

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

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

Παρουσίαση: **Ελένη Κασιόγρα**

6. Μετρήσεις Θερμικής Άνεσης

Η θερμική ευεξία του ατόμου εξαρτάται από την εναλλαγή θερμότητας του σώματός του με το περιβάλλον και από την δραστηριότητά του. Η εναλλαγή αυτή της θερμότητας είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων όπως για παράδειγμα της θερμοκρασίας και της υγρασίας του περιβάλλοντος, της κίνησης του αέρα, της ενδυμασίας του ατόμου και άλλων που σχετίζονται με την εναλλαγή θερμικής ακτινοβολίας μεταξύ του ατόμου και του περιβάλλοντος. Με κατάλληλο συνδυασμό τιμών των παραγόντων αυτών και σε συσχέτιση με την δραστηριότητα του ατόμου επιτυγχάνονται συνθήκες περιβάλλοντος αποδεκτές από αυτό, δηλαδή οι λεγόμενες συνθήκες άνεσης. Οι παράμετροι που επηρεάζουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες:

- Φυσικές παράμετροι (θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου του αέρα, μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών, σχετική υγρασία του αέρα, σχετική ταχύτητα του εσωτερικού αέρα, ατμοσφαιρική πίεση, οσμές, επίπεδα φωτισμού και θορύβου).
- Οργανικές παράμετροι (ηλικία, φύλο)
- Εξωτερικοί παράγοντες (επίπεδα ανθρώπινης δραστηριότητας σε σχέση με το μεταβολισμό, τύπος ένδυσης)

Η θερμική άνεση επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο συνδυασμό των διαφόρων επιμέρους επιδράσεων από κάθε μια παράμετρο ξεχωριστά, πάνω στο ανθρώπινο σώμα.

Η θερμική ισορροπία του σώματος είναι μια δυναμική κατάσταση μεταξύ της παραγόμενης θερμότητας (σαν αποτέλεσμα του ανθρώπινου μεταβολισμού) και της θερμότητας που μεταδίδεται με μεταφορά, αγωγή, ακτινοβολία και εξάτμιση από ή και προς το περιβάλλον.

Οι παράμετροι που πρέπει να μετρηθούν είναι εκείνες που έχουν επιπτώσεις στο ενεργειακό ισοζύγιο του ανθρώπινου

σώματος, δηλαδή: η θερμοκρασία αέρα, η μέση θερμοκρασία μεγάλου μήκους κύματος, η ταχύτητα του αέρα και η υγρασία. Η επίδραση αυτών των παραμέτρων στην ενεργειακή απώλεια δεν είναι η ίδια και η μέτρηση μόνο μίας εκ αυτών δεν είναι αρκετή.

Η ποσοτική συσχέτιση της θερμικής άνεσης ενός ατόμου βασίζεται στη θεωρία του θερμικού συναισθήματος PMV (Predicted Percentage of Dissatisfied People). Ο δείκτης PMV συσχετίζει την ανισορροπία μεταξύ της πραγματικής ροής θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα, σε δεδομένες περιβαλλοντικές συνθήκες και της βέλτιστης άνεσης για συγκεκριμένη δραστηριότητα. Όπως φαίνεται και στον πίνακα 8 ο δείκτης έχει εύρος μεταξύ -3 και +3.

Ο δείκτης PPD δηλώνει το ποσοστό δυσαρέσκειας των ατόμων, όπου η δυσαρέσκεια ορίζεται σαν την περίπτωση που το άτομο δεν δηλώνει ότι αισθάνεται ανεκτά δροσερά, ανεκτά θερμά ή ουδέτερα. Ακόμα και όταν η τιμή του δείκτη PMV είναι μηδέν (0), δηλαδή έχοντας θερμική άνεση για την πλειοψηφία των ατόμων, υπάρχει ένα αποδεκτό ποσοστό, περίπου 10%, ατόμων που δεν βρίσκονται σε θερμική άνεση. Συνεπώς δεν είναι δυνατό όλα τα άτομα που βρίσκονται σε ένα χώρο να αισθάνονται «Άνετα - ιδανικά», ακόμη και αν οι συνθήκες του περιβάλλοντος κρίνονται ικανοποιητικές.

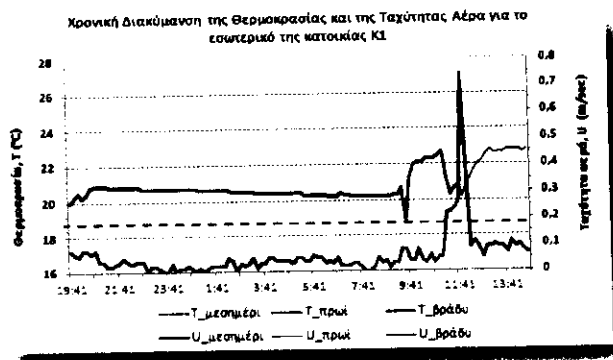
Στην κατοικία K1 έγιναν όλες οι απαιτούμενες μετρήσεις για τον προσδιορισμό των δυο αυτών δεικτών. Οι δείκτες προσδιορίστηκαν για όλες τις ώρες της ημέρας.

Ακολουθούν η χρονική διακύμανση της θερμοκρασίας και της ταχύτητας του εσωτερικού αέρα όπως μετρήθηκε για κάθε κατοικία καθώς και οι τιμές των δεικτών PMV και PPD για την κατοικία K1.

Για την επίτευξη θερμικής άνεσης σε κατοικίες, με βάση

Πίνακας 8: Ταξινόμηση θερμικού περιβάλλοντος στην κλίμακα του δείκτη θερμικής άνεσης PMV.

| PMV | Χαρακτηρισμός θερμικού περιβάλλοντος |
|-----|--------------------------------------|
| +3 | εξαιρετικά θερμό |
| +2 | ενοχλητικά θερμό |
| +1 | ανεκτά θερμό |
| 0 | Ουδέτερο |
| -1 | ανεκτά δροσερό |
| -2 | ενοχλητικά ψυχρό |
| -3 | εξαιρετικά ψυχρό |



Σχήμα 21: Χρονική διακύμανση της θερμοκρασίας και της ταχύτητας του αέρα στο ισόγειο της Κατοικίας K1 (απόγευμα).

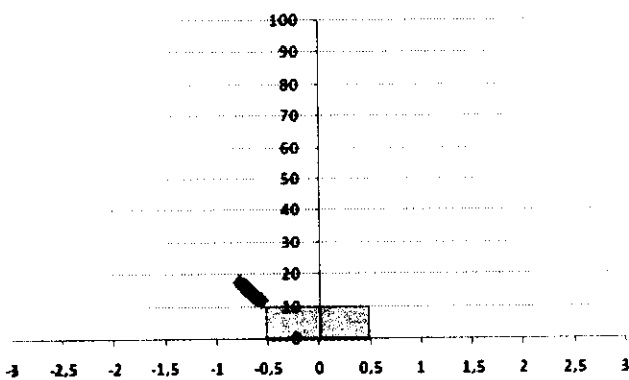
την Τεχνική Οδηγία του TOTEE 2435/86, πρέπει η θερμοκρασία να κυμαίνεται μεταξύ 25 και 26 °C (γκρι πλαίσιο στο Σχήμα 21) και η ταχύτητα του αέρα να είναι μικρότερη από 0.25m/sec (κόκκινη διακεκομμένη γραμμή στο Σχήμα 21). Τα σημεία τα οποία βρίσκονται εντός του αποδεκτού εύρους θερμικής άνεσης, και άρα ισχύει ταυτόχρονα $PPD < 10\%$ και $-0.5 < PMV < 0.5$ (ISO Standard 7730).

Για την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων, οι τιμές για τους δύο δείκτες θερμικής άνεσης παρατίθενται για διά-

φορες χρονικές φάσεις της ημέρας. Συγκεκριμένα παρατίθενται οι μέσες τιμές για το δείκτη θερμικής ευεξίας PMV και τα ποσοστά επίτευξης θερμικής άνεσης για τις βραδινές, τις πρωινές και τις μεσημβρινές ώρες. Ως βραδινές έχουν οριστεί οι ώρες μεταξύ 19:40 το βράδυ και 07:00 το πρωί, ως πρωινές έχουν οριστεί οι ώρες μεταξύ 07:00 το πρωί και 12:00 το μεσημέρι και ως μεσημβρινές οι ώρες μεταξύ 12:00 και 14:30 το μεσημέρι.

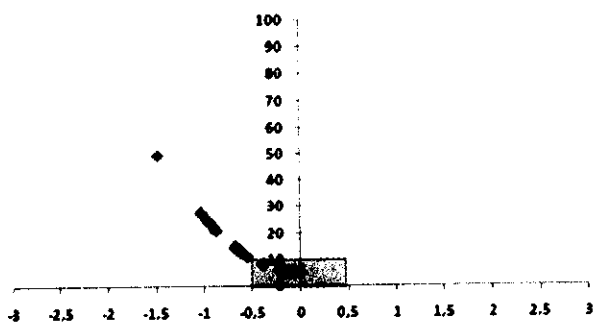
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα διαπιστώνεται ότι, κατά τις βραδινές ώρες το περιβάλλον χαρακτηρίζεται «ελαφρά δροσερό» όπως είναι αναμενόμενο, γεγονός που οφείλεται αφενός στις χαμηλότερες θερμοκρασίες που επικρατούν στο εξωτερικό περιβάλλον αφετέρου στη μη λειτουργία συστημάτων κλιματισμού στο εσωτερικό. Από τις πρωινές και μέχρι τις μεσημβρινές ώρες της ημέρας, παρατηρείται η μετατόπιση στην κλίμακα της θερμικής ευεξίας με το περιβάλλον να χαρακτηρίζεται «θερμικά ουδέτερο». Ειδικότερα, προκύπτει ότι στο χρονικό διάστημα 12:00 – 14:30 τα ποσοστά για τα οποία επιτυγχάνεται θερμική άνεση στην κατοικία K1 φτάνουν το 94%. Στα σχήματα 22 και 23 δίνεται η γραφική απεικόνιση των δεικτών θερμικής άνεσης PMV & PPD, όπως αυτοί υπολογίστηκαν στα προαναφερόμενα χρονικά διαστήματα, στις 20/5/2010.

Τιμές δεικτών θερμικής ευεξίας κατά τις βραδινές ώρες

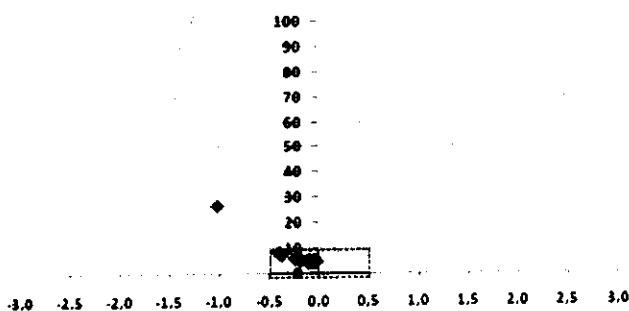


Σχήμα 22: Τιμές των δεικτών PPD και PMV για το ισόγειο της Κατοικίας K1 κατά τις βραδινές ώρες (19/5/2010 - 20/5/2010).

Τιμές δεικτών θερμικής ευεξίας κατά τις πρωινές ώρες



Τιμές δεικτών θερμικής ευεξίας κατά τις μεσημβρινές ώρες



Σχήμα 23: Τιμές των δεικτών PPD και PMV για το ισόγειο της Κατοικίας K1 κατά τις πρωινές και μεσημβρινές ώρες (19/5/2010 - 20/5/2010).

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

7. Μετρήσεις Οπτικής Άνεσης

Η οπτική άνεση σε ένα χώρο απαιτεί την εξασφάλιση τριών επιμέρους προϋποθέσεων:

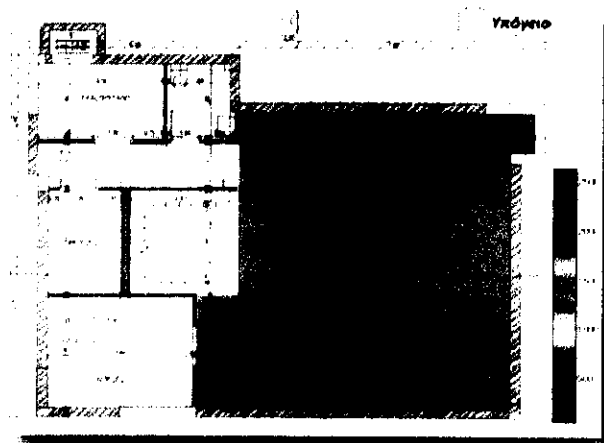
1. Την επίτευξη των απαραίτητων φωτιστικών επιπέδων για το είδος των εργασιών που επιτελούνται στο χώρο
2. Την αποφυγή οπτικής θάμβωσης
3. Την εξασφάλιση οπτικής επαφής με το εξωτερικό περιβάλλον

Η απαιτούμενη ποσότητα του φωτισμού σε ένα χώρο σχετίζεται με το είδος της δραστηριότητας που θα λαβεί χώρα σε αυτόν. Ωστόσο, για κτίρια κατοικίας δεν υπάρχουν συγκεκριμένα όρια φωτεινότητας, τα οποία να χρησιμοποιηθούν ως κριτήρια ποιότητας των συνθηκών φυσικού φωτός. Ενδεικτικά, στην ακόλουθη μελέτη, οι τιμές Φωτεινότητας που μετρήθηκαν συγκρίνονται με τιμές φωτεινότητας, που μπορούν να προκύψουν από το συνδυασμό φυσικού και τεχνητού φωτός και προβλέπονται για κτίρια γραφείων (EN 12464-1: Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places).

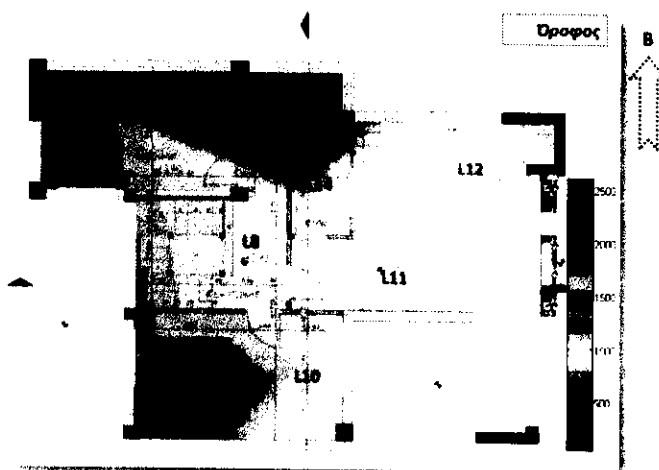
Στην 1^η κατοικία που βρίσκεται στην περιοχή Τερψιθέα Λάρισας, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις Φωτεινότητας (μονάδα μέτρησης lux) σε όλους τους εξεταζόμενους χώρους. Οι μετρήσεις αυτές πραγματοποιούνται σε συνθήκες ηλιοφάνειας, ώστε λοιπόν να μην υπάρχουν σημαντικές μεταβολές της φωτεινότητας για κάθε εξεταζόμενο χώρο. Στο διάστημα 13:00 – 14:00 οι συνθήκες μεταβάλλονται (νεφοσκεπής ουρανός), με αποτέλεσμα οι τιμές φωτεινότητας να παρουσιάζουν μείωση.

Επιλέχθηκαν συνολικά 20 σημεία τα οποία περιβάλλουν το υπόγειο, το ισόγειο και τον όροφο της υπό μελέτη 1^{ης} κατοικίας. Η μέση τιμή φωτεινότητας στο υπόγειο βρέθηκε ίση με 105 lux, υπό συνθήκες φυσικού φωτισμού, τιμή η οποία είναι αρκετά μικρότερη από τα 200 lux που προβλέπονται για αντίστοιχους χώρους κτιρίων γραφείων. Στο ισόγειο, τα μεγάλης επιφάνειας ανοίγματα που υπάρχουν στην ανατολική και νότια όψη είναι αυτά που επηρεάζουν σημαντικά τις συνθήκες φυσικού φωτισμού στο χώρο. Έτσι, η μέση τιμή φωτεινότητας βρέθηκε ίση με 919 lux, χωρίς τη χρήση τεχνητού φωτισμού (μέση τιμή Φωτεινότητας ίση με 300 lux θεωρείται πως θα εξασφάλιζε επάρκεια των επιπέδων φυσικού φωτός για τη διεξαγωγή βασικών εργασιών). Στον όροφο, η μέση τιμή φωτεινότητας βρέθηκε ίση με 460 lux, όπου οι υψηλότερες τιμές εντοπίζονται στα δωμάτια ανατολικού προσανατολισμού.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι χωρικές κατανομές φωτεινότητας για όλους τους εξεταζόμενους χώρους της κατοικίας, για το χρονικό διάστημα 9:00 έως 14:00 (LT), ενώ στον πίνακα δίνεται το εύρος φωτεινότητας για κάθε σημείο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η καταγραφή των επιπέδων φωτεινότητας πραγματοποιήθηκε με μοναδική διαθέσιμη πηγή το φυσικό φως. Συμπερασματικά, σε κάθε περίπτωση τα επίπεδα φυσικού φωτισμού σε όλους τους χώρους κρίνονται επαρκή. Μοναδική εξαίρεση, όπως είναι αναμενόμενο, αποτελεί ο χώρος του υπογείου, όπου εκεί η χρήση τεχνητού φωτισμού κρίνεται αναγκαία, ανάλογα βέβαια με τη χρήση που θα φιλοξενήσει ο χώρος αυτός.

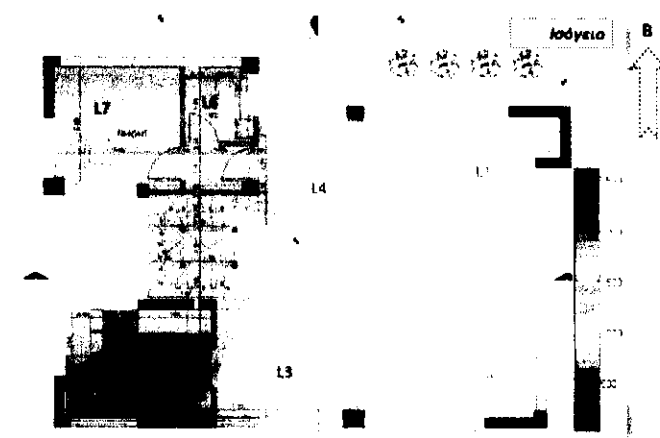
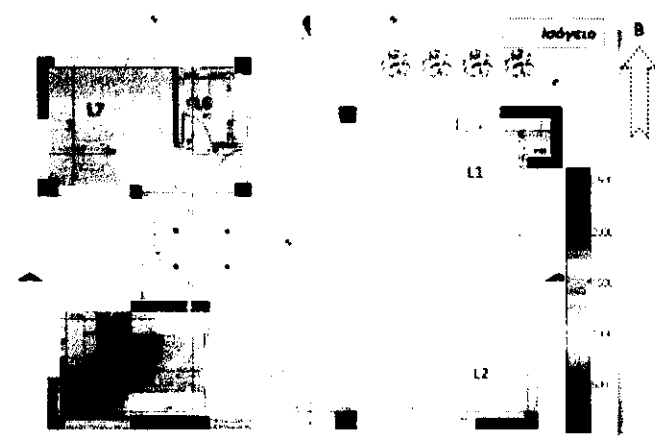
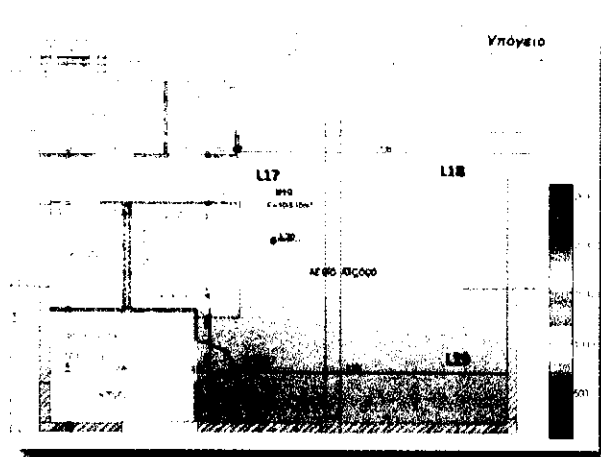
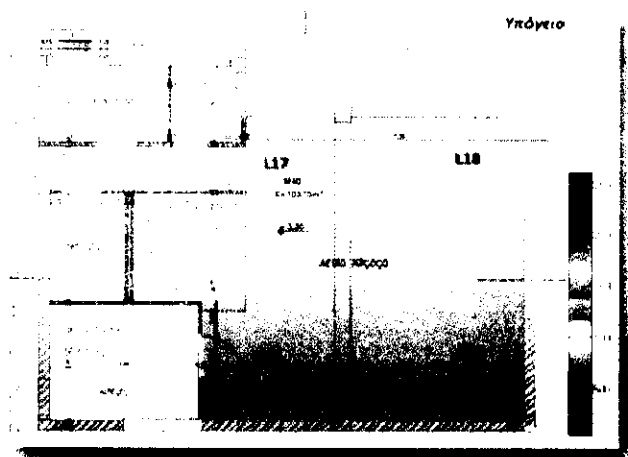


Σχήμα 24: Χωρική κατανομή της φωτεινότητας στην 1^η κατοικία για το χρονικό διάστημα 9:00 - 10:00, υπόγειο - ισόγειο (20/5/2010).



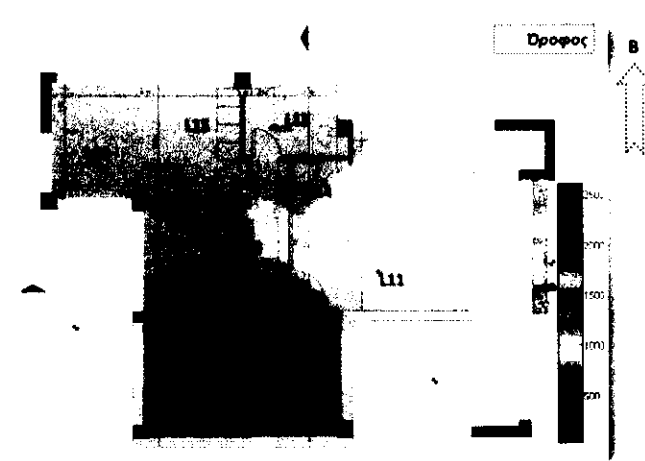
Σχήμα 25: Χωρική κατανομή της φωτεινότητας στην 1^η κατοικία για το χρονικό διάστημα 9:00 - 10:00, όροφος (20/5/2010).

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

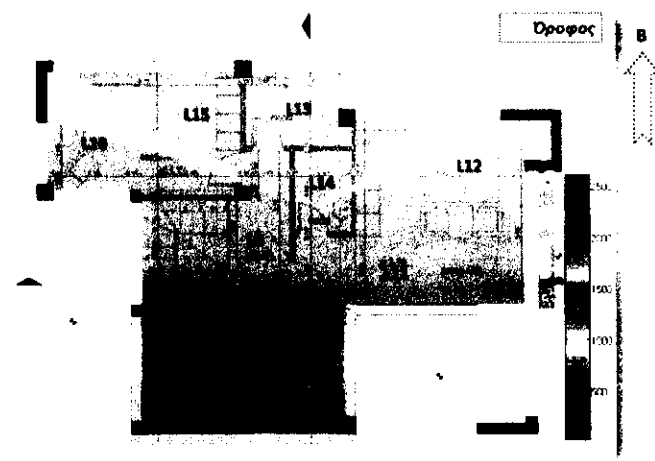


Σχήμα 26: Χωρική κατανομή της φωτεινότητας στην 1η κατοικία για το χρονικό διάστημα 10:00 - 11:00, υπόγειο - ισόγειο (20/5/2010).

Σχήμα 28: Χωρική κατανομή της φωτεινότητας στην 1η κατοικία για το χρονικό διάστημα 13:00 - 14:00, υπόγειο - ισόγειο (20/5/2010).



Σχήμα 27: Χωρική κατανομή της φωτεινότητας στην 1η κατοικία για το χρονικό διάστημα 10:00 - 11:00, δροφος (20/5/2010).



Σχήμα 29: Χωρική κατανομή της φωτεινότητας στην 1η κατοικία για το χρονικό διάστημα 13:00 - 14:00, δροφος (20/5/2010).

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

Πίνακας 9: Μέση, μέγιστη και ελάχιστη τιμή φωτεινότητας (lux) στην 1η κατοικία της περιοχής Τερψιθέας Λάρισας (20/5/2010).

| Κατοικία 1η | Φωτεινότητα (lux) | | | |
|-------------|-------------------|------|---------|------|
| | Σημείο | min | average | max |
| L1 | | 1796 | 2127 | 2600 |
| L2 | | 1037 | 1310 | 1645 |
| L3 | | 773 | 956 | 1260 |
| L4 | | 596 | 1066 | 1807 |
| L5 | | 225 | 257 | 297 |
| L6 | | 190 | 245 | 348 |
| L7 | | 378 | 474 | 607 |
| L8 | | 503 | 604 | 738 |
| L9 | | 217 | 270 | 338 |
| L10 | | 344 | 500 | 710 |
| L11 | | 165 | 523 | 790 |
| L12 | | 679 | 1186 | 1560 |
| L13 | | 179 | 260 | 304 |
| L14 | | 112 | 120 | 133 |
| L15 | | 212 | 227 | 245 |
| L16 | | 347 | 449 | 565 |
| L17 | | 86 | 133 | 210 |
| L18 | | 39 | 58 | 80 |
| L19 | | 105 | 157 | 247 |
| L20 | | 56 | 72 | 102 |

6. Αναφορές

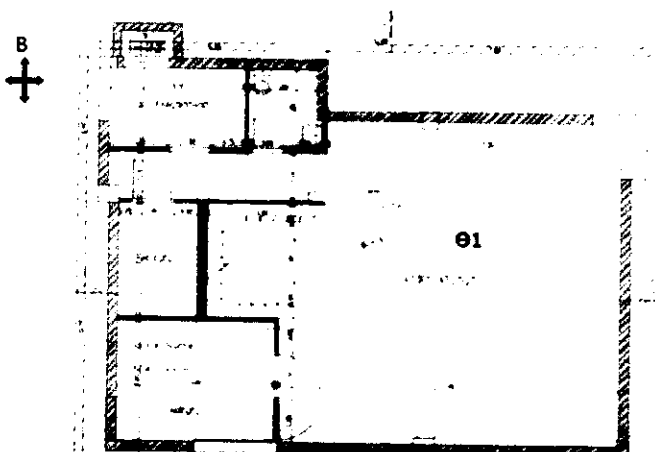
- ◆ Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, ΤΟΤΕΕ 2425/86, «Εγκαταστάσεις σε κτίρια: Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτιριακών χώρων»
- ◆ ASHRAE Handbook - Fundamentals, 2009
- ◆ Ευρωπαϊκή Οδηγία 2004/42/ΕΚ, "Directive 2004/42/CE of the European Parliament and of the Council on the limitation of emission of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in certain paints and vehicle refining products and amending Directive 1999/13/EC", 2004
- ◆ EN 12464-1: Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places
- ◆ Ματζαράκης ΑΠ. «Ανθρωποβιομετεωρολογική Εκτίμηση του Κλίματος της Ελλάδας» Διδακτορική Διατριβή (1996)
- ◆ Ελληνική έκδοση του ΕΛ.ΙΝ.ΥΝ.Α.Ε. «1996 - Οριακές τιμές Χημικών Ουσιών και Φυσικών Παραγόντων και Δείκτες Βιολογικής Έκθεσης» της Αμερικάνικης Εταιρίας Κυβερνητικών Υγειονολόγων Βιομηχανίας
- ◆ 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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

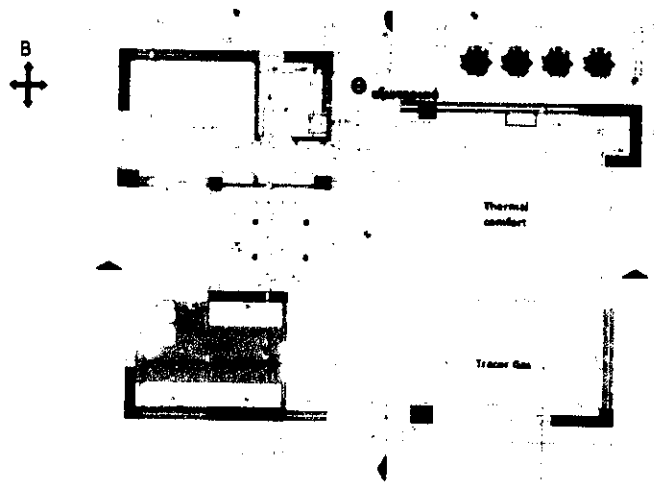
Παράρτημα Α

Σχέδια των κατοικιών και επισήμανση τοποθέτησης μετρητικών συσκευών.

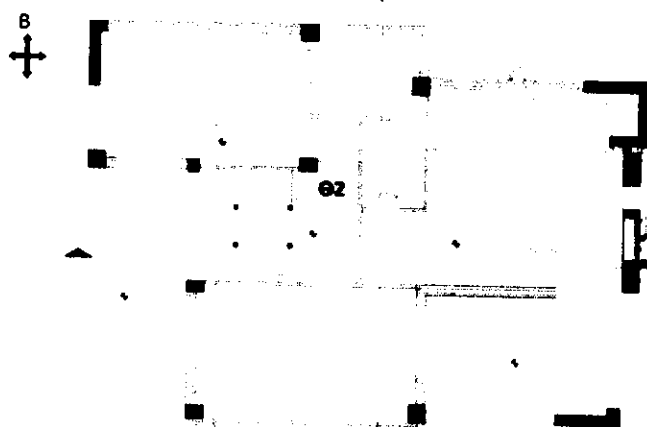
Κατοικία Κ1 - Υπόγειο



Κατοικία Κ1 - Ισόγειο



Κατοικία Κ1 - 1^{ος} όροφος



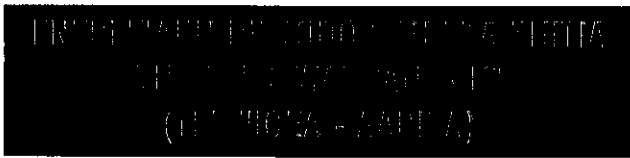
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΑ ΣΠΙΤΙΑ ΤΗΣ ΓΕΙΤΟΝΙΑΣ "ΑΝΕΜΗ" (ΤΕΡΨΙΘΕΑ - ΛΑΡΙΣΑ)

Παράρτημα Β

Αποτύπωση φωτογραφιών στο υπέρυθρο φάσμα ακτινοβολίας των κατοικιών στην περιοχή Τερψιθέα Λάρισας.

| | | | |
|-----------------------|-------|--|--|
| Κατοικία Κ1 εσωτερικό | 11:46 | | |
| Κατοικία Κ1 εσωτερικό | 11:47 | | |
| Κατοικία Κ1 εσωτερικό | 11:47 | | |
| Κατοικία Κ1 εσωτερικό | 11:48 | | |
| Κατοικία Κ1 εσωτερικό | 11:48 | | |
| Κατοικία Κ1 εσωτερικό | 11:49 | | |
| Κατοικία Κ1 εσωτερικό | 11:49 | | |
| Κατοικία Κ1 εσωτερικό | 11:49 | | |
| Κατοικία Κ1 εσωτερικό | 11:50 | | |
| Κατοικία Κ1 εσωτερικό | 11:50 | | |

| | | | |
|-----------------------|-------|--|--|
| Κατοικία Κ1 εσωτερικό | 11:50 | | |
| Κατοικία Κ1 εσωτερικό | 12:00 | | |
| Ανετολή όψη | 12:34 | | |
| Ανετολή όψη | 12:34 | | |
| Νότια όψη | 12:35 | | |
| Νότια όψη | 12:35 | | |
| Βόρεια όψη | 12:36 | | |
| Βόρεια όψη | 12:36 | | |
| Δυτική όψη | 12:36 | | |
| Δυτική όψη | 12:36 | | |



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την περιβαλλοντική αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε σε τρεις κατοικίες του οικιστικού συγκροτήματος Ανέμη στην περιοχή Τερψιθέα της Λάρισας, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Από τη μελέτη της ποιότητας του αέρα στο εσωτερικό των κατοικιών διαπιστώνεται ότι οι συγκεντρώσεις των κύριων ατμοσφαιρικών ρύπων κυμαίνονται γενικά σε επίπεδα που δεν υπερβαίνουν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια. Ειδικότερα:

- Η μέση τιμή της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην κατοικία K1 κυμαίνεται σε επίπεδα κάτω από το επιτρεπτό όριο των 1000 ppm, με μοναδική εξαίρεση υπέρβασης την κατάσταση (1). Το γεγονός αυτό οφείλεται σαφώς στη μεγάλη συγκέντρωση ατόμων (7 άτομα) στον εξεταζόμενο χώρο, ενώ παράλληλα η δυνατότητα ανανέωσης του αέρα είναι περιορισμένη λόγω των κλειστών ανοιγμάτων. Τόσο η χρήση φυσικού αερισμού όσο και η χρήση του εναλλάκτη αέρα – αέρα διαπιστώθηκε ότι αποτελούν τους βασικούς παράγοντες για την αισθητή μείωση της συγκέντρωσης του CO₂ στο εσωτερικό περιβάλλον και την γρήγορη ανανέωση του αέρα. Ακόμη, για την κατοικία K2 διαπιστώθηκε ότι, η μέση συγκέντρωση CO₂ βρέθηκε κοντά στο όριο των 1000 ppm, και μικρότερη από την αντίστοιχη τιμή της κατοικίας K1 στην περίπτωση της κατάστασης (1). Το γεγονός αυτό οφείλεται στην παρουσία λιγότερου πλήθους ατόμων στην κατοικία K2 (3 άτομα).
- Η συγκέντρωση μονοξειδίου του άνθρακα (CO) τόσο στην Κατοικία K1 όσο και στην K2, βρέθηκε μηδενική, υποδηλώνοντας ότι δεν υπάρχουν πηγές εκπομπής του συγκεκριμένου ρύπου στο εσωτερικό των δύο κατοικιών.
- Τα επίπεδα της συγκέντρωσης των πτητικών οργανικών ενώσεων (TVOC) για τις κατοικίες K1 και K2 κατατάσσονται στη ζώνη όπου δεν υπάρχει κανένας ερεθισμός ή δυσφορία για τον ανθρώπινο οργανισμό για όλες τις εξεταζόμενες περιπτώσεις. Μοναδική εξαίρεση αποτελούν οι τιμές που προκύπτουν για την κατάσταση (2) στην κατοικία K1 οι οποίες κατατάσσονται στη ζώνη πιθανού ερεθισμού ή δυσφορίας ανάλογα με την αλληλεπίδραση με άλλους παράγοντες. Πιθανή αιτία μπορεί να θεωρηθεί τυχόν εργασίες στον εξωτερικό χώρο που αποτελούν παράλληλα και πηγές των TVOC.
- Οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ στην κατοικία K1 κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα όπως αντίστοιχα συμβαίνει και για τα μικροσωματίδια PM_{2.5}. Αντίθετα, οι συγκεντρώσεις σωματιδίων PM₁₀ διαπιστώθηκε ότι υπερβαίνουν το επιτρεπτό όριο στην κατοικία K1, για την περίπτωση της κατάστασης (1), στην οποία όλα τα ανοίγματα ήταν κλειστά. Το γεγονός αυτό οφείλεται αφενός στην έντονη ύπαρξη σκόνης στο εσωτερικό του

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

χώρου λόγω προηγούμενων εργασιών αποτελώντας μεμονωμένη περίπτωση, αφετέρου η κίνηση των ατόμων στο χώρο αποτέλεσε σημαντική συμβολή στην επαναιώρηση των σωματιδίων.

2. Από την καταγραφή των μετεωρολογικών παραμέτρων [Ta (°C), RH (%), v (m/sec), WBGT (°C)], και τον υπολογισμό των αντίστοιχων δεικτών θερμικής άνεσης, διαπιστώθηκε η καλή θερμική συμπεριφορά των εξεταζόμενων κατοικιών σε σχέση με τις εξωτερικές συνθήκες. Ειδικότερα:

Οι τιμές της θερμοκρασίας στην κατοικία K1 κυμαίνονται από 17,9 °C έως και 27,5 °C, με τις υψηλότερες τιμές να σημειώνονται στον 1^ο όροφο κατά τις μεσημβρινές ώρες ενώ οι χαμηλότερες στο υπόγειο κατά τις βραδινές ώρες. Επίσης, 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. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι υπάρχει ταύτιση των μέγιστων τιμών των εσωτερικών θερμοκρασιών με τις αντίστοιχες ελάχιστες τιμές σχετικής υγρασίας, και το αντίστροφο, γεγονός που δρα θετικά στην επίτευξη των συνθηκών θερμικής άνεσης. Στην κατοικία K2 οι τιμές των θερμοκρασιών κυμαίνονται σε παρόμοια επίπεδα με εκείνα της K1, ενώ οι δύο όροφοι παρουσιάζουν την ίδια μέγιστη θερμοκρασία (26,9 °C) η ο-

ποία και σημειώνεται κατά τις απογευματινές ώρες. Οι ελάχιστες θερμοκρασίες σημειώνονται όπως είναι αναμενόμενο κατά τις βραδινές ώρες. Αντίστοιχα, οι τιμές της σχετικής υγρασίας για την κατοικία K2 κυμαίνονται εντός των επιτρεπτών ορίων, ενώ η χαμηλότερη τιμή σημειώνεται στον 1^ο όροφο κατά τις μεσημβρινές ώρες και η υψηλότερη στο ισόγειο, κατά τις βραδινές ώρες. Την ίδια θερμοκρασιακή συμπεριφορά διαπιστώνεται ότι ακολουθεί και η κατοικία K3, με την ταύτιση των μέγιστων θερμοκρασιών με τις αντίστοιχες ελά-



χιστες τιμές σχετικής υγρασίας να υποδηλώνουν την επίτευξη θερμικής ευεξίας στο εσωτερικό. Το γεγονός αυτό έρχεται να επιβεβαιώσει ο υπολογισμός των βιοκλιματικών δεικτών PMV & PPD, όπως αυτοί καταγράφηκαν στο διάστημα 19/5 - 20/5/2010, στην κατοικία K1. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι κατά τις βραδινές ώρες το περιβάλλον χαρακτηρίζεται «ελαφρά δροσερό», το οποίο είναι αναμενόμενο λόγω των εξωτερικών χαμηλών θερμοκρασιών (μεταβατική περίοδος του έτους ο Μάιος) αλλά στο ότι οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε συνθήκες φυσικής λειτουργίας του κτιρίου (free floating), σε συνθήκες δηλαδή όπου δεν προσφέρεται ενέργεια στο κτίριο για θέρμανση και δροσισμό, ενώ τα εσωτερικά κέρδη θεωρούνται αμελητέα. Παρατηρείται ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας επιτυγχάνεται η θερμική άνεση, με αποκορύφωση τις μεσημβρινές ώρες όπου το ποσοστό των τιμών για τα οποία προκύπτει η θερμική άνεση φτάνει το 94%.

3. Από τη μελέτη των επιφανειακών θερμοκρασιών στο υπέρυθρο φάσμα ακτινοβολίας διαπιστώνεται ότι, στις Κατοικίες K1 και K2 εντοπίστηκαν θερμογέφυρες στις γωνίες του τοίχου και στα σενάζ, όλων των ορόφων των κατοικιών με πιθανό αίτιο τυχόν κατασκευαστικές δυσκολίες και τον τρόπο τοποθέτησης της θερμομονωτικής στρώσης. Οι διαφορές επιφανειακής θερμοκρασίας

για τα διαφορετικά δομικά στοιχεία (σκυρόδεμα, τούβλο) κυμαίνονται από 0.2 °C έως 1.3 °C για την Κατοικία K1 και από 0.1 °C έως 1.1 °C για την Κατοικία K2. Η διαφορά αυτή χαρακτηρίζεται μικρή εξαιτίας της συγκεκριμένης χρονικής περιόδου (μεταβατική), ωστόσο κατά τη θερινή περίοδο η μεταβολή αυτή κατά κανόνα αυξάνει. Μονόδρομος στην αντιμετώπιση των θερμικών απωλειών εξαιτίας των θερμογεφυρών, αποτελεί η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης.

4. Από τη μελέτη των θερμοφωτογραφιών των εξωτερικών όψεων των Κατοικιών K1 και K2 διαπιστώνεται ότι για την Κατοικία K1 οι 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). Για την Κατοικία K2 οι υψηλότερες τιμές επιφανειακής θερμοκρασίας εντοπίζονται στην ανατολική όψη με μέση τιμή 29.5 °C, ενώ οι χαμηλότερες τιμές στα σκια-

σμένα τμήματα της βόρειας όψης (18.0 °C).

5. Σε κάθε περίπτωση τα επίπεδα φυσικού φωτισμού σε όλους τους χώρους κρίνονται επαρκή. Μοναδική εξαίρεση, όπως είναι αναμενόμενο, αποτελεί ο χώρος του υπογείου, όπου εκεί η χρήση τεχνητού φωτισμού κρίνεται αναγκαία, ανάλογα βέβαια με τη χρήση που θα φιλοξενήσει ο χώρος αυτός.

Καταλήγοντας, από τη μελέτη των εξεταζόμενων κατοικιών του συγκροτήματος Ανέμη στην περιοχή Τερψιθέα Λάρισσας διαπιστώνουμε ότι, πρόκειται για κτίρια με σημαντικά πλεονεκτήματα στην ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος, στην επίτευξη των συνθηκών θερμικής ευεξίας και στην καλή θερμική συμπεριφορά του κτιρίου, συμβάλλοντας παράλληλα στην εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση και δροσισμό. Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω παραγόντων αποτελεί το σύνολο ώστε οι εξεταζόμενες κατοικίες να μπορούν να χαρακτηριστούν «βιοκλιματικές».

