώνουμε ότι για πρώτη φορά στοιχειοθετείται στην πράξη, τουλάχιστον για την ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλίας και όχι μόνο, η ενεργειακή απόδοση των σπιτιών με την εγγύηση του Πανεπιστημίου Αθηνών και μάλιστα με τη συγκεκριμένη μεθοδολογία των μετρήσεων, η οποία προσφέρει μια πλήρη και εις βάθος ανάλυση των δεδομένων.

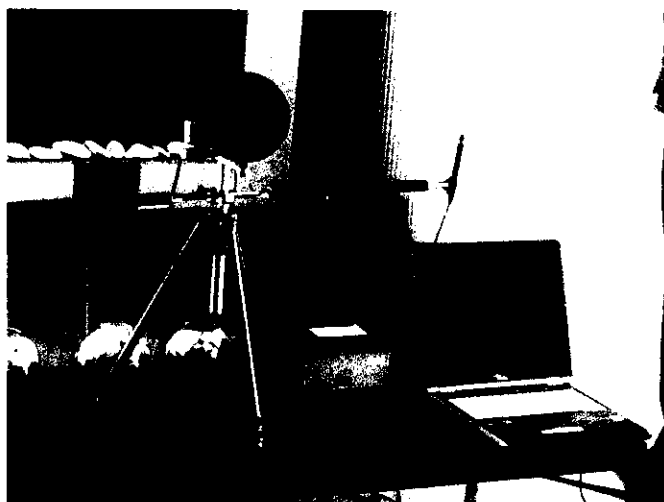
### ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ, ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ & ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

#### 1. Εισαγωγή

Στα κείμενα που ακολουθούν παρουσιάζονται αποτελέσματα της πειραματικής αξιολόγησης της ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος σε τρεις (3) κατοικίες του οικιστικού συγκροτήματος Ανέμη στην Τερψιθέα Λάρισας.



Σημ. Για λόγους οικονομίας του χώρου θα παραθέσουμε τις μετρήσεις για την Κατοικία Κ1.



Σε αντιπροσωπευτικούς χώρους των τριών κατοικιών πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις:

- Μετρήσεις της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε δειγματοληπτικός έλεγχος με χρήση αναλυτή αερίων με σκοπό τον εντοπισμό τυχόν ρυπογόνων ουσιών. Ταυτόχρονα, χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές αέριας χρωματογραφίας για τον εντοπισμό πιθανών οργανικών πτητικών ενώσεων εντός του κτιρίου.
- Μετρήσεις των επιπέδων αερισμού με τη μέθοδο αερίων δεικτών.
- Μέτρηση των επιπέδων αιωρούμενων σωματιδίων PM10, PM2.5 και PM1.
- Καταγραφή της θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας σε αντιπροσωπευτικούς χώρους των τριών κατοικιών.
- Παράλληλη καταγραφή των εξωτερικών κλιματολογικών συνθηκών (θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία).
- Θερμογράφηση του κτιρίου εξωτερικά και εσωτερικά, με στόχο τον εντοπισμό.
- Μετρήσεις επιπέδων φωτισμού σε όλα τα δωμάτια των κατοικιών και αξιολόγηση των επιπέδων οπτικής άνεσης.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο διάστημα του απογεύματος της 19/5/10 έως το μεσημέρι της 20/5/10.

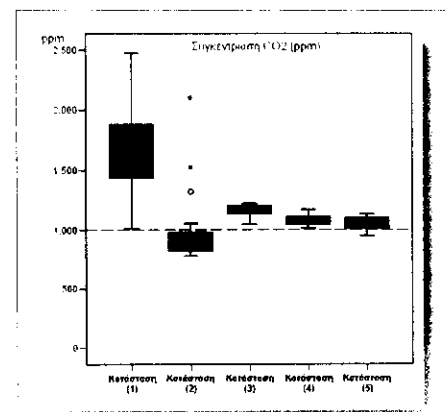
## 2. Μετρήσεις Ποιότητας Αέρα Εσωτερικού Περιβάλλοντος

### 2.1. Διοξείδιο του Άνθρακα (CO<sub>2</sub>)

Το διοξείδιο του άνθρακα CO<sub>2</sub> παράγεται από την ανθρώπινη εκπνοή και συναντάται συχνά σε αυξημένες ποσότητες σε χώρους με πολλά άτομα και με ανεπαρκή αερισμό. Το όριο συγκέντρωσής του σύμφωνα με την ASHRAE είναι 1000 ppm (parts per million) για συνεχή έκθεση, ενώ η μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση είναι 9000mg/m<sup>3</sup> (5001.14 ppm) σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86. Παρόλα αυτά, τιμές CO<sub>2</sub> μεγαλύτερες των 600 ppm θεωρούνται πλέον οριακά ανεκτές.

Μετρήσεις CO<sub>2</sub> πραγματοποιήθηκαν στην κατοικία Κ1 για τις τέσσερις (4) διαφορετικές καταστάσεις:

1. Κατάσταση (1): κλειστά όλα τα ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες), με παράλληλο υπολογισμό της διείσδυσης του αέρα, όπως θα αναλυθεί σε επόμενη παράγραφο



Σχήμα 1: Συγκέντρωση CO<sub>2</sub> για τις διαφορετικές καταστάσεις, για τις Κατοικίες Κ1 και Κ2.

2. Κατάσταση (2): ανοικτά παράθυρα – πόρτες, με παράλληλο υπολογισμό φυσικού αερισμού

3. Κατάσταση (3): κανονική λειτουργία εναλλάκτη αέρα – αέρα (Θέση 1)

4. Κατάσταση (4): εντονότερη λειτουργία εναλλάκτη αέρα – αέρα (Θέση 2)

5. Κατάσταση (5): κλειστά όλα τα ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες), με πα-

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΑ ΣΠΙΤΙΑ ΤΗΣ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ "ΑΝΕΜΗ" (ΤΕΡΨΙΘΕΑ - ΛΑΡΙΣΑ)

**Πίνακας 1:** Συγκέντρωση CO<sub>2</sub> για τις διαφορετικές καταστάσεις στις Κατοικίες K1 & K2.

	Συγκέντρωση CO <sub>2</sub> (ppm)				
	Κατοικία K1				Κατοικία K2
	Κατάσταση (1) (διείσδυση)	Κατάσταση (2) (φυσικός αερισμός)	Κατάσταση (3) (εναλλάκτης Θέση 1)	Κατάσταση (4) (εναλλάκτης Θέση 2)	Κατάσταση (5) (διείσδυση)
Min	1009	780	1049	1020	950
Average	1658	800	1163	1083	1053
Max	2474	1100	1223	1170	1131

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) είναι 9 ppm για οκτώωρη έκθεση (8h), ενώ η μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση είναι 55 mg/m<sup>3</sup> (48.03 ppm) σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86.

Η μετρηθείσα συγκέντρωση CO για όλες τις διαφορετικές συνθήκες στις κατοικίες K1 και K2, βρέθηκε μηδενική, υποδηλώνοντας την μη ύπαρξη πηγών εκπομπής CO.

### 2.3. Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (TVOCs)

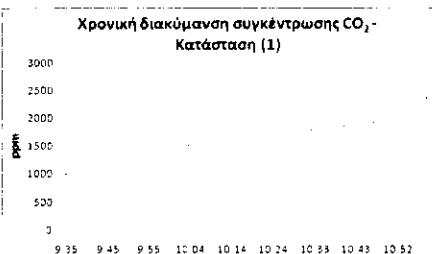
Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2004/42/CE σαν οργανικές πτητικές ενώσεις, TVOC, ορίζονται όλες οι οργανικές ενώσεις που έχουν αρχικό σημείο βρασμού μικρότερο ή ίσο των 250°C, μετρημένο σε ατμοσφαιρική πίεση 101.3 kPa. Σύμφωνα με την EPA, στην κατηγορία των οργανικών πτητικών ενώσεων ταξινομούνται όλες οι ενώσεις άνθρακα που συμμετέχουν στις ατμοσφαιρικές φωτοχημικές αντιδράσεις, εκτός από το μονοξείδιο και το διοξείδιο του άνθρακα και το ανθρακικό οξύ.

Η συγκέντρωση των οργανικών πτητικών ενώσεων στο εσωτερικό των κτιρίων προέρχεται από δυο είδους πηγές (Wiglusz et al., 2002):

- Εκπομπές Υποβάθρου, όπως χημικές ενώσεις που προέρχονται κυρίως από τα δομικά υλικά και τον εξοπλισμό του κτιρίου (έπιπλα κ.λπ.). Οι εκπομπές υποβάθρου είναι συνεχείς και με σχεδόν σταθερό ρυθμό εκπομπής.
- Περιοδικές εκπομπές που προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως το κάπνισμα, το μαγείρεμα, το καθάρισμα κ.λπ.

Η τελική συγκέντρωση των οργανικών πτητικών ενώσεων στο εσωτερικό των κτιρίων εξαρτάται, εκτός από τον ρυθμό εκπομπής και από την συγκέντρωση στο εξωτερικό περιβάλλον καθώς και από τα επίπεδα του αερισμού στο κτίριο.

Οι κυριότερες πηγές εκπομπής οργανικών πτητικών ενώσεων είναι υλικά όπως βαφές, βερνίκια, κόλλες, καθαριστικά, μικροβιοκτόνα, αποσμητικά, υποκατάστατα ξύλου, συνθετικά υλικά δαπέδου, χαλιά και μοκέτες, μονωτικά υλικά, καθώς και οι εκπομπές από την κί-



**Σχήμα 2:** Χρονική διακύμανση συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> για την κατάσταση (10), Κατοικία K1.

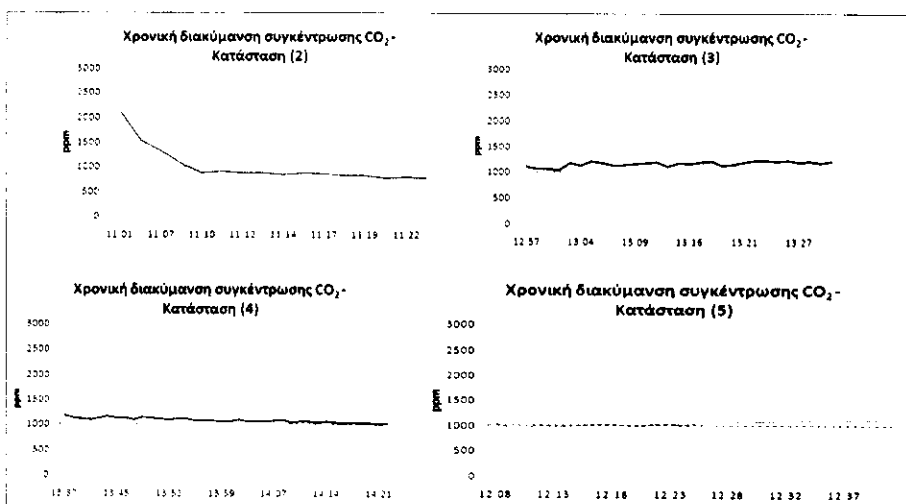
ράλληλο υπολογισμό της διείσδυσης του αέρα, στην κατοικία K2

Ειδικότερα για την Κατοικία K1 η μέση συγκέντρωση CO<sub>2</sub> κυμαίνεται μεταξύ 800 ppm και 1658 ppm, με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις να σημειώνονται στην κατάσταση (1) όπως είναι αναμενόμενο, γεγονός που οφείλεται στην παρουσία των ατόμων (7 άτομα) στο χώρο αλλά και της περιορισμένης δυνατότητας για ανανέωση του αέρα στο χώρο από τα κλειστά ανοίγματα. Οι

χαμηλότερες συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> σημειώνονται στην κατάσταση (2) με ανοικτά παράθυρα, οι οποίες σε πολύ λίγες περιπτώσεις υπερβαίνουν το όριο των 1000 ppm. Επίσης, από τη χρονική διακύμανση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στην κατοικία K1, φαίνεται η αποτελεσματικότητα του φυσικού αερισμού με απότομη μείωση της συγκέντρωσης σε μικρό χρονικό διάστημα (μέση τιμή 780 ppm). Ακόμη, με εφαρμογή του συστήματος μηχανικού αερισμού (εναλλάκτης αέρα - αέρα) και με κλειστά όλα τα ανοίγματα (λειτουργία στη Θέση 1) και με λιγότερο αριθμό ατόμων από τον αρχικό (3), η μέση συγκέντρωση CO<sub>2</sub> βρέθηκε ίση με 1163 ppm, ενώ για την περίπτωση λειτουργίας του εναλλάκτη στη Θέση 2 η μέση συγκέντρωση μειώθηκε, με μέση τιμή στα 1083 ppm.

### 2.2. Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) είναι προϊόν ατελούς καύσης. Το όριο συγκέντρωσης για το CO σύμφωνα με την



**Σχήμα 3:** Χρονική διακύμανση συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> για τις καταστάσεις (2) έως (5), Κατοικία K1 - K2.

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΑ ΣΠΗΤΙΑ ΤΗΣ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ "ΑΝΕΜΗ" (ΤΕΡΨΙΘΕΑ - ΛΑΡΙΣΑ)

Πίνακας 2: Κλίμακα έκθεσης στις συγκεντρώσεις πτητικών οργανικών ενώσεων (TCOC's).

Ολική Συγκέντρωση	Δυσφορία και Εμφάνιση Ερεθισμών	Κλίμακα Έκθεσης
Έως 0.2 mg/m <sup>3</sup> (έως 0.05 ppm)	Κανένας ερεθισμός ή δυσφορία -	Κλίμακα Άνεσης
Από 0.2 mg/m <sup>3</sup> έως 3,0 mg/m <sup>3</sup> (από 0.05 έως 0.80 ppm)	Πιθανός ερεθισμός ή δυσφορία ανάλογα με την αλληλεπίδραση με τους άλλους παράγοντες	Κλίμακα Έκθεσης σε πολλούς παράγοντες
Από 3,0 mg/m <sup>3</sup> έως 25 mg/m <sup>3</sup> (0.80 έως 6.64 ppm)	Εμφάνιση συμπτωμάτων - Πιθανή εμφάνιση πανοκέφαλου ανάλογα με την επίδραση άλλων παραγόντων	Κλίμακα Δυσφορίας
Πάνω από 25 mg/m <sup>3</sup> (πάνω από 6.64 ppm)	Επιπρόσθετες νευροτοξικές συνέπειες εκτός από τον πανοκέφαλο είναι δυνατό να εμφανιστούν	Κλίμακα Τοξικής Έκθεσης

νηση των αυτοκινήτων και το κάπνισμα. Σύμφωνα με μελέτες<sup>1</sup>, οι συγκεντρώσεις των TVOC μπορούν να ταξινομηθούν σε 4 κατηγορίες, ανάλογα με τις συνέπειες που μπορούν να προκαλέσουν στην υγεία, όπως φαίνεται στον πίνακα 2.

### 2.4. Αιωρούμενα Σωματίδια

Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων σε ένα χώρο είναι συνάρτηση έξι φυσικών διεργασιών, (Nazaroff et al 1993):

- Του ρυθμού διείσδυσης σωματιδίων από το εξωτερικό στο εσωτερικό περιβάλλον.
- Του ρυθμού διαφυγής σωματιδίων από τον εσωτερικό χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον.
- Του ρυθμού κατακάθισης των σωματιδίων στις επιφάνειες του εσωτερικού χώρου.
- Του ρυθμού επαναφοράς των σωματιδίων στον εσωτερικό αέρα από τις επιφάνειες όπου είχαν κατακαθίσει.
- Του ρυθμού παραγωγής σωματιδίων από τις όποιες εσωτερικές πηγές.

- Του ρυθμού σύμπτυξης - ανασχηματισμού σωματιδίων στον εσωτερικό αέρα.

### Εξεταζόμενες Καταστάσεις

#### Κατάσταση (1)

#### Κατάσταση (2)

#### Κατάσταση (3)

#### Κατάσταση (4)

#### Κατάσταση (5)

**Κατοικία K1:** κλειστά όλα τα ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες), με παράλληλο υπολογισμό της διείσδυσης του αέρα

**Κατοικία K1:** ανοικτά παράθυρα - πόρτες, με παράλληλο υπολογισμό φυσικού αερισμού

**Κατοικία K1:** κανονική λειτουργία εναλλάκτη αέρα-αέρα (Θέση 1)

**Κατοικία K1:** κανονική λειτουργία εναλλάκτη αέρα-αέρα (Θέση 2)

**Κατοικία K2:** κλειστά όλα τα ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες), με παράλληλο υπολογισμό της διείσδυσης του αέρα

Πίνακας 3: Συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων PM1 για τις διαφορετικές καταστάσεις στην Κατοικία K1.

	Συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων PM1		
	Κατοικία K1		
	Κατάσταση (1) (διείσδυση)	Κατάσταση (2) (φυσικός Αερισμός)	Κατάσταση (3) (εναλλάκτης_Θέση 1)
min	1,9	1,5	1,6
average	3,1	2,4	1,9
max	7,9	8,0	2,4

<sup>1</sup> A. Molhave L., Human reactions to controlled exposures to VOC's and the "total VOC" concept. In: H, Knoppel and P. Walkoff (eds.) Chemical, Microbiological, Health and Comfort Aspects of Indoor Air Quality - State of the art in SBS, Netherlands 1992, pp 247 - 261,

B. 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,

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

## ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ) (ΤΕΧΝΙΚΑ - ΠΑΡΙΖΑ)

**Πίνακας 4:** Συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για τις διαφορετικές καταστάσεις στην Κατοικία K1.

	Συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων PM10			
	Κατοικία K1			Εξωτ. περιβάλλον
	Κατάσταση (1) (διείσδυση)	Κατάσταση (2) (φυσικός Αερισμός)	Κατάσταση (3) (εναλλάκτης Θέση 1)	
min	131	20	52	10
average	188	79	92	18
max	374	281	154	81

τικές καταστάσεις:

1. Κατάσταση (1): κλειστά όλα τα ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες), με παράλληλο υπολογισμό της διείσδυσης του αέρα, όπως θα αναλυθεί σε επόμενη παράγραφο
2. Κατάσταση (2): ανοικτά παράθυρα - πόρτες
3. Κατάσταση (3): λειτουργία εναλλάκτη αέρα - αέρα (Θέση 1)

## Παρακολούθηση μετρήσεων του κλίματος κτιρίων με συστήματα testo

Παρουσίαση: Κ. Β. Σελλούντος

**Σύστημα θερμικής απεικόνισης για επαγγελματικές μετρήσεις του κλίματος κτιρίων testo 875**

### A. Αποτροπή της ανάπτυξης μούχλας

Το σύστημα θερμικής απεικόνισης testo 875 ανιχνεύει με αξιοπιστία τις ψυχρές γωνίες και τις εσοχές σε ένα χώρο. Έτσι αποκαλύπτονται αμέσως τα σημεία που ευνοούν την εμφάνιση μούχλας και προλαμβάνεται η ανάπτυξη επικίνδυνων μυκήτων.

### B. Εξέταση ζημιών λόγω υγρασίας

Χάρη στην ανάλυση μέσω υψηλής θερμοκρασίας της τάξης των <math>< 80 \text{ mK}</math>, το σύστημα θερμικής απεικόνισης testo 875 εντοπίζει τυχόν διαρροές σε υποδαπέδια συστήματα θέρμανσης και άλλους μη προσβάσιμους αγωγούς γρήγορα και χωρίς να χρειαστούν καταστροφές. Δεν υπάρχει περίπτωση να μην ανιχνευτούν ενδεχόμενες ρωγμές σωλήνων! Μπορούν επίσης να εντοπιστούν η άμεση αιτία της αυξημένης υγρασίας ή τα σημεία εισόδου του νερού της βροχής, πριν προκληθεί εκτεταμένη ζημιά.

### C. Εντοπισμός ελαττωμάτων κτιρίου

Το σύστημα θερμικής απεικόνισης testo 875 απεικονίζει τα αδύναμα σημεία όπως οι ψυχρές γέφυρες και τα κατασκευαστικά λάθη στις προσόψεις κτιρίων και αξιολογεί τις ενεργειακές απώλειες με άριστα αποτελέσματα.

**Πλεονεκτήματα:** Το σύστημα θερμικής απεικόνισης testo 875 προσφέρει ασφάλεια στην κτιριακή θερμογραφία και προστασία από ζημιές.

**Το πολυόργανο μέτρησης για τον κλιματισμό, τον εξαερισμό και τον αέρα εσωτερικών χώρων testo 435-2**

Χρησιμοποιείται για τον γρήγορο προσδιορισμό των ενεργειακών απωλειών μετρώντας το U-value. Ο αισθητήρας U-value προσαρμόζεται στον εσωτερικό τοίχο και στην εξωτερική πλευρά τοποθετείται ένας ασύρματο αισθητήρας. Το testo 435 υπολογίζει αυτόματα το U-value με τη βοήθεια του ενσωματωμένου αισθητήρα θερμοκρασίας αέρα.

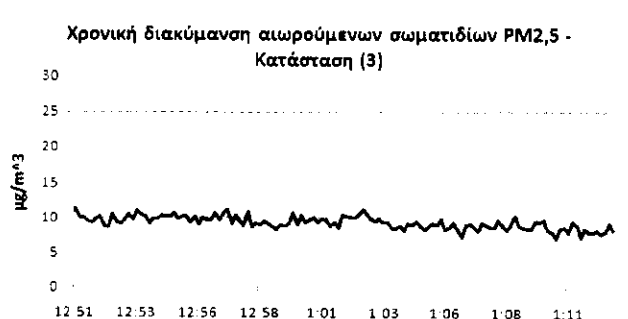
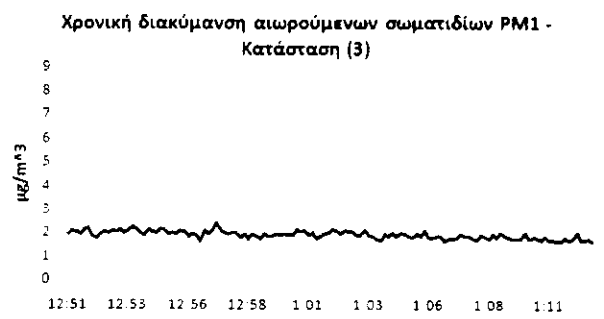
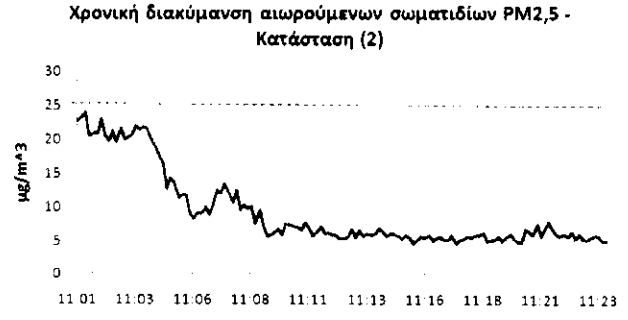
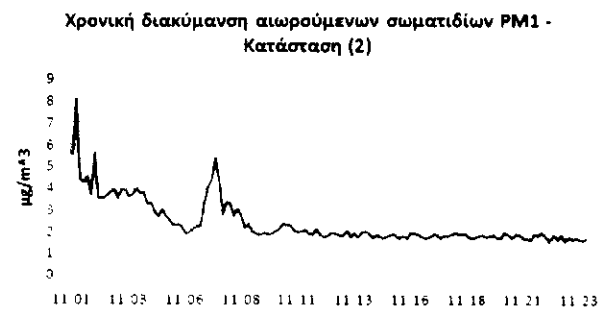
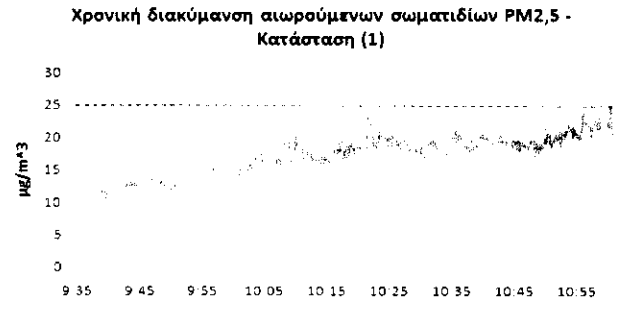
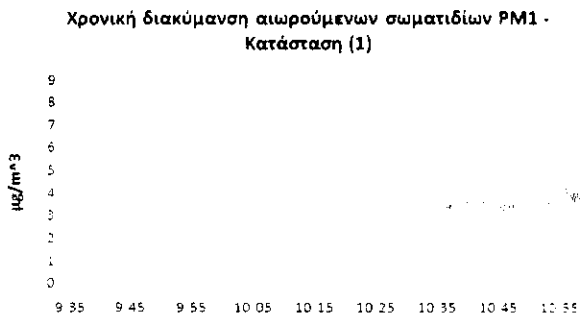
Μπορεί κανείς να προσδιορίσει τις τιμές U που είναι απαραίτητες για τον υπολογισμό των απωλειών κατά τη μετάδοση θερμότητας. Η πληροφορία αυτή στη συνέχεια εντάσσεται στην απαίτηση πρωτογενούς ενέργειας σε ένα υπάρχον ή υπό σχεδιασμό κτίριο. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η βέλτιστη άνεση με ελάχιστες ενεργειακές δαπάνες. Το testo 435 παρέχει τη δυνατότητα γρήγορης μέτρησης των συνθηκών αέρα εσωτερικών χώρων, όπως η υγρασία και η θερμοκρασία δωματίου, η απόλυτη πίεση και το επίπεδο CO<sub>2</sub>, καθώς και μιας λεπτομερούς και τυποποιημένης μέτρησης άνεσης. Η βελτιστοποίηση των συνθηκών αέρα εσωτερικών χώρων μπορεί να μειώσει δραματικά τις ενεργειακές απαιτήσεις.

**Πλεονεκτήματα:** Η θερμοκρασία και η υγρασία αέρα προσαρμόζονται αποτελεσματικά ενώ βελτιστοποιείται

ο αέρας εσωτερικών χώρων και μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας

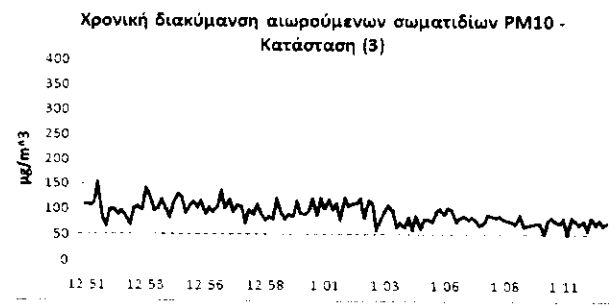
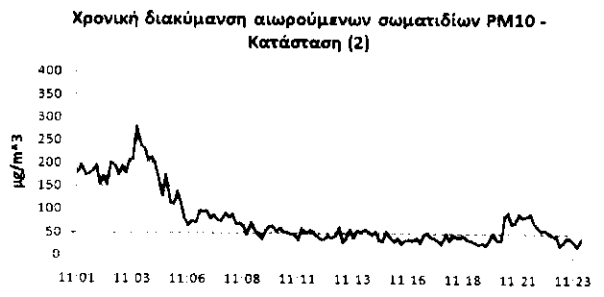
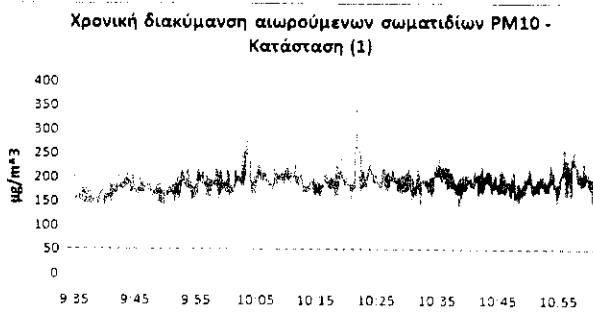


**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΑ ΣΠΙΤΙΑ ΤΗΣ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ "ΑΝΕΜΗ" (ΤΕΡΨΙΘΕΑ - ΛΑΡΙΣΑ)**



Σχήμα 4: Χρονική διακύμανση αιωρούμενων σωματιδίων PM1 για την Κατοικία K1.

Σχήμα 5: Χρονική διακύμανση αιωρούμενων σωματιδίων PM2,5 για την Κατοικία K1.



Σχήμα 6: Χρονική διακύμανση αιωρούμενων σωματιδίων PM10 για την Κατοικία K1.

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΑ ΣΠΙΤΙΑ ΤΗΣ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ "ΑΝΕΜΗ" (ΓΕΡΦΙΘΕΑ -ΛΑΡΙΖΑ)

### 3. Μέτρηση των Επιπέδων του Αερισμού

Μέτρηση του Αερισμού μέσω των Ανοιγμάτων. Μέθοδος αερίων δεικτών

Ο αερισμός του κτιρίου επιτυγχάνεται κυρίως από τα ανοίγματα καθώς και από τις κατασκευαστικές ατέλειες και όποιες σχισμές του κελύφους.

Η μέτρηση των αλλαγών αέρα πραγματοποιήθηκε για τις ακόλουθες καταστάσεις στις κατοικίες K1 και K2:

1. κλειστά όλα τα ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες), με παράλληλο υπολογισμό της διείσδυσης του αέρα

2. ανοικτά παράθυρα – πόρτες, με παράλληλο υπολογισμό φυσικού αερισμού

3. κανονική λειτουργία εναλλάκτη αέρα – αέρα (Θέση 1)

4. εντονότερη λειτουργία εναλλάκτη αέρα – αέρα (Θέση 2)

Για την κατοικία K2 η συγκέντρωση υπολογίστηκε η διείσδυση του αέρα για την 1<sup>η</sup> περίπτωση.

Για τους παραπάνω υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των αερίων δεικτών. Ο αέριος δείκτης που χρησιμοποιείται για την διαδικασία αυτή ονομάζεται εξαφθοριούχο θείο (sf6), το οποίο είναι ένα χημικά αδρανές αέριο. Το σύστημα εκτόξευσης – δειγματοληψίας του αερίου περιλαμβάνει μία βασική μονάδα ελέγχου και έναν ανιχνευτή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Σύμφωνα με τη μέθοδο, ποσότητα του αερίου δείκτη εκλύεται στον υπό μελέτη χώρο, εφ' όσον εξακριβωθεί πως όλα τα ανοίγματα είναι κλειστά. Στη συνέχεια, πραγματοποιούνται μετρήσεις της εξασθένισης του αερίου με διαδοχικές δειγματοληψίες στο χώρο. Ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα με διαδοχικές δειγματοληψίες στο χώρο. Ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα στον εκάστοτε χώρο προσδιορίζεται με βάση την καμπύλη εξασθένισης του αερίου. Με τον ίδιο τρόπο πραγματοποιούνται και οι μετρήσεις του ρυθμού ανανέωσης του αέρα. Από τις μετρήσεις υπολογίζονται οι αλλαγές όγκου αέρα ανά ώρα (ACH), καθώς και σε λίτρα αέρα ανά δευτερόλεπτο ανά άτομο (l/s/άτομο) για τον εκάστοτε εξεταζόμενο χώρο.

Σύμφωνα με τον ισχύοντα κανονισμό

Πίνακας 5: Μετρήσεις μέσω ρυθμού ανανέωσης του αέρα (ACH) για την Κατοικία K1.

Κατοικία	Κατάσταση	Εμβαδόν ζώνης (m <sup>2</sup> )	Αριθμός ατόμων	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Διείσδυση	
					ACH	l/s/άτομο
K1	Διείσδυση αέρα	187.4	7	524.7	0.17	3.6
	Φυσικός αερισμός	187.4	7	524.7	17.0	248
	Μηχανικός αερισμός	187.4	7	524.7	0.55	11.5
	Εναλλάκτης αέρα - αέρα (Θέση 1)	187.4	7	524.7	0.76	15.8
K2	Μηχανικός αερισμός	241.8	4	677	0.24	11.2
	Εναλλάκτης αέρα - αέρα (Θέση 2)	241.8	4	677	0.24	11.2

όπου ACH: αλλαγές αέρα ανά ώρα και, l/s/άτομο: λίτρα αέρα ανά δευτερόλεπτο ανά άτομο

που ορίζει η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86, για τις κατοικίες η απαιτούμενη ποσότητα αέρα είναι 7 l/s/άτομο. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα προκύπτουν ότι:

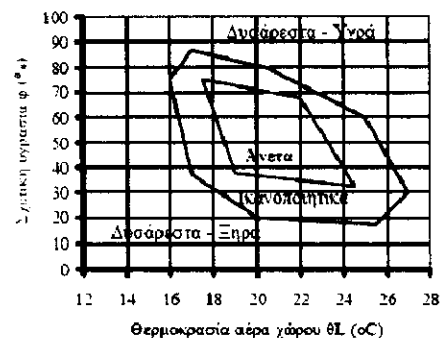
Η διείσδυση του αέρα στην κατοικία K1 υπολογίστηκε σε 0,17 ACH (αλλαγές αέρα ανά ώρα), ερμηνεύοντας ότι οι θερμικές απώλειες από τα κουφώματα και τις σχισμές είναι αμελητέες. Σε ότι αφορά τον φυσικό αερισμό, αυτός υπολογίστηκε στις 17 ACH (αλλαγές αέρα ανά ώρα), γεγονός που υποδηλώνει ότι είναι επαρκής. Θέτοντας σε λειτουργία το μηχανικό σύστημα αερισμού εναλλάκτη αέρα – αέρα (Θέση 1), ο αερισμός υπολογίστηκε στις 0.55 ACH (αλλαγές αέρα ανά ώρα) ή διαφορετικά στα 11,5 l/s/άτομο, ενώ στην περίπτωση λειτουργίας του εναλλάκτη αέρα – αέρα στη θέση 2, ο αερισμός υπολογίστηκε στις 0.76 ACH (αλλαγές αέρα ανά ώρα) ή διαφορετικά στα 15,8 l/s/άτομο. Και στις δύο περιπτώσεις ο αερισμός κρίνεται επαρκής, όπως ορίζεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86. Όπως είναι αναμενόμενο, στην περίπτωση λειτουργίας του εναλλάκτη στη θέση 2 (υψηλότερη ένταση) ο αερισμός είναι μεγαλύτερος.

Ακόμη, η διείσδυση του αέρα έτσι όπως αυτή υπολογίστηκε στην κατοικία K2 βρέθηκε ίση με 0.24 ACH (αλλαγές αέρα ανά ώρα), υποδηλώνοντας και στην περίπτωση αυτή ότι δεν υπάρχουν απώλειες από το κέλυφος και τα κουφώματα της εξεταζόμενης κατοικίας.

Στον πίνακα 5 δίνονται οι τιμές του αερισμού για κάθε περίπτωση, έτσι όπως υπολογίστηκε στις κατοικίες K1 και K2, στις 20/05/2010:

### 4. Μετρήσεις Θερμοκρασίας και Σχετικής Υγρασίας

Στις υπό μελέτη κατοικίες, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του εσωτερικού αέρα. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκαν θερμομέτρα και υγρόμετρα τύπου "Tinytag" σε αντιπροσωπευτικούς χώρους για χρονικό διάστημα μίας ημέρας περίπου (απόγευμα 19/5/10 – μεσημέρι 20/5/10).



Σχήμα 7: Απεικόνιση της "ζώνης άνεσης" στον άνθρωπο (Πηγή: "Θερμική άνεση στα κτίρια", Α Παπαδόπουλος 2006).

Για την επίτευξη θερμικής άνεσης σε χώρους κατοικιών κατά τη θερινή περίοδο πρέπει με βάση την Τεχνική Οδηγία του TOTEE 2425/86 η θερμοκρασία να κυμαίνεται μεταξύ 25-25°C. Με βάση την ίδια οδηγία τα επίπεδα σχετικής υγρασίας πρέπει να κυμαίνονται μεταξύ 40 έως 50%.

Στον πίνακα 6 δίνονται οι μέσες τιμές της θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του εσωτερικού αέρα σε συγκεκριμένους χώρους για κάθε κατοικία. Επί-

## ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ "ΑΝΕΜΗ" (ΤΕΡΨΙΘΕΑ - ΛΑΡΙΣΑ)

**Πίνακας 6:** Μειρήσεις της μέσης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του εσωτερικού αέρα σε αντιπροσωπευτικούς χώρους των 3 κατοικιών (19/5/10 - 20/5/2010).

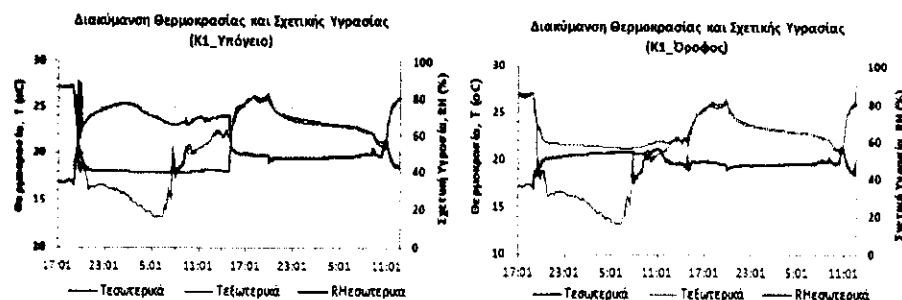
Κατοικία_Όροφος	Θερμοκρασία (°C)			Σχ. Υγρασία (%)		
	mean	max	min	mean	max	min
K1_Υπόγειο	21,4	27,3	17,9	57,7	89,2	32,7
K1_Ισόγειο	20,9	22,8	18,7	48,3	55,5	33,0
K1_Όροφος	23,0	27,5	20,8	49,2	56,9	33,9
K2_Ισόγειο	22,8	26,9	20,2	49,4	81,9	34,1
K2_Όροφος	22,8	26,9	20,9	50,1	67,5	33,8
K3_Ισόγειο	22,6	27,0	19,5	49,5	56,2	34,8
K3_Όροφος	22,7	27,0	20,4	50,4	64,1	34,5
Εξωτερικό περιβάλλον	21,1	27,1	13,2	55,5	87,0	33,1

ναί 57,7% για το υπόγειο, 48,3% για το ισόγειο και 49,2% για τον 1<sup>ο</sup> όροφο της κατοικίας. Τόσο οι χαμηλότερες, όσο και οι υψηλότερες τιμές της σχετικής υγρασίας σημειώνονται στο υπόγειο, ενώ οι μέγιστες τιμές σημειώνονται κατά τις βραδινές ώρες και οι ελάχιστες κατά τις μεσημβρινές ώρες.

Τα κριτήρια θερμοκρασιών του ΤΟΤΕΕ 2425/86 επιτυγχάνονται μόνο για λίγες ώρες κατά τη διάρκεια της ημέρας για όλους τους χώρους της κατοικίας, ενώ τις υπόλοιπες ώρες κυμαίνονται σε τιμές χαμηλότερες του κατώτατου επιτρεπτού ορίου των 25 °C. Ο αριθμός των ωρών για τον οποίο πληρούνται τα κριτήρια του ΤΟΤΕΕ 2425/86 αναμένεται να αυξηθεί κατά τη θερινή περίοδο όπου και οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες. Αντιθέτως, η πλειοψηφία των τιμών σχετικής υγρασίας πληρούν τα κριτήρια του ΤΟΤΕΕ για τους χώρους του ισόγειου και του 1<sup>ου</sup> ορόφου, ενώ για το υπόγειο οι τιμές σχετικής υγρασίας είναι τι περισσότερες φορές αρκετά υψηλές. Παρόλα αυτά, όπως διακρίνεται και από το Σχήμα 8, υπάρχει ταύτιση των μέγιστων τιμών των εσωτερικών θερμοκρασιών με τις ελάχιστες τιμές των εσωτερικών σχετικών υγρασιών, και το αντίστροφο, γεγονός που δρα θετικά στην επίτευξη συνθηκών άνεσης στην κατοικία.

Οι τιμές της σχετικής υγρασίας κυμαίνονται από 33,8 έως και 81,9%. Η χαμηλότερη τιμή για την σχετική υγρασία σημειώνεται στον 1<sup>ο</sup> όροφο ενώ η υψηλότερη στο ισόγειο. Η μέση σχετική υγρασία είναι 49,4% για το ισόγειο και 50,1% για τον 1<sup>ο</sup> όροφο της κατοικίας.

Τα κριτήρια θερμοκρασιών του ΤΟΤΕΕ 2425/86 επιτυγχάνονται μόνο για λίγες ώρες κατά τη διάρκεια της ημέ-



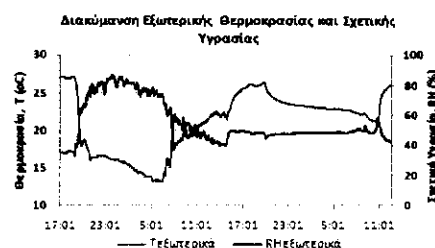
**Σχήμα 8:** Διακύμανση θερμοκρασίας & σχ. υγρασίας στην Κατοικία K1.

σης, δίνονται οι τιμές της θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας για το εξωτερικό περιβάλλον (απόγευμα 19/5/10 – μεσημέρι 20/5/10). Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια των μετρήσεων οι κατοικίες λειτουργούσαν υπό κανονικές συνθήκες.

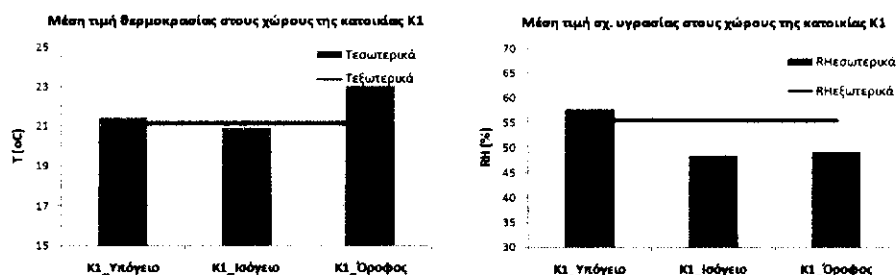
Όπως διαπιστώνεται, οι τιμές των θερμοκρασιών στην κατοικία K1 κυμαίνονται από 17,9 °C έως και 27,5 °C, ενώ η μέση θερμοκρασία είναι 21,4 °C για το υπόγειο, 20,9 °C για το ισόγειο και 23 °C για τον 1ο όροφο της κατοικίας, στον οποίο και σημειώνονται οι υψηλότερες θερμοκρασίες. Οι μέγιστες θερμοκρασίες είναι 27,3 °C για το υπόγειο, 22,8 °C για το ισόγειο και 27,5 °C για τον 1ο όροφο και σημειώνονται κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ οι ελάχιστες θερμοκρασίες είναι 17,9 °C για το υπόγειο, 18,7 °C για το ισόγειο και 20,8 °C για τον 1ο όροφο και σημειώνονται κατά τις βραδινές ώρες. Σημειώνεται, ότι η κατοικία K1 είναι η μόνη από τις τρεις κατοικίες που παρουσιάζει θερμοκρασίες υψηλότερες από τις αντίστοιχες εξωτερικές (μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία 27,1 °C), γεγονός που μπορεί να οφείλεται εν μέρει στο μεγάλο αριθμό των ατόμων (7 άτομα) που

παρευρίσκονταν στην κατοικία κατά τη διάρκεια των μετρήσεων (Σχήμα 13).

Οι τιμές της σχετικής υγρασίας για την κατοικία K1 κυμαίνονται από 33 έως και 89,2%. Η μέση σχετική υγρασία εί-



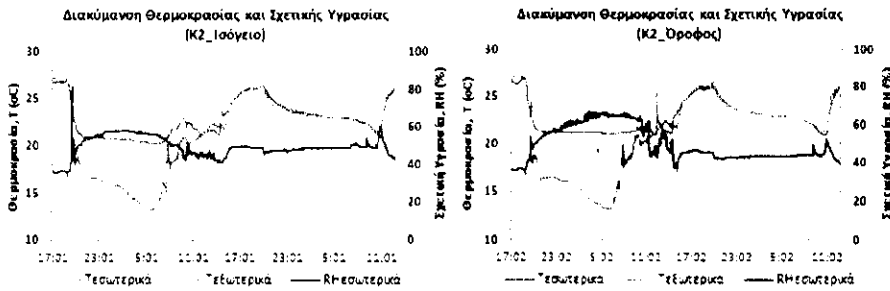
**Σχήμα 9:** Διακύμανση θερμοκρασίας & σχ. υγρασίας στο εξωτερικό περιβάλλον.



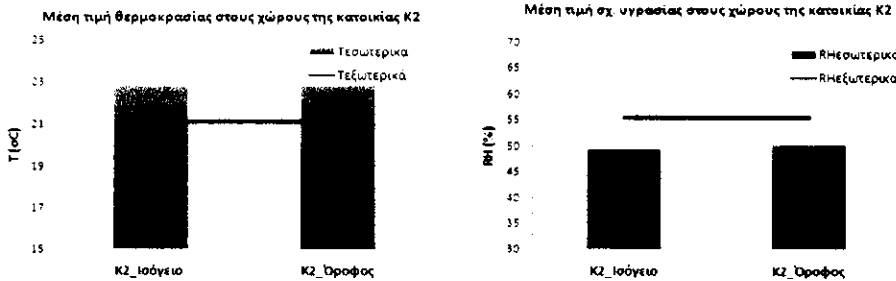
**Σχήμα 10:** Μέση τιμή της θερμοκρασίας & σχ. υγρασίας στην Κατοικία K1.



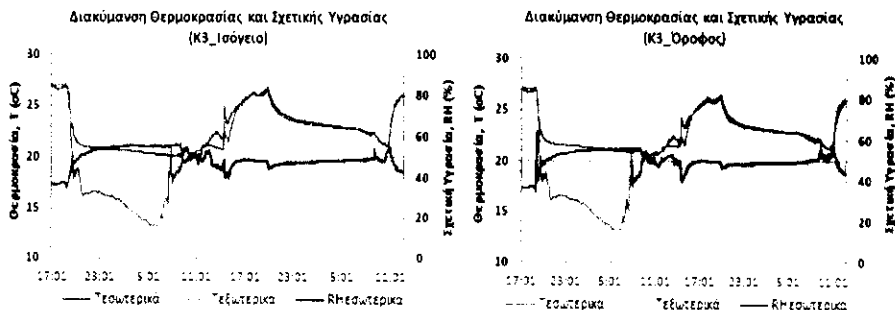
## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΑ ΣΠΙΤΙΑ ΤΗΣ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ "ΑΝΕΜΗ" (ΤΕΡΨΙΘΕΑ - ΛΑΡΙΣΑ)



Σχήμα 11: Διακύμανση θερμοκρασίας & σχ. υγρασίας στην Κατοικία K2.



Σχήμα 12: Μέση τιμή θερμοκρασίας & σχ. υγρασίας στην Κατοικία K2.



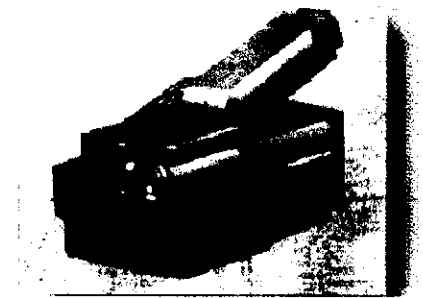
Σχήμα 13 Διακύμανση θερμοκρασίας & σχ. υγρασίας στην Κατοικία K3.

ρας για όλους τους χώρους της κατοικίας K2, ενώ τις υπόλοιπες ώρες κυμαίνονται σε τιμές χαμηλότερες του κατώτατου επιτρεπτού ορίου των 25 °C. Ο αριθμός των ωρών για τον οποίο πληρούνται τα κριτήρια του ΤΟΤΕΕ 2425/86 αναμένεται να αυξηθεί κατά τη θερινή περίοδο όπου και οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες. Αντιθέτως, ένα μεγάλο ποσοστό των τιμών σχετικής υγρασίας πληρούν τα κριτήρια του ΤΟΤΕΕ και για τους δύο υπό μελέτη χώρους. Όπως διακρίνεται και από το Σχήμα 11, υπάρχει ταύτιση των μέγιστων τιμών των θερμοκρασιών με τις ελάχιστες τιμές των σχετικών υγρασιών, και το αντίστροφο, για τους χώρους της κατοικίας K2, γεγονός που δρα θετικά στην επίτευξη συνθηκών ά-

νεσης σε αυτούς.

### 5. Θερμική Απόδοση Επιφανειών

Η μελέτη της θερμικής συμπεριφοράς κάθε υλικού γίνεται με την κατα-



Σχήμα 14: Κάμερα υπέρυθρων "Thermovision 570".

γραφή της επιφανειακής του θερμοκρασίας. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται η κάμερα υπέρυθρων «Thermovision 570», ενώ για την ανάλυση των αντίστοιχων θερμοφωτογραφιών χρησιμοποιείται το λογισμικό «IRwin Report 5.22».

Ειδικότερα, κάθε χρώμα αντιστοιχεί σε μια περιοχή θερμοκρασίας ανάλογα με τη χρωματική κλίμακα που υπάρχει στο δεξί τμήμα της κάθε υπέρυθρης εικόνας. Το βαθύ μπλε χρώμα αντιστοιχεί στο ψυχρότερο τμήμα της θερμικής απεικόνισης, ενώ το κίτρινο στο θερμότερο τμήμα.

Ο συντελεστής ανάκλασης στην μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία και ο συντελεστής εκπομπής των υλικών στην μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολία ορίζουν σε μεγάλο βαθμό το θερμικό ισοζύγιο των υλικών κατά τη διάρκεια της ημέρας.

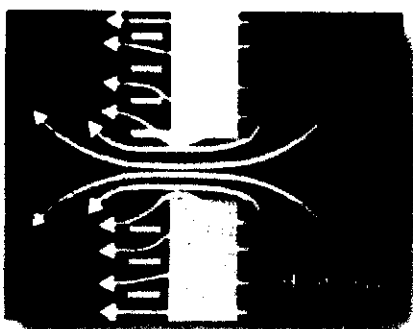
Ωστόσο, οι τιμές του συντελεστή εκπομπής είναι σύμφωνα με τη βιβλιογραφία παραπλήσιες μεταξύ τους (Clarke J. Et al, 1991, ESP USA). Συνεπώς, το μεγάλο εύρος των επιφανειακών θερμοκρασιών που παρατηρείται στα υλικά

Πίνακας 7: Εύρος επιφανειακών θερμοκρασιών στις όψεις της κατοικίας 1 (20/5/2010).

Κατοικία K1	ασκίαστο			σκιασμένο		
	min	average	max	Min	average	max
ανατολική όψη	37.7	38.4	38.8	22.9	23.8	25.3
νότια όψη	28.9	29.8	30.9			
βόρεια όψη	21.1	21.8	22.6	18.8	19.5	20.2
δυτική όψη				18.4	19.0	19.6

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΒΙΩΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΙΑ ΣΤΡΩΤΑ ΤΗΣ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ "ΑΝΕΜΗ" (ΤΕΡΨΙΘΕΑ - ΛΑΡΙΣΑ)

οφείλεται στη διαφοροποίηση του συντελεστή ανάκλασης στην ηλιακή ακτινοβολία. Έτσι, οι ανοιχτόχρωμες επιφάνειες των υλικών, που έχουν υψηλό συντελεστή ανάκλασης, εμφανίζουν τις μικρότερες επιφανειακές θερμοκρασίες, ενώ οι σκουρόχρωμες επιφάνειες που έχουν χαμηλή τιμή του συντελεστή ανάκλασης εμφανίζουν τις μεγαλύτερες επιφανειακές θερμοκρασίες.



**Σχήμα 15:** Απεικόνιση θερμικών απωλειών από την ύπαρξη θερμογέφυρας.

Η γεωμετρία, όπως επίσης η υφή και η δομή των υλικών επηρεάζει το συντελεστή ανάκλασης πάνω στην επιφάνεια του υλικού. Μια σύνθετη και τραχιά επιφάνεια τείνει να απορροφήσει περισσότερη ακτινοβολία από ότι μια λεία και επίπεδη επιφάνεια κατασκευασμένη από το ίδιο υλικό, με αποτέλεσμα να εμφανίζει μεγαλύτερες θερμοκρασίες από την λεία επιφάνεια (Akbari H., et al, 1992, EPA USA).

Με τη χρήση κάμερας υπέρυθρων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις τις πρώτες μεσημβρινές ώρες στις 20/05/2010. Συγκεκριμένα, έγινε καταγραφή της επιφανειακής θερμοκρασίας σε δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους των δύο κατοικιών στην περιοχή Τερψιθέα της Λάρισας, με στόχο την



**Σχήμα 16:** Κατοικία K1 - Περιοχή Τερψιθέας, Λάρισα.

εκτίμηση της θερμικής συμπεριφοράς του κτιριακού κελύφους και τον εντοπισμό θερμογεφυρών. Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα τμήματα εκείνα του εξωτερικού περιβλήματος, που ο βαθμός θερμομόνωσής τους υπολείπεται σημαντικά του βαθμού θερμομόνωσης των στοιχείων που το περιβάλλουν. Έτσι, π.χ. υποστυλώματα, τοιχία, δοκοί, σε-

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΑ ΣΠΙΤΙΑ ΤΗΣ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ "ΑΝΕΜΗ" (ΤΕΡΨΙΘΕΑ - ΛΑΡΙΣΑ)

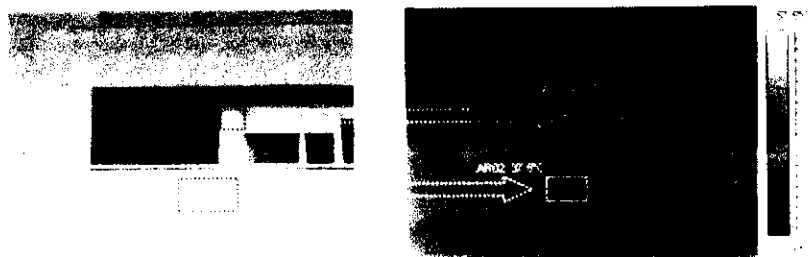
νάζ, πρέκια που παραμένουν αμόνωτα, αποτελούν θερμογέφυρες, με αποτέλεσμα οι απώλειες θερμότητας να αποτελούν σημαντικό ποσοστό των ολικών α-

πωλειών του κτιρίου παρά το γεγονός ότι αποτελούν συνήθως ένα μικρό τμήμα του εξωτερικού κελύφους του.

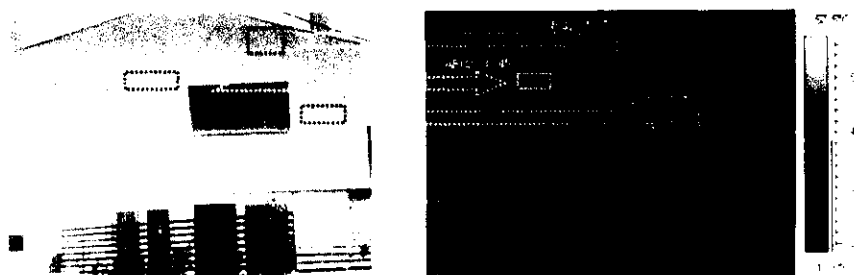
Από τη μελέτη των φωτογραφιών στο υπέρυθρο φάσμα ακτινοβολίας για την Κατοικία K1 διαπιστώνεται ότι, οι επιφανειακές θερμοκρασίες των δομικών στοιχείων στο εσωτερικό του κυμαίνονται από 20.0 °C έως 22.8 °C. Αξίζει να σημειωθεί η ύπαρξη θερμογεφυρών τόσο στο ισόγειο όσο και στον όροφο της κατοικίας, με τις διαφορές επιφανειακής θερμοκρασίας για τα διαφορετικά δομικά στοιχεία (σκυρόδεμα, τούβλο) να κυμαίνονται από 0.2 °C έως 1.3 °C. Η διαφορά αυτή χαρακτηρίζεται μικρή εξαιτίας της συγκεκριμένης χρονικής περιόδου (μεταβατική), ωστόσο κατά τη θερινή περίοδο η μεταβολή αυτή κατά κανόνα αυξάνει. Λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας τους, οι θερμογέφυρες δημιουργούν δυσάρεστη αίσθηση ρευμάτων αέρα στον άνθρωπο, λόγω ακτινοβολίας. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας του εσωτερικού αέρα από την εσωτερική επιφάνεια του κτιρίου το πρόβλημα γίνεται εντονότερο, ώστε μεγαλύτερη να είναι και η ροή θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του κτιρίου.

Η ύπαρξη της θερμογέφυρας στη συγκεκριμένη κατοικία παρουσιάζεται στις γωνίες του τοίχου και στα σενάζ, με πιθανό αίτιο τυχόν κατασκευαστικές δυσκολίες και τον τρόπο τοποθέτησης της θερμομονωτικής στρώσης. Μονόδρομος στην αντιμετώπιση των θερμικών απωλειών εξαιτίας των θερμογεφυρών, αποτελεί η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης.

Ακόμη, από τη μελέτη των θερμοφωτογραφιών των εξωτερικών όψεων του κτιρίου διαπιστώνεται ότι, η υψηλότερες τιμές επιφανειακής θερμοκρασίας εντοπίζονται στην ανατολική όψη με μέση τιμή 38.4 °C, ενώ οι χαμηλότερες τιμές στα σκιασμένα τμήματα της δυτικής όψης (19.0 °C). Στην πίνακα 7 δίνονται οι μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές επιφανειακών θερμοκρασιών στις εξωτερικές όψεις της Κατοικίας K1, ενώ στο παράρτημα Β δίνονται οι αντίστοιχες φωτογραφίες στο ορατό και υπέρυθρο φάσμα ακτινοβολίας.



Σχήμα 17: Απεικόνιση ανατολικής όψης στο ορατό και υπέρυθρο φάσμα ακτινοβολίας - Κατοικία K1 (20/5/2010).



Σχήμα 18: Απεικόνιση νότιας όψης στο ορατό και υπέρυθρο φάσμα ακτινοβολίας - Κατοικία K1 (20/5/2010).



Σχήμα 19: Απεικόνιση βόρειας όψης στο ορατό και υπέρυθρο φάσμα ακτινοβολίας - Κατοικία K1 (20/5/2010).



Σχήμα 20: Απεικόνιση δυτικής όψης στο ορατό και υπέρυθρο φάσμα ακτινοβολίας - Κατοικία K1 (20/5/2010).

Η συνέχεια στο  
επόμενο τεύχος...