

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΑΙΜ. Γ. ΚΟΡΩΝΑΙΟΣ

ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΛΑΥΡΙΟΥ

ΑΙΜ. Γ. ΚΟΡΩΝΑΙΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.
Γ.-ΦΟΙΒΟΣ ΣΑΡΓΕΝΤΗΣ ΥΠ.ΔΡ.Ε.Μ.Π.



Δημοσιεύσεις Εργαστηρίου Τεχνικών Υλικών
Τεύχος 4

ΑΘΗΝΑ 2003

ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΛΑΥΡΙΟΥ

ΑΙΜ. Γ. ΚΟΡΩΝΑΙΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ
Γ.- ΦΟΙΒΟΣ ΣΑΡΓΕΝΤΗΣ ΥΠ. ΔΡ. Ε.Μ.ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ

Δημοσιεύσεις Εργαστηρίου Τεχνικών Υλικών
Τεύχος 4

Διερεύνηση της θερμικής συμπεριφοράς κτηρίων στο Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου
Περίοδος εκτέλεσης: 2002-2003
Επιστημονικός υπεύθυνος: Καθ. Αιμ. Κορωνάιος
Κύριος ερευνητής: Γ.-Φοίβος Σαργέντης Υπ. Δρ.

Το τεύχος του ερευνητικού έργου είναι διαθέσιμο από τη διεύθυνση: www.ntua.gr/vitruvius/ress.htm

© 2003 Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Πρώτη έκδοση

Αθήνα, Οκτώβριος 2003

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κατάλογος εικόνων	v
Περίληψη	vi
1 Εισαγωγή	1
2 Μετρήσεις	2
2.1 Θερμογραφία	2
2.2 Μετρήσεις θερμοκρασιών	2
2.3 Όργανα μετρήσεων, λογισμικό επεξεργασίας	4
3 Επεξεργασία και ερμηνεία μετρήσεων	5
3.1 Φαρμακείο, Βίλα Σερπιέρι.....	5
3.2 Ξυλουργείο	5
4 Παρατηρήσεις όσον αφορά την θερμική συμπεριφορά των κτηρίων	11
5 Συμπεράσματα, προτάσεις επεμβάσεων	15
6 Βιβλιογραφία	17

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 2.1: Μετρήσεις θερμοκρασιών στο «Ξυλουργείο» (15-1-2002).....	2
Εικόνα 2.2: Μετρήσεις θερμοκρασιών στο «Ξυλουργείο» (28-3-2002).....	3
Εικόνα 2.3: Μετρήσεις θερμοκρασιών στην «Βίλα Σερπιέρι»	3
Εικόνα 2.4: Μετρήσεις θερμοκρασιών στο «Φαρμακείο»	4
Εικόνα 2.5: Μετρήσεις με την θερμοκάμερα	4
Εικόνα 2.6: Μετρήσεις με το θερμόμετρο περιβάλλοντος-επιφανείας	4
Εικόνα 3.1: Παράθυρο και τοιχοποιία του «Φαρμακείου»	5
Εικόνα 3.2: Η στέγη της «Βίλας Σερπιέρι»	5
Εικόνα 3.3: Το «Ξυλουργείο»	6
Εικόνα 3.4: Μέτρηση θερμοκρασιών στο «Ξυλουργείο»	7
Εικόνα 3.5: Ερμηνεία της κίνησης του αέρα μέσα στο κτήριο	8
Εικόνα 3.6: Θερμογράφημα της όψης του «Ξυλουργείου» (15-01-2002)	8
Εικόνα 3.7: Η όψη του «Ξυλουργείου» (15-01-2002)	9
Εικόνα 3.8: Η οροφή του «Ξυλουργείου» (15-01-2002).	9
Εικόνα 3.9: Θερμογραφήματα και εικόνα τυπικού παραθύρου του «Ξυλουργείου» (28-03-2002).....	10
Εικόνα 3.10: Μεταφορά θερμότητας στο κτήριο-περιβάλλον	10
Εικόνα 4.1: Κατάλληλος προσανατολισμός κτηρίου για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.....	11
Εικόνα 4.2: Προσανατολισμός του «Ξυλουργείου»	12
Εικόνα 4.3: Ανάπτυγμα του «Ξυλουργείου» καθ' ύψος	12
Εικόνα 4.4: Θερμογράφημα της όψης του «Ξυλουργείου» ημέρα με ηλιοφάνεια	12
Εικόνα 4.5: Διάχυση (μεταβίβαση) της θερμότητας στο εσωτερικό από την νότια όψη του κτηρίου	12
Εικόνα 4.6: Προσανατολισμός του κτηρίου «Ξυλουργείο» και του υπολοίπου κτηριακού συγκροτήματος.....	13
Εικόνα 4.7: Τρισδιάστατο ανάπτυγμα του κτηριακού συγκροτήματος	13
Εικόνα 4.8: Θεωρητικός τοίχος (χωρίς θερμική αδράνεια και ιδανικά αγώγιμος)	14
Εικόνα 4.9: Επίδραση της θερμικής αδράνειας.....	14
Εικόνα 4.10: Επίδραση της θερμομόνωσης σε θεωρητικό τοίχο	14
Εικόνα 4.11: Επίδραση της σύνθετης κατασκευής	14
Εικόνα 5.1: Περιορισμός της κίνησης του αέρα μέσα στο κτήριο σύμφωνα με τα προτεινόμενα μέτρα (σημειώνονται με κόκκινο).....	15
Εικόνα 5.2: Θερμική συμπεριφορά του κτηρίου (χειμώνας)	16
Εικόνα 5.3: Βελτιωμένη θερμική συμπεριφορά του κτηρίου (χειμώνας)	16

Περίληψη

Η εργασία αυτή αναφέρεται στην θερμική συμπεριφορά κτηρίων του Τεχνολογικού Πολιτιστικού Πάρκου Λαυρίου. Τα κτήρια του ΤΠΠΑ κατασκευάστηκαν περίπου στις αρχές του προηγούμενου αιώνα, για βιομηχανική χρήση. Κατά την δεκαετία του 1990 το Ε.Μ.Πολυτεχνείο ανέλαβε την αναβίωση του ΤΠΠΑ δηλαδή την αποκατάσταση προς επανάχρηση των κτηρίων, με στόχο το Πάρκο να φιλοξενήσει εταιρείες τεχνολογίας αιχμής με εξειδικευμένο προσωπικό.

Κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής των κτηρίων και την επαναχρησιμοποίησή τους παρατηρήθηκε ότι σε ορισμένα κτήρια (όπως το «Ξυλουργείο») δεν υπήρχαν συνθήκες θερμικής άνεσης στους χρήστες (οι θερμοκρασίες στο εσωτερικό του κτηρίου ήταν χαμηλότερες του κανονικού τις ημέρες μεγάλου ψύχους του χειμώνα και υπήρχε κίνηση του ψυχρού αέρα).

Για να εντοπιστούν προβλήματα στην θερμική συμπεριφορά του κτηρίου, έγιναν μετρήσεις με την βοήθεια θερμοκάμερας και θερμομέτρων στο εσωτερικό του κτηρίου και εκτός αυτού.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι σε ορισμένα κτήρια παρατηρούνται έντονες απώλειες θερμότητας από το εσωτερικό στο περιβάλλον (περίοδος χειμώνα) και υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης της θερμικής τους συμπεριφοράς τους.

1 Εισαγωγή

Τα κτήρια του Τεχνολογικού Πολιτιστικού Πάρκου Λαυρίου έχουν μεγάλο συντελεστή θερμοπερατότητας αφού το μεγαλύτερο μέρος του κτηριακού κελύφους αποτελείται από φυσικούς λίθους χωρίς επιπρόσθετη θερμομόνωση. Το πρόβλημα αυτό έχει αντιμετωπιστεί με την εγκατάσταση ισχυρών κλιματιστικών μονάδων στα κτήρια. Μολονότι υπάρχουν ισχυρές κλιματιστικές μονάδες, ορισμένα κτήρια όπως το «Ξυλουργείο», δεν παρουσιάζουν την απαιτούμενη θερμική άνεση για τους χρήστες τους.

Στην εργασία αυτή γίνεται προσπάθεια να εντοπιστούν τα κυριότερα σημεία θερμοδιαφυγών των κτηρίων. Αυτό επιτυγχάνεται με μετρήσεις με θερμοκάμερα και μετρήσεις θερμοκρασιών στο εξωτερικό και στο εσωτερικό του κελύφους των κτηρίων.

Με τα θερμογραφήματα εντοπίστηκαν διαρροές θερμού αέρα από συγκεκριμένα σημεία των κτηρίων.

Εν συνεχεία στο κτήριο του «Ξυλουργείου», έγινε εκτίμηση της κίνησης του αέρα μέσα στο εσωτερικό των χώρων και προτάθηκαν λύσεις για την βελτίωση της θερμικής συμπεριφοράς του.

Στα πλαίσια της μελέτης γίνεται επίσης μία αποτίμηση της χωροθέτησης και του προσανατολισμού των κτηρίων, για τα οποία προκύπτει ότι είναι με τέτοιο τρόπο προσανατολισμένα έτσι ώστε να εκμεταλλεύονται τόσο τον φυσικό φωτισμό όσο και την ηλιακή ακτινοβολία.

2 Μετρήσεις

2.1 Θερμογραφία

Με την αποτίμηση της θερμικής ακτινοβολίας των σωμάτων γίνεται ο προσδιορισμός των θερμοκρασιών των διαφόρων σωμάτων σε θερμογραφήματα. Οι θερμογραφικές μετρήσεις, εξαρτώνται από τον συντελεστή εκπομπής κάθε υλικού ο οποίος στην περίπτωση των μετρήσεών μας, για τα συγκεκριμένα δομικά υλικά είναι περίπου 0.9.

2.2 Μετρήσεις θερμοκρασιών

2.2.1 Ξυλουργείο

Κατά την διάρκεια των μετρήσεων την περίοδο χειμώνα (15-01-2002) η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ήταν περίπου 10 °C, και συγκεκριμένα έξω από την κεντρική πόρτα του κτηρίου ήταν περίπου 10.5°C

Κατά την διάρκεια των μετρήσεων ο ουρανός ήταν καλυμμένος από σύννεφα χωρίς ηλιοφάνεια στο χώρο του πάρκου.



Εικόνα 2.1: Μετρήσεις θερμοκρασιών στο «Ξυλουργείο» (15-1-2002)
Θέσεις μετρήσεων των θερμοκρασιών. Με κόκκινο σημειώνεται η εσωτερική θερμοκρασία και με κίτρινο η εξωτερική θερμοκρασία

Κατά την διάρκεια των μετρήσεων της (28-03-2002) η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ήταν περίπου 14°C, συγκεκριμένα δέ έξω από την κεντρική πόρτα του κτηρίου ήταν περίπου 14.1°C

Κατά την διάρκεια των μετρήσεων αυτών υπήρχε σχετική ηλιοφάνεια (περίπου το 30% του χρόνου)



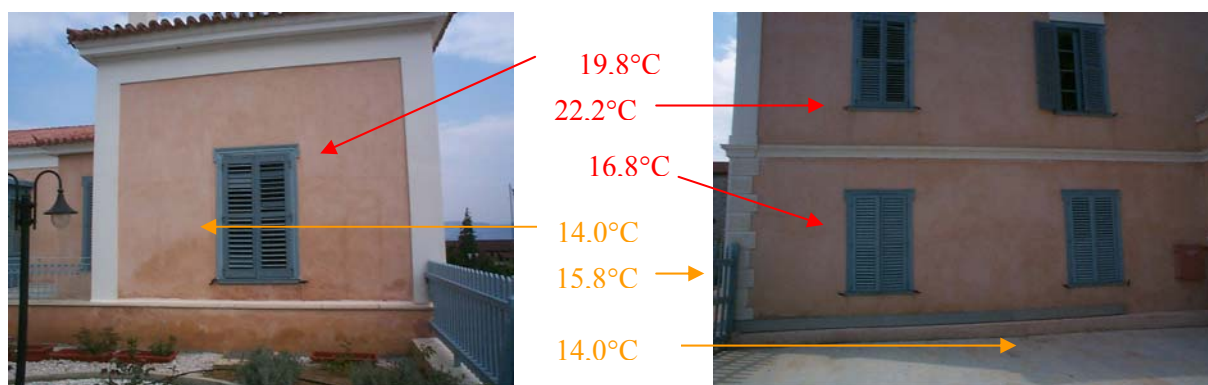
Εικόνα 2.2: Μετρήσεις θερμοκρασιών στο «Ξυλουργείο» (28-3-2002)
 Θέσεις μετρήσεων των θερμοκρασιών. Με κόκκινο σημειώνεται η εσωτερική θερμοκρασία και με κίτρινο η εξωτερική θερμοκρασία

2.2.2 Βίλα Σερπιέρι

Στην «Βίλα Σερπιέρι» η θερμοκρασία στον εξωτερικό χώρο μπροστά από την είσοδο ήταν 14°C ενώ στον αντίστοιχο εσωτερικό χώρο που μελετήθηκε ήταν 19.8°C

Στον εξωτερικό χώρο μπροστά από το γραφείο της τεχνικής υποστήριξης του Λαυρίου εμετρήθη θερμοκρασία 15.8°C, ενώ η ίδια όψη προς την θάλασσα είχε θερμοκρασία 14,0 °C

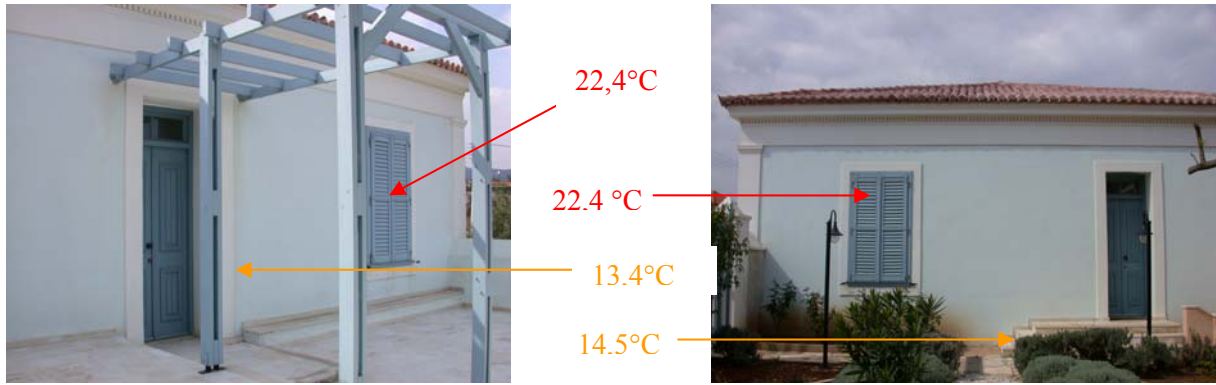
Οι εσωτερικοί χώροι του γραφείου τεχνικής υποστήριξης και του γραφείου του διευθυντή είχαν θερμοκρασία 22.2°C ενώ αντίστοιχα ο εσωτερικός χώρος του κάτω ορόφου χωρίς θέρμανση είχε θερμοκρασία 16.8°C



Εικόνα 2.3: Μετρήσεις θερμοκρασιών στην «Βίλα Σερπιέρι»
 Θέσεις μετρήσεων των θερμοκρασιών. Με κόκκινο σημειώνεται η εσωτερική θερμοκρασία και με κίτρινο η εξωτερική θερμοκρασία

2.2.3 Φαρμακείο

Κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο «Φαρμακείο» (28-03-2002) ο περιβάλλον χώρος είχε θερμοκρασία 14.3°C (στην όψη προς τον δρόμο) 14.5°C (στην αυλή του κτηρίου) ενώ στον εξώστη είχε 13.4°C. Κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο εσωτερικό του κτηρίου η θερμοκρασία ήταν 22,4°C. Μετά από 45' λόγω ηλιοφάνειας, η εξωτερική θερμοκρασία ανήλθε στους 17.2°C (στην όψη προς τον δρόμο).



Εικόνα 2.4: Μετρήσεις θερμοκρασιών στο «Φαρμακείο»
 Θέσεις μετρήσεων των θερμοκρασιών του κτηρίου. Με κόκκινο σημειώνεται η εσωτερική θερμοκρασία και με κίτρινο η εξωτερική θερμοκρασία

2.3 Όργανα μετρήσεων, λογισμικό επεξεργασίας

Οι μετρήσεις θερμογραφίας γίνανε με θερμοκάμερα τύπου Agema Thermovision 570.

Οι μετρήσεις θερμοκρασίας έγιναν με θερμόμετρο περιβάλλοντος-επιφανείας Dostmann H200 πιστοποιημένο από το εργαστήριο DECA S.A. με σφάλμα $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$



Εικόνα 2.5: Μετρήσεις με την θερμοκάμερα



Εικόνα 2.6: Μετρήσεις με το θερμόμετρο περιβάλλοντος-επιφανείας

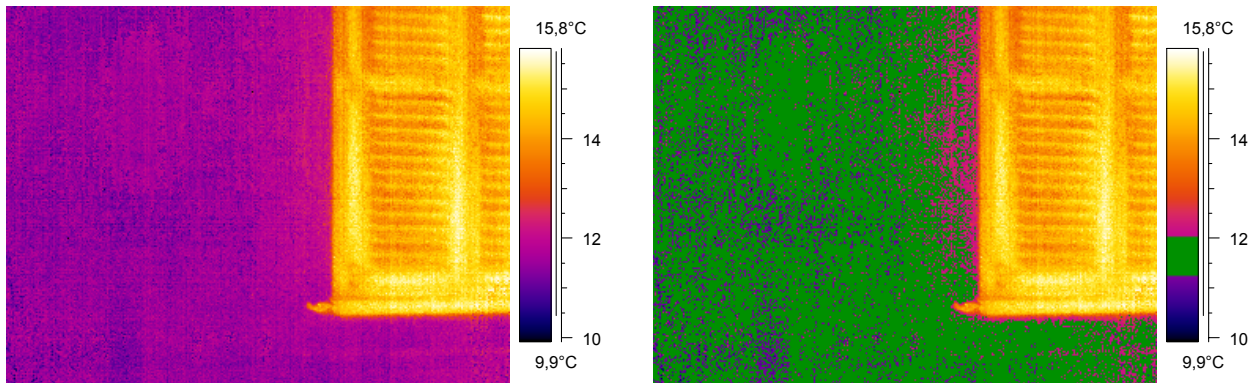
Το λογισμικό επεξεργασίας των μετρήσεων ήταν το εξής:

- Irwin Report 5.21
- AutoCAD 2000
- Adobe Photoshop 6

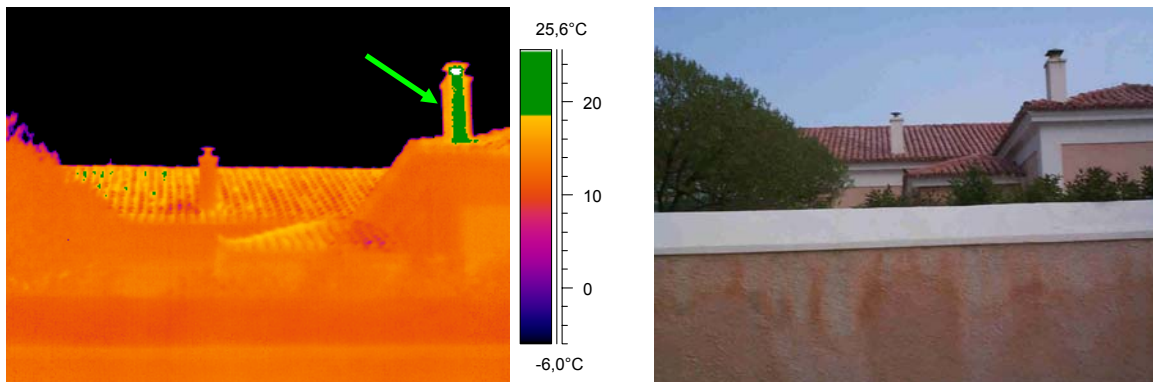
3 Επεξεργασία και ερμηνεία μετρήσεων

3.1 Φαρμακείο, Βίλα Σερπιέρι

Στο κτιριακό κέλυφος του «Φαρμακείου» και της «Βίλα Σερπιέρι» δεν παρατηρήθηκαν θερμογέφυρες στην κατασκευή με εξαίρεση μία καπνοδόχο στην «Βίλα Σερπιέρι» από την οποία παρατηρείται διαρροή αέρα.



Εικόνα 3.1: Παράθυρο και τοιχοποιία του «Φαρμακείου»
Θερμογράφημα παραθύρου και τοιχοποιίας του κτηρίου «Φαρμακείο».



Εικόνα 3.2: Η στέγη της «Βίλας Σερπιέρι»
Θερμογράφημα και αντίστοιχη εικόνα της οροφής της «Βίλα Σερπιέρι»

Οι καπνοδόχοι έχουν παραμείνει από τζάκια που έχουν καταργηθεί κατά την αποκατάσταση των κτηρίων. Από την θερμογραφία προκύπτει ότι στη δεξιά καπνοδόχο αναπτύσσεται μεγάλη θερμοκρασία, προφανώς λόγω διαρροής του θερμού αέρα από το εσωτερικό προς το περιβάλλον. Αντίθετα στην άλλη καπνοδόχο δεν παρατηρείται το φαινόμενο αυτό επειδή η καπνοδόχος έχει αχρηστευθεί και σφραγισθεί.

3.2 Ξυλουργείο

Σήμερα στο κτήριο του «Ξυλουργείου» λειτουργούν ως χώροι γραφείου μόνο τα δύο βορεινά τμήματα που φαίνονται στο σχέδιο, ενώ τα δύο άλλα μικρότερου ύψους τμήματα λειτουργούν ως εργαστήρια.



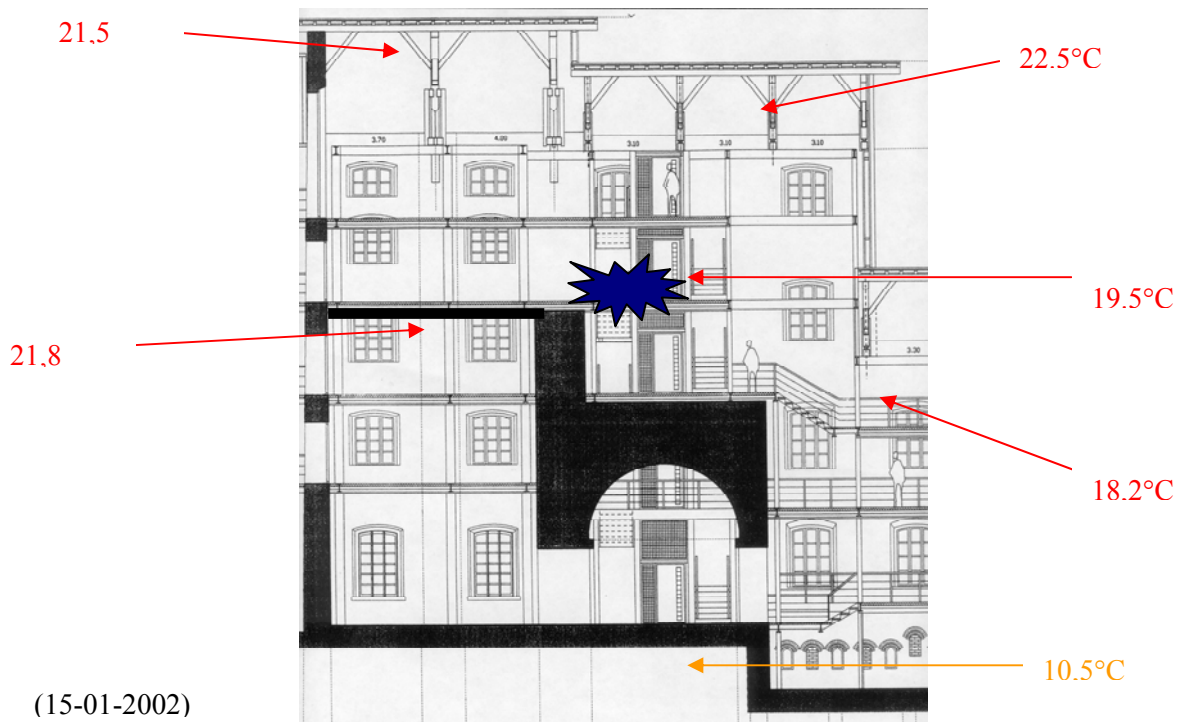
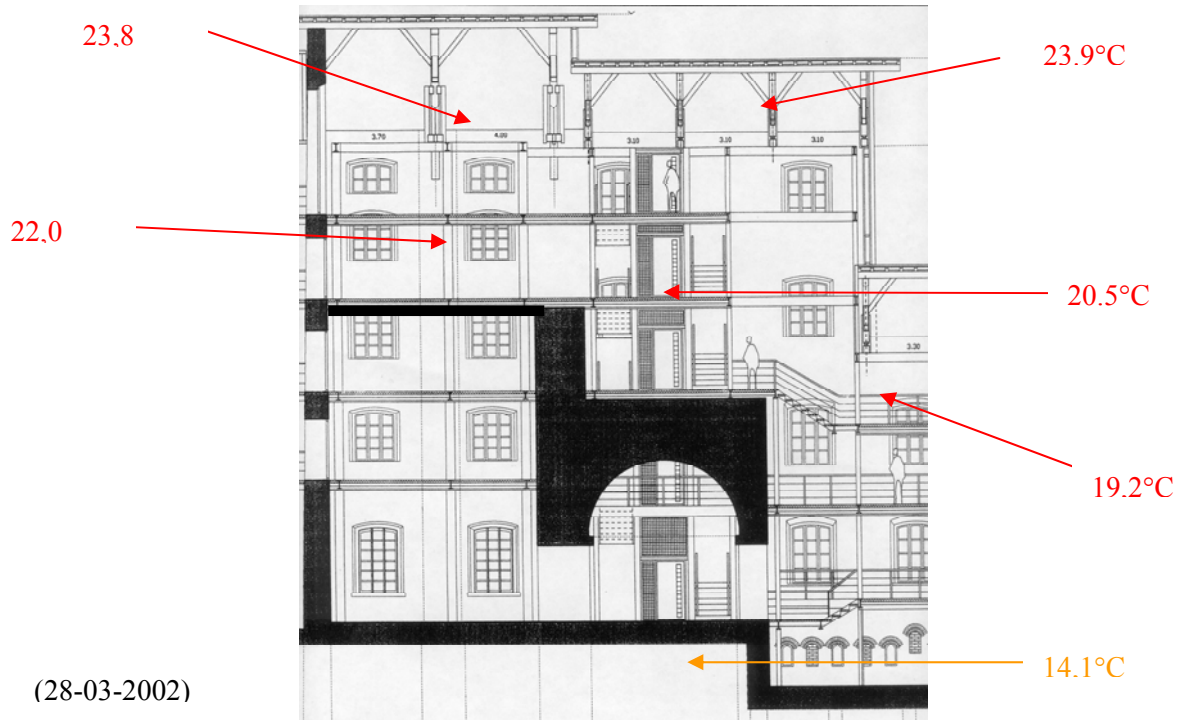
Εικόνα 3.3: Το «Ξυλουργείο»

Οι χώροι που λειτουργούν ως γραφειακοί χώροι, καταλαμβάνουν το βορεινό μέρος του κτηρίου. Στην φωτογραφία σημειώνονται με βέλη. Στους χώρους αυτούς αναφέρονται οι τομές που παρουσιάζονται.

Από τις μετρήσεις των εσωτερικών θερμοκρασιών, διαπιστώθηκε σχετική κίνηση αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου δεδομένου ότι ο χώρος είναι ενιαίος χωρίς διαχωριστικά πετάσματα.

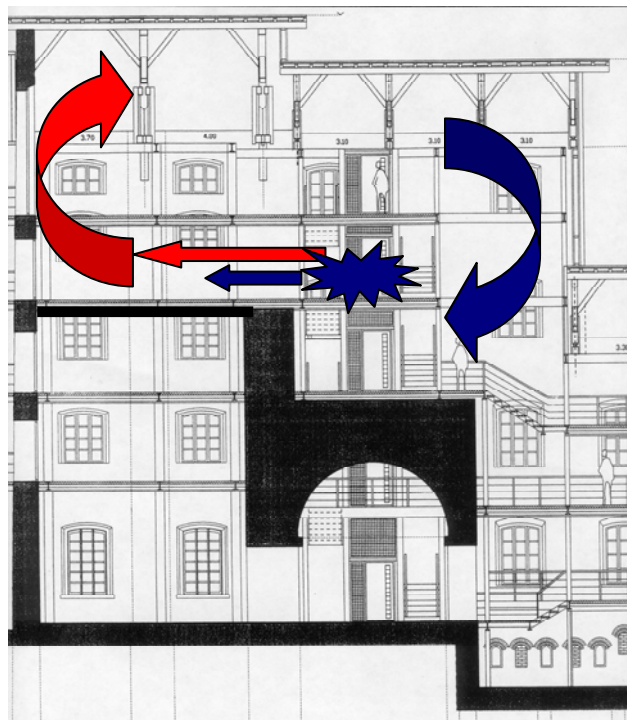
Οι χώροι επικοινωνούν όλοι μεταξύ τους. Τόσο μεταξύ των ορόφων αλλά και μεταξύ των γραφείων δεν υπάρχουν διαχωριστικά ή θύρες.

Το σχέδιο τομής του κτηρίου προέρχεται από την προωθημένη προμελέτη και δεν παρουσιάζει την πραγματική κατάσταση.



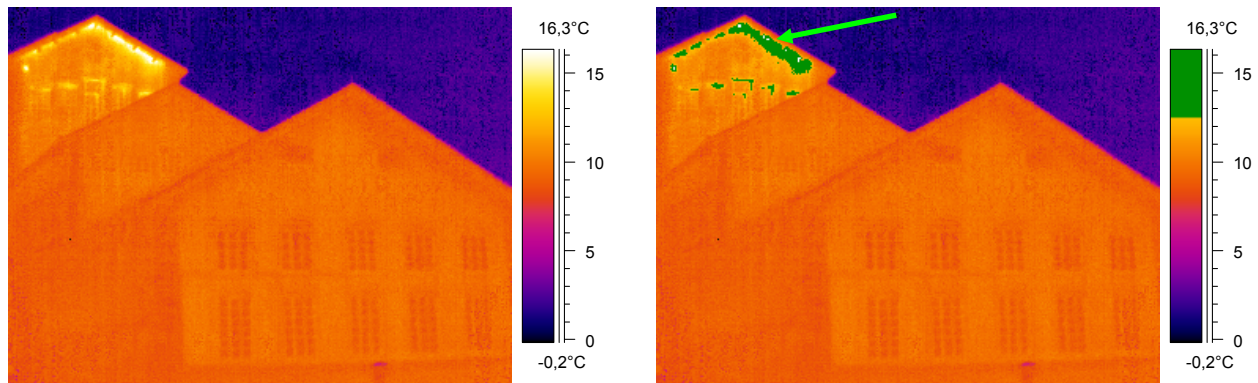
Εικόνα 3.4: Μέτρηση θερμοκρασιών στο «Ξυλουργείο»

Εις την θέση που σημειώνεται με αστερίσκο παρατηρήθη ρεύμα ψυχρού αέρος προερχόμενον από καθοδικό ρεύμα από εγκλωβισμένο στρώμα ψυχρού αέρα εις την ανώτατη στάθμη του κτηρίου

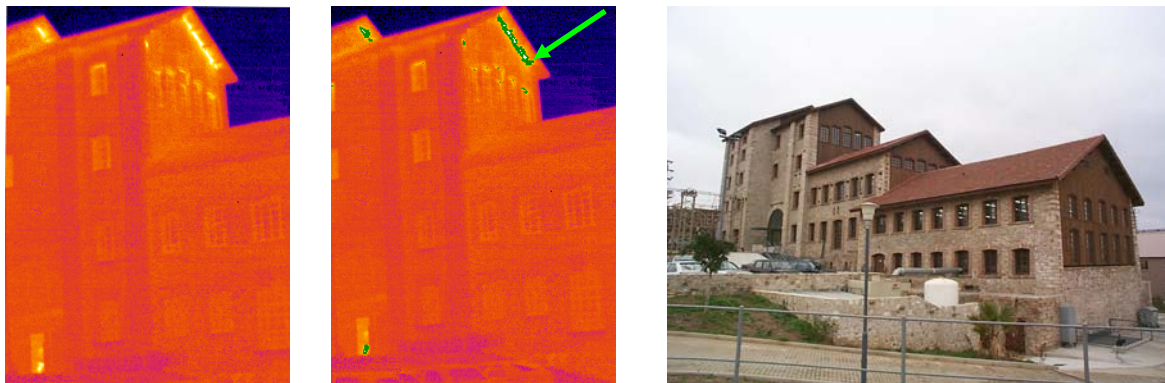


Εικόνα 3.5: Ερμηνεία της κίνησης του αέρα μέσα στο κτήριο

Από τα θερμογραφήματα προέκυψαν οι εξής παρατηρήσεις:



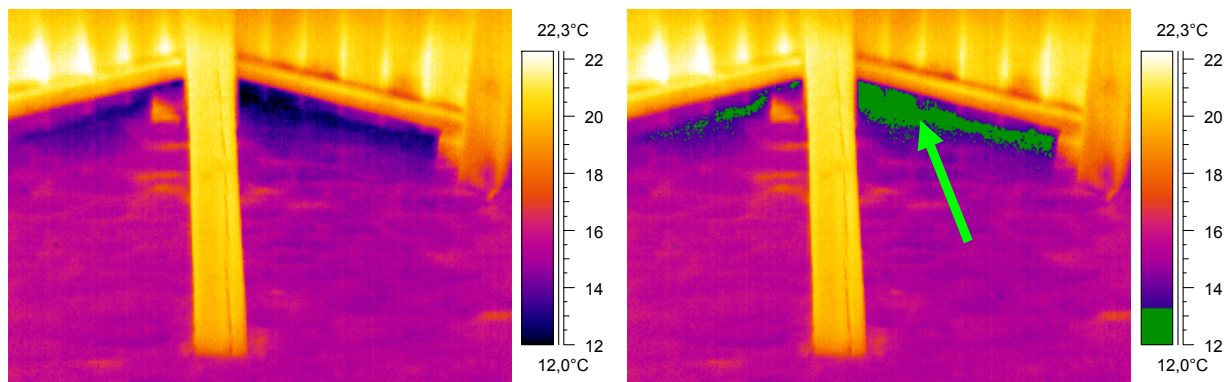
Εικόνα 3.6: Θερμογράφημα της όψης του «Ξυλουργείου» (15-01-2002)



Εικόνα 3.7: Η όψη του «Ξυλουργείου» (15-01-2002)
Θερμογράφημα και αντίστοιχη εικόνα του «Ξυλουργείου» (15-01-2002).

Στην θέση συναρμογής της οροφής με την τοιχοποιία παρατηρούνται έντονα υψηλές θερμοκρασίες. Συμπεραίνεται ότι εκεί παρατηρείται έντονη απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον λόγω μη επιμελημένης κατασκευής.

Γενικά η εξωτερική πλευρά του κελύφους δεν παρουσιάζει σε άλλες θέσεις αυξημένες θερμοκρασίες. Συνεπώς δεν παρατηρούνται θερμογέφυρες ούτε απώλεια θερμότητας από άλλα σημεία του κτηρίου

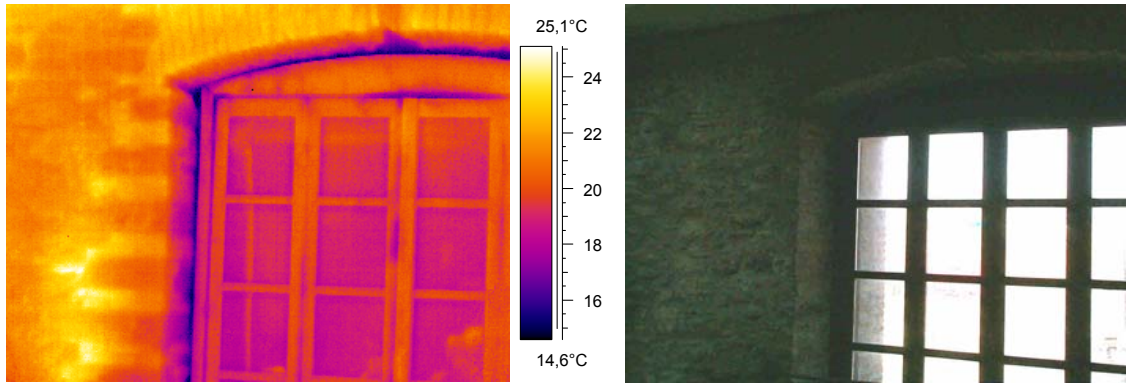


Εικόνα 3.8: Η οροφή του «Ξυλουργείου» (15-01-2002).
Θερμογράφηματα της σύνδεσης της οροφής με την τοιχοποιία του «Ξυλουργείου» (15-01-2002).

Όπως φαίνεται από το θερμογράφημα στο εσωτερικό της οροφής στην θέση της σύνδεσης της οροφής με την τοιχοποιία παρατηρούνται χαμηλές θερμοκρασίες.

Απώλεια θερμότητας διαπιστώνεται μόνο στην οροφή του άνω μέρους του βόρειου τμήματος της κατασκευής, ενώ δεν παρουσιάζεται στα χαμηλότερα (νότια τμήματα). Αυτό συμβαίνει γιατί τα νότια τμήματα δεν θερμαίνονται και βρίσκονται σε σχετική ισορροπία σε σχέση με το περιβάλλον.

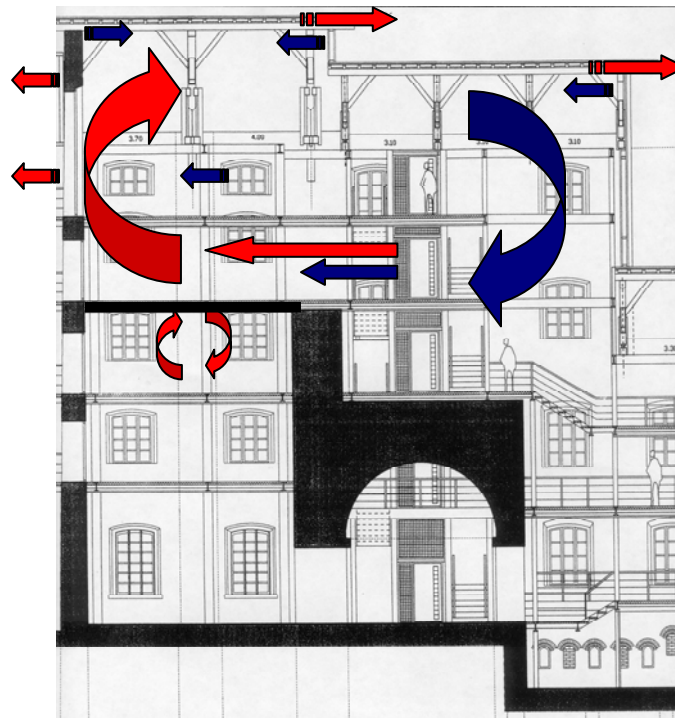
Παρατηρήθηκαν ακόμη απώλειες θερμότητας και από τους αρμούς των παραθύρων όπως παρουσιάζεται σε σχετικό θερμογράφημα. Η απώλεια δεν προέρχεται από τους αρμούς των παραθύρων των κουφωμάτων, αλλά από τους αρμούς συναρμογής του κουφώματος με την τοιχοποιία. Σε άλλα κτήρια του Τεχνολογικού Πάρκου οι απώλειες αυτές είχαν πολύ μικρότερη ένταση. Στο «Ξυλουργείο» οι απώλειες αυτές δημιουργούν πρόβλημα λόγω του μεγάλου αριθμού των παραθύρων του κτηρίου.



Εικόνα 3.9: Θερμογραφήματα και εικόνα τυπικού παραθύρου του «Ξυλουργείου» (28-03-2002).

Όπως προκύπτει από την θερμογραφία στο εσωτερικό του κτηρίου, στον αρμό του κουφώματος αναπτύσσονται πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (σε ορισμένα σημεία σχεδόν όσο η θερμοκρασία περιβάλλοντος 14 °C)

Με τις παρατηρήσεις αυτές η μεταφορά θερμότητας στο κτήριο σε συνδυασμό με τον περιβάλλοντα χώρο δίδεται σχηματικά ως εξής:

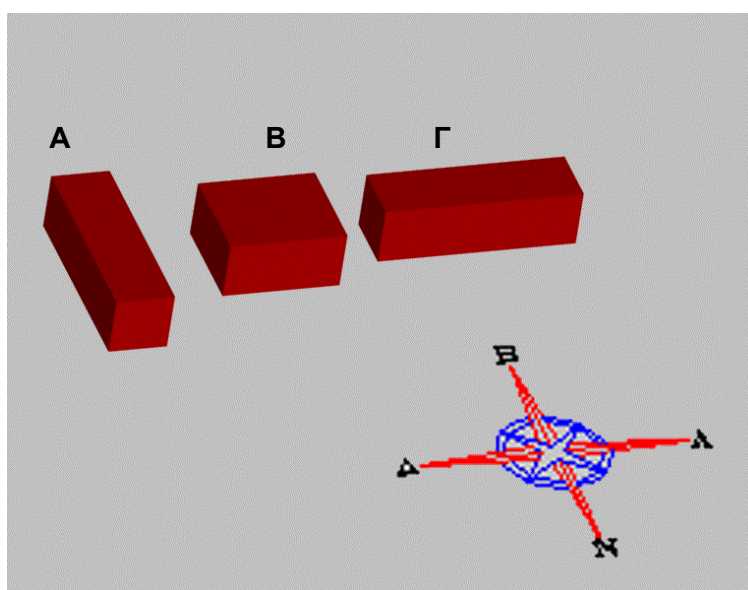


Εικόνα 3.10: Μεταφορά θερμότητας στο κτήριο-περιβάλλον

4 Παρατηρήσεις όσον αφορά την θερμική συμπεριφορά των κτηρίων

Στα μικρού ύψους κτήρια («Βίλα Σερπιέρι», «Φαρμακείο», «Ρολόι») δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές απώλειες θερμότητας από θερμογέφυρες. Διαπιστώθηκε έντονη απώλεια θερμότητας από μία καπνοδόχο της «Βίλα Σερπιέρι» η οποία όμως δεν δημιουργεί πρόβλημα στο κτήριο να λειτουργεί σωστά θερμικά και να αναπτύσσονται ικανοποιητικές θερμοκρασίες στον εσωτερικό χώρο κατά τις ψυχρές ημέρες του χειμώνα.

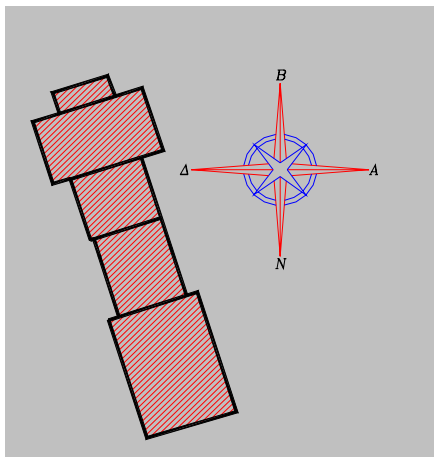
Αντίθετα στο κτήριο του «Ξυλουργείου» διαπιστώθηκαν θερμικές απώλειες και διακίνηση αέρα. Αυτό δημιουργεί προβλήματα στην θερμική ισορροπία του κτηρίου και εμποδίζει την σωστή του θερμική λειτουργία.



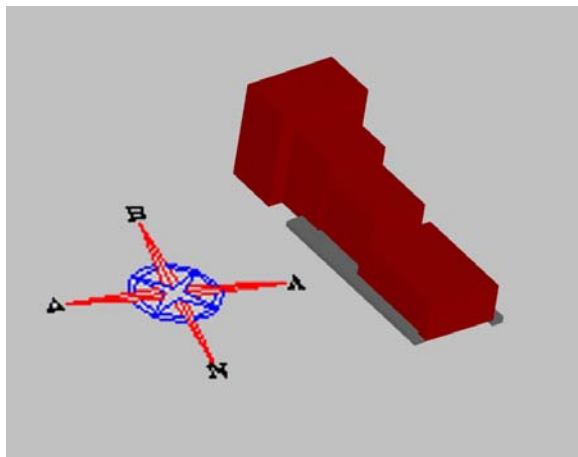
Εικόνα 4.1: Κατάλληλος προσανατολισμός κτηρίου για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.

Εξετάζοντάς το κτήριο «Ξυλουργείο» σε οριζοντιογραφία, διαπιστώνεται ότι η κάτοψή του δεν αξιοποιεί την ορθή εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Το κέλυφος που αξιοποιεί καλύτερα την ηλιακή ακτινοβολία είναι το κέλυφος «Γ» που βρίσκεται δεξιά στην Εικόνα 4.1, ενώ το κέλυφος που δεν αξιοποιεί πλήρως την ηλιακή ακτινοβολία είναι το κέλυφος «Α» που βρίσκεται αριστερά στην Εικόνα 4.1.

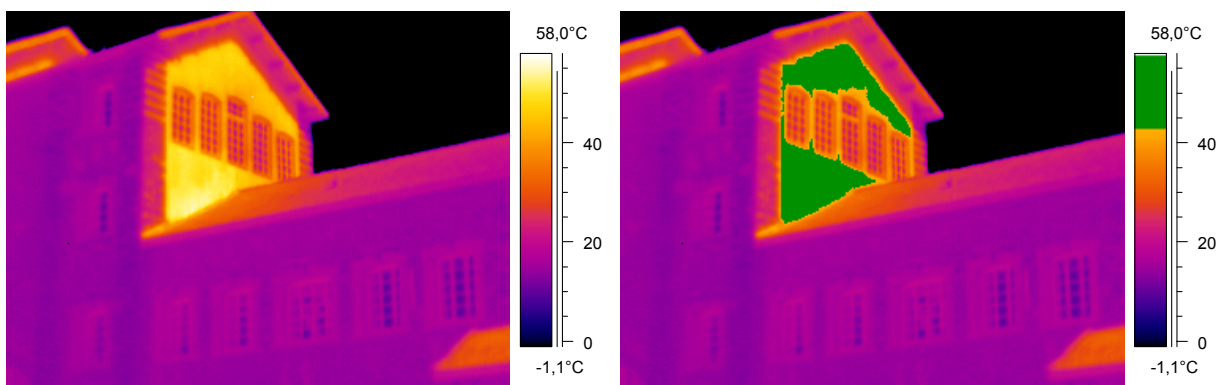
Όμως επειδή το κτήριο, αναπτύσσεται καθ' ύψος προς βοράν και έχει πολλά ανοίγματα στις νότιες όψεις του, εκμεταλλεύεται μορφολογικά την ηλιακή ακτινοβολία. Παρατηρείται όμως ότι τα υλικά της καθ' ύψος ανάπτυξης (ξύλινες όψεις) δεν αποθηκεύουν ενέργεια και δεν βοηθούν στην πλήρη θερμική εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας



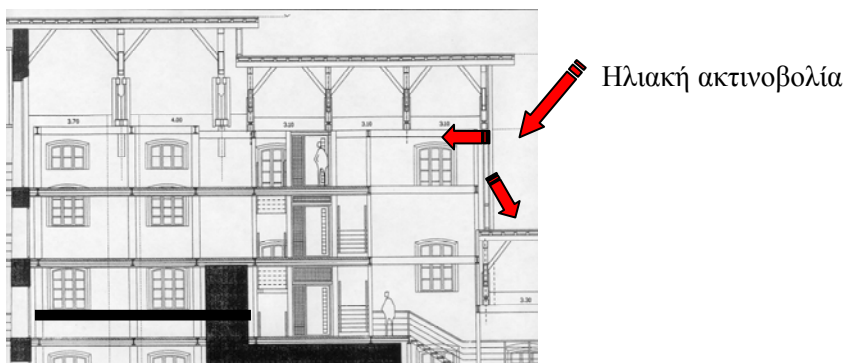
Εικόνα 4.2: Προσανατολισμός του «Ξυλουργείου»



Εικόνα 4.3: Ανάπτυγμα του «Ξυλουργείου» καθ' ύψος



Εικόνα 4.4: Θερμογράφημα της όψης του «Ξυλουργείου» ημέρα με ηλιοφάνεια



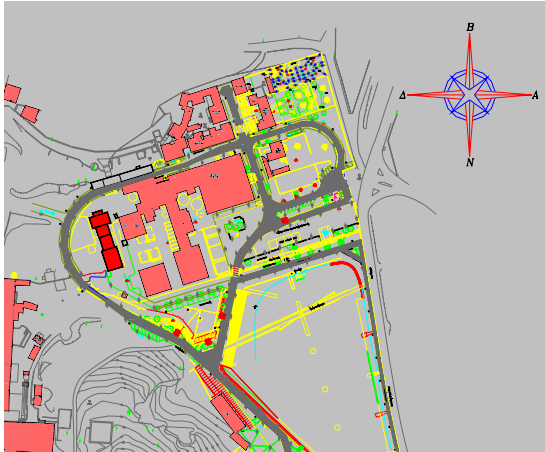
Εικόνα 4.5: Διάχυση (μεταβίβαση) της θερμότητας στο εσωτερικό από την νότια όψη του κτηρίου

Οι ξύλινες όψεις αρχικά κατασκευάστηκαν με την λογική της τότε χρήσης των κτηρίων και διατηρήθηκαν κατά την αποκατάσταση προς επανάχρηση των κτηρίων.

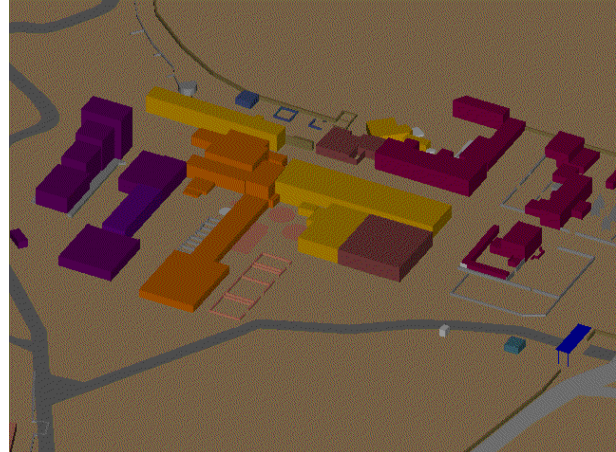
Οι ξύλινες όψεις δεν βοηθούν το κτήριο αξιοποιώντας, την αποθήκευση ηλιακής ακτινοβολίας μειώνοντας, τις διαφορές θερμοκρασιών ημέρας-νύχτας αφού το ξύλο έχει μικρή θερμοχωρητικότητα.

Οι ξύλινες όψεις παρά ταύτα βοηθούν την άμεση θερμική υποστήριξη του κτηρίου ημέρες με ηλιακή ακτινοβολία αφού επιτρέπουν στην επί πλέον θερμική ακτινοβολία να υποστηρίξει θερμικά το κτήριο. Σε αντίθεση με τους φυσικούς λίθους οι οποίοι θα προκαλούσαν διαφορά φάσης στην θερμική υποστήριξη του κτηρίου, οι ξύλινες όψεις διαχέουν άμεσα στο εσωτερικό ενδεχόμενα θερμικά οφέλη από την ηλιακή ακτινοβολία .

Ενδεχομένως η επιλογή του προσανατολισμού ολόκληρου του κτηριακού συγκροτήματος έγινε με στόχο την υποστήριξη της οπτικής και θερμικής και άνεσης του κτηρίου. Εξάλλου το όλο συγκρότημα του ΤΠΠΛ, είναι προσανατολισμένο έτσι ώστε να αναπτύσσεται κατά την νότια όψη με αποτέλεσμα να υποστηρίζονται αυτοί οι συντελεστές.



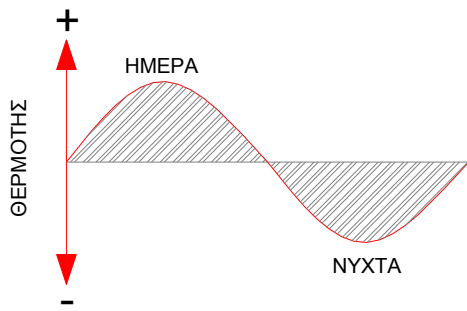
Εικόνα 4.6: Προσανατολισμός του κτηρίου «Ξυλουργείο» και του υπολοίπου κτηριακού συγκροτήματος



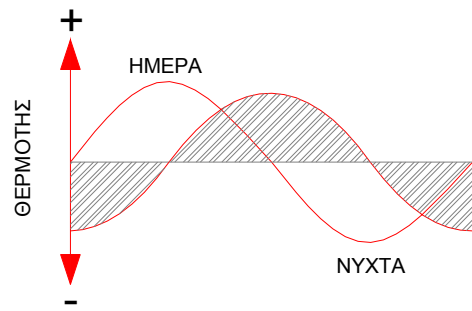
Εικόνα 4.7: Τρισδιάστατο ανάπτυγμα του κτηριακού συγκροτήματος

Το «Ξυλουργείο», έχει τοίχους από λιθοδομή με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και ως εκ τούτου μεγάλη θερμική αδράνεια.

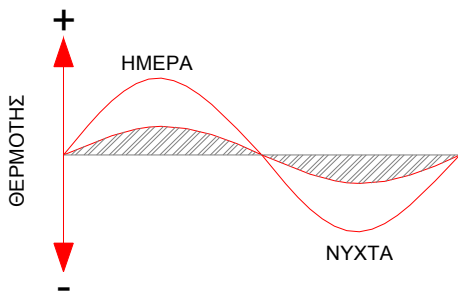
Οι τοίχοι του είναι τοίχοι με μεγάλη θερμική θωράκιση λόγω ηυξημένης διαστασιολόγησης μεγάλης θερμοχωρητικότητα και μεγάλη θερμική αδράνεια. Η ηυξημένη θερμοχωρητικότητα ωφελεί στην ομαλή θερμική συμπεριφορά της κατασκευής. Η ύπαρξη θερμικής αδράνειας δεν ευνοεί την θερμική άνεση των χρηστών κατά τις πρωινές ώρες δεδομένου ότι έχουμε καθυστέρηση στην θερμική απόκριση του κτηρίου.



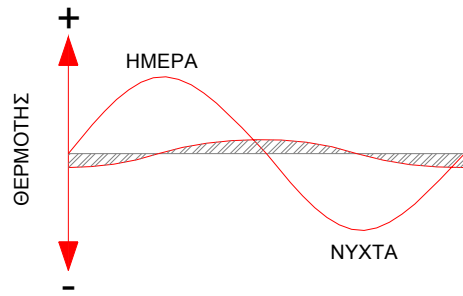
Εικόνα 4.8: Θεωρητικός τοίχος (χωρίς θερμική αδράνεια και ιδανικά αγωγίμος)



Εικόνα 4.9: Επίδραση της θερμικής αδράνειας



Εικόνα 4.10: Επίδραση της θερμομόνωσης σε θεωρητικό τοίχο



Εικόνα 4.11: Επίδραση της σύνθετης κατασκευής

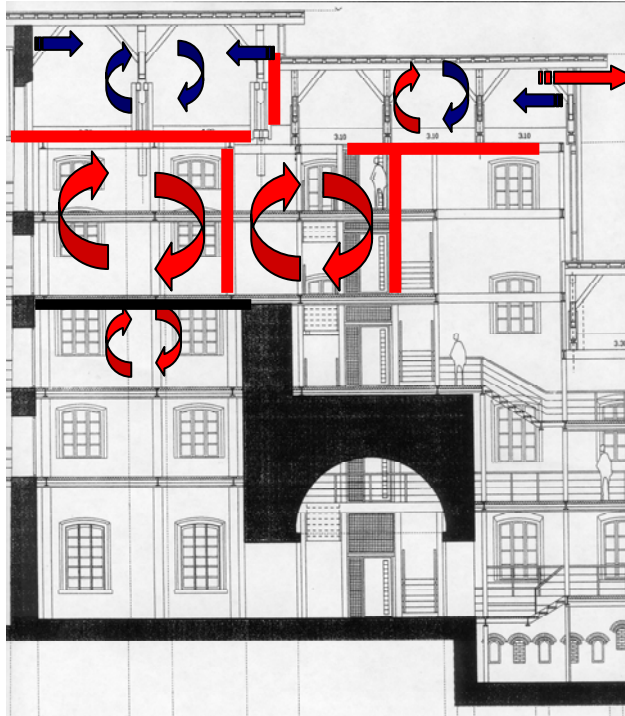
5 Συμπεράσματα, προτάσεις επεμβάσεων

Στα μικρού ύψους κτήρια, δεν εντοπίστηκαν στο κτηριακό κέλυφος σημεία θερμικών απωλειών.

Στο κτήριο του «Ξυλουργείου» διαπιστώθηκε ότι πράγματι υπάρχει πρόβλημα ως προς την θερμική του συμπεριφορά.

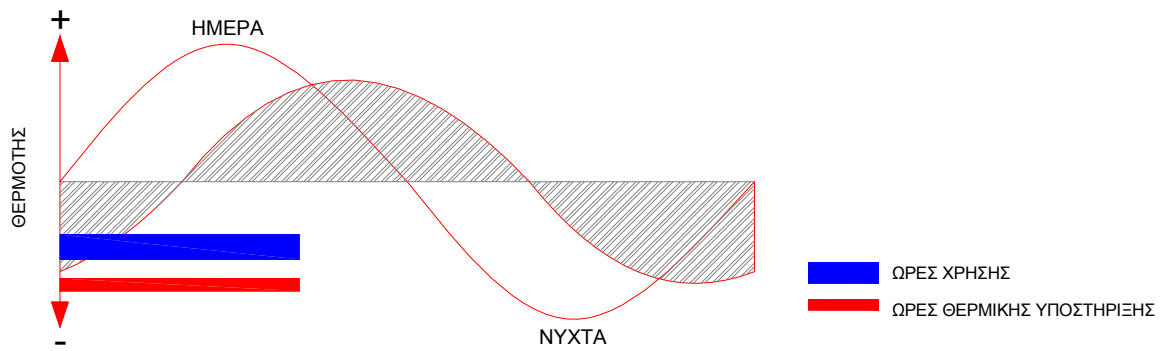
Δια την βελτίωση της θερμικής συμπεριφοράς του «Ξυλουργείου» προτείνονται οι εξής επεμβάσεις:

1. Καλύτερη συναρμογή των αρμών των κουφωμάτων με την τοιχοποιία.
2. Έντεχνη αρμολόγηση θέσεων συναρμογής οροφής τοιχοποιίας ξύλινου πετάσματος.
3. Διαχωρισμός των χώρων με πετάσματα και θύρες ώστε να περιορίζεται εις τον ελάχιστον η κίνηση αέρα με δημιουργία ψυχρών ρευμάτων.

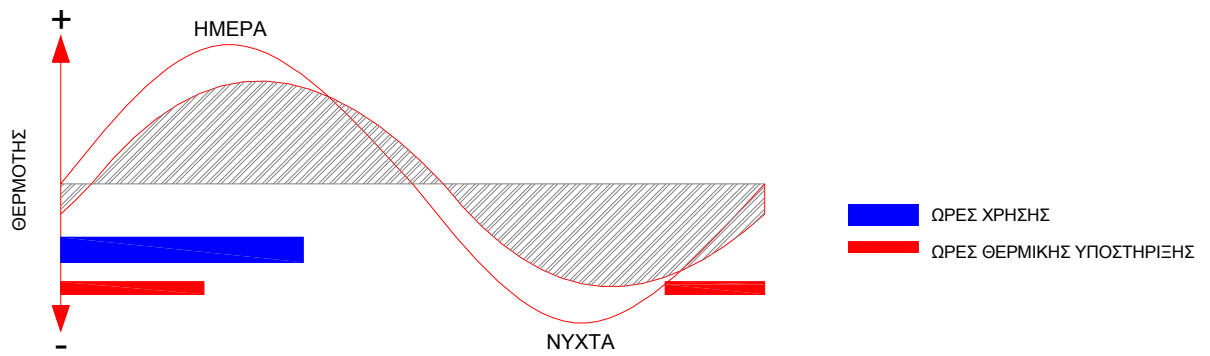


Εικόνα 5.1: Περιορισμός της κίνησης του αέρα μέσα στο κτήριο σύμφωνα με τα προτεινόμενα μέτρα (σημειώνονται με κόκκινο)

4. Θερμική υποστήριξη του κτηρίου τις νυχτερινές ώρες και βράχυνση του χρόνου λειτουργίας των κλιματιστικών την ημέρα. Έτσι θα βελτιωθεί η θερμική άνεση των χρηστών του κτηρίου και η θερμική συμπεριφορά του κτηρίου χωρίς αύξηση του ενεργειακού κόστους .



Εικόνα 5.2: Θερμική συμπεριφορά του κτηρίου (χειμώνας)



Εικόνα 5.3: Βελτιωμένη θερμική συμπεριφορά του κτηρίου (χειμώνας)

6 Βιβλιογραφία

ΕΛΟΤ 1364, Θερμομόνωση- Ανίχνευση θερμικών ανομοιομορφιών σε κελύφη κτηρίων - Μέθοδος υπέρυθρων ακτίνων, Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης

Ζάγκος Κ., Μόνωση βίλας Σερπιέρι στο Τ.Π.Π.Α., Διπλωματική εργασία, Ε.Μ.Πολυτεχνείο, Εργαστήριο Τεχνικών Υλικών, Αθήνα 2001

Ιεσσαί Β., Μελέτη θερμομόνωσης, υγραμόνωσης και ηχομόνωσης του κτηρίου του πρώην Φαρμακείου στο Τ.Π.Π.Α., Διπλωματική εργασία, Ε.Μ.Πολυτεχνείο, Εργαστήριο Τεχνικών Υλικών, Αθήνα 2002

Κορωναίος Αιμ., Πουλάκος Γ., Τεχνικά Υλικά 2, εκδ. Ε.Μ.Πολυτεχνείο, Αθήνα 2002

Σπανός Χ., Σπιθάκης Μ., Τρέζος Κ., Μέθοδοι για την επιτόπου αποτίμηση των χαρακτηριστικών των υλικών, ΤΕΕ, Αθήνα 2002

Grinzato E., Vavilov V., Kauppinen T., Quantitative infrared thermography in buildings, Energy and Buildings 29, p. 1-9, 1998

Haralambopoulos D. A. and G.F. Paparsenos, Assessing the thermal insulation of old buildings-the need for in situ spot measurements of thermal resistance and planar infrared thermography, Energy Convers, Mgmt Vol. 39, No 1/2, pp 65-79, 1998

Recktenwald G., Use of superposition to describe heat transfer from multiple electronic components, Mechanical Engineering Department, Portland, 2001

Sakagami T., Kubo S., Development of a new non- destructive testing technique for quantitative evaluations of delaminating defects in concrete structures based on phase delay measurement using lock- in thermography, Infrared physics & Technology, 43 p.311-316, 2002

Titman D. J., Applications of thermography in non-destructive testing of structures, NDT &E International 34 (2001) p.149-154, 2001