

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ  
ΠΜΣ ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ  
ΚΛΑΔΟΣ II: «ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ»

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ  
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΟΙΚΙΣΤΙΚΩΝ  
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ  
ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ**

Μεταπτυχιακή εργασία



ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΖΕΛΙΩΤΗ

Αθήνα, Οκτώβριος 2014

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ  
ΠΜΣ ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΠΟΝΙΑ  
ΚΛΑΔΟΣ ΙΙ: «ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ»

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ  
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΟΙΚΙΣΤΙΚΩΝ  
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ  
ΧΩΡΟΥΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ**

Μεταπτυχιακή εργασία της Χριστίνας Ζελιώτη

*Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής:*

Β. Ψυλόγλου, Κύριος Ερευνητής Εθνικού Αστεροσκοπείου  
Αθηνών

Ν. Αλβέρτος, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

Τσίρος Ι., Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ, *Επιβλέπων*

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	4
1. Εισαγωγή και σκοπός .....	6
2. Μικρής κλίμακας χώροι πράσινου εντός οικιστικών συγκροτημάτων .....	7
3. Πειραματικό μέρος .....	8
3.1. Διεξαγωγή μετρήσεων.....	10
3.2. Όργανα μετρήσεων και δεδομένα .....	11
3.3. Αποτελέσματα .....	16
4. Συμπεράσματα.....	43
5. Βιβλιογραφία .....	44
Παράρτημα.....	46
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	46
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	46
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ .....	46
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ .....	47
ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΙΑ .....	48

## Περίληψη

Οι μικρής κλίμακας χώροι πράσινου στα οικιστικά συγκροτήματα είναι σημαντικοί χώροι μέσα στο αστικό περιβάλλον. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογηθούν μικροκλιματικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικές θέσεις σε ένα τυπικό χώρο πρασίνου μέσα στον αστικό ιστό της πόλης των Αθηνών. Η περιοχή μελέτης είναι η αυλή διάροφου κτιρίου με πυκνή και αραιή βλάστηση και οι παράπλευροι χώροι: βεράντες με νότιο και βόρειο προσανατολισμό και γειτονικός ακάλυπτος με ελάχιστη βλάστηση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας αέρα που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια της θερμής εποχής του έτους. Τα σημαντικότερα συμπεράσματα που προέκυψαν μπορούν να συνοψισθούν ως εξής: η θέση μέτρησης στο μέσο της αυλής όπου κυριαρχεί το αραιό φύλλωμα είναι θερμότερη κατά τη διάρκεια των θερμότερων ωρών της ημέρας συγκριτικά με τη θέση κοντά στο κτίριο που χαρακτηρίζεται από πυκνό φύλλωμα. Η θέση με πυκνό φύλλωμα πολύ κοντά στο κτίριο από τις 07.00 π.μ. έως τις 17.00 μ.μ. διαπιστώθηκε ότι είναι θερμότερη σχεδόν όλες τις ώρες της μέρας από τη θέση που είναι ο γειτνιαζών ημι-ακάλυπτος χώρος (βεράντα). Τέλος, η θέση με πολύ πυκνό φύλλωμα πλησίον του κτιρίου σχεδόν όλες τις ώρες είναι πιο δροσερή από τη θέση στο μικρό ακάλυπτο που έχει χαμηλό ποσοστό βλάστησης.

## **Abstract**

The small green spaces are important areas in residential urban complexes that may function effectively as positive bioclimatic elements in the urban environment. The present study deals with the microclimatic conditions of a vegetated courtyard area located in an urban cluster of the city of Athens. Measurements of selected microclimatic parameters (air temperature and relative humidity) carried out mainly during a summer period were appropriately used and evaluated. The study results reveal parameters that are able to increase the passive cooling effect through vegetated small open spaces in residential complexes. The main conclusion is that backyard vegetated areas are able to moderate the high air temperature values during the summer period and thus they are potentially able also to ameliorate comfort conditions of occupants.

## 1. Εισαγωγή και σκοπός

Οι μικρής κλίμακας χώροι πράσινου στα οικιστικά συγκροτήματα είναι πάρα πολύ σημαντικά σημεία στα σπίτια, στα οποία ζούμε ένα μεγάλο μέρος της ζωής μας, καθώς εκεί γίνεται η ανταλλαγή θερμότητας του εξωτερικού με το εσωτερικό περιβάλλον. Συνεπώς, καθορίζουν την ποιότητα της ζωής μας όσον αφορά τη θερμική αίσθηση του ανθρώπου.

Οι μικρής κλίμακας χώροι καλυμμένοι με βλάστηση στα οικιστικά συγκροτήματα παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα περιβαλλοντικά, ψυχολογικά, και κοινωνικά. Η σημασία τους είναι τεράστια εφόσον είναι χώροι που οι άνθρωποι μπορούν να συγκεντρωθούν για ψυχαγωγικούς σκοπούς. Παράλληλα, είναι χώροι που βελτιώνουν το κλίμα αλλά και μειώνουν τη ζήτηση ενέργειας. Βέβαια, ο βαθμός που επηρεάζουν όλα τα παραπάνω εξαρτάται από κάποιους παράγοντες όπως: το περίβλημα του κτιρίου, τα υλικά κατασκευής, ο σχεδιασμός τους, τα στοιχεία που υπάρχουν σε αυτούς (π.χ. νερό), τα είδη των φυτών και των δέντρων και το μέγεθος τους, το μικρόκλιμα της περιοχής, η ώρα της μέρας, η θερμική άνεση, το αστικό ανάγλυφο και οι συνθήκες ακτινοβολίας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξεταστούν οι παράμετροι που θα αυξήσουν τον παθητικό δροσισμό μέσω των μικρών χώρων καλυμμένων με βλάστηση στα οικιστικά συγκροτήματα. Η περιοχή της μελέτης είναι μία εσωτερική αυλή στην περιοχή Πατησίων της πόλης των Αθηνών. Πρόσφατες σχετικές μελέτες σε περιοχές των Αθηνών έχουν γίνει από τους Charalampopoulos et al (2014, 2013), Moustris et al. (2010), Shashua-Bar et al. (2010, 2012), Tseliou et al. (2010, 2013), Tsiros (2010) και επίσης Tsiros and Hoffman (2014) που διερεύνησαν τις μικροκλιματικές και βιοκλιματικές συνθήκες στη συγκεκριμένη περιοχή κατά τη διάρκεια συνθηκών ιδιαίτερα υψηλών θερμοκρασιών (καύσωνας του 2007).

## **2. Μικρής κλίμακας χώροι πράσινου εντός οικιστικών συγκροτημάτων**

Η συμβολή των μικρής κλίμακας χώρων πράσινου στα αστικά προβλήματα είναι καθοριστική. Οι χώροι αυτοί στα οικιστικά συγκροτήματα είναι ένα από τους παλαιότερους τρόπους κατασκευής. Είναι τα παραδοσιακά σπίτια στην Ασία, τη Βόρεια Αφρική τη Νότια Αμερική και σε αρκετές περιοχές της Ευρώπης. Έχουν βρεθεί σε όλες τις εποχές, σε όλα τα κλίματα και τις τοποθεσίες της Γης. Είναι μία σημαντική απόκριση στο κλίμα και στον πολιτισμό. Στη παραδοσιακή αρχιτεκτονική οι προαναφερόμενοι χώροι με το πέρασμα των χρόνων βελτιώνονταν έχοντας ως αντικείμενο να παράγουν πιο άνετους εσωτερικούς χώρους, ενώ είναι ο σημαντικότερος χώρος για οτιδήποτε συμβαίνει στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον σε κλιματικό επίπεδο. Έχοντας τις σωστές αναλογίες φυσικών παραμέτρων οι χώροι αυτοί αποβαίνουν πολύ λειτουργικοί. Έτσι, θα πρέπει να εξασφαλίζεται το βέλτιστο ποσό ακτινοβολίας που εισέρχεται για την πιο αποτελεσματική παρουσία το καλοκαίρι και το χειμώνα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την κατάλληλη διαμόρφωση και αναλογίες του εσωτερικού κτιριακού περιβλήματος. Έχουν γίνει πολλές έρευνες για την επίτευξη των παραπάνω και όλες προτείνουν την προστασία των επιφανειών και του περιγύρου από τη έντονη ακτινοβολία και τον θερμό με σκόνη αέρα. Οι εσωτερικές αυλές με το πέρασμα του καιρού βελτιώθηκαν με στόχο να προσφέρουν άνετους εσωτερικούς χώρους μέσω των τοπικών μικροκλιματικών συνθηκών. Ο λανθασμένος σχεδιασμός μπορεί να επιφέρει τα αντίθετα αποτελέσματα καθιστώντας τις αυλές ακατάλληλες και με χειρότερες συνθήκες από τους ανοιχτούς χώρους ειδικά σε ξηρές περιοχές. Δυστυχώς, σήμερα οι χώροι αυτοί όλο και μειώνονται με σκοπό να μεγαλώσουν οι εσωτερικοί χώροι. Έτσι, εμφανίζονται αρνητικές επιπτώσεις στο αστικό κλίμα, στη θερμική άνεση των ανθρώπων και ο παθητικός δροσισμός συνεχώς μειώνεται ενώ η ανάγκη για τεχνητό δροσισμό συνεχώς αυξάνεται.

### 3. Πειραματικό μέρος

Η περιοχή της μελέτης είναι μία εσωτερική αυλή έκτασης περίπου 300 m<sup>2</sup> ενός διώροφου κτίριου, με Β-ΒΑ προσανατολισμό στα Πατήσια. Ο χώρος οριοθετείται βόρεια από ένα σχολικό κτίριο τριών ορόφων, το προαύλιο του σχολείου και ένα γήπεδο, ενώ δυτικά και ανατολικά βρίσκονται κτίρια οχτώ και τεσσάρων ορόφων αντίστοιχα. Πρόκειται δηλαδή για μια κλειστή αυλή ως προς την νότια, νοτιοδυτική και νοτιοανατολική έκθεση. Ο χώρος της εσωτερικής αυλής χαρακτηρίζεται ως κήπος φυτοκαλυμένος, σε επίπεδο 85%, με αρδευόμενη κατά βάση βλάστηση.

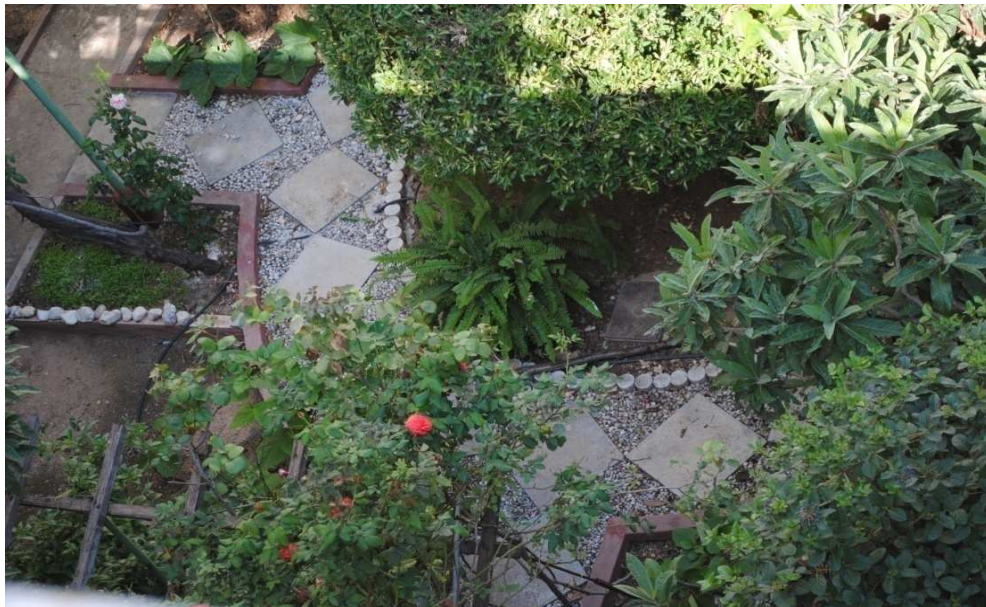


**Εικόνα 1.** Γενική άποψη της αυλής της βλάστησης της αυλής (με τα γύρω κτίρια)





**Εικόνα 2.** Γενική άποψη της βλάστησης της αυλής



**Εικόνα 3.** Σκίαση της αυλής από το διώροφο κτίριο – Καλοκαίρι 2014

### 3.1. Διεξαγωγή μετρήσεων

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν το καλοκαίρι του έτους 2014 και πιο συγκεκριμένα τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο. Αρχικά ορίστηκαν οι θέσεις ενδιαφέροντος για τις μετρήσεις. Οι θέσεις επιλέχθηκαν βάσει της επίδρασής τους με τις γύρω περιοχές, της δόμησης του περιβάλλοντος χώρου στη διαμόρφωση της θερμοκρασίας και της θερμικής αίσθησης, καθώς και τη γενικότερη διαμόρφωσή τους. Οι μετρήσεις αυτές έχουν στόχο τη μελέτη βιοκλιματικών συνθηκών που δημιουργούνται σε τοπική κλίμακα αλλά και τη διαφορά της θερμικής αίσθησης των ανθρώπων ανάμεσα σε αυτό το περιβάλλον και στο εξωτερικό. Οι εν λόγω μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με την τοποθέτηση μικρομετεωρολογικών οργάνων στις υπαίθριες και ημι-υπαίθριες περιοχές του προαναφερόμενου ιδιωτικού ψηλού κτιρίου (με δύο ορόφους)

Οι μετρήσεις πεδίου ελήφθησαν σε διαφορετικές θέσεις ώστε να μελετηθεί η επίδραση των κτιρίων και της βλάστησης στις μικροκλιματικές συνθήκες. Έτσι, καθορίστηκαν τα εξής σημεία μετρήσεων:

- θέση στο μέσο της αυλής με αραιό φύλλωμα
- θέση κοντά σε κτίριο και με πυκνό φύλλωμα
- θέση στη βεράντα Βόρειος προσανατολισμός – βλέπει στον κήπο
- θέση πολύ κοντά σε κτίριο και με πυκνό φύλλωμα
- θέση στο κεντρο της αυλής– χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη
- θέση στο μικρό ακάλυπτο - με ελάχιστη βλάστηση
- θέση στη βεράντα' Νότιος προσανατολισμός-βλεπει στο δρόμο

## **3.2. Όργανα μετρήσεων και δεδομένα**

### **A. Περίοδος μετρήσεων θέρους 2014**

Οι μετρήσεις στις διάφορες θέσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού 2014 διεξήχθησαν την περίοδο από 24/06 έως 31/08. Πιο συγκεκριμένα την περίοδο αυτή έγινε σύγκριση μεταξύ της θέσης στο μέσο της αυλής με αραιό φύλλωμα και της θέσης κοντά σε κτίριο με πυκνό φύλλωμα.

Την περίοδο από τις 24 Ιουνίου έως τις 22 Ιουλίου παρατηρήθηκε η πορεία της θερμοκρασίας της θέσης κοντά σε κτίριο με πυκνό φύλλωμα σε σχέση με τη θέση στη βεράντα.

Στη συνέχεια την περίοδο από τις 22/7 έως τις 13/8 έγινε σύγκριση μεταξύ των εξής θέσεων: πολύ κοντά σε κτίριο και με πυκνό φύλλωμα και της θέσης στη βεράντα με σημείο αναφοράς τη θέση στο κεντρο της αυλής– χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη.

Από τις 22 Ιουλίου έως τις 31 Αυγούστου πραγματοποιήθηκε σύγκριση μικροκλιματικών συνθηκών τυπικού ακάλυπτου χώρου και εσωτερικής αυλής με κήπο. Μελετάται η σχέση της θέσης πολύ κοντά σε κτίριο και με πυκνό φύλλωμα και της θέσης στο μικρό ακάλυπτο με ελάχιστη βλάστηση με σημείο αναφοράς τη θέση στο κεντρο της αυλής– χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη.

Το διάστημα από τις 22 Ιουλίου έως τις 13 Αυγούστου πραγματοποιείται σύγκριση της πορείας της θερμοκρασίας των θέσεων στη βεράντα με Βόρειο προσανατολισμό που βλέπει στον κήπο και της θέσης στη βεράντα με Νότιο προσανατολισμό που βλέπει στο δρόμο με σημείο αναφοράς τη θέση στο κεντρο της αυλής χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη

Οι Καιρικές συνθήκες θέρους 2014 μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

### Ιούνιος

Σύμφωνα με τα μηνιαία κλιματικά δελτία της Εθνικής Μετεωρολογικής Εταιρίας (Ε.Μ.Υ.), το κύριο χαρακτηριστικό του Ιουνίου ήταν η συχνή διέλευση μετώπων κακοκαιρίας αλλά και γενικά η επικράτηση συνθηκών αστάθειας στον ελλαδικό χώρο με αποτέλεσμα την εκδήλωση ισχυρών βροχών, καταιγίδων και χαλαζοπτώσεων. Επίσης, καταγράφηκε ένα διήμερο (26-27/6) με πολύ υψηλές θερμοκρασίες στα νοτιότερα τμήματα της χώρας.

### Ιούλιος

Το κύριο χαρακτηριστικό του Ιουλίου ήταν η απουσία μελτεμιού και καύσωνα. Αντίθετα η διέλευση μετώπων κακοκαιρίας και γενικά η επικράτηση συνθηκών αστάθειας στον ελλαδικό χώρο είχε σαν με αποτέλεσμα την εκδήλωση ισχυρών βροχών, καταιγίδων και χαλαζοπτώσεων.

### Αύγουστος

Ο Αύγουστος χαρακτηρίστηκε από αυξημένη σχετική υγρασία κυρίως μετά τα μέσα του μήνα. Το πρώτο δεκαήμερο εκδηλώθηκαν ισχυρές βροχές, καταιγίδες και χαλαζοπτώσεις σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας. Αντίθετα στα άλλα δύο δεκαήμερα καταγράφηκαν σύντομα διαστήματα με υψηλές θερμοκρασίες ή μελτέμια.

Σύγκριση των Θ αέρα για την περίοδο των μετρήσεων:

**Πίνακας 1.** Στατιστικές τιμές για τη θερμοκρασία αέρα (ο C)

	ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ			ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 24/6 - 31/08		
	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ
ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	25.6	28	27.4	27.84	28.7	28.5
ΜΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	31.1	33.5	33.2	38.3	33	35.2
ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	18.2	20.8	20.7	22	25	21.33

Πηγή: ΕΜΥ



**Εικόνα 4.** ΗΟΒΟ με ασπίδα προστασίας από ακτινοβολία στη μεση της αυλής



**Εικόνα 5.** Θέση μέτρησης με αραιό φύλλωμα

## **B. Μετρήσεις θέρους 2013 και χειμώνα 2014**

Για τη σύγκριση των μικροκλιματικών συνθηκών μεταξύ καλοκαιριού και χειμώνα χρησιμοποιήθηκαν μετρήσεις θερμοκρασίας και της υγρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα, της ταχύτητας του ανέμου και της μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίας (προσπίπτουσας και ανακλώμενης) κατά τη διάρκεια του θέρους 2013 και κατά τη διάρκεια του χειμώνα 2014. Στην περίπτωση του θέρους 2013 οι μετρήσεις ελήφθησαν από την Χριστοπούλου (2014). Και στις δύο περιπτώσεις τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για να ληφθούν τα δεδομένα των μικρομετεωρολογικών παραμέτρων, τοποθετήθηκαν σε ιστό σε ύψος 1.5m από το έδαφος. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα εξής όργανα:

Για την μέτρηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του αέρα, χρησιμοποιήθηκε ένα θερμό-υγρόμετρο Rotronic Hygromer MP100A. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας έχει ακρίβεια  $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$  και εύρος που κυμαίνεται από  $-40^{\circ}\text{C}$  έως  $60^{\circ}\text{C}$ . Αντίστοιχα ο αισθητήρας της υγρασίας έχει εύρος από 0 ως 100% με ακρίβεια 2% και 5 ως 95% για ακρίβεια 1%.

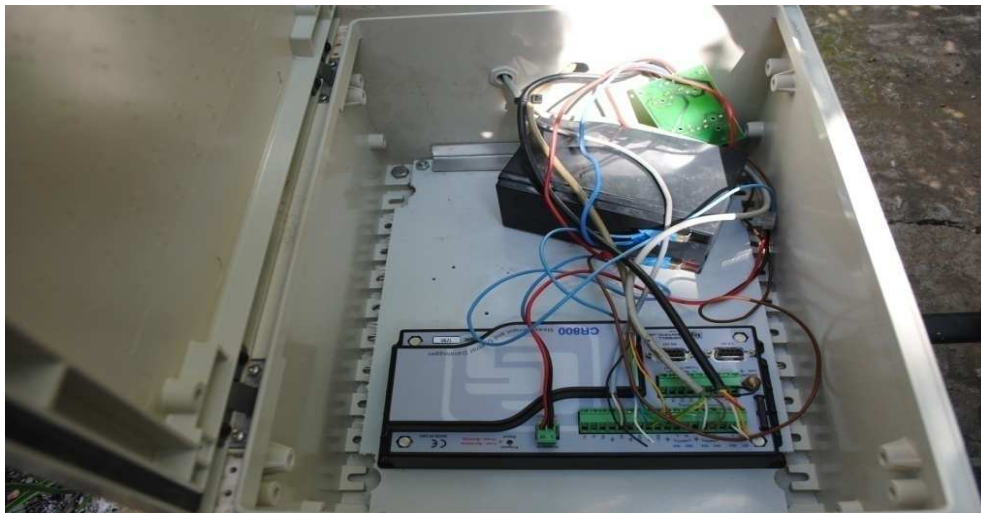


**Εικόνα 6.** Η μικρομετεωρολογική μονάδα στη θέση κοντά στο κτίριο

Η οριζόντια ταχύτητα του ανέμου μετρήθηκε με ένα ανεμόμετρο κυπέλλου (cup anemometer), που αποτελείται από 3 κύπελλα σε διάταξη  $120^{\circ}$  τοποθετημένα σε ένα κεντρικό άξονα περιστροφής.

Για τη μετρηση της ακτινοβολίας χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας προσπίπτουσας και ανακλώμενης ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος, δηλαδή ένα αλμπεντόμετρο (albedometer) CM7b της Kipp & Zonnen. Το κάθε αισθητήριο αποτελείται από 12 μαύρα και λευκά τεμάχια. Το εύρος μέτρησης είναι 0-1400 W/m<sup>2</sup>. ( Πηγή: Χριστοπούλου, 2014)

Όλες οι μετρήσεις των παραπάνω μετεωρολογικών παραμέτρων για το έτος 2013 και το χειμώνα του έτους 2014 καταγράφονταν κάθε 10s και αποθηκεύονταν κάθε 1min, στο σύστημα καταγραφής και αποθήκευσης (datalogger) Campbell CR800 (εικόνα 7), ενώ για το θέρος 2014 καταγράφονταν κάθε 10sec και αποθηκεύονταν κάθε 10min στο σύστημα καταγραφής και αποθήκευσης (datalogger).



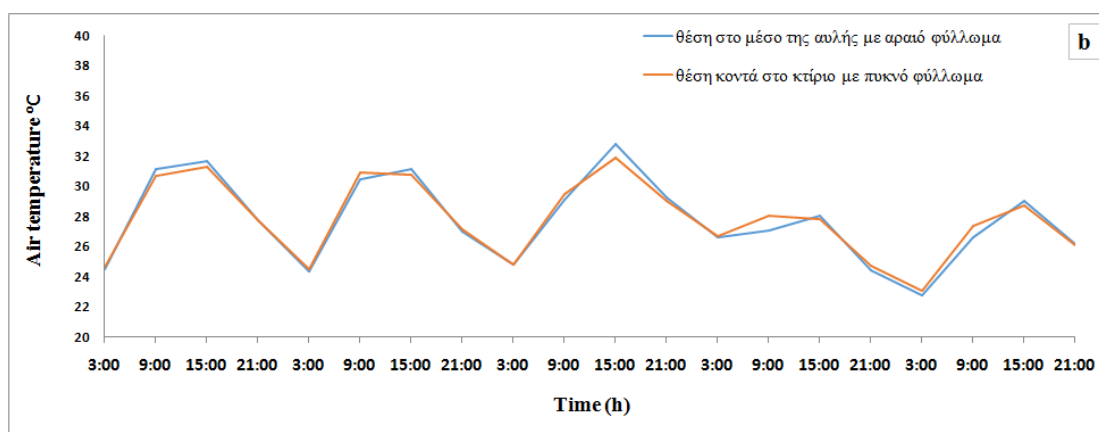
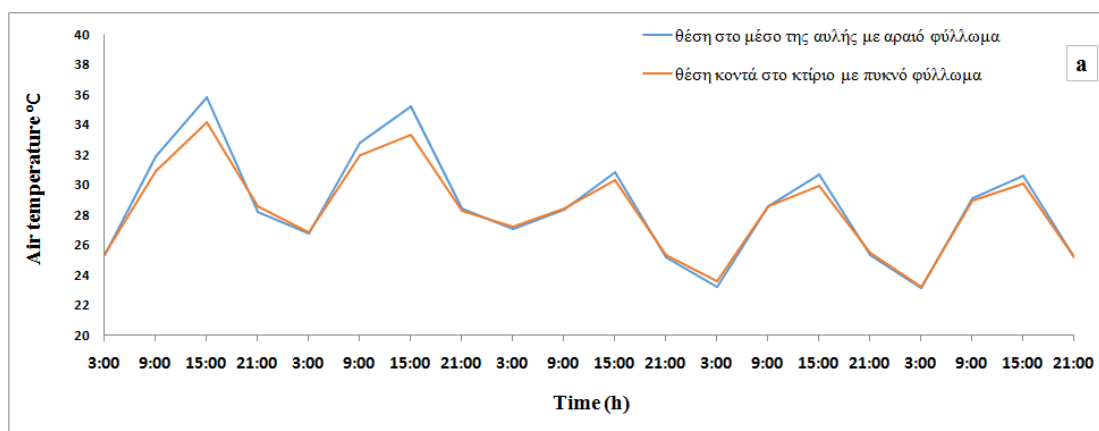
**Εικόνα 7.** DATALOGGER CR 800

### 3.3. Αποτελέσματα

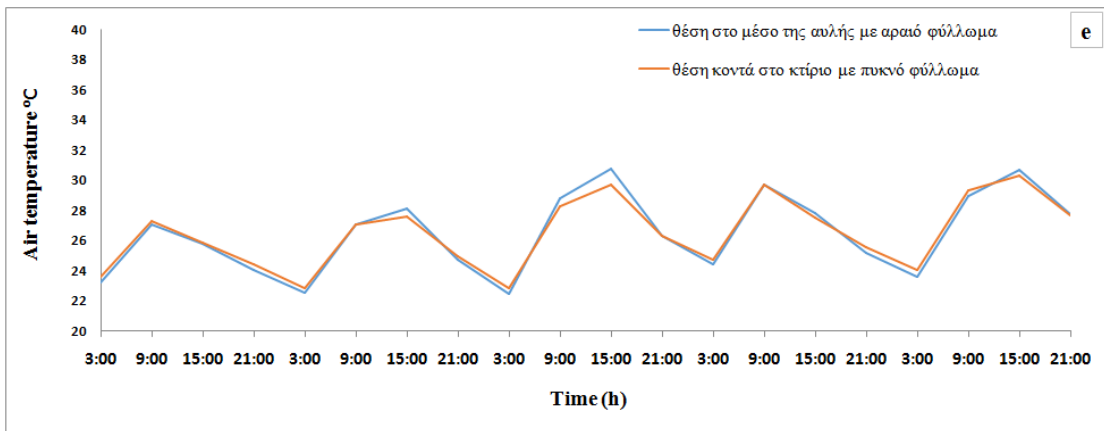
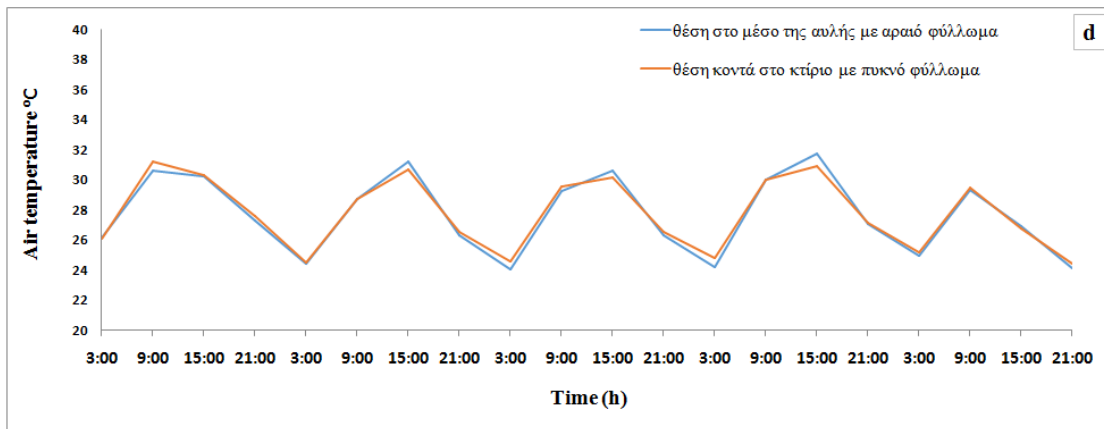
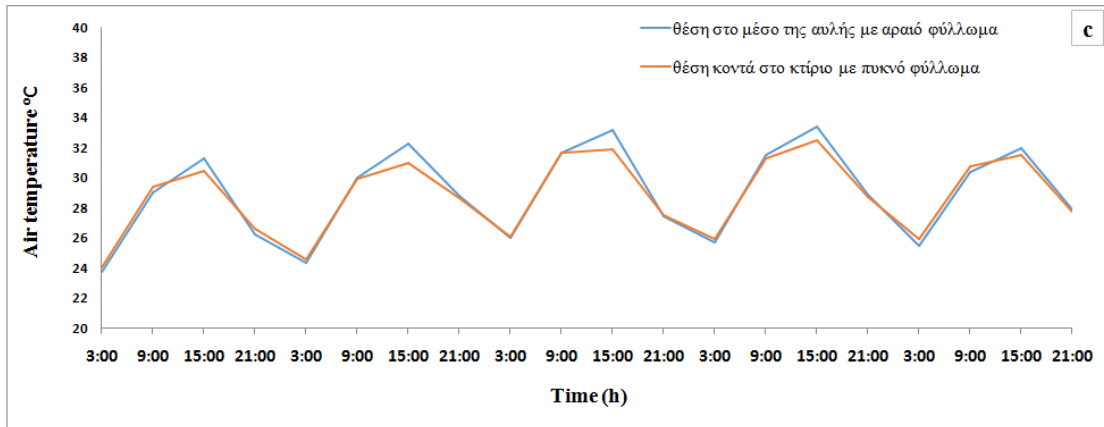
Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται σύντομη ανάλυση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων για την εξαγωγή συμπερασμάτων των υπό εξέταση σημείων για τους μήνες που έγιναν οι μετρήσεις αλλά και για τα μικροκλιματικά χαρακτηριστικά στις διάφορες θέσεις μετρήσεων.

#### Α. Σύγκριση μικροκλιματικών συνθηκών κατω από διαφορετικά καθεστώτα φυτοσκίασης εντός της εσωτερικής αυλής

Στο διάγραμμα 1. a, b, c, d, e συγκρίνονται οι θέσεις στο μέσο της αυλής με αραιό φύλλωμα και της θέσης κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα την περίοδο 24.06 έως 22.07. και είναι χωρισμένο σε πέντε υποπεριόδους κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Παρατηρείται ότι σχεδόν καθ'όλη την πορεία η θέση στο μέσο της αυλής με αραιό φύλλωμα είναι θερμότερη από τη θέση κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα. Οι διαφορές μεταξύ των δύο θέσεων είναι πολύ μικρές εκτός από τη σύγκρισή τους τις πρώτες μέρες του Ιουνίου που η μέγιστη διαφορά τους φτάνει τον  $1,8^{\circ}\text{C}$ .

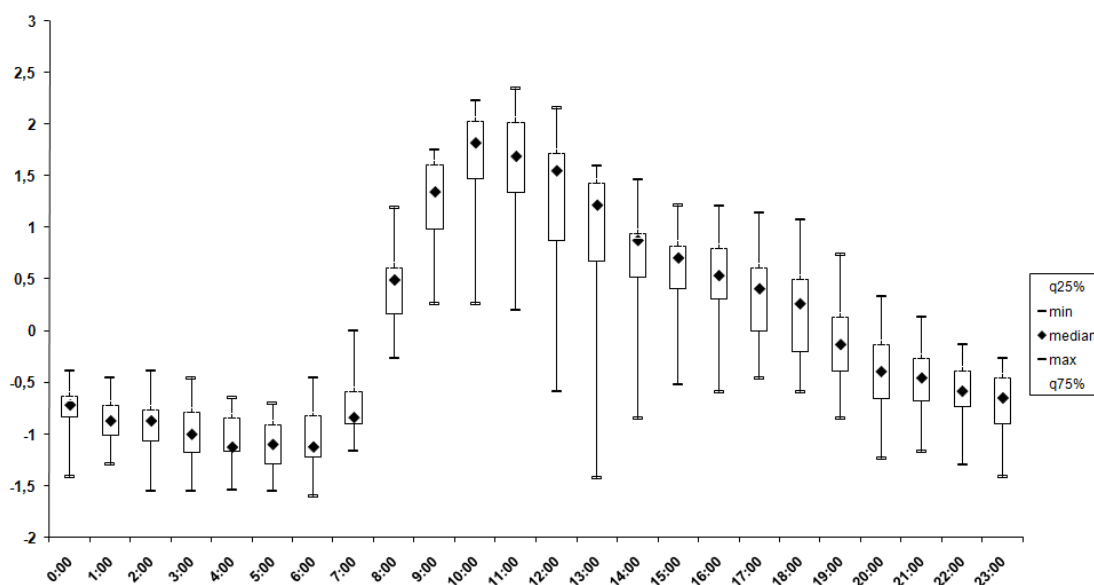






**Διάγραμμα 1a,b,c,d,e.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις : στο μέσο της αυλής με αραιό φύλλωμα και της θέσης κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα χωρισμένο σε πέντε υποπεριόδους την περίοδο 24.06 έως 22.07

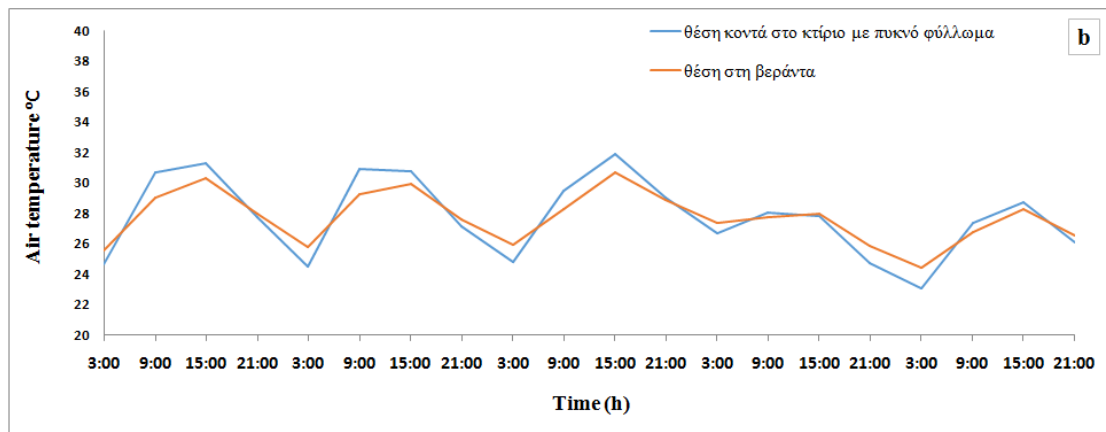
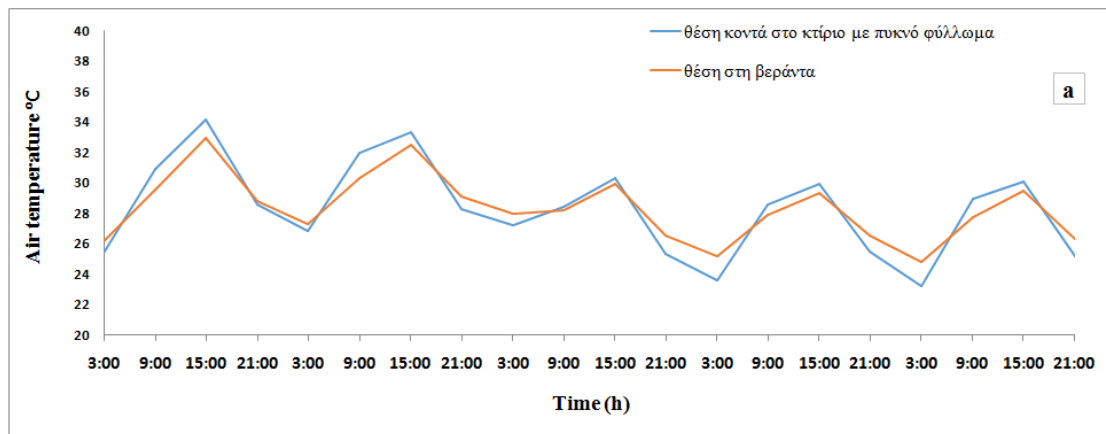
Στο θηκόγραμμα του γραφήματος 1 παρουσιάζονται οι διαφορές στη θέση στο μέσο της αυλής με αραιό φύλλωμα και της θέσης κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα . Από το γράφημα φαίνεται ότι η θέση στο μέσο της αυλής με αραιό φύλλωμα είναι συστηματικά θερμότερη από 0.3°C μέχρι και 3.2°C τις ώρες 10π.μ. έως 17.00μ.μ. σε σχέση με τη θέση κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα ενώ τις ώρες 21.00 έως 07.00π.μ. διαπιστώνεται ότι είναι με διάμεση τιμή 0.5°C πιο ψυχρή. Η σύγκριση των δύο αυτών θέσεων γίνεται λόγω της φυτοσκίασης όπως και προαναφέρθηκε. Συνεπώς, η θέση με αραιό φύλλωμα είναι θερμότερη τις πρωινές ώρες.

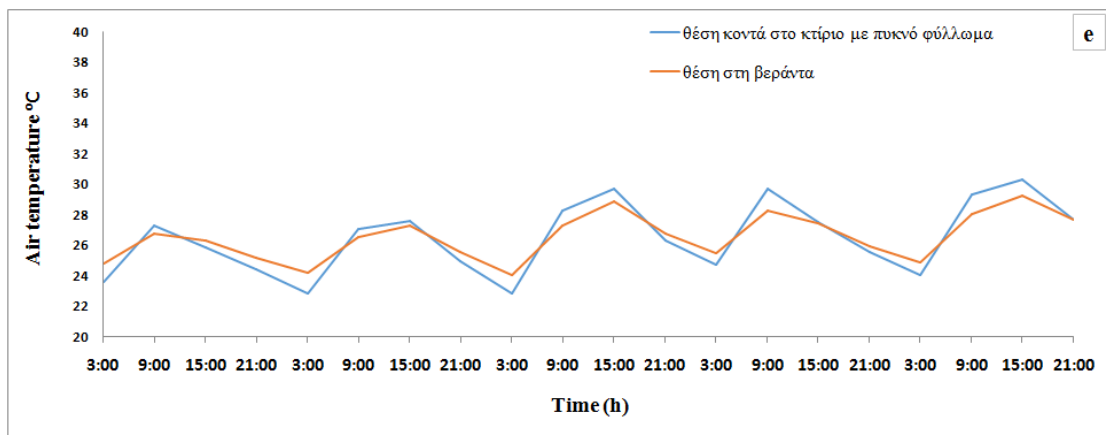
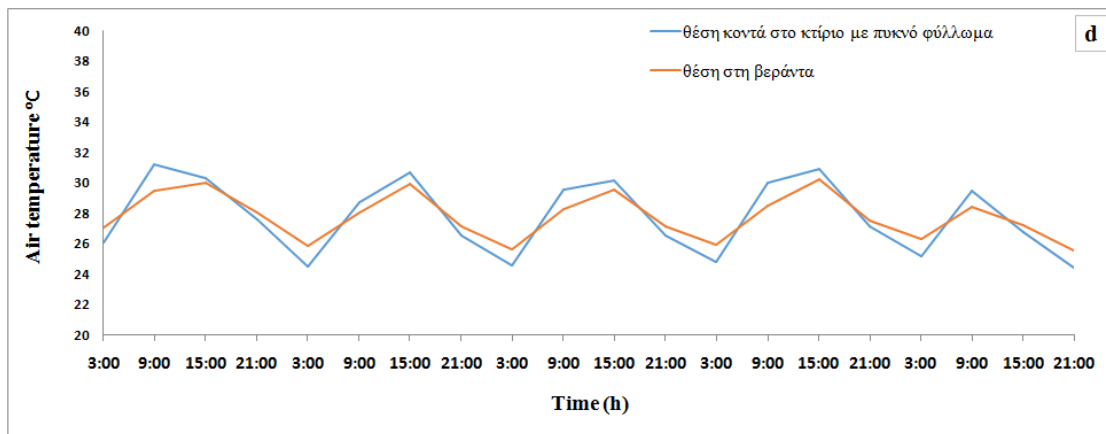
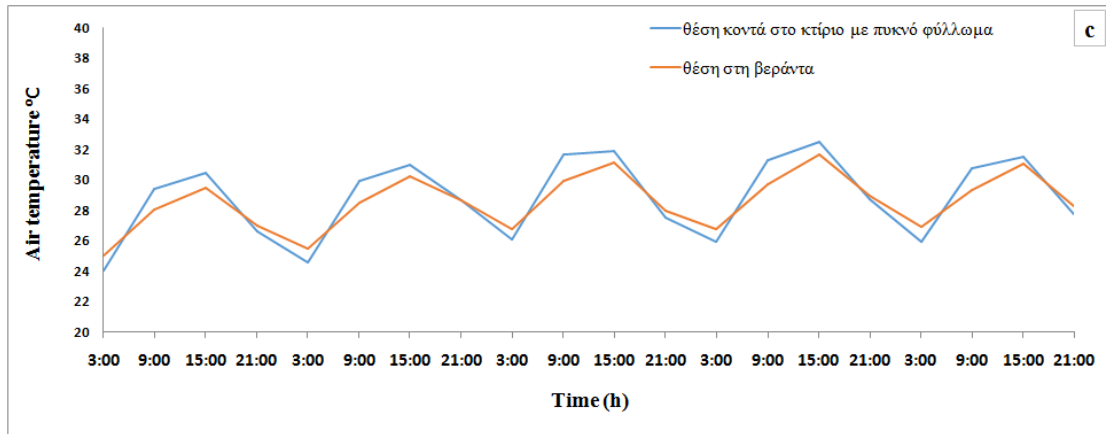


**Γράφημα 1.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης στο μέσο της αυλής με αραιό φύλλωμα και της θέσης κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα

## B. Σύγκριση μικροκλιματικών συνθηκών πυκνά φυτοσκιασμένης θέσης (εσωτερικής αυλής με κήπο) και παρακειμένου στεγασμένου από το κτίριο ημιυπαίθριου χώρου ('βεράντα')

Στο διάγραμμα 2 φαίνεται η πορεία της θερμοκρασίας στις θέσεις κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα και της θέσης που βρίσκεται η βεράντα. Το διάγραμμα 2 είναι διαιρεμένο σε πέντε υποπεριόδους εντός του χρονικού διαστήματος από τις 24 Ιουνίου έως τις 22 Ιουλίου. Οι αυξομειώσεις της πορείας των δύο θέσεων στις πέντε υποπεριόδους είναι όμοια παρατηρώντας ότι η θέση κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα είναι θερμότερη τις ώρες κατά τη διάρκεια της ημέρας σε αντίθεση με τη θέση που βρίσκεται η βεράντα η οποία είναι θερμότερη κατά τη διάρκεια της νύχτας.

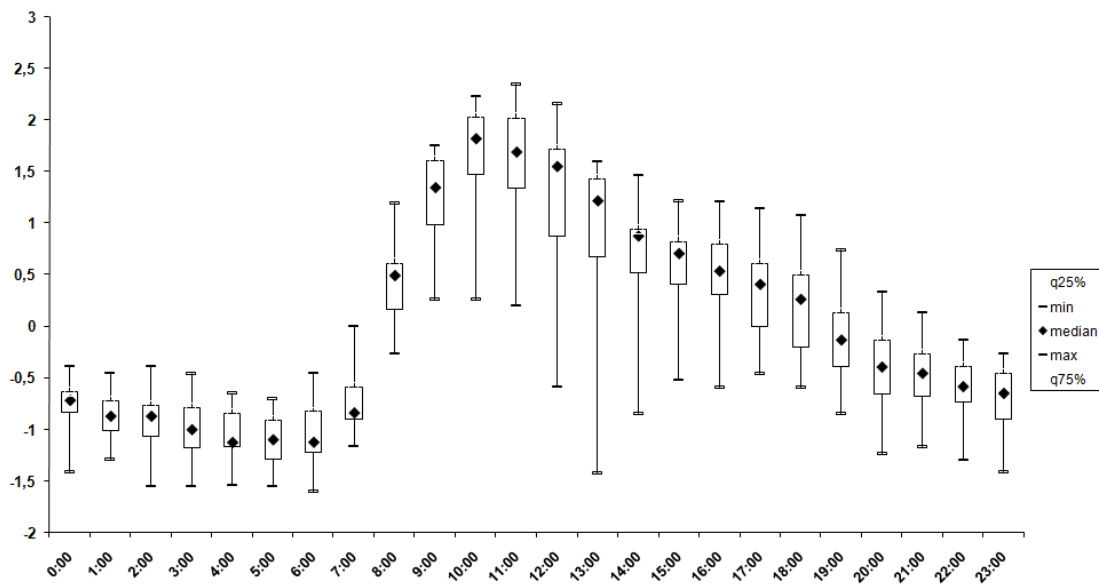




**Διάγραμμα 2a,b,c,d,e.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις: κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα και της θέσης που είναι η βεράντα

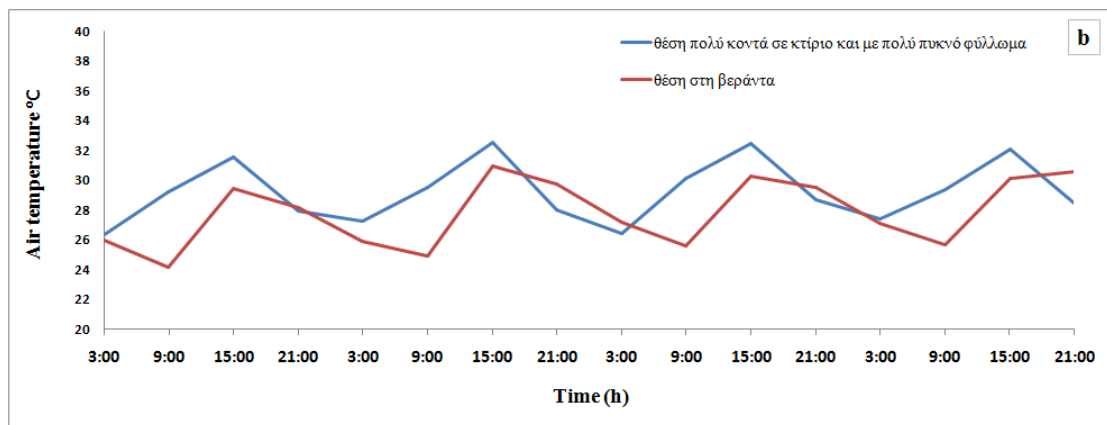
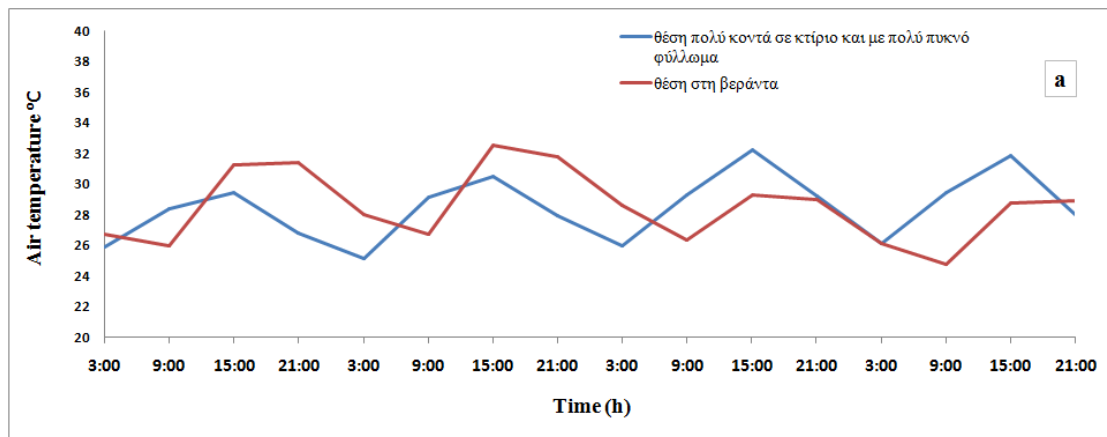
Στο γράφημα 2 παρατηρείται ότι η θέση κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα είναι πιο θερμή τις ώρες από τις 08.00π.μ. έως τις 18.00μ.μ. με διάμεσες τιμές να κυμαίνονται μεταξύ 0.4 και 1.9 °C. Ενώ η θέση στη βεράντα είναι θερμότερη από τις 19.00 ως τις 7.00 το πρωί με διάμεσες περίπου 1°C.

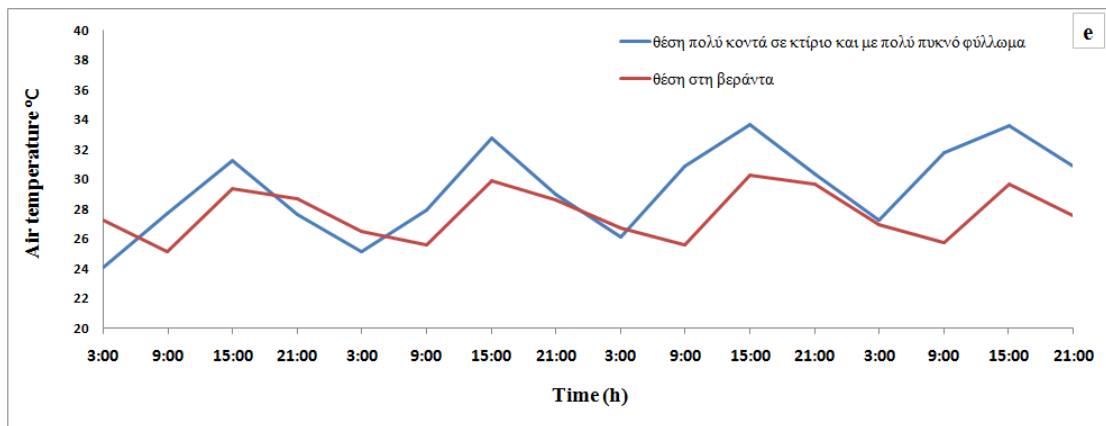
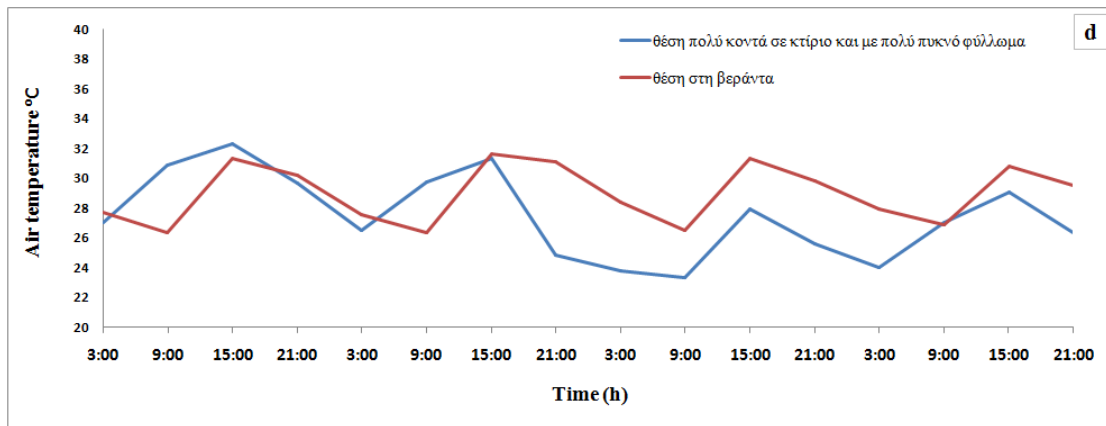
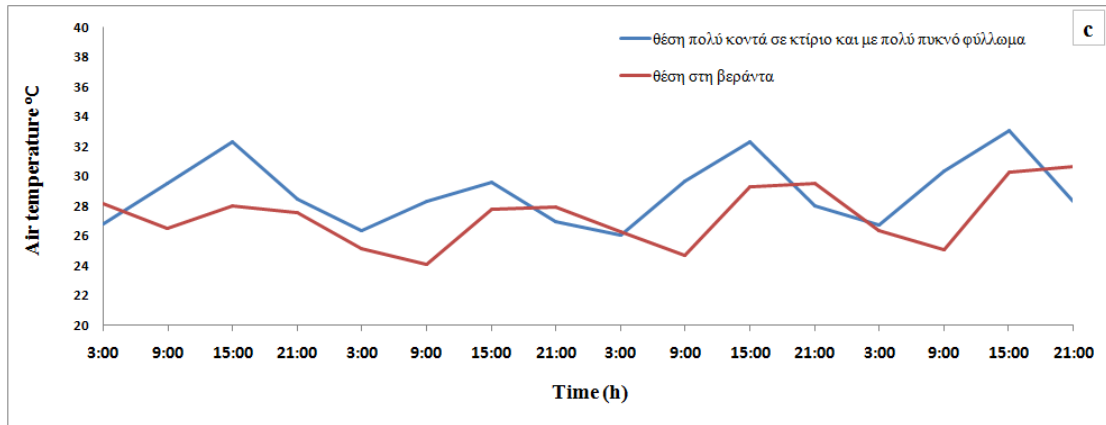
Περίοδος: 24/6 – 22/7



**Γράφημα 2.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα και της θέσης που είναι η βεράντα

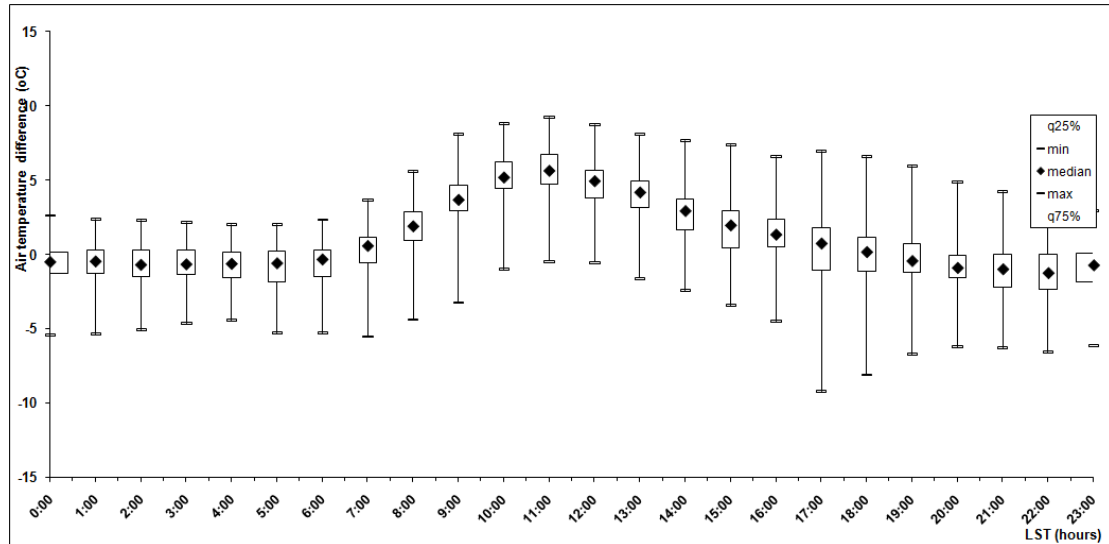
Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει την πορεία των δύο εξής θέσεων: της θέσης με πυκνό φύλλωμα πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης που βρίσκεται η βεράντα την περίοδο 22/7 έως 13/8. Το διάγραμμα είναι χωρισμένο σε πέντε υποπεριόδους το διάστημα ανάμεσα στον Ιούλιο και Αύγουστο. Με το διάγραμμα 3 επιβεβαιώνεται ότι και τη δεδομένη περίοδο η θέση με πυκνό φύλλωμα πολύ κοντά στο κτίριο από το πρωί έως το απόγευμα είναι θερμότερη συγκριτικά με τη θέση που βρίσκεται η βεράντα η οποία είναι θερμότερη το απόγευμα. Η μέγιστη διαφορά τους φτάνει τους 5°C στο διάγραμμα α στις 9.00π.μ. με θερμότερη τη θέση που βρίσκεται η βεράντα και στο διάγραμμα β στις 9.00π.μ. με θερμότερη τη θέση που βρίσκεται πολύ κοντά στο κτίριο και με πολύ πυκνό φύλλωμα.





**Διάγραμμα 3. a, b, c, d, e.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις: με πυκνό φύλλωμα πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης που είναι η βεράντα

Στο γράφημα 3 η θέση με πυκνό φύλλωμα πολύ κοντά στο κτίριο από τις 07.00π.μ. έως τις 17.00μ.μ. το απόγευμα διαπιστώνεται ότι είναι πιο θερμή από τη θέση που είναι η βεράντα ενώ οι διάμεσες τιμές κυμαίνονται από 0,1 έως 0,5°C.

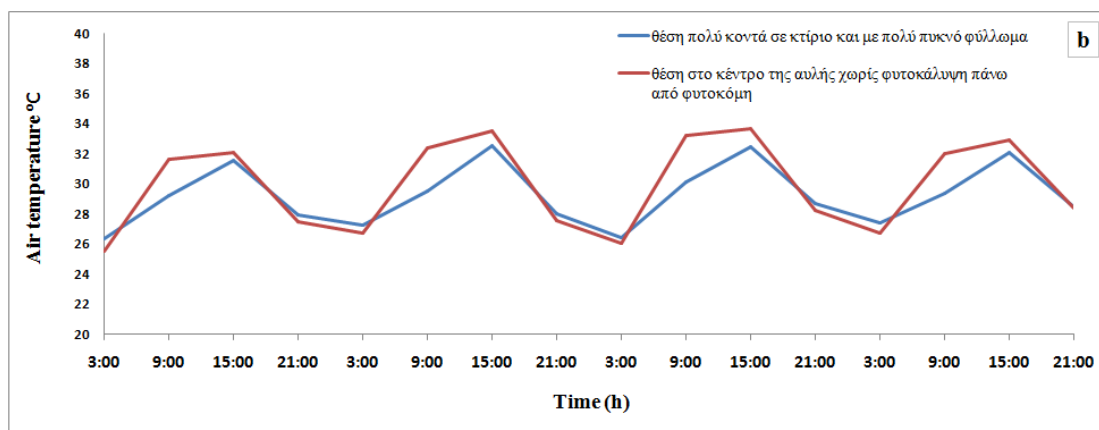
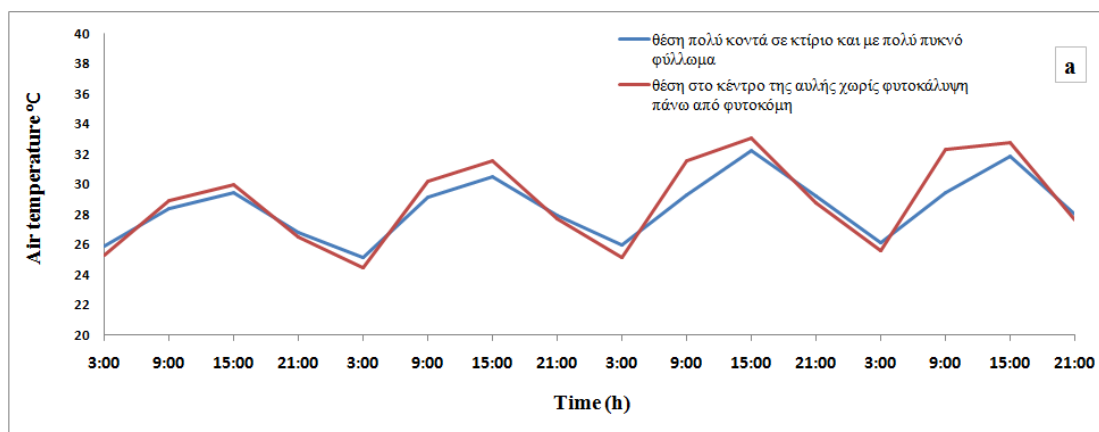


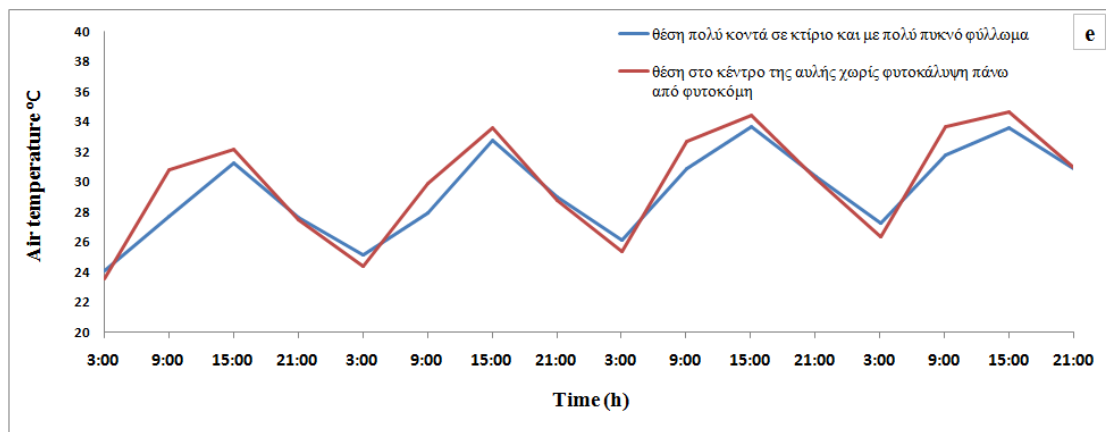
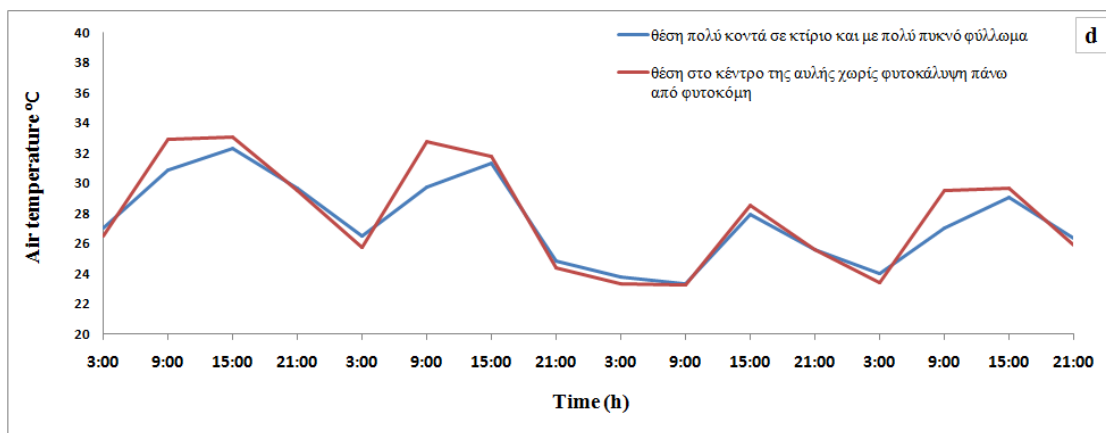
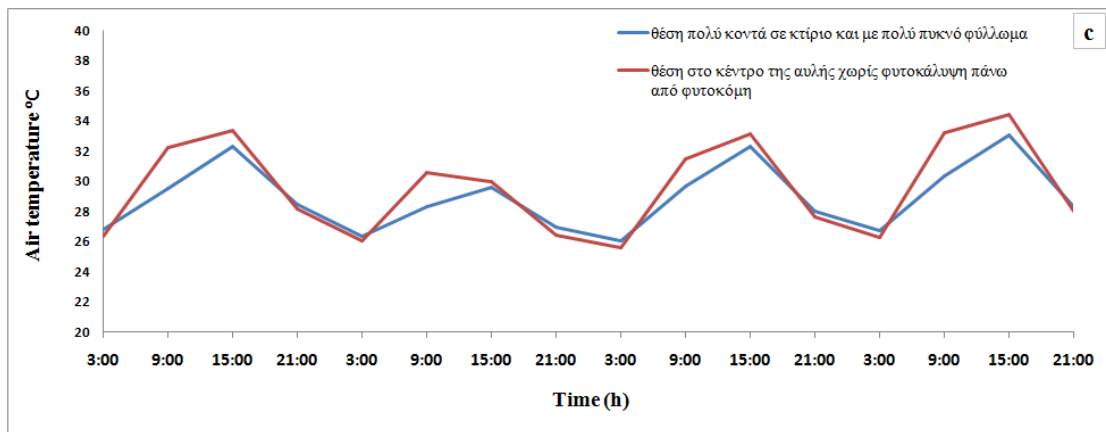
**Γράφημα 3.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης με πυκνό φύλλωμα πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης που είναι η βεράντα



### Γ. Σύγκριση θέσης με πυκνή φυτοσκίαση και θέσης αναφοράς μέσα στην αυλή

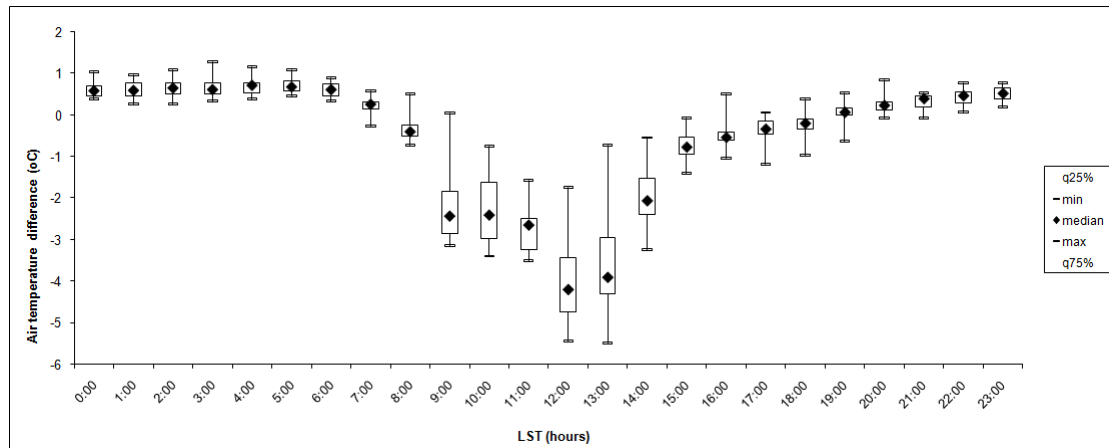
Οι τιμές της θερμοκρασίας στις θέσεις με πυκνό φύλλωμα και πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης στο κεντρο της αυλής- χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη καταγράφονται για το διάστημα από τις 22 Ιουλίου έως τις 13 Αυγούστου. Το χρονικό αυτό διάστημα είναι χωρισμένο σε πέντε περιόδους. Η πορεία των διαγραμμάτων είναι όμοια και στα πέντε διαγράμματα με τη θέση στο κέντρο της αυλής χωρίς φυτοκάλυψη πάνω από φυτοκόμη να είναι σταθερά θερμότερη. Ο βαθμός απόκλισης τους είναι μικρός με μέγιστο τους 3°C.





**Διάγραμμα 4.a,b,c,d,e.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις: με πυκνό φύλλωμα και πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης στο κεντρο της αυλής- χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη-

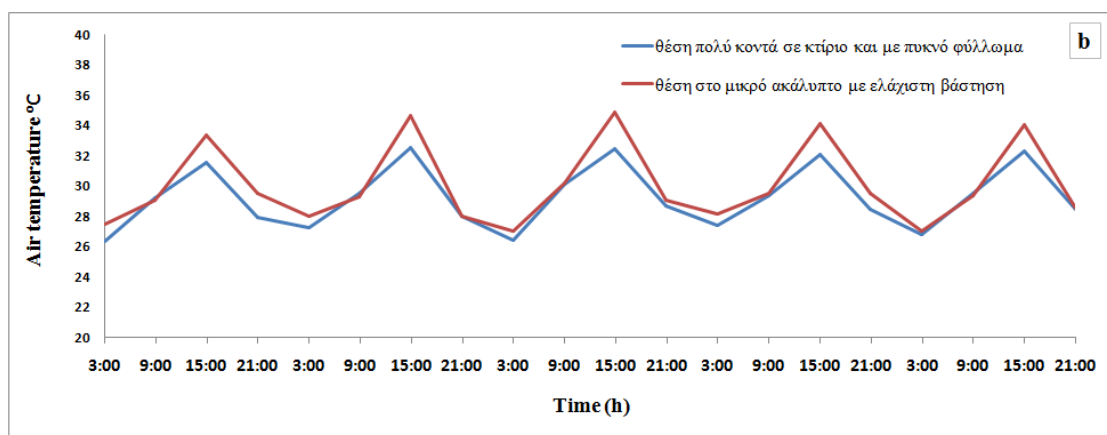
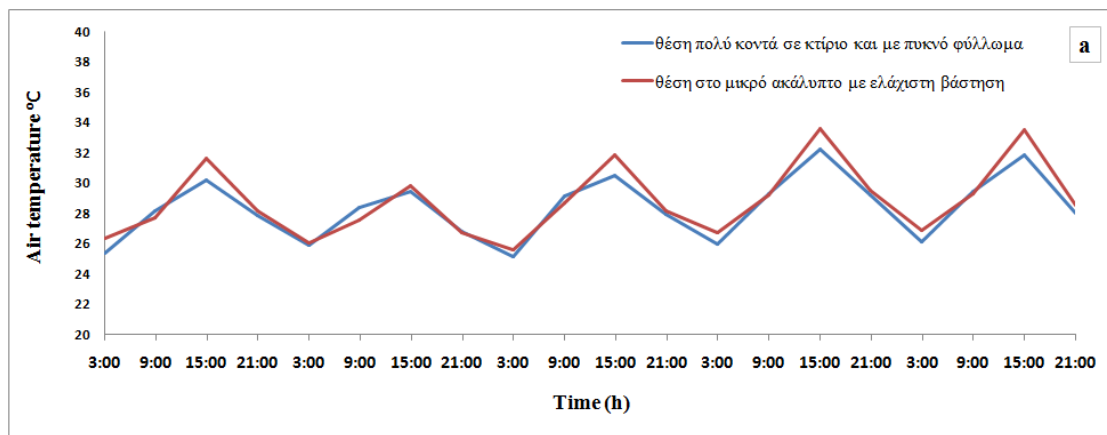
Στο παρακάτω θηκόγραμμα παρατηρείται ότι η θέση με πυκνό φύλλωμα είναι πιο ψυχρή τις πρωινές ώρες από τις 08.00π.μ. έως τις 18μ.μ. το απόγευμα. Οι διάμεσες τιμές κυμαίνονται -4 έως 0,5°C.

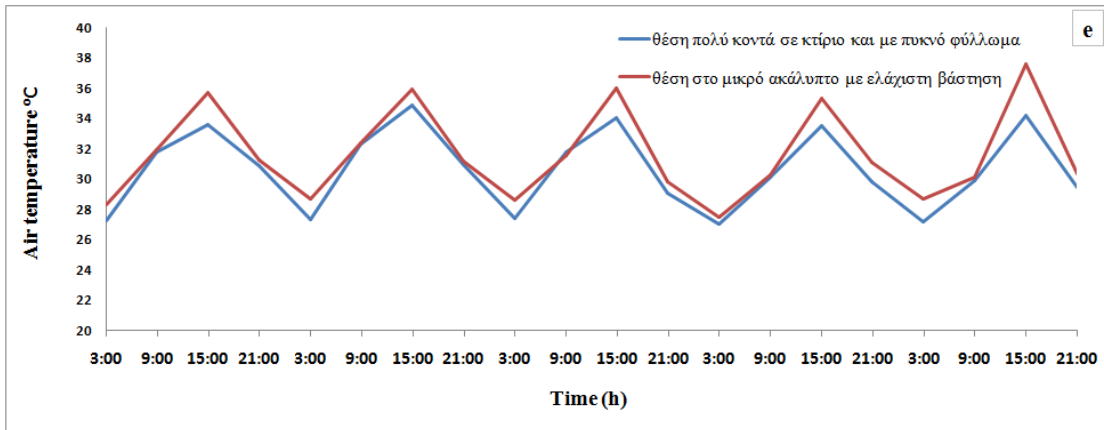
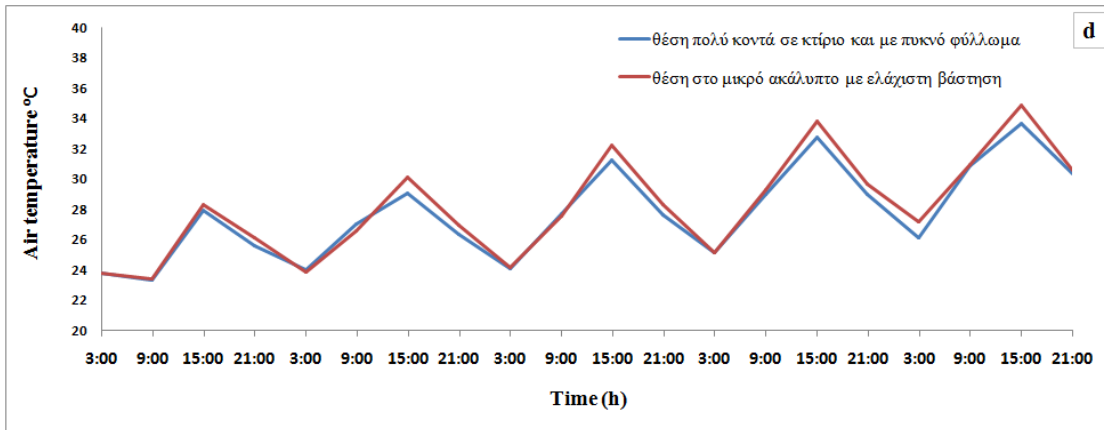
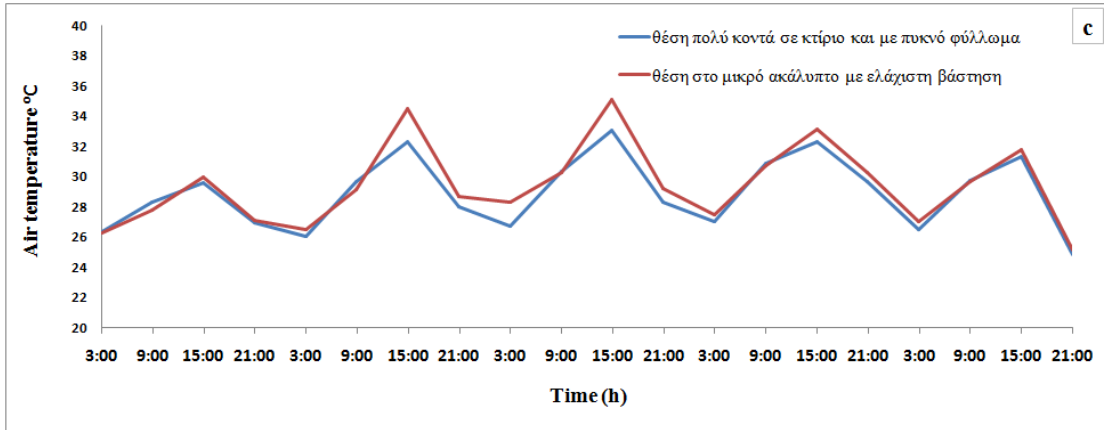


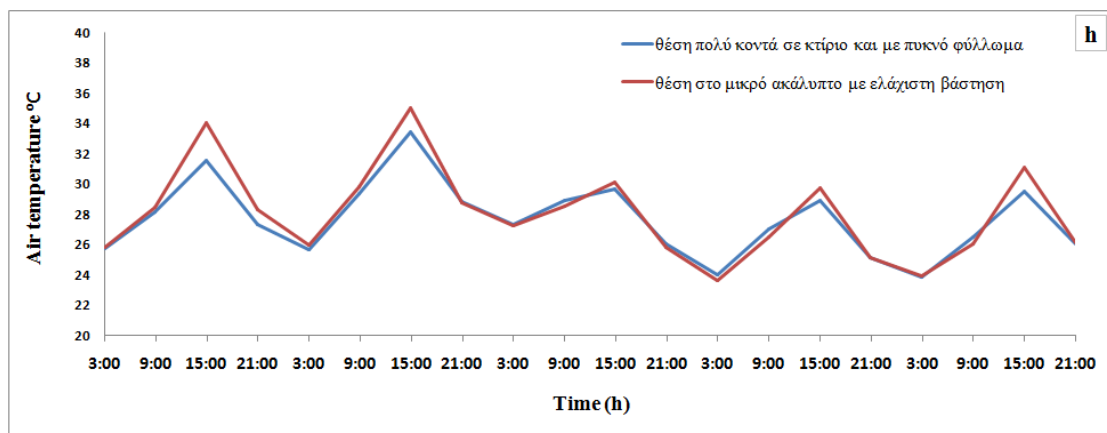
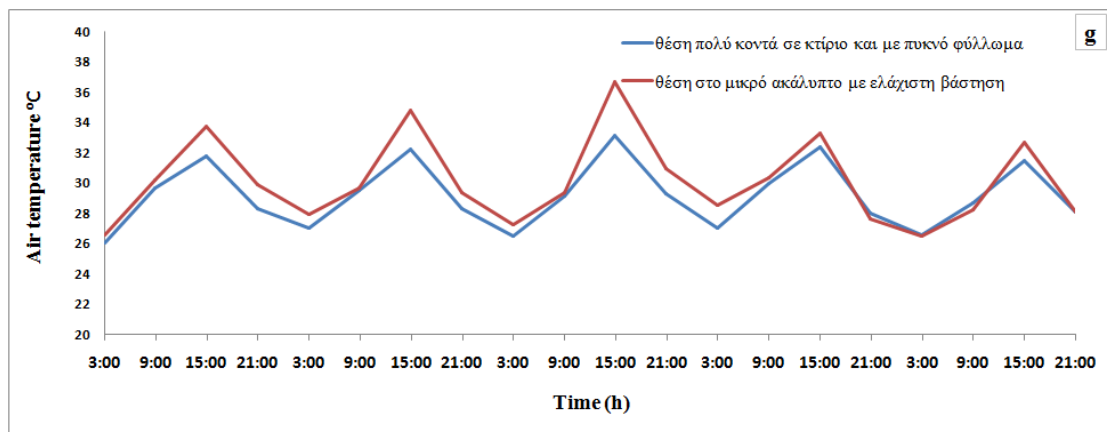
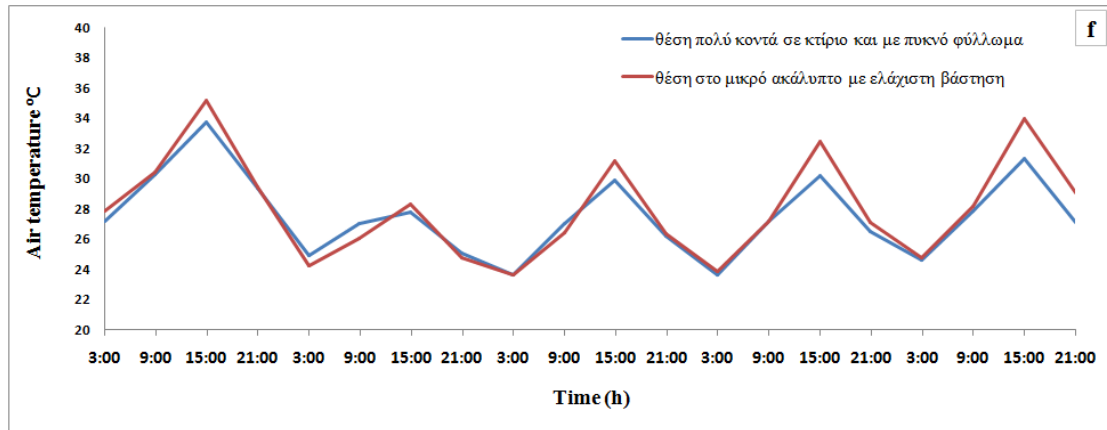
**Γράφημα 4.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης με πυκνό φύλλωμα και πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης στο κεντρο της αυλής- χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη-

#### Δ. Σύγκριση μικροκλιματικών συνθηκών της εσωτερικής αυλής με τις αντίστοιχες τυπικού ακάλυπτου χώρου

Στην παράγραφο αυτή γίνεται σύγκριση της θέσης πολύ κοντά στο κτίριο και με πυκνό φύλλωμα και της θέσης στο μικρό ακάλυπτο με ελάχιστη βλάστηση. Στο κέντρο της αυλής, έχει μόνο χαμηλού ύψους δέντρα με αραιό θόλο. Η καταγραφή της θερμοκρασίας πραγματοποιείται από τις 22 Ιουλίου έως τις 31 Αυγούστου ενώ η παρουσίαση τους γίνεται διαιρεμένη σε οχτώ υποπεριόδους κατά τη διάρκεια αυτή. Η θέση με πολύ πυκνό φύλλωμα και πολύ κοντά στο κτίριο είναι συστηματικά ψυχρότερη από τη θέση στο μικρό ακάλυπτο και με ελάχιστη βλάστηση. Η μέγιστη διαφορά τους φτάνει τους 2°C.

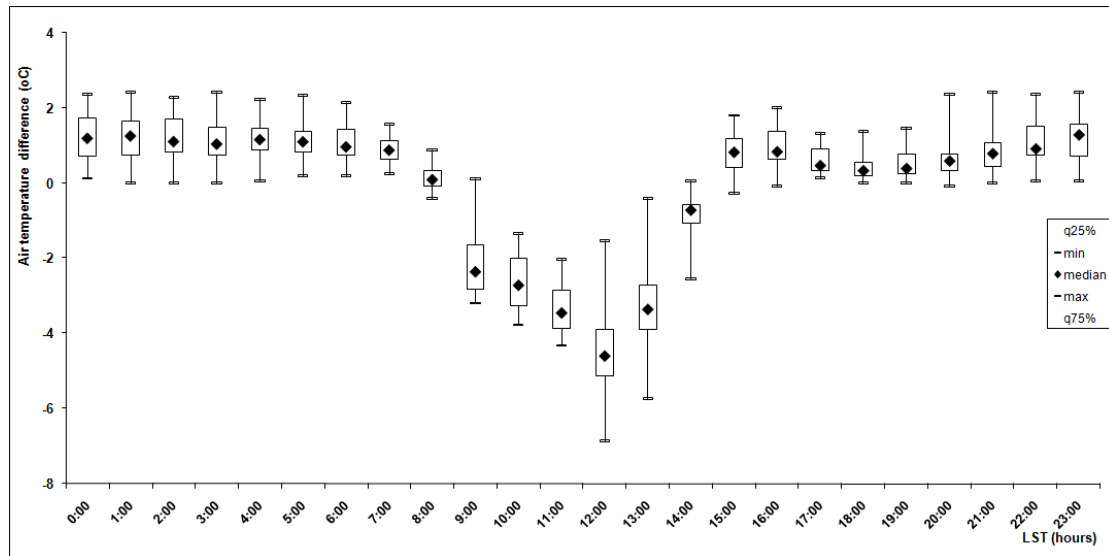






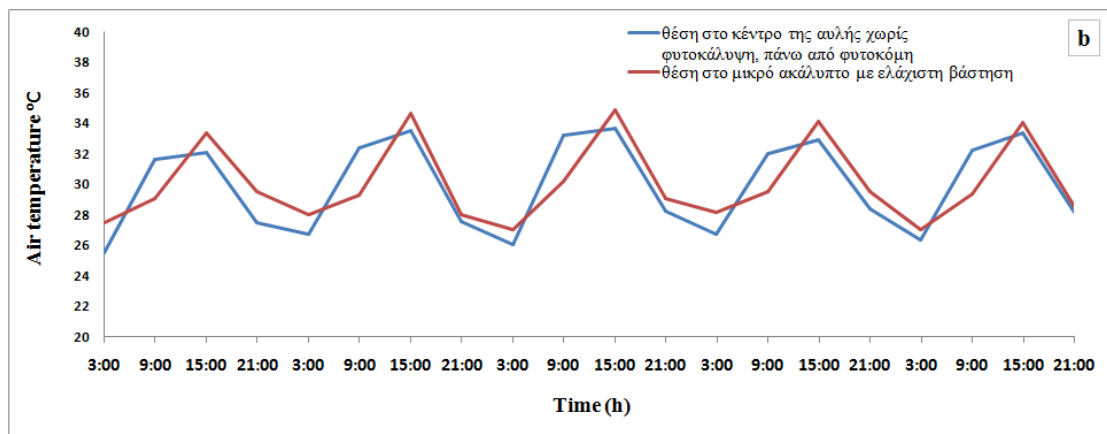
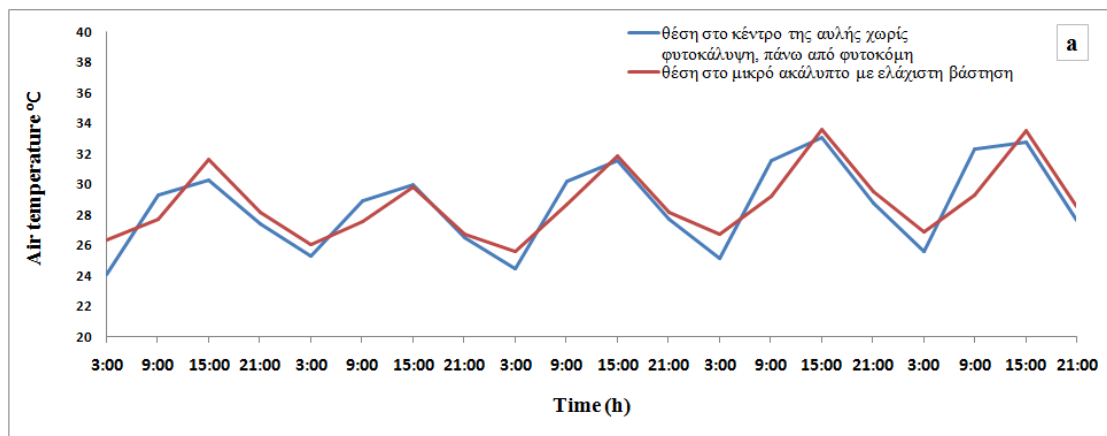
**Διάγραμμα 5a,b,c,d,e,f,g,h.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις: θέσης με πολύ πυκνό φύλλωμα και πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης που βρίσκεται στο «μικρό ακάλυπτο» -με ελάχιστη βλάστηση

Η θέση με πολύ πυκνό φύλλωμα και πολύ κοντά στο κτίριο σχεδόν όλες τις ώρες είναι πιο ψυχρή από τη θέση στο μικρό ακάλυπτο και με ελάχιστη βλάστηση, με μόνη ώρα που δείχνει να είναι θερμότερη ανάμεσα στις 10.00π.μ. με 11.00μ.μ. το πρωί. Η τελευταία περίπτωση οφείλεται πιθανόν στην κατά το διάστημα αυτό διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας κοντά στο χώρο που είναι τοποθετημένα τα αισθητήρια μέτρησης στην εσωτερική αυλή.

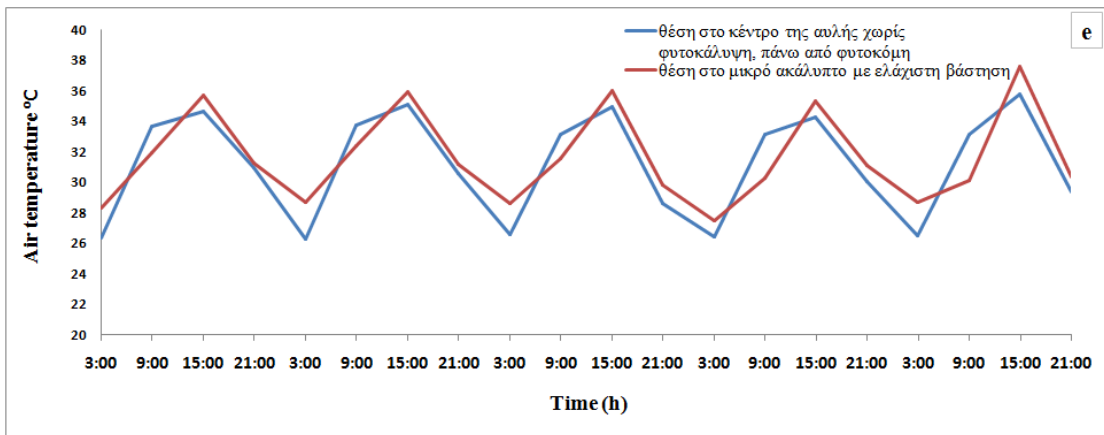
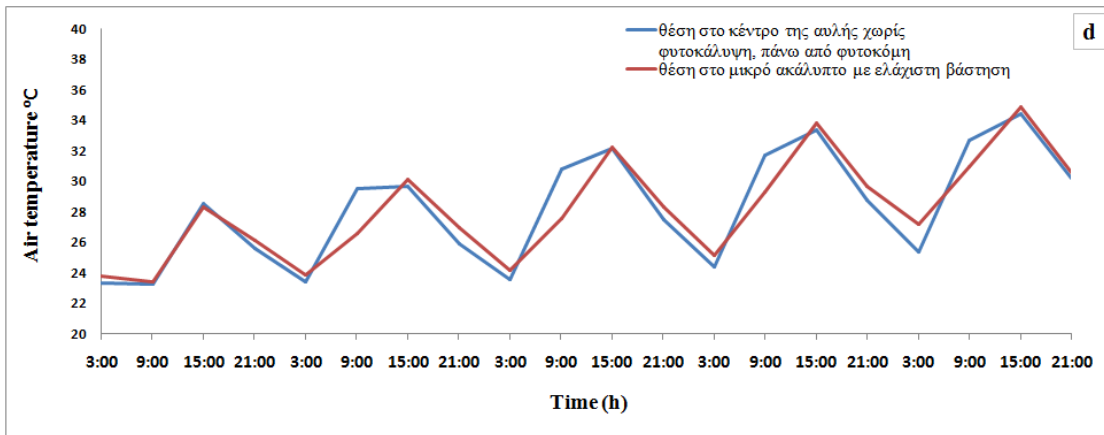
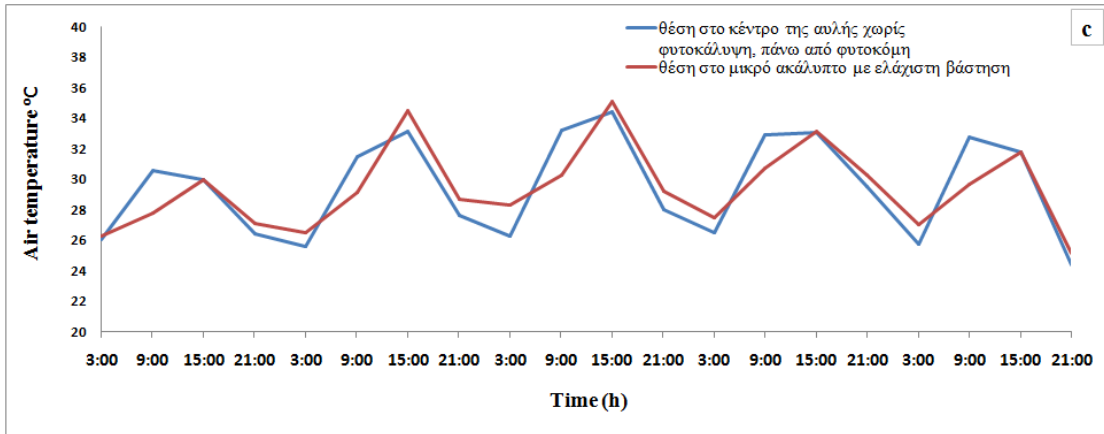


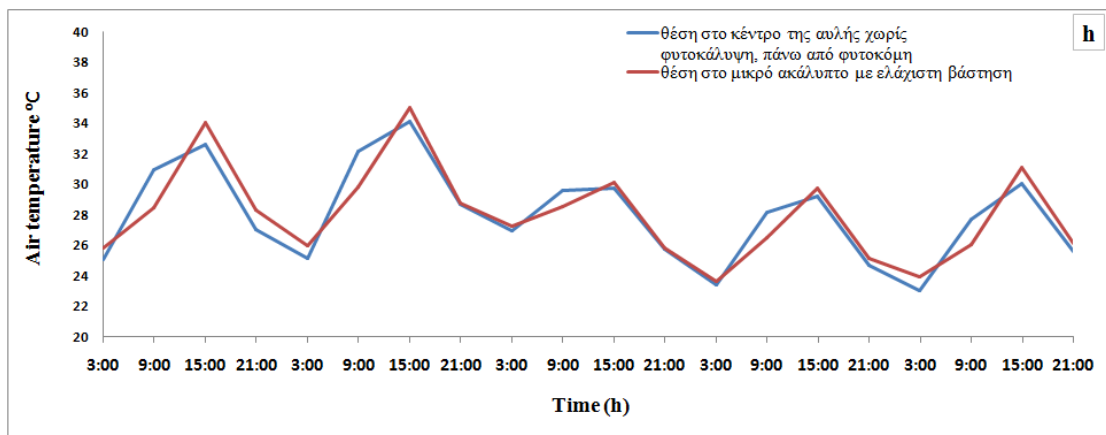
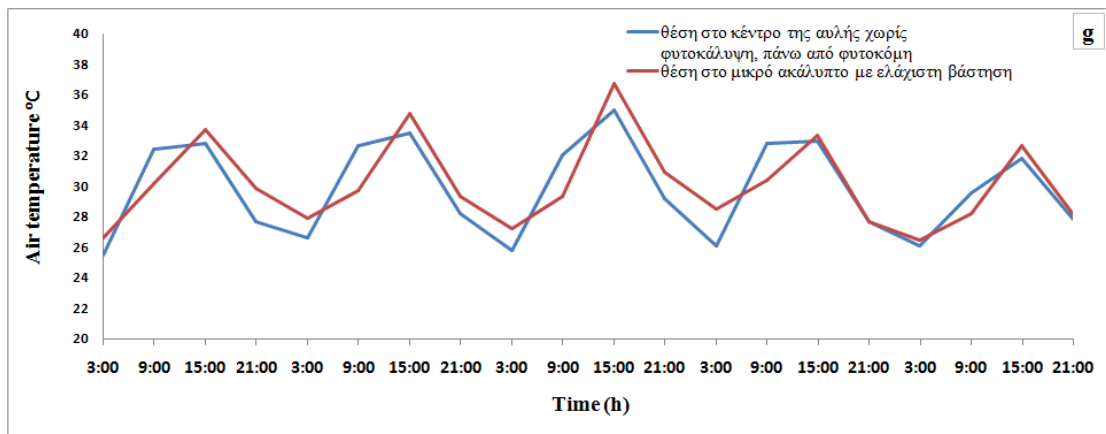
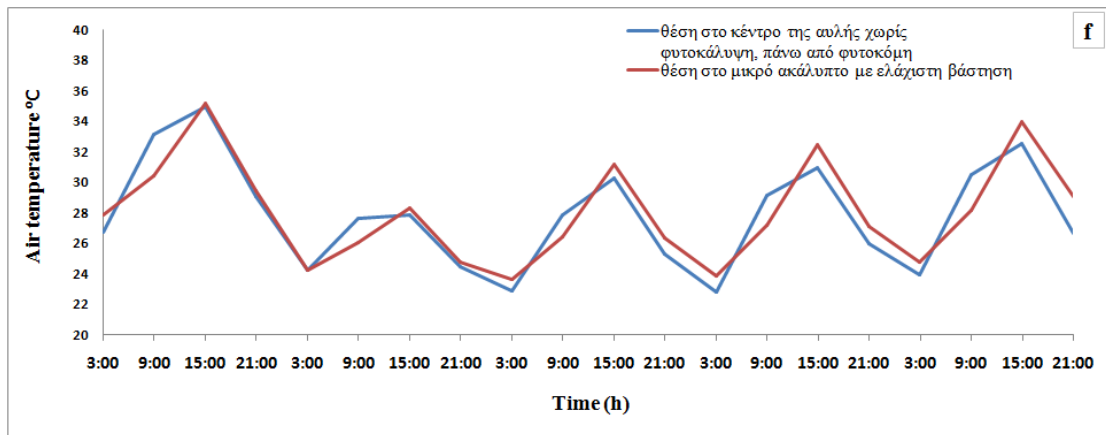
**Γράφημα 5.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης με πολύ πυκνό φύλλωμα και πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης που βρίσκεται στο «μικρό ακάλυπτο» - με ελάχιστη βλάστηση

Στην παράγραφο αυτή γίνεται σύγκριση της θέσης στο κέντρο της αυλής χωρίς φυτοκάλυψη πάνω από φυτοκόμη και της θέσης στο μικρό ακάλυπτο με ελάχιστη βλάστηση. Η καταγραφή της θερμοκρασίας πραγματοποιείται από τις 22 Ιουλίου έως τις 31 Αυγούστου ενώ η παρουσίαση τους γίνεται διαιρεμένη σε οχτώ διαστήματα αυτή την περίοδο. Από τα παρακάτω διαγράμματα επαληθεύεται η σημασία της φυτοκάλυψης καθώς παρατηρούμε ότι η θέση στο μικρό ακάλυπτο με την ελάχιστη βλάστηση είναι πιο ψυχρή από τη θέση στο κέντρο της αυλής χωρίς φυτοκάλυψη πάνω από φυτοκόμη. Η μέγιστη διαφορά τους φτάνει τους 3°C.



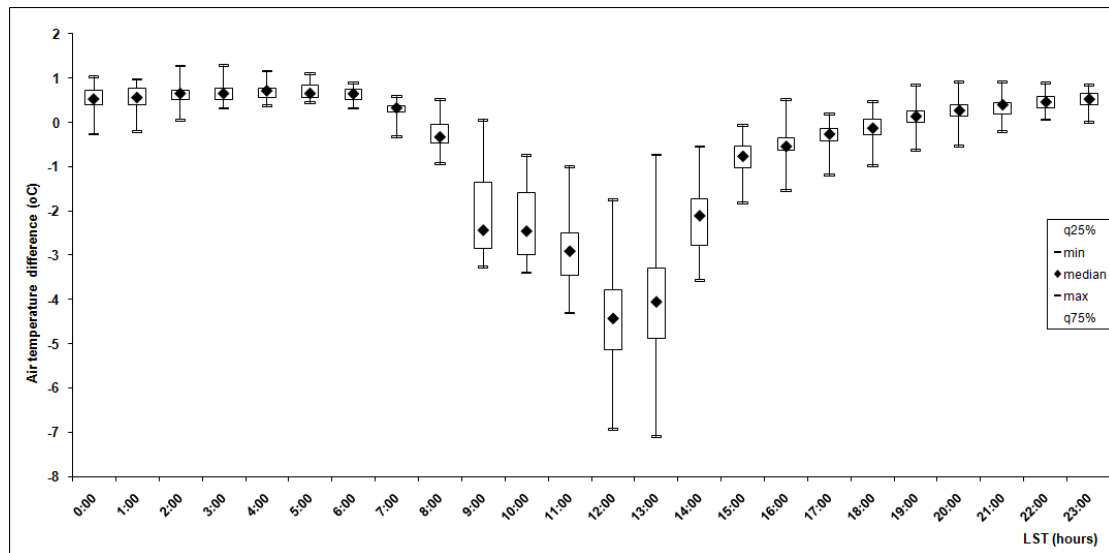






**Διάγραμμα 6.a,b,c,d,e,f,g,h.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις: που βρίσκεται στο «μικρό ακάλυπτο» - με ελάχιστη βλάστηση και της θέσης στο κεντρο της αυλής- χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη

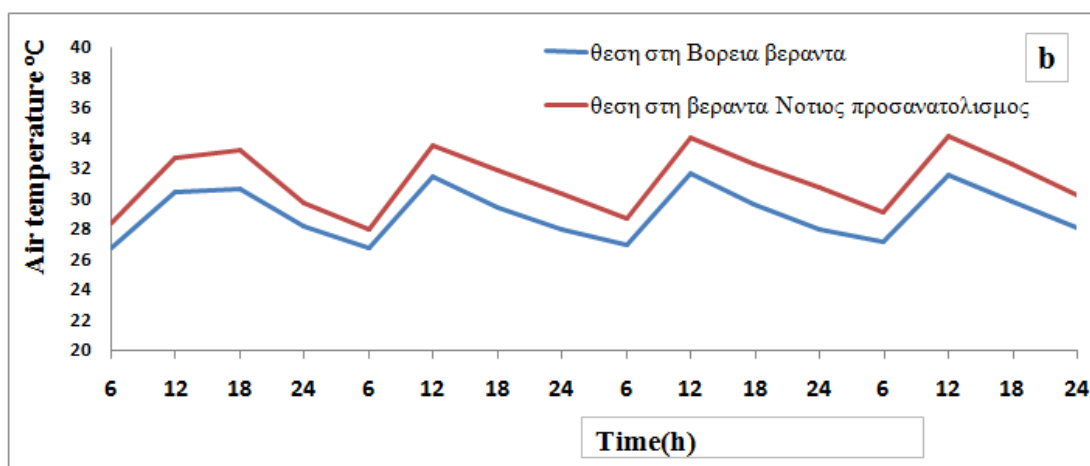
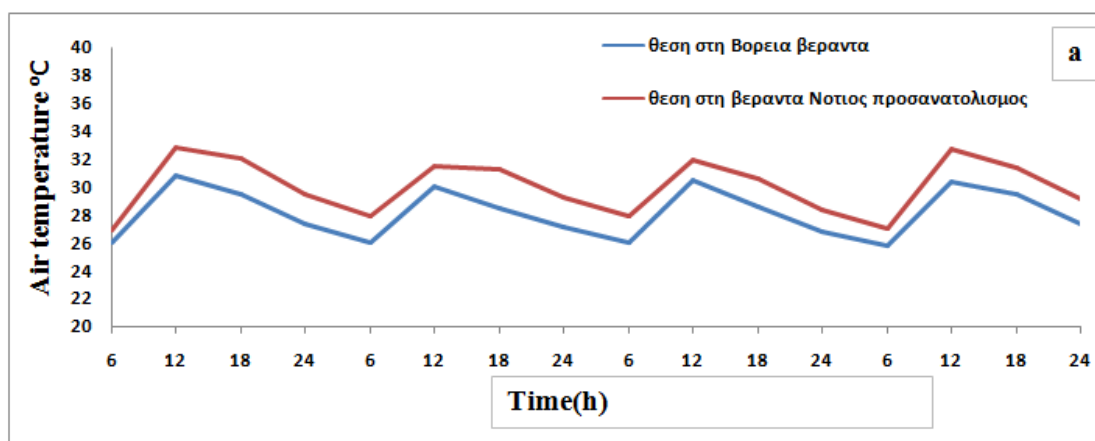
Στο παρακάτω γράφημα 6 διαπιστώνεται ότι ακόμα και στη θέση στο μικρό ακάλυπτο με ελάχιστη βλάστηση τις θερμές ώρες θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε ώρες 09.00π.μ. έως τις 14.00μ.μ. η θέση είναι πιο ψυχρή από τη θέση στο κεντρο της αυλής- χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη. Οι διάμεσες τιμές κυμαίνονται από -5 έως 0,5°C.

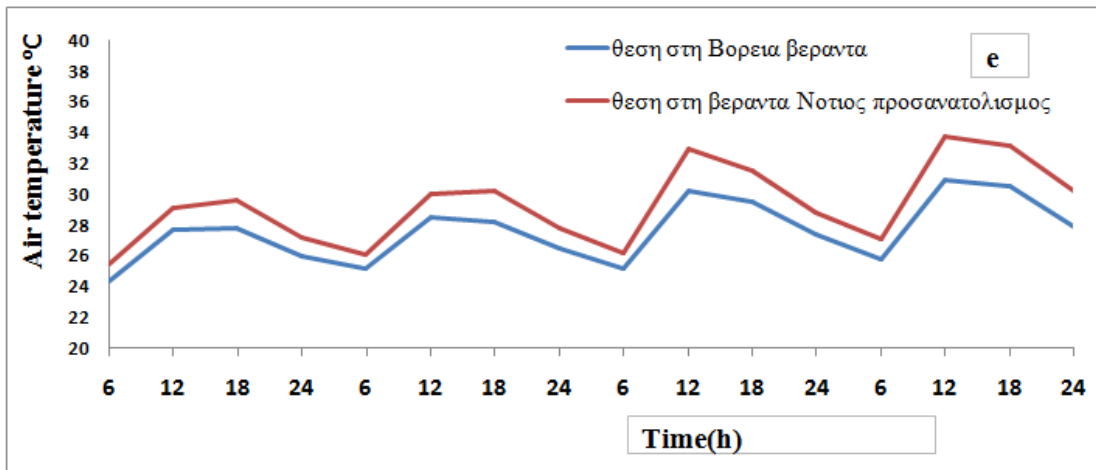
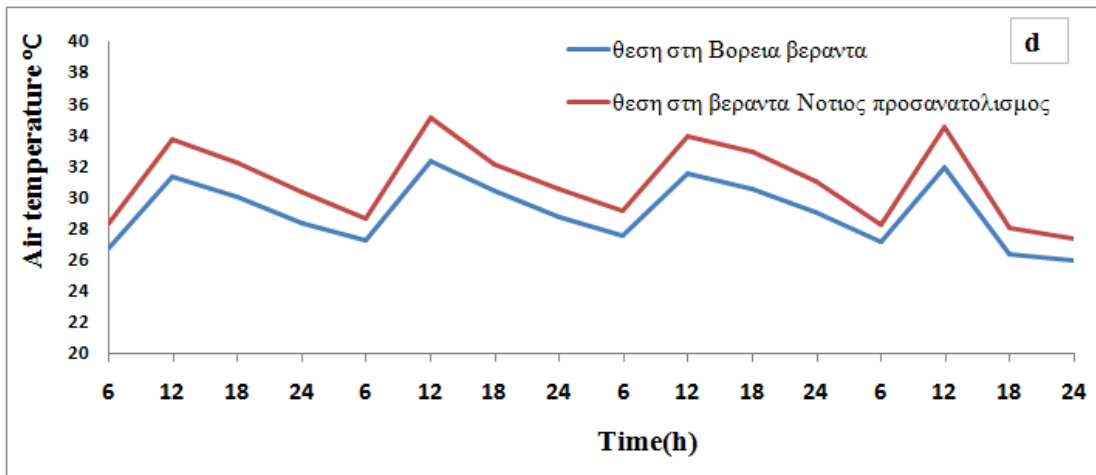
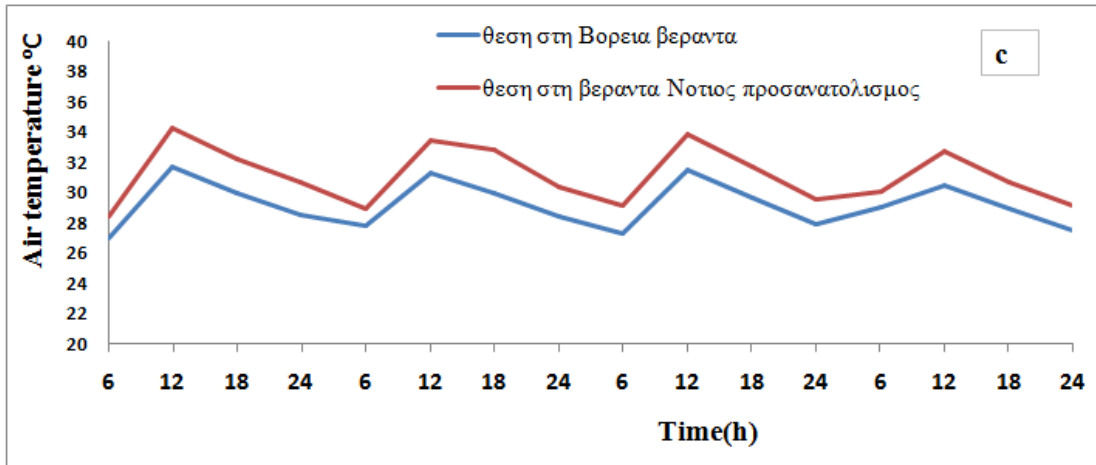


**Γράφημα 6.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης που βρίσκεται στο «μικρό ακάλυπτο» - με ελάχιστη βλάστηση και της θέσης στο κεντρο της αυλής- χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη

### Ε. Σύγκριση μικροκλιματικών συνθηκών σε ημυπαίθριους χώρους προσκείμενους σε εσωτερική αυλή με διαφορετικό προσανατολισμό (B-N)

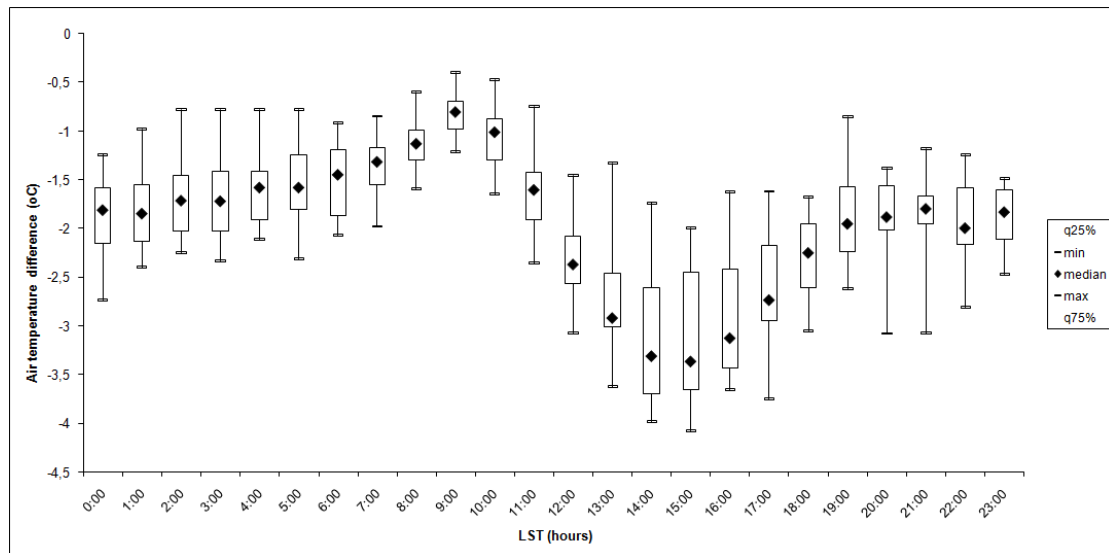
Στο παρακάτω διάγραμμα παρατηρούμε την πορεία της θερμοκρασίας ανάμεσα στις εξής θέσεις: στη θέση που βρίσκεται στη Βόρεια βεράντα και στη βεράντα με Νότιο προσανατολισμό. Το διάστημα των παρατηρήσεων είναι από τις 22.07 έως τις 13.08 και για την καλύτερη παρατήρηση υποδιαιρείται σε πέντε υποπεριόδους. Καθ' όλη τη διάρκεια η θέση στη βεράντα με το Βόρειο προσανατολισμό που βλέπει στον κήπο είναι όλες τις ώρες πιο ψυχρή συγκριτικά με τη θέση στη βεράντα με Νότιο προσανατολισμό.





**Διάγραμμα 7a,b,c,d,e.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις: στη 'βεράντα' Βόρειος προσανατολισμός που βλέπει στον κήπο και της θέσης στη 'βεράντα' Νότιος προσανατολισμός η οποία βλέπει στο δρόμο

Το γράφημα 7 μας παρουσιάζει ότι η θέση στη βεράντα με το Βόρειο προσανατολισμό που βλέπει στον κήπο είναι όλες τις ώρες πιο ψυχρή συγκριτικά με τη θέση στη βεράντα με Νότιο προσανατολισμό η οποία βλέπει στο δρόμο με μέγιστη διαφορά στις θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν τους 3°C.

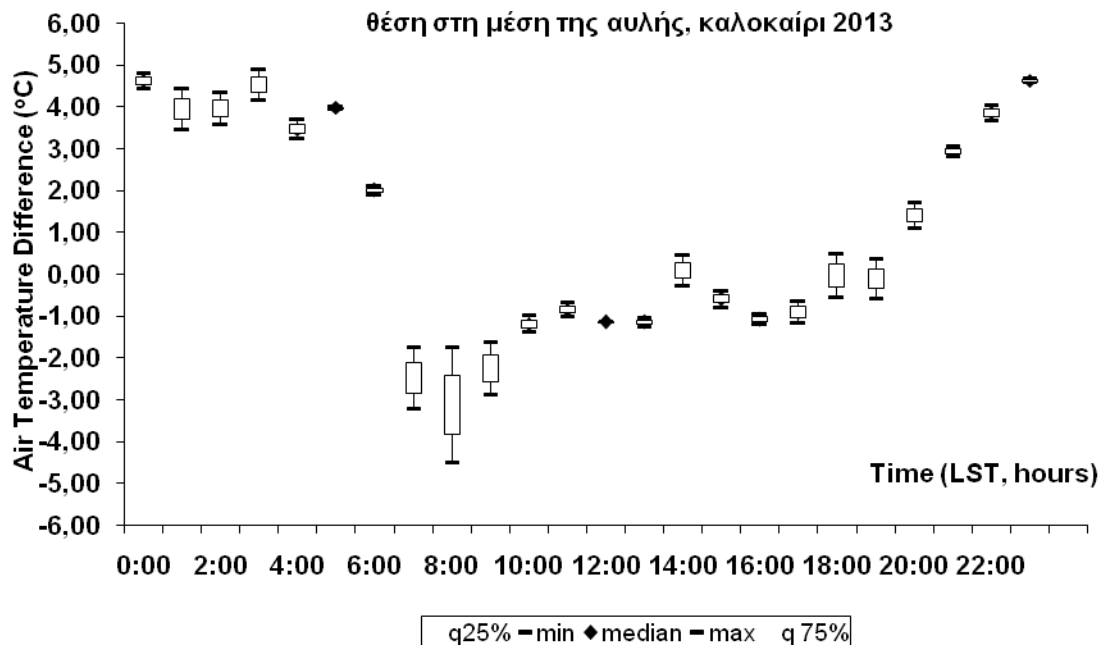


**Γράφημα 7.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης στη 'βεράντα' Βόρειος προσανατολισμός που βλέπει στον κήπο και της θέσης στη 'βεράντα' Νότιος προσανατολισμός η οποία βλέπει στο δρόμο

## **ΣΤ. Καλοκαίρι 2013 & Χειμώνας 2014**

Για την διαμόρφωση μιας πληρέστερης εικόνας σχετικά με τις διαφοροποιήσεις των μικροκλιματικών παραμέτρων που παρουσιάστηκαν προηγουμένως στις θέσεις μετρήσεων, κρίθηκε απαραίτητη η σύγκριση τους χειμώνα και καλοκαίρι με δεδομένα σταθερού σταθμού αναφοράς, ο οποίος πληροί τις προϋποθέσεις μόνιμου μετεωρολογικού σταθμού. Ως σταθμός αναφοράς χρησιμοποιήθηκε ο αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Τα γραφήματα που παρουσιάζονται είναι για τις δύο από τις υπό μελέτη θέσεις και πιο συγκεκριμένα για τη βεράντα και τη θέση στο κέντρο της αυλής– χωρίς φυτοκάλυψη – πάνω από φυτοκόμη. Οι εποχές που έχει γίνει η καταγραφή είναι ο χειμώνας και το καλοκαίρι του έτους 2013 και ο χειμώνας του έτους 2014. Στην περίπτωση του θερούς 2013 οι μετρήσεις ελήφθησαν από την Χριστοπούλου (2014).

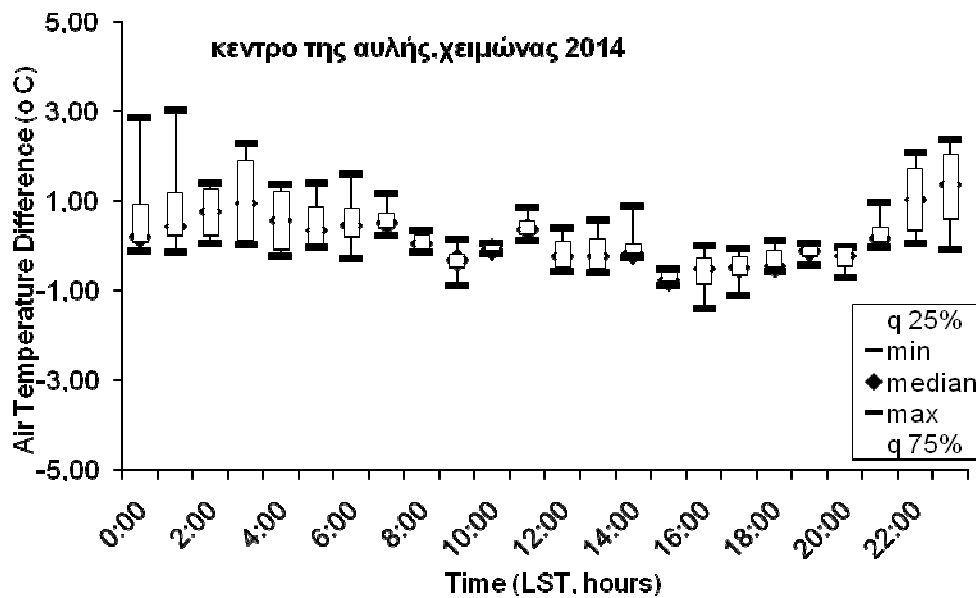
Η πρώτη θέση βρίσκεται - όπως προαναφέρθηκε και στις υπό μελέτη θέσεις του καλοκαιριού του έτους 2014 – κοντά στο διώροφο κτίριο στο οποίο επικρατεί έντονη σκίαση από το κτίριο και η δεύτερη θέση και πάλι αναφέρεται στο κέντρο της αυλής μακριά από τη σκίαση των κτιρίων με αποτέλεσμα η μόνη σκίαση που δέχεται είναι από τα κοντινά δέντρα. Κατά τη διάρκεια του μεσημεριού η θερμοκρασία στη θέση που βρίσκεται κοντά στο κτίριο είναι χαμηλότερη από τη θέση του σημείου αναφοράς. Στη δεύτερη θέση το μεσημέρι η θερμοκρασία είναι και πάλι χαμηλότερη από το σημείο αναφοράς αλλά λιγότερο από τη θέση κοντά στο κτίριο που είναι ακόμα πιο δροσερή. Στη θέση που βρίσκεται στο κέντρο της αυλής επικρατεί ελαφρώς ψυχρή νησίδα με μικρή ένταση που οφείλεται κυρίως στην έλλειψη ικανοποιητικής φυσικής σκίασης όπως υπάρχει στην άλλη θέση.



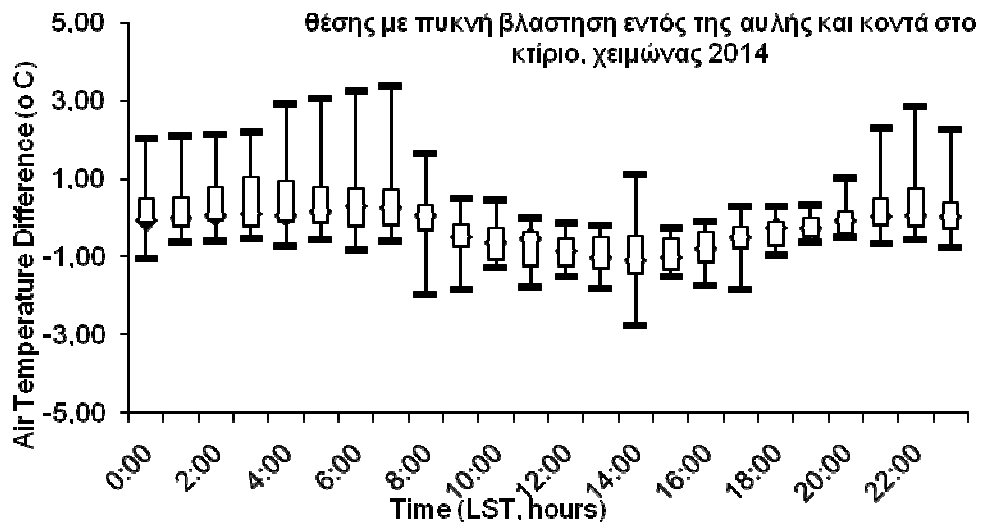
**Γράφημα 8.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης στη μέση της αυλής και του σταθμού αναφοράς



Στα γραφήματα 9 και 10 κοντά στο κτίριο παρουσιάζεται η θερμική νησίδα το χειμώνα κατά τη διάρκεια της νύχτας και νωρίς το πρωί. Επίσης, περίπου στις 9.π.μ. στη θέση στο σημείο αυτό είναι δροσερότερη από τη θέση αναφοράς που βρίσκεται ο σταθμός μέχρι τις 20.00μ.μ. Η δεύτερη θέση παρουσιάζει παρόμοια αποτελέσματα όπως φαίνεται με τη θερμική νησίδα που ξεκινά στις 21.00μ.μ. ενώ κατά τη διάρκεια της ημέρας επικρατεί μια συνεχόμενη αλλαγή της θερμικής νησίδας και της ψυχρής νησίδας ανα ώρα αλλά και στις δύο περιπτώσεις η μέση τιμή είναι πάνω από 0.7 °C.



**Γράφημα 9.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης στο κέντρο της -πάνω αυλής και του σταθμού αναφοράς



**Γράφημα 10.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης με πυκνή βλάστηση εντός της αυλής και κοντά στο κτίριο και του σταθμού αναφοράς

#### **4. Συμπεράσματα**

- Η θέση στο μέσο της αυλής με αραιό φύλλωμα είναι θερμότερη τις θερμότερες ώρες της ημέρας συγκριτικά με τη θέση κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα
- Η βεράντα τις πιο θερμές ώρες της μέρας είναι ψυχρότερη από τη θέση κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα
- Η θέση με πυκνό φύλλωμα πολύ κοντά στο κτίριο από τις 07.00π.μ. έως τις 17.00μ.μ. το απόγευμα φαίνεται είναι θερμότερη σχεδόν όλες τις ώρες της μέρας από τη θέση που είναι η βεράντα
- Η θέση με πολύ πυκνό φύλλωμα και πολύ κοντά στο κτίριο σχεδόν όλες τις ώρες είναι πιο δροσερή από τη θέση στο μικρό ακάλυπτο και με ελάχιστη βλάστηση
- Η θέση στη βεράντα με το Βόρειο προσανατολισμό που βλέπει στον κήπο είναι όλες τις ώρες πιο δροσερή συγκριτικά με τη θέση στη βεράντα με Νότιο προσανατολισμό η οποία βλέπει στο δρόμο

## 5. Βιβλιογραφία

Charalampopoulos, I., Tsiros, I., Chronopoulou-Sereli, A., Matzarakis, A., (2013). *Analysis of thermal bioclimate in various urban configurations in Athens, Greece. Urban Ecosystems* 16: 2, 217-233.

Charalampopoulos I, Tsiros I, Chronopoulou-Sereli A, Matzarakis A, (2014). *A note on the evolution of the daily pattern of thermal comfort-related micrometeorological parameters in small urban sites in Athens. International Journal of Biometeorology:1-14. doi:10.1007/s00484-014-0934-1*

Moustris, K., Tsiros, I., Ziomas, I., Paliatsos, A, (2010). *Artificial neural network models as a useful tool to forecast human thermal comfort using microclimatic and bioclimatic data in the great Athens area (Greece). J. Environ. Sci. Health Part A* 45, 447-453.

Tseliou, A., Tsiros, I., Nikolopoulou, M., Lykoudis, S., (2013). *Thermal comfort conditions and evaluation of the biometeorological index PET in European cities. Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics: 779-786.*

Shashua-Bar, L., Tsiros, I. and Hoffman, M.E., (2012). *Passive cooling design options to ameliorate thermal comfort in urban streets of a Mediterranean climate (Athens) under hot summer conditions, Building and Environment, 57: 110-119.*

Shashua-Bar, L, Tsiros, I., Hoffman, M., (2010). *A modeling study for evaluating the thermal regime of passive cooling scenarios in urban streets. Case study: Athens, Greece. Building and Environment* 45, 2798-2807.

Tseliou, A., Tsiros, I., Lykoudis, S., Nikolopoulou, M.,(2010). *An evaluation of three biometeorological indices for human thermal comfort in urban outdoor areas under real climatic conditions. Building and Environment* 45, 1346-1352.

Tsiros, I. (2010). *Assessment and energy implications of street air temperature cooling by shade trees in Athens (Greece) under extremely hot weather conditions. Renewable Energy* 35, 1886-1869.

Tsiros, I.X. and Hoffman, M.E., (2014). *Thermal and comfort conditions in a rear wooded garden and its adjacent semi-open spaces in a Mediterranean climate (Athens) during summer. Architectural Science Review* *57(1)*, 63-82

Χριστοπούλου Βασιλική, (2014). *Μικροκλιματική και βιοκλιματική συμπεριφορά χαρακτηριστικών μικρών υπαίθριων χώρων του αστικού περιβάλλοντος. Μετρήσεις και προσομοιώσεις*

## Παράρτημα

### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

**Εικόνα 1.** Γενική άποψη της αυλής της βλάστησης της αυλής (με τα γύρω κτίρια)

**Εικόνα 2.** Γενική άποψη της βλάστησης της αυλής

**Εικόνα 3.** Σκίαση της αυλής από το διώροφο κτίριο – Καλοκαίρι 2014

**Εικόνα 4.** HOBO με ασπίδα προστασίας από ακτινοβολία στη μεση της αυλής

**Εικόνα 5.** Θέση μέτρησης με αραιό φύλλωμα

**Εικόνα 6.** Η μικρομετεωρολογική μονάδα στη θέση κοντά στο κτίριο

**Εικόνα 7.** DATALOGGER CR 800

### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

**Πίνακας 1.** Στατιστικές τιμές για τη θερμοκρασία αέρα (ο C)

### ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

**Διάγραμμα 1a,b,c,d,e.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις : στο μέσο της αυλής με αραιό φύλλωμα και της θέσης κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα χωρισμένο σε πέντε υποπεριόδους την περίοδο 24.06 έως 22.07

**Διάγραμμα 2a,b,c,d,e.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις: κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα και της θέσης που είναι η βεράντα

**Διάγραμμα 3. a, b, c, d, e.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις: με πυκνό φύλλωμα πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης που είναι η βεράντα

**Διάγραμμα 4.a,b,c,d,e.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις: με πυκνό φύλλωμα και πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης στο κεντρο της αυλής– χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη-

**Διάγραμμα 5a,b,c,d,e,f,g,h.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις: θέσης με πολύ πυκνό φύλλωμα και πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης που βρίσκεται στο «μικρό ακάλυπτο» -με ελάχιστη βλάστηση

**Διάγραμμα 6.a,b,c,d,e,f,g,h.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις: που βρίσκεται στο «μικρό ακάλυπτο» - με ελάχιστη βλάστηση και της θέσης στο κεντρο της αυλής– χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη

**Διάγραμμα 7a,b,c,d,e.** Πορεία θερμοκρασίας στις θέσεις: στη ‘βεράντα’ Βόρειος προσανατολισμός που βλέπει στον κήπο και της θέσης στη ‘βεράντα’ Νότιος προσανατολισμός η οποία βλέπει στο δρόμο

## **ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ**

**Γράφημα 1.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης στο μέσο της αυλής με αραιό φύλλωμα και της θέσης κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα

**Γράφημα 2.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης κοντά στο κτίριο με πυκνό φύλλωμα και της θέσης που είναι η βεράντα

**Γράφημα 3.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης με πυκνό φύλλωμα πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης που είναι η βεράντα

**Γράφημα 4.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης με πυκνό φύλλωμα και πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης στο κεντρο της αυλής– χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη-

**Γράφημα 5.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης με πολύ πυκνό φύλλωμα και πολύ κοντά σε κτίριο και της θέσης που βρίσκεται στο «μικρό ακάλυπτο» -με ελάχιστη βλάστηση

**Γράφημα 6.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης που βρίσκεται στο «μικρό ακάλυπτο» - με ελάχιστη βλάστηση και της θέσης στο κεντρο της αυλής– χωρίς φυτοκάλυψη – πανω από φυτοκόμη

**Γράφημα 7.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης στη ‘βεράντα’ Βόρειος προσανατολισμός που βλέπει στον κήπο και της θέσης στη ‘βεράντα’ Νότιος προσανατολισμός η οποία βλέπει στο δρόμο

**Γράφημα 8.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης στη μέση της αυλής και του σταθμού αναφοράς

**Γράφημα 9.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης στο κέντρο της -πάνω αυλής και του σταθμού αναφοράς

**Γράφημα 10.** Θηκόγραμμα ωριαίων τιμών διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης με πυκνή βλαστηση εντός της αυλής και κοντά στο κτίριο και του σταθμού αναφοράς

## **ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΙΑ**

PET: Physiological Equivalent Temperature

PMV: Predicted Mean Vote

SVF: Sky View Factor

RH: Relevant Humidity

Ts: Temperature surface

Tmrt: Mean radiant temperature

UHI: Urban Heat Island

DBT: Dry Bulb Temperature