

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Διδακτορική διατριβή

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ
ΤΟΠΙΚΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΣΤΗΝ
ΚΥΠΡΟ ΚΑΙ ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Μάριος Θεοφίλου

Λεμεσός 2015

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ
ΤΟΠΙΚΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΣΤΗΝ
ΚΥΠΡΟ ΚΑΙ ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

του

Μάριου Θεοφίλου

Λεμεσός 2015

ΕΝΤΥΠΟ ΕΓΚΡΙΣΗΣ

Διδακτορική διατριβή

**Θεωρητική και πειραματική μελέτη της τοπικής
κλιματικής μεταβολής στην Κύπρο και επιπτώσεις
στο αστικό περιβάλλον**

Παρουσιάστηκε από

Μάριο Θεοφίλου

Επιβλέπουσα ακαδημαϊκός: Καθηγήτρια Δρ. Σεργίδη Δέσποινα

Μέλος επιτροπής (Πρόεδρος): Καθηγητής Δρ. Σανταμούρης Ματθαίος

Μέλος επιτροπής: Καθηγητής Δρ. Χατζημιτσής Διόφαντος

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Αύγουστος, 2015

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Μάριος Θεοφίλου, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από το Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Ευχαριστίες

Από τη θέση αυτή, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλα τα άτομα που με στήριξαν και που χωρίς τη βοήθεια τους δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωση της παρούσας διδακτορικής διατριβής.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα την Επιβλέπουσα της διδακτορικής μου διατριβής, Καθηγήτρια Δρα. Σεργίδη Δέσποινα για την πολύτιμη βοήθεια, τη στήριξη και την κατανόηση που μου παρείχε όλα αυτά τα χρόνια καθώς και για την υπομονή και την καθοδήγηση της κατά τη διάρκεια της συγγραφής της διδακτορικής μου διατριβής.

Ευχαριστώ επίσης τα μέλη της συμβουλευτικής μου επιτροπής, ακαδημαϊκούς Δρ. Χαραλαμπίδη Αλέξανδρο και Δρ. Κώστα Κώστα για την καθοδήγηση τους στο στάδιο της περιεκτικής εξέτασης της διδακτορικής μου διατριβής καθώς επίσης και τους ακαδημαϊκούς Δρ. Σανταμούρη Ματθαίο και Δρ. Χατζημιτσή Διόφαντο για τη συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή της διδακτορικής μου διατριβής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος τον συνάδελφο Μετεωρολόγο κ. Μιχαήλ Παναγιώτη για τις συμβουλές του σε στιγμές αδιεξόδου, τη συνάδελφο Δρα. Καταφυγιώτου Μάρθα, την υποψήφια διδάκτορα Χατζηνικόλα Χρύσω και τη συνάδελφο ερευνήτρια Μαρκίδου Μαρίνα για όλη τη βοήθεια που μου πρόσφεραν καθόλη τη διάρκεια της διδακτορικής διατριβής.

Ένα τεράστιο ευχαριστώ στους γονείς μου, που μου πρόσφεραν με κάθε κόστος τα εφόδια για να αντεπεξέλθω στο δύσκολο μονοπάτι της ζωής και που μου συμπαραστέκονται σε κάθε μου βήμα, προσφέροντας μου πάντοτε απλόχερα

οποιαδήποτε βοήθεια και αν χρειαστώ. Η δική τους στήριξη ήταν, είναι και θα είναι πάντοτε πολύτιμη για εμένα.

Για τη γυναίκα μου Μαρία ... όλα τα λόγια είναι περιττά. Απλά την ευχαριστώ που υπάρχει στη ζωή μας, εμένα και του μονάκριβου μας γιού Όμηρου. Το μεγαλείο του χαρακτήρα και του ήθους της είναι απλά απεριγράπτο ... σε ευχαριστώ για όλα ...

Η πορεία προς την απόκτηση του διδακτορικού μου τίτλου ήταν γεμάτη από δυσκολίες, προσωπικές και επαγγελματικές, όμως τελικά κατάφερα με τη στήριξη των δικών μου ανθρώπων να τις ξεπεράσω, αφήνοντας στη μνήμη μου μόνο τις καλές στιγμές. Τη μεγαλύτερη πηγή δύναμης σε όλη αυτή την προσπάθεια τη βρήκα μέσα από το γιό μου Όμηρο, που μπήκε στη ζωή μας την πιο κατάλληλη στιγμή και έγινε μέλος της οικογένειάς μας. Στο γιό μου Όμηρο, αφιερώνω αυτό το ταξίδι των τεσσάρων ετών, με την ευχή να είναι πάντοτε και εκείνος ευτυχισμένος στα ταξίδια της δικής του ζωής ...

... στο γιό μου, Όμηρο

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

Επιστημονικά περιοδικά με κρίση

- 2015: M.K.Theophilou, D.Serghides, 2015. Estimating the Characteristics of the Urban Heat Island in Nicosia Cyprus, using multiyear urban and rural climatic data and analysis. Energy and Buildings (published online). doi: 10.1016/j.enbuild.2015.080.34
Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.08.034>
- 2015: M.K.Theophilou, D.Serghides, 2015. Urbanization Effect on Regional Climate in three Cities of Cyprus. Energy and Buildings (under review).
- 2015: M.K.Theophilou, D.Serghides, 2015. Drought in Nicosia using Standardized Precipitation Index SPI-n and BMDI Drought Index. Proc. SPIE 9535, Third International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2015), 95350F, doi:10.1117/12.2196266
- 2014: Theophilou M.K., Serghides D., 2014. Heat Island Effect for Nicosia, Cyprus. Advances in Building Energy Research, vol. 8, Issue 1, pages 63-73.
doi: 10.1080/17512549.2014.890538

Παρουσιάσεις σε διεθνή συνέδρια

- 2015: RSCy 2015 Conference: Third international conference on remote sensing and geoinformation of environment: “Drought in Nicosia using Standardized Precipitation Index SPI-n and BMDI Drought Index”
- 2014: International Conference ADAPTtoCLIMATE: “Climate change in cyprus”

- 2014: RSCY 2014 Conference: Second international conference on remote sensing and geo-information of environment: “Monitoring drought in Cyprus Using Standardized Precipitation Index SPI-n”
- 2012: POEM Conference 2012: 1st conference on power options for the Eastern Mediterranean region: “Extreme weather events in Cyprus”
- 2011: ARENEP Congress 2011: Architecture, energy and environment in buildings and cities: “Κλιματικές αλλαγές στην Κύπρο κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα”

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ατμόσφαιρα και το κλίμα αποτελούν το φυσικό και χημικό περιβάλλον της ανθρώπινης ζωής και οι κλιματικές αλλαγές φαίνεται ότι τα τελευταία χρόνια απειλούν την ανθρώπινη ικανότητα να εξασφαλίσει τις βασικές ανθρώπινες ανάγκες, όπως είναι η εξασφάλιση επάρκειας στο φαγητό, στο νερό, στην ασφαλή διαβίωση και τέλος στην εξασφάλιση υγιούς περιβάλλοντος. Για αυτό ακριβώς το λόγο, οι κλιματικές αλλαγές αποτελούν ένα από τα βασικότερα θέματα προς ανάλυση από τους ερευνητές ανά την υφήλιο, μιας και τα πρώτα σημάδια της αλλαγής στο κλίμα είναι πλέον ορατά: τα είκοσι θερμότερα έτη παγκόσμια καταγράφηκαν από το 1981 μέχρι σήμερα, με τα δέκα να καταγράφονται τα τελευταία δώδεκα χρόνια, η μέση παγκόσμια στάθμη της θάλασσας ανέβηκε κατά δεκαεπτά εκατοστά τον τελευταίο αιώνα και οι πάγοι συνεχίζουν να λιώνουν με αμείωτο ρυθμό.

Μετά από μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας, διαφαίνεται ότι οι κλιματικές αλλαγές επηρεάζονται από την έντονη αστικοποίηση που παρατηρείται κυρίως τα τελευταία χρόνια και έχουν άμεση επίπτωση στον πληθυσμό κυρίως των αστικών περιοχών. Η διεθνής βιβλιογραφία αναφέρει επίσης ότι οι επιπτώσεις αυτές θα συνεχίσουν να υφίστανται και στο προσεχές αλλά και στο μακρινό μέλλον, με άμεσες οικονομικές επιπτώσεις σε όλα τα επίπεδα, από το επίπεδο των νοικοκυριών μέχρι και το παγκόσμιο επίπεδο. Οι επιπτώσεις αυτές θα επηρεάσουν, όπως είναι φυσικό, και την Κύπρο και έτσι σημαντικό βήμα προς τη σωστή αντιμετώπιση αυτών των επιπτώσεων αποτελεί πρώτα από όλα ο εντοπισμός του προβλήματος, που δεν είναι άλλος από την συνεχιζόμενη και αλόγιστη ανάπτυξη των αστικών περιοχών.

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή μελετούνται οι τοπικές μεταβολές στο κλίμα τριών επαρχιών της Κύπρου – Λευκωσίας, Λεμεσού και Λάρνακας. Η παρούσα διδακτορική διατριβή είναι η πρώτη που ποσοτικοποιεί το πρόβλημα των κλιματικών αλλαγών μέσω της ανάλυσης ενόργανων μετεωρολογικών μετρήσεων και η πρώτη που το συνδέει με την αστικοποίηση. Στο πρώτο μέρος της διατριβής παρουσιάζεται η διεθνής βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις κλιματικές αλλαγές αλλά και για την αστικοποίηση και χωρίζεται σε δύο

υποκεφάλαια: τις κλιματικές αλλαγές και τις κλιματικές αλλαγές σε συνάρτηση με το αστικό περιβάλλον. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση χωρίζεται επίσης στις μελέτες που έχουν γίνει σε παγκόσμιο επίπεδο, ευρωπαϊκό, μεσογειακό και όπου εφαρμόζετε σε Κυπριακό επίπεδο.

Στο δεύτερο μέρος της διατριβής, πέραν της περιγραφής των μεθόδων ανάλυσης που θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε ένα από τα υποκεφάλαια της διατριβής, πραγματοποιείται ανάλυση δεδομένων για τον αστικό και αγροτικό σταθμό της Λευκωσίας, εντοπίζεται το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας και μελετούνται οι ανάγκες για θέρμανση και ψύξη μέσω των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης, ως ένας έμμεσος τρόπος εντοπισμού της αυξημένης ανάγκης κατανάλωσης ενέργειας λόγω ακριβώς των κλιματικών αλλαγών που παρατηρούνται τα τελευταία χρόνια. Επίσης, εντοπίζεται και αναλύεται με μεγαλύτερη ακρίβεια το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας στην Επαρχία της Λεμεσού, μέσω μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας διδακτορικής διατριβής. Η προσπάθεια αυτή περιλαμβάνει μετρήσεις πολύ μεγάλης ανάλυσης (δεκάλεπτες μετρήσεις θερμοκρασίας) και για ένα αριθμό σταθμών που καλύπτει χωρικά σχεδόν όλη την αστική περιοχή της Λεμεσού (24 σταθμοί). Η κατανομή των σταθμών έγινε με τρόπο έτσι ώστε να περιλαμβάνονται μεγάλες αστικές οδικές αρτηρίες σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, με σκοπό να αναδειχθεί με μεγάλη λεπτομέρεια το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας και συνεπώς το πρόβλημα της αστικοποίησης στην Επαρχία της Λεμεσού. Τέλος, αναλύονται οι επιπτώσεις της αστικοποίησης στο τοπικό κλίμα τριών Επαρχιών (Λευκωσίας, Λεμεσού και Λάρνακας) που ελέγχονται από την Κυπριακή Δημοκρατία. Πραγματοποιείται ομοιογενοποίηση των χρονοσειρών θερμοκρασίας για τους αστικούς και αγροτικούς σταθμούς και διεξάγονται συγκριτικές μελέτες των χρονοσειρών για εντοπισμό του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας καθώς και των χαρακτηριστικών του.

Τα αποτελέσματα της διατριβής καταδεικνύουν το μεγάλο πρόβλημα των κλιματικών αλλαγών στην Κύπρο και για την περίπτωση της Λεμεσού μια ακόμη πιο λεπτομερής ανάλυση σχετικά με περιοχές που επηρεάζονται περισσότερο από την αστικοποίηση και συνεπώς από τις υψηλές θερμοκρασίες.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|---|-----|
| Κατάλογος πινάκων..... | xii |
| Κατάλογος σχημάτων..... | xiv |
| 1. Εισαγωγή..... | 1 |
| 2. Επιλογή θέματος και σκοπός διδακτορικής διατριβής..... | 6 |
| 3. Μεθοδολογία διδακτορικής διατριβής..... | 10 |

ΜΕΡΟΣ Α

| | |
|--|----|
| 4. Βιβλιογραφική ανασκόπηση..... | 13 |
| 4.1. Κλιματικές αλλαγές | |
| 4.1.1. Παγκόσμια..... | 13 |
| 4.1.2. Στη Μεσόγειο..... | 17 |
| 4.1.3. Στην Κύπρο..... | 20 |
| 4.2. Κλιματικές αλλαγές και αστικό περιβάλλον..... | 22 |
| 4.2.1. Αστική θερμική νησίδα..... | 22 |
| 4.2.1.1. Παγκόσμια και στην Ευρώπη..... | 25 |
| 4.2.1.2. Στη Μεσόγειο και στην Κύπρο..... | 27 |
| 4.2.2. Αστικοποίηση και κλιματικές αλλαγές | |
| 4.2.2.1. Παγκόσμια..... | 29 |
| 4.2.2.2. Στην Ευρώπη..... | 31 |
| 4.2.3. Κλιματικές αλλαγές και ενέργεια..... | 32 |
| 4.2.3.1. Παγκόσμια..... | 33 |
| 4.2.3.2. Στην Ευρώπη..... | 34 |
| 4.2.3.3. Στη Μεσόγειο..... | 35 |

| | |
|--|----|
| 4.2.3.4. Στην Κύπρο..... | 37 |
| 5. Κλιματικές αλλαγές και αστικό περιβάλλον στην Κύπρο- Μεθοδολογία μετρήσεων και ανάλυσης..... | 38 |

ΜΕΡΟΣ Β

| | |
|---|-----|
| 6. Τοπικές κλιματικές μεταβολές στη Λευκωσία | |
| 6.1. Κλιματικές αλλαγές στη Λευκωσίας..... | 54 |
| 6.2. Σύγκριση αστικού και αγροτικού σταθμού-Αστική θερμική νησίδα..... | 63 |
| 6.3. Ανάλυση αναγκών θέρμανσης και ψύξης..... | 70 |
| 7. Τοπικές κλιματικές μεταβολές στη Λεμεσό | |
| 7.1. Σύγκριση αστικών και αγροτικού σταθμού-Αστική θερμική νησίδα..... | 75 |
| 7.2. Ανάλυση μετρήσεων..... | 75 |
| 7.3. Επίδραση του ανέμου και της σχετικής υγρασίας στην αστική θερμική νησίδα..... | 95 |
| 8. Επιπτώσεις της αστικοποίησης στο τοπικό κλίμα τριών Επαρχιών..... | 103 |
| 8.1. Αναλυτική περιγραφή αστικών και αγροτικών μετεωρολογικών σταθμών..... | 103 |
| 8.2. Ανάλυση αστικού και αγροτικού πληθυσμού..... | 105 |
| 8.3. Ανάλυση δεδομένων θερμοκρασίας αστικών και αγροτικών σταθμών | |
| 8.3.1. Μέσες ετήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες..... | 107 |
| 8.3.1.1. Ανάλυση δεδομένων θερμοκρασίας για Επαρχία Λευκωσίας..... | 108 |
| 8.3.1.2. Ανάλυση δεδομένων θερμοκρασίας για Επαρχία Λάρνακας..... | 109 |
| 8.3.1.3. Ανάλυση δεδομένων θερμοκρασίας για Επαρχία Λεμεσού..... | 109 |
| 8.3.2. Ομοιογενοποίηση χρονοσειρών θερμοκρασίας..... | 112 |

| | |
|---|-----|
| 8.3.3. Σύγκριση αστικών και αγροτικών σταθμών-Αστική θερμική νησίδα..... | 118 |
| 8.3.3.1. Αστική θερμική νησίδα στην Επαρχία Λευκωσίας..... | 120 |
| 8.3.3.2. Αστική θερμική νησίδα στην Επαρχία Λάρνακας..... | 121 |
| 8.3.3.3. Αστική θερμική νησίδα στην Επαρχία Λεμεσού..... | 121 |
| 9. Συμπεράσματα..... | 122 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1..... | 128 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2..... | 266 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3..... | 273 |
| 10. Βιβλιογραφία..... | 275 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|---|-----|
| Πίνακας 1: Σταθμοί, αριθμός σταθμού και ημερομηνίες λειτουργίας..... | 11 |
| Πίνακες 2 & 3: Εκατοστημόρια σταθμού Λευκωσίας και σταθμού Αθαλάσσας..... | 40 |
| Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά του τελικού δικτύου μετεωρολογικών σταθμών..... | 46 |
| Πίνακας 5: Τιμές συντελεστή συσχέτισης Spearman rho..... | 51 |
| Πίνακας 6: Κατηγορίες ταχύτητας ανέμου, διεύθυνσης ανέμου και σχετικής υγρασίας..... | 52 |
| Πίνακας 7: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες και τυπικές αποκλίσεις S.D. | 56 |
| Πίνακας 8: Στατιστικοί παράμετροι Mann-Kendall για αγροτικό και αστικό σταθμό Λευκωσίας..... | 63 |
| Πίνακας 9: Μέσες μηνιαίες τιμές CDD&HDD, 1983-2011..... | 72 |
| Πίνακας 10: Έλεγχος Spearman για τις μέσες διαφορές HDD και CDD μεταξύ των 2 σταθμών, 1983-2011..... | 74 |
| Πίνακας 11: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7939..... | 129 |
| Πίνακας 12: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7955..... | 135 |
| Πίνακας 13: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7959..... | 141 |
| Πίνακας 14: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις – 7943..... | 147 |
| Πίνακας 15: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7958..... | 153 |
| Πίνακας 16: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7942..... | 159 |
| Πίνακας 17: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7948..... | 165 |
| Πίνακας 18: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7949..... | 171 |
| Πίνακας 19: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7952..... | 177 |
| Πίνακας 20: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7960..... | 183 |
| Πίνακας 21: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7965..... | 189 |
| Πίνακας 22: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7966..... | 195 |

| | |
|--|-----|
| Πίνακας 23: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7940..... | 201 |
| Πίνακας 24: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7941..... | 207 |
| Πίνακας 25: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7944..... | 213 |
| Πίνακας 26: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7945..... | 219 |
| Πίνακας 27: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7951..... | 225 |
| Πίνακας 28: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7953..... | 231 |
| Πίνακας 29: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7954..... | 237 |
| Πίνακας 30: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7956..... | 243 |
| Πίνακας 31: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7957..... | 249 |
| Πίνακας 32: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7963..... | 255 |
| Πίνακας 33: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τρεις περιπτώσεις – 7967..... | 261 |
| Πίνακας 34: Χαρακτηριστικά σταθμών..... | 104 |
| Πίνακας 35: Στατιστικά στοιχεία σταθμών..... | 107 |
| Πίνακας 36: Χωρικοί συντελεστές συσχέτισης για τα ζεύγη των σταθμών | 113 |
| Πίνακες 37 & 38: p-values του Mann-Kendal ελέγχου για τη Λευκωσία..... | 268 |
| Πίνακες 39 & 40: p-values Mann-Kendall ελέγχου για τη Λευκωσία, 2006-2011..... | 272 |
| Πίνακας 41: Δεδομένα ανεμοβολίδας για την τυπική συνοπτική κατάσταση του Σχήματος 314, Αεροδρόμιο Λάρνακας, αρ. Σταθμού 731..... | 274 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 1: Χωρική κατανομή σταθμών..... | 12 |
| Σχήμα 2: Thomas Stevenson μετεωρολογικός κλωβός..... | 41 |
| Σχήμα 3: Τοποθεσία και διάταξη τελικού δικτύου σταθμών..... | 47 |
| Σχήμα 4: Μετεωρολογικός κλωβός..... | 48 |
| Σχήμα 5: Αισθητήρας μέτρησης εξωτερικής θερμοκρασίας..... | 49 |
| Σχήμα 6: Λογισμικό KeyTag Analyzer..... | 49 |
| Σχήμα 7: Αστικός και αγροτικός σταθμός στη Λευκωσία..... | 55 |
| Σχήμα 8: Μέση ετήσια θερμοκρασία στον αστικό σταθμό της Λευκωσίας..... | 57 |
| Σχήματα 9 & 10: Μέσες ετήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες για τον αστικό σταθμό Λευκωσίας..... | 58 |
| Σχήμα 11: Μέση ετήσια θερμοκρασία στον αγροτικό σταθμό της Λευκωσίας..... | 59 |
| Σχήμα 12 & 13: Μέσες ετήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες για τον αγροτικό σταθμό της Λευκωσίας..... | 60 |
| Σχήμα 14: Μέση θερμοκρασία ανά μήνα στον αστικό σταθμό της Λευκωσίας..... | 61 |
| Σχήμα 15: Μέση θερμοκρασία ανά μήνα στον αγροτικό σταθμό της Λευκωσίας..... | 62 |
| Σχήμα 16: Αστική θερμική νησίδα για την περίοδο 1983-1990..... | 65 |
| Σχήμα 17: Αστική θερμική νησίδα για την περίοδο 1991-2000..... | 66 |
| Σχήμα 18: Αστική θερμική νησίδα για την περίοδο 2001-2010..... | 66 |
| Σχήμα 19: Καλοκαιρινή και χειμερινή αστική θερμική νησίδα (°C) στη Λευκωσία..... | 68 |
| Σχήμα 20: Ιστογράμματα συχνότητας ημερήσιας και νυχτερινής αστικής θερμικής νησίδας..... | 68 |
| Σχήμα 21: Αστική θερμική νησίδα για τρεις κατηγορίες ανέμου..... | 70 |
| Σχήματα 22 & 23: Ετήσια αθροίσματα βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης, 1983-2011..... | 73 |
| Σχήμα 24: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας 7939..... | 128 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 25: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7939..... | 128 |
| Σχήμα 26: Διαγράμματα συσχέτισης – 7939..... | 129 |
| Σχήμα 27: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις -7939..... | 130 |
| Σχήμα 28: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7939..... | 130 |
| Σχήμα 29: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7939..... | 131 |
| Σχήμα 30: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7939..... | 131 |
| Σχήμα 31: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7939 | 132 |
| Σχήμα 32: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7939..... | 132 |
| Σχήμα 33: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας του 7939 από το σταθμό αναφοράς..... | 133 |
| Σχήμα 34: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας του 7939 από το σταθμό αναφοράς..... | 133 |
| Σχήμα 35: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας 7955..... | 134 |
| Σχήμα 36: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7955..... | 134 |
| Σχήμα 37: Διαγράμματα συσχέτισης – 7955..... | 135 |
| Σχήμα 38: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7955..... | 136 |
| Σχήμα 39: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7955..... | 136 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 40: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7955..... | 137 |
| Σχήμα 41: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7955..... | 137 |
| Σχήμα 42: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικήςυγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7955..... | 138 |
| Σχήμα 43: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7955..... | 138 |
| Σχήμα 44: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7955..... | 139 |
| Σχήμα 45: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7955..... | 139 |
| Σχήμα 46: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7959..... | 140 |
| Σχήμα 47: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7959..... | 140 |
| Σχήμα 48: Διαγράμματα συσχέτισης – 7959..... | 141 |
| Σχήμα 49: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7959..... | 142 |
| Σχήμα 50: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7959..... | 142 |
| Σχήμα 51: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7959..... | 143 |
| Σχήμα 52: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7959..... | 143 |
| Σχήμα 53: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7959..... | 144 |
| Σχήμα 54: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7959..... | 144 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 55: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7959..... | 145 |
| Σχήμα 56: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7959..... | 145 |
| Σχήμα 57: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7943..... | 146 |
| Σχήμα 58: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7943..... | 146 |
| Σχήμα 59: Διαγράμματα συσχέτισης – 7943..... | 147 |
| Σχήμα 60: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7943..... | 148 |
| Σχήμα 61: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7943..... | 148 |
| Σχήμα 62: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7943..... | 149 |
| Σχήμα 63: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7943..... | 149 |
| Σχήμα 64: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7943..... | 150 |
| Σχήμα 65: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7943..... | 150 |
| Σχήμα 66: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7943..... | 151 |
| Σχήμα 67: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7943..... | 151 |
| Σχήμα 68: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7958..... | 152 |
| Σχήμα 69: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7958..... | 152 |
| Σχήμα 70: Διαγράμματα συσχέτισης – 7958..... | 153 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 71: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7958..... | 153 |
| Σχήμα 72: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7958..... | 154 |
| Σχήμα 73: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7958..... | 154 |
| Σχήμα 74: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7958..... | 155 |
| Σχήμα 75: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7958..... | 155 |
| Σχήμα 76: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7958..... | 156 |
| Σχήμα 77: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7958..... | 156 |
| Σχήμα 78: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7958..... | 157 |
| Σχήμα 79: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7942..... | 157 |
| Σχήμα 80: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7942..... | 158 |
| Σχήμα 81: Διαγράμματα συσχέτισης – 7942..... | 158 |
| Σχήμα 82: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7942..... | 159 |
| Σχήμα 83: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7942..... | 160 |
| Σχήμα 84: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις περιπτώσεις – 7942..... | 161 |
| Σχήμα 85: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7942..... | 161 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 86: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7942 | 162 |
| Σχήμα 87: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7942..... | 162 |
| Σχήμα 88: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7942..... | 163 |
| Σχήμα 89: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7942..... | 163 |
| Σχήμα 90: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7948..... | 164 |
| Σχήμα 91: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7948..... | 164 |
| Σχήμα 92: Διαγράμματα συσχέτισης – 7948..... | 165 |
| Σχήμα 93: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7948..... | 166 |
| Σχήμα 94: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7948..... | 166 |
| Σχήμα 95: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7948..... | 167 |
| Σχήμα 96: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7948..... | 167 |
| Σχήμα 97: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7948..... | 168 |
| Σχήμα 98: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7948..... | 168 |
| Σχήμα 99: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7948..... | 169 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 100: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7948..... | 169 |
| Σχήμα 101: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7949..... | 170 |
| Σχήμα 102: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7949..... | 170 |
| Σχήμα 103: Διαγράμματα συσχέτισης – 7949..... | 171 |
| Σχήμα 104: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7949..... | 172 |
| Σχήμα 105: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7949..... | 172 |
| Σχήμα 106: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7949..... | 173 |
| Σχήμα 107: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7949..... | 173 |
| Σχήμα 108: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7949..... | 174 |
| Σχήμα 109: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις - 7949..... | 174 |
| Σχήμα 110: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7949..... | 175 |
| Σχήμα 111: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7949..... | 175 |
| Σχήμα 112: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7952..... | 176 |
| Σχήμα 113: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς - 7952..... | 176 |
| Σχήμα 114: Διαγράμματα – 7952..... | 177 |
| Σχήμα 115: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7952..... | 178 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 116: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7952..... | 178 |
| Σχήμα 117: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7952..... | 179 |
| Σχήμα 118: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7952..... | 179 |
| Σχήμα 119: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7952..... | 180 |
| Σχήμα 120: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7952..... | 180 |
| Σχήμα 121: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7952..... | 181 |
| Σχήμα 122: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7952..... | 181 |
| Σχήμα 123: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7960..... | 182 |
| Σχήμα 124: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7960..... | 182 |
| Σχήμα 125: Διαγράμματα συσχέτισης – 7960..... | 183 |
| Σχήμα 126: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7960..... | 184 |
| Σχήμα 127: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7960..... | 184 |
| Σχήμα 128: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7960..... | 185 |
| Σχήμα 129: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7960..... | 185 |
| Σχήμα 130: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7960..... | 186 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 131: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7960..... | 186 |
| Σχήμα 132: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7960..... | 187 |
| Σχήμα 133: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7960..... | 187 |
| Σχήμα 134: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7965..... | 188 |
| Σχήμα 135: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7965..... | 188 |
| Σχήμα 136: Διαγράμματα συσχέτισης – 7965..... | 189 |
| Σχήμα 137: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7965..... | 190 |
| Σχήμα 138: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7965..... | 190 |
| Σχήμα 139: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7965..... | 191 |
| Σχήμα 140: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7965..... | 191 |
| Σχήμα 141: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7965..... | 192 |
| Σχήμα 142: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7965..... | 192 |
| Σχήμα 143: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7965..... | 193 |
| Σχήμα 144: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7965..... | 193 |
| Σχήμα 145: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7966..... | 194 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 146: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7966..... | 194 |
| Σχήμα 147: Διαγράμματα συσχέτισης – 7966..... | 195 |
| Σχήμα 148: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7966..... | 196 |
| Σχήμα 149: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7966..... | 196 |
| Σχήμα 150: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7966..... | 197 |
| Σχήμα 151: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7966..... | 197 |
| Σχήμα 152: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7966..... | 198 |
| Σχήμα 153: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7966..... | 198 |
| Σχήμα 154: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7966..... | 199 |
| Σχήμα 155: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7966..... | 199 |
| Σχήμα 156: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7940..... | 200 |
| Σχήμα 157: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7940..... | 200 |
| Σχήμα 158: Διαγράμματα συσχέτισης – 7940..... | 201 |
| Σχήμα 159: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7940..... | 202 |
| Σχήμα 160: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7940..... | 202 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 161: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7940..... | 203 |
| Σχήμα 162: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7940..... | 203 |
| Σχήμα 163: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7940..... | 204 |
| Σχήμα 164: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7940..... | 204 |
| Σχήμα 165: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7940..... | 205 |
| Σχήμα 166: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7941..... | 206 |
| Σχήμα 167: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς - 7941..... | 206 |
| Σχήμα 168: Διαγράμματα συσχέτισης – 7941..... | 207 |
| Σχήμα 169: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7941..... | 208 |
| Σχήμα 170: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7941..... | 208 |
| Σχήμα 171: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7941..... | 209 |
| Σχήμα 172: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7941..... | 209 |
| Σχήμα 173: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7941..... | 210 |
| Σχήμα 174: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7941..... | 210 |
| Σχήμα 175: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7941..... | 211 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 176: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7941..... | 211 |
| Σχήμα 177: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7944..... | 212 |
| Σχήμα 178: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς -7944..... | 212 |
| Σχήμα 179: Διαγράμματα συσχέτισης – 7944..... | 213 |
| Σχήμα 180: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7944..... | 214 |
| Σχήμα 181: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7944..... | 214 |
| Σχήμα 182: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7944..... | 215 |
| Σχήμα 183: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7944..... | 215 |
| Σχήμα 184: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7944..... | 216 |
| Σχήμα 185: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7944..... | 216 |
| Σχήμα 186: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7944..... | 217 |
| Σχήμα 187: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7944..... | 217 |
| Σχήμα 188: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7945..... | 218 |
| Σχήμα 189: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7945..... | 218 |
| Σχήμα 190: Διαγράμματα συσχέτισης – 7945..... | 219 |
| Σχήμα 191: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7945..... | 220 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 192: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7945..... | 220 |
| Σχήμα 193: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7945..... | 221 |
| Σχήμα 194: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7945..... | 221 |
| Σχήμα 195: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7945..... | 222 |
| Σχήμα 196: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7945..... | 222 |
| Σχήμα 197: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7945..... | 223 |
| Σχήμα 198: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7945..... | 223 |
| Σχήμα 199: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας -7951..... | 224 |
| Σχήμα 200: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7951..... | 224 |
| Σχήμα 201: Διαγράμματα συσχέτισης – 7951..... | 225 |
| Σχήμα 202: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7951..... | 226 |
| Σχήμα 203: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7951..... | 226 |
| Σχήμα 204: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7951..... | 227 |
| Σχήμα 205: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7951..... | 227 |
| Σχήμα 206: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7951..... | 228 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 207: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7951..... | 228 |
| Σχήμα 208: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7951..... | 229 |
| Σχήμα 209: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7951..... | 229 |
| Σχήμα 210: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7953..... | 230 |
| Σχήμα 211: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7953..... | 230 |
| Σχήμα 212: Διαγράμματα συσχέτισης – 7953..... | 231 |
| Σχήμα 213: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7953..... | 232 |
| Σχήμα 214: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7953..... | 232 |
| Σχήμα 215: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7953..... | 233 |
| Σχήμα 216: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7953..... | 233 |
| Σχήμα 217: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7953..... | 234 |
| Σχήμα 218: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7953..... | 234 |
| Σχήμα 219: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς- 7953..... | 235 |
| Σχήμα 220: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7953..... | 235 |
| Σχήμα 221: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7954..... | 236 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 222: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7954..... | 236 |
| Σχήμα 223: Διαγράμματα συσχέτισης – 7954..... | 237 |
| Σχήμα 224: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7954..... | 238 |
| Σχήμα 225: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7954..... | 238 |
| Σχήμα 226: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7954..... | 239 |
| Σχήμα 227: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7954..... | 239 |
| Σχήμα 228: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7954..... | 240 |
| Σχήμα 229: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7954..... | 240 |
| Σχήμα 230: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς -7954..... | 241 |
| Σχήμα 231: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7954..... | 241 |
| Σχήμα 232: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας -7956..... | 242 |
| Σχήμα 233: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς -7956..... | 242 |
| Σχήμα 234: Διαγράμματα συσχέτισης – 7956..... | 243 |
| Σχήμα 235: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7956..... | 244 |
| Σχήμα 236: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7956..... | 244 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 237: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7956..... | 245 |
| Σχήμα 238: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7956..... | 245 |
| Σχήμα 239: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7956..... | 246 |
| Σχήμα 240: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7956..... | 246 |
| Σχήμα 241: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7956..... | 247 |
| Σχήμα 242: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7956..... | 247 |
| Σχήμα 243: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7957..... | 248 |
| Σχήμα 244: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7957..... | 248 |
| Σχήμα 245: Διαγράμματα συσχέτισης – 7957..... | 249 |
| Σχήμα 246: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7957..... | 250 |
| Σχήμα 247: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7957..... | 250 |
| Σχήμα 248: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7957..... | 251 |
| Σχήμα 249: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7957..... | 251 |
| Σχήμα 250: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7957..... | 252 |
| Σχήμα 251: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7957..... | 252 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 252: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7957..... | 253 |
| Σχήμα 253: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς- 7957..... | 253 |
| Σχήμα 254: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7963..... | 254 |
| Σχήμα 255: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς -7963..... | 254 |
| Σχήμα 256: Διαγράμματα συσχέτισης – 7963..... | 255 |
| Σχήμα 257: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7963..... | 256 |
| Σχήμα 258: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7963..... | 256 |
| Σχήμα 259: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7963..... | 257 |
| Σχήμα 260: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7963..... | 257 |
| Σχήμα 261: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7963..... | 258 |
| Σχήμα 262: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7963..... | 258 |
| Σχήμα 263: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7963..... | 259 |
| Σχήμα 264: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7963..... | 259 |
| Σχήμα 265: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας – 7967..... | 260 |
| Σχήμα 266: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς, διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7967..... | 260 |
| Σχήμα 267: Διαγράμματα συσχέτισης – 7967..... | 261 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 268: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7967..... | 262 |
| Σχήμα 269: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7967..... | 262 |
| Σχήμα 270: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7967..... | 263 |
| Σχήμα 271: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τρεις περιπτώσεις – 7967..... | 263 |
| Σχήμα 272: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7967..... | 264 |
| Σχήμα 273: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τρεις περιπτώσεις – 7967..... | 264 |
| Σχήμα 274: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για καλοκαιρινή και χειμερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7967..... | 265 |
| Σχήμα 275: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για ημερήσια και νυχτερινή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς – 7967..... | 265 |
| Σχήμα 276: Μέσες θερμοκρασιακές διαφορές από σταθμό αναφοράς..... | 94 |
| Σχήμα 277: Συσχετίσεις ΔT με ταχύτητα ανέμου, θαλάσσια αύρα..... | 96 |
| Σχήμα 278: Συσχετίσεις ΔT με διεύθυνση ανέμου, θαλάσσια αύρα..... | 96 |
| Σχήμα 279: Συσχετίσεις ΔT με σχετική υγρασία, θαλάσσια αύρα..... | 97 |
| Σχήμα 280: Συσχετίσεις ΔT με ταχύτητα ανέμου, υπόλοιπες διευθύνσεις..... | 97 |
| Σχήμα 281: Αστική θερμική νησίδα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού..... | 101 |
| Σχήμα 282: Αστική θερμική νησίδα κατά τη διάρκεια του χειμώνα..... | 101 |
| Σχήμα 283: Ημερήσια αστική θερμική νησίδα..... | 102 |
| Σχήμα 284: Νυχτερινή αστική θερμική νησίδα..... | 102 |
| Σχήμα 285: Αύξηση πληθυσμού στις αστικές περιοχές..... | 106 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 286: Μέση ημερήσια μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία για τα ζεύγη σταθμών (ετήσιος μέσος όρος)..... | 108 |
| Σχήμα 287: Συχνότητες διεύθυνσης του ανέμου και ημερήσια διακύμανση της ταχύτητας του ανέμου στη Λεμεσό..... | 111 |
| Σχήμα 288: Ημερήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες για τα ζεύγη αστικού-αγροτικού σταθμού, πριν και μετά την διαδικασία ομοιογενοποίησης..... | 114 |
| Σχήμα 289: Διαγράμματα κατανομής συχνοτήτων για τις διαφορές στις μέγιστες και ελάχιστες ημερήσιες θερμοκρασίες στα ζεύγη αστικού-αγροτικού σταθμού..... | 118 |
| Σχήμα 290: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν ανά άτομο σε ευρώ, Κύπρος 1960-2011..... | 266 |
| Σχήμα 291: Κανονικοποιημένη ηλεκτρική κατανάλωση στη Λευκωσία για την περίοδο 2006-2011, για διάφορες διμηνίες..... | 267 |
| Σχήμα 292: Οικιακή κατανάλωση στη Λευκωσία για περίοδο 2006-2011, ανά δίμηνο..... | 270 |
| Σχήμα 293: Εμπορική κατανάλωση στη Λευκωσία για περίοδο 2006-2011, ανά δίμηνο..... | 270 |
| Σχήμα 294: Βιομηχανική κατανάλωση στη Λευκωσία για την περίοδο 2006-2011, ανά δίμηνο..... | 271 |
| Σχήμα 295: Εκτός αιχμής κατανάλωση στη Λευκωσία για την περίοδο 2006-2011, ανά δίμηνο..... | 271 |
| Σχήμα 296: Τυπική συνοπτική κατάσταση καιρού για δεύτερο δεκαπενθήμερο Ιουνίου..... | 273 |
| Σχήμα 297: Τυπική συνοπτική κατάσταση καιρού για το πρώτο δεκαπενθήμερο του Ιανουαρίου 2015..... | 274 |

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κλίμα αποτελεί ένα από τους μεγαλύτερους φυσικούς πόρους του ανθρώπου και ακόμη και η ίδια η ζωή αλλά και η ανθρώπινη ύπαρξη εξαρτάται από αυτό. Οι άνθρωποι εξαρτούνται άμεσα από τους κλιματικούς παράγοντες όσον αφορά ένα ευρύ φάσμα τομέων, συμπεριλαμβανομένων και της διαθεσιμότητας φαγητού και νερού αλλά και της επιλογής της σωστής περιοχής για κατοίκηση καθώς και της ένδυση. Το κλίμα όμως παίζει και ένα σημαντικότερο ρόλο: στην υγεία, στην κουλτούρα και στο αίσθημα της ευεξίας (Climate into the 21st century, 2003).

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, οι αλλαγές που παρατηρούνται στο κλίμα αποτελούν μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο κόσμος κατά τη διάρκεια του 21^{ου} αιώνα (Poortinga et. al., 2011), με τις πρόσφατες παρατηρήσεις και τις μελλοντικές προβλέψεις να δείχνουν ότι οι κλιματικές αλλαγές επιταχύνουν, οδηγώντας σε αλλαγές στις κλιματικές παραμέτρους. Θα υπάρξουν αλλαγές στο μέσο όρο και στη διακύμανση της θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης, των ακραίων καιρικών φαινομένων, στην παραγωγή φαγητού και γεωργικών προϊόντων, στη διαθεσιμότητα νερού, στην κατάσταση της υγείας κ.τ.λ. (Heltberg et. al., 2009). Κάποια από τα πρόσφατα μετρήσιμα παραδείγματα κλιματικών αλλαγών παρουσιάζονται στην τελευταία επιστημονική έκθεση της Διακυβερνητικής Ομάδας για τις Κλιματικές Αλλαγές IPCC, που αναφέρει μεταξύ άλλων αύξηση της παγκόσμια θερμοκρασίας, μείωση στη συχνότητα εμφάνισης ψυχρών νυχτών, θερμότερα καλοκαίρια και αύξηση στα επεισόδια ξηρασίας ειδικά στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές από το 1970 και μετά (IPCC, 2007a,b).

Φυσικά, για τις κλιματικές αλλαγές ευθύνεται μερικώς και η ανθρώπινη δραστηριότητα, με τα τεκμήρια να αυξάνονται κατά το τέλος του 19^{ου} αιώνα με την απόδειξη μεγάλων περιόδων παγετώνων και μετά από υπολογισμούς του Σουηδού χημικού Svante Arrhenius (1896). Ο Σουηδός χημικός απέδειξε ότι μια αλλαγή στις ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα θα μπορούσε κάλλιστα να επηρεάσει την θερμοκρασία της γης (Climate into the 21st century, 2003). Η επίδραση όμως του ανθρώπου πάνω στο κλίμα αποδεικνύεται

περίτρανα και στην τελευταία μελέτη της Διακυβερνητικής Ομάδας για τις Κλιματικές Αλλαγές (Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC), όπου φαίνεται ξεκάθαρα ότι η αύξηση των συγκεντρώσεων των θερμοκηπιακών αερίων (όπως είναι για παράδειγμα του διοξειδίου του άνθρακα), των αερολυμάτων και της νέφωσης λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας, συνεισφέρουν στις κλιματικές αλλαγές (IPCC, 2007a,b). Και φυσικά, οι αλλαγές που παρατηρούνται στο παγκόσμιο κλίμα έχουν άμεση επίδραση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, αφού η αλλαγή της παγκόσμιας θερμοκρασίας οδηγεί σε αύξηση των αναγκών τόσο για ψύξη όσο και για θέρμανση, αναλόγως της περιοχής μελέτης. Το πρόβλημα φαίνεται όμως να είναι αμφίδρομο, αφού η αύξηση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω της αλλαγής στο κλίμα, σημαίνει και αύξηση στην παραγωγή ενέργειας και άρα αύξηση των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων τα οποία συνεισφέρουν στις κλιματικές αλλαγές, με αποτέλεσμα περισσότερη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας κ.ο.κ.

Οι απειλές που συνεπάγονται από τις κλιματικές αλλαγές έχουν θέσει στη διεθνή κοινότητα το δίλλημα είτε να μειωθούν οι εκπομπές θερμοκηπιακών αερίων είτε θα πρέπει να αντιμετωπιστεί το ρίσκο της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας. Συνεπώς, έχουν υιοθετηθεί διαχρονικά διάφορα μέτρα και οδηγίες, με σκοπό τον περιορισμό της αύξησης του φαινομένου των κλιματικών αλλαγών, που επικεντρώνονται κυρίως στη μείωση των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων, όπως είναι και το πρωτόκολλο του Kyoto που υιοθετήθηκε αρχικά το 1997 και τέθηκε σε ισχύ το 2005 (Kyoto Protocol, 1998). Ο απώτερος σκοπός του πρωτοκόλλου προνοούσε ότι όλα τα μέλη της Σύμβασης - Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Αλλαγές (UNFCCC) θα μειώσουν για την περίοδο 2008-2012 τις μετρήσιμες εκπομπές τους με σκοπό την προαγωγή της αειφόρου ανάπτυξης μέσω της εφαρμογής συγκεκριμένων πολιτικών (Kyoto Protocol, 1998). Σημαντικό μέτρο αποτελεί επίσης και η Οδηγία 2003/87/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 13ης Οκτωβρίου 2003, σχετικά με τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας, που “προωθεί τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τρόπο αποδοτικό από πλευράς κόστους και οικονομικά αποτελεσματικό” (Οδηγία 2003/87/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 13^{ης} Οκτωβρίου, 2003).

Ο περιορισμός όμως των κλιματικών αλλαγών είναι αρκετά σημαντικός για ένα ακόμη λόγο: Οι κλιματικές αλλαγές επηρεάζουν τις ανάγκες του πληθυσμού για θέρμανση και ψύξη (Pilli et. al., 2010), με συνεπακόλουθο τις περισσότερες εκπομπές θερμοκηπιακών αερίων στην ατμόσφαιρα. Όντως, αρκετές μελέτες εμπειρικές μελέτες έχουν δείξει ότι η θερμοκρασία είναι ο πιο αποτελεσματικός κλιματικός παράγοντας επηρεασμού της χρήσης ενέργειας (π.χ. Lam, 1998), με την ενέργεια να είναι απαραίτητη για τη θέρμανση των κτιρίων σε περιόδους ψυχρού καιρού και τη ψύξη των κτιρίων σε περιόδους θερμού καιρού. Το πρώτο υποθετικό συμπέρασμα που θα μπορούσε να ειπωθεί θα ήταν ότι η παγκόσμια θέρμανση οδηγεί σε μείωση της χρήσης ενέργειας κατά τη διάρκεια του χειμώνα με ταυτόχρονη αύξηση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, αναλόγως φυσικά και της γεωγραφικής θέσης της κάθε περιοχής, γεγονός που επιβεβαιώνεται και στην μελέτη των Pilli et. al., 2010. Στη μελέτη αποδεικνύεται ότι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με την αύξηση στη θερμοκρασία έχει διάφορες επιπτώσεις, ανάλογα με τη γεωγραφική θέση της κάθε περιοχής και ανάλογα με το ρόλο του ηλεκτρισμού στη θέρμανση και ψύξη. Για παράδειγμα, οι συγγραφείς υπολόγισαν ότι στη βόρεια και κεντρική Ευρώπη, η αύξηση στη θερμοκρασία μειώνει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ενώ στη νότια Ευρώπη η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την κατανάλωση ηλεκτρισμού για ψύξη το καλοκαίρι περισσότερο από ότι μειώνει την κατανάλωση για θέρμανση το χειμώνα.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, φαίνεται επίσης ότι η ηλεκτρική κατανάλωση δεν είναι η μόνη που συσχετίζεται με τις κλιματικές αλλαγές, αφού κύριο παράγοντα για μεταβολή στο κλίμα μιας περιοχής και κυρίως για τη μεταβολή της θερμοκρασίας μιας περιοχής αποτελεί και η έντονη αστικοποίηση (Zhou et.al., 2004). Υψηλότερες θερμοκρασίες λόγω αστικοποίησης οδηγούν στο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, δηλαδή στην αύξηση της θερμοκρασίας σε μια αστική περιοχή σε σχέση με μια αγροτική παραπλήσια περιοχή (Santamouris, 2001a), με την ένταση του φαινομένου, δηλαδή τη μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο περιοχών, να αγγίζει σε αρκετές περιπτώσεις μέχρι και τους 8 °C (Kolokotroni et. al., 2008). Στην εποχή που ζούμε, ο μετριασμός του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας αποτελεί μεγάλη προτεραιότητα για τις μοντέρνες κοινωνίες.

Μέσα στα πλαίσια της παγκόσμιας προσπάθειας για μείωση του φαινομένου των κλιματικών αλλαγών, η Κύπρος, έχει εναρμονιστεί με κάποιες από τις προσπάθειες που γίνονται και για αυτό έχει επικυρώσει και ενσωματώσει στην κυπριακή νομοθεσία αρκετές Διεθνείς Συμφωνίες, όπως είναι το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ για τις ουσίες που καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος (Κυπριακός Νόμος 16(I)/ 201 για τον Κανονισμό 1005/2009/EK του Πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ). Το πρωτόκολλο “ορίζει κανόνες για την παραγωγή, εισαγωγή, εξαγωγή, διάθεση στην αγορά, χρήση, ανάκτηση, ανακύκλωση, ποιοτική αποκατάσταση και για την καταστροφή ουσιών που καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος”. Σημαντική είναι επίσης και η Σύμβαση για την Καταπολέμηση της Απερήμωσης (Νόμος του 1999 [N.23(III)/99]), βάση της οποίας έχει ετοιμασθεί Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την καταπολέμηση της απερίμωσης και περιορισμό των συνεπειών της ξηρασίας. Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης προνοεί τον προσδιορισμό των απειλούμενων περιοχών, εκτίμηση της ακολουθούμενης πολιτικής και μέτρων, εκτίμηση ανάγκης εισαγωγής αποτελεσματικότερων θεσμικών ρυθμίσεων/διαδικασιών και προώθησης αειφόρου εκμετάλλευσης των γαιών και υδάτινων πόρων για περιορισμό του φαινομένου. Ταυτόχρονα, λαμβάνεται πρόνοια για ευαισθητοποίηση και ενθάρρυνση για ενεργό συμμετοχή των επηρεαζόμενων και εμπλεκόμενων φορέων, αλλά και του κοινού, στην διατύπωση και εφαρμογή εξειδικευμένων μέτρων για την αντιμετώπιση της απερίμωσης. (“Διεθνής Συμβάσεις”, 2012).

Όμως, για την περίπτωση της Κύπρου, δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια μελέτη εις βάθος όσον αφορά στις κλιματικές αλλαγές και τη σύνδεση με την αστικοποίηση, αφού δεν έχει γίνει κάποια σχετική ποσοτική εργασία που να βασίζεται στην ανάλυση ενόργανων μετεωρολογικών μετρήσεων. Αυτή η διδακτορική διατριβή είναι η πρώτη που ποσοτικοποιεί το πρόβλημα των κλιματικών αλλαγών μέσω της ανάλυσης ενόργανων μετεωρολογικών μετρήσεων (θερμοκρασίας, βροχόπτωσης, σχετικής υγρασίας, ανέμου κ.τ.λ.) και η πρώτη που το συνδέσει με την αστικοποίηση. Κατά συνέπεια, τα αποτελέσματα αυτής της διατριβής δίνουν στα διάφορα κέντρα λήψης αποφάσεων (policy makers) μια σαφή εικόνα της τρέχουσας κατάστασης του τοπικού κλίματος στην Κύπρο. Στην παρούσα διατριβή αναλύονται ενόργανες μετρήσεις για αστικές και αγροτικές περιοχές για 3 επαρχίες της Κύπρου (Λευκωσία, Λάρνακα και Λεμεσό) που ελέγχονται από την Κυπριακή Δημοκρατία και αναδεικνύεται το φαινόμενο των κλιματικών αλλαγών και της αστικοποίησης. Για την

περίπτωση της Λεμεσού, αναλύεται το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας σε πιο λεπτομερές επίπεδο και καθορίζονται οι περιοχές που είναι πιο ευάλωτες στο φαινόμενο αυτό.

2. ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Μέσω της προσεκτικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης, διαφαίνεται ξεκάθαρα ότι οι κλιματικές αλλαγές προβλέπεται ότι θα επηρεάσουν τις αγορές ηλεκτρισμού, τόσο από πλευράς ηλεκτρικής κατανάλωσης όσο και από πλευράς ηλεκτρικής παροχής (Mideksa et. al., 2010). Για παράδειγμα, στο Χονγκ Κονγκ, η αύξηση του ενεργειακού κόστους θα είναι τεράστια ακόμη και από μια αύξηση στη θερμοκρασία κατά 1 °C (Fung et.al., 2006). Για την περίπτωση της Κύπρου, δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια εις βάθος μελέτη αναφορικά με την ανίχνευση των κλιματικών αλλαγών, βάση ανάλυσης ενόργανων μετεωρολογικών παρατηρήσεων. Συνεπώς, η κατανόηση των κλιματικών αλλαγών μέσω ανάλυσης ενόργανων παρατηρήσεων και η σύνδεση τους με την αστικοποίηση είναι πρωτίστης σημασίας για την Κύπρο, αφού η Κύπρος έχει υποστεί οικονομική αύξηση κατά 5.8% ανά έτος τα τελευταία 30 χρόνια (Zachariadis, 2009). Λόγω του γεγονότος ότι οι μελλοντικές προβολές του κλίματος από υπολογιστικά μοντέλα δείχνουν ότι η αύξηση στη μέση θερμοκρασία θα συνεχίσει να υφίσταται με όλα τα σενάρια ανθρωπογενών εκπομπών (IPCC, 2007c), η σύνδεση των κλιματικών αλλαγών με την αστικοποίηση είναι αναγκαία.

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι με τη μεταβολή της θερμοκρασίας, η επακόλουθη αλλαγή στο κλίμα έχει μια άμεση επίπτωση στη χρήση ενέργειας (Pilli et. al, 2010), αφού μετά από μελέτη της Φιλανδίας, Γερμανίας, Ολλανδίας, Γαλλίας και Ισπανίας απόδειξαν ότι στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη, κυριαρχεί η μείωση της ανάγκης για θέρμανση λόγω θέρμανσης του κλίματος και έτσι το μελλοντικό κόστος για τους χρήστες ηλεκτρισμού θα μειωθεί. Στις περιοχές όμως της νότιας Ευρώπης, η θέρμανση του κλίματος και η επακόλουθη αύξηση στη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη, υπερπηδά τη μείωση της ανάγκης για θέρμανση. Βρέθηκε επίσης ότι υπάρχει μια ξεκάθαρη και σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ηλεκτρικής ζήτησης και της διακύμανσης της θερμοκρασίας, μια ξεκάθαρη συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας και θέρμανσης το χειμώνα και επίσης μια επιπλέον ξεκάθαρη σχέση μεταξύ θερμοκρασία και ψύξης το καλοκαίρι στις περιοχές της νότιας Ευρώπης και μια ξεκάθαρη συσχέτιση μεταξύ του μελλοντικού κόστους και της αλλαγής στη ζήτηση ηλεκτρισμού. Τέλος, μέσω μελλοντικών προβολών, υπολογίστηκε η αύξηση στην

ηλεκτρική κατανάλωση για τις περιόδους 2008-2030 και 2008-2050, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αύξηση στη θερμοκρασία παρουσιάζει ποικίλες επιπτώσεις, ανάλογα με τη γεωγραφική θέση και το ρόλο του ηλεκτρισμού για θέρμανση και ψύξη στη κάθε μια περιοχή. Οι μελλοντικές προβολές δείχνουν ότι τα καθαρά κόστος στην ζήτηση ηλεκτρισμού από την αύξηση της θερμοκρασίας μειώνεται σε όλες τις χώρες που μελετούνται, εκτός από την Ισπανία.

Αρκετές προβολές του κλίματος δείχνουν ότι η ανατολική Μεσόγειος και η Μέση Ανατολή επίσης πιθανόν να επηρεαστούν σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές αλλαγές με επακόλουθες συνέπειες την αύξηση στη συχνότητα και ένταση των ξηρασιών και των θερμών συνθηκών. Οι Lelieveld et. al., 2012, έχοντας σαν περίοδο αναφοράς τα έτη 1961-1990, υπολογίζουν ότι η αύξηση στη μέση θερμοκρασία θα είναι περίπου 1.0-3.0 °C στο προσεχές μέλλον (2010-2039), 3.0-5.0 °C κατά τα μέσα του αιώνα (2040-2069) και 3.5-7.0 °C στο τέλος του αιώνα (2070-2099). Οι ημερήσιες μέγιστες θερμοκρασίες θα αυξάνουν πιο ραγδαία στις βόρειες περιοχές της μελέτης και οι συνθήκες θερμού καλοκαιριού, που σπάνια εμφανίζονταν στην περίοδο αναφοράς, φαίνεται ότι μπορεί να αποτελέσουν την κανονική κατάσταση από τα μέσα μέχρι και το τέλος του 21^{ου} αιώνα.

Επίσης για την περίπτωση της Μεσογείου, οι Giannakopoulos et. al., (2009a) μελέτησαν τις επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στις ανάγκες για ενέργεια και βρήκαν ότι οι ενεργειακές ανάγκες, ειδικά για θέρμανση και ψύξη συνδέονται στενά με διάφορες κλιματικές μεταβλητές, κυρίως όμως με τη θερμοκρασία. Υπολόγισαν τις αλλαγές στις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης μέσω των βαθμοημερών ψύξης και θέρμανσης για μια μελλοντική περίοδο (2021-2050) και βρήκαν μια μείωση των αναγκών ενέργειας υπό το φως πιο ήπιων χειμώνων και μια αύξηση υπό το φως θερμότερων καλοκαιριών.

Σε παρόμοια μελέτη για την Κύπρο, οι Hadjinicolaou et. al., (2011) υπολόγισαν ότι για το προσεχές μέλλον (2026-2050), η κλιματική προβολή δείχνει σημαντική θέρμανση της τάξεως του 1 °C το χειμώνα και 2 °C το καλοκαίρι (1.5 °C ετήσιος μέσος όρος), τόσο για τις μέγιστες όσο και για τις ελάχιστες θερμοκρασίες, με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας να

δείχνουν γενικά μια αλλαγή του κλίματος σε πιο θερμές καταστάσεις. Επίσης, οι Hadjinicolaou et. al. αναμένουν ότι οι πολύ θερμές ημέρες (θερινές ημέρες) θα αυξηθούν κατά περισσότερο από 2 εβδομάδες ανά έτος και οι τροπικές νύχτες κατά 1 μήνα ανά έτος. Η μέγιστη τιμή της μέγιστης θερμοκρασίας σε κάθε έτος μπορεί να αυξηθεί κατά 1.6-2.0 °C και οι μέγιστη τιμή της ελάχιστης κατά 1.8-2.3 °C, με τη μεγαλύτερη αύξηση να λαμβάνει χώρα στον Σαϊττά. Τέλος, ο ετήσιος αριθμός συνεχόμενων ξηρών ημερών δείχνει στατιστικά σημαντική αύξηση της τάξεως των 9 ημερών για τη Λεμεσό. Σε δεύτερη μελέτη για την Κύπρο, οι Giannakopoulos et. al., (2010) μελέτησαν δύο μελλοντικές περιόδους (2021-2050 και 2071-2100) με τα αποτελέσματα των μελλοντικών προβολών να δείχνουν την τρωτότητα της Κύπρου στις κλιματικές αλλαγές, με μια θέρμανση που κυμαίνεται από 1.3 °C μέχρι 1.9 °C για την περίοδο 2021-2050 και από 3.6 °C μέχρι 5.0 °C για την περίοδο 2071-2100 και μια πτώση στα ποσά βροχόπτωσης με μεγαλύτερη την πτώση το χειμώνα και το φθινόπωρο.

Οι προβολές των επιπτώσεων στην ενέργεια λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας έχουν επίσης μελετηθεί, με τον Zachariadis, 2009, να πραγματοποιεί πρόγνωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης στην Κύπρο μέχρι και το έτος 2030, βασιζόμενος σε οικονομετρική ανάλυση της χρήσης ενέργειας σαν συνάρτηση μακροοικονομικών μεταβλητών, τιμών και κλιματικών συνθηκών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, εάν οι τάσεις των προηγούμενων ετών συνεχιστούν και καμιά σοβαρή ενεργειακή πολιτική δεν εφαρμοστεί, τότε η χρήση ηλεκτρισμού στην Κύπρο αναμένεται να αυξηθεί πολύ πιο γρήγορα από το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) και θα τριπλασιαστεί στα επόμενα 20-25 χρόνια με την αύξηση στον οικιστικό και εμπορικό τομέα να αυξάνουν το ήδη ψηλό τους μερίδιο στην ολική κατανάλωση. Επίσης, εάν στο βασικό σενάριο ληφθεί υπόψη ότι η θερμοκρασία στην Ευρώπη και στη Μεσόγειο θα συνεχίσει να αυξάνεται, (IPCC, 2007d), τότε η ηλεκτρική κατανάλωση στην Κύπρο μπορεί να αυξηθεί δυσανάλογα με ταυτόχρονη αύξηση του κόστους για τα νοικοκυριά.

Με βάση όλες αυτές τις μελλοντικές προβλέψεις, διαφαίνεται ξεκάθαρα η επιτακτική ανάγκη εντοπισμού των τοπικών κλιματικών αλλαγών λόγω της αστικοποίησης, για αποφυγή όσο το δυνατόν όλων αυτών των μελλοντικών επιπτώσεων, που αποτελούν προϊόντα προσομοιώσεων. Αυτό ακριβώς έχει και σαν στόχο η παρούσα διατριβή, αφού τα

αποτελέσματα της διδακτορικής διατριβής δίνουν, μέσω της ανάλυσης ενόργανων μετρήσεων, μια καθαρή εικόνα της τάσης του τοπικού κλίματος των αστικών και αγροτικών περιοχών τα τελευταία χρόνια και πως αυτή η τάση επηρεάζει και επηρεάζεται από την αστικοποίηση.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Για τη σωστή επιλογή των δεδομένων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν καθώς και για τον τρόπο ανάλυσης τους, απαιτείται προσεκτική μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας, μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα διατριβή. Η διεθνής βιβλιογραφία χωρίστηκε στις μελέτες που έχουν γίνει καθαρά για τις κλιματικές αλλαγές και στις μελέτες που αναφέρονται στις κλιματικές αλλαγές και το αστικό περιβάλλον, οι οποίες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τις κλιματικές αλλαγές και την αστικοποίηση καθώς και τις κλιματικές αλλαγές και την ενέργεια. Στα πλαίσια που αυτό ήταν εφικτό, η βιβλιογραφία χωρίστηκε επίσης στις μελέτες που έχουν γίνει σε παγκόσμιο επίπεδο, σε ευρωπαϊκό, σε μεσογειακό και όπου εφαρμόζεται σε κυπριακό επίπεδο.

Στη συνέχεια μελετούνται οι τοπικές κλιματικές μεταβολές στην Επαρχία της Λευκωσίας και συγκρίνονται οι χρονοσειρές θερμοκρασίας του αστικού και αγροτικού σταθμού με σκοπό τον εντοπισμό του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Ένας έμμεσος τρόπος υπολογισμού των αναγκών για θέρμανση και ψύξη στη Λευκωσία πραγματοποιείται μέσω του υπολογισμού και της ανάλυσης των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης. Κατά ανάλογο τρόπο μελετούνται οι τοπικές κλιματικές μεταβολές στην Επαρχία της Λεμεσού, μόνο που αυτή τη φορά για την πιο λεπτομερή μελέτη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, μελετήθηκε και τοποθετήθηκε δίκτυο 24 αισθητήρων θερμοκρασίας (23 αστικοί σταθμοί και ένας σταθμός αναφοράς που αποτελούσε τον αγροτικό σταθμό). Οι αισθητήρες θερμοκρασίας καθώς και οι κλωβοί που τοποθετήθηκαν οι αισθητήρες αγοράστηκαν από το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος.

Τέλος, για τους σκοπούς της μελέτης των επιπτώσεων της αστικοποίησης στο τοπικό κλίμα τριών Επαρχιών που ελέγχονται από την Κυπριακή Δημοκρατία, επιλέγονται για κάθε Επαρχία ο κατάλληλο αστικός και αγροτικός σταθμός. Η μελέτη των μετεωρολογικών παραμέτρων βασίζεται στην ανάλυση των μετεωρολογικών μετρήσεων που κατέχει και χειρίζεται το Τμήμα Μετεωρολογίας Κύπρου. Τα δεδομένα πληθυσμού δόθηκαν από τη Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου. Στα δεδομένα γίνεται ανάλυση της τάσης που έχουν τα

τελευταία χρόνια οι διάφορες μετεωρολογικές παράμετροι και ελέγχονται οι τάσεις με διάφορα στατιστικά τεστ ως προς την σημαντικότητα τους.

Οι κλιματολογικοί μετεωρολογικοί σταθμοί που χρησιμοποιούνται χωρίζονται χωρικά σε αστικούς και μη αστικούς – αγροτικούς σταθμούς, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1 και στο Σχήμα 1. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει και την περίοδο λειτουργίας των συγκεκριμένων σταθμών. Η επιλογή των σταθμών έγινε έτσι ώστε οι υψομετρικές διαφορές, η μορφολογία του εδάφους και ο προσανατολισμός του σταθμού να μην είναι σημαντικός παράγοντας μεταξύ αστικού-αγροτικού σταθμού. Επίσης, οι αστικοί σταθμοί θα πρέπει να καλύπτουν όσο το δυνατό περισσότερο τα κέντρα των πόλεων, με πυκνά κατοικημένες γειτονιές, μεγάλους αριθμούς κατοίκων με ψηλά κτίρια και μεγάλους δρόμους ενώ οι αγροτικοί σταθμοί θα πρέπει να είναι σε περιοχές εκτός πόλεων, σε μικρούς λόφους ή μικρές κοιλάδες με χαμηλή δόμηση (Kolokotsa et. al., 2009). Οι Kolokotroni et. al, 2008, θεώρησαν ως απόσταση του ημιαστικού σταθμού από τον αστικό ως περίπου 10-27 Km. Στην εργασία αυτή, γίνεται προσπάθεια η επιλογή των σταθμών να ακολουθεί τα πιο πάνω κριτήρια όσο το δυνατό περισσότερο. Για αυτό το λόγο, οι αστικοί σταθμοί επιλέγηκαν στα κέντρα των πόλεων, ενώ οι αγροτικοί εκτός πόλεων σε περιοχές όπου η δόμηση δεν είναι τόσο πυκνή.

| ΕΠΑΡΧΙΑ/ΕΙΔΟΣ ΣΤΑΘΜΟΥ | Αστικός | Αγροτικός |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
| Λευκωσία | Λευκωσία (640) | Αθαλάσσα (666) |
| | 1889-Σήμερα | 1983-Σήμερα |
| Λεμεσός | Δημόσιος Κήπος (394) | Φράγμα Γερμασόγειας (429) |
| | 1987-Σήμερα | 1969-Σήμερα |
| Λάρνακα | Μαρίνα Λάρνακας (732) | Μαζωτός (679) |
| | 1978-Σήμερα | 1983-Σήμερα |

Πίνακας 1: Σταθμοί, αριθμός σταθμού και ημερομηνίες λειτουργίας



Σχήμα 1: Χωρική κατανομή σταθμών

ΜΕΡΟΣ Α

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων χρόνων, πολλές μελέτες έχουν διεξαχθεί τόσο για την ανάλυση του φαινομένου των κλιματικών αλλαγών, όσο και για την ανάλυση του φαινομένου των κλιματικών αλλαγών λόγω της έντονης αστικοποίησης. Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια ευρήματα της παγκόσμιας βιβλιογραφίας, με διαχωρισμό των ευρημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο, στον Ευρωπαϊκό χώρο, στην Μεσόγειο αλλά και στην Κύπρο για τις περιπτώσεις που έχει γίνει κάποια σχετική μελέτη. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση χωρίζεται στα υποκεφάλαια των κλιματικών αλλαγών, στην αστική θερμική νησίδα, στην αστικοποίηση και τις κλιματικές αλλαγές αλλά και στις κλιματικές αλλαγές και ενέργεια, κεφάλαια τα οποία αναλύονται στην παρούσα διδακτορική διατριβή για την περίπτωση της Κύπρου και από τα οποία θα αντληθούν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την ανάλυση των δεδομένων και μετρήσεων για την περίπτωση της Κύπρου.

4.1. Κλιματικές αλλαγές

4.1.1. Παγκόσμια

Το κυριότερο ενδιαφέρον σε παγκόσμιο επίπεδο επικεντρώνεται στις μεταβολές των δύο βασικών κλιματικών παραμέτρων, της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης. Αναφορές γίνονται τόσο σε υπολογισμούς των μεταβολών χρησιμοποιώντας μέσους όρους για όλη την υφήλιο είτε σε υπολογισμούς σε πιο τοπικό επίπεδο, κυρίως για την κάθε χώρα ξεχωριστά.

Στο θέμα των κλιματικών αλλαγών χρησιμοποιώντας παγκόσμιους μέσους όρους, αναλύθηκε εκτενώς από την Διακυβερνητική Ομάδα για τις Κλιματικές Αλλαγές IPCC. Η Διακυβερνητική Ομάδα (IPCC, 2007b) μελέτησε εκτενώς το κεφάλαιο των κλιματικών αλλαγών σε παγκόσμιο επίπεδο για τα τελευταία 157 έτη ενόργανων μετεωρολογικών μετρήσεων. Όσον αφορά στη μέση παγκόσμια θερμοκρασία επιφάνειας, τα συμπεράσματα της Διακυβερνητικής Ομάδας αναφέρουν ότι η θέρμανση συνέβηκε σε δύο περιόδους, την περίοδο 1910-1940 (+ 0.35 °C) και την περίοδο 1970-σήμερα (+ 0.55 °C), με μία ενδιάμεση

ελαφριά ψύξη της τάξεως των -0.1 °C. Η Ομάδα υπολόγισε ότι τα τελευταία 25 χρόνια ο ρυθμός αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας αυξήθηκε, με τα 11 από τα 12 θερμότερα έτη να σημειώνονται τα τελευταία 12 χρόνια, με τις πόλεις να βιώνουν μια επιπρόσθετη θέρμανση. Επίσης, η Ομάδα υπολόγισε ότι από το 1950 και μετά, μειώθηκε ο αριθμός των πολύ ψυχρών ημερών και νυχτών και αυξήθηκε ο αριθμός των θερμών ημερών και νυχτών. Το ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος στην περίοδο 1950-2004 μειώθηκε κατά 0.07 °C ανά δεκαετία λόγω εμφάνισης πιο θερμών νυχτών, ενώ στην περίοδο 1979-2004 οι διαφορές στο ρυθμό αύξησης της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας ήταν μικρότερες. Όσον αφορά στη βροχόπτωση, οι ενόργανες παρατηρήσεις παγκόσμια δείχνουν ότι οι αλλαγές συμβαίνουν στις ποσότητες της βροχής, στη συχνότητα, στην ένταση και στον τύπο της βροχόπτωσης. Η τάση για την περίοδο 1900-2005 δείχνει σημαντική αύξηση της βροχόπτωσης στη βορειοανατολική και Νότια Αμερική, στη Βόρεια Ευρώπη και στη Βόρεια και Κεντρική Ασία ενώ μια μείωση της βροχόπτωσης στη Νότια Αφρική, Μεσόγειο και Νότια Ασία. Τα δε κατακρημνίσματα παρουσιάζονται περισσότερο ως βροχή παρά ως χιόνι (λόγω παγκόσμιας θέρμανσης) ενώ τα επεισόδια έντονης βροχόπτωσης αυξήθηκαν (και άρα και τα επεισόδια πλήμμυρας) ακόμη και σε περιοχές που η ολική ποσότητα βροχής μειώθηκε. Η Ομάδα αναφέρει επίσης ότι τα επεισόδια ξηρασίας αυξήθηκαν παγκόσμια λόγω ακριβώς της παγκόσμιας θέρμανσης που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια. Τέλος, όσον αφορά στα ακραία καιρικά φαινόμενα, η Διακυβερνητική Ομάδα υπολόγισε ότι από το 1950 και μετά, ο αριθμός των επεισοδίων καύσωνα αυξήθηκε, επεκτάθηκε η ξηρασία σε νέες περιοχές, ο αριθμός των περιπτώσεων έντονης βροχόπτωσης αυξήθηκε επίσης, οι τροπικές καταιγίδες και οι τυφώνες αυξήθηκαν τόσο σε αριθμό όσο και σε διάρκεια από το 1970 και μετά, οι μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες αυξήθηκαν και οι ημέρες με παγετό μειώθηκαν στις περιοχές μέσου γεωγραφικού πλάτους.

Κλιματικές αλλαγές σε παγκόσμιο επίπεδο για την εποχή των ενόργανων μετρήσεων μελέτησαν επίσης και οι Hulme et. al., 1994. Χρησιμοποιώντας ιστορικά δεδομένα, αλλά και χρονοσειρές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης για σύγκριση της περιόδου 1931-1960 με την περίοδο 1961-1990 βρήκαν ότι για τα τελευταία 1000 χρόνια η παγκόσμια θερμοκρασία επιφάνειας παρουσιάζει μια διακύμανση μέχρι και μερικά δέκατα του βαθμού κελσίου. Κατά τα τελευταία 140 έτη, τα παγκόσμια ενόργανα δεδομένα αποκαλύπτουν μια μέση παγκόσμια

θέρμανση κατά περίπου 0.45 ± 0.15 °C, με μικρή συνεπακόλουθη μεταβολή στην μέση παγκόσμια βροχόπτωση, με κάποιες όμως περιοχές να βιώνουν σημαντικές αλλαγές στη βροχόπτωση. Οι Hulme et. al. αναφέρουν ότι στη λεγόμενη “Μικρή Εποχή των Παγετώνων” (“Little Ice Age”) που εντοπίζεται στον 17^ο και 19^ο αιώνα (Mikami, 1992), η ψύξη που επέφερε αλλαγή στη μέση θερμοκρασία είναι συγκρίσιμη με τη θέρμανση που βιώνουμε από το 1850 και μετά, υποδεικνύοντας ότι η θέρμανση αυτή μπορεί να οφείλεται στη παύση της “Μικρής Εποχής των Παγετώνων” (Idso, 1989) και ότι η απότομη αλλαγή της μέσης παγκόσμια θερμοκρασίας μεταξύ του 1920 και 1940 μπορεί να έχει τελικά μια φυσική προέλευση. Όμως, κατά κύριο λόγο, οι συγγραφείς αναφέρουν ότι η αύξηση στη παγκόσμια μέση θερμοκρασία της τάξεως των 0.45 °C, από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα και μετά, οφείλεται κυρίως στο αυξημένο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Μελέτες για τις κλιματικές αλλαγές έγιναν όμως και σε τοπικό επίπεδο. Οι Mamtimin et. al. (2011), σύγκριναν τις τάσεις της θερμοκρασίας σε δύο διαφορετικές περιοχές για μια μεγάλη χρονοσειρά ημερήσιων μετρήσεων διάρκειας 51 ετών (1955-2005). Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η ζεστού τύπου έρημος στη Λιβύη (τρεις σταθμοί στη Σαχάρα) και η ψυχρού τύπου έρημος στην Κεντρική Ασία (άλλοι τρεις σταθμοί), σύμφωνα με την κλιματική κατάταξη του Koerppen και βρέθηκε ότι στην περίοδο 1955-2005 υπάρχει θερμοκρασιακή θετική τάση, που συμφωνεί με την παγκόσμια θέρμανση. Για την περίοδο 1955-1978, οι Mamtimin et. al. υπολόγισαν αρνητικές θερμοκρασιακές τάσεις στους τρεις σταθμούς της ζεστού τύπου έρημο και στους δύο από τους τρεις σταθμούς στη ψυχρού τύπου έρημο. Επίσης, για την περίοδο 1979-2005 εντοπίστηκε θετική θερμοκρασιακή τάση και για τους έξι σταθμούς. Όσον αφορά στην εποχική διακύμανση, ο χειμώνας (Δεκέμβριος-Φεβρουάριος) και το καλοκαίρι (Ιούνιος-Αύγουστος) δείχνουν αρκετές διακυμάνσεις για την περίοδο 1955-2005. Συγκεκριμένα, στη ζεστού τύπου έρημο παρατηρήθηκε μια θετική τάση μεγαλύτερη το καλοκαίρι παρά το χειμώνα, ενώ στη ψυχρού τύπου έρημο παρατηρήθηκε θετική τάση για το χειμώνα και αρνητική για το καλοκαίρι. Τέλος, οι μελετητές υπολόγισαν ότι η μεγαλύτερη θέρμανση στη ζεστού τύπου έρημο παρατηρήθηκε το καλοκαίρι σε αντίθεση με τη ψυχρού τύπου έρημο που παρατηρήθηκε το χειμώνα.

Ο Singh, 1997 μελέτησε τις κλιματικές αλλαγές στη νότια Καραϊβική για την περίοδο 1946-1995 για το σταθμό στο Piargo, στο διεθνές αεροδρόμιο. Τα αποτελέσματα δείχνουν μια σταθερή αύξηση στη μέση ετήσια θερμοκρασία της τάξεως περίπου των 1.5 °C, τάση που είχε και προηγουμένως αποδειχθεί για άλλους σταθμούς της περιοχής. Όσον αφορά στη βροχόπτωση, η μελέτη του Piargo δείχνει μια περίοδο αύξησης της ετήσιας βροχόπτωσης (αρχές της δεκαετίας του 1960 μέχρι και τα μέσα της δεκαετίας του 1980) και έξω από αυτή την περίοδο η βροχόπτωση ακολουθεί μια αρνητική τάση. Στα τελευταία έτη της μελέτης του Piargo, η τάση της βροχόπτωσης δείχνει μια θετική τάση.

Όμως, η ανίχνευση των κλιματικών αλλαγών συνδέεται πιο συχνά με την ανάλυση των αλλαγών στα ακραία καιρικά φαινόμενα παρά με τις αλλαγές στις μέσες καταστάσεις (Katz et. al., 1992) και για αυτό οι κλιματικές αλλαγές συνδέονται άμεσα και με τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως είναι για παράδειγμα οι ακραίες θερμοκρασίες. Ακραία καιρικά φαινόμενα παρατηρούνται σε όλο τον πλανήτη, όπως είναι για παράδειγμα τα κύματα ψυχρού καιρού, χαλαζοθύελλες, θύελλες σκόνης, καταιγίδες, καύσωνες, τροπικοί κυκλώνες και παλιρροιακά κύματα στην Ινδία (De et. al., 2005) και επεισόδια ακραίων βροχοπτώσεων που συνδέονται με υδρολογικές πλήμμυρες σε μερικές περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών (Kunkel et. al., 1999). Επιπρόσθετα, σε ολόκληρη την Κίνα στη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών, μέσω της χρήσης δεικτών που βασίζονται στα εκατοστημόρια, παρατηρείται μείωση των ετήσιων ψυχρών νυχτών κατά 3.8% με αύξηση των ετήσιων θερμών νυχτών κατά 2.8%, με ταυτόχρονη μείωση των ετήσιων ψυχρών ημερών κατά 2.1% και αύξηση των ετήσιων θερμών ημερών κατά 1.8% (Xin et. al., 2011). Οι Xin et. al., με την χρήση των δεικτών, εντόπισαν επίσης ότι η ποσότητα ακραίας βροχόπτωσης και ο αριθμός ημερών με ακραία βροχόπτωση αυξήθηκε κατά 10.9 mm και 0.12 ημέρες αντίστοιχα στη Βορειοδυτική Κίνα. Επίσης, βρέθηκε ότι τα βροχομετρικά ακραία αυξήθηκαν κατά πολύ στη βροχερή περίοδο Απρίλιος-Σεπτέμβριος ενώ κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου Οκτώβριος-Μάρτιος η αύξηση εντοπίζεται στην Βορειοανατολική και Βόρεια Κίνα.

4.1.2. Στη Μεσόγειο

Στις περιοχές της Μεσογείου, που χαρακτηρίζονται κυρίως από το υποτροπικό τους κλίμα, κύριο χαρακτηριστικό το οποίο εντοπίζεται και στη διεθνή βιβλιογραφία, είναι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, η μείωση της μέσης βροχόπτωσης και σε μερικές περιπτώσεις η αύξηση στη συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων.

Στην Ιταλία, οι Brunetti et.al., 2004 υπολόγισαν ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία έχει δείξει μια θετική τάση τόσο στα Βόρεια όσο και στα Νότια ενώ σε εποχική βάση έχει υπολογιστεί μια θετική τάση σε όλες τις εποχές στα Νότια και μια θετική τάση το φθινόπωρο, το χειμώνα (0.99 επίπεδο σημαντικότητας) και την άνοιξη (0.95 επίπεδο σημαντικότητας) στα Βόρεια. Η τάση της ετήσιας θερμοκρασίας έχει υπολογισθεί σαν 0.4 °C/100 έτη για τα Βόρεια και σαν 0.7 °C για τα Νότια. Στη διάρκεια του χειμώνα, οι κλίσεις είναι μεγαλύτερες και κυμαίνονται από 0.7 °C/100 έτη στα Βόρεια μέχρι 0.9 °C/100 έτη στα Νότια ενώ για την καλοκαιρινή περίοδο η τάση είναι μικρότερη και σε πολλές περιπτώσεις ούτε και στατιστικά σημαντική. Τα αποτελέσματα αυτά όμως είναι σε ένα βαθμό υποτιμημένα, λόγω ανομοιογένειας σε μερικές περιπτώσεις των χρονοσειρών. Όσον αφορά στη βροχόπτωση, σε ετήσια βάση οι Brunetti et. al., υπολόγισαν μια αρνητική τάση τόσο στα Βόρεια όσο και στα Νότια ενώ σε εποχική βάση εντόπισαν μια αρνητική τάση την άνοιξη, καλοκαίρι και φθινόπωρο (η τάση του χειμώνα δεν είναι στατιστικά σημαντική στα Νότια ενώ είναι θετική στα Βόρεια). Οι κλίσεις των ετήσιων τάσεων υπολογίσθηκαν κυμαίνονται από -104 mm/100 έτη για τα Νότια έως -47 mm/100 έτη για τα Βόρεια, με τις μειώσεις να είναι πιο έντονες την άνοιξη και το φθινόπωρο.

Στις περιοχές της μεσογείου με παρόμοιες κλιματικές συνθήκες με αυτές τις Κύπρου, οι Founda et. al. (2004), ανέλυσαν τη χρονοσειρά της θερμοκρασίας του αέρα των 105 ετών (1897-2001) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών για να καθοριστούν οι σημαντικές αποκλίσεις από τις μέσες τιμές. Η ανάλυση δείχνει μια αύξηση στη ετήσια θερμοκρασία κατά 0.47 °C κατά την περίοδο αυτή και μια τάση προς θερμότερα έτη με σημαντικά θερμότερα καλοκαίρια και περιόδους άνοιξης και λίγο πιο θερμούς χειμώνες (1.23 °C αύξηση στη μέση θερινή θερμοκρασία και 0.34 °C αύξηση στη μέση χειμερινή θερμοκρασία). Σε μηνιαία

βάση, στατιστικά σημαντική τάση (στη 95η στάθμη σημαντικότητας) έχει παρατηρηθεί στις μέσες μέγιστες θερμοκρασίες του Μαΐου και Ιουνίου. Η ανάλυση δείχνει επίσης ότι για την τελευταία δεκαετία των μετρήσεων (1992-2001) υπάρχει σημαντική αύξηση των θερμών αλλά και των ψυχρών περιόδων καθώς και αύξηση των θερμών ημερών. Επίσης, παρατηρήθηκε μια μείωση της συχνότητας εμφάνισης χαμηλών θερμοκρασιών και διάρκειας ψυχρών επεισοδίων, ειδικά μετά το 1960. Οι ημερήσιες μέγιστε θερμοκρασίες αυξήθηκαν περισσότερο από τις ημερήσιες ελάχιστες θερμοκρασίες, πράγμα αντίθετο με για Ευρωπαϊκούς σταθμούς όπου συμβαίνει το αντίθετο. Τέλος, η τάση αύξησης της μέσης ετήσιας μέγιστης θερμοκρασίας είναι στατιστικά σημαντική μόνο κατά την περίοδο 1985-2001, που αυτό συμφωνεί με τους Phinandras et. al., 1999, που βρήκαν ότι η θέρμανση στα πρώτα χρόνια του αιώνα μπορεί να αποδοθεί στις παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές ενώ η θέρμανση μετά το 1960 στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών μπορεί να αποδοθεί στις επιπτώσεις της αστικοποίησης.

Επίσης, όπως συμβαίνει και παγκόσμια, ακραία καιρικά φαινόμενα παρατηρούνται και στη Μεσόγειο. Για παράδειγμα, το κλίμα στην Ιταλία έχει καταστεί εκτός από θερμότερο και ξηρότερο με αύξηση των επεισοδίων έντονης βροχόπτωσης και μεγάλων περιόδων ξηρασίας κατά τη διάρκεια του τελευταίου αιώνα (Brunetti et.al., 2004). Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε μείωση του αριθμού βροχερών ημερών σε όλη την Ιταλία και αύξηση των εντάσεων βροχής. Αντίστοιχα στην Ελλάδα, ακραίες θερμοκρασίες έχουν σημειωθεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών όπως είναι για παράδειγμα η ανώμαλα ψηλή μέγιστη θερμοκρασία του Νοεμβρίου του 2010, που ξεπέρασε σε μερικούς σταθμούς τον κλιματολογικό μέσο (1958-2000) κατά 5 °C (Tolika et.al., 2011).

Σε παρόμοια μελέτη για την Αθήνα, οι Founda et. al. (2009) ανέλυσαν τις ψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού του 2007. Το καλοκαίρι του 2007 ήταν ασυνήθιστα θερμό για αρκετές περιοχές της νοτιοανατολικής Ευρώπης, των Βαλκανίων και της Ασίας με αποκλίσεις από τη μέση εποχική τιμή θερμοκρασίας άνω των 4 °C. Η Ελλάδα βίωσε κατά μεγάλη πιθανότητα το θερμότερο καλοκαίρι της βιομηχανικής της περιόδου με θερμοκρασίες ρεκόρ να παρατηρούνται σε αρκετούς σταθμούς. Οι εποχικές θερμοκρασιακές αποκλίσεις (Ιούνιος μέχρι Αύγουστος) στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών ξεπέρασαν τους 3 °C και η

θερμοκρασία ρεκόρ των 44.8 οC στις 26 Ιουνίου του 2007 ξεπέρασε το προηγούμενο ρεκόρ κατά 1.8 °C. Για να υπολογισθεί εάν το καλοκαίρι του 2007 μοιάζει με το καλοκαίρι των μελλοντικών δεκαετιών, σε καθεστώς κλιματικών αλλαγών, μελετήθηκαν τα αποτελέσματα τριών περιοχικών κλιματικών μοντέλων (RCM). Για μείωση της αβεβαιότητας, χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της σταθμισμένης μέσης τιμής (ensemble average) των κλιματικών μοντέλων και βρέθηκε ότι οι μέγιστες θερμοκρασίες που καταγράφηκαν στην Αθήνα το 2007 μοιάζουν με τις προβαλλόμενες μελλοντικές θερμοκρασίες που θα σημειωθούν στο τελευταίο μέρος του αιώνα (2071-2100). Οι θερμοκρασίες του καλοκαιριού του 2007 ήταν τόσο ασυνήθιστες που δεν προβλέπεται από τα μοντέλα ότι θα επαναληφθούν στο άμεσο μέλλον (2021-2050). Οι συνθήκες καύσωνα του καλοκαιριού του 2007 στη νοτιοανατολική Ευρώπη μαζί με τις συνθήκες καύσωνα του 2003 στη δυτική Ευρώπη αποτελούν πιθανές μελλοντικές συνθήκες και χρειάζονται άμεσης αντιμετώπισης.

Επιπρόσθετα με τις στατιστικές αναλύσεις των ακραίων καιρικών φαινομένων, μελλοντικές προβλέψεις δείχνουν μια αύξηση στη συχνότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων όχι μόνο σε παγκόσμιο επίπεδο αλλά και στην Ανατολική Μεσόγειο (Alpert et.al., 2008). Οι Alpert et. al. χρησιμοποιώντας περιοχικό κλιματικό μοντέλο και βάση δύο ξεχωριστών σεναρίων εκπομπών (A2 και B2), υπολόγισαν ότι η θερμοκρασία στην περίοδο 2071-2100 θα αυξηθεί κατά 4 °C και 6 °C αντίστοιχα στο Βόρειο Ισραήλ, σε σχέση με την περίοδο αναφοράς 1961-1990. Επίσης, το A2 σενάριο δείχνει μια μεγάλη αρνητική τάση στη βροχόπτωση για το Βόρειο Ισραήλ, ενώ το B2 σενάριο δεν δείχνει κάποια σημαντική τάση. Οι συγγραφείς υπολόγισαν επίσης ότι υπάρχει μια τάση προς ακραία καιρικά φαινόμενα και συγκεκριμένα μια σημαντικά θετική τάση για ακραίες βροχοπτώσεις στο Βόρειο Ισραήλ και για τα δύο σενάρια σε σχέση με την παρούσα κλιματική κατάσταση. Σημαντικό είναι και το γεγονός ότι στην μελέτη τους αποδεικνύεται ότι η τυπική απόκλιση της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης αυξάνει και στα δύο σενάρια, γεγονός που υποδεικνύει μια θετική τάση ξηρότερα και υγρότερα μελλοντικά έτη. Στην Ελλάδα, αντίστοιχα αποτελέσματα από τη χρησιμοποίηση περιοχών κλιματικών μοντέλων δείχνουν μια αύξηση στις ακραίες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της περιόδου 2070-2100 (Tolika et.al., 2008).

4.1.3. Στην Κύπρο

Στην Κύπρο, δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια εις βάθος μελέτη για την ανάλυση των υφιστάμενων χρονοσειρών από ενόργανες παρατηρήσεις και η διεθνής βιβλιογραφία προτείνει σχεδόν κατά αποκλειστικότητα, αποτελέσματα από μελλοντικές προσομοιώσεις.

Κατά ανάλογο τρόπο με τις περιοχές της Μεσογείου, διάφορα περιοχικά κλιματικά μοντέλα προβλέπουν παρόμοιες αυξήσεις και για την Κύπρο. Σε μελέτη των Lelieveld et. al. (2012), βρέθηκε ότι η ανατολική Μεσόγειος και η Μέση Ανατολή πιθανόν να επηρεαστούν σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές αλλαγές με επακόλουθες συνέπειες την αύξηση στη συχνότητα και ένταση των ξηρασιών και των θερμών συνθηκών. Αναλύθηκε μια μεγάλη χρονοσειρά μετεωρολογικών δεδομένων και χρησιμοποιήθηκε το περιοχικό κλιματικό μοντέλο PRECIS για προβολές του κλίματος στον 21^ο αιώνα, βάση σεναρίων της διακυβερνητικής ομάδας για τις κλιματικές αλλαγές (IPCC). Τα αποτελέσματα δείχνουν μια συνεχιζόμενα σταδιακή και σχετικά δυνατή θέρμανση κυρίως στις βόρειες περιοχές της μελέτης. Έχοντας σαν περίοδο αναφοράς τα έτη 1961-1990, η αύξηση στη μέση θερμοκρασία φαίνεται να είναι περίπου 1.0-3.0 °C στο προσεχές μέλλον (2010-2039), 3.0-5.0 °C κατά τα μέσα του αιώνα (2040-2069) και 3.5-7.0 °C στο τέλος του αιώνα (2070-2099). Οι ημερήσιες μέγιστες θερμοκρασίες φαίνεται ότι αυξάνουν πιο ραγδαία στις βόρειες περιοχές της μελέτης, π.χ. στα Βαλκάνια και στην Τουρκία. Οι συνθήκες θερμού καλοκαιριού που σπάνια εμφανίζονταν στην περίοδο αναφοράς, φαίνεται ότι μπορεί να αποτελέσουν την κανονική κατάσταση από τα μέσα μέχρι και το τέλος του 21^{ου} αιώνα. Τέλος, η προβαλλόμενη θέρμανση είναι περίπου χωρικά ομοιογενής όσον αφορά τις ελάχιστες νυχτερινές θερμοκρασίες, ενώ η αύξηση στις ημερήσιες μέγιστες θερμοκρασίες είναι πιο ραγδαία στις βόρειες περιοχές της μελέτης παρά στις νότιες, με αποτέλεσμα προς το τέλος του 21^{ου} αιώνα να μειωθεί η θερμοκρασιακή διαφορά βορρά-νότου κατά περίπου 2.0 °C.

Οι Giannakopoulos et. al. (2010) μελέτησαν τις επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στη θερμοκρασία και τη βροχόπτωση για την Κύπρο, χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα των ημερήσιων αποτελεσμάτων περιοχικού κλιματικού μοντέλου (25 km οριζόντια διακριτικότητα). Η περίοδος αναφοράς ήταν η 1961-1990 και οι μελλοντικές προβολές έτρεξαν για τις περιόδους 2021-2050 και 2071-2100. Τα αποτελέσματα του μοντέλου

ελέγχθηκαν πρώτα με πραγματικές μετρήσεις και τα αποτελέσματα γενικά κρίθηκαν ως ικανοποιητικά, παρόλο που παρατηρήθηκε μια υποεκτίμηση των ακραίων βροχοπτώσεων και μια γενική απόκλιση για περιοχές με μεγάλο υψόμετρο. Τα αποτελέσματα των μελλοντικών προβολών δείχνουν την τρωτότητα της Κύπρου στις κλιματικές αλλαγές και για τις δύο υπό μελέτη περιόδους. Όσον αφορά τις μέγιστες θερμοκρασίες, και στις δύο προσομοιώσεις η Κύπρος παρουσιάζει θέρμανση και αναλόγως της εποχής, η θέρμανση αυτή κυμαίνεται από 1.3 °C μέχρι 1.9 °C για την περίοδο 2021-2050 και από 3.6 °C μέχρι 5.0 °C για την περίοδο 2071-2100. Όσον αφορά τις ελάχιστες θερμοκρασίες, οι προσομοιώσεις δείχνουν αύξηση κατά περίπου 1.5 °C για την περίοδο 2021-2050 και 4.0 °C για την περίοδο 2071-2100. Η εποχική διακύμανση είναι περίπου 1.3 °C για το χειμώνα και 1.9 °C για το καλοκαίρι όσον αφορά στην προβολή για την περίοδο 2021-2050 και 3.3 °C για το χειμώνα με 4.3 °C για το καλοκαίρι όσον αφορά στην προβολή της περιόδου 2071-2100. Τέλος, οι μελλοντικές προβολές δείχνουν μια πτώση στα ποσά βροχόπτωσης με μεγαλύτερη την πτώση το χειμώνα και φθινόπωρο της περιόδου 2071-2100 ενώ η προβολή για την περίοδο 2021-2050 δείχνει μείωση το χειμώνα και αύξηση το φθινόπωρο. Και οι δύο προσομοιώσεις δείχνουν μια αύξηση της ξηρής περιόδου με αύξηση στον αριθμό ημερών με ποσότητα βροχής κάτω από 1 χιλιοστόμετρο. Για την περίοδο 2021-2050 η αύξηση ήταν της τάξεως των του 7% (περίπου 15 ημέρες) ενώ για την περίοδο 2071-2100 μεταβάλλεται από 12% (περίπου 15 ημέρες) μέχρι 25% (περίπου 1 μήνας) αναλόγως της περιοχής του νησιού.

Σε δεύτερη παρόμοια μελέτη, οι Hadjinicolaou et. al. (2011), μελέτησαν τις κλιματικές προβολές και εφαρμόζονται δείκτες για καιρικά ακραία για την Κύπρο χρησιμοποιώντας περιοχικά κλιματικά μοντέλα. Οι προβολές βασίζονται σε στο σενάριο A1B της διακυβερνητικής ομάδας για τις κλιματικές αλλαγές, και χρησιμοποιούνται τα αποτελέσματα 6 μοντέλων (ensembles project). Η περίοδος αναφοράς είναι η 1976-2000 και οι προβολές αφορούν την περίοδο 2026-2050. Έγινε έλεγχος των αποτελεσμάτων από τις προβολές με τις αντίστοιχες παρατηρήσεις του κοντινού παρόντος και βρέθηκε μια λογική συμφωνία αποτελεσμάτων για τους δείκτες ακραίων που βασίζονται στις θερμοκρασίες ενώ η σύγκριση για τα βροχομετρικά ακραία ήταν λιγότερο ικανοποιητική. Για το μέλλον, η προβολή δείχνει σημαντική θέρμανση της τάξεως του 1 °C το χειμώνα και 2 °C το καλοκαίρι (1.5 °C ετήσιος μέσος όρος), τόσο για τις μέγιστες όσο και για τις ελάχιστες θερμοκρασίες. Η προβολή για

μείωση της βροχόπτωσης κατά 2-8% δεν είναι στατιστικά σημαντική. Τα αποτελέσματα δείχνουν μια αλλαγή του κλίματος σε πιο θερμές καταστάσεις με σχετικά δυνατή αύξηση των ακραίων θερμών. Η συχνότητα βροχόπτωσης προβάλλει μια μείωση για τη Λευκωσία και για τη παραλιακή Λεμεσό ενώ η ορεινή περιοχή του Σαϊττά μπορεί να βιώσει πιο συχνά ποσότητες βροχής 5-15 mm/ημέρα. Επίσης, αναμένεται οι πολύ θερμές ημέρες (θερινές ημέρες) να αυξηθούν κατά περισσότερο από 2 εβδομάδες ανά έτος και οι τροπικές νύχτες κατά 1 μήνα ανά έτος. Η μέγιστη τιμή της μέγιστης θερμοκρασίας σε κάθε έτος μπορεί να αυξηθεί κατά 1.6-2.0 °C και οι μέγιστη τιμή της ελάχιστης κατά 1.8-2.3 °C, με τη μεγαλύτερη αύξηση να λαμβάνει χώρα στον Σαϊττά. Τέλος, ο ετήσιος αριθμός συνεχόμενων ξηρών ημερών δείχνει στατιστικά σημαντική αύξηση της τάξεως των 9 ημερών για τη Λεμεσό. (αναλύθηκαν μόνο αυτές οι δύο διευθύνσεις που είναι και οι επικρατούσες).

4.2. Κλιματικές αλλαγές και αστικό περιβάλλον

Όπως διαφαίνεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία, το αστικό περιβάλλον έχει άμεση επίδραση στο κλίμα μιας περιοχής, αφού κύριο παράγοντα για μεταβολή στο κλίμα μιας περιοχής και κυρίως για τη μεταβολή της θερμοκρασίας μιας περιοχής αποτελεί και η έντονη αστικοποίηση (Zhou et.al., 2004), η οποία σε αρκετές περιπτώσεις περιγράφεται εκτός από την αύξηση του αστικού πληθυσμού και από την αλλαγή στη χρήση γης. Παράδειγμα αστικοποίησης αποτελεί και το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, του οποίου φαινομένου ο ορισμός περιγράφεται σε επόμενο υποκεφάλαιο.

4.2.1. Αστική θερμική νησίδα

Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας ουσιαστικά περιγράφει την αυξημένη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα στις πόλεις σε σχέση με το περιβάλλον της υπαίθρου λόγω της αστικοποίησης (London's Urban Heat Island: A summary for decision makers, 2006). Οι μεγαλύτερες αστικές θερμοκρασίες είναι ουσιαστικά το αποτέλεσμα του θετικού θερμικού ισοζυγίου στις αστικές περιοχές, που δημιουργείται από τα χαρακτηριστικά της αστικής διάταξης, των αστικών υλικών που χρησιμοποιούνται καθώς και από τα μορφολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά των πόλεων, την απελευθέρωση ανθρωπογενούς θερμότητας κτλ. (Oke et al, 1991). Το μέτρο της αστικής θερμικής νησίδας εξαρτάται από

αυτούς του παράγοντες, αλλά εξαρτάται επίσης και από τα συνοπτικά συστήματα καιρού που επηρεάζουν μια περιοχή (Mihalakakou et al, 2004).

Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας αποτελεί το πιο καλά τεκμηριωμένο φαινόμενο των κλιματικών αλλαγών (Santamouris, 2014). Η μελέτη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας είναι αναγκαία διότι οι θερμοκρασίες των πόλεων συνεχίζουν την ανοδική τους πορεία και την αδιάφευστη τους κλιματική αλλαγή. Για το λόγο αυτό, οι υψηλές θερμοκρασίες που παρατηρούνται ενισχύουν το ενεργειακό πρόβλημα των πόλεων, θέτουν σε κίνδυνο την ευάλωτη μερίδα του πληθυσμού και ενισχύουν το πρόβλημα της ενεργειακής ρύπανσης (Santamouris, 2014). Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας είναι επίσης σημαντικό διότι αυξάνει τη διάρκεια των θερμών περιόδων και αυξάνει τη συχνότητα των κυμάτων καύσωνα (Santamouris et. al., 2011), με επακόλουθη συνέπεια τον επηρεασμό των ενεργειακών καταναλώσεων των κτιρίων. Στις μέρες μας, η βιοκλιματική προσέγγιση του σχεδιασμού των κτιρίων λύνει μέρος αυτού του προβλήματος. Με αυτή την προσέγγιση, η χρήση μηχανικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης ελαχιστοποιείται (Serghides et al., 2008, 2010, 2012).

Οι επιπτώσεις όμως του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας δεν σταματούν εδώ. Οι αυξημένες αστικές θερμοκρασίες προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου, επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία, διαταράσσουν την εσωτερική και εξωτερική θερμική άνεση, αυξάνουν τη συγκέντρωση ζημιογόνων ρύπων και αυξάνουν το οικολογικό αποτύπωμα των πόλεων (Santamouris and Kolokotsa, 2015b, Santamouris et al, 2007). Ένας σημαντικός αριθμός επιστημονικών μελετών έχουν δημοσιευτεί, που παρουσιάζουν συγκεκριμένα δεδομένα αύξησης των ενεργειακών αναγκών για ψύξη στα κτήρια λόγω της αστικής θερμικής νησίδας (Santamouris et al, 2015a, Hassid et al, 2000, Santamouris et al, 2001b, Kolokotroni et al 2007). Επίσης, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας συνδέεται με ψηλότερες συγκεντρώσεις τροποσφαιρικού όζοντος. Οι αυξημένες θερμοκρασίες αέρα στις πόλεις δρουν σαν καταλύτης και επιταχύνουν τις φωτοχημικές αντιδράσεις που σχηματίζουν το τροποσφαιρικό όζον (Stathopoulou et al, 2008). Αναφέρεται ότι μια αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα κατά 1 F (0.55 C) συνδέεται με 10% αύξηση στον αριθμό ημερών

που ξεπερνούν τα όρια συγκέντρωσης το όζοντος σε μια πόλη (Akbari, 2009). Οι μεγαλύτερες αστικές θερμοκρασίες έχουν επίσης σοβαρές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και αυξάνουν το ρυθμό θνησιμότητας στις πόλεις (Santamouris, 2015c). Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η σχέση του ρυθμού θνησιμότητας και της θερμοκρασίας του αέρα σε μια πόλη ακολουθεί μια καμπύλη “U shape”, όπου η θνησιμότητα αυξάνεται σημαντικά πάνω από ένα όριο θερμοκρασίας (Wilkinson et al, 2001). Πρόσφατες μελέτες (Baccini et al, 2008), αναφέρουν ότι αυτό το μέσο όριο θερμοκρασίας για τις πόλεις της Νότιας Ευρώπης είναι κοντά στους 29.4 °C.

Η αστική θερμική νησίδα επηρεάζει επίσης σοβαρά τις εξωτερικές συνθήκες άνεσης. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι οι πυκνές αστικές ζώνες που παρουσιάζουν μεγάλη απελευθέρωση ανθρωπογενούς θερμότητας, παρουσιάζουν επίσης φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας και χαμηλές εξωτερικές συνθήκες άνεσης (Giannopoulou et al, 2013). Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορα μέρη του κόσμου, έχουν επιβεβαιώσει την σημαντική συσχέτιση μεταξύ του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας και των χαμηλών επιπέδων εξωτερικής θερμικής άνεσης (Kruger et al, 2012, Pantavou et al, 2013, Orosa et al, 2014). Παράλληλα, ψηλές θερμοκρασίες του αέρα επηρεάζουν σοβαρά και τις εσωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες στα κτίρια. Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε σπίτια χαμηλού εισοδήματος κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου σε περιοχές που επηρεάζονται από σοβαρές εντάσεις αστικής θερμικής νησίδας (η ένταση της αστικής θερμικής νησίδας αποτελεί τη μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας αστικής με αγροτική περιοχή) έχουν δείξει ότι για τον περισσότερο χρόνο οι εσωτερικές συνθήκες άνεσης ήταν εντελώς εκτός αποδεκτών επιπέδων και έθεταν την υγεία των ενοίκων σε σοβαρή απειλή (Sakka et al, 2012).

Σημειώνεται και πάλι ότι η αστική θερμική νησίδα υπολογίζεται από τις θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ αστικής και αγροτικής περιοχής και η ένταση της θερμικής νησίδας αποτελεί τη μέγιστη διαφορά της θερμοκρασίας αυτής. Άρα, για τη μελέτη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας απαιτείται η επιλογή και ο διαχωρισμός των μετεωρολογικών σταθμών, με τρόπο που να χωρίζονται σε αστικούς και αγροτικούς σταθμούς, έτσι ώστε να γίνει και η μεταξύ τους σύγκριση. Αποδοτικοί σχεδιασμοί μετριασμού και προσαρμογής στις

πόλεις χρειάζονται μεγάλη γνώση των αστικών θερμικών χαρακτηριστικών και έτσι, δεδομένα των χαρακτηριστικών του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας είναι διαθέσιμα για εκατοντάδες πόλεις του κόσμου (Santamouris, 2015). Το μέτρο της αστικής θερμικής νησίδας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του αγροτικού σταθμού αναφοράς (Mihalakakou et al, 2004). Για τις διάφορες χώρες της Ευρώπης, η βιβλιογραφία προτείνει διάφορους τρόπους μελέτης του φαινομένου, όπως είναι για παράδειγμα η εποχική του μελέτη ή ακόμη και η ημερήσια του μελέτη.

4.2.1.1. Παγκόσμια και στην Ευρώπη

Ο Santamouris, 2015, μελέτησε 88 επιστημονικά άρθρα για 101 πόλεις της Ασίας και της Αυστραλίας και ανέλυσε το μέτρο και τα χαρακτηριστικά του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Από αυτή τη μελέτη, βρέθηκε ότι το μέτρο της αστικής θερμικής νησίδας στις πόλεις της Αυστραλίας και Ασίας ήταν αρκετά σημαντικό και κυμαινόταν από 0.4 K μέχρι 11.0 K.

Για την περίπτωση του Hong Kong, οι Giridharan et. al, 2005, έχουν μελετήσει το νυχτερινό φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας για την περίοδο Ιουλίου-Σεπτεμβρίου 2002, για τρεις διαφορετικές περιοχές (estates). Τα συμπεράσματα τους αναφέρουν ότι το μέγιστο του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας μέσα την ίδια την περιοχή ήταν 1.3 °C ενώ το μέγιστο μεταξύ των περιοχών ήταν 0.4 °C. Οι Giridharan et. al., 2004, έχουν επίσης μελετήσει το ημερήσιο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας μέσα αλλά και μεταξύ διαφορετικών πυκνών και ψηλών κατοικημένων περιοχών. Από τη μελέτη υπολογίστηκε ένα φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας της τάξεως των 1.5 oC μέας στην ίδια την περιοχή και 1.0 °C μεταξύ των περιοχών.

Για την τροπική παραλιακή πόλη του San Juan στο Puerto Rico, η μελέτη των Valazquez et.al., 2006, αποκάλυψε μια αύξηση στο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας μεταξύ των αστικών και αγροτικών σταθμών, με ένα ρυθμό της τάξεως των 0.06 °C ανά έτος για τα τελευταία 40 έτη. Οι προβλέψεις των συγγραφέων του συγκεκριμένου άρθρου μιλούν για

πολύ μεγάλες διαφορές μεταξύ των σταθμών μέχρι το 2050, που μπορεί να αγγίξουν και τους 8 °C.

Για τις βόρειες περιοχές της Αγγλίας και συγκεκριμένα στη Γλασκόβη, οι Emmanuel. et. al., 2012, μελέτησαν ένα αγροτικό και ένα αστικό σταθμό και βρήκαν ότι για την περίοδο 1974-1985 όντως υπάρχει το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας μεταξύ των δύο περιοχών. Από την εποχική ανάλυση του φαινομένου (χειμώνας, καλοκαίρι) αποδείχθηκε ότι η νυχτερινή αστική θερμική νησίδα (urban-rural minima) είναι πιο ισχυρή κατά τη διάρκεια του χειμώνα παρά το καλοκαίρι (1.8 °C με 1.4 °C αντίστοιχα), παρόλο που το καλοκαίρι είναι πιο σταθερή (coefficient of variation CV 56%). Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις εποχές, βρέθηκε ότι η αστική θερμική νησίδα είναι πιο ισχυρή το βράδυ (urban-rural minima 1.6 °C) παρά την ημέρα (urban-rural maxima 0.8 °C).

Οι Kolokotroni et.al. (2008) μελέτησαν και πάλι στο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας για την Αγγλία (και συγκεκριμένα στο Λονδίνο) για την καλοκαιρινή περίοδο (Μάιος-Σεπτέμβριος), η οποία περίοδος στα εύκρατα κλίματα (που ανήκει και η Ευρώπη) χαρακτηρίζεται ως “ψυκτική περίοδος” διότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον υπολογισμό π.χ. των ψυκτικών φορτίων στα κτίρια. Η περίοδος αυτή περιλαμβάνει επίσης και την μεγαλύτερη ένταση ηλιακής ακτινοβολίας και την ψηλότερη θερμοκρασία αέρα. Η εργασία χωρίζει της συνθήκες νεφοκάλυψης σε “clear sky”, “partially cloudy” και “cloudy periods” (“overcast”) και τις ταχύτητες του ανέμου σε < 2,5 m/s, < 5 m/s και < 10 m/s. Το Λονδίνο διαχωρίστηκε σε 3 περιοχές: Πυρήνας (core) – 0-3 km από το κέντρο που ορίστηκε το Βρετανικό μουσείο, Αστικές (urban) – 3-10 Km από το κέντρο και Ημιαστικές (semi-urban) – 10-23 km από το κέντρο. Ο διαχωρισμός έγινε βάση των αποστάσεων από το κέντρο του Λονδίνου που αποδείχθηκε σε προηγούμενες μελέτες ο καλύτερος τρόπος για να μελετηθεί το φαινόμενο της αστικής θερμονησίδα. Χρησιμοποιήθηκαν ωριαία δεδομένα για 80 σταθμούς και για την ημέρα χρησιμοποιήθηκε η περίοδος 0700-1700 ενώ για το βράδυ 1800-0600. Οι ιδανικές συνθήκες για παρατήρηση της αστικής θερμονησίδα είναι όταν ο άνεμος είναι κάτω από 5 m/s και για ουρανό “clear sky” (Oke, 1987). Η μελέτη δείχνει ότι το πρόβλημα της αστικής θερμονησίδα είναι πιο εμφανές στις αστικές περιοχές ειδικά κάτω από συνθήκες μερικώς συννεφιασμένου καιρού και με ταχύτητα του ανέμου κάτω από 5 m/s,

όπου οι τιμές της έντασης της θερμονησίδας έφθαναν τους 8 °C και 7 °C για τη ημέρα και νύχτα αντίστοιχα.

4.2.1.2. Στη Μεσόγειο και στην Κύπρο

Οι Vardoulakis et. al., 2013 έχουν μελετήσει το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού, για την περίοδο 2010-2011 σε μια μικρή πόλη της δυτικής Ελλάδας. Οι μετρήσεις έλαβαν χώρα σε 9 σημεία μέσω δεκάλεπτων τιμών θερμοκρασίας. Οι συγγραφείς υπολόγισαν ένταση αστικής θερμικής νησίδας της τάξεως των 6.0 °C, με μια μέση ένταση 3.8 °C κατά τη διάρκεια των νυχτερινών ωρών τον Αύγουστο. Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας υπολογίστηκε να είναι ένα νυχτερινό φαινόμενο και ένα μηνιαίο φαινόμενο κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Οι Levada et.al., 2002 έχουν καθορίσει τις περιοχές της Αθήνας όπου παρατηρείται το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Οι συγγραφείς έχουν βρει ότι οι δυτικές βιομηχανοποιημένες περιοχές της Αθήνας αναπτύσσουν το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, ενώ κάποιες διακυμάνσεις στην ένταση της αστικής θερμικής νησίδας εμφανίζονται σε περιοχές που εντοπίζονται κυρίως κοντά και ανατολικά από το κέντρο της πόλης.

Φαινόμενο αστικής θερμονησίδας μελέτησαν και οι Giannopoulou et. al. (2011). Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από 25 σταθμούς στην Αθήνα για την ανάλυση των χαρακτηριστικών της αστικής θερμονησίδας κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών. Η Αθήνα χωρίστηκε σε 5 γεωγραφικές ζώνες με διαφορετικά θερμικά χαρακτηριστικά αφού βρέθηκε ότι οι διαφορές στη μέση και μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία μεταξύ των περιοχών αυτών είναι στατιστικά σημαντικές. Ψηλότερες θερμοκρασίες βρέθηκαν στη βιομηχανική δυτική πλευρά και στο κέντρο της Αθήνας, με την ένταση της νησίδας να φθάνει μέχρι και 5 °C ενώ χαμηλότερες τιμές βρέθηκαν στην βόρειες και ανατολικές περιοχές. Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν ο αριθμός ημερήσιων (0700-2100 LST) και νυχτερινών (2200-0600 LST) ολικών ωρών για κάθε μήνα που η θερμοκρασία υπερέβη τους 30 °C, θερμοκρασία στην οποία τα κτίρια στην Αθήνα παρουσιάζουν το σημείο θερμοκρασιακής ισορροπίας (input heat = output heat). Έτσι βρέθηκε ότι κατά τη διάρκεια της νύχτας, ο μέγιστος ολικός

μηνιαίος αριθμός ωρών ήταν κοντά στις 50 σε ανατολικό σταθμό και λόγω κυρίως του βουνού Υμηττός και γενικά οι περισσότερες ώρες τόσο ημερήσια όσο και νυχτερινά βρέθηκαν στις νότιες και δυτικές περιοχές. Στην παρούσα μελέτη, γίνεται επίσης γραμμική συσχέτιση μεταξύ της μέσης νυχτερινής θερμοκρασία με την αντίστοιχη μέση και μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία για κάθε μήνα και κάθε σταθμό ξεχωριστά καθώς επίσης και της μέγιστης νυχτερινής θερμοκρασίας με την αντίστοιχη μέγιστη ημερήσια και τον αντίστοιχο αριθμό ωρών με θερμοκρασία άνω των 30 °C για κάθε μήνα και κάθε σταθμό ξεχωριστά – και στις δύο περιπτώσεις αποδεικνύεται μεγάλη συσχέτιση. Τέλος, υπολογίστηκε ότι για όλες τις περιόδους επαναφοράς, οι ψηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται στο κέντρο και στη δυτική πλευρά της Αθήνας.

Οι Kolokotsa et. al. (2009), χρησιμοποίησαν 9 αστικούς και 3 αγροτικούς σταθμούς για να μελετηθεί η αστική θερμική νησίδα στα Χανιά, Κρήτη. Στους αστικούς σταθμούς συμπεριλήφθηκαν το κέντρο της πόλης, οι πιο πυκνά κτισμένες γειτονιές και οι παραθαλάσσιοι σταθμοί. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας διεύθυνσης και ταχύτητας ανέμου, πίεσης, βροχόπτωσης και ηλιοφάνειας για την περίοδο από Μάιο-Οκτώβριο 2007 και εξετάστηκε η συσχέτιση τους με την εμφάνιση του φαινομένου της αστικής θερμνησίδας. Κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου, όπου οι θερμοκρασίες είναι ψηλές, η αστική θερμνησίδα αποκτά την μεγαλύτερη της ένταση, που είναι περίπου 8 °C ενώ κατά μέσο όρο η ένταση είναι στους 2.6 °C. Η ένταση της αστικής θερμνησίδας αυξάνεται μετά τον Ιούνιο και μειώνεται μετά τον Σεπτέμβριο, με το ρυθμό αύξησης να είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό μείωσης. Θεωρώντας την ημέρα ως 0700-1900 και τη νύχτα ως 1900-0700, υπολογίστηκε ότι η ένταση της θερμνησίδας είναι μεγαλύτερη την ημέρα με μέγιστη τιμή τους 8 °C, ενώ κατά τη διάρκεια της νύχτας κυμαίνεται από 1.5 – 2.0 °C. Η διαφορά αυτή οφείλεται και στους καταβάτες ανέμους, που μειώνουν το θερμικό φορτίο της περιοχής. Όσον αφορά στη βροχόπτωση, αυτή μειώνει την ένταση της αστικής θερμνησίδας αφού η ένταση παραμένει στους 1-2 °C. Τέλος, αποδεικνύεται ότι η χωρική μορφή της αστικής θερμνησίδας επηρεάζεται από τη διεύθυνση και ταχύτητα του ανέμου, αφού οι βόρειοι άνεμοι επεκτείνουν το μέτωπο της θερμνησίδας ενώ οι δυτικοί άνεμοι το μειώνουν.

Για την περίπτωση της Κύπρου, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας μελετήθηκε από τους Hadjimitsis et. al., 2013, οι οποίοι μελέτησαν την ένταση της αστικής θερμικής νησίδας κατά τη διάρκεια της νύχτας για τις τέσσερις Επαρχίες που ελέγχονται από την Κυπριακή Δημοκρατία, χρησιμοποιώντας δορυφορικές εικόνες για την περίοδο 2002-2008. Οι μελετητές υπολόγισαν ότι η μέγιστη ένταση της αστικής θερμικής νησίδας εντοπίζεται στην ευρύτερη περιοχή της Λευκωσίας, με τιμή πάνω από 4.0 °C κατά τη θερμή περίοδο. Σε αντίθεση, οι άλλες τρεις παραλιακές Επαρχίες παρουσίασαν ένταση αστικής θερμικής νησίδας από 1.5 °C μέχρι 3.5 °C κατά τη θερμή περίοδο.

4.2.2. Αστικοποίηση και κλιματικές αλλαγές

4.2.2.1. Παγκόσμια

Η αστικοποίηση και η επιπτώσεις της στις κλιματικές αλλαγές σε διάφορες χώρες ανά ο παγκόσμιο, μελετάται κυρίως μέσω της σύγκρισης χρονοσειρών διαφορετικών περιόδων ή ακόμη μέσω της αλλαγής στις κλιματικές παραμέτρους σε περιοχές που παρατηρείται αλλαγή στη χρήση γης.

Οι Chen et.al (2010) ανέλυσαν τις κλιματικές αλλαγές και τις επιπτώσεις της αστικοποίησης στις διάφορες καιρικές παραμέτρους (μέση, ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχόπτωση, ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος) στην ΝΑ Κίνα. Στην ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν 2 χρονοσειρές (1960-2005 και 1960-2000) και φαίνεται ότι η τάση μπορεί να χωρισθεί σε δύο περιόδους: πριν και μετά το 1984. Πριν το 1984 δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές επιπτώσεις λόγω αστικοποίησης και η ελάχιστη θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και η βροχόπτωση αυξάνουν σταθερά ενώ η μέγιστη θερμοκρασία μειώνεται. Σαν αποτέλεσμα, το ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος μειώνεται ενώ η μέση θερμοκρασία αυξάνεται ελαφρώς. Μετά το 1984, η ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία αυξήθηκαν σημαντικά και παρατηρήθηκε ότι η αστικοποίηση επιδρά στην ελάχιστη θερμοκρασία (και όχι στην μέγιστη θερμοκρασία). Η αστικοποίηση προκάλεσε μια επιπρόσθετη αυξητική τάση στην ελάχιστη θερμοκρασία με ρυθμό 0.6 °C/δεκαετία και ανάλογα μια επιπρόσθετη μειωτική τάση στο ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος και στην σχετική υγρασία. Η ανάλυση των εποχιακών τάσεων έδειξε ότι η επίδραση της αστικοποίησης προκάλεσε μια σχεδόν

ομοιόμορφη αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας και για τις 4 εποχές και μία έντονη μείωση της σχετικής υγρασίας το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Επίσης, παρόλο που δεν παρατηρήθηκε σημαντική αλλαγή στη βροχόπτωση σε ετήσια κλίμακα (ενώ μια αυξητική τάση με ρυθμό 11.8% ανά δεκαετία για το καλοκαίρι) αν ληφθεί υπόψη η αστικοποίηση τότε παρατηρείται μια σημαντική αύξηση της βροχόπτωσης σε ετήσια κλίμακα και συγκεκριμένα μια αύξηση με ρυθμό 18.6% ανά δεκαετία το καλοκαίρι και 13.5% ανά δεκαετία το φθινόπωρο.

Οι Zhou et.al. (2004) παρουσίασαν αποδείξεις σημαντικών επιπτώσεων στο κλίμα από την αστικοποίηση, μέσω της ανάλυσης των επιπτώσεων της αλλαγής χρήσης γης στη θερμοκρασία στην νοτιοανατολική Κίνα, περιοχή που έχει υποστεί ραγδαία αστικοποίηση. Χρησιμοποιήθηκαν δυο ξεχωριστές χρονοσειρές θερμοκρασία: Η πρώτη αποτελείται από τις μετρήσεις μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας από 671 μετεωρολογικούς σταθμούς του δικτύου του Εθνικού Μετεωρολογικού Κέντρου της Κινέζικης Μετεωρολογικής Διοίκησης και η δεύτερη αποτελείται από τα R-2 δεδομένα. Τα R-2 δεδομένα αποτελούν βελτίωση της προηγούμενης R-1 χρονοσειράς, που είναι τιμές θερμοκρασίας από τα Εθνικά Κέντρα Περιβαλλοντικών Προβλέψεων και τα Εθνικά Κέντρα Ατμοσφαιρικών Μελετών (NCEP/NCAR). Τα δεδομένα θερμοκρασίας R-1 είναι ουσιαστικά υπολογιζόμενες τιμές χρησιμοποιώντας μετρήσεις από άλλες πηγές, π.χ. αεροπλάνα, δορυφόρους, πλοία κ.τ.λ.. Οι τιμές θερμοκρασίας της R-1 χρονοσειράς υπολογίζονται από ατμοσφαιρικές παραμέτρους, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τις μετρήσεις θερμοκρασίας, υγρασίας και ανέμου στην επιφάνεια και άρα δεν είναι ευαίσθητες στην αλλαγή της χρήσης γης. Έτσι, οι διαφορές που υπολογίζονται μεταξύ της τάσης των πραγματικών μετρήσεων με των υπολογιζόμενων τιμών, μας δίνει την τάση της θερμοκρασίας που οφείλεται καθαρά και μόνο στην αστικοποίηση της περιοχής (αφού πρώτα ελέγχθηκε η συσχέτιση μεταξύ πραγματικών και υπολογιζόμενων θερμοκρασιών). Οι παρατηρούμενες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες δείχνουν μια αύξηση κατά 0.352 °C και 0.584 °C ανά δεκαετία αντίστοιχα, ενώ το ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος δείχνει μια μείωση κατά 0.195 °C ανά δεκαετία. Η ημερήσιες ελάχιστες θερμοκρασίες αυξάνονται με μεγαλύτερο ρυθμό από τις ημερήσιες μέγιστες θερμοκρασίες, κυρίως στις βόρειες και ανατολικές περιοχές. Αντίστοιχα, το ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος μειώθηκε περισσότερο στις νότιες και ανατολικές περιοχές, περιοχές

στις οποίες παρατηρείται και έντονη αστικοποίηση. Η μέση διαφορά της τάσης των μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών (-0.016 °C ανά δεκαετία για τη μέγιστη θερμοκρασία, 0.116 °C ανά δεκαετία για την ελάχιστη θερμοκρασία και -0.132 °C ανά δεκαετία για το ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος) μεταξύ των παρατηρήσεων και των R-2 δεδομένων δείχνει την επίδραση της αστικοποίησης στη θερμοκρασία. Επίσης, αφού το ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος είναι το πιο κατάλληλο για την περιγραφή του φαινομένου της αστικοποίησης, υπολογίστηκε το ποσοστό αστικοποίησης ως ο λόγος του πληθυσμού στις αστικές περιοχές προς τον ολικό πληθυσμό και στη συνέχεια υπολογίστηκε η συσχέτιση (γραφικά και με εξίσωση) μεταξύ των αλλαγών (%) του ποσοστού αστικοποίησης με τις αλλαγές ανά δεκαετία του ημερήσιου θερμοκρασιακού εύρους και βρέθηκε ως αρνητική. Η πιο πάνω συσχέτιση έγινε για όλες τις εποχές και βρέθηκε ότι η καλύτερη εποχή για εξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά την εκτίμηση της αστικοποίησης είναι ο χειμώνας. Συνεπώς, η επιπτώσεις της αστικοποίησης υπολογίστηκαν από τις διαφορές της τάσης των παρατηρήσεων με τις τάσεις της R-2 χρονοσειράς για το χειμώνα και υπολογίστηκε ότι η θέρμανση λόγω αστικοποίησης ήταν της τάξεως των 0.05 °C ανά δεκαετία.

4.2.2.2. Στην Ευρώπη

Κατά παρόμοιο τρόπο με την ανάλυση που γίνεται στις διάφορες χώρες ανά το παγκόσμιο, έτσι και στην Ευρώπη η ανάλυση βασίζεται στις αλλαγές των κλιματικών παραμέτρων για διαφορετικούς σταθμούς (αστικός-αγροτικός) ή για διαφορετικές περιόδους ή ακόμη και για περιοχές που παρατηρείται αλλαγή στη χρήση γης.

Φαινόμενο αλλαγής του κλίματος λόγω αστικοποίησης μελέτησαν για την Ιταλία και οι Salvati et. al. (2012). Αναλύθηκαν οι κλιματικές διακυμάνσεις σε σχέση με την αλλαγή στην χρήση εδάφους (land cover). Η χρήση εδάφους για τα έτη 1960, 1990 και 2006 συγκρίθηκε με την τάση της βροχόπτωσης και του δείκτη ξηρότητας κατά τη διάρκεια της περιόδου 1951-2007. Η ετήσια βροχόπτωση μειώθηκε κατά 0.41% ανά έτος με αντίστοιχη αύξηση (άρα και ξηρότητα) του δείκτη ξηρότητας κατά 0.48% ανά έτος. Οι περιοχές με μεγαλύτερα ποσοστά βροχόπτωσης και μέτριο με χαμηλό δείκτη ξηρότητας αντιμετώπισαν μεγαλύτερες κλιματικές διακυμάνσεις ενώ οι φυσικές και ημιφυσικές περιοχές (π.χ. δάση) αποδείχθηκαν

ότι είναι πιο ευαίσθητες στην ξηρότητα. Οι λιγότερο ευαίσθητες περιοχές αποδείχθηκαν οι αγροτικές περιοχές. Στην μελέτη αυτή δόθηκαν κωδικοί για καθεμία από τις κατηγορίες χρήσης εδάφους (CORINE classification – Coordinate Information on the Environment) και υπολογίστηκαν για περιόδους 1951-1960, 1981-1990 και 1998-2007 η ετήσια βροχόπτωση και οι αλλαγές (%) της Ιταλίας, η εκατοστιαία αλλαγή στη χρήση εδάφους για κάθε κατηγορία, η ετήσια βροχόπτωση και ο δείκτης ξηρότητας για κάθε κατηγορία χρήσης εδάφους για τις τρεις περιόδους και το εύρος των τιμών ετήσιας βροχόπτωσης και δείκτη ξηρότητας για την Ιταλία για τις τρεις περιόδους. Έγινε μέθοδος γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ βροχόπτωσης και αλλαγής βροχόπτωσης, δείκτη ξηρότητας και αλλαγής δείκτη ξηρότητας και στο τέλος υπολογίζεται ο αθροιστικός δείκτης ευαισθησίας ανά περιοχή.

Οι Fortunial et.al (2005), ανέλυσαν δεδομένα από δύο αυτόματους σταθμούς (αστικό και αγροτικό) για την περίοδο 1997-2002 έτσι ώστε να φανούν οι διαφορές στη θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία, τάση υδρατμών και ταχύτητα ανέμου. Κάτω από ορισμένες ευνοϊκές συνθήκες, οι μεγαλύτερες διαφορές στη θερμοκρασία μεταξύ των δύο περιοχών ξεπερνούν τους 8 °C. Η σχετική υγρασία είναι χαμηλότερη στην πόλη μέχρι και πάνω από 40%. Οι διαφορές στην τάση των υδρατμών μπορεί να είναι είτε θετικές (μέχρι +5 hPa) είτε αρνητικές (μέχρι -4 hPa). Η ταχύτητα του ανέμου στον αστικό σταθμό είναι κατά μέσο όρο χαμηλότερη κατά 34% το βράδυ και κατά 39% την ημέρα. Στην Πολωνία, η πιο ευνοϊκή εποχή για το σχηματισμό της αστικής θερμονησίδας είναι το καλοκαίρι. Το καλοκαίρι, κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες, η διαφορά στη μέγιστη θερμοκρασία σε πολλές περιπτώσεις άγγιξε τους 7 °C. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η νεφοκάλυψη και οι δυνατοί άνεμοι δεν ευνοούν το σχηματισμό αστικής θερμονησίδας και παρόλο που η διαφορά στη μέγιστη θερμοκρασία φθάνει μέχρι και τους 9 °C, αυτό δεν οφείλεται στην αστική θερμονησίδα αλλά στην ενίσχυση της από ψυχρή μεταφορά αρκτικού αέρα η οποία μεταφορά οφείλεται στη μεγάλη θερμική αδράνεια της πόλης και τη σημαντική ανθρωπογενή ροή θερμότητας.

4.2.3. Κλιματικές αλλαγές και ενέργεια

Οι κλιματικές αλλαγές έχουν όπως είναι φυσικό επιπτώσεις και στη χρήση ενέργειας. Οι κλιματικές αλλαγές επηρεάζουν τις ανάγκες του πληθυσμού για θέρμανση και ψύξη (Pilli et.

al., 2010), με τη θερμοκρασία να είναι ο πιο αποτελεσματικός κλιματικός παράγοντας επηρεασμού της χρήσης ενέργειας (Lam, 1998). Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με την αύξηση στη θερμοκρασία έχει διάφορες επιπτώσεις, ανάλογα με τη γεωγραφική θέση της κάθε περιοχής και ανάλογα με το ρόλο του ηλεκτρισμού στη θέρμανση και ψύξη (π.χ. στη βόρεια και κεντρική Ευρώπη, η αύξηση στη θερμοκρασία μειώνει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ενώ στη νότια Ευρώπη η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την κατανάλωση ηλεκτρισμού για ψύξη το καλοκαίρι περισσότερο από ότι μειώνει την κατανάλωση για θέρμανση το χειμώνα).

4.2.3.1. Παγκόσμια

Τόσο παγκόσμια όσο και Ευρωπαϊκά, οι διάφοροι μελετητές συσχετίζουν με διάφορους τρόπους την κατανάλωση κυρίως ηλεκτρικής ενέργειας με τις κλιματικές αλλαγές και κυρίως με τις αλλαγές στη μέση θερμοκρασία.

Οι W. Y. Fung et.al. (2006) ανέλυσαν τη συσχέτιση μεταξύ της ενεργειακής κατανάλωσης καυσίμων (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο, υγραέριο) σε σχέση με τη θερμοκρασία για τρεις διαφορετικούς τομείς: οικιστικός, εμπορικός και βιομηχανικός τομέας. Τα δεδομένα αφορούσαν την περίοδο 1990-2004. Αρχικά, υπολογίζεται η συσχέτιση της μηνιαίας ηλεκτρικής κατανάλωσης με την μέση μηνιαία θερμοκρασία και για τους τρεις τομείς αλλά και για την ολική κατανάλωση. Για κάθε το κάθε γράφημα και άρα για την κάθε συσχέτιση, δοκιμάζονται μέσω της μεθόδου της γραμμικής παλινδρόμησης όλες οι καμπύλες και στο τέλος επιλέγεται αυτή με το μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης R^2 και τη μικρότερη p-value για στάθμη σημαντικότητας 95%. Αφού βρεθούν οι καλύτερες εξισώσεις, υπολογίζεται η ενεργειακή κατανάλωση για αύξηση στη θερμοκρασία κατά 1, 2 και 3 °C (σε %). Έχει βρεθεί ότι για 1 °C αύξηση στη θερμοκρασία, η ηλεκτρική κατανάλωση θα αυξηθεί κατά 9.2% στον οικιστικό τομέα, 3% στον εμπορικό τομέα και κατά 2.4% στον βιομηχανικό τομέα. Οι οικονομικές επιπτώσεις για αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1 °C περιλαμβάνουν πιθανή αύξηση του ενεργειακού κόστους κατά HK\$1.6 δισεκατομμύρια το έτος.

4.2.3.2. Στην Ευρώπη

Οι Hekkenberg et. al. (2009) μελέτησαν για την Ολλανδία την εξάρτηση της ηλεκτρικής ζήτησης από τη θερμοκρασία χρησιμοποιώντας ημερήσια δεδομένα θερμοκρασίας και ηλεκτρικής ζήτησης για την περίοδο 1970-2007. Τα αποτελέσματα δείχνουν σημαντική αύξηση στην εξάρτηση της ηλεκτρικής ζήτησης από τη θερμοκρασία στους μήνες Μάιο, Ιούνιο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο και κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών διακοπών και κατά την περίοδο μελέτης (1970-2007) έχει παρατηρηθεί μια αλλαγή στην τάση της εξάρτησης των δύο μεταβλητών, από αρνητική σε θετική κατά τη διάρκεια των μηνών αυτών. Αυτό σημαίνει ότι ψηλότερες θερμοκρασίες οδηγούν τώρα σε αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας αυτούς τους μήνες, σε αντίθεση με τα ιστορικά έτη που συνέβαινε το αντίθετο. Παρόλο που η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας σε χώρες με ήπιες θερινές θερμοκρασίες, όπως είναι και η Ολλανδία, γενικά μεγιστοποιείται τους χειμερινούς μήνες και παρουσιάζει μια ελάχιστη τιμή στους καλοκαιρινούς μήνες, αυτή η τάση φαίνεται ότι διαφοροποιείται. Αντί αυτού, παρουσιάζεται και ένα δεύτερο μέγιστο στους καλοκαιρινούς μήνες.

Οι Pilli et. al, 2010, μελέτησαν τις κλιματικές αλλαγές σε σχέση με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τη Φιλανδία, Γερμανία, Ολλανδία, Γαλλία και Ισπανία. Βρήκαν καταρχήν ότι με την μεταβολή της θερμοκρασίας, η επακόλουθη αλλαγή στο κλίμα έχει μια άμεση επίπτωση στην χρήση ενέργειας. Η μελέτη έδειξε ότι στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη, κυριαρχεί η μείωση της ανάγκης για θέρμανση λόγω θέρμανσης του κλίματος και έτσι το μελλοντικό κόστος για τους χρήστες ηλεκτρισμού θα μειωθεί. Στις περιοχές όμως της νότιας Ευρώπης, η θέρμανση του κλίματος και η επακόλουθη αύξηση στη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη, υπερπηδά τη μείωση της ανάγκης για θέρμανση. Βρέθηκε ότι υπάρχει μια ξεκάθαρη και σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ηλεκτρικής ζήτησης και της διακύμανσης της θερμοκρασίας, μια ξεκάθαρη συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας και θέρμανσης το χειμώνα και επίσης μια επιπλέον ξεκάθαρη σχέση μεταξύ θερμοκρασία και ψύξης το καλοκαίρι στις περιοχές της νότιας Ευρώπης. Βρέθηκε επίσης ότι υπάρχει ξεκάθαρη συσχέτιση μεταξύ του μελλοντικού κόστους και της αλλαγής στη ζήτηση ηλεκτρισμού. Για όλες τις χώρες βρέθηκε ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια ανοδική τάση στην ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας καθώς επίσης και μια εποχική διακύμανση. Η διακύμανση

αυτή οφείλεται στις διακυμάνσεις των οικονομικών δραστηριοτήτων καθώς και στις διακυμάνσεις της εποχικής θερμοκρασίας. Η αύξηση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν η μεγαλύτερη, αφού κατά τη διάρκεια των τελευταίων 15 ετών έχει σχεδόν διπλασιαστεί. Στην Ολλανδία και στη Φιλανδία έχουν και αυτές βιώσει δυνατές ωθήσεις στην ηλεκτρική κατανάλωση ενώ η Γερμανία παρουσίασε μια πιο ήπια αύξηση. Τέλος, μέσω μελλοντικών προβολών, υπολογίστηκε η αύξηση στην ηλεκτρική κατανάλωση για τις περιόδους 2008-2030 και 2008-2050, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αύξηση στη θερμοκρασία παρουσιάζει ποικίλες επιπτώσεις, ανάλογα με τη γεωγραφική θέση και το ρόλο του ηλεκτρισμού για θέρμανση και ψύξη στη κάθε μια περιοχή. Έτσι, στη βόρεια και κεντρική Ευρώπη η αύξηση στη θερμοκρασία θα μειώσει την ηλεκτρική ζήτηση λόγω μείωσης της ανάγκης για θέρμανση ενώ στη νότια Ευρώπη, λόγω των θερμών καλοκαιριών, η αύξηση της θερμοκρασίας θα αυξήσει τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας διότι η αυξημένη ανάγκη για ψύξη υπερπηδά την ανάγκη για θέρμανση τον χειμώνα. Οι μελλοντικές προβολές δείχνουν ότι τα καθαρά κόστη στην ζήτηση ηλεκτρισμού από την αύξηση της θερμοκρασίας μειώνεται σε όλες τις χώρες που μελετούνται, εκτός από την Ισπανία.

4.2.3.3. Στη Μεσόγειο

Για την περιοχή της Μεσογείου, οι Giannakopoulos et. al. (2009a) μελέτησαν τις επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στις ανάγκες για ενέργεια στη Μεσόγειο. Οι ενεργειακές ανάγκες, ειδικά για θέρμανση και ψύξη, συνδέονται στενά με διάφορες κλιματικές μεταβλητές, κυρίως όμως με τη θερμοκρασία. Η ανάλυση βασίζεται στις κλιματικές προβολές από αρκετά περιοχικά κλιματικά μοντέλα, ανάλυσης 25x25 Km, χρησιμοποιώντας το σενάριο εκπομπών A1B. Οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών στις ανάγκες για ενέργεια ερευνώνται χρησιμοποιώντας τις βαθμοημέρες, τόσο θέρμανσης όσο και ψύξης. Η θερμοκρασία βάσης επιλέγεται έτσι ώστε να συμπίπτει με την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, υπολογίζονται οι αλλαγές στις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης για μια μελλοντική περίοδο (2021-2050) και εντοπίζονται οι περιοχές με τις μεγαλύτερες μεταβολές. Η περίοδος αναφοράς είναι η 1961-1990 και η μελλοντική περίοδος 2021-2050 επιλέγηκε να είναι στο προσεχές μέλλον, έτσι ώστε να δώσει μια βοήθεια στους σχεδιασμούς των κέντρων λήψης αποφάσεων. Γενικά, τα προβαλλόμενα αποτελέσματα δείχνουν μια μείωση των αναγκών

ενέργειας υπό το φως πιο ήπιων χειμώνων και μια αύξηση υπό το φως θερμότερων καλοκαιριών. Εδώ, επιλέγηκαν οι θερμοκρασίες βάσης των 15 °C και 25 °C για τις βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης αντίστοιχα, όπως χρησιμοποιήθηκαν ξανά από τους Giannakopoulos et. al. για την Μεσόγειο. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι ηπειρωτικές περιοχές της Μεσογείου πιθανόν να βιώσουν τις πιο σημαντικές αλλαγές, τόσο στις ανάγκες για θέρμανση όσο και για ψύξη. Συγκεκριμένα, οι μεγάλες μειώσεις των αναγκών για θέρμανση είναι ορατές κατά τη διάρκεια του χειμώνα και της άνοιξης ενώ οι μεγάλες αυξήσεις για ψύξη είναι ορατές το καλοκαίρι και λιγότερο ορατές το φθινόπωρο, ειδικά στη βόρεια Αφρική και στις νοτιοανατολικές περιοχές της μελέτης.

Για την περίπτωση της Αθήνας, οι Haasid et. al. (2000) ερεύνησαν το φαινόμενο της επίδρασης της αστικής θερμονησίδας στην ενέργεια ψύξης και στην μέγιστη ψύξη (peak power) για το δυτικό κομμάτι της Αθήνας, χρησιμοποιώντας το λογισμικό DOE2.1.E. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι υπάρχει μεγάλη αύξηση στην ενέργεια ψύξης και στη μέγιστη ψύξη λόγω του φαινομένου της αστικής θερμονησίδας.

Οι δε Psiloglou et.al. (2009), σύγκριναν τα χαρακτηριστικά της ηλεκτρικής ζήτησης στο Λονδίνο, Ηνωμένο Βασίλειο και στην Αθήνα, Ελλάδα και η σχέση της με κλιματικούς και μη κλιματικούς παράγοντες. Βρέθηκε ότι η θερμοκρασία ελέγχει περισσότερο από όλα τη ζήτηση ηλεκτρικού φορτίου ειδικά για την Αθήνα. Και για τις δύο πόλεις τα μέγιστα ηλεκτρικής ζήτησης σημειώνονται το χειμώνα που συσχετίζεται και για τις δύο πόλεις με τις χαμηλές θερμοκρασίες αλλά για την Αθήνα υπάρχει και ένα δεύτερο μέγιστο το καλοκαίρι λόγω των ψηλών θερμοκρασιών, το οποίο δεν παρατηρείται στο Λονδίνο. Και οι δύο πόλεις παρουσιάζουν χαμηλή ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τις διακοπές και τα σαββατοκύριακα, ειδικά τα σαββατοκύριακα του καλοκαιριού. Η ωριαία διακύμανση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζει δύο μέγιστα στην Αθήνα, γύρω στο μεσημέρι και κατά το βράδυ και παραμένει συνεχώς σε ψηλά επίπεδα στο Λονδίνο κατά τις ώρες γραφείου. Και για τις δύο πόλεις, η συσχέτιση μεταξύ ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και θερμοκρασίας αέρα δεν είναι γραμμική και παρουσιάζει ένα ελάχιστο και δύο μέγιστα στην Αθήνα αλλά μόνο εάν ελάχιστο και ένα καλά ορισμένο μέγιστο στο Λονδίνο. Επίσης, βρέθηκε ότι η βέλτιστη τιμή εξωτερικής θερμοκρασίας για αντίστοιχα χαμηλά επίπεδα

ηλεκτρικής ζήτησης είναι οι 20 °C για την Αθήνα και οι 16 °C για το Λονδίνο. Χρησιμοποιώντας τις βαθμομημέρες θέρμανσης και ψύξης, αναγνωρίστηκε ότι η ευαισθησία του συστήματος ηλεκτρικής ζήτησης-θερμοκρασίας αέρα είναι μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου του έτους και για τις δύο πόλεις.

4.2.3.4. Στην Κύπρο

Στην Κύπρο, για την περίπτωση της συσχέτισης των κλιματικών αλλαγών με την κατανάλωση ενέργειας και πάλι δεν έχει γίνει κάποια εις βάθος μελέτη πέραν κάποιων μεμονωμένων προσομοιώσεων.

Έτσι, για την περίπτωση της Κύπρου, ο Zachariadis, 2009, πραγματοποίησε πρόγνωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης στην Κύπρο μέχρι και το έτος 2030, βασιζόμενος σε οικονομετρική ανάλυση της χρήσης ενέργειας σαν συνάρτηση μακροοικονομικών μεταβλητών, τιμών και κλιματικών συνθηκών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, εάν οι τάσεις των προηγούμενων ετών συνεχιστούν και καμιά σοβαρή ενεργειακή πολιτική δεν εφαρμοστεί, τότε η χρήση ηλεκτρισμού στην Κύπρο αναμένεται να αυξηθεί πολύ πιο γρήγορα από το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) και θα τριπλασιαστεί στα επόμενα 20-25 χρόνια με την αύξηση στον οικιστικό και εμπορικό τομέα να αυξάνουν το ήδη ψηλό τους μερίδιο στην ολική κατανάλωση. Επίσης, εάν στο βασικό σενάριο ληφθεί υπόψη ότι με βάση την έκθεση του IPCC, η θερμοκρασία στην ανατολική Μεσόγειο θα αυξηθεί κατά περίπου 1 °C, τότε η ηλεκτρική κατανάλωση στην Κύπρο μπορεί να αυξηθεί κατά ακόμη 2.9% το 2030 με αποτέλεσμα να αυξηθεί το κόστος ηλεκτρισμού τόσο για τα νοικοκυριά όσο και για τις επιχειρήσεις. Το κόστος υπολογίζεται στα 15 εκ. ευρώ το 2020 και 45 εκ. ευρώ το 2030, με το ολικό κόστος της περιόδου 2008-2030 με σημερινές τιμές να ξεπερνά τα 200 εκ. ευρώ. Τα νοικοκυριά είναι πιο πιθανόν να μοιραστούν το μεγαλύτερο ποσό αύξησης, με μέσο κόστος 30 ευρώ ανά νοικοκυριό ανά έτος για το 2020 και 83 ευρώ ανά νοικοκυριό ανά έτος το 2030. Επίσης, το φορτίο αιχμής, λόγω κλιματικών αλλαγών και με βάση την τιμή του 2000-2007, θα αυξηθεί κατά 65-75 MW στο έτος 2020 και κατά 85-95 MW το 2030.

5. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενα κεφάλαια, στην Κύπρο δεν έχει γίνει κάποια εις βάθος μελέτη σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές και τη συσχέτιση τους με την αστικοποίηση. Η ανάλυση των δεδομένων από ενόργανες μετεωρολογικές μετρήσεις πραγματοποιείται για τις τρεις Επαρχίες της Κύπρου και για σχετικά μεγάλες χρονοσειρές, με σκοπό να καλυφθεί χωρικά και χρονικά ένα πολύ μεγάλο μέρος της Κύπρου. Για τη Λεμεσό, πραγματοποιούνται επίσης δεκάλεπτες μετρήσεις περίπου ενός έτους, με σκοπό την πιο αναλυτική μελέτη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας.

Πραγματοποιείται ανάλυση των μετεωρολογικών μετρήσεων για μια μεγάλη σχετικά περίοδο, τόσο σε ωριαία όσο και σε ημερήσια, μηνιαία και ετήσια βάση, με σκοπό να ανιχνευθεί ή τάση του κλίματος τα τελευταία χρόνια για τις τρεις πόλεις, Λευκωσία, Λεμεσό και Λάρνακα. Στη συνέχεια, συγκρίνονται οι μετρήσεις θερμοκρασίας του αστικού με τον αγροτικό σταθμό για εντοπισμό της ύπαρξης του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας και η στατιστική ανάλυση του φαινομένου. Οι ωριαίες και ημερήσιες μετρήσεις της περιόδου που χρησιμοποιούνται στην παρούσα διατριβή έχουν καταγραφεί στους Μετεωρολογικούς σταθμούς που αναφέρονται στον Πίνακα 1. Οι περιοχές των μετεωρολογικών σταθμών είναι στις χαμηλού επιπέδου περιοχές της Κύπρου και χαρακτηρίζονται από το Μεσογειακό κλίμα, δηλαδή από τη διαδοχή της βροχερής περιόδου Νοέμβριος-Φεβρουάριος με τη σχετικά μεγάλης σε διάρκεια ξηρής περιόδου Μάρτιος-Οκτώβριος (Θεοφίλου, 2010).

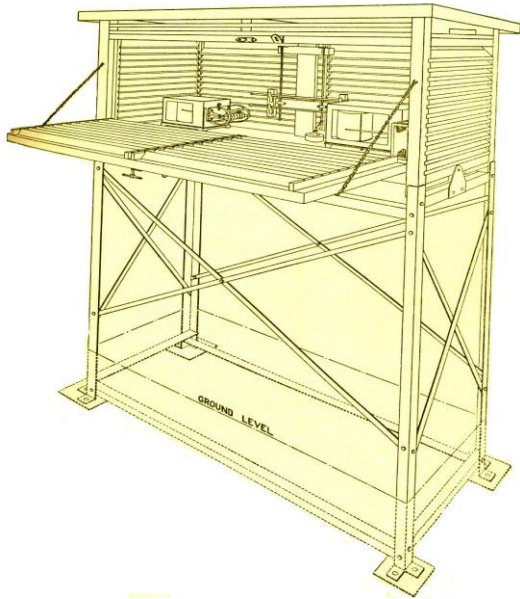
Τα μετεωρολογικά όργανα μέτρησης της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας, της βροχόπτωσης και της ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου ανήκουν είτε στο Τμήμα Μετεωρολογίας Κύπρου είτε αγοράστηκαν από το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου και βρίσκονται είτε μέσα σε άσπρου χρώματος ξύλινους Thomas Stevenson μετεωρολογικούς κλωβούς, σε ύψος 1.25 m πάνω από το έδαφος (περίπου 4 ft) που καλύπτεται από κοντό γρασίδι (“Observer’s Handbook”, 1956). – Σχήμα 2, είτε είναι αυτόματοι μετεωρολογικοί

σταθμοί. Η διάταξη των μετεωρολογικών σταθμών εξασφαλίζει ότι η το επίπεδο μετρήσεων είναι οριζόντιο, χωρίς απότομες αλλαγές στην κλίση του εδάφους σε κοντινές αποστάσεις, μακριά από δέντρα, κτίρια, τοίχους ή άλλα εμπόδια έτσι ώστε οι μετρήσεις να αντιπροσωπεύουν μια ευρύτερη περιοχή και να μην έχουν έτσι τοπικό χαρακτήρα (“Observer’s Handbook”, 1956). Οι ωριαίες μετρήσεις της σχετικής υγρασίας και της θερμοκρασίας εξασφαλίστηκαν είτε με τη βοήθεια του θερμοϋγρογράφου, μέσω της διαδικασίας της ψηφιοποίησης των γραφημάτων είτε μέσω των αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών. Ο ποιοτικός έλεγχος των μετρήσεων εξασφαλίζεται από την εφαρμογή του προτύπου ποιότητας ISO 9001:2008 (Τομέας Κλιματολογίας και Εφαρμογών Μετεωρολογίας-Τμήμα Μετεωρολογίας Κύπρου). Ποιοτικός έλεγχος των μετρήσεων γίνεται επίσης υπολογίζοντας τα εκατοστημόρια των μετρήσεων, έτσι ώστε να φανεί αν το εύρος των μετρήσεων βρίσκεται μέσα στα επιτρεπτά όρια των κλιματολογικών μέσων. Τα εκατοστημόρια (10%-100%) δείχνουν την τιμή εκείνη από την οποία το κάθε ποσοστό των μετρήσεων έχει τιμή μικρότερη από αυτήν, με ένα σχετικό παράδειγμα να φαίνεται στους Πίνακες 2 και 3.

| Station Nicosia | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| Percentiles | Hourly Temperature (°C) | Mean Daily Temperature (°C) | Mean Monthly Temperature (°C) | Daily Maximum Temperature (°C) | Daily Minimum Temperature (°C) | Daily Rainfall (mm) | Hourly RH (%) | Daily RH (%) | Monthly RH (%) | Monthly RH (%) |
| 10% | 8.8 | 10.0 | 10.4 | 15.2 | 5.5 | 0.0 | 30 | 43 | 50 | 50 |
| 20% | 11.4 | 11.9 | 11.7 | 17.6 | 7.4 | 0.0 | 40 | 50 | 54 | 54 |
| 30% | 13.7 | 13.6 | 13.3 | 19.8 | 9.1 | 0.0 | 49 | 56 | 56 | 56 |
| 40% | 16.1 | 16.0 | 16.1 | 22.7 | 11.1 | 0.0 | 57 | 59 | 59 | 59 |
| 50% | 18.8 | 19.0 | 19.0 | 26.3 | 13.6 | 0.0 | 65 | 63 | 61 | 61 |
| 60% | 21.5 | 22.2 | 21.9 | 30.0 | 16.5 | 0.0 | 72 | 67 | 65 | 65 |
| 70% | 24.1 | 25.0 | 25.3 | 33.0 | 18.9 | 0.0 | 78 | 70 | 67 | 67 |
| 80% | 26.7 | 27.2 | 26.6 | 35.3 | 21.0 | 0.0 | 84 | 74 | 71 | 71 |
| 90% | 31.1 | 29.0 | 28.8 | 37.5 | 22.9 | 1.4 | 90 | 79 | 75 | 75 |
| 100% | 43.9 | 34.8 | 30.5 | 44.9 | 29.7 | 86.0 | 100 | 96 | 85 | 85 |

| Station Athalassa | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| Percentiles | Hourly Temperature (°C) | Mean Daily Temperature (°C) | Mean Monthly Temperature (°C) | Daily Maximum Temperature (°C) | Daily Minimum Temperature (°C) | Daily Rainfall (mm) | Hourly RH (%) | Daily RH (%) | Monthly RH (%) | Monthly RH (%) |
| 10% | 8.2 | 9.7 | 10.2 | 15 | 5 | 0 | 31 | 41 | 41 | 41 |
| 20% | 11.0 | 11.6 | 11.3 | 18 | 7 | 0 | 41 | 49 | 49 | 49 |
| 30% | 13.5 | 13.3 | 13.1 | 20 | 8 | 0 | 49 | 58 | 58 | 58 |
| 40% | 16.0 | 15.7 | 15.9 | 23 | 10 | 0 | 58 | 67 | 67 | 67 |
| 50% | 18.6 | 18.9 | 19.1 | 26 | 13 | 0 | 67 | 75 | 75 | 75 |
| 60% | 21.5 | 22.1 | 21.9 | 30 | 16 | 0 | 75 | 82 | 82 | 82 |
| 70% | 24.0 | 24.9 | 25.1 | 33 | 18 | 0 | 82 | 87 | 87 | 87 |
| 80% | 26.8 | 27.0 | 26.7 | 35 | 20 | 0 | 87 | 92 | 92 | 92 |
| 90% | 31.0 | 28.8 | 28.7 | 37 | 22 | 1 | 92 | 93 | 93 | 93 |
| 100% | 44.7 | 36.4 | 31.1 | 44 | 30 | 93 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Πίνακες 2 & 3: Εκατοστημόρια σταθμού Λευκωσίας (640) και σταθμού Αθαλάσσης (666)



Σχήμα 2: Thomas Stevenson μετεωρολογικός κλωβός

Η Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου παρέχώρησε τα δεδομένα για το συνολικό πληθυσμό ανά Επαρχία σε ετήσια βάση για τις αστικές και αγροτικές περιοχές καθώς και τα δεδομένα όλων των απογραφών πληθυσμού που πραγματοποιήθηκαν στην Κύπρο.

Τα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διδακτορική διατριβή ήταν τα Microsoft Excel, Microsoft XLSTAT, IBM SPSS, ArcGIS, ACMANT2 και KeyTag Analyzer. Για την απόδειξη της στατιστικής σημαντικότητας της τάσης χρησιμοποιείται ο έλεγχος Mann-Kendall και έλεγχος Spearman. Ο έλεγχος Mann-Kendall υπολογίζει το συντελεστή t του Kendall και γενικά πλεονεκτεί σε σχέση με άλλους ελέγχους διότι ορίζει και τη χρονική περίοδο στην οποία η τάση ξεκινά να γίνεται στατιστικά σημαντική. (Η. Λιώκη-Λειβαδά, Δ. Ν. Ασημακόπουλος, 2002). Ο υπολογισμός της σημαντικότητας της τάσης από τον έλεγχο Mann-Kendall εξασφαλίζεται ακολουθώντας τον εξής αλγόριθμο, που προτείνουν στο βιβλίο τους η Η. Λειβαδά και ο Δ. Ασημακόπουλος:

- Δίπλα από κάθε μέτρηση x_i , υπολογίζεται η διάταξη της K_i (δηλαδή η κατά αύξουσα θέση της)
- Μετά για κάθε μέτρηση x_i , υπολογίζεται ο αριθμός των περιπτώσεων n_i που οι τιμές που προηγούνται της x_i είναι μικρότερες από αυτή
- Ακολούθως, υπολογίζεται ο συντελεστής t του Kendall μέσω της άθροισης των n_i περιπτώσεων. Υπολογίζονται επίσης η μέση τιμή t , η τυπική απόκλιση s_t και η τυποποιημένη ποσότητα $u(t)$ ως εξής:

$$t = \sum n_i$$

$$t_{\text{mean}} = N*(N-1)/4$$

$$S_t = \text{sqrt}[N*(N-1)*(2N+5)/72]$$

$$u_t = \text{abs}(t-t_{\text{mean}})/S_t$$

- Τίθεται η μηδενική υπόθεση $H_0: t = 0$ (δεν παρατηρείται τάση) έναντι της εναλλακτικής υπόθεσης $H_1: t \neq 0$ (παρατηρείται τάση), η οποία ελέγχεται στη στάθμη σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ σε δίπλευρο έλεγχο. Η στάθμη σημαντικότητας α σημαίνει ότι αφού οριστεί η μηδενική υπόθεση H_0 και ελεγχθεί, τότε η πιθανότητα να προκύψει σφάλμα τύπου I (δηλαδή να απορριφθεί ενώ είναι σωστή) ισούται με $\alpha\%$
- Από την τιμή της $u(t)$ και μέσω του Πινάκα εμβαδού της τυποποιημένης κανονικής κατανομής $N(0,1)$ από 0 ως Z , ορίζεται η πιθανότητα α' και υπολογίζεται η τιμή:

$$\alpha_1 = 2 \cdot (0.5 - \alpha')$$

- Αν $\alpha_1 > \alpha$, τότε γίνεται δεκτή η μηδενική υπόθεση, ενώ αν $\alpha_1 < \alpha$ τότε απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση

Στη συνέχεια, για να υπολογιστεί το έτος στο οποίο η τάση γίνεται σημαντική, ακολουθείται ο εξής αλγόριθμος:

- Ορίζονται για κάθε μια μέτρηση τα διαδοχικά αθροίσματα t_i (των n_i τιμών), η μέση τιμή t_i μέχρι τη δεδομένη στιγμή και η τιμή της τυποποιημένης ποσότητας $u(t_i)$.

- Σε δίπλευρο έλεγχο το όριο αποδοχής της μηδενικής υπόθεσης στη στάθμη σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ αντιστοιχεί στην τιμή $u(t) = \pm 1.96$, άρα η τάση γίνεται στατιστικά σημαντική από το έτος όπου $u(t_i) > 1.96$. Το πρόσημο των $u(t_i)$ δείχνει αν η τάση είναι αρνητική ή θετική.

Ο έλεγχος Spearman προτείνεται επίσης στο βιβλίο της η Η. Λειβαδά και του Δ. Ασημακόπουλου (Η. Λιώκη-Λειβαδά, Δ. Ν. Ασημακόπουλος, 2002) και περιγράφεται με τον εξής αλγόριθμο:

- Δίπλα από κάθε x_i τιμή, υπολογίζεται η θέση k_i (αύξουσα θέση).
- Υπολογίζεται ο r_s συντελεστής συσχέτισης χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$r_s = 1 - 6 * \{(\sum k_i - i)^2 / N * (N^2 - 1)\}$$

Βρέθηκε ότι ο συντελεστής συσχέτισης r_s ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση ίση με $1/\sqrt{N-1}$

- Ορίζεται η μηδενική υπόθεση $H_0: r_s = 0$ (όχι τάση) έναντι της εναλλακτικής υπόθεσης $H_1: r_s \neq 0$ (τάση) και καθορίζεται η στάθμη σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ σε δίπλευρο έλεγχο.
- Υπολογίζεται η κανονικοποιημένη ποσότητα $u(r_s)$ με βάση τον τύπο:

$$u(r_s) = \text{abs}(r_s) * \sqrt{N-1}$$

- Από τις τιμές $u(r_s)$ και μέσω του κανονικοποιημένου πίνακα κανονικής κατανομής, υπολογίζεται η πιθανότητα α' και στη συνέχεια υπολογίζεται η ποσότητα α_1 χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$\alpha_1 = 2 * (0.5 - \alpha')$$

όπου α' είναι η στάθμη σημαντικότητας της $u(r_s)$ τιμής.

- Αν $\alpha_1 > \alpha$, τότε η μηδενική υπόθεση H_0 γίνεται αποδεκτή ενώ αν $\alpha_1 < \alpha$ τότε η μηδενική υπόθεση H_0 απορρίπτεται.
- Αν η τάση υπολογισθεί ότι είναι στατιστικά σημαντική, τότε αν $r_s > 0$ η τάση είναι θετική ενώ αν $r_s < 0$ τότε η τάση είναι αρνητική.

Για την ομοιογενοποίηση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ACMANT2 (Domoncos, 2011). Σύμφωνα με τον Domoncos, 2011, το λογισμικό ACMANT2 συνιστάται

για δεδομένα θερμοκρασίας μέσων και μεγάλων γεωγραφικών πλατών. Η μέθοδος του ACMANT2 υιοθετεί την παραδοσιακή σύγκριση της χρονοσειράς του σταθμού που θα ομοιογενοποιηθεί με χρονοσειρές άλλων σταθμών αναφοράς (Domoncos, 2011) και υπολογίζει τους χωρικούς συντελεστές συσχέτισης. Σύμφωνα με τον Domoncos, 2011, η ελάχιστη τιμή του χωρικού συντελεστή συσχέτισης (και συνεπώς των κατάλληλων συντελεστών για να μπορεί να γίνει εφικτή η διαδικασία της ομοιογενοποίησης των μετρήσεων) είναι $r \geq 0.60$ για την περίπτωση που χρησιμοποιηθεί ο ελάχιστος αριθμός σταθμών αναφοράς, που είναι 3. Αυτή η απαίτηση του λογισμικού έχει εφαρμοσθεί στην παρούσα διατριβή, αφού για τη χρονοσειρά κάθε σταθμού που έτυχε ομοιογενοποίησης, χρησιμοποιήθηκαν άλλοι 3 σταθμοί αναφοράς (άρα η διαδικασία ομοιογενοποίησης αποτελείτο κάθε φορά από 4 σταθμούς συμπεριλαμβανομένου και του σταθμού που τύχαινε της διαδικασίας ομοιογενοποίησης). Μετά τη διαδικασία υπολογισμού των συντελεστών ομοιογενοποίησης, οι ημερήσιες τιμές μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας ομοιογενοποιήθηκαν κατάλληλα και παρουσιάζονται σε μετέπειτα κεφάλαιο της παρούσας διατριβής.

Ο σκοπός του πειραματικού κομματιού της διδακτορικής διατριβής ήταν η μελέτη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας στην Επαρχία της Λεμεσού για την περίοδο Ιούνιος 2014 μέχρι και Φεβρουάριος 2015. Για το σκοπό αυτό, σχεδιάστηκε ένα δίκτυο σταθμών που περιελάμβανε αρχικά 30 μετεωρολογικούς αισθητήρες μέτρησης της εξωτερικής θερμοκρασίας. Η διάταξη του δικτύου κάλυψε χωρικά όλη την αστική περιοχή της Λεμεσού και οι αισθητήρες τοποθετήθηκαν σε διάταξη 5 σειρών, που η κάθε σειρά περιελάμβανε 6 αισθητήρες. Η πρώτη σειρά κάλυψε όλο σχεδόν το παραλιακό μέτωπο της Λεμεσού και οι επόμενες 4 στήθηκαν με παράλληλο τρόπο προς αυτό το μέτωπο. Η τελευταία σειρά τοποθετήθηκε αρκετά μακριά από το παραλιακό μέτωπο, πάνω από τον αυτοκινητόδρομο που διασχίζει περιφερειακά την Επαρχία της Λεμεσού. Η ακριβής τοποθεσία και διάταξη των μετεωρολογικών αισθητήρων του τελικού δικτύου παρουσιάζεται στο Σχήμα 3. Ο ένας από τους αισθητήρες αποτελούσε το σταθμό αναφοράς (reference station) και ήταν ουσιαστικά ο αγροτικός σταθμός που τοποθετήθηκε έξω από τα αστικά όρια της Επαρχίας, σε περιοχή αραιοκατοικημένη, με απουσία μεγάλων οδικών αρτηριών και ψηλών κτιρίων. Με λίγα λόγια, ο σταθμός αναφοράς τοποθετήθηκε σε περιοχή με χαμηλό

συντελεστή δόμησης και κάλυψης. Οι σταθμοί που αφαιρέθηκαν από την ανάλυση ήταν ο σταθμός 7961 στο παραλιακό μέτωπο λόγω προβλήματος στις μετρήσεις του αισθητήρα θερμοκρασίας, ο σταθμός 7962 στο Λιμάνι Λεμεσού λόγω του ότι το όργανο έτυχε βανδαλισμού πολλές φορές, ο σταθμός 7964 στο Δημόσιο Κήπο λόγω του ότι σε κάποια χρονική στιγμή τοποθετήθηκε από το Δήμο Λεμεσού εξέδρα εκδηλώσεων, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται οι μετρήσεις του αισθητήρα, ο σταθμός 7947 λόγω λάθος στις μετρήσεις αφού αυτές επηρεάζονταν αρνητικά από το υψόμετρο της περιοχής και οι δύο σταθμοί που είχαν κλαπεί μόλις είχαν τοποθετηθεί. Τα χαρακτηριστικά των 24 μετεωρολογικών σταθμών του δικτύου που χρησιμοποιήθηκε τελικά παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 4.

| Station Number | Distance from Instalment (canyon, open space, other) the sea (m) | | If in canyon, give the h/w orientation to the sea (m) | | Material of pavement | Distance from buildings (m) | Local environment |
|----------------|--|------------|---|----------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| | 0 | Other | n/a | n/a | | | |
| 7939 | 0 | Open Space | n/a | n/a | No Pavement | 50 | Sea |
| 7940 | 375 | Open Space | n/a | n/a | Cement | 5 | Built Up Area with trees |
| 7941 | 2520 | Canyon | 20/15 | Vertical | Cement | 3 | Built Up Area |
| 7942 | 1620 | Open Space | n/a | n/a | Cement | 3 | Built Up Area |
| 7943 | 2970 | Open Space | n/a | n/a | Cement | 15 | Built Up Area/Empty Space |
| 7944 | 890 | Open Space | n/a | n/a | Cement | 18 | Built Up Area/Empty Space |
| 7945 | 2100 | Canyon | 20/12 | Vertical | Cement | 3 | Built Up Area |
| 7948 | 1745 | Open Space | n/a | n/a | Cement | 3 | Built Up Area/Empty Space |
| 7949 | 2435 | Open Space | n/a | n/a | No Pavement | 9 | Built Up Area/Empty Space |
| 7951 | 899 | Canyon | 20/10 | Vertical | Cement | 3 | Built Up Area with trees |
| 7952 | 1050 | Open Space | n/a | n/a | No pavement | 13 | Built Up Area with trees |
| 7953 | 1515 | Open Space | n/a | n/a | Cement | 5 | Built Up Area with trees |
| 7954 | 1165 | Canyon | 20/12 | Vertical | Cement | 10 | Built Up Area |
| 7955 | 51 | Open Space | n/a | n/a | No Pavement | 20 | Sea |
| 7956 | 1350 | Canyon | 20/8 | Oblique | Cement | 3 | Built Up Area |
| 7957 | 1830 | Canyon | 20/13 | Parallel | Cement | 3 | Built Up Area |
| 7958 | 4260 | Open Space | n/a | n/a | Cement | 7 | Built Up Area |
| 7959 | 5 | Open Space | n/a | n/a | Cement | 15 | Sea |
| 7960 | 4650 | Canyon | 3/20 | Vertical | No Pavement | 16 | Green/Above River |
| 7963 | 2820 | Open Space | n/a | n/a | Cement | 11 | Built Up Area |
| 7965 | 3443 | Open Space | n/a | n/a | Cement | 3 | Built Up Area |
| 7966 | 152 | Canyon | 8/8 | Vertical | Cement | 3 | Built Up Area |
| 7967 | 3260 | Canyon | 20/12 | Vertical | Cement | 3 | Built Up Area |
| 7968-Reference | 7430 | Open Space | n/a | n/a | No Pavement | 5 | Built Up Area/Empty Space with Trees |

Πίνακας 4: Χαρακτηριστικά του τελικού δικτύου μετεωρολογικών σταθμών



Σχήμα 3: Τοποθεσία και διάταξη τελικού δικτύου σταθμών

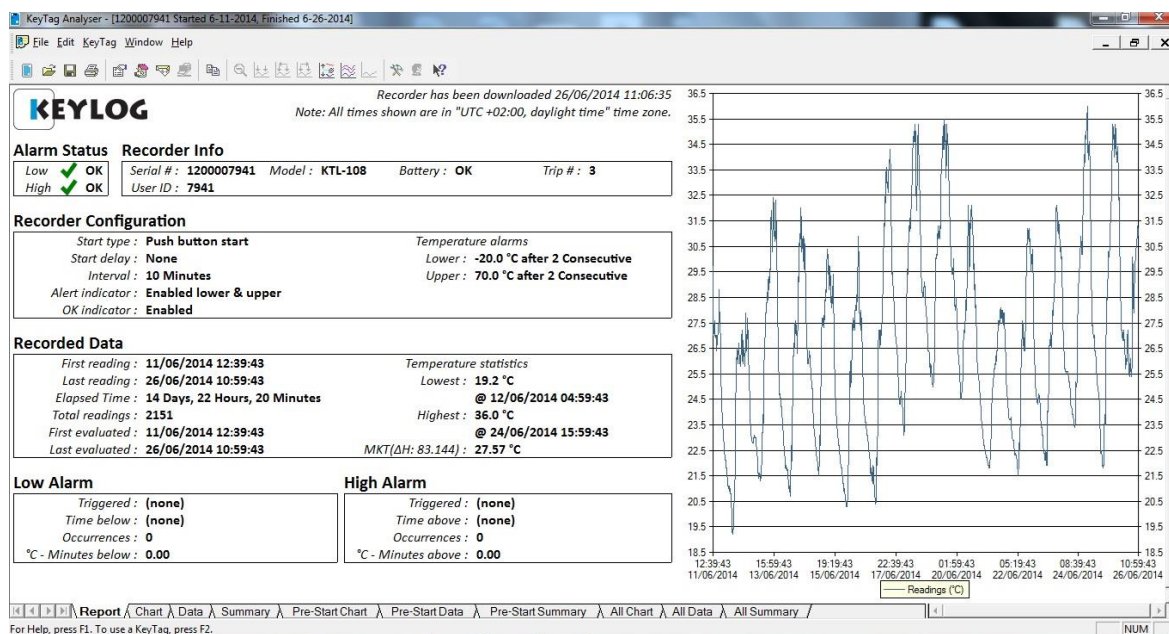
Οι μετεωρολογικοί αισθητήρες αγοράστηκαν από το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου και η εταιρεία που τα προμήθευσε τελικά ήταν η εταιρεία “Επιστημονικές Επιχειρήσεις ΕΠΕ”. Οι αισθητήρες ήταν τοποθετημένοι μέσα σε μετεωρολογικούς κλωβούς διαστάσεων 23 cm * 23 cm * 23 cm, σε βάση ύψους 1.70 m, στερεωμένα σε χωμάτινη επιφάνεια (Σχήμα 4). Οι αισθητήρες που αγοράστηκαν, με κωδικό KeyTag KTL-108 (Σχήμα 5), είχαν εύρος μέτρησης εξωτερικής θερμοκρασίας - 40 °C ~ + 85 °C, ακρίβεια ± 0.5 °C για το εύρος μετρήσεων - 20 °C ~ + 40 °C και καλύτερη από ± 0.7 °C για εύρος μετρήσεων + 40 °C ~ + 60 °C. Η ακρίβεια των αισθητήρων ήταν < 0.1 °C για εύρος μετρήσεων - 40 °C ~ + 40 °C και < 0.2 °C για εύρος μετρήσεων + 40 °C ~ + 80 °C. Οι μετρήσεις καταγράφονταν κάθε 10 λεπτά και μπορούσαν να αποθηκευτούν στον ίδιο τον αισθητήρα (data logger) για διάρκεια μέχρι και 55 ημέρες (8000 μετρήσεις). Ο κάθε αισθητήρας θερμοκρασίας ενωνόταν με υποδοχή διεπαφής (interface cradle slot) και οι μετρήσεις αποθηκεύονταν και αναλύονταν στον υπολογιστή μέσω του λογισμικού KeyTag Analyzer (Σχήμα 6).



Σχήμα 4: Μετεωρολογικός κλωβός



Σχήμα 5: Αισθητήρας μέτρησης εξωτερικής θερμοκρασίας



Σχήμα 6: Λογισμικό KeyTag Analyzer

Η χρονοσειρά των δεκάλεπτων μετρήσεων ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου καθώς και η αντίστοιχη χρονοσειρά της σχετικής υγρασίας για την Επαρχία της Λεμεσού

προμηθεύτηκαν από το Τμήμα Μετεωρολογίας και οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο Νέο Λιμάνι Λεμεσού, αρ. σταθμού 1388.

Κάθε περίπτωση από τους 24 σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν τελικά αποτέλεσε μια ξεχωριστή περίπτωση ανάλυσης και σχολιασμού. Για κάθε ένα από τους σταθμούς δημιουργήθηκε το γράφημα της θερμοκρασίας για όλη την περίοδο αναφοράς για να διαφανεί η διακύμανση της θερμοκρασίας. Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν για κάθε δεκάλεπτο οι θερμοκρασιακές διαφορές του κάθε σταθμού από το σταθμό αναφοράς, από τις οποίες δημιουργήθηκαν τα γραφήματα, υπολογίστηκαν διάφορες στατιστικές παράμετροι και δημιουργήθηκαν τα ιστογράμματα κατανομής των συχνοτήτων.

Επειδή η πόλη της Λεμεσού είναι μια παραλιακή πόλη, μια δεύτερη παράμετρος προς μελέτη αποτέλεσε το φαινόμενο της θαλάσσιας αύρας και πιο συγκεκριμένα η επίδραση της στο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Για το λόγο αυτό, τα δεδομένα που αναλύθηκαν χωρίστηκαν σε τρεις υποκατηγορίες: σε όλες τις μετρήσεις (ολόκληρη η περίοδος και όλες οι διευθύνσεις ανέμου), στις περιπτώσεις όπου επικρατούν συνθήκες θαλάσσιας αύρας (περίοδος Ιουνίου-Οκτωβρίου και διευθύνσεις ανέμου από 210 μοίρες μέχρι και 300 μοίρες, δηλαδή από Νοτιοδυτικούς μέχρι και Βορειοδυτικούς ανέμους) και για στις περιπτώσεις που δεν επικρατούν συνθήκες θαλάσσιας αύρας (περίοδος Ιουνίου-Οκτωβρίου για σκοπούς σύγκρισης και διευθύνσεις ανέμου εκτός από το διάστημα 210-300 μοίρες).

Για κάθε μία από τις τρεις περιπτώσεις, χρησιμοποιήθηκε το Spearman test και υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης της διαφοράς θερμοκρασίας με την ταχύτητα του ανέμου, τη διεύθυνση του ανέμου και με τη σχετική υγρασία καθώς και η στατιστική σημαντικότητα τους. Δηλαδή, μελετήθηκε η επίδραση της διεύθυνσης του ανέμου, της ταχύτητας του ανέμου και της σχετικής υγρασίας πάνω στη θερμοκρασιακή διαφορά του σταθμού υπό μελέτη σε σχέση με το σταθμό αναφοράς. Στις περιπτώσεις που ο συντελεστής συσχέτισης του Spearman άνηκε στην κατηγορία “πολύ ασθενής συσχέτιση” (Πίνακας 5) αυτές δεν αναλύθηκαν.

| Συντελεστής Συσχέτισης Spearman rho | Περιγραφή Συσχέτισης |
|-------------------------------------|----------------------|
| 0.00 - 0.19 | Πολύ Ασθενής |
| 0.20 - 0.39 | Ασθενής |
| 0.40 - 0.59 | Μέτρια |
| 0.60 - 0.79 | Ισχυρή |
| 0.80 - 1.00 | Πολύ Ισχυρή |

Πίνακας 5: Τιμές συντελεστή συσχέτισης Spearman rho

Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν τα θηκογράμματα (boxplots) της διαφοράς θερμοκρασίας για τις τρεις περιπτώσεις ξεχωριστά. Τα θηκογράμματα βασίζονται στη σύνοψη 5 αριθμών – ελάχιστη τιμή, μέγιστη τιμή, Q_1 , Q_2 διάμεσος τιμή και Q_3 - και συνοψίζουν βασικά περιγραφικά μέτρα, όπως είναι η διάμεσος, τα τεταρτημόρια, το ενδοτεταρτημοριακό εύρος $IQR = Q_3 - Q_1$ και τις ακραίες τιμές (outliers). Εάν μια ακραία τιμή βρίσκεται μακριά από το Q_3 ή Q_1 κατά τιμή μεταξύ $1.5 * (Q_3 - Q_1)$ και $3 * (Q_3 - Q_1)$, τότε η ακραία αυτή τιμή συμβολίζεται με ένα μικρό κύκλο, ενώ εάν βρίσκεται μακριά από το Q_3 ή Q_1 κατά τιμή μεγαλύτερη από $3 * (Q_3 - Q_1)$, τότε συμβολίζεται με ένα μικρό αστερίσκο. Σε κάθε περίπτωση, οι ακραίες τιμές είτε αποτελούν σφάλμα στη μέτρηση είτε αποτελούν χρήσιμη πληροφορία και πρέπει να ελέγχονται. Για τη δημιουργία των θηκογραμμάτων της διαφοράς θερμοκρασίας, τα δεδομένα ταχύτητας ανέμου, διεύθυνσης ανέμου και σχετικής υγρασίας χωρίσθηκαν σε κατηγορίες, όπως φαίνεται στον Πίνακα 6.

| <u>Αριθμός Κατηγορίας</u> | <u>Ταχύτητα Ανέμου (m/s)</u> | <u>Διεύθυνση Ανέμου (deg.)</u> | <u>Σχετική Υγρασία (%)</u> |
|---------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.00 - 0.40 | 0 - 30 | 0 - 10 |
| 2 | 0.41 - 0.80 | 31 - 60 | 11 - 20 |
| 3 | 0.81 - 1.20 | 61 - 90 | 21 - 30 |
| 4 | 1.21 - 1.60 | 91 - 120 | 31 - 40 |
| 5 | 1.61 - 2.00 | 121 - 150 | 41 - 50 |
| 6 | 2.01 - 2.40 | 151 - 180 | 51 - 60 |
| 7 | 2.41 - 2.80 | 181 - 210 | 61 - 70 |
| 8 | 2.81 - 3.20 | 211 - 240 | 71 - 80 |
| 9 | 3.21 - 3.60 | 241 - 270 | 81 - 90 |
| 10 | 3.61 - 4.00 | 271 - 300 | 91 - 100 |
| 11 | 4.01 - 4.40 | 301 - 330 | n/a |
| 12 | 4.41 - 4.80 | 331 - 360 | n/a |
| 13 | 4.81 - 5.20 | n/a | n/a |
| 14 | 5.21 - 5.60 | n/a | n/a |
| 15 | 5.61 - 6.00 | n/a | n/a |
| 16 | 6.01 - 6.40 | n/a | n/a |
| 17 | 6.41 - 6.80 | n/a | n/a |
| 18 | 6.81 - 7.20 | n/a | n/a |
| 19 | 7.21 - 7.60 | n/a | n/a |
| 20 | 7.61 - 8.00 | n/a | n/a |
| 21 | 8.01 - 8.40 | n/a | n/a |
| 22 | 8.41 - 8.80 | n/a | n/a |
| 23 | 8.81 - 9.20 | n/a | n/a |
| 24 | 9.21 - 9.60 | n/a | n/a |
| 25 | 9.61 - 10.00 | n/a | n/a |
| 26 | 10.01 - 10.40 | n/a | n/a |
| 27 | 10.41 - 10.80 | n/a | n/a |
| 28 | 10.81 - 11.20 | n/a | n/a |
| 29 | 11.21 - 11.60 | n/a | n/a |
| 30 | 11.61 - 12.00 | n/a | n/a |
| 31 | 12.01 - 12.40 | n/a | n/a |
| 32 | 12.41 - 12.80 | n/a | n/a |
| 33 | 12.81 - 13.20 | n/a | n/a |
| 34 | 13.21 - 13.60 | n/a | n/a |
| 35 | 13.61 - 14.00 | n/a | n/a |

Πίνακας 6: Κατηγορίες ταχύτητας ανέμου, διεύθυνσης ανέμου και σχετικής υγρασίας. n/a: δεν εφαρμόζεται

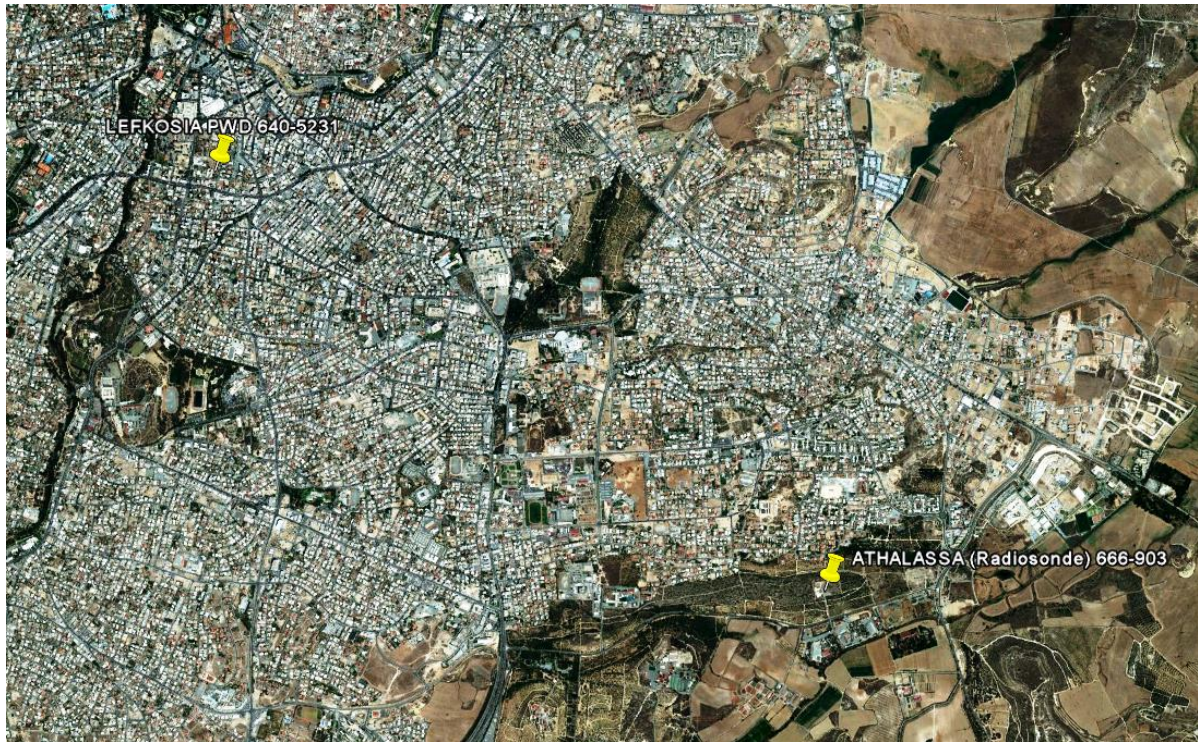
Από τα θηκογράμματα της διαφοράς θερμοκρασίας εξήχθησαν οι διάμεσες τιμές, από τις οποίες παράχθησαν νέα γραφήματα για να φανεί πιο καθαρά η διαφορά θερμοκρασίας σε

σχέση με τις διάφορες κατηγορίες ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου καθώς και της σχετικής υγρασίας. Τέλος, υπολογίστηκε η διαφορά θερμοκρασίας για τις περιπτώσεις ημέρας και νύχτας καθώς και καλοκαιριού και χειμώνα.

ΜΕΡΟΣ Β**6. ΤΟΠΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΛΕΥΚΩΣΙΑ****6.1. Κλιματικές αλλαγές στη Λευκωσία**

Η επαρχία της Λευκωσίας διαθέτει τις μεγαλύτερες χρονοσειρές δεδομένων, πάνω σε κοινή βάση για όλες τις κλιματικές παραμέτρους (από 1983 μέχρι και σήμερα). Για αυτό το σκοπό, κρίθηκε σκόπιμο να πραγματοποιηθεί η ανάλυση πρώτα για τη Λευκωσία και μετά κατά ανάλογο τρόπο για τις υπόλοιπες επαρχίες. Ο αστικός σταθμός της Λευκωσίας (αρ. σταθμού 640) που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση βρίσκεται στο κέντρο της πόλης, πίσω από το κτίριο της ΠΑΣΥΔΥ και χαρακτηρίζεται από την πυκνή δόμηση που τον περιβάλλει καθώς επίσης και για τις μεγάλες και πολυσύχναστες αστικές αρτηρίες που τον περιτριγυρίζουν. Ο αστικός σταθμός της Λευκωσίας είναι ένας από τους παλαιότερους σταθμούς που διαθέτει το Τμήμα Μετεωρολογίας, με δεδομένα που γυρνούν πίσω στο 1890 μέχρι και σήμερα. Ο αγροτικός σταθμός της Λευκωσίας (Αθαλάσσα-αρ. σταθμού 666), που αποτελεί και το μοναδικό σταθμό μετρήσεων ανώτερης ατμόσφαιρας που διαθέτει το Τμήμα Μετεωρολογίας, βρίσκεται δίπλα από το πάρκο της Αθαλάσσας. Ο σταθμός λειτούργησε για πρώτη φορά το 1983 και από τότε και μέχρι σήμερα, ο σταθμός είναι μόνιμα στελεχωμένος. Χαρακτηριστικό του είναι το σχεδόν ανεπηρέαστο του περιβάλλον (με εξαίρεση τα τελευταία χρόνια όπου παρατηρείται μια αστικοποίηση στις περιοχές που γειτνιάζουν με το πάρκο) και ο ένας και μοναδικός δρόμος που περνά σε σχετικά μικρή απόσταση από κοντά του. Η επιλογή των σταθμών έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αμελητέες οι διαφορές τους σχετικά με το επίπεδο τους από το μέσο επίπεδο θάλασσας (162 m για τον αγροτικό σταθμό και 160m για τον αστικό σταθμό), τη μορφολογία του εδάφους τους και τον προσανατολισμό τους. Ο συγκεκριμένος αστικός σταθμός επιλέγηκε με στόχο να καλύπτει μια πλειάδα από περιοχές, όπως είναι το κέντρο της πόλης, περιοχές με πυκνή δόμηση και μεγάλες οδικές αρτηρίες με ψηλά κτίρια ενώ ο συγκεκριμένος αγροτικός σταθμός βρίσκεται σε μια περιοχή έξω από την πόλη και πληροί τα κριτήρια που έθεσαν οι Kolokotsa et. al., 2009 για αυτού του είδους τους σταθμούς: σταθμοί που μετρούν έξω από τις πόλεις, πάνω σε μικρούς λόφους ή μικρές κοιλάδες με μικρή πυκνότητα δόμησης. Η Επαρχία της Λευκωσίας είναι χωρικά σχετικά μια μικρή Επαρχία (σε σχέση με τα παγκόσμια πρότυπα), οπότε η επιλογή

μόνο δύο σταθμών θεωρήθηκε ικανοποιητική για εντοπισμό του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Η τοποθεσία των σταθμών φαίνεται αναλυτικά στο Σχήμα 7.



Σχήμα 7: Αστικός και αγροτικός σταθμός στη Λευκωσία

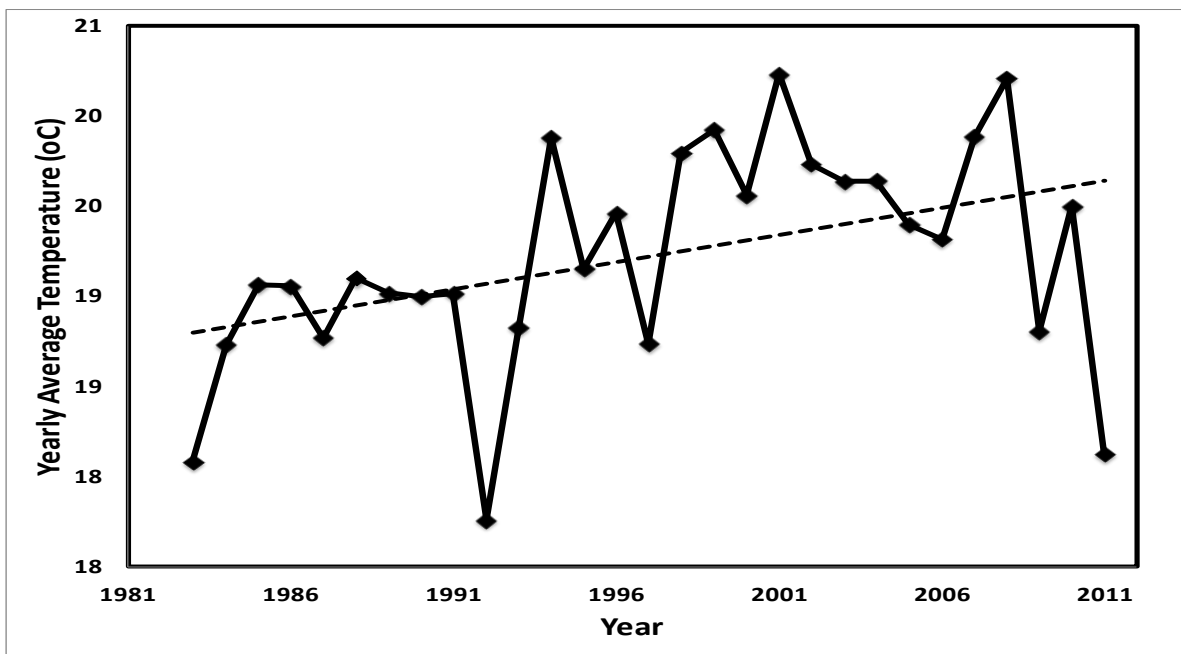
Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για την περίοδο 1983-2011 για τον αστικό και αγροτικό σταθμό μαζί με τις τυπικές τους αποκλίσεις, παρουσιάζονται στον Πίνακα 7, όπου σε γενικές γραμμές οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες δείχνουν να είναι υψηλότερες στον αστικό σταθμό απ'ότι στον αγροτικό σταθμό.

| Month | Station Athalassa - 666 | | Station Nicosia - 640 | |
|-----------|-------------------------|------|-----------------------|------|
| | Mean T (°C) | S.D | Mean T (°C) | S.D |
| January | 9.8 | 1.22 | 10.2 | 1.19 |
| February | 10.1 | 1.27 | 10.3 | 1.33 |
| March | 12.6 | 1.62 | 12.9 | 1.54 |
| April | 16.8 | 1.37 | 17.2 | 1.36 |
| May | 21.6 | 1.16 | 21.9 | 1.19 |
| June | 26.2 | 0.97 | 26.3 | 0.96 |
| July | 28.9 | 1.01 | 29.1 | 0.91 |
| August | 28.7 | 0.93 | 28.9 | 0.93 |
| September | 25.6 | 0.74 | 25.7 | 0.69 |
| October | 21.1 | 1.20 | 21.2 | 1.19 |
| November | 15.4 | 1.54 | 15.5 | 1.42 |
| December | 11.4 | 1.32 | 11.8 | 1.23 |

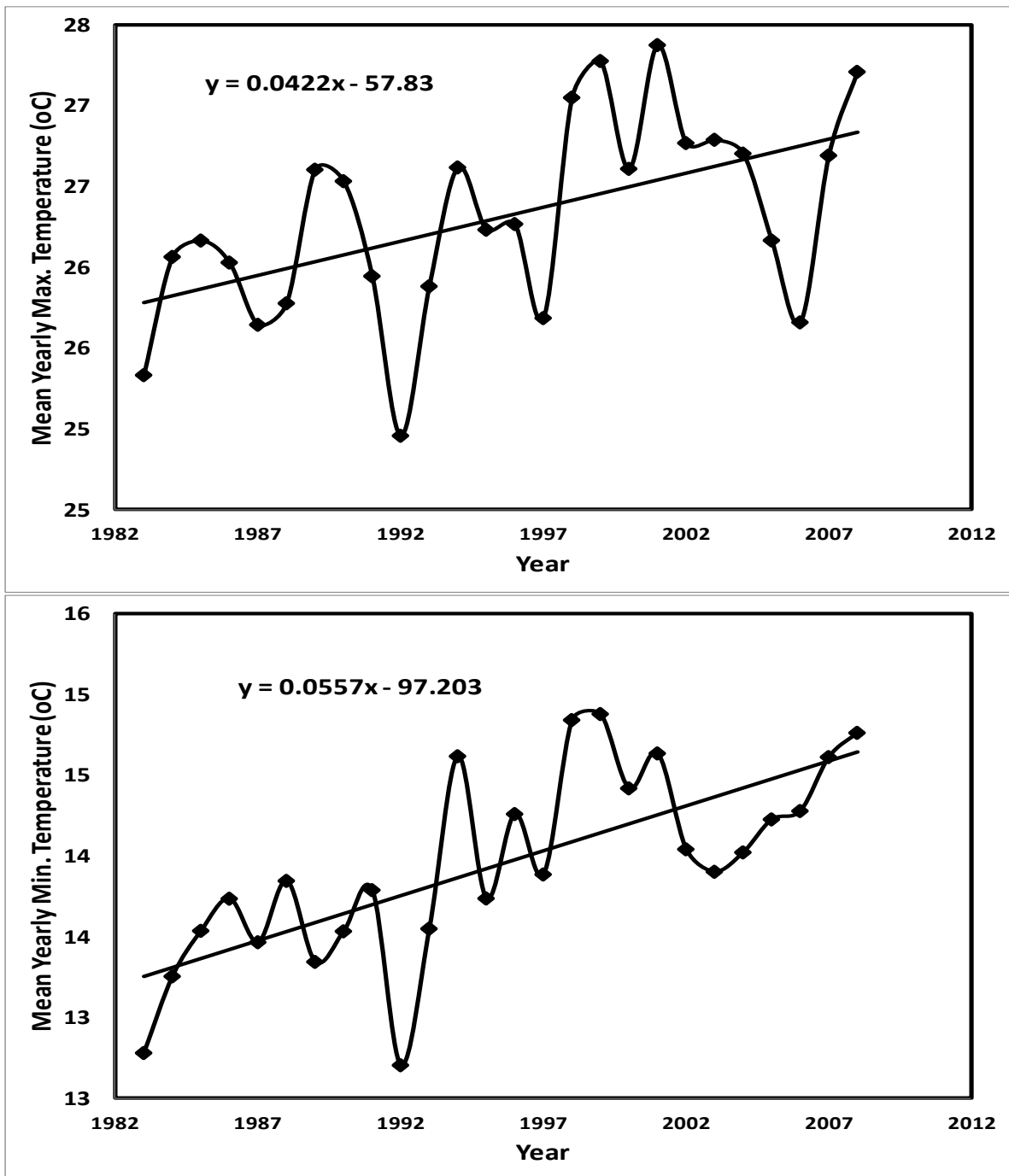
Πίνακας 7: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες και τυπικές αποκλίσεις S.D.

Έχει βρεθεί ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία στον αστικό σταθμό της Λευκωσίας (640) παρουσιάζει μια θετική τάση για την περίοδο 1983-2011. Ορίζεται η στάθμη σημαντικότητας ως $\alpha = 0.05$ και σε δίπλευρο έλεγχο της μεθόδου ελέγχου Mann-Kendall βρέθηκε ότι αυτή η θετική τάση είναι στατιστικά σημαντική (p value 0.0164) (Σχήμα 8). Το σημαντικό είναι ότι η τάση αυτή, εφαρμόζοντας και πάλι την μέθοδο Mann-Kendall, ξεκινά να είναι στατιστικά σημαντική από το έτος 1999 μέχρι και σήμερα, γεγονός που υποδηλώνει ότι η αλλαγή στη μέση ετήσια θερμοκρασία έγινε την τελευταία σχεδόν δεκαετία. Σημαντική παρατήρηση αποτελεί και η χαμηλή μέση ετήσια θερμοκρασία του 1992 των 17.8 °C, που αποτελεί και τη μικρότερη της περιόδου 1983-2011. Σημαντικά αποτέλεσμα της ανάλυσης είναι και το γεγονός ότι εκτός από τις μεταβολές της μέσης θερμοκρασίας, μεταβολές παρατηρούνται και στις μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες στην περίοδο που μελετάται. Οι μεταβολές της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας αποτελούν σημαντικότερο αποτέλεσμα παρά τις μεταβολές της μέσης τιμής, διότι οι ακραίες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των κλιματικών αλλαγών και είναι αυτές που επιφέρουν και τις δυσμενέστερες επιπτώσεις. Στον αστικό σταθμό της Λευκωσίας, η μεταβολή στην ελάχιστη θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από αυτή της μέγιστης θερμοκρασίας, αφού οι κλίσεις των ευθειών που προκύπτουν από τη χρήση της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων είναι 0.0557 για την ελάχιστη θερμοκρασία και 0.0422 για τη μέγιστη. Και οι δύο τάσεις είναι θετικές και

στατιστικά σημαντικές (p value 0.0058 για τη μέγιστη και < 0.0001 για την ελάχιστη) στη στάθμη σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ με την τάση στη μέγιστη θερμοκρασία να ξεκινά να γίνεται στατιστικά σημαντική από το 2000 μέχρι σήμερα ενώ η τάση στην ελάχιστη από το 1996. Συμπερασματικά, βιώνουμε πιο θερμές νύχτες από το 1996 μέχρι σήμερα και ταυτόχρονα πιο θερμές ημέρες από το 2000 μέχρι σήμερα, με την αύξηση της ελάχιστης θερμοκρασίας να είναι μεγαλύτερη από την αύξηση της μέγιστης θερμοκρασίας (Σχήματα 9 και 10). Όσον αφορά τη βροχόπτωση στον αστικό σταθμό, η ολική ετήσια βροχόπτωσης υπολογίστηκε ότι παρουσιάζει μια τάση, χωρίς όμως αυτή να είναι στατιστικά σημαντική.



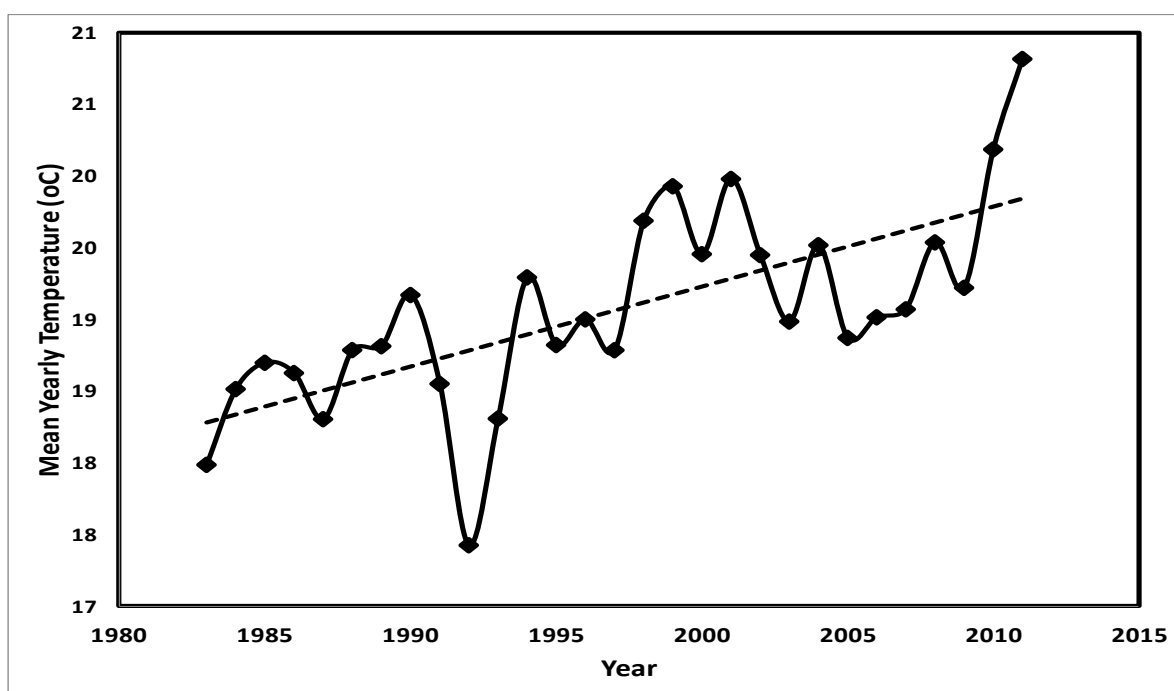
Σχήμα 8: Μέση ετήσια θερμοκρασία στον αστικό σταθμό της Λευκωσίας, αρ. 640



Σχήματα 9 & 10: Μέσες ετήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες για τον αστικό σταθμό Λευκωσίας (640)

Η ανάλυση του αγροτικού σταθμού της Λευκωσίας στην Αθαλάσσα, δείχνει ότι υπάρχει μια θετική τάση όσον αφορά τη μέση ετήσια θερμοκρασία, για την περίοδο 1983-2011 σε αντιστοιχία με τον αστικό σταθμό της Λευκωσίας. Η τάση είναι στατιστικά σημαντική (p-

value < 0.0001) και η σημαντικότητα εμφανίζεται από το 1998 και μετά (Σχήμα 11). Από το Σχήμα 11, φαίνεται επίσης ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία παρουσιάζει μια διακύμανση με μέγιστες και ελάχιστες τιμές, με αξιοσημείωτο το ελάχιστο του 1992 (17.4 °C) που είναι και η μικρότερη τιμή για την περίοδο 1983-2011 και παρουσιάζεται επίσης και στον αστικό σταθμό της Λευκωσίας, αρ. 640. Παρατηρούμε επίσης ότι το 2011, η μέση ετήσια θερμοκρασία των 20.8 °C είναι η υψηλότερη της περιόδου 1983-2011. Όσον αφορά στην ολική ετήσια βροχόπτωση στον αγροτικό σταθμό, η ετήσια ανάλυση των δεδομένων δείχνει μια τάση, που όμως και εδώ δεν είναι στατιστικά σημαντική.

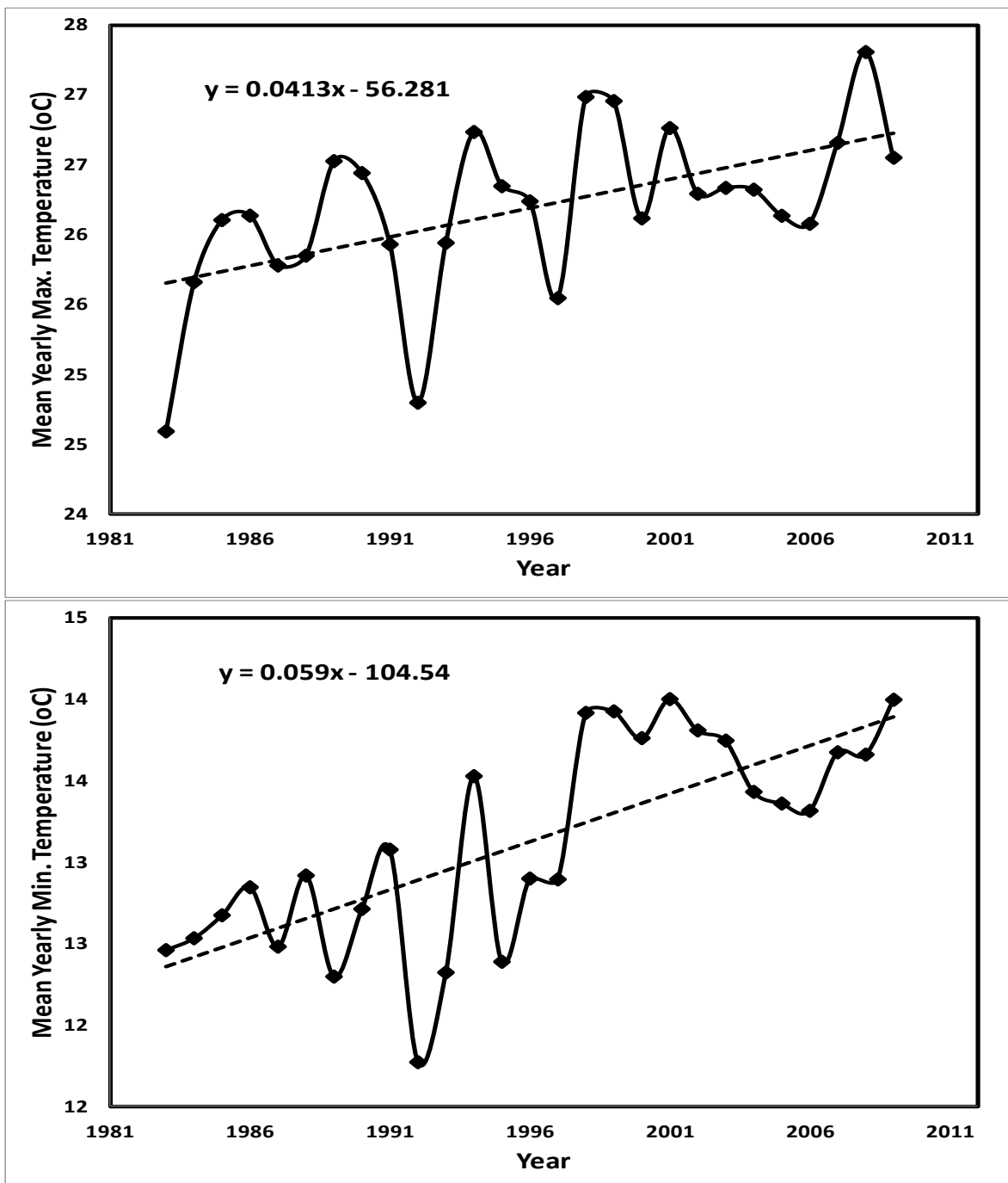


Σχήμα 11: Μέση ετήσια θερμοκρασία στον αγροτικό σταθμό της Λευκωσίας, Αθαλάσσα, αρ.

666

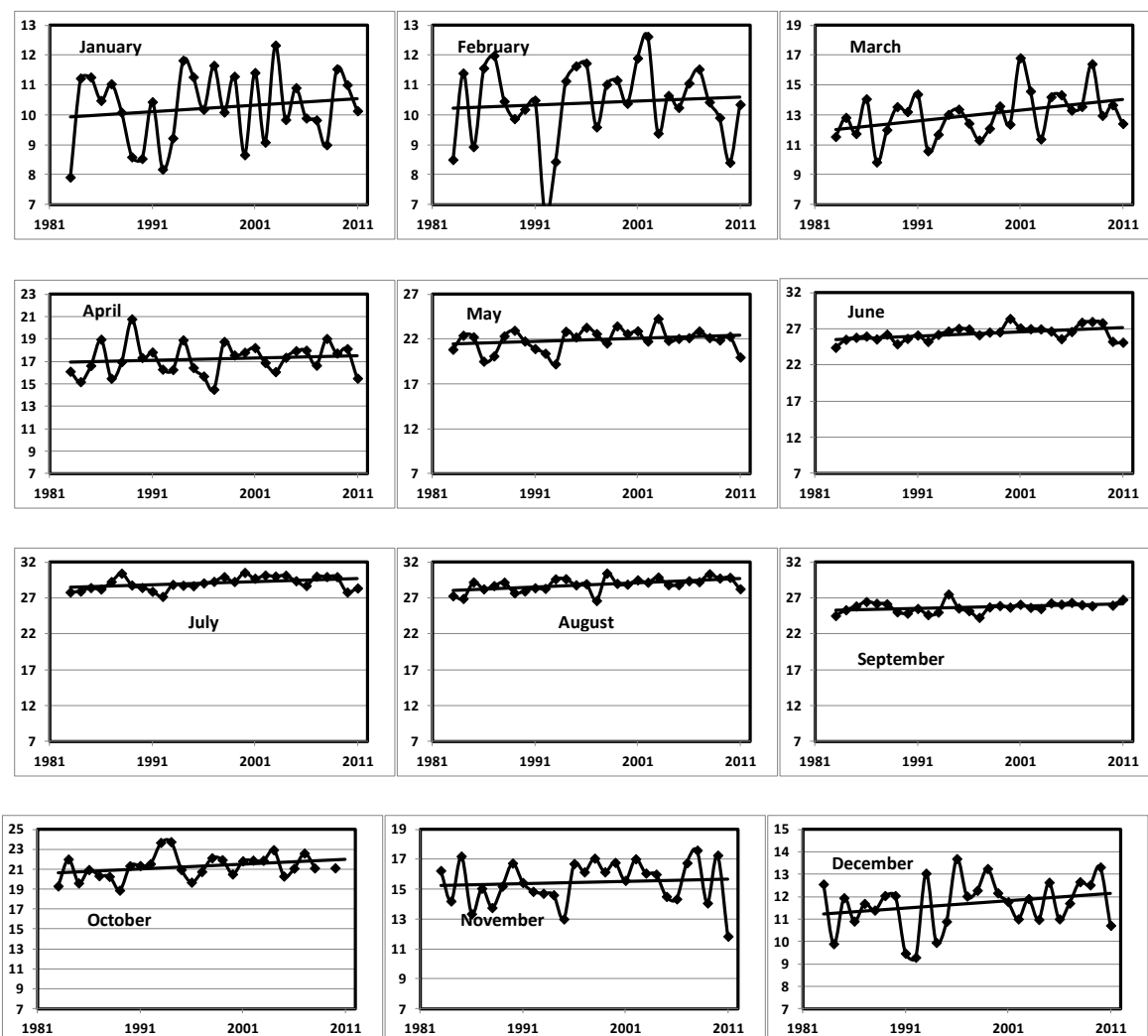
Στον αγροτικό σταθμό της Λευκωσίας, η μεταβολή στην ελάχιστη θερμοκρασία είναι και πάλι πιο απότομη από αυτή της μέγιστης θερμοκρασίας, αφού οι κλίσεις των ευθειών που προκύπτουν από τη χρήση της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων είναι 0.059 για την ελάχιστη θερμοκρασία και 0.0413 για τη μέγιστη. Άρα, βιώνουμε πιο θερμές νύχτες παρά πιο θερμές ημέρες (Σχήματα 12 και 13). Και οι δύο τάσεις είναι θετικές και στατιστικά

σημαντικές (p value 0.0064 για τη μέγιστη και 0.0006 για την ελάχιστη) στη στάθμη σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ με την τάση στη μέγιστη θερμοκρασία να ξεκινά να γίνεται στατιστικά σημαντική από το 2007 μέχρι σήμερα ενώ η τάση στην ελάχιστη από το 1999.



Σχήμα 12 & 13: Μέσες ετήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες για τον αγροτικό σταθμό της Λευκωσίας, Αθαλάσσα αρ. 666

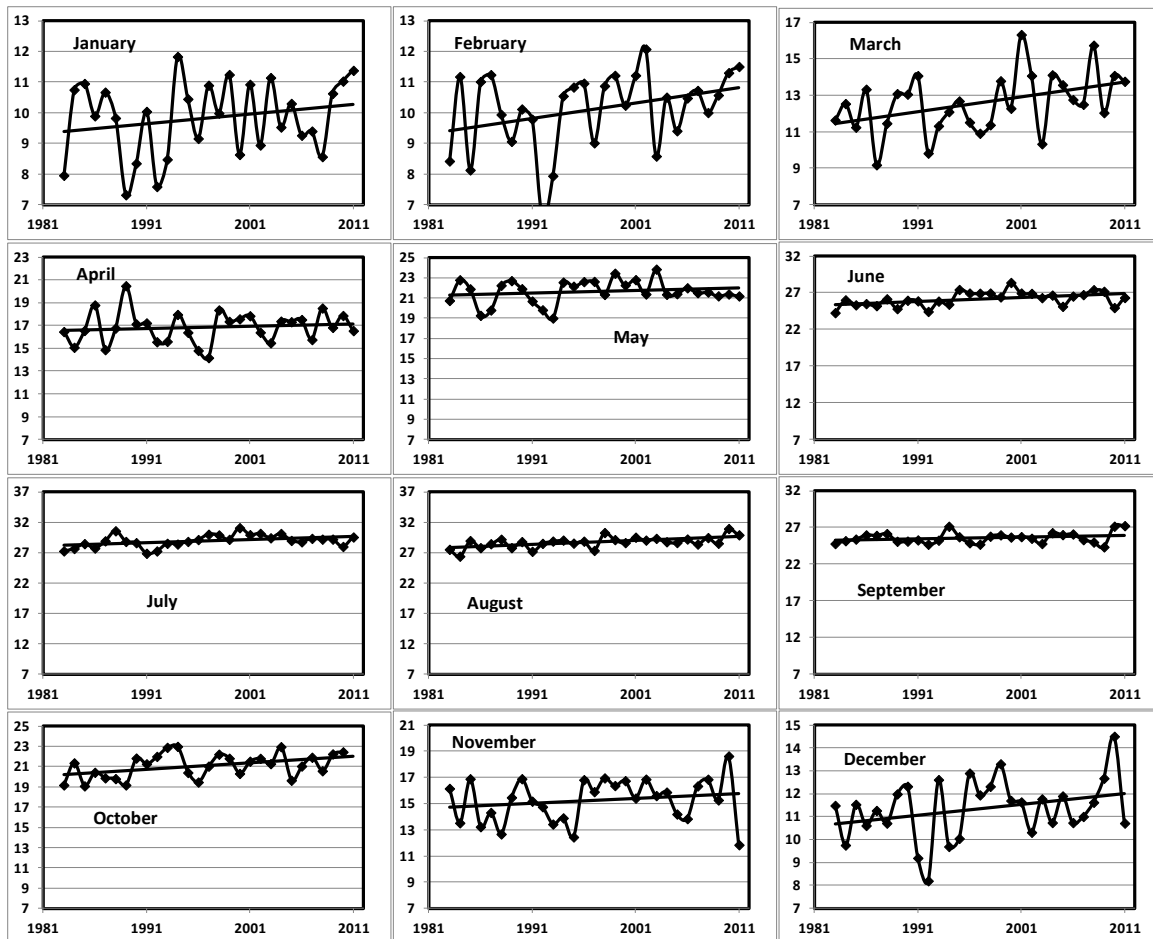
Αναλύοντας τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για κάθε μήνα ξεχωριστά, υπολογίζεται η τάση της θερμοκρασίας και η στατιστική σημαντικότητα της για κάθε ένα μήνα, για την περίοδο 1983-2011. Στο Σχήμα 14 φαίνεται η τάση για κάθε μήνα για τον αστικό σταθμό της Λευκωσίας ενώ στο Σχήμα 15 φαίνονται οι αντίστοιχες τάσεις για τον αγροτικό σταθμό της Λευκωσίας, Αθαλάσσα.



Σχήμα 14: Μέση θερμοκρασία ανά μήνα στον αστικό σταθμό της Λευκωσίας, αρ. 640

Τα αποτελέσματα για τον αστικό σταθμό δείχνουν ότι όλοι οι μήνες έχουν μια θετική τάση ως προς τη θερμοκρασία για την περίοδο 1983-2011, αλλά στατιστικά σημαντική τάση έχουν ο Μάρτιος, οι καλοκαιρινοί μήνες Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος καθώς επίσης και ο

Σεπτέμβριος. Όσον αφορά στη βροχόπτωση, από την ανάλυση της ολικής ετήσιας βροχόπτωσης για την περίοδο 1983-2011, φαίνεται ότι υπάρχει μια τάση χωρίς όμως αυτή να είναι στατιστικά σημαντική. Για τον αγροτικό σταθμό Αθαλάσσας, η ανάλυση των μέσων θερμοκρασιών για κάθε μήνα στην περίοδο 1983-2011, δείχνει ότι για όλους τους μήνες υπάρχει θετική τάση όμως στατιστικά σημαντική είναι μόνο η θετική τάση των μηνών Μαρτίου και των καλοκαιρινών μηνών Ιουνίου, Ιουλίου και Αυγούστου, σε αντίθεση με τον αστικό σταθμό 640 που παρουσιάζει θετική τάση επιπλέον και για το Σεπτέμβριο. Οι στατιστικές παράμετροι Mann-Kendal παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 8.



Σχήμα 15: Μέση θερμοκρασία ανά μήνα στον αγροτικό σταθμό της Λευκωσίας, Αθαλάσσα

| Statistical Parameters / Month | January | February | March | April | May | June | July | August | September | October | November | December |
|---------------------------------|---------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| Kendall t | 234 | 249 | 259 | 229 | 208 | 266 | 271 | 281 | 237 | 221 | 225 | 239 |
| tmean | 203 | 203 | 203 | 203 | 203 | 203 | 203 | 203 | 189 | 175.5 | 203 | 203 |
| S _t | 26.655 | 26.655 | 26.66 | 26.66 | 26.66 | 26.66 | 26.66 | 26.655 | 25.3081 | 23.984 | 26.655 | 26.655 |
| u(t) | 1.163 | 1.7257 | 2.101 | 0.975 | 0.188 | 2.364 | 2.551 | 2.9263 | 1.89663 | 1.8971 | 0.8254 | 1.3506 |
| a' | 0.377 | 0.4582 | 0.482 | 0.337 | 0.075 | 0.491 | 0.495 | 0.4983 | 0.4706 | 0.4706 | 0.2967 | 0.4115 |
| (p-value) | 0.246 | 0.0836 | 0.036 | 0.327 | 0.849 | 0.018 | 0.011 | 0.0034 | 0.0588 | 0.0588 | 0.4066 | 0.177 |
| Statistically Significant Trend | | | + | | | + | + | + | | | | |

| Statistical Parameters / Month | January | February | March | April | May | June | July | August | September | October | November | December |
|---------------------------------|---------|----------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| Kendall t | 217 | 204 | 256 | 233 | 227 | 280 | 267 | 280 | 240 | 218 | 221 | 234 |
| tmean | 203 | 203 | 203 | 203 | 203 | 203 | 203 | 203 | 189 | 175.5 | 203 | 203 |
| S _t | 26.655 | 26.655 | 26.655 | 26.655 | 26.66 | 26.66 | 26.66 | 26.655 | 25.3081 | 23.9844 | 26.65521 | 26.65521 |
| u(t) | 0.5252 | 0.0375 | 1.9884 | 1.1255 | 0.9 | 2.889 | 2.401 | 2.8887 | 2.015165 | 1.77199 | 0.67529 | 1.163 |
| a' | 0.1985 | 0.016 | 0.4767 | 0.3708 | 0.316 | 0.498 | 0.492 | 0.498 | 0.4783 | 0.4616 | 0.2518 | 0.377 |
| (p-value) | 0.603 | 0.968 | 0.0466 | 0.2584 | 0.368 | 0.004 | 0.016 | 0.004 | 0.0434 | 0.0768 | 0.4964 | 0.246 |
| Statistically Significant Trend | | | + | | | + | + | + | + | | | |

Πίνακας 8: Στατιστικοί παράμετροι Mann-Kendall για αγροτικό σταθμό 666 (πάνω) και για τον αστικό σταθμό 640 (κάτω). Με + σημειώνονται οι μήνες που η τάση είναι στατιστικά σημαντική στη στάθμη σημαντικότητας $\alpha = 0.05$).

6.2. Σύγκριση αγροτικού και αστικού σταθμού-Αστική θερμική νησίδα

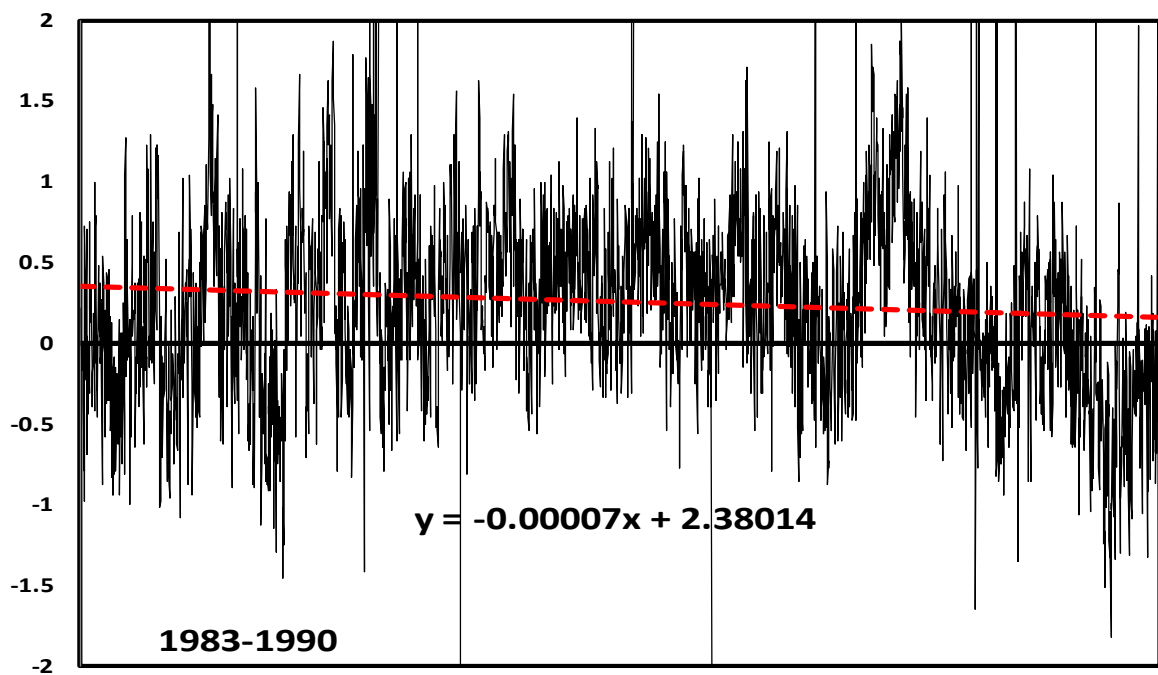
Η σύγκριση των δύο σταθμών, αστικού και αγροτικού, επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της σύγκρισης των μέσων θερμοκρασιών, με κύριο στόχο τον εντοπισμό του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Η περίοδος ανάλυσης ήταν η περίοδος 1983-2010, έτσι ώστε να εξετάζονται 3 δεκαετίες.

Το δεύτερο μισό του περασμένου αιώνα αποτελεί την περίοδο με την πιο έντονη αστικοποίηση (Kolokotsa et.al., 2009) και έτσι στη μελέτη της αστικοποίησης απαιτείται και η μελέτη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, το οποίο φαινόμενο περιγράφει την αυξημένη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα στις πόλεις σε σχέση με το περιβάλλον της υπαίθρου (London's Urban Heat Island: A summary for decision makers, 2006). Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας αποτελεί το πιο καλά τεκμηριωμένο φαινόμενο των κλιματικών αλλαγών (M. Santamouris, 2014).

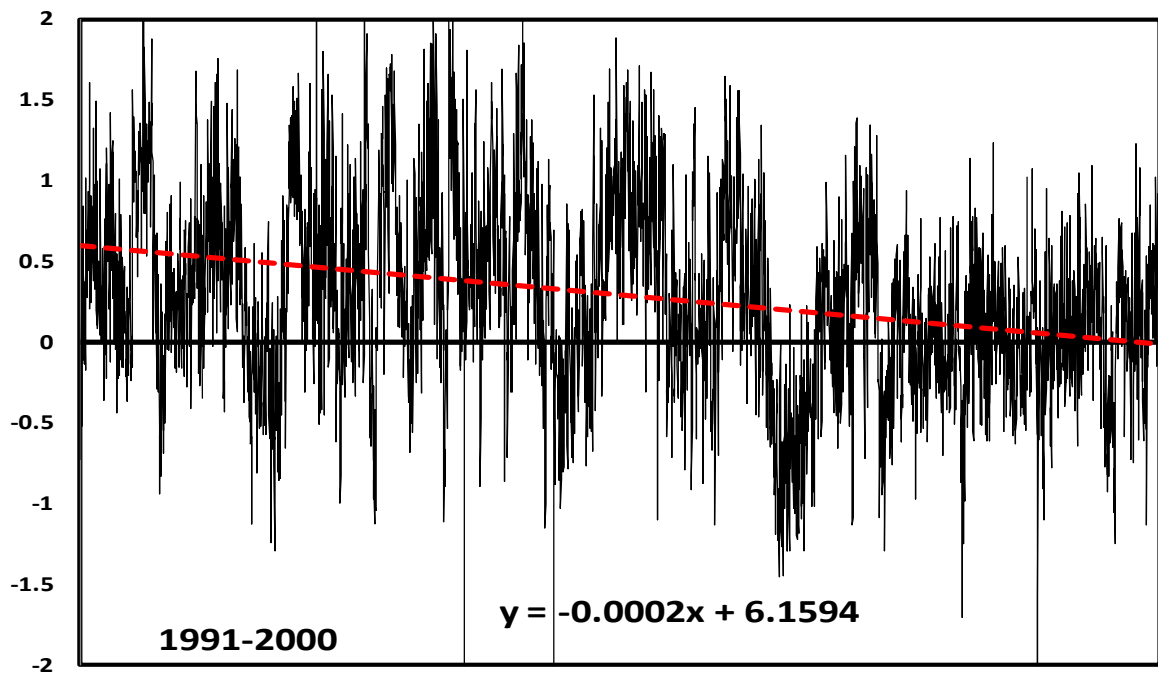
Για τη Λευκωσία, εξετάζονται οι διαφορές της ημερήσιας θερμοκρασίας μεταξύ του αστικού σταθμού (αρ. 640) και του αγροτικού σταθμού της Αθαλάσσας (αρ. 666), έτσι ώστε να καθοριστεί η ένταση της αστικής θερμνησίδας για τις περιόδους 1983-1990, 1991-2000 και 2001-2010. Ο καθορισμός της έντασης της αστικής θερμνησίδας για τις τρεις δεκαετίες δείχνει ακριβώς την αλλαγή στο αστικό περιβάλλον για την τελευταία τριακονταετία. Συγκεκριμένα, υπολογίζοντας για κάθε δεκαετία τις διαφορές της θερμοκρασίας μεταξύ της αστικής και αγροτικής περιοχής, προκύπτει ότι η ένταση της αστικής θερμνησίδας (δηλαδή η μέγιστη διαφορά) για τη δεκαετία 1983-1990 είναι 6.8 °C, για τη δεκαετία 1991-2000 είναι 6.2 °C και για τη δεκαετία 2001-2010 είναι 3.5 °C. Οι περισσότερες διαφορές είναι θετικές παρά αρνητικές (1927 θετικές τιμές έναντι 948 αρνητικών τιμών για τη δεκαετία 1983-1990, 2497 θετικές έναντι 1132 αρνητικών για τη δεκαετία 1991-2000 και 2700 θετικές έναντι 773 αρνητικών για τη δεκαετία 2001-2010), γεγονός που υποδηλώνει ότι γενικά οι θερμοκρασίες στην αστική περιοχή είναι μεγαλύτερες παρά στην αγροτική. Κάποιες ακραίες αρνητικές τιμές, που υποδηλώνουν θερμοκρασίες αρκετά μεγαλύτερες στην αγροτική περιοχή παρά στην αστική, μπορεί να οφείλονται σε διάφορους λόγους όπως είναι για παράδειγμα οι διευθύνσεις και ταχύτητες του ανέμου που πνέουν και γενικά επηρεάζουν την αστική θερμική νησίδα ή ακόμη και στη συνοπτική κατάσταση του καιρού. Οι εντάσεις της αστικής θερμικής νησίδας συνάδουν με αντίστοιχη μελέτη που πραγματοποιήθηκε για μια πόλη της Ιταλίας, όπου υπολογίστηκαν ότι οι εντάσεις βρίσκονταν μέσα στο διάστημα 1-7 °C κατά τη διάρκεια της περιόδου 9 μ.μ-12μ.μ (Busato et. al., 2013) και επίσης συνάδουν με αντίστοιχη μελέτη που πραγματοποιήθηκε για το Ισραήλ, που υπολογίζει την ένταση της αστικής θερμικής νησίδας στους 6 °C στο επίπεδο του δρόμου (Saaroni et. al., 2000).

Επίσης, αναλύοντας την τάση των διαφορών θερμοκρασίας, παρατηρούμε ότι και για τις τρεις δεκαετίες η τάση είναι αρνητική και στατιστικά σημαντική (p -value <0.0001 και για τις τρεις δεκαετίες), γεγονός που δείχνει ότι οι διαφορές με την πάροδο των χρόνων μειώνονται (Σχήματα 16, 17, 18 - Το εύρος των τιμών στον κάθετο άξονα έχει μειωθεί έτσι ώστε να είναι πιο ευδιάκριτο το φαινόμενο της αστικής θερμνησίδας). Η αρνητική τάση δηλώνει ένα και μόνο γεγονός: ότι η αγροτική περιοχή της Αθαλάσσας, η οποία βρίσκεται στη νότια περιοχή της Λευκωσίας, αστικοποιείται με την πάροδο του χρόνου, αφού η επέκταση της πόλης την καθιστά πλέον γεωγραφικά στα αστικά όρια.

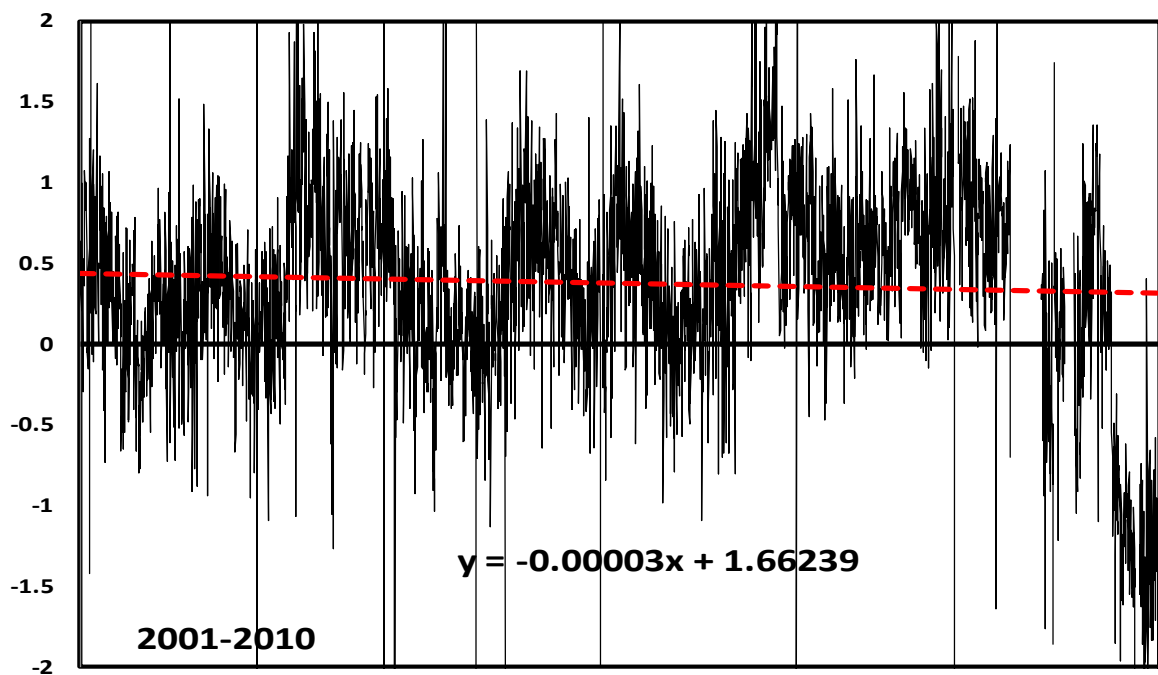
Στη δεκαετία 1991-2000 η κλίση της ευθείας (και άρα ο ρυθμός μείωσης της διαφοράς) είναι η μεγαλύτερη και συμπίπτει με την ανάλυση των θερμοκρασιών που δείχνει ότι η θετική αύξηση των μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών στη Λευκωσία και Αθαλάσσα ξεκινά να γίνεται στατιστικά σημαντική από τη δεκαετία του 1990 και μετά. Συγκεκριμένα, η κλίση της ευθείας για την περίοδο 1983-1990 είναι -0.00007 , για τη δεκαετία 1991-2000 είναι $-0,0002$ και για τη δεκαετία 2001-2010 είναι -0.00003 . Από τις κλίσεις αυτές, φαίνεται ότι ο ρυθμός μείωσης στη δεκαετία 1991-2000 είναι μια τάξη μεγέθους πιο μεγάλος από ότι στη δεκαετία 1983-1990, ενώ ο ρυθμός μείωσης στη δεκαετία 2000-2010 είναι της ίδιας τάξης με αυτόν της δεκαετίας 1983-1990.



Σχήμα 16: Αστική θερμική νησίδα για την περίοδο 1983-1990.



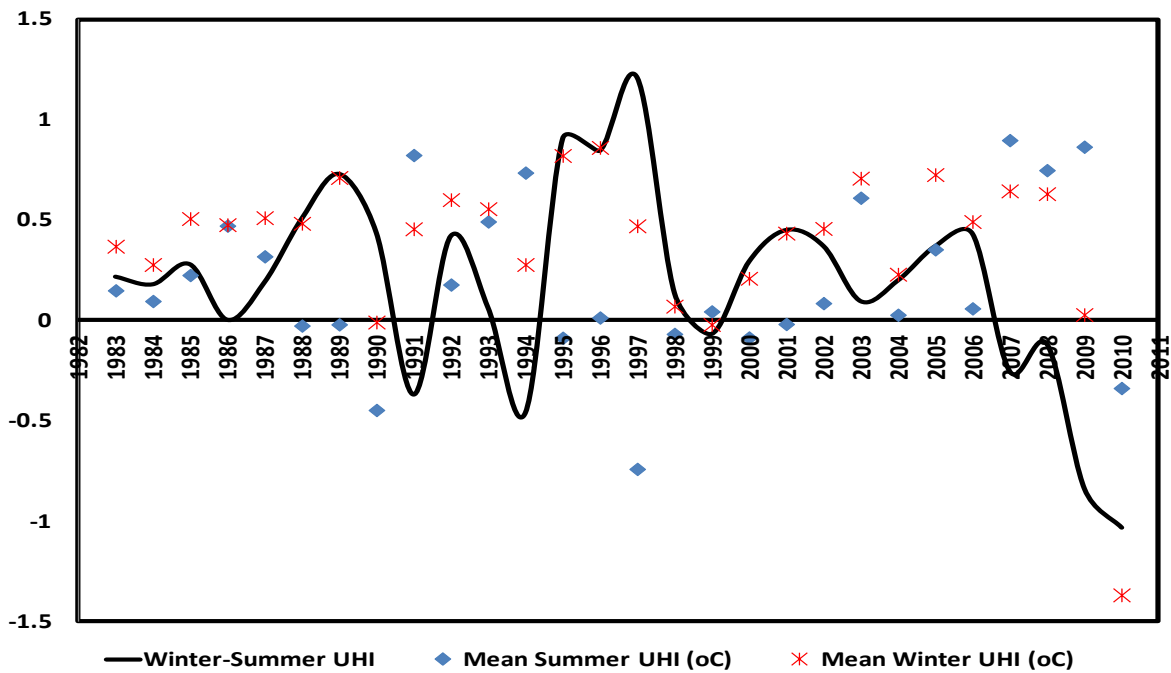
Σχήμα 17: Αστική θερμική νησίδα για την περίοδο 1991-2000



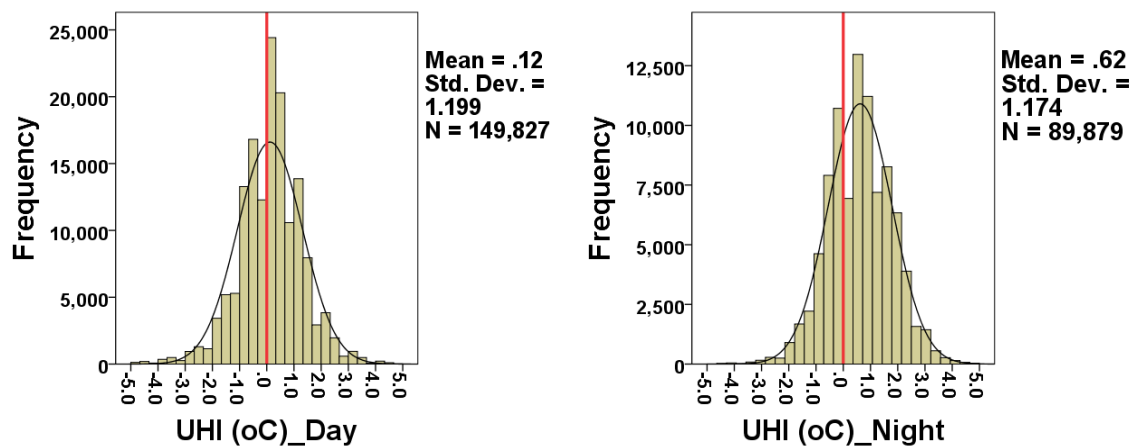
Σχήμα 18: Αστική θερμική νησίδα για την περίοδο 2001-2010

Μελετάται επίσης και το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας για το καλοκαίρι και το χειμώνα, δηλαδή για τις περιόδους Ιούνιος-Αύγουστος και Δεκέμβριος-Φεβρουάριος για όλη συνολικά την περίοδο μελέτης, 1983-2010. Οι μέσες μηνιαίες καλοκαιρινές θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ αγροτικού και αστικού σταθμού (περίοδο Ιούνιος-Αύγουστος 1983-2010) συγκρίνονται με τις μέσες χειμερινές θερμοκρασιακές διαφορές (μήνες Ιανουάριος, Φεβρουάριος και Δεκέμβριος 1983-2010) και η σχετική σύγκριση αποτυπώνεται στο Σχήμα 19. Όπως φαίνεται η αστική θερμική νησίδα έχει μεγαλύτερη ένταση στους χειμερινούς μήνες της περιόδου 1983-2010, εκτός από τα έτη 1991, 1994, 1999 και στην περίοδο 2007-2010. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο το χειμώνα διότι υπάρχει μεγαλύτερη εξατμισοδιαπνοή στον αγροτικό σταθμό, λόγω περισσότερης βλάστησης.

Επίσης, χρησιμοποιώντας τον ημερήσιο διαχωρισμό (0700-2100 LST) και το νυχτερινό (2200-0600 LST) που τέθηκαν από τους K. Giannopoulou et. al. (2011), υπολογίστηκε ότι κατά μέσο όρο για την περίοδο 1983-2010, η ημερήσια θερμική νησίδα ήταν 0.12 °C, ενώ η αντίστοιχη νυχτερινή 0.62 °C. Έτσι, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας αποτελεί για την Επαρχία της Λευκωσίας ένα νυχτερινό παρά ένα ημερήσιο φαινόμενο. Αυτό οφείλεται στον μικρότερο βαθμό ψύξης της αστικής περιοχής λόγω απελευθέρωσης θερμότητας από τα αστικά υλικά κατά τη διάρκεια της νύχτας, η οποία αυξάνει τη θερμοκρασία του αέρα διά αγωγής και δια μεταφοράς. Επίσης, κατά τη διάρκεια της νύχτας, στην αστική περιοχή εξακολουθεί να υπάρχει ανθρωπογενής θερμότητα και επίσης υπάρχει και εξατμισοδιαπνοή στην αγροτική περιοχή που μειώνει ακόμη περισσότερο τη θερμοκρασία του αγροτικού αέρα. Το Σχήμα 20 παρουσιάζει τα ιστογράμματα συχνότητων για τις δύο περιπτώσεις, ημέρας και νύχτας.



Σχήμα 19: Καλοκαιρινή και χειμερινή αστική θερμική νησίδα (°C) στη Λευκωσία. Η μαύρη γραμμή δείχνει τη διαφορά των δύο μέσων τιμών καλοκαίρι-χειμώνα.



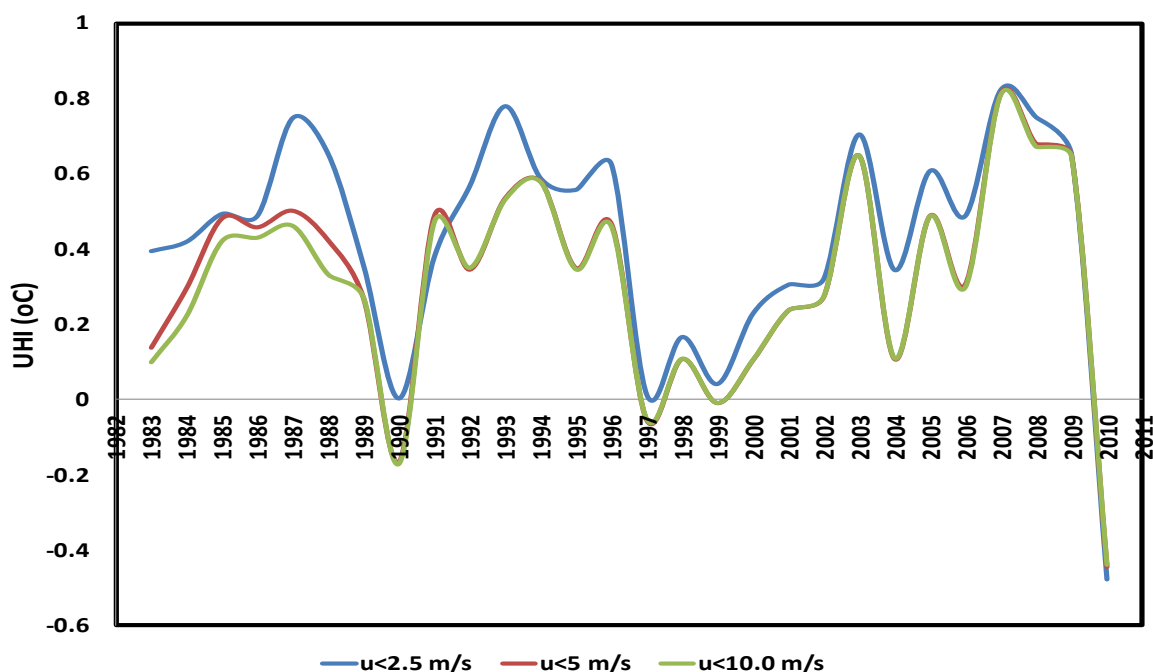
Σχήμα 20: Ιστογράμματα συχνοτήτων ημερήσιας και νυχτερινής αστικής θερμικής νησίδας

Επίδραση πάνω στο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας φαίνεται ότι έχει και η ταχύτητα του ανέμου, όπως προκύπτει από την ανάλυση του φαινομένου για διάφορες ταχύτητες. Η διεθνής βιβλιογραφία προτείνει διάφορα διαστήματα ταχύτητας του ανέμου για τη συσχέτιση τους με την αστική θερμονησίδα και στην παρούσα διατριβή ακολουθούνται τα

εξής διαστήματα, όπως ακριβώς χρησιμοποιήθηκαν για μελέτη του φαινομένου στο Λονδίνο από την Kolokotroni et. al, 2008: Ταχύτητα ανέμου μικρότερη από 2.5 m/s, μικρότερη από 5.0 m/s και μικρότερη από 10.0 m/s. Τα ανεμολογικά δεδομένα προέρχονται από τον αγροτικό σταθμό της Αθαλάσσης (αρ. 666).

Υπολογίστηκαν βάσει των ημερήσιων τιμών των διαφορών θερμοκρασιών μεταξύ αστικής και αγροτικής περιοχής οι περιπτώσεις για τις τρεις κατηγορίες ανέμου. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο μέσος όρος για κάθε ένα έτος και οι τρεις χρονοσειρές αναπαραστάθηκαν γραφικά στο Σχήμα 21. Είναι φανερό ότι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας είναι πιο έντονο όσο πιο μικρές είναι οι ταχύτητες του ανέμου (ορατό κυρίως στην αρχή της περιόδου 1983-2011). Προς το τέλος της περιόδου, φαίνεται ότι οι μέσες ταχύτητες του ανέμου ήταν μικρές οπότε και οι τρεις περιπτώσεις θερμοκρασιακών διαφορών επικαλύπτονται από τα διαστήματα του ανέμου που εξετάζονται και έτσι συμπίπτουν. Αξιοσημείωτο είναι και το γεγονός ότι οι θερμοκρασιακές διαφορές των τριών περιπτώσεων του ανέμου μεταξύ των δύο σταθμών (για την αρχή της χρονοσειράς όπου υπάρχουν και οι τρεις κατηγορίες ανέμου) αγγίζει μέχρι και του 0.4 °C. Το μέγεθος αυτό της διαφοράς είναι αρκετά μεγάλο εάν ληφθεί υπόψη ότι οι Rosenfeld et. al., 1995, απόδειξαν ότι για κάθε αύξηση της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας κατά 1 °C πάνω από τους 15-20 °C στις αμερικανικές πόλεις, η ζήτηση αιχμής του ηλεκτρικού φορτίου αυξάνει κατά 2-4%.

Η αστική θερμική νησίδα ήταν αναμενόμενο να έχει μέγιστη τιμή για μικρή ταχύτητα του ανέμου διότι στις περιπτώσεις μεγάλης ταχύτητας υπάρχει περισσότερη ανάμειξη του αέρα λόγω δημιουργίας τυρβώδους ροής, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία να κατανέμεται ομοιόμορφα τόσο σε οριζόντιο επίπεδο αλλά τόσο και σε κατακόρυφο. Σε περιπτώσεις μικρής ταχύτητας του ανέμου, η ανάμειξη είναι μικρή και έτσι η θέρμανση στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι μεγαλύτερη, οι οριζόντιες θερμοκρασιακές διαφορές είναι και πάλι μεγαλύτερες με αποτέλεσμα να δημιουργείται ενίσχυση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, μια σχετική μελέτη που έγινε από τους Neophytou et. al., 2014, κατέληξε επίσης ότι η αστική θερμική νησίδα επηρεάζεται έντονα από τους καταβάτες ανέμους των γύρω βουνών.



Σχήμα 21: Αστική θερμική νησίδα για τρεις κατηγορίες ανέμου

6.3. Ανάλυση αναγκών θέρμανσης και ψύξης

Η χρήση των βαθμοωρών θέρμανσης και ψύξης ως ένα δείκτης των χαρακτηριστικών της αστικής θερμικής νησίδας σε ένα τόπο και τις επιπτώσεων στην ενέργεια έχει ήδη προταθεί από πολλούς ερευνητές (Tselepidaki et al, 1994, Levada et al, 2002, Al-Hadhrami, 2013, Christenson et. al., 2006). Οι βαθμομέρες αποτελούν ένα μέσο εκτίμησης της ενεργειακής ζήτησης έτσι ώστε να διατηρείται το εσωτερικό περιβάλλον ενός κτιρίου σε συνθήκες θερμικής άνεσης (Stathoroulou et. al., 2006). Πιο συγκεκριμένα, οι βαθμομέρες υπολογίζουν τη διαφορά της θερμοκρασίας περιβάλλοντος από τις θερμοκρασίες βάσης και σύμφωνα με την D. Serghides, 1993, οι θερμοκρασίες βάσης ορίζονται για την ανάπτυξη κριτηρίων θερμικής άνεσης στα σπίτια. Η D. Serghides κατέληξε ότι για την περίπτωση της Λευκωσίας, η θερμοκρασία βάσης για τον υπολογισμό των βαθμομερών θέρμανσης είναι οι 19 °C και για τις βαθμομέρες ψύξης οι 26 °C.

Συγκεκριμένα, οι βαθμοώρες ψύξης (Cooling Degree Days - CDD) ορίζονται ως το άθροισμα των ωριαίων διαφορών της θερμοκρασίας περιβάλλοντος από τους 26 °C (για τη Λευκωσία),

ενώ οι βαθμοώρες θέρμανσης (Heating Degree Days - HDD) το άθροισμα των ωριαίων διαφορών της θερμοκρασίας περιβάλλοντος T_p από τους $19\text{ }^\circ\text{C}$ (και πάλι για τη Λευκωσία). Έτσι, η εξίσωση για τον υπολογισμό των βαθμοωρών ορίζεται ως:

$$\text{CDD} = T_p - 26\text{ }^\circ\text{C}$$

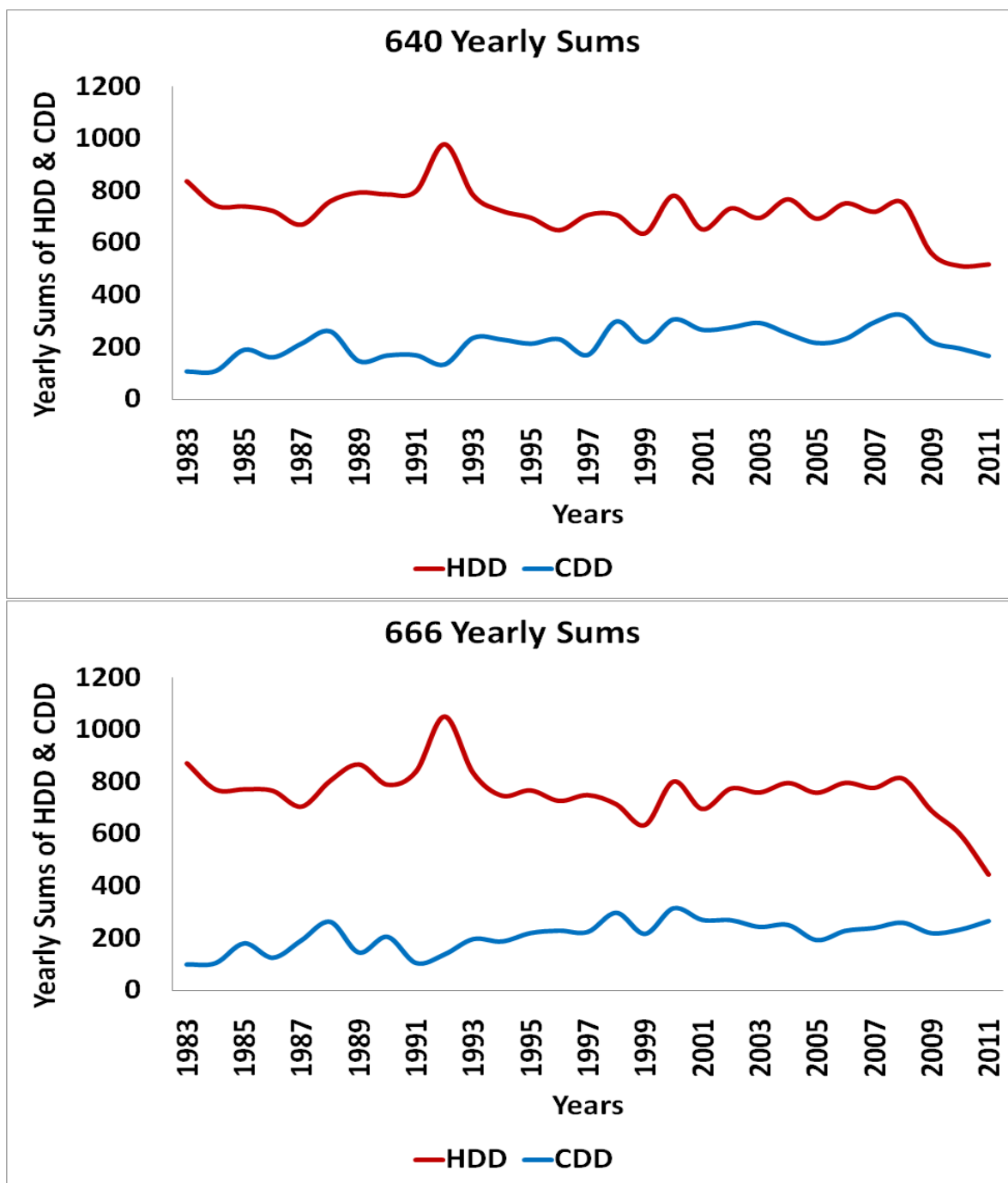
$$\text{HDD} = 19\text{ }^\circ\text{C} - T_p$$

Από τον υπολογισμό των ωριαίων διαφορών, μόνο οι θετικές διαφορές λαμβάνονται υπόψη στην ανάλυση των δεδομένων. Αρχικά, υπολογίζονται τα αθροίσματα των CDD για τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου (Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος) καθώς και τα αθροίσματα των HDD για τη χειμερινή περίοδο (Δεκέμβριος, Ιανουάριος, Φεβρουάριος) και η μέση τιμή για κάθε μήνα για την περίοδο 1983-2011 παρουσιάζεται στον Πίνακα 9. Από τον Πίνακα 9., φαίνεται ότι οι θερμοκρασίες στον αστικό σταθμό της Λευκωσίας είναι γενικά μεγαλύτερες από αυτές του αγροτικού σταθμού Αθαλάσσα κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου αφού οι CDD είναι κατά 5% πιο πολλές κατά τη διάρκεια του Ιουνίου, 3% περισσότερες κατά τη διάρκεια του Ιουλίου και 2% περισσότερες κατά τη διάρκεια του Αυγούστου, υπογραμμίζοντας και πάλι την ύπαρξη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Αντίστοιχα, οι θερμοκρασίες στον αστικό σταθμό είναι και πάλι ψηλότερες από αυτές του αγροτικού σταθμού κατά τη χειμερινή περίοδο αφού οι HDD είναι κατά 5% λιγότερες κατά τη διάρκεια του Δεκεμβρίου, 5% λιγότερες κατά τη διάρκεια του Ιανουαρίου και 8% λιγότερες κατά τη διάρκεια του Φεβρουαρίου, υπογραμμίζοντας και πάλι την παρουσία του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Τα αποτελέσματα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας είναι εντονότερο κατά τη χειμερινή περίοδο και πιο συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια του Φεβρουαρίου.

| MEAN MONTHLY AVERAGE CDD&HDD, 1983-2011 | | | |
|--|-----------------|----------------|-----------------|
| Station/Month | June | July | August |
| (Base temperature 26 °C) | | | |
| Nicosia 640 | 35.6 | 96.1 | 86.4 |
| Athalassa 666 | 34.0 | 93.4 | 85.1 |
| Station/Month | December | January | February |
| (Base temperature 19 °C) | | | |
| Nicosia 640 | 225.6 | 271.0 | 231.3 |
| Athalassa 666 | 236.9 | 284.2 | 250.0 |

Πίνακας 9: Μέσες μηνιαίες τιμές CDD&HDD, 1983-2011

Από τον υπολογισμό των ετήσιων αθροισμάτων των βαθμοημερών θέρμανσης (περίοδος Δεκεμβρίου-Φεβρουαρίου) και βαθμοημερών ψύξης (περίοδος Ιουνίου-Αυγούστου), ο αστικός σταθμός (Λευκωσία) παρουσιάζει μια αρνητική στατιστικά σημαντική τάση στις βαθμομέρες θέρμανσης και μια θετική στατιστικά σημαντική τάση στις βαθμομέρες ψύξης. Τα ετήσια αθροίσματα για τον αγροτικό σταθμό (Αθαλάσσα), παρουσιάζουν αντίστοιχα μια θετική στατιστικά σημαντική τάση στις βαθμομέρες ψύξης και μια μη στατιστικά σημαντική αρνητική τάση στις βαθμομέρες θέρμανσης (Σχήματα 22 και 23).



Σχήματα 22 & 23: Ετήσια αθροίσματα βαθμοημερών θέρμανσης και ψύξης, 1983-2011

Επιπρόσθετα, υπολογίζονται οι μέσες διαφορές των CDD για την καλοκαιρινή περίοδο και οι μέσες διαφορές των HDD για τη χειμερινή περίοδο μεταξύ των δύο σταθμών – αστικού και αγροτικού. Για να ελεγχθεί εάν υπάρχει μια στατιστικά σημαντική τάση σε αυτές τις διαφορές, χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος Spearman και υπολογίστηκε έτσι ο συντελεστής r_s . Τα

αποτελέσματα του ελέγχου Spearman για την καλοκαιρινή και τη χειμερινή περίοδο δείχνουν ότι δεν βρέθηκε καμιά στατιστικά σημαντική τάση στις διαφορές μεταξύ των δύο σταθμών (Πίνακας 10).

SPEARMAN TEST OF TENDENCIES FOR THE CDD AND HDD DIFFERENCES BETWEEN THE TWO STATIONS, FOR EACH MONTH, FOR SUMMER AND WINTER PERIOD, 1983-2011

| CDD Differences ($\alpha_0 = 0.05$) | June | July | August |
|---|-------------|-------------|---------------|
| r_s | 0.0773 | -0.0414 | -0.1621 |
| $u(r_s)$ | 0.4092 | 0.2189 | 0.8575 |
| α_1 | 0.6818 | 0.8336 | 0.3898 |
| Statistically significant trend | NO | NO | NO |
| Sign | + | - | - |

| HDD Differences ($\alpha_0 = 0.05$) | December | January | February |
|---|-----------------|----------------|-----------------|
| r_s | 0.1396 | -0.0877 | -0.2872 |
| $u(r_s)$ | 0.7252 | 0.4639 | 1.5197 |
| α_1 | 0.4654 | 0.6456 | 0.131 |
| Statistically significant trend | NO | NO | NO |
| Sign | + | - | - |

Πίνακας 10: Έλεγχος Spearman για τις μέσες διαφορές HDD και CDD μεταξύ των 2 σταθμών, 1983-2011

7. ΤΟΠΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΤΗ ΛΕΜΕΣΟ

7.1. Σύγκριση αστικών και αγροτικού σταθμού-Αστική θερμική νησίδα

Ο σκοπός του πειραματικού κομματιού της διδακτορικής διατριβής είναι η μελέτη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας στην Επαρχία της Λεμεσού για την περίοδο Ιούνιος 2014 μέχρι και Φεβρουάριος 2015. Για το σκοπό αυτό, σχεδιάστηκε ένα δίκτυο σταθμών που περιελάμβανε τελικά 24 μετεωρολογικούς αισθητήρες μέτρησης της εξωτερικής θερμοκρασίας. Ο ένας από αυτούς αποτελούσε τον αγροτικό σταθμό και οι υπόλοιποι 23 τους αστικούς σταθμούς, όπως ακριβώς περιγράφεται στο κεφάλαιο 5 της παρούσας διδακτορικής διατριβής. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας στη Λεμεσό παρουσιάζονται στο υποκεφάλαιο που ακολουθεί.

7.2. Ανάλυση μετρήσεων

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση όλων των δεκάλεπτων μετρήσεων της θερμοκρασίας για κάθε αστικό σταθμό ξεχωριστά. Στη συνέχεια, υπολογίσθηκαν οι διαφορές θερμοκρασίας του κάθε αστικού σταθμού από τον αγροτικό σταθμό (σταθμός αναφοράς) και σχεδιάστηκαν τα ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων, με στόχο τον εντοπισμό του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Επίσης, υπολογίσθηκαν οι συσχετίσεις της αστικής θερμικής νησίδας με την ταχύτητα του ανέμου, τη διεύθυνση του ανέμου και τη σχετική υγρασία για την περίπτωση της θαλάσσιας αύρας και των υπόλοιπων διευθύνσεων. Από τα θηκογράμματα και τις διάμεσες τιμές σχεδιάστηκαν νέα γραφήματα, ενώ υπολογίσθηκε για καλοκαίρι-χειμώνα, ημέρα-νύχτα η μέση ένταση της αστικής θερμικής νησίδας.

Για τους σκοπούς της ανάλυσης των μετρήσεων, οι σταθμοί στην Επαρχία της Λεμεσού χωρίστηκαν ανάλογα με τον προσανατολισμό τους, ως εξής: στους νότιους σταθμούς που εφάπτονται του παραλιακού μετώπου, στους βόρειους, στους ανατολικούς, στους δυτικούς αλλά και στους κεντρικούς αστικούς σταθμούς (ακριβής τοποθεσία των σταθμών στο Σχήμα 3).

Παραλιακοί (Νότιοι) σταθμοί:

Από τη διακύμανση των δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας για όλη την περίοδο των μετρήσεων στο αστικό σταθμό που είναι τοποθετημένος στην ακτογραμμή, σε προαύλιο ξενοδοχείου (αρ. 7939, τοποθεσία Σχήμα 3), παρατηρείται μια αύξηση της θερμοκρασίας από τις αρχές Ιουνίου μέχρι τις αρχές Ιουλίου, οπότε και παραμένει περίπου σταθερή μέχρι το τέλος Σεπτεμβρίου (Σχήμα 24, Παράρτημα 1). Από εκεί και πέρα, παρατηρείται πτώση στη θερμοκρασία μέχρι και τον Ιανουάριο, με μια έντονη πτώση να παρατηρείται στο πρώτο δεκαπενθήμερο του Ιανουαρίου που οφείλεται στη συνοπτική κατάσταση της περιόδου (Παράρτημα 3). Η μέση θερμοκρασία της περιόδου για το συγκεκριμένο σταθμό ήταν 21.7 °C, η ελάχιστη τιμή θερμοκρασίας ήταν 0.1 °C και η μέγιστη τιμή θερμοκρασίας ήταν 34.3 °C. Φαίνεται επίσης ότι οι ψηλές θερμοκρασίες του δευτέρου δεκαπενθημέρου του Ιουνίου δεν επηρέασαν το σταθμό (Παράρτημα 3), λόγω της μικρής απόστασης του σταθμού από τη θάλασσα. Οι δεκάλεπτες διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ του συγκεκριμένου αστικού σταθμού και του σταθμού αναφοράς κατά τους καλοκαιρινούς μήνες φαίνεται να είναι κατά το πλείστον αρνητικές, που σημαίνει ότι ο αγροτικός σταθμός παρουσίασε υψηλότερες θερμοκρασίες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η θερμοκρασία της θάλασσας στους καλοκαιρινούς μήνες είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του εσωτερικού, με αποτέλεσμα τις υψηλότερες θερμοκρασίες στο σταθμό αναφοράς. Το χειμώνα, η θερμοκρασία της θάλασσας βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα από το εσωτερικό, και για αυτό οι θερμοκρασιακές διαφορές παρουσιάζουν θετικό πρόσημο. Οι δύο εξαιρετικά ακραίες ελάχιστες θερμοκρασίες τον Ιούνιο και τον Ιανουάριο οφείλονται και πάλι στη συνοπτική κατάσταση της περιόδου (Παράρτημα 3). Η μέση διαφορά θερμοκρασίας για όλη την περίοδο ήταν περίπου 0.3 °C, η διάμεσος τιμή 1.0 °C, η μέγιστη θετική διαφορά 6.5 °C και η μέγιστη αρνητική διαφορά -10.5 °C. Από το ιστόγραμμα συχνοτήτων των θερμοκρασιακών διαφορών (Σχήμα 25, Παράρτημα 1) φαίνεται ότι οι τιμές θερμοκρασιακής διαφοράς με το μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης σημειώνονται στο θετικό διάστημα της κατανομής, με επικρατούσα τιμή θερμοκρασιακής διαφοράς τους 1.7 °C. Οι αρνητικές θερμοκρασιακές διαφορές αποτελούν περίπου το 30% των μετρήσεων, ενώ οι υπόλοιπες αποτελούν θετικές θερμοκρασιακές διαφορές. Από τις συσχετίσεις της διαφοράς θερμοκρασίας με τις ταχύτητες ανέμου, διευθύνσεις ανέμου και με τη σχετικής υγρασίας για όλη την περίοδο των μετρήσεων (πάνω σειρά), για τις περιπτώσεις της θαλάσσιας αύρας (μέση σειρά) και για τις περιπτώσεις των διευθύνσεων εκτός της θαλάσσιας αύρας (κάτω σειρά) (Σχήμα 26,

Παράρτημα 1), υπολογίστηκε ότι όλες οι συσχετίσεις είναι στατιστικά σημαντικές και φαίνεται ότι οι μεγαλύτερες συσχετίσεις επιτυγχάνονται στις περιπτώσεις που επικρατούν συνθήκες θαλάσσιας αύρας (Πίνακας 11, Παράρτημα 1). Επίσης, υπολογίστηκε ότι οι ταχύτητες ανέμου που δεν περιλαμβάνουν τη θαλάσσια αύρα (δηλαδή δεν περιλαμβάνουν τις διευθύνσεις από 210-300 μοίρες) δημιουργούν πιο χαμηλές τιμές θερμοκρασιακής διαφοράς από ότι αυτές της θαλάσσιας αύρας (Σχήμα 28, Παράρτημα 1). Αυτό ήταν αναμενόμενο, διότι οι ταχύτητες αυτές μεταφέρουν όλο το θερμό αέρα της αστικής Λεμεσού στο σταθμό αναφοράς, με αποτέλεσμα ο σταθμός αναφοράς σε αυτές τις διευθύνσεις να παρουσιάζει υψηλότερη θερμοκρασία από το σταθμό που είναι τοποθετημένος στο ξενοδοχείο και έτσι η διαφορά θερμοκρασίας να κυμαίνεται σε αρνητικά επίπεδα όσο αυξάνεται και η ένταση του ανέμου. Κατά ανάλογο τρόπο, οι ταχύτητες ανέμου για τις περιπτώσεις που επικρατούν συνθήκες θαλάσσιας αύρας επίσης επηρεάζουν τη θερμοκρασιακή διαφορά αρνητικά, αφού οι άνεμοι της θαλάσσιας αύρας μειώνουν τη θερμοκρασία του συγκεκριμένου αστικού σταθμού, λόγω του ότι η θάλασσα παρουσιάζει κατά το μεγαλύτερο μέρος των μετρήσεων χαμηλότερη θερμοκρασία από το εσωτερικό και έτσι από κάποιο σημείο και μετά οι διαφορές αυτές γίνονται ακόμη και αρνητικές. Από τη διακύμανση της διάμεσου τιμής της ΔT σε σχέση με τις διευθύνσεις του ανέμου (Σχήμα 30, Παράρτημα 1), φαίνεται και πάλι ότι από την κατηγορία εννέα και μετά (δηλαδή από 241-300 μοίρες), οι άνεμοι μεταφέρουν το θερμό αστικό αέρα στο σταθμό του ξενοδοχείου, με αποτέλεσμα τις θετικές θερμοκρασιακές διαφορές. Για τις αλλαγές στις διαμέσους των τριών περιπτώσεων για τη διαφορά θερμοκρασίας σε σχέση με τις κατηγορίες σχετικής υγρασίας, σχόλιο μπορεί να γίνει μόνο για τις περιπτώσεις που επικρατούν συνθήκες θαλάσσιας αύρας, αφού οι συντελεστές συσχετίσεις για τις άλλες περιπτώσεις είναι πολύ χαμηλοί. Επίσης, φαίνεται ότι για μικρές τιμές σχετικής υγρασίας στις περιπτώσεις θαλάσσιας αύρας, επικρατεί μεγάλη ανάμειξη του ατμοσφαιρικού αέρα και άρα μεγάλες ταχύτητες ανέμου, που με τη σειρά τους μεταφέρουν θερμό αστικό αέρα προς το σταθμό αναφοράς (άρα αρνητικό ΔT) (Σχήμα 32, Παράρτημα 1). Αντίθετα, μεγάλη τιμή σχετικής υγρασίας προϋποθέτει μικρή ανάμειξη και άρα θερμό αστικό αέρα. Τέλος, τα ιστογράμματα κατανομής συχνότητας των διαφορών θερμοκρασίας για τον συγκεκριμένο σταθμό (Σχήματα 33 και 34, Παράρτημα 1), δείχνουν ότι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας είναι ένα χειμερινό και περισσότερο ένα νυχτερινό παρά ημερήσιο φαινόμενο.

Ο αστικός σταθμός που τοποθετήθηκε στο ανατολικότερο άκρο του δικτύου σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διδακτορική διατριβή, στην ακτογραμμή, στην αυλή ξενοδοχείου (αρ. 7955, τοποθεσία Σχήμα 3), λόγω της τοποθεσίας του παρουσίασε χαρακτηριστικά (περιοχή με χαμηλή δόμηση, στα όρια της αστικής περιοχής) που μοιάζουν κατά πολύ με αυτά του σταθμού αναφοράς. Το ακρότατο μέγιστο της θερμοκρασίας (2^ο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου) δεν φαίνεται να παρουσιάζεται (Σχήμα 35, Παράρτημα 1), με το ακρότατο μέγιστο να τοποθετείται μέσα στον μήνα Αύγουστο, ενώ κατά τα άλλα η χρονοσειρά της θερμοκρασίας του σταθμού δεν διαφέρει από τις χρονοσειρές της θερμοκρασίας των υπόλοιπων σταθμών. Η μέση θερμοκρασία του σταθμού υπολογίστηκε να είναι 21.5 °C, η μέγιστη θερμοκρασία υπολογίστηκε να είναι 34.8 °C ενώ η ελάχιστη θερμοκρασία υπολογίστηκε να είναι 1.6 °C. Η διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι κατά το πλείστον αρνητική, ενώ θετικές τιμές φαίνεται ότι παρουσιάζει στο τέλος της περιόδου μετρήσεων, δηλαδή κατά τους χειμερινούς μήνες (Σχήμα 36, Παράρτημα 1). Η μέση διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς ήταν 0.183 °C, η διάμεση τιμή της διαφοράς ήταν 0.8 °C, η μέγιστη θετική διαφορά ήταν 8.3 °C, η μέγιστη αρνητική διαφορά -10.0 °C και η επικρατούσα διαφορά 1.4 °C (βλ. επίσης διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων, Σχήμα 36, Παράρτημα 1), ενώ το ένα τρίτο των θερμοκρασιακών διαφορών (33%) αποτελούσαν αρνητικές τιμές. Το στοιχείο που συσχετίζεται περισσότερο με την διαφορά θερμοκρασίας ΔT υπολογίστηκε να είναι η μεταβολή στην ταχύτητα του ανέμου, τη διεύθυνση του ανέμου και τη σχετική υγρασία από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας, μιας και ο σταθμός είναι τοποθετημένος πάνω στο παραλιακό μέτωπο της πόλης (Πίνακας 12, Παράρτημα 1). Επίδραση πάνω στην διακύμανση της ΔT υπολογίστηκε να έχει επίσης και η μεταβολή στην ταχύτητα του ανέμου από τις διευθύνσεις εκτός της θαλάσσιας αύρας (Πίνακας 12, Παράρτημα 1). Οι πολύ μεγάλες ταχύτητες ανέμου θαλάσσιας αύρας μειώνουν τη θερμοκρασία του συγκεκριμένου αστικού σταθμού κατά πολύ, σε σημείο που η διάμεση τιμή της ΔT να φθάνει τους σχεδόν -4.0 °C (Σχήμα 39, Παράρτημα 1), ενώ η διάμεση τιμή της ΔT στις περιπτώσεις που οι διευθύνσεις του ανέμου ανήκουν στη θαλάσσιας αύρα, μπορεί επίσης να φτάσει σε αρκετά μεγάλες αρνητικές τιμές (Σχήμα 41, Παράρτημα 1). Άξιον παρατήρησης αποτελεί και το γεγονός ότι οι περισσότερες κατηγορίες σχετικής υγρασίας από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας αποδίδουν στη διάμεση τιμή της ΔT αρνητικές τιμές (Σχήμα 43, Παράρτημα 1). Όσον αφορά στην επίδραση που έχουν οι μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου από τις υπόλοιπες

διευθύνσεις εκτός της θαλάσσιας αύρας πάνω στη ΔΤ, φαίνεται και πάλι ότι οι διευθύνσεις που περιέχουν την ανατολική συνιστώσα μεταφέρουν θερμό αστικό αέρα στο σταθμό αναφοράς, με αποτέλεσμα η ΔΤ να παίρνει αρνητικές τιμές (Σχήμα 39, Παράρτημα 1). Ο εποχικός και ημερήσιος διαχωρισμός του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας αποκαλύπτει ότι κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και κατά τη διάρκεια της ημέρας, η μέση διαφορά θερμοκρασίας παίρνει αρνητικές τιμές ενώ κατά το χειμώνα και τη νύχτα, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας επηρεάζει όντως το ζεύγος των σταθμών (Σχήματα 44 και 45, Παράρτημα 1).

Η δεκάλεπτη χρονοσειρά της θερμοκρασίας του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε πάνω στην ακτογραμμή, στον περιφραγμένο χώρο τοπικού εργοστασίου (αρ. 7959, τοποθεσία Σχήμα 3), είναι παρόμοια με τους υπόλοιπους σταθμούς (Σχήμα 46, Παράρτημα 1) ενώ οι διαφορές στη θερμοκρασία σε σχέση με το σταθμό αναφοράς, φαίνεται ότι αυτές είναι κατά το πλείστον θετικές (Σχήμα 47, Παράρτημα 1). Ο συγκεκριμένος αστικός σταθμός αποτελεί το δυτικότερο άκρο του δικτύου των σταθμών στο παραλιακό μέτωπο και συνεπώς δεν αναμενόταν ότι οι διαφορές της θερμοκρασίας του θα είχαν σημαντικές αποκλίσεις από αυτές του σταθμού αναφοράς. Η μέση διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς υπολογίστηκε να είναι $0.52\text{ }^{\circ}\text{C}$, η διάμεσος διαφορά $1.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, η μέγιστη θετική διαφορά $5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$, η μέγιστη αρνητική διαφορά $-11.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ και η επικρατούσα διαφορά $1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ενώ από τις διαφορές στη θερμοκρασία, αρνητικές είναι το 29%. Η μέση θερμοκρασία του συγκεκριμένου αστικού σταθμού για όλη την περίοδο ήταν $21.9\text{ }^{\circ}\text{C}$, η μέγιστη $34.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ και η ελάχιστη $3.2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ο σταθμός βρίσκεται στο παραλιακό μέτωπο και συνεπώς η ΔΤ παρουσιάζει ισχυρές συσχετίσεις με την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου από τη θαλάσσια αύρα καθώς και με τη σχετική υγρασία σε λίγο μικρότερο βαθμό (Πίνακας 13, Παράρτημα 1). Οι ταχύτητες ανέμου φαίνεται ότι επηρεάζουν τη ΔΤ από πολύ μικρές κατηγορίες για την περίπτωση των διευθύνσεων της θαλάσσιας αύρας (Σχήμα 50, Παράρτημα 1). Η αστική θερμική νησίδα υπολογίστηκε να είναι καθαρά ένα χειμερινό και ένα νυχτερινό φαινόμενο (Σχήματα 55 και 56, Παράρτημα 1).

Βόρειοι σταθμοί

Αναλύοντας το διάγραμμα της χρονοσειράς του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε σε ανοικτό χώρο βόρεια του αυτοκινητόδρομου Λευκωσίας-Λεμεσού (αρ. 7943, τοποθεσία Σχήμα 3), φαίνεται το ακραίο μέγιστο στο δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου και το ακραίο ελάχιστο στον Ιανουάριο (Παράρτημα 3), ενώ σε γενικές γραμμές φαίνεται ότι η θερμοκρασία ακολουθεί και πάλι το ίδιο μοτίβο με τους προηγούμενους σταθμούς (Σχήμα 57, Παράρτημα 1). Η μέγιστη θερμοκρασία του συγκεκριμένου αστικού σταθμού ήταν 22.0 °C, η μέγιστη 38.5 °C και η ελάχιστη 1.4 °C, ενώ η μέση διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς υπολογίστηκε να είναι 0.720 °C, η διάμεσος τιμή της διαφοράς θερμοκρασίας 0.8 °C, η μέγιστη θετική διαφορά 6.1 °C, η μέγιστη αρνητική διαφορά -5.3 °C και η επικρατούσα τιμή της διαφοράς 0.8 °C. Οι διαφορές θερμοκρασίας υπολογίστηκαν να είναι κατά πολύ μεγάλο ποσοστό θετικές (83%), συμπέρασμα που επιβεβαιώνεται και από το ιστόγραμμα κατανομής των συχνοτήτων (Σχήμα 58, Παράρτημα 1). Πολύ ασθενείς με ασθενείς συσχετίσεις υπολογίστηκαν να είναι οι συσχετίσεις της ΔT με τη σχετική υγρασία (Πίνακας 14, Παράρτημα 1), γεγονός λογικό αφού ο σταθμός αποτελεί ένα από τα βορειότερα σημεία του δικτύου σταθμών που στήθηκε και λόγω της μεγάλης του απόστασης από τη θάλασσα φαίνεται ότι δεν συνεισφέρει στην εν λόγω επίδραση. Σε γενικές γραμμές, η επίδραση της ταχύτητας του ανέμου, της διεύθυνσης του ανέμου και της σχετικής υγρασίας στη ΔT παραμένει για τις υπόλοιπες περιπτώσεις σε ασθενή μέχρι μέτρια επίπεδα, στατιστικά σημαντική όμως. Οι πολύ μεγάλες ταχύτητες ανέμου από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας μειώνουν κατά πολύ τη θερμοκρασιακή διαφορά ΔT (Σχήμα 61, Παράρτημα 1), ενώ οι διάμεσες τιμές της ΔT παραμένουν σε θετικά επίπεδα και για τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας αλλά και για τις υπόλοιπες διευθύνσεις. Η αστική θερμική νησίδα υπολογίστηκε να είναι σε όλες τις περιπτώσεις το ίδιο έντονη (καλοκαίρι, χειμώνα, ημέρα και νύχτα) – Σχήματα 66 και 67, Παράρτημα 1.

Από την ανάλυση της χρονοσειράς της θερμοκρασίας για τον αστικό σταθμό που τοποθετήθηκε κοντά σε αστική οικία, βόρεια του αυτοκινητόδρομου Λευκωσίας-Λεμεσού, (αρ. 7958, τοποθεσία Σχήμα 3), παρουσιάζεται και πάλι το κοινό για όλους τους σταθμούς μοτίβο (Σχήμα 68, Παράρτημα 1). Ο Από την ανάλυση των διαφορών θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς καθώς και από το σχεδιασμό των ιστογραμμάτων κατανομής των

συχνοτήτων για τις διαφορές αυτές, δείχνουν ότι οι διαφορές θερμοκρασίας είναι κατά το πλείστον θετικές, αφού υπολογίστηκε ότι μόνο το 24% των τιμών είναι αρνητικές (βλ. επίσης Σχήμα 69, Παράρτημα 1). Η μέση θερμοκρασία του συγκεκριμένου αστικού σταθμού ήταν 21.9 °C, η μέγιστη θερμοκρασία 40.0 °C και η ελάχιστη 0.8 °C ενώ η μέση διαφορά θερμοκρασίας του σταθμού 7958 από το σταθμό αναφοράς ήταν 0.515 °C, η διάμεσος τιμή 0.6 °C, η μέγιστη θετική τιμή 5.7 °C, η μέγιστη αρνητική τιμή -5.1 και η επικρατούσα διαφορά 0.6 °C. Οι συντελεστές συσχέτισης του Spearman δείχνουν μια μέτρια συσχέτιση της ΔT με τις ταχύτητες ανέμου από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας και πέραν από αυτό, οι λοιπές συσχετίσεις είναι ασθενέστερες (Πίνακας 15, Παράρτημα 1). Οι διαφορές θερμοκρασίας του συγκεκριμένου αστικού σταθμού από το σταθμό αναφοράς (αστική θερμική νησίδα) δεν μπορούν να δώσουν ένα ξεκάθαρο αποτέλεσμα σχετικά με την ημερήσια περίοδο και την εποχή που το φαινόμενο είναι πιο ισχυρό, διότι η ανάλυση του φαινομένου δείχνει ότι η μέση ΔT παίρνει παρόμοιες τιμές για καλοκαίρι και χειμώνα, ημέρα και νύχτα (Σχήματα 77 και 78, Παράρτημα 1).

Ανατολικοί σταθμοί

Στη χρονοσειρά της θερμοκρασίας για τον αστικό σταθμό που τοποθετήθηκε στην εσωτερική αυλή κυβερνητικού κτιρίου (αρ. 7942, τοποθεσία Σχήμα 3), φαίνονται και πάλι το ακραίο μέγιστο στο δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου και το ακραίο ελάχιστο στον Ιανουάριο (Παράρτημα 3), ενώ σε γενικές γραμμές φαίνεται ότι η θερμοκρασία ακολουθά το ίδιο μοτίβο με τους προηγούμενους σταθμούς (Σχήμα 79, Παράρτημα 1). Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας παρουσίασαν μέση τιμή 22.5 °C, μέγιστη τιμή 38.6 °C και ελάχιστη 1.7 °C. Η μέση διαφορά θερμοκρασία από το σταθμό αναφοράς υπολογίστηκε να είναι 1.16 °C, η διάμεσος διαφορά 1.4 °C, η μέγιστη θετική διαφορά 6.1 °C και η μέγιστη αρνητική διαφορά -5.6 °C. Οι διαφορές θερμοκρασίας αποτελούν κατά πολύ μεγάλο ποσοστό θετικές τιμές (86%), γεγονός που φαίνεται και στο ιστόγραμμα κατανομής των συχνοτήτων (Σχήμα 80, Παράρτημα 1), με την επικρατούσα διαφορά να υπολογίστηκε στους 1.7 °C. Όσον αφορά στη συσχέτιση της ΔT με τον άνεμο και τη σχετική υγρασία (Πίνακας 16, Παράρτημα 1), την πιο μεγάλη επίδραση φαίνεται να έχει η ταχύτητα του ανέμου τόσο από τη θαλάσσια αύρα όσο και από τις υπόλοιπες διευθύνσεις, ενώ πολύ ασθενή συσχέτιση παρουσιάζει η ΔT σε σχέση με τη σχετική υγρασία από όλο το φάσμα των μετρήσεων, αν και στατιστικά

σημαντική. Τα αποτελέσματα συνάδουν με αυτά των υπόλοιπων σταθμών, με τη μόνη διαφορά ότι σε γενικές γραμμές οι δυνατοί άνεμοι δεν μειώνουν τη διάμεσο ΔΤ σε αρνητικά επίπεδα για τη θαλάσσια αύρα, ενώ στην περίπτωση των υπόλοιπων διευθύνσεων, το φαινόμενο της αρνητικής ΔΤ είναι περιορισμένο, δηλαδή σε γενικές γραμμές οι άνεμοι της θαλάσσιας αύρας διατηρούν την ΔΤ σε θετικά επίπεδα (Σχήμα 83, Παράρτημα 1). Η σχετική υγρασία φαίνεται ότι επιδρά με παρόμοιο τρόπο στη ΔΤ όπως και στους υπόλοιπους σταθμούς (Σχήμα 87, Παράρτημα 1) ενώ τα ιστογράμματα κατανομής των συχνοτήτων δείχνουν ότι η αστική θερμική νησίδα είναι πιο δυνατή το χειμώνα, ενώ είναι εξίσου ημερήσιο και νυχτερινό φαινόμενο (Σχήματα 88 και 89, Παράρτημα 1).

Τα δύο ακρότατα του Ιουνίου και Ιανουαρίου εμφανίζονται και πάλι στη χρονοσειρά του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε στην περιφραξή καταστήματος στην ανατολική Λεμεσό (αρ. 7948, τοποθεσία Σχήμα 3), ενώ σε γενικές γραμμές το μοτίβο της θερμοκρασίας παραμένει το ίδιο με τους άλλους σταθμούς (Σχήμα 90, Παράρτημα 1). Η μέση θερμοκρασία υπολογίστηκε να είναι 22.3 °C ενώ η μέγιστη θερμοκρασία υπολογίστηκε στους 39.1 °C με την ελάχιστη να αγγίζει αρνητικές τιμές (-0.7 °C) – Σχήμα 90, Παράρτημα 1. Η μέση διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς ήταν 0.955 °C, η διάμεση διαφορά θερμοκρασίας 1.2 °C, η μέγιστη θετική διαφορά 7.1 °C, η μέγιστη αρνητική διαφορά -7.2 °C και η επικρατούσα διαφορά θερμοκρασίας οι 1.2 °C. Η πλειονότητα των διαφορών θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς ήταν θετικές τιμές (82%), ενώ οι αρνητικές διαφορές ήταν μόλις 18% (βλ. επίσης Σχήμα 91, Παράρτημα 1). Την πιο μεγάλη επίδραση στην ΔΤ φαίνεται να έχει η διακύμανση της ταχύτητας του ανέμου, κυρίως από τις διευθύνσεις εκτός της θαλάσσιας αύρας (Πίνακας 17, Παράρτημα 1), οι οποίες μεταβολές έχουν το ίδιο αντίκτυπο στην ΔΤ που περιγράφεται και στους προηγούμενους σταθμούς (Σχήματα 93 και 94, Παράρτημα 1). Τέλος, η αστική θερμική νησίδα υπολογίστηκε να είναι παρόμοιας έντασης για το καλοκαίρι-χειμώνα και για την ημέρα-νύχτα (Σχήματα 99 και 100, Παράρτημα 1).

Από την ανάλυση της δεκάλεπτης χρονοσειράς της θερμοκρασίας του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε έξω από τοπικό κρεοπωλείο, κοντά στον αυτοκινητόδρομο Λευκωσίας-Λεμεσού (αρ. 7949, τοποθεσία Σχήμα 3), παρουσιάζεται και πάλι το κλασικό μοτίβο που

παρουσιάζουν όλοι οι σταθμοί (Σχήμα 101, Παράρτημα 1), δηλαδή αύξηση στην αρχή της περιόδου, μετά μια περίοδο με σχετικά μικρές μεταβολές και πτώση μέχρι και το τέλος περίπου της περιόδου των μετρήσεων και δύο ακρότατα που πιστώνονται στην συνοπτική κατάσταση του καιρού (Παράρτημα 3). Η μέση θερμοκρασία του σταθμού ήταν 22.3 °C, η μέγιστη 36.8 °C και η ελάχιστη 1.3 °C. Η μέση θερμοκρασιακή διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς υπολογίστηκε στους 0.985 °C, η διάμεση διαφορά στους 1.1 °C, η μέγιστη θετική διαφορά στους 7.1 °C και η μέγιστη αρνητική διαφορά τους -5.3 °C. Η επικρατούσα διαφορά θερμοκρασίας ήταν 1.1 °C και οι διαφορές θερμοκρασίας υπολογίστηκαν στα ποσοστά 15 % αρνητικές και 85% θετικές (συμπέρασμα που φαίνεται γραφικά και στο Σχήμα 102, Παράρτημα 1). Μεγαλύτερη επίδραση στη ΔΤ φαίνεται ότι έχουν οι μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου (Πίνακας 18, Παράρτημα 1), με την επίδραση να είναι ανάλογη με τους προηγούμενους σταθμούς. Η αστική θερμική νησίδα ενισχύεται τους χειμερινούς μήνες ενώ δεν υπάρχει διαφορά στον διαχωρισμό ημέρας και νύχτας (Σχήματα 110 και 111, Παράρτημα 1).

Οι δεκάλεπτες θερμοκρασίες του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε στον κήπο αστικού ξενοδοχείου (αρ. 7952, τοποθεσία Σχήμα 3) ακολουθούν μια ανοδική πορεία μέχρι και το τέλος Ιουνίου, μετά μια περίπου σταθερή πορεία και μετέπειτα ξεκινά η πτώση μέχρι και το τέλος της περιόδου (Σχήμα 112, Παράρτημα 1). Τα δύο ακρότατα που εμφανίζονται και στους άλλους σταθμούς, εμφανίζονται και εδώ στις ίδιες ακριβώς χρονικές περιόδους (Παράρτημα 3). Η μέση θερμοκρασία της περιόδου για το συγκεκριμένο αστικό σταθμό ήταν 21.5 °C, η μέγιστη θερμοκρασία ήταν 36.3 °C και η ελάχιστη θερμοκρασία 1.1 °C. Η μέση διαφορά της θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς ήταν σχετική μικρή, δηλαδή περίπου 0.14 °C και η διάμεση διαφορά ήταν 0.6 °C. Η μέγιστη θετική διαφορά ήταν 6.1 °C ενώ η μέγιστη αρνητική διαφορά ήταν αρκετά μεγάλη, δηλαδή -10.0 °C. Οι αρνητικές διαφορές θερμοκρασίας ήταν περισσότερες σε σχέση με τους προηγούμενους σταθμούς που αναλύθηκαν (Σχήμα 113, Παράρτημα 1), με ποσοστό 36%, ενώ η επικρατούσα διαφορά θερμοκρασίας υπολογίστηκε να είναι 0.9 °C. Η μεταβολή της σχετικής υγρασίας από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας φαίνεται ότι επηρεάζει περισσότερο την ΔΤ, με τις μεγάλες τιμές σχετικής υγρασίας να υπονοούν μικρή ανάμειξη, μικρές ταχύτητες, ψηλές αστικές θερμοκρασίες και άρα θετικότερη ΔΤ (Πίνακας 19, Παράρτημα 1). Τέλος, άξιον αναφοράς

αποτελεί το γεγονός ότι η μέση τιμή της διαφοράς θερμοκρασίας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι αρνητική και άρα η αστική θερμική νησίδα δεν εμφανίζεται αυτή την περίοδο (Σχήμα 121 αριστερά, Παράρτημα 1). Συνεπώς, η αστική θερμική νησίδα είναι καθαρά ένα χειμερινό φαινόμενο (Σχήμα 121 δεξιά, Παράρτημα 1), ενώ η αστική θερμική νησίδα είναι επίσης ένα νυχτερινό φαινόμενο (Σχήμα 122, Παράρτημα 1).

Δυτικοί σταθμοί

Η χρονοσειρά των δεκάλεπτων μετρήσεων του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε στο προαύλιο τοπικού εστιατορίου, βόρεια του αυτοκινητόδρομου Λευκωσίας-Λεμεσού και δίπλα σε τοπικό ποταμό (αρ. 7960, τοποθεσία Σχήμα 3), φαίνεται ότι δεν παρουσιάζει το ίδιο μέγιστο με τις χρονοσειρές των υπόλοιπων σταθμών, αλλά το μέγιστο παρουσιάζεται μέσα στον Αύγουστο, ενώ το ελάχιστο εντοπίζεται μέσα στον Ιανουάριο όπως και οι υπόλοιποι σταθμοί (Σχήμα 123, Παράρτημα 1). Η μέση θερμοκρασία του συγκεκριμένου αστικού σταθμού ήταν 21.8 °C, η μέγιστη 39.6 °C και η ελάχιστη 0.0 °C. Οι διαφορές της θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς υπολογίστηκαν να είναι περισσότερο θετικές (71%) (βλ. επίσης Σχήμα 124, Παράρτημα 1), ενώ η μέση διαφορά θερμοκρασίας υπολογίστηκε να είναι 0.417 °C, η διάμεση διαφορά 0.3 °C, η μέγιστη θετική διαφορά 6.6 °C, η μέγιστη αρνητική διαφορά -8.0 °C και η επικρατούσα διαφορά 0.2 °C. Οι συσχετίσεις της ΔT με την ταχύτητα ανέμου, τη διεύθυνση ανέμου και τη σχετική υγρασία δεν χρήζουν ιδιαίτερης ανάλυσης όντας σχετικά αδύνατες προς μέτριες, αν και στατιστικά σημαντικές στις πλείστες περιπτώσεις (Πίνακας 20, Παράρτημα 1). Η αστική θερμική νησίδα υπολογίστηκε να είναι ένα φαινόμενο χειμερινό και καλοκαιρινό, αλλά και ημερήσιο (Σχήματα 132 και 133, Παράρτημα 1).

Το μέγιστο της θερμοκρασίας του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε σε αστική οικία, κοντά σε μια τοπική εκκλησία (αρ. 7965, τοποθεσία Σχήμα 3), βρέθηκε να είναι μέσα στον Αύγουστο και όχι μέσα στο δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου όπως στους πλείστους σταθμούς, ενώ το ελάχιστο του Ιανουαρίου παραμένει το ίδιο όπως και οι πλείστοι σταθμοί (Σχήμα 134, Παράρτημα 1). Η μέση θερμοκρασία του υπολογίστηκε στους 22.1 °C, η μέγιστη στους 39.6 °C και η ελάχιστη στους 1.5 °C. Υπολογίστηκε ότι οι διαφορές στη

θερμοκρασία από το σταθμό αναφοράς είναι περισσότερο θετικές (87%), με τη μέση διαφορά να είναι 0.793 °C, τη διάμεση διαφορά 0.8 °C, τη μέγιστη θετική διαφορά 4.6 °C, τη μέγιστη αρνητική διαφορά -5.6 °C και την επικρατούσα διαφορά 0.8 °C (βλ. επίσης Σχήμα 135). Οι συσχετίσεις της ΔT με τον άνεμο και τη σχετική υγρασία ήταν από τις πιο αδύναμες του δικτύου των σταθμών (Πίνακας 21, Παράρτημα 1) και αυτό οφείλεται στο περικλειστο αστικό περιβάλλον που τοποθετήθηκε ο σταθμός. Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας υπολογίστηκε να είναι εξίσου αισθητό για όλες τις περιπτώσεις, καλοκαίρι-χειμώνας και ημέρα-νύχτα (Σχήματα 143 και 144, Παράρτημα 1).

Η δεκάλεπτη χρονοσειρά θερμοκρασίας του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε σε οικία χαμηλού εισοδήματος, στο δυτικό τμήμα της Επαρχίας Λεμεσού (αρ. 7966), είναι παρόμοια με τις υπόλοιπες που έχουν ήδη αναλυθεί (Σχήμα 145, Παράρτημα 1) και η μέση θερμοκρασία του σταθμού ήταν 22.1 °C, η μέγιστη 39.3 °C και η ελάχιστη 1.1 °C. Οι διαφορές της θερμοκρασίας του συγκεκριμένου αστικού σταθμού από το σταθμό αναφοράς είναι κατά 81% θετικές (βλ. επίσης Σχήμα 146, Παράρτημα 1), ενώ η μέση διαφορά θερμοκρασίας υπολογίστηκε στους 0.740 °C, η διάμεση διαφορά 0.9 °C, η μέγιστη θετική διαφορά 6.1 °C, η μέγιστη αρνητική διαφορά -7.9 °C και η επικρατούσα διαφορά 1.2 °C. Οι συσχετίσεις της ΔT με τον άνεμο και τη σχετική υγρασία ήταν από τις πιο ασθενείς του δικτύου (Πίνακας 22, Παράρτημα 1) ενώ η αστική θερμική νησίδα είναι εξίσου αισθητή καλοκαίρι και χειμώνα, ημέρα και νύχτα (Σχήματα 154 και 155, Παράρτημα 1).

Κεντρικοί σταθμοί

Στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου (ΤΕΠΑΚ), ο μετεωρολογικός κλωβός μαζί με το όργανο μέτρησης της θερμοκρασίας (αρ. 7940, τοποθεσία Σχήμα 3) είχαν κλαπεί, οπότε οι μετρήσεις αφορούν το διάστημα μέχρι και τις αρχές του μήνα Σεπτεμβρίου. Η θερμοκρασία του συγκεκριμένου αστικού σταθμού (Σχήμα 156, Παράρτημα 1) ακολουθεί μια σταθερή ανοδική πορεία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Το μέγιστο της θερμοκρασιακής καμπύλης που παρατηρείται το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου, οφειλόταν σε κύμα καύσωνα που επηρέαζε την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου (Παράρτημα 3). Το μέγιστο της θερμοκρασιακής καμπύλης που παρατηρείται τον Ιούνιο για το σταθμό του ΤΕΠΑΚ δεν

παρατηρήθηκε στο σταθμό του ξενοδοχείου (αρ. 7939) που βρισκόταν πάνω στο παραλιακό μέτωπο της Λεμεσού. Η μέση θερμοκρασία για το σταθμό του ΤΕΠΑΚ ήταν 27.4 °C, η ελάχιστη τιμή θερμοκρασίας ήταν 18.4 °C και η μέγιστη τιμή θερμοκρασίας ήταν 37.0 °C. Η μέση διαφορά θερμοκρασίας για την περίοδο μετρήσεων του σταθμού στο ΤΕΠΑΚ από το σταθμό αναφοράς ήταν 0.12 °C, η διάμεσος τιμή ήταν 0.30 °C, η μέγιστη θετική διαφορά ήταν 4.2 °C και η μέγιστη αρνητική διαφορά – 8.6 °C. Από το ιστόγραμμα κατανομής των συχνοτήτων της ΔT (Σχήμα 157, Παράρτημα 1), φαίνεται ότι οι περισσότερες θερμοκρασιακές διαφορές εντοπίζονται στο θετικό τμήμα του ιστογράμματος (ποσοστό περίπου 60%) με την επικρατούσα τιμή θερμοκρασιακής διαφοράς να είναι η 0.6 °C. Πολύ ασθενή συσχέτιση παρουσιάζει η περίπτωση της θερμοκρασιακής διαφοράς με τη διεύθυνση του ανέμου από διευθύνσεις άλλες εκτός από τη θαλάσσια αύρα. Συνεπώς δεν υπάρχει κάποια συσχέτιση των διαφορών θερμοκρασίας με τις διευθύνσεις αυτές. Αυτό οφείλεται μάλλον στο γεγονός ότι η ύπαρξη ψηλών κτιρίων περιμετρικά του σταθμού, ο οποίος τοποθετήθηκε σε περιοχή με πυκνή και ψηλή δόμηση, εμποδίζει τις συγκεκριμένες διευθύνσεις ανέμου να επηρεάσουν τον αστικό σταθμό του ΤΕΠΑΚ (Σχήμα 158 και Πίνακας 23, Παράρτημα 1). Από τα θηκογράμματα της διαφοράς θερμοκρασίας σε σχέση με τις κατηγορίες ταχύτητας ανέμου (Σχήμα 159, Παράρτημα 1) και τη διακύμανση των διάμεσων τιμών (Σχήμα 160, Παράρτημα 1), παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα του ανέμου για τις περιπτώσεις της θαλάσσιας αύρας, τόσο μικραίνει η ΔT μέχρις ότου να γίνει αρνητική, λόγω του ότι η θαλάσσια αύρα μειώνει τη θερμοκρασία του αστικού σταθμού στο ΤΕΠΑΚ, που απέχει μόνο λίγο από το παραλιακό μέτωπο. Οι αυξημένες ταχύτητες του ανέμου από διευθύνσεις εκτός της θαλάσσιας αύρας, μεταφέρουν το θερμό αστικό αέρα στο σταθμό αναφοράς και έτσι η ΔT παρουσιάζεται κατά το πλείστον αρνητική. Όσον αφορά στη συσχέτιση του ΔT με τη σχετική υγρασία, λόγω των συντελεστών συσχέτισης σχόλιο μπορεί να γίνει και για τις δύο περιπτώσεις (θαλάσσιας αύρας και υπόλοιπες διευθύνσεις παρουσιάζουν ισχυρές συσχετίσεις), όπου για μεγάλες τιμές σχετικής υγρασίας, η ΔT είναι θετική (μικρές ταχύτητες ανέμου, μικρή ανάμειξη και άρα πολύ θερμός αστικός αέρας). Τέλος, από τα διαγράμματα κατανομής των συχνοτήτων, φαίνεται ότι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας είναι νυχτερινό φαινόμενο για τον αστικό σταθμό του ΤΕΠΑΚ (Σχήμα 165, Παράρτημα 1).

Αναλύοντας τις δεκάλεπτες τιμές θερμοκρασίας για τον αστικό σταθμό που τοποθετήθηκε στον περίγυρο ενός πλυντηρίου αυτοκινήτων, πάνω σε κύρια αστική αρτηρία (αρ. 7941, τοποθεσία Σχήμα 3), φαίνονται καθαρά το μέγιστο της καμπύλης κατά το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου και το ελάχιστο τον Ιανουάριο (Παράρτημα 3) καθώς και ένα μικρό μέγιστο τον Αύγουστο και ένα μικρό ελάχιστο το Νοέμβριο (Σχήμα 166, Παράρτημα 1). Η μέση θερμοκρασία υπολογίστηκε να είναι 21.9 °C, η μέγιστη 38.8 °C και η ελάχιστη 2.1 °C. Η μέση διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του συγκεκριμένου αστικού σταθμού από το σταθμό αναφοράς ήταν 0.61 °C, η διάμεσος τιμή 0.90 °C, η μέγιστη θετική διαφορά 5.7 °C και η μέγιστη αρνητική διαφορά -6.0 °C. Στο ιστόγραμμα κατανομής των συχνοτήτων (Σχήμα 167, Παράρτημα 1), φαίνεται ότι οι περισσότερες διαφορές είναι θετικές (υπολογίστηκαν να είναι γύρω στο 74%) ενώ οι αρνητικές διαφορές αποτελούν σαφώς ένα μικρότερο κομμάτι (26%), με την επικρατούσα τιμή ΔT να είναι η 1.5 °C. Για τη διαφορά θερμοκρασία σε σχέση με την ταχύτητα ανέμου, διεύθυνση ανέμου και σχετική υγρασία δεν υπολογίστηκαν “πολύ ασθενείς συσχετίσεις” σε καμία περίπτωση (Πίνακας 24, Παράρτημα 1) και όλες οι συσχετίσεις υπολογίστηκαν να είναι στατιστικά σημαντικές. Τα θηκογράμματα της ΔT σε σχέση με τις ταχύτητες ανέμου (Σχήμα 169, Παράρτημα 1) και η διακύμανση των διάμεσων τιμών της ΔT (Σχήμα 170, Παράρτημα 1), δείχνουν ότι οι πολύ μεγάλες ταχύτητες ανέμου θαλάσσιας αύρας μειώνουν τη θερμοκρασία του αστικού σταθμού και άρα δημιουργούν αρνητική ΔT , ενώ οι αυξημένες ταχύτητες ανέμου των λοιπών διευθύνσεων στέλνουν όλο και θερμότερο αστικό αέρα στο σταθμό αναφοράς (και άρα και πάλι αρνητική ΔT). Όσον αφορά στην επίδραση της σχετικής υγρασίας στη ΔT , ισχύει και πάλι ότι μεγάλες τιμές σχετικής υγρασίας επιδρούν θετικά στη ΔT για τους ίδιους λόγους που περιγράφονται και στους προηγούμενους σταθμούς (Σχήμα 174, Παράρτημα 1). Στο συγκεκριμένο αστικό σταθμό, η αστική θερμική νησίδα υπολογίστηκε να είναι και καλοκαιρινό αλλά και χειμερινό φαινόμενο, ενώ υπολογίστηκε να είναι κατά το πλείστον ένα νυχτερινό φαινόμενο (Σχήματα 175 και 176, Παράρτημα 1).

Η χρονοσειρά της θερμοκρασίας του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε σε κενό χώρο δίπλα από κατάστημα, σε κεντρική αστική περιοχή (αρ. 7944, τοποθεσία Σχήμα 3), παρουσιάζει όλα τα χαρακτηριστικά των προηγούμενων σταθμών, ενώ η μέση θερμοκρασία υπολογίστηκε να είναι 22.3 °C, η μέγιστη 39.1 °C και η ελάχιστη 1.3 °C (Σχήμα 177,

Παράρτημα 1). Η μέση διαφορά θερμοκρασίας του συγκεκριμένου αστικού σταθμού από το σταθμό αναφοράς βρέθηκε να είναι 0.936 °C, η διάμεσος τιμή της διαφοράς 1.1 °C, η μέγιστη θετική διαφορά 6.7 °C, η μέγιστη αρνητική διαφορά -6.7 °C ενώ η επικρατούσα διαφορά θερμοκρασίας βρέθηκε να είναι 1.1 °C, με ποσοστό 81% να αποτελούν τις θετικές θερμοκρασιακές διαφορές ΔT (αποτέλεσμα ορατό και στο Σχήμα 178, Παράρτημα 1). Μετά από την ανάλυση των διαφορών θερμοκρασίας ΔT, αποδείχθηκε μέσω του υπολογισμού των συντελεστών συσχέτισης του Spearman ότι η ΔT επηρεάζεται από ελαφρώς μέχρι καθόλου, τόσο από την ταχύτητα του ανέμου όσο και από τη διεύθυνση του ανέμου και τη σχετική υγρασία, αν και οι περισσότερες συσχετίσεις υπολογίστηκαν να είναι στατιστικά σημαντικές (Πίνακας 25, Παράρτημα 1). Όσον αφορά στην εποχική και ημερήσια ανάλυση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, αυτή υπολογίστηκε να παρατηρείται σε όλες τις περιπτώσεις το ίδιο (Σχήματα 186 και 187, Παράρτημα 1).

Η χρονοσειρά της θερμοκρασίας του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε σε πρατήριο βενζίνης, σε κεντρική οδική αρτηρία (αρ. 7945, τοποθεσία Σχήμα 3), παρουσιάζει το κλασικό μοτίβο της χρονοσειράς θερμοκρασίας με τους προηγούμενους σταθμούς (Σχήμα 188, Παράρτημα 1). Η μέση θερμοκρασία του συγκεκριμένου αστικού σταθμού υπολογίστηκε να είναι 22.3 °C, η μέγιστη τιμή θερμοκρασίας 39.8 °C και η ελάχιστη 1.9 °C, ενώ η μέση διαφορά θερμοκρασίας από τον σταθμό αναφοράς υπολογίστηκε να είναι 0.971 °C, η διάμεσος τιμή της θερμοκρασιακής διαφοράς 1.1 °C, η μέγιστη θετική διαφορά 6.4 °C και η μέγιστη αρνητική διαφορά -6.0 °C. Το 86% των θερμοκρασιακών διαφορών αποτελούν θετικές τιμές (βλ. επίσης Σχήμα 189, Παράρτημα 1), ενώ η επικρατούσα διαφορά θερμοκρασίας ήταν 1.2 °C. Όσον αφορά στις συσχετίσεις της ΔT με τις ταχύτητες ανέμου, διευθύνσεις ανέμου και σχετική υγρασία, τη μεγαλύτερη επίδραση βρέθηκε να έχουν οι διακυμάνσεις στις ταχύτητες του ανέμου από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας, ενώ γενικά οι αλλαγές στη διεύθυνση ανέμου και οι αλλαγές στη σχετική υγρασία βρέθηκαν να έχουν μικρή επίδραση (Πίνακας 26, Παράρτημα 1). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο συγκεκριμένος αστικός σταθμός ήταν τοποθετημένος στο μέσο μιας από τις κεντρικές οδικές αρτηρίες της πόλης, περιτριγυρισμένος από ψηλά κτίρια και σχετικά μακριά από το παραλιακό μέτωπο. Σε γενικές γραμμές, φαίνεται και πάλι ότι μεγαλύτερες ταχύτητες ανέμου από τη θαλάσσιας αύρα μειώνουν την ΔT διότι μειώνουν τη θερμοκρασία του συγκεκριμένου

αστικού σταθμού, ενώ μεγάλες ταχύτητες ανέμου από διευθύνσεις με ανατολικούς ανέμους μεταφέρουν και πάλι θερμό αστικό αέρα στο σταθμό αναφοράς, με αποτέλεσμα και πάλι να μειώνεται η ΔT (Σχήμα 192, Παράρτημα 1). Η αστική θερμική νησίδα υπολογίστηκε να είναι εξίσου ημερήσιο και νυχτερινό φαινόμενο, ενώ έχει την ίδια μέση τιμή τόσο το καλοκαίρι όσο και το χειμώνα (Σχήμα 197 και 198, Παράρτημα 1).

Η ανάλυση της χρονοσειράς των δεκάλεπτων τιμών θερμοκρασίας για τον αστικό σταθμό που τοποθετήθηκε στον κήπο αστικού σχολείου (αρ. 7951, τοποθεσία Σχήμα 3), δε διαφέρει σε τίποτα από αυτές των σταθμών που έχουν ήδη αναλυθεί, με τη μέση θερμοκρασία της περιόδου να ήταν οι 21.9 °C, τη μέγιστη θερμοκρασία να ήταν 37.6 °C και την ελάχιστη να ήταν 2.1 °C (Σχήμα 199, Παράρτημα 1). Η μέση διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς ήταν περίπου 0.637 °C, η μέγιστη θετική διαφορά θερμοκρασίας ήταν 6.5 °C και η μέγιστη αρνητική -8.4 °C. Η επικρατούσα διαφορά θερμοκρασίας υπολογίστηκε στους 1.2 °C, ενώ το διάγραμμα κατανομής των συχνοτήτων των διαφορών επιβεβαιώνει το γεγονός ότι οι θετικές τιμές της διαφοράς αποτελούν το 74% του συνόλου των μετρήσεων (Σχήμα 200, Παράρτημα 1). Τη μεγαλύτερη επίδραση στη ΔT φαίνεται ότι την έχει η μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου κυρίως από διευθύνσεις άλλες εκτός της θαλάσσιας αύρας και μετά η σχετική υγρασία από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας (Πίνακας 27, Παράρτημα 1). Οι μικρές ταχύτητες ανέμου από τις διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας μειώνουν τη ΔT απότομα σε αρνητικές τιμές, μέχρις ότου να ξαναρχίσει σιγά-σιγά την άνοδο της (Σχήματα 202 και 203, Παράρτημα 1), ενώ οι αιτίες για αυτή την πτώση παραμένουν οι ίδιες με αυτές που αναλύονται και στους προηγούμενους σταθμούς. Οι μεταβολές στις διάμεσες τιμές της ΔT σε σχέση με τις κατηγορίες διεύθυνσης ανέμου (Σχήμα 205, Παράρτημα 1) και οι μεταβολές στις διάμεσες τιμές σε σχέση με τη σχετική υγρασία (Σχήμα 207, Παράρτημα 1), δε διαφέρουν σε τίποτα από αυτές που περιγράφονται και στους προηγούμενους σταθμούς. Η αστική θερμική νησίδα υπολογίστηκε να είναι ένα καθαρά χειμερινό και ένα νυχτερινό φαινόμενο (Σχήματα 208 και 209, Παράρτημα 1).

Η χρονοσειρά θερμοκρασίας του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε στον περίγυρο τοπικού κρεοπωλείου (αρ. 7953, τοποθεσία Σχήμα 3), παρουσιάζει την κλασική πορεία που περιγράφηκε ήδη πολλές φορές σε προηγούμενους σταθμούς (Σχήμα 210, Παράρτημα 1). Η

μέση θερμοκρασία της περιόδου ήταν 22.5 °C, η μέγιστη θερμοκρασία ήταν 39.9 °C και η ελάχιστη 2.5 °C . Οι θερμοκρασιακές διαφορές από το σταθμό αναφοράς (Σχήμα 211, Παράρτημα 1) ήταν κυρίως θετικές τιμές (82%). Η μέση θερμοκρασιακή διαφορά ήταν 1.13 °C, η διάμεση διαφορά 1.3 °C, η μέγιστη θετική διαφορά 7.2 °C, η μέγιστη αρνητική διαφορά -6.5 °C και η επικρατούσα διαφορά 1.8 °C. Από τους συντελεστές συσχέτισης του Spearman, φαίνεται ότι περισσότερο επηρεάζει την ΔT η μεταβολή στην ταχύτητα του ανέμου από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας και πιο συγκεκριμένα αύξηση στην ταχύτητα του ανέμου συνεπάγεται σε μείωση της ΔT και μείωση στην ταχύτητα του ανέμου συνεπάγεται σε αύξηση της ΔT (Πίνακας 28, Παράρτημα 1). Οι πολύ μεγάλες ταχύτητες του ανέμου φαίνεται μάλιστα ότι επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό αρνητικά την ΔT (Σχήμα 214, Παράρτημα 1) ,ενώ για όλες τις διευθύνσεις του ανέμου της θαλάσσιας αύρας, οι διάμεσες τιμές της ΔT είναι θετικές (Σχήμα 216, Παράρτημα 1). Η αστική θερμική νησίδα του συγκεκριμένου ζεύγους σταθμών αποτελεί καθαρά ένα χειμερινό φαινόμενο (Σχήμα 219, Παράρτημα 1) και ένα καθαρά νυχτερινό φαινόμενο (Σχήμα 220, Παράρτημα 1).

Η μέση θερμοκρασία της περιόδου για τον αστικό σταθμό που τοποθετήθηκε στον περίγυρο αστικού σταθμού βενζίνης, σε κύρια οδική αρτηρία (αρ. 7954, τοποθεσία Σχήμα 3), υπολογίστηκε στους 22.3 °C, η μέγιστη θερμοκρασία στους 39.0 °C και η ελάχιστη στους 0.8 °C, ενώ η θερμοκρασία ακολουθεί παρόμοια πορεία με όλους τους προηγούμενους σταθμούς που αναλύθηκαν (Σχήμα 221, Παράρτημα 1). Η μέση θερμοκρασιακή διαφορά από το σταθμό αναφοράς υπολογίστηκε να είναι 1.0 °C, η διάμεση τιμή της διαφοράς υπολογίστηκε στους 1.1 °C, η μέγιστη θετική διαφορά ήταν 6.2 °C, η μέγιστη αρνητική διαφορά ήταν -6.9 °C και η επικρατούσα διαφορά ήταν 1.1 °C. Το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκρασιακών διαφορών ήταν θετικές τιμές (82%), γεγονός που υποστηρίζεται και από το ιστόγραμμα κατανομής των συχνοτήτων (Σχήμα 222, Παράρτημα 1). Μεγαλύτερη επίδραση στην ΔT υπολογίστηκε ότι έχει η μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας και ακολουθεί η μεταβολή της διεύθυνσης του ανέμου από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας (Πίνακας 29, Παράρτημα 1), γεγονότα που είναι πλήρως λογικά λόγω της θέσης του σταθμού (κύρια οδική αρτηρία με ψηλά κτίρια, κοντά στο παραλιακό μέτωπο). Η επίδραση στη διάμεση τιμή της ΔT για αυτές τις δύο περιπτώσεις είναι παρόμοια με τους προηγούμενους σταθμούς που αναλύθηκαν (Σχήματα 224-227, Παράρτημα 1). Η αστική

θερμική νησίδα υπολογίσθηκε να είναι πιο ισχυρή κατά τους χειμερινούς μήνες, ενώ δεν μπορεί να γίνει διάκριση στο διαχωρισμό ημέρας και νύχτας (Σχήματα 230 και 231, Παράρτημα 1).

Στην ανάλυση της χρονοσειράς θερμοκρασίας για τον αστικό σταθμό που τοποθετήθηκε έξω από κατάστημα, σε κεντρική οδική αρτηρία (αρ. 7956, τοποθεσία Σχήμα 3), φαίνεται ευδιάκριτα η ακραία μέγιστη και η ακραία ελάχιστη θερμοκρασία που παρατηρείται σε όλους τους σταθμούς (Σχήμα 232, Παράρτημα 1), ενώ υπολογίσθηκε ότι οι θερμοκρασιακές διαφορές από το σταθμό αναφοράς είναι κατά το πλείστον θετικές. Η μέση θερμοκρασία που κατέγραψε ο συγκεκριμένος αστικός σταθμός για όλη την περίοδο ήταν 22.3 °C, η μέγιστη ήταν 37.1 °C και η ελάχιστη 3.0 °C. Η μέση διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς ήταν 0.955 °C, η διάμεσος διαφορά 1.3 °C, η μέγιστη θετική διαφορά 5.8 °C, η μέγιστη αρνητική διαφορά -6.7 °C και η επικρατούσα διαφορά 1.7 °C. Από την ανάλυση των διαφορών θερμοκρασίας, προκύπτει ότι το 25% των διαφορών είναι αρνητικές (βλ. επίσης Σχήμα 233, Παράρτημα 1). Η διαφορά θερμοκρασίας ΔT μεταξύ του συγκεκριμένου αστικού σταθμού και του σταθμού αναφοράς παρουσιάζει ισχυρές συσχετίσεις με την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας, ενώ παρουσιάζει μέτρια συσχέτιση με τη σχετική υγρασία από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας και επίσης μέτρια συσχέτιση με την ταχύτητα του ανέμου από τις διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (Πίνακας 30, Παράρτημα 1). Οι μεταβολές των διάμεσων τιμών της ΔT σε σχέση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου, σε σχέση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου και σε σχέση με τη σχετική υγρασία παραμένουν οι ίδιες με αυτούς που περιγράφονται και σε προηγούμενους σταθμούς που αναλύθηκαν (Σχήματα 235-240, Παράρτημα 1). Η αστική θερμική νησίδα υπολογίσθηκε να είναι καθαρά ένα χειμερινό φαινόμενο και ένα νυχτερινό φαινόμενο (Σχήματα 241 και 242).

Ο αστικός σταθμός που τοποθετήθηκε σε κενό χώρο, δίπλα από κατάστημα σε μια κύρια οδική αρτηρία (αρ. 7957, τοποθεσία Σχήμα 3), παρουσιάζει την ίδια διακύμανση στις δεκάλεπτες μετρήσεις της θερμοκρασίας όπως και οι άλλοι σταθμοί (Σχήμα 243, Παράρτημα 1), με μέση θερμοκρασία της περιόδου 22.9 °C, μέγιστη θερμοκρασία 40.2 °C και ελάχιστη 2.3 °C. Η μέση διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς υπολογίσθηκε στους 1.52

°C, με τη μέγιστη θετική διαφορά να είναι 7.4 °C, τη μέγιστη αρνητική διαφορά να είναι στους -5.3 °C και την επικρατούσα τιμή της διαφοράς να είναι 1.9 °C. Οι διαφορές της θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς είναι στις πλείστες περιπτώσεις θετικές (Σχήμα 244, Παράρτημα 1), ενώ οι υπολογισμοί παρουσιάζουν επίσης αυτό το συμπέρασμα, αφού το 90 % των διαφορών θερμοκρασίας είναι θετικές. Από τον υπολογισμό των συντελεστών συσχέτισης του Spearman της ΔT σε σχέση με την ταχύτητα του ανέμου, τη διεύθυνση του ανέμου και τη σχετική υγρασία φαίνεται ότι οι συσχετίσεις είναι μεν στατιστικά σημαντικές, δεν προκύπτει όμως κάτι το αξιοσημείωτο πέραν από την ασθενή συσχέτιση της ΔT με την ταχύτητα του ανέμου από τις διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας (Πίνακας 31, Παράρτημα 1). Προφανώς η θέση του συγκεκριμένου αστικού σταθμού, του δίνει μια καθαρή ταυτότητα αστικού σταθμού, αφού τοποθετήθηκε σε κύρια οδική αστική αρτηρία, σε χώρο περιτριγυρισμένο από ψηλά κτίρια. Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας αποτελεί ένα φαινόμενο που παρατηρείται εξίσου έντονα το καλοκαίρι και το χειμώνα και επίσης εξίσου έντονα την ημέρα και τη νύχτα (Σχήματα 252 και 253, Παράρτημα 1).

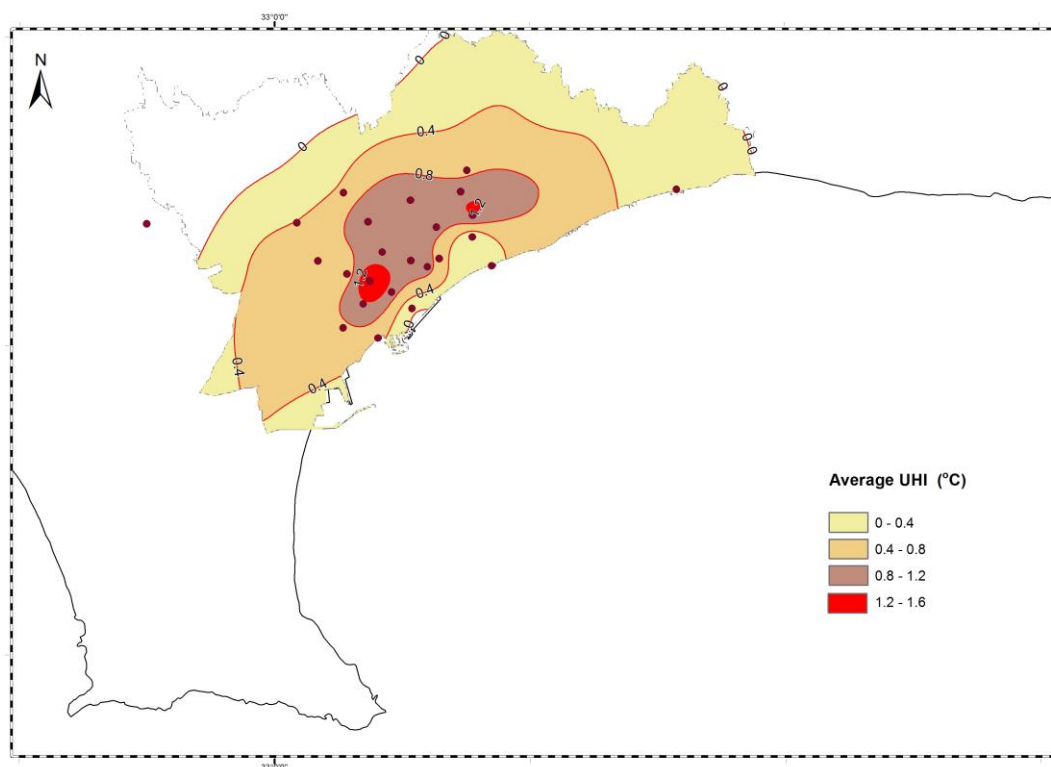
Η χρονοσειρά της δεκάλεπτης θερμοκρασίας του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε σε πλυντήριο αυτοκινήτων, δίπλα ακριβώς από τον αυτοκινητόδρομο Λευκωσίας-Λεμεσού (αρ. 7963, τοποθεσία Σχήμα 3), είναι παρόμοια με τους υπόλοιπους σταθμούς (Σχήμα 254, Παράρτημα 1), ενώ υπολογίστηκε ότι οι διαφορές θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς είναι περισσότερο θετικές (Σχήμα 255, Παράρτημα 1), με τους υπολογισμούς να δείχνουν 84% θετικές διαφορές. Η μέση θερμοκρασία του συγκεκριμένου αστικού σταθμού ήταν 22.3 °C, η μέγιστη 40.0 °C και η ελάχιστη 0.8 °C. Η μέση διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς ήταν 0.986 °C, η διάμεση διαφορά 1.0 °C, η μέγιστη θετική διαφορά 6.2 °C, η μέγιστη αρνητική διαφορά -5.8 °C ενώ η επικρατούσα διαφορά βρέθηκε να είναι 1.0 °C. Δεν υπολογίστηκαν σημαντικές συσχετίσεις της ΔT με την ταχύτητα του ανέμου, τη διεύθυνση του ανέμου και τη σχετική υγρασία (Πίνακας 32, Παράρτημα 1), ενώ η αστική θερμική νησίδα υπολογίστηκε να είναι και καλοκαιρινό αλλά και χειμερινό φαινόμενο, ενώ υπολογίστηκε να είναι ημερήσιο φαινόμενο παρά νυχτερινό (Σχήματα 263 και 264, Παράρτημα 1).

Τέλος, η δεκάλεπτη χρονοσειρά θερμοκρασίας του αστικού σταθμού που τοποθετήθηκε στον περίγυρο πρατηρίου βενζίνης, σε κύρια οδική αρτηρία (αρ. 7967, τοποθεσία Σχήμα 3), παρουσιάζει το μέγιστο της μέσα στον Αύγουστο και το ελάχιστο της μέσα στον Ιανουάριο (Σχήμα 265, Παράρτημα 1), με τη μέση θερμοκρασία να είναι 22.4 °C, τη μέγιστη να είναι 39.1 °C και την ελάχιστη 2.0 °C. Οι διαφορές θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (Σχήμα 266, Παράρτημα 1) είναι περισσότερο θετικές (87%) και οι συσχετίσεις της ΔΤ με τον άνεμο και τη σχετική υγρασία υπολογίστηκαν να είναι στην καλύτερη περίπτωση μέτριες (η μεγαλύτερη ήταν αυτή της ΔΤ σε σχέση με την ταχύτητα του ανέμου στις περιπτώσεις των διευθύνσεων της θαλάσσιας αύρας) – Πίνακας 33, Παράρτημα 1. Η αστική θερμική νησίδα είναι εξίσου αισθητή καλοκαίρι και χειμώνα, ημέρα και νύχτα (Σχήματα 274 και 275, Παράρτημα 1).

Συνοπτικά και με βάση τα πιο πάνω, φαίνεται ότι οι χρονοσειρές της δεκάλεπτης θερμοκρασίας όλων των σταθμών που τελικά αναλύθηκαν ακολουθούν το ίδιο μοτίβο. Την υψηλότερη μέση θερμοκρασία για την περίοδο της ανάλυσης Ιούνιος 2014-Φεβρουάριος 2015, σημείωσε ο σταθμός που ήταν τοποθετημένος έξω από κατάστημα, σε μια από τις κύριες οδικές αρτηρίες της Επαρχίας Λεμεσού, σε περιοχή με μεγάλο συντελεστή δόμησης και περιτριγυρισμένος από ψηλά κτίρια (αρ. 7957, τοποθεσία Σχήμα 3). Ο σταθμός που κατέγραψε την πιο χαμηλή μέση θερμοκρασία ήταν ο σταθμός αναφοράς ή αλλιώς ο αγροτικός σταθμός της ανάλυσης (αρ. 7968, τοποθεσία Σχήμα 3), που ήταν τοποθετημένος σε περιοχή με χαμηλό συντελεστή δόμησης και κάλυψης και απουσία μεγάλων κεντρικών οδικών αρτηριών και ψηλών κτιρίων, με τη μέση θερμοκρασία της περιόδου περίπου στους 21.0 °C. Κατά ανάλογο τρόπο, την πιο υψηλή δεκάλεπτη τιμή θερμοκρασίας σημείωσε και πάλι ο σταθμός αναφοράς, με τιμή 41.4 °C στις 28 Ιουνίου 2014 κατά τις μεσημεριανές ώρες ενώ την πιο χαμηλή δεκάλεπτη τιμή θερμοκρασία σημείωσε ο σταθμός που ήταν τοποθετημένος έξω από κατάστημα, τοποθετημένος μεν στην αστική περιοχή αλλά στο ανατολικό άκρο της Επαρχίας Λεμεσού, δηλαδή στο ακριβώς αντίθετο άκρο με τον σταθμό αναφοράς (αρ. 7948, τοποθεσία Σχήμα 3). Όσον αφορά στο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, αποδείχθηκε ότι τελικά υπάρχει στην Επαρχία της Λεμεσού, αφού όλοι ανεξαιρέτως οι αστικοί σταθμοί σημείωσαν μέσες θερμοκρασίες της περιόδου υψηλότερες από ότι αυτή του σταθμού αναφοράς, με τις θερμοκρασιακές διαφορές να είναι κατά μεγάλη πλειοψηφία

θετικές τιμές σε όλα τα ζεύγη σταθμούς υπό μελέτη-σταθμός αναφοράς και μάλιστα σε ποσοστό που άγγιξε μέχρι και 90% θετικές με 10% αρνητικές θερμοκρασιακές διαφορές (και πάλι σταθμός αρ. 7957, τοποθεσία Σχήμα 3). Η μεγαλύτερη μέση θερμοκρασιακή διαφορά για όλη την περίοδο μελέτης υπολογίστηκε στους 1.52 °C (αρ. 7957 με το σταθμό αναφοράς), ενώ η θετικά μεγαλύτερη θερμοκρασιακή διαφορά (δηλαδή η ένταση της αστικής θερμικής νησίδας) υπολογίστηκε να είναι 8.3 °C (αρ. 7955 και σταθμός αναφοράς).

Από τις μέσες διαφορές θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς για όλη την περίοδο των μετρήσεων, φαίνεται καθαρά ο θερμός αστικός πυρήνας της Επαρχίας Λεμεσού (κόκκινο χρώμα) και οι δευτερεύουσες περιοχές με λιγότερο έντονο το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας (Σχήμα 276). Δηλαδή, οι περιοχές που φαίνεται ότι επηρεάζονται περισσότερο από το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας είναι οι περιοχές που περιλαμβάνουν πυκνή δόμηση, ψηλά κτίρια και μεγάλες οδικές αρτηρίες και δεν εφάπτονται του παραλιακού μετώπου, όπως ακριβώς ήταν αναμενόμενο.

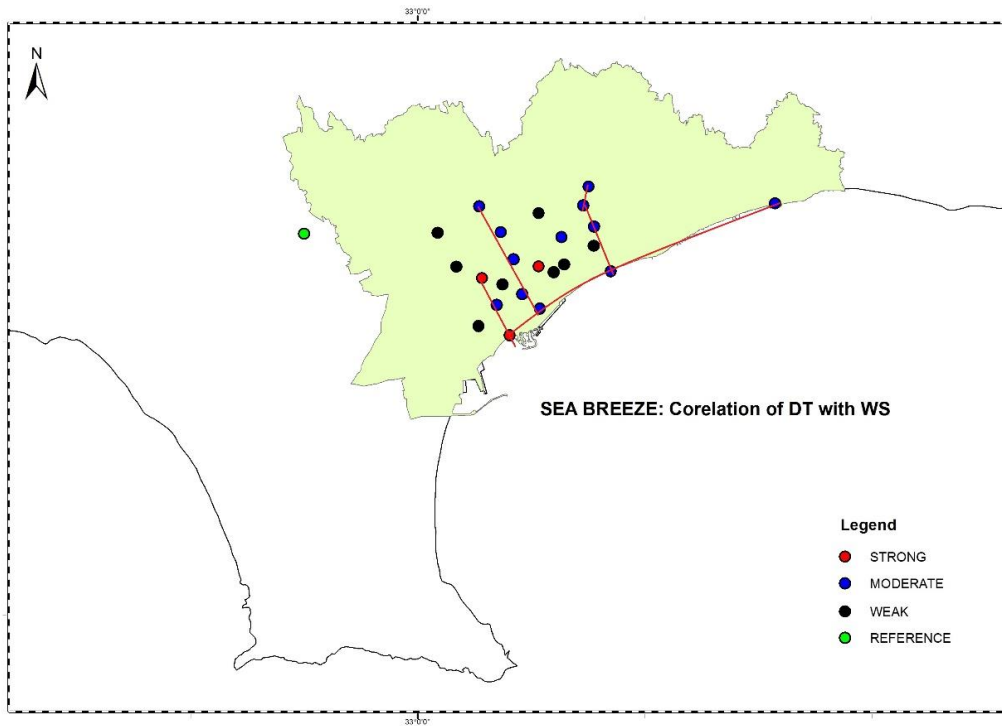


Σχήμα 276: Μέσες θερμοκρασιακές διαφορές από σταθμό αναφοράς

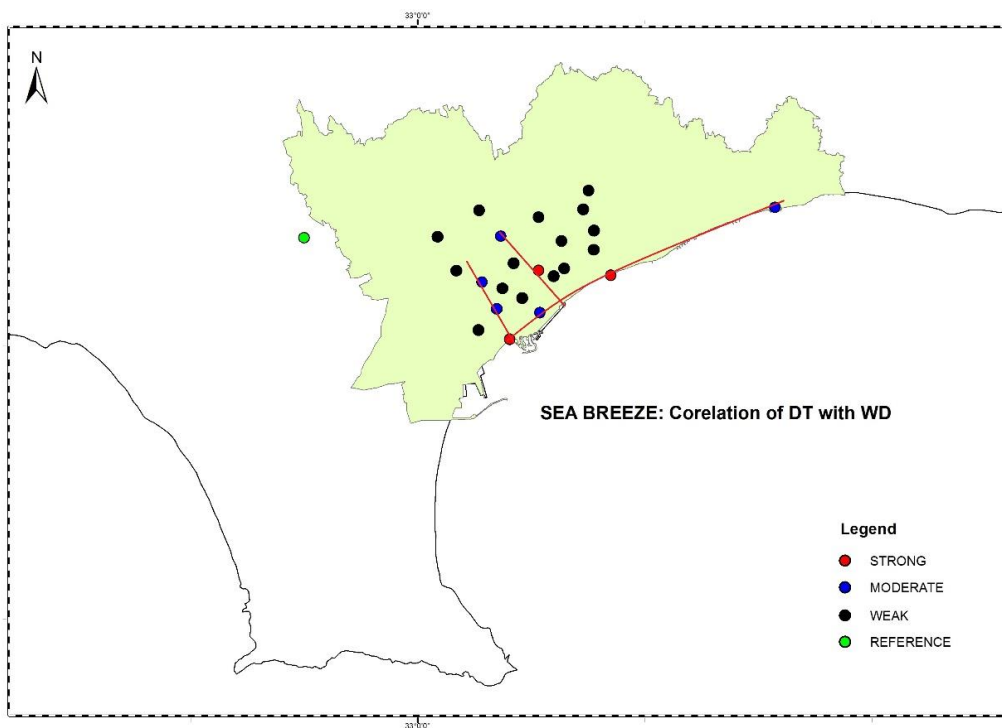
7.3. Επίδραση του ανέμου και της σχετικής υγρασίας στην αστική θερμική νησίδα

Στο κεφάλαιο αυτό, πραγματοποιείται ο υπολογισμός των συσχετίσεων της αστικής θερμικής νησίδας με την ταχύτητα του ανέμου, τη διεύθυνση του ανέμου και τη σχετική υγρασία για δύο περιπτώσεις: για την περίπτωση της θαλάσσιας αύρας καθώς και για την περίπτωση των υπόλοιπων διευθύνσεων.

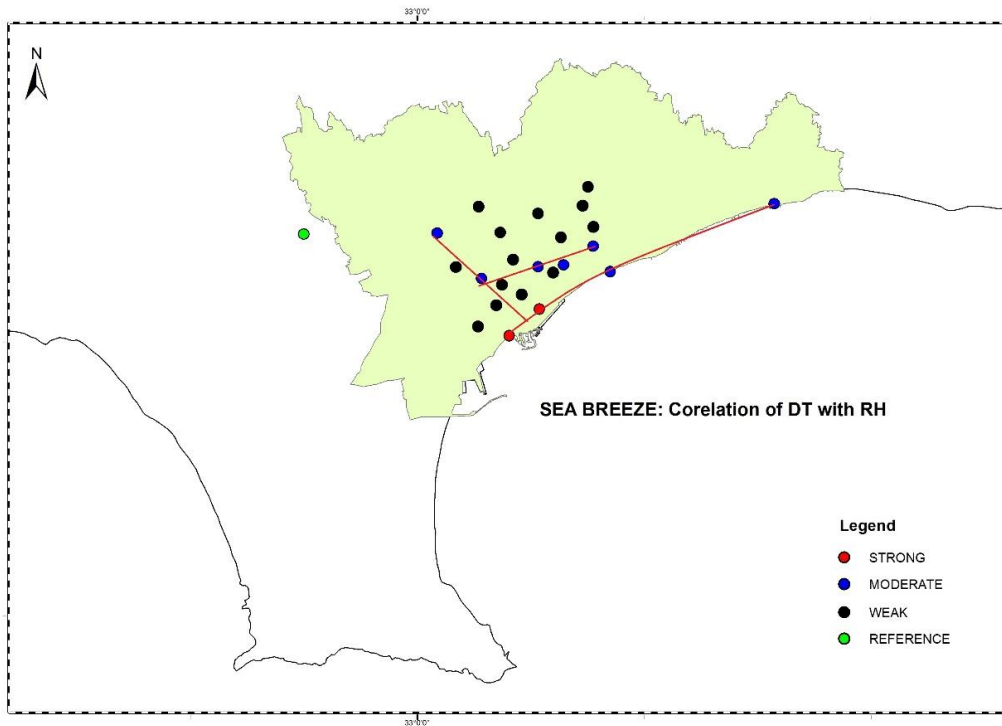
Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας υπολογίστηκε ότι όντως σε πολλές περιπτώσεις συσχετίζεται με τις μεταβολές στην ταχύτητα του ανέμου, τις μεταβολές στη διεύθυνση του ανέμου και τις μεταβολές στη σχετική υγρασία. Σε κάποιους από τους σταθμούς του δικτύου, οι συσχετίσεις είναι ισχυρές, σε άλλους μέτριες, ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις με ασθενείς συσχετίσεις, περιοχές δηλαδή που ο άνεμος και η σχετική υγρασία δεν επηρεάζουν τις διαφορές θερμοκρασίας. Για τις δύο περιπτώσεις που αναλύονται στην παρούσα διδακτορική διατριβή, δηλαδή για τις περιπτώσεις της θαλάσσιας αύρας και των λοιπών διευθύνσεων, παράχθηκαν οι χάρτες που παρουσιάζουν τις περιοχές που η αστική θερμική νησίδα συσχετίζεται (και άρα επηρεάζεται) με την ταχύτητα του ανέμου, τη διεύθυνση του ανέμου και τη σχετική υγρασία. Το γενικό συμπέρασμα από τον υπολογισμό των συσχετίσεων είναι ότι οι περιπτώσεις που ανήκουν στην κατηγορία της θαλάσσιας αύρας (και για τα τρία μεγέθη: ταχύτητα του ανέμου, διεύθυνση του ανέμου και σχετική υγρασία), παρουσιάζουν μεγαλύτερες συσχετίσεις παρά τα αντίστοιχα από τις υπόλοιπες διευθύνσεις, με διακυμάνσεις φυσικά από σταθμό σε σταθμό (Σχήματα 277, 278 και 279), ενώ στην περίπτωση των υπόλοιπων διευθύνσεων, μεγαλύτερη συσχέτιση με τη ΔT παρουσιάζει η ταχύτητα του ανέμου (Σχήμα 280). Οι άλλες δύο περιπτώσεις (δηλαδή η συσχέτιση της ΔT με τις μεταβολές στις διευθύνσεις του ανέμου και τις μεταβολές στη σχετική υγρασία από τις υπόλοιπες διευθύνσεις) δεν αναπαραστάθηκαν σε χάρτη διότι, σε γενικές γραμμές, οι συσχετίσεις υπολογίσθηκαν να είναι ασθενείς (ισχυρή παρουσιάζεται μόνο η συσχέτιση της ΔT με τη σχετική υγρασία για το σταθμό 7940).



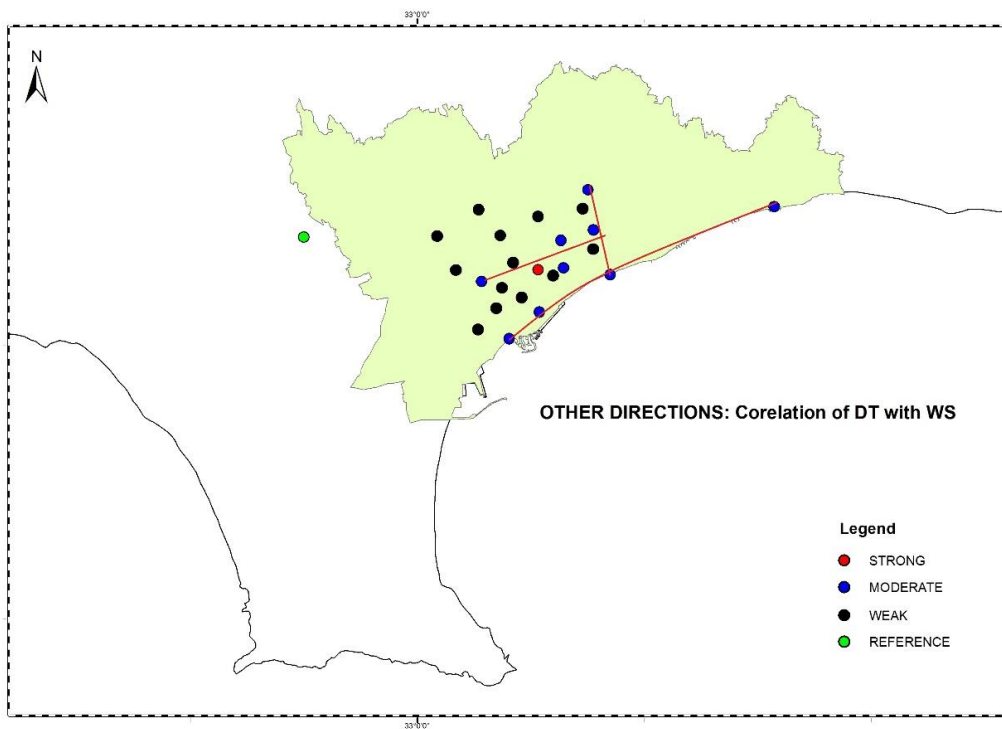
Σχήμα 277: Συσχετίσεις ΔΤ με ταχύτητα ανέμου, θαλάσσια αύρα



Σχήμα 278: Συσχετίσεις ΔΤ με διεύθυνση ανέμου, θαλάσσια αύρα



Σχήμα 279: Συσχετίσεις ΔΤ με σχετική υγρασία, θαλάσσια αύρα



Σχήμα 280: Συσχετίσεις ΔΤ με ταχύτητα ανέμου, υπόλοιπες διευθύνσεις

Για τις συσχετίσεις στην περίπτωση της θαλάσσιας αύρας, όσον αφορά στη συσχέτιση της ΔT με την ταχύτητα του ανέμου (Σχήμα 277) είναι φανερό ότι δημιουργούνται 3 ζώνες (κόκκινη γραμμή), στις οποίες η αστική θερμική νησίδα επηρεάζεται από τις αλλαγές στην ταχύτητα του ανέμου περισσότερο από τις άλλες περιοχές. Οι περιοχές αυτές είναι η ζώνη του παραλιακού μέτωπου και 3 ζώνες κάθετες προς το παραλιακό μέτωπο: η δεξιά ζώνη εφάπτεται της βιομηχανικής ζώνης της Επαρχίας Λεμεσού, η μεσαία είναι βασικά μια από τις μεγαλύτερες οδικές αρτηρίες της Λεμεσού και η αριστερή είναι μια ζώνη που εφάπτεται κατά μήκος ενός τοπικού ποταμού (Γαρίλλης) που διασχίζει τη συγκεκριμένη περιοχή. Οι 3 περιοχές αυτές δημιουργούν ουσιαστικά ένα μικρόκλιμα, το οποίο επιδρά στη συσχέτιση της ΔT με την ταχύτητα του ανέμου. Οι ίδιες ζώνες δημιουργούνται και στην περίπτωση της συσχέτισης της ΔT με τις μεταβολές στη διεύθυνση του ανέμου (Σχήμα 278), μόνο που αυτή τη φορά η ζώνη της βιομηχανικής περιοχής δεν επηρεάζει έντονα τις συσχετίσεις. Στην περίπτωση της θαλάσσιας αύρας και στη συσχέτιση της ΔT με τις μεταβολές στη σχετική υγρασία (Σχήμα 279), φαίνεται ότι οι τρεις ζώνες που δημιουργούνται είναι και πάλι η ζώνη του ποταμού, το παραλιακό μέτωπο και επιπρόσθετα μια παράλληλη προς το παραλιακό μέτωπο ζώνη.

Όσον αφορά στις συσχετίσεις της ΔT με τις μεταβολές στην ταχύτητα του ανέμου για τις υπόλοιπες διευθύνσεις (Σχήμα 280), φαίνεται και πάλι ότι δημιουργούνται 3 ζώνες: η βιομηχανική ζώνη, η ζώνη του παραλιακού μέτωπου και μια παράλληλη προς το παραλιακό μέτωπο ζώνη.

Στις περιπτώσεις που η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζει την αστική θερμική νησίδα, τα αποτελέσματα συνοψίζονται στο ότι οι μεγάλες ταχύτητες ανέμου από τη θαλάσσια αύρα, μειώνουν τη θερμοκρασία του αστικού σταθμού και άρα μειώνουν τη διαφορά θερμοκρασίας από τον σταθμό αναφοράς, σε αρκετές περιπτώσεις μέχρι να πάρει και αρνητικές τιμές. Το ίδιο ισχύει και για τον άνεμο από τις λοιπές διευθύνσεις, που περιέχει ανατολικές συνιστώσες, οι οποίες μεταφέρουν θερμό αστικό αέρα στον σταθμό αναφοράς, με αποτέλεσμα να του αυξάνουν τη θερμοκρασία και να μετατρέπουν έτσι τη ΔT σε αρνητική. Συνεπώς, μεγάλες ταχύτητες ανέμου από τις λοιπές διευθύνσεις που περιέχουν ανατολικές συνιστώσες, σε γενικές γραμμές μειώνουν τη ΔT , πολλές φορές σε αρνητικά επίπεδα.

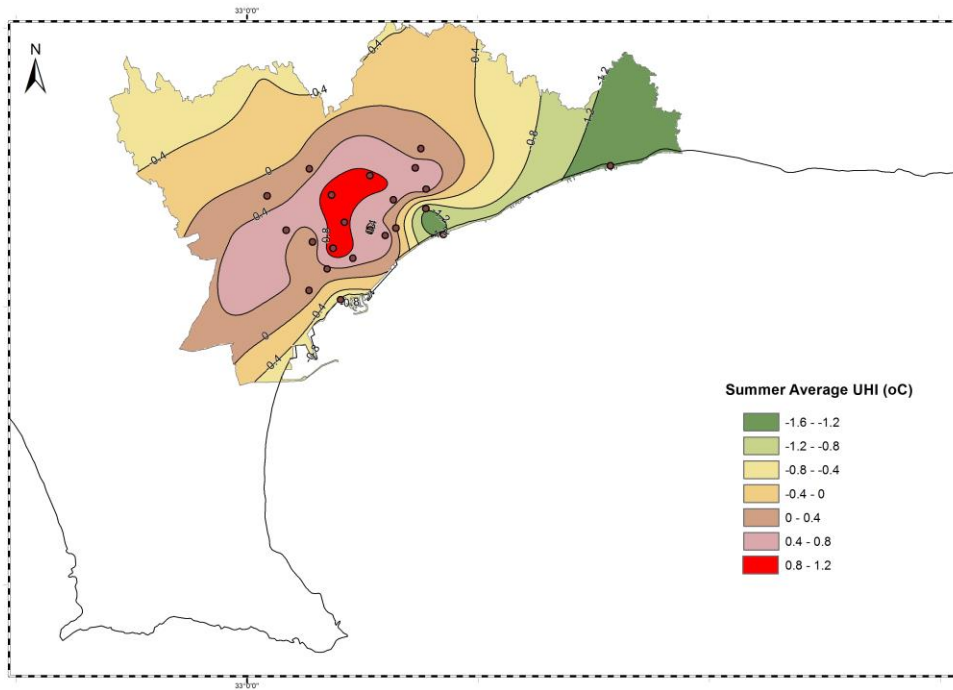
Όσον αφορά στις διευθύνσεις του ανέμου, εκεί όπου υπάρχει συσχέτιση με την αστική θερμική νησίδα, στις περιπτώσεις της θαλάσσιας αύρας με την αύξηση των μοιρών (δηλαδή μεταβολή ανέμου από νοτιοδυτικά σε βορειοδυτικά) αυξάνεται θετικά και η ΔT . Αυτό διότι οι αρχικές διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας “δροσίζουν” τον αστικό σταθμό, με αποτέλεσμα να μειώνουν τη θερμοκρασία του και να μειώνουν έτσι τη ΔT , πολλές φορές σε αρνητικά επίπεδα. Όταν ο άνεμος της θαλάσσιας αύρας ξεκινά να μεταβάλλεται προς βόρειες με βορειοδυτικές διευθύνσεις, μεταφέρει το θερμό αστικό αέρα πίσω προς την πόλη, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία του αστικού σταθμού να αυξάνει και έτσι να αυξάνεται η ΔT και πάλι. Για τις λοιπές διευθύνσεις, οι συσχετίσεις της ΔT με τη μεταβολή στη διεύθυνση του ανέμου είναι γενικά ασθενής.

Στις περιπτώσεις που η αστική θερμική νησίδα σχετίζεται με τη σχετική υγρασία, σε γενικές γραμμές και για τις δύο περιπτώσεις (θαλάσσια αύρας και λοιπών διευθύνσεων), το συμπέρασμα είναι ότι μεγάλες τιμές σχετικής υγρασίας μεταφράζονται σε μικρή ανάμειξη του αέρα και άρα μεγάλη ΔT και το αντίστροφο ισχύει για τις μικρές ταχύτητες σχετικής υγρασίας.

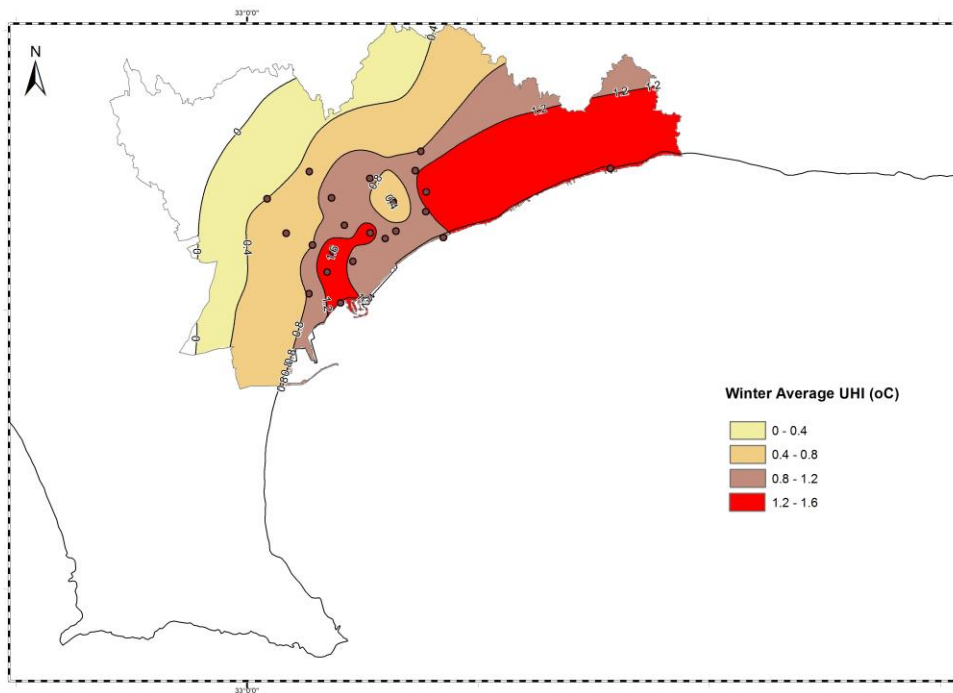
Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, αναλύεται επίσης εποχικά (καλοκαίρι και χειμώνα) αλλά και ημερήσια (ημέρα και νύχτα). Από την ανάλυση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, φαίνεται ότι η θερμότερη περιοχή εμφανίζεται στο κέντρο της πόλης και προς τα δυτικά, ενώ στα ανατολικά και στις παράλιες περιοχές, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας εμφανίζεται να είναι ηπιότερο και σε μερικές περιπτώσεις μη υπαρκτό (Σχήμα 281). Διαφαίνεται ότι προταρχικό ρόλο στη διαμόρφωση αυτής της καλοκαιρινής κατανομής της αστικής θερμικής νησίδας παίζει ο σχετικά ψυχρότερος άνεμος που πνέει από τη θάλασσα προς το χερσαίο τμήμα, που μειώνει τη θερμοκρασία των παράλιων περιοχών. Όσον αφορά στη χειμερινή ανάλυση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, είναι φανερό ότι ο πυρήνας της αστικής θερμικής νησίδας μετατοπίζεται προς το παραλιακό μέτωπο και επίσης θερμή είναι και η περιοχή στο ανατολικό κομμάτι του παραλιακού μετώπου (Σχήμα 282). Η κατανομή αυτή του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας οφείλεται κατά κύριο λόγο στη θερμοκρασία της θάλασσας κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η οποία είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη

θερμοκρασία της χερσαίας περιοχής. Επίσης, αξιοσημείωτο παραμένει και το γεγονός ότι ο κεντρικός αστικός πυρήνας της πόλης φαίνεται ότι δεν επηρεάζεται από την αλλαγή στην εποχή, αφού η αστική θερμική νησίδα παραμένει σταθερή και για τις δύο περιόδους (0.8-1.2 °C) και επίσης το γεγονός ότι η αστική θερμική νησίδα φαίνεται να παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές το χειμώνα παρά το καλοκαίρι.

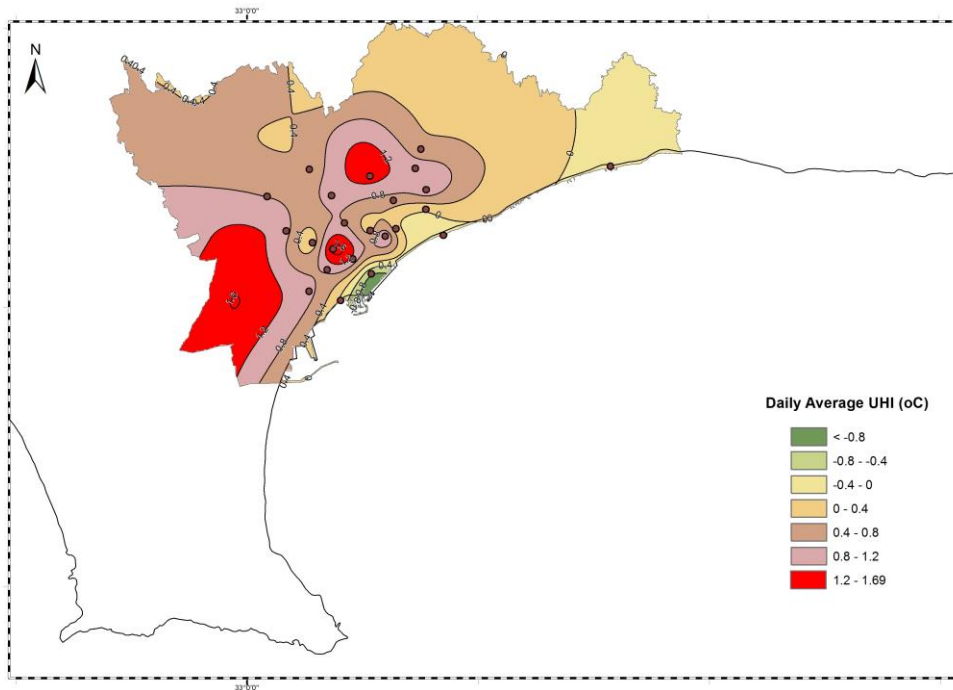
Κατά τη διάρκεια της ημέρας, ο αστικός πυρήνας της Λεμεσού φαίνεται ότι συμπίπτει με τον πυρήνα της αστικής θερμικής νησίδας, λόγω κυρίως της διαφορετικής θέρμανσης χερσαίας με θαλάσσιας επιφάνειας. Κάποιες μάλιστα παράλιες περιοχές, τείνουν να μην εμφανίζουν φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας (Σχήμα 283). Κατά τη διάρκεια της νύχτας, παρατηρείται μια μετατόπιση του πυρήνα της αστικής θερμικής νησίδας προς το παραλιακό μέτωπο, ενώ οι βόρειες περιοχές της πόλης φαίνονται καθαρά πιο ψυχρές. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι το χερσαίο τμήμα ψύχεται διά ακτινοβολίας περισσότερο από ότι η θαλάσσια περιοχή (Σχήμα 284). Τέλος, φαίνεται ότι κατά τη διάρκεια της νύχτας, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας παρουσιάζεται ισχυρότερο από ότι την ημέρα, λόγω της απελευθέρωσης θερμότητας από τα αστικά υλικά που αυξάνει τη θερμοκρασία του αστικού αέρα (αγωγή και μεταφορά), της ανθρωπογενούς θερμότητας στην αστική περιοχή και της εξατμισοδιαπνοής λόγω βλάστησης στην αγροτική περιοχή.



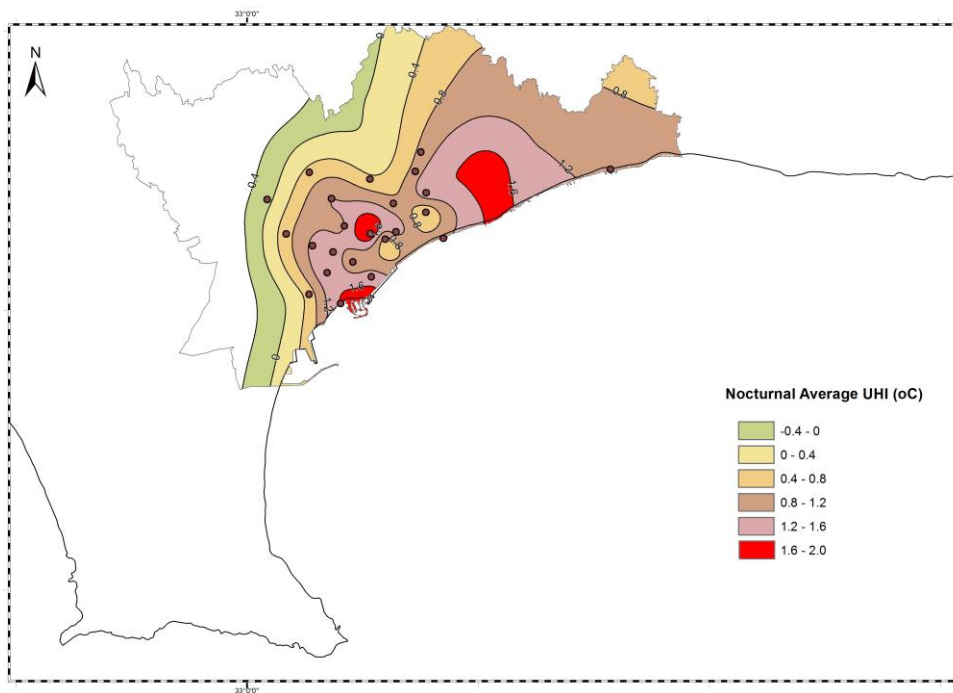
Σχήμα 281: Αστική θερμική νησίδα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού



Σχήμα 282: Αστική θερμική νησίδα κατά τη διάρκεια του χειμώνα



Σχήμα 283: Ημερήσια αστική θερμική νησίδα



Σχήμα 284: Νυχτερινή αστική θερμική νησίδα

8. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΚΟ ΚΛΙΜΑ ΤΡΙΩΝ ΕΠΑΡΧΙΩΝ

Κατά τα τελευταία χρόνια, ο αστικός πληθυσμός και άρα η αστική δόμηση και η κατανάλωση ενέργειας (βλ. Παράρτημα 2) άρχισαν να αυξάνονται ραγδαία. Πολλές μελέτες έχουν αποδείξει τη συσχέτιση μεταξύ της αστικοποίησης μιας περιοχής και των επιπτώσεων που έχει αυτή στο τοπικό κλίμα μιας περιοχής. Σαν συνέπεια της αστικοποίησης και λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας και της οικιστικής ανάπτυξης, αναπτύσσονται υψηλότερες θερμοκρασίες σε μια αστική περιοχή, με αποτέλεσμα να οδηγούμαστε στο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Στο υποκεφάλαιο αυτό περιγράφονται συνοπτικά τρεις από τις Επαρχίες της Κύπρου (Λευκωσία, Λεμεσός και Λάρνακα) και χρησιμοποιούνται δεδομένα από μετρήσεις σταθμών-ζευγών (αστικός και αγροτικός). Χρησιμοποιήθηκαν μεγάλες χρονοσειρές από ημερήσιες μετρήσεις μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας αέρα επιφάνειας (1988-2008) έτσι ώστε να εντοπισθούν οι τάσεις των θερμοκρασιών για κάθε σταθμό, να καθοριστούν οι κατανομές συχνοτήτων των θερμοκρασιακών διαφορών ανάμεσα στα ζεύγη σταθμών και να εντοπισθεί πιθανό φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας. Όλοι οι μετεωρολογικοί σταθμοί ανήκουν και διαχειρίζονται από το Τμήμα Μετεωρολογίας Κύπρου και ακολουθούν τα πρότυπα ελέγχου και ποιότητας που περιγράφηκαν και σε προηγούμενα υποκεφάλαια. Οι αστικοί και αγροτικοί σταθμοί ακολουθούν τα ίδια πρότυπα όπως αυτούς της Επαρχίας Λευκωσίας, που έχουν αναλυθεί και σε προηγούμενο υποκεφάλαιο. Οι χρονοσειρές που χρησιμοποιήθηκαν ομοιογενοποιήθηκαν πριν την ανάλυση των δεδομένων της διαφοράς θερμοκρασίας στα ζεύγη αστικών και αγροτικών σταθμών.

8.1. Αναλυτική περιγραφή αστικών και αγροτικών μετεωρολογικών σταθμών

Η Επαρχία Λευκωσίας βρίσκεται στο εσωτερικό του νησιού ενώ οι άλλες δύο Επαρχίες, Λεμεσός και Λάρνακα, είναι παραλιακές πόλεις και για το λόγο αυτό η ανάλυση των δεδομένων μπορεί να οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας σε διάφορες κλιματικές συνθήκες. Αυτή η γεωγραφική διάταξη επιτρέπει επίσης στη χωρική μελέτη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, αφού οι τρεις Επαρχίες υπό μελέτη καλύπτουν χωρικά ένα πολύ μεγάλο μέρος του νησιού που

ελέγχεται από την Κυπριακή Δημοκρατία. Επίσης, οι μεγάλες χρονοσειρές των 20 ετών που χρησιμοποιήθηκαν είναι αρκετά μεγάλες για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για τη χρονική πορεία του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας.

Σε κάθε Επαρχία χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από ένα αστικό και ένα αγροτικό σταθμό (Σχήμα 1). Ο αστικός σταθμός της Επαρχίας Λευκωσίας (αρ. 640), βρίσκεται στο κέντρο της πόλης σε μια από τις πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές ενώ ο αγροτικός σταθμός της Επαρχίας Λευκωσίας (αρ. 666 Αθαλάσσα), βρίσκεται έξω από την πόλη στα όρια των δομημένων ορίων της και δίπλα από το μεγαλύτερο φυσικό πάρκο της. Κατά παρόμοιο τρόπο, ο αστικός σταθμός της Επαρχίας Λεμεσού, (αρ. 394 Δημόσιος Κήπος), βρίσκεται και πάλι σε μια από τις πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές της Λεμεσού και κοντά στην ακτογραμμή, ενώ ο αγροτικός σταθμός της Επαρχίας Λεμεσού (αρ. 429 Φράγμα Γερμασόγειας) βρίσκεται έξω από την πόλη και δίπλα ακριβώς από το φράγμα της πόλης. Τέλος, ο αστικός σταθμός της Επαρχίας Λάρνακας (αρ. 732 Μαρίνα Λάρνακας), βρίσκεται στην πυκνοκατοικημένη τουριστική περιοχή κοντά στην ακτογραμμή ενώ ο αγροτικός σταθμός της Επαρχίας Λάρνακας (αρ. 679 Μαζωτός), βρίσκεται έξω από την πόλη σε μια αραιοκατοικημένη περιοχή και κοντά στην ακτογραμμή (βλ. Σχήμα 1 για διάταξη σταθμών). Η ακριβής θέση των σταθμών καθώς και τα διάφορα χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 34.

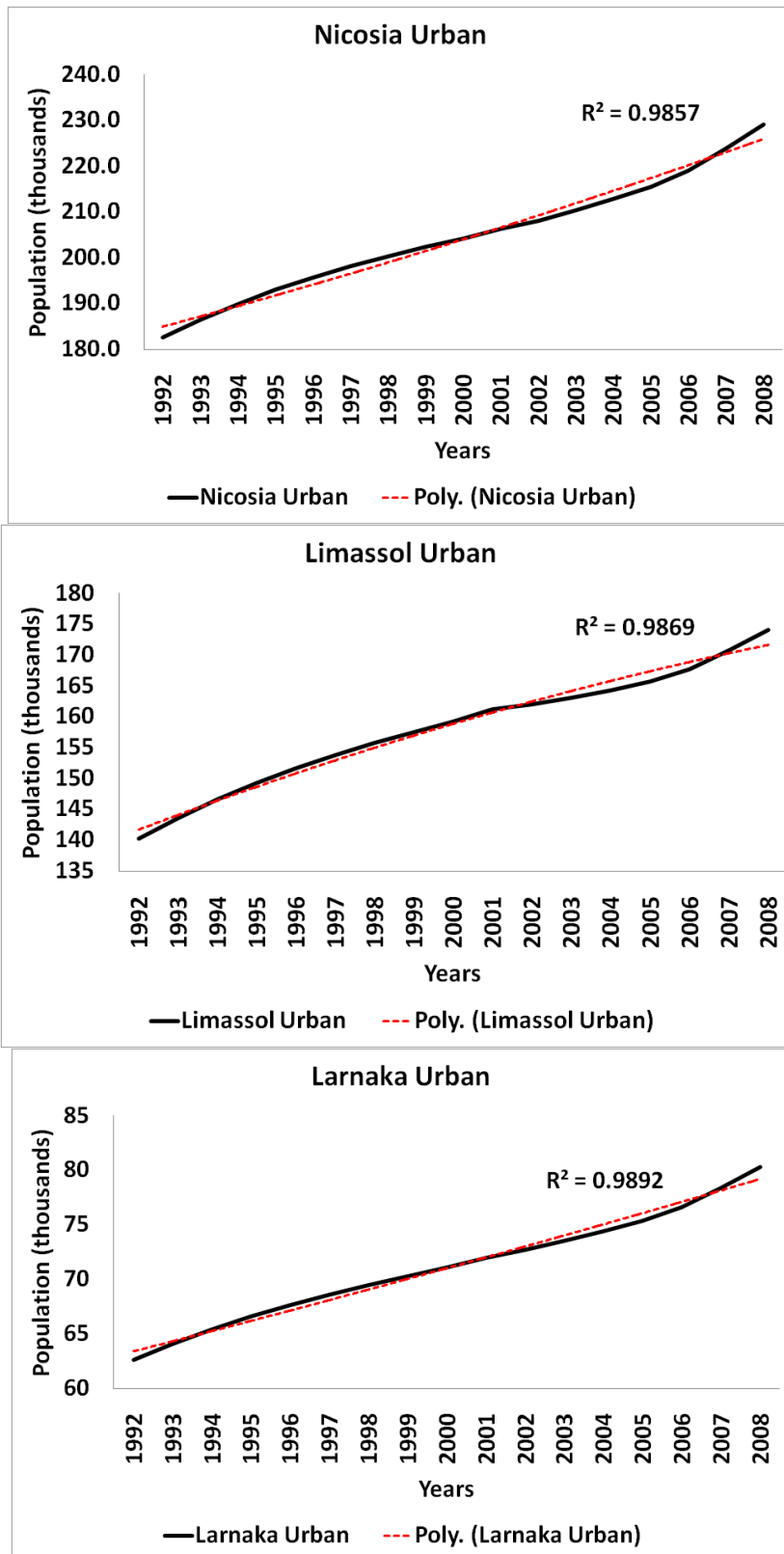
| Station Number | Station Name | Elevation (m) | Latitude (N) | Longitude (E) | Type | Classification |
|----------------|--------------------------|---------------|--------------|---------------|-------|----------------|
| 640 | Nicosia | 160 | 35° 10' | 33° 21' | CL, A | Urban |
| 666 | Athalassa Radiosonde | 162 | 35° 09' | 33° 24' | CL, A | Rural |
| 394 | Limassol (Public Garden) | 8 | 33°40'28" | 33°03'38" | CL | Urban |
| 429 | Germasogeia (Dam) | 70 | 34° 45' | 33° 05' | CL | Rural |
| 732 | Larnaka (Marina) | 3 | 34° 55' | 33° 38' | CL | Urban |
| 679 | Mazotos | 30 | 34° 48' | 33° 29' | CL | Rural |

Πίνακας 34: Χαρακτηριστικά σταθμών, CL:κλιματολογικός σταθμός, A:αυτόματος σταθμός

8.2. Ανάλυση αστικού και αγροτικού πληθυσμού

Όλες οι αστικές περιοχές έχουν δείξει μια αύξηση στον πληθυσμό τους κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών και πιο συγκεκριμένα, για την περίοδο 1992-2008 που υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία, η αστική περιοχή της Επαρχίας Λευκωσίας έχει δείξει μια αύξηση της τάξεως του 26%, η αστική περιοχή της Επαρχίας Λεμεσού μια αύξηση κατά 24% και η αστική περιοχή της Επαρχίας Λάρνακας μια αύξηση κατά 28% (βλ. Σχήμα 285: αστικός πληθυσμός σε χιλιάδες). Όλες οι αστικές περιοχές παρουσιάζουν μια θετική, στατιστικά σημαντική τάση κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου ενώ βρέθηκε ότι η καμπύλη που περιγράφει καλύτερα τον αστικό πληθυσμό είναι η πολυωνμική καμπύλη (οι συντελεστές συσχέτισης r-square παρουσιάζονται επίσης στο Σχήμα 285). Επίσης, παρατηρείται ότι από το 2006 και μετά, και οι τρεις αστικές περιοχές παρουσιάζουν μεγαλύτερη θετική αύξηση πληθυσμού παρά τα προηγούμενα έτη (Σχήμα 285).

Επίσης, από την ανάλυση του αγροτικού πληθυσμού, προκύπτει ότι ο αγροτικός πληθυσμός παρουσίασε επίσης μια σχετική αύξηση, όμως οι περιοχές στις οποίες βρίσκονται εγκατεστημένοι οι σταθμοί μέτρησης των θερμοκρασιών, λόγω των χαμηλών συντελεστών δόμησης, δεν επιτρέπουν σε οικιστική ανάπτυξη. Επίσης, ο αγροτικός σταθμός της Επαρχίας Λευκωσίας είναι τοποθετημένος στο πάρκο Αθαλάσσας όπου δεν επιτρέπεται καθόλου δόμηση, ενώ ο αγροτικός σταθμός της Επαρχίας Λεμεσού είναι τοποθετημένος στο φράγμα της Επαρχίας, στο οποίο επίσης δεν επιτρέπεται καθόλου δόμηση. Σαν αποτέλεσμα, η δόμηση στις αγροτικές περιοχές δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά τις μετρήσεις θερμοκρασίας κατά την περίοδο μελέτης.



Σχήμα 285: Αύξηση πληθυσμού στις αστικές περιοχές

8.3. Ανάλυση δεδομένων θερμοκρασίας αστικών και αγροτικών σταθμών

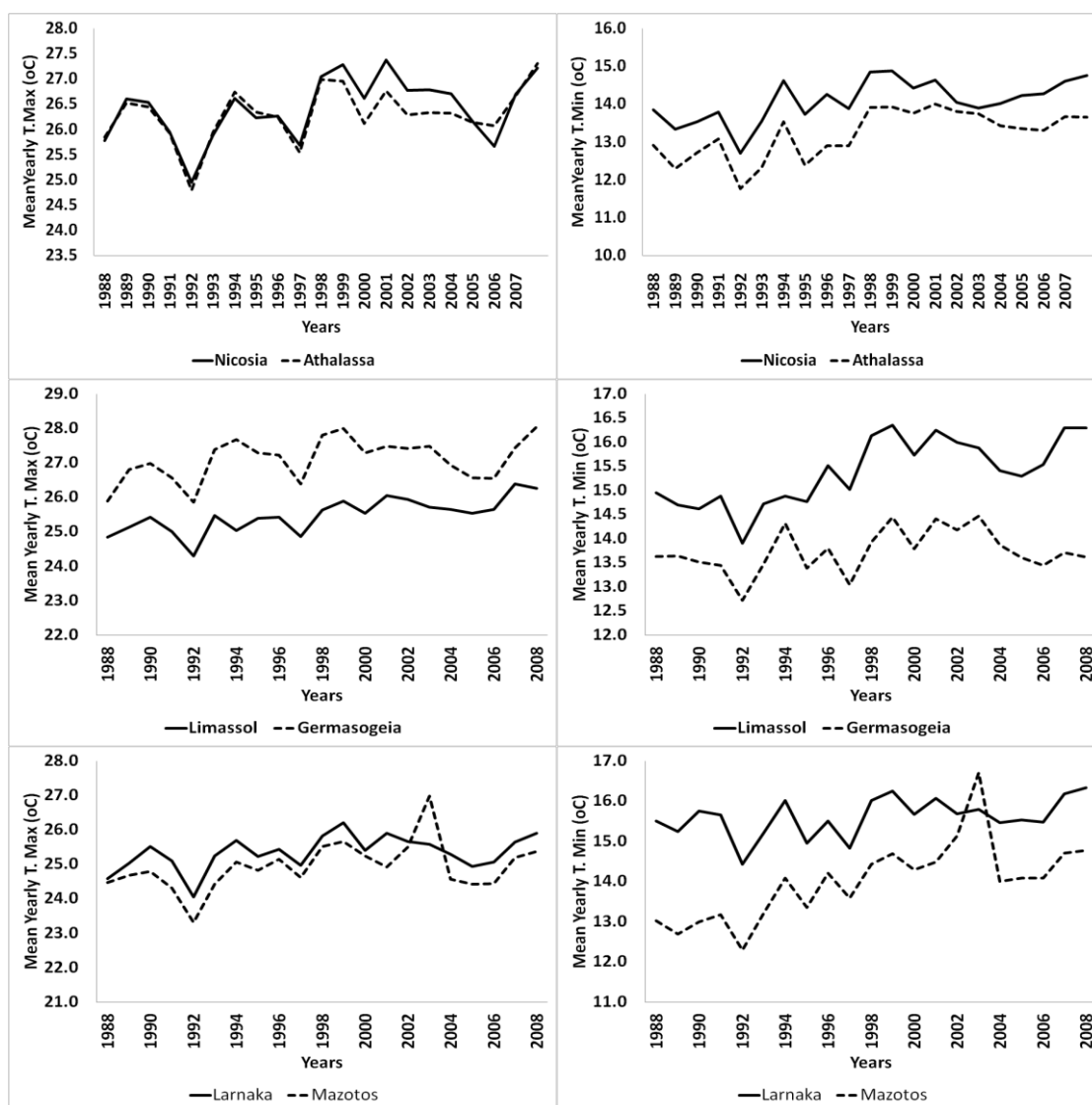
8.3.1. Μέσες ετήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες

Αναλύοντας τις ετήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες των αστικών και αγροτικών σταθμών, με σκοπό τον εντοπισμό της τάσης κατά την περίοδο μελέτης, υπολογίζονται τα διάφορα στατιστικά στοιχεία για όλους τους σταθμούς (Πίνακας 35), ενώ για κάθε ζεύγος αστικού και αγροτικού σταθμού, παραθέτονται μαζί η μέση ετήσια μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία (Σχήμα 286). Η μεγαλύτερη ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία καταγράφηκε στον αστικό σταθμό της Επαρχίας Λευκωσίας, με τιμή 44.9 °C ενώ η μικρότερη ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία καταγράφηκε στον αγροτικό σταθμό της Επαρχίας Λευκωσίας (Αθαλάσσα), με τιμή -2.9 °C. Η μεγαλύτερη τιμή μέσης μέγιστης θερμοκρασίας για όλη την περίοδο 1988-2008 είναι αυτή του αγροτικού σταθμού της Επαρχίας Λεμεσού (Γερμασόγεια), με τιμή 27.1 °C, ενώ η μικρότερη τιμή μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας και πάλι για όλη την περίοδο 1988-2008 είναι αυτή του αγροτικού σταθμού της Επαρχίας Λευκωσίας (Αθαλάσσα), με τιμή 13.2 °C.

Όλοι οι σταθμοί που μελετήθηκαν παρουσιάζουν θετικές τάσεις όσον αφορά στις μέσες ετήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες τους, αλλά μόνο η μέση ετήσια μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία του αστικού σταθμού της Επαρχίας Λευκωσίας και του αστικού σταθμού της Επαρχίας Λεμεσού, η μέση ετήσια ελάχιστη θερμοκρασίας του αγροτικού σταθμού της Επαρχίας Λευκωσίας (Αθαλάσσα) και η μέση ετήσια ελάχιστη θερμοκρασία του αγροτικού σταθμού της Επαρχίας Λάρνακας (Μαζωτός) παρουσιάζουν θετική, στατιστικά σημαντική τάση για την περίοδο 1988-2008.

| | Nicosia | | Athalassa | | Limassol P.G. | | Germasogeia | | Larnaka Mar. | | Mazotos | |
|----------------------|---------|---------|-----------|-------|---------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|---------|---------|
| | Tmax | Tmin | Tmax | Tmin | Tmax | Tmin | Tmax | Tmin | Tmax | Tmin | Tmax | Tmin |
| Valid Values | 7664 | 7664 | 7671 | 7671 | 7558 | 7555 | 7652 | 7640 | 7645 | 7633 | 7548 | 7523 |
| Missing Values | 7 | 7 | 0 | 0 | 113 | 116 | 19 | 31 | 29 | 41 | 126 | 151 |
| Mean | 26.4 | 14.1 | 26.3 | 13.2 | 25.5 | 15.4 | 27.1 | 13.7 | 25.4 | 15.6 | 24.9 | 13.9 |
| sd | 8.6 | 6.7 | 8.5 | 6.7 | 6.3 | 5.6 | 7.3 | 6.0 | 6.4 | 6.2 | 6.4 | 5.7 |
| Range | 39.4 | 31.8 | 38.1 | 33.3 | 33.2 | 29.2 | 36.6 | 31.0 | 34.0 | 30.5 | 35.0 | 31.5 |
| Minimum | 5.5 | -2.1 | 5.7 | -2.9 | 7.6 | -1.0 | 7.0 | -2.3 | 8.0 | 0.0 | 6.5 | -1.5 |
| Maximum | 44.9 | 29.7 | 43.8 | 30.4 | 40.8 | 28.2 | 43.6 | 28.7 | 42.0 | 30.5 | 41.5 | 30.0 |
| Mann-Kendall p-value | 0.006 | <0.0001 | 0.220 | 0.023 | <0.0001 | 0.000 | 0.086 | 0.325 | 0.098 | 0.086 | 0.075 | <0.0001 |
| Year Avg | + | + | | + | + | + | | | | | | + |

Πίνακας 35: Στατιστικά στοιχεία σταθμών, + σημαίνει θετική στατιστικά σημαντική τάση



Σχήμα 286: Μέση ημερήσια μέγιστη (ημέρα-αριστερή στήλη) και ελάχιστη (νύχτα-δεξιά στήλη) θερμοκρασία για τα ζεύγη σταθμών (ετήσιος μέσος όρος)

8.3.1.1. Ανάλυση δεδομένων θερμοκρασίας για Επαρχία Λευκωσίας

Μετά από την παράθεση των θερμοκρασιών για κάθε ζεύγος αστικού και αγροτικού σταθμού (Σχήμα 286), φαίνεται ότι η μέση ετήσια μέγιστη θερμοκρασία της αστικής περιοχής της Επαρχίας Λευκωσίας ακολουθεί περίπου το ίδιο μοτίβο όπως αυτή και του αγροτικού σταθμού της Επαρχίας Λευκωσίας μέχρι και το 1998. Από εκεί και μετά, οι μέσες ετήσιες μέγιστες θερμοκρασίες τείνουν να ακολουθούν μια διαφορετική τάση, με αυτή του αστικού σταθμού να είναι κατά κύριο λόγο μεγαλύτερη από αυτή του αγροτικού σταθμού (κατά μέσο

όρο περίπου 0.04 °C), εκτός και πάλι από τα τελευταία χρόνια της περιόδου όπου είναι περίπου οι ίδιες. Όσον αφορά στις μέσες ετήσιες ελάχιστες θερμοκρασίες, αυτές του αστικού σταθμού της Επαρχίας Λευκωσίας είναι πάντα μεγαλύτερες από αυτές του αγροτικού (κατά ένα μέσο όρο περίπου 0.9 °C), δείχνοντας έτσι την ύπαρξη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας κυρίως κατά τις βραδινές ώρες.

8.3.1.2. Ανάλυση δεδομένων θερμοκρασίας για Επαρχία Λάρνακας

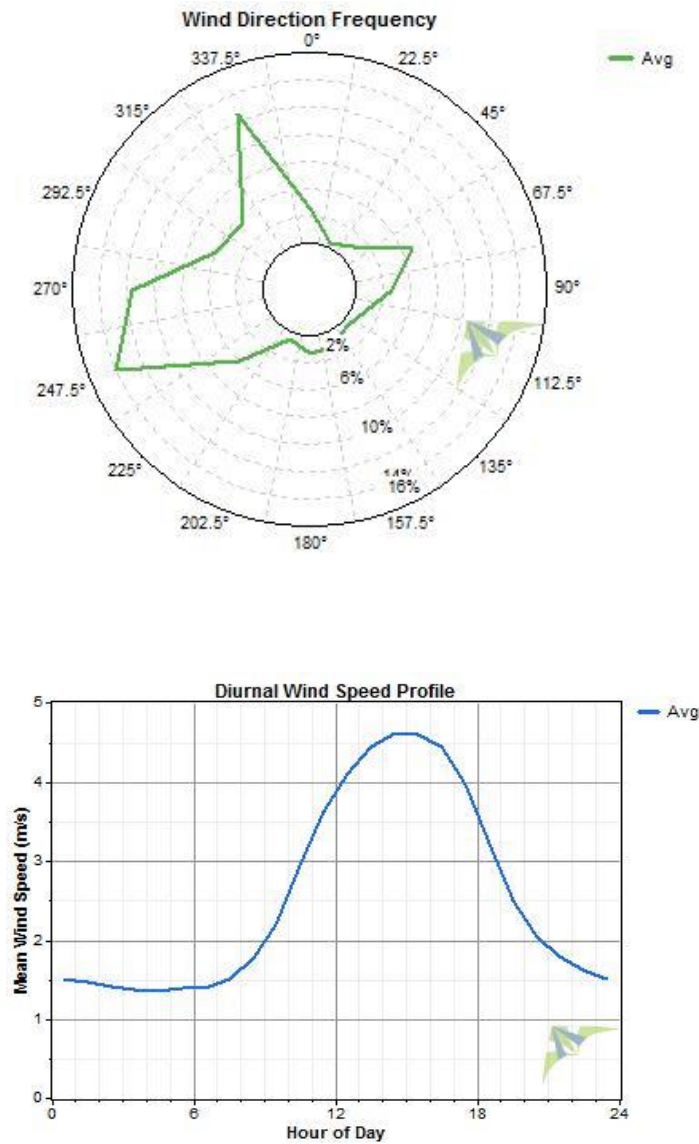
Ο αστικός σταθμός της Επαρχίας Λάρνακας καθώς και ο αγροτικός σταθμός της Επαρχίας Λάρνακας (Μαζωτός) ακολουθούν το ίδιο μοτίβο και για τις δύο θερμοκρασίες και εκτός από το έτος 2003, όπου ένα θερμότερο έτος παρατηρήθηκε στον αγροτικό σταθμό (πιθανόν λόγω της συνοπτικής κατάστασης της ατμόσφαιρας), κατά τη διάρκεια των υπόλοιπων ετών οι μέσες ετήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες είναι μεγαλύτερες στον αστικό παρά στον αγροτικό σταθμό (οι ελάχιστες περισσότερο) - Σχήμα 286.

8.3.1.3. Ανάλυση δεδομένων θερμοκρασίας για Επαρχία Λεμεσού

Για το ζεύγος αστικού σταθμού Επαρχίας Λεμεσού και αγροτικού σταθμού Επαρχίας Λεμεσού (Γερμασόγεια), η μέση ετήσια μέγιστη θερμοκρασία είναι κατά αντίστροφο τρόπο πάντα μεγαλύτερη στον αγροτικό σταθμό παρά στον αστικό σταθμό και μάλιστα ο αγροτικός σταθμός κατέχει και τη μεγαλύτερη μέση μέγιστη θερμοκρασία (μέση τιμή όλης της περιόδου) ενώ η μέση ετήσια ελάχιστη θερμοκρασία δείχνει να ακολουθεί το πιο λογικό μοτίβο της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας να είναι πάντα μεγαλύτερη στον αστικό σταθμό παρά στον αγροτικό (Σχήμα 286). Για το συγκεκριμένο ζεύγος, οι διαφορές στις μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες είναι μεγαλύτερες από τις διαφορές στις μέγιστες θερμοκρασίες και μάλιστα κατά το τέλος της περιόδου 1988-2008, οι διαφορές στις ελάχιστες θερμοκρασίες τείνουν να γίνονται ακόμη μεγαλύτερες. Παρόλο όμως που παρατηρούνται αυτές οι διαφορές μοτίβων στις θερμοκρασίες του ζεύγους Λεμεσός-Γερμασόγεια, υπολογίζοντας τη μέση ημερήσια θερμοκρασία για όλη την περίοδο φαίνεται ότι αυτή είναι λίγο πιο ψηλή στην περίπτωση του αστικού σταθμού. Το θερμότερο αγροτικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να εξηγηθεί εν μέρει με το γεγονός ότι ο αστικός σταθμός της Επαρχίας Λεμεσού είναι τοποθετημένος στο δημόσιο κήπο της πόλης, στον οποίο έχουν φυτευτεί και

αναπτυχθεί διάφορα είδη φυτών και δέντρων και κατά συνέπεια παρατηρείται το φαινόμενο της όασης (Oasis Effect): Εξαιτίας της ψύξης που δημιουργείται από την εξάτμιση σε μια ξηρή περιοχή, μια απομονωμένη πηγή υγρασίας βρίσκει πάντα τον εαυτό της ψυχρότερο από τα γύρω περιβάλλοντα (Oke, 1987). Το φαινόμενο της όασης επηρεάζει τις διαφορές στην ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία μεταξύ του ζεύγους των σταθμών στην Επαρχία της Λεμεσού και για αυτό το λόγο είναι πιο εμφανές κατά τη διάρκεια του μεσημεριού.

Επίσης, ένας ακόμη λόγος εμφάνισης αυτής της διαφοράς στην ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία, είναι και η τοποθεσία του αστικού σταθμού της Επαρχίας Λεμεσού, δηλαδή η μικρή του απόσταση από την ακτογραμμή, σε αντίθεση με τον αγροτικό σταθμό της Επαρχίας Λεμεσού (Γερμασόγεια) που είναι τοποθετημένος πολύ μακριά από την ακτογραμμή. Αυτό σημαίνει ότι ο αστικός σταθμός της Επαρχίας Λεμεσού επηρεάζεται από τη θαλάσσια αύρα, ενώ ο αγροτικός σταθμός όχι. Και επειδή η μέγιστη ένταση της θαλάσσιας αύρας καταγράφεται γύρω στο μεσημέρι (στη διάρκεια της μέγιστης θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ ξηράς και θάλασσας), για αυτό το λόγο υπάρχει και η διαφορά στην μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία. Η θαλάσσια αύρα είναι επίσης υπεύθυνη για τη μεταφορά θερμότητας από τον αστικό στον αγροτικό σταθμό κατά τη διάρκεια του μεγίστου της (γύρω στο μεσημέρι), στη διάρκεια δηλαδή της περιόδου που καταγράφεται και η μέγιστη θερμοκρασία στους δύο σταθμούς. Το Τμήμα Μετεωρολογίας Κύπρου παραχώρησε το ανεμοροδόγραμμα της Επαρχίας Λεμεσού (το οποίο παρουσιάζει τις επικρατούσες διευθύνσεις του ανέμου) καθώς και το διάγραμμα της ημερήσιας διακύμανσης της ταχύτητας του ανέμου (Σχήμα 287). Οι υπολογισμοί και τα αντίστοιχα σχήματα παράχθηκαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό Windographer 3.0.6. Επειδή η Λεμεσός είναι μια παραλιακή πόλη, ο άνεμος της θαλάσσιας αύρας πνέει στην περιοχή κατά τη διάρκεια της περιόδου Μάιος-Οκτώβριος κάθε έτους, περίοδος η οποία κατά το πλείστον δεν επηρεάζεται από συνοπτικά συστήματα καιρού που επηρεάζουν την Κύπρο. Ο άνεμος της θαλάσσιας αύρας δεν παίζει σημαντικό ρόλο στο ζεύγος των σταθμών της Επαρχίας Λάρνακας, μιας και οι δύο σταθμοί (αστικός και αγροτικός) βρίσκονται τοποθετημένοι κοντά στην ακτογραμμή και έτσι ο παράγοντας αυτός μηδενίζεται.



Σχήμα 287: Συχνότητες διεύθυνσης του ανέμου στη Λεμεσό (αριστερά) και ημερήσια διακύμανση της ταχύτητας του ανέμου (δεξιά) όπως εξήχθησαν από το λογισμικό windographer 3.0.6: διάρκεια μετρήσεων 3.7 χρόνια, χρονικό βήμα 60 λεπτών, όριο άπνοιας ανέμου τα 0.5 m/s, μέση θερμοκρασία 15 °C, μέση πίεση 101.3 KPa, μέση πυκνότητα του αέρα 1.225 kg/m³

Κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν το φαινόμενο της όασης και ο άνεμος της θαλάσσιας αύρας δεν επηρεάζουν πλέον το ζεύγος αστικού-αγροτικού σταθμού, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας αρχίζει να γίνεται εμφανές και συνεπώς το μοτίβο της θερμοκρασίας αρχίζει να γίνεται πιο ρεαλιστικό: οι ημερήσιες ελάχιστες θερμοκρασίες

γίνονται κατά πολύ υψηλότερες στο αστικό περιβάλλον, κατά μέσο όρο 2.41 °C (γενικά πολύ υψηλότερες από τις αρνητικές διαφορές στην ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία).

8.3.2. Ομοιογενοποίηση χρονοσειρών θερμοκρασίας

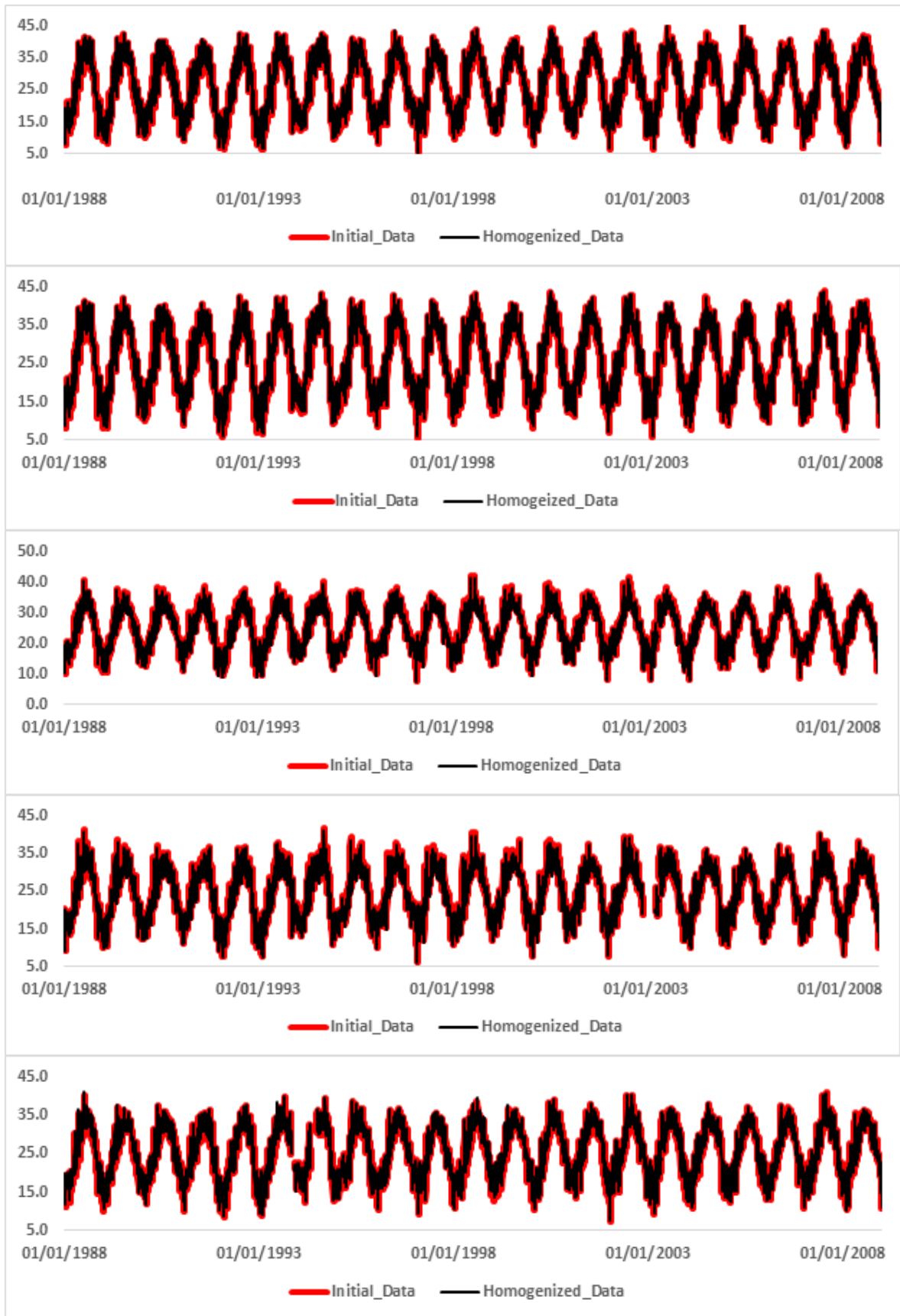
Μετά την ανάλυση των θερμοκρασιακών χαρακτηριστικών για τον κάθε σταθμό, υπολογίστηκαν οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ των ζευγών σταθμών, έτσι ώστε να εντοπισθεί η ύπαρξη ή όχι του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Το πρώτο στάδιο στις εργασίες που αφορούν κλιματικές αλλαγές βάση ανάλυσης κλιματικών δεδομένων μεγάλης χρονικής κλίμακας, είναι ο έλεγχος των δεδομένων για ομοιογενοποίηση (Alexandersson et. al., 1997). Και αφού η αστικοποίηση και η συνεπακόλουθη συνέπεια του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας αποτελούν μέρος των κλιματικών αλλαγών, πραγματοποιήθηκε ομοιογενοποίηση των δεδομένων για τους έξι σταθμούς, χρησιμοποιώντας το λογισμικό ACMANT2 (Domoncos, 2011).

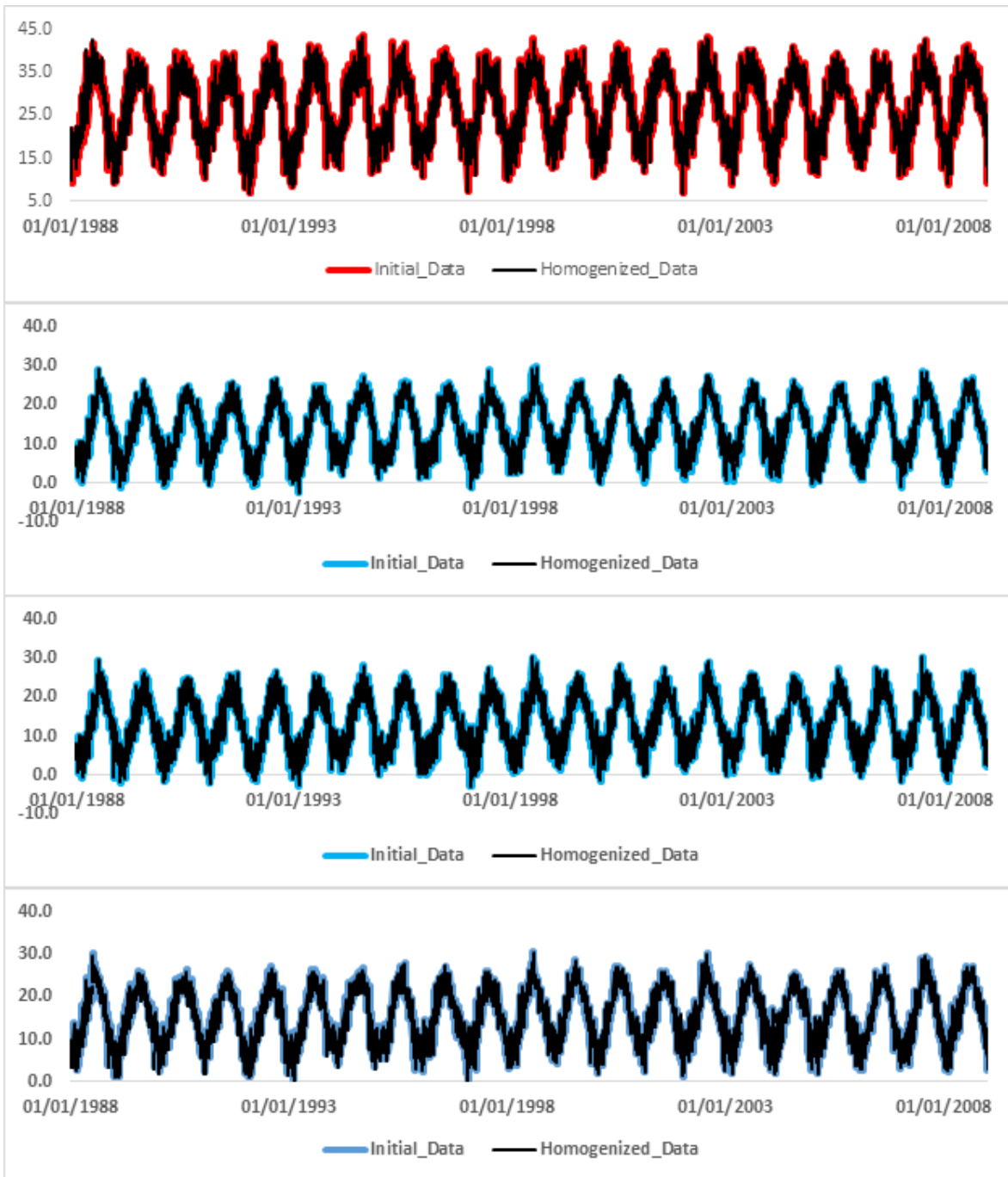
Η ανομοιογένεια στις κλιματικές χρονοσειρές εμφανίζεται μέσω δύο βασικών τρόπων: είτε ως μια βαθμιαία τάση ή ως μια ασυνέχεια (απότομη μεταβολή) στη μέση τιμή ή στη διακύμανση (Easterling et. al., 1996). Οι βαθμιαίες τάσεις μπορεί να προκύψουν είτε λόγω αστικής θέρμανσης, είτε λόγω μετατόπισης του οργάνου μέτρησης είτε σε άλλα συσσωρευμένα γεγονότα, ενώ οι ασυνέχεις οφείλονται συνήθως σε απότομες αλλαγές που συμβαίνουν στον σταθμό παρατήρησης ή στον τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων (Easterling et. al., 1996). Η ομοιογενοποίηση των χρονοσειρών είναι επιθυμητή και ακόμη κρίσιμη στις περιπτώσεις που οι χρονοσειρές χρησιμοποιούνται για τη μελέτη ερωτημάτων σχετικά με κλιματικές διακυμάνσεις και κλιματικές αλλαγές (Easterling et. al., 1996). Επίσης, μια πολύ μεγάλη χρονοσειρά μπορεί να θεωρηθεί ως “σχετικά ομοιογενής” (Conrad and Pollak, 1962) όταν οι διακυμάνσεις είναι συνεπείς με χρονοσειρές γειτονικών σταθμών (Easterling et. al., 1996). Έτσι, υπάρχουν δύο πιθανές προσεγγίσεις για τη δημιουργία ομοιογενοποιημένων χρονοσειρών: είτε να χρησιμοποιηθούν μόνο σταθμοί που έχουν βρεθεί να είναι “σχετικά ομοιογενής” είτε να εφαρμοσθεί η κατάλληλη τεχνική προσαρμογής με σκοπό την ομοιογενοποίηση των χρονοσειρών (Easterling et. al., 1996), μέθοδος που χρησιμοποιείται και στην παρούσα διδακτορική διατριβή.

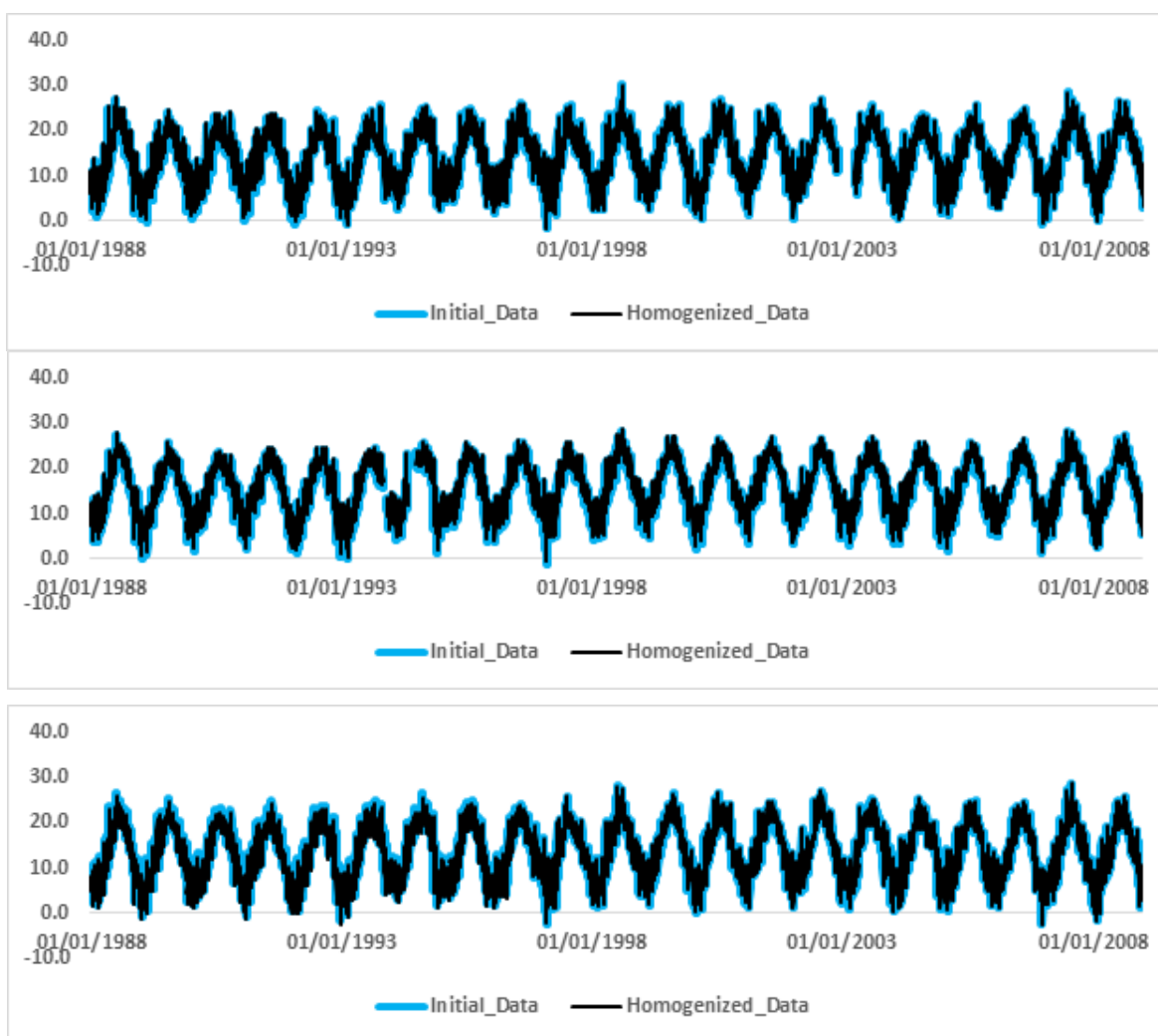
Στο πρώτο βήμα της διαδικασίας ομοιογενοποίησης, υπολογίζονται οι χωρικοί συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των υποψηφίων σταθμών και των σταθμών αναφοράς (Πίνακας 36). Οι χωρικοί συντελεστές συσχέτισης, που κατά το πλείστον είναι μεγαλύτεροι από το 0.9, δείχνουν ότι η ομοιογενοποίηση μπορεί να εφαρμοστεί κατάλληλα στους σταθμούς των τριών Επαρχιών. Οι χρονοσειρές των ημερήσιων μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών για κάθε σταθμό, πριν και μετά τη διαδικασία ομοιογενοποίησης παρατείνονται μαζί στο ίδιο γράφημα (Σχήμα 288).

| | Maximum Daily Temperature Tmax (°C) Spatial Correlation Factors | Minimum Daily Temperature Tmin (°C) Spatial Correlation Factors |
|-------------------------|--|--|
| Nicosia-Athalassa | 0.995 | 0.969 |
| Nicosia-Astromeritis | 0.945 | 0.939 |
| Nicosia-Ag.Ioannis | 0.979 | 0.961 |
| Athalassa-Astromeritis | 0.946 | 0.912 |
| Athalassa-Ag.Ioannis | 0.981 | 0.941 |
| Astromeritis-Ag.Ioannis | 0.968 | 0.951 |
| Limassol-Akrotiri | 0.960 | 0.918 |
| Limassol-P.Garden | 0.955 | 0.921 |
| Limassol-Germasogeia | 0.944 | 0.905 |
| Akrotiri-P.Garden | 0.949 | 0.928 |
| Akrotiri-Germasogeia | 0.946 | 0.948 |
| P.Garden-Germasogeia | 0.947 | 0.934 |
| Larnaka-Mazotos | 0.971 | 0.937 |
| Larnaka-Athienou | 0.933 | 0.897 |
| Larnaka-Marina | 0.964 | 0.948 |
| Mazotos-Athienou | 0.921 | 0.842 |
| Mazotos-Marina | 0.931 | 0.920 |
| Athienou-Marina | 0.908 | 0.895 |

Πίνακας 36: Χωρικοί συντελεστές συσχέτισης για τα ζεύγη των σταθμών







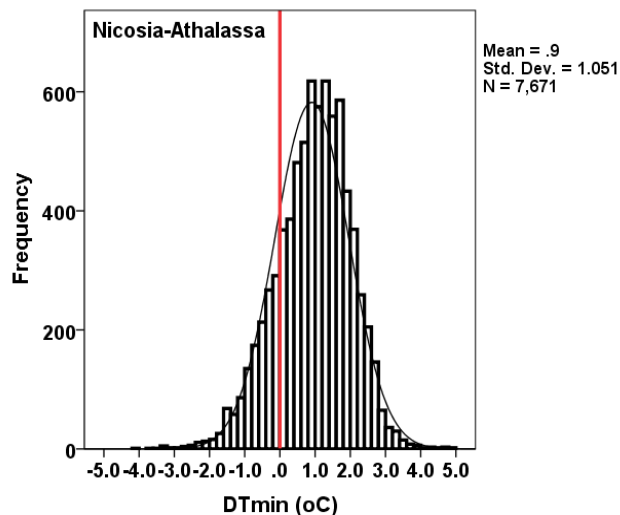
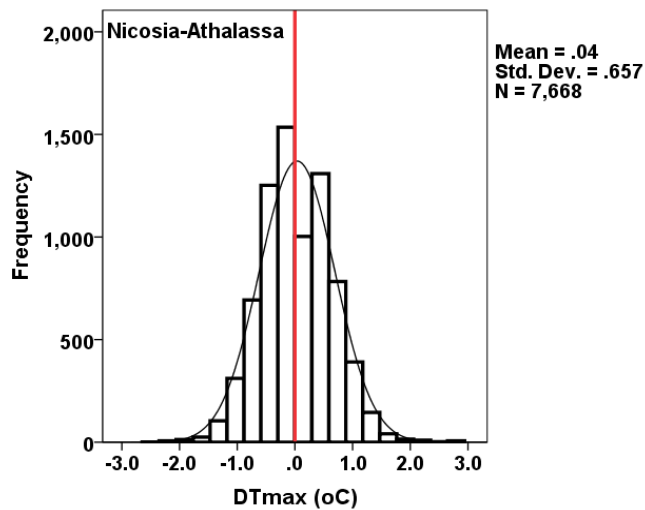
Σχήμα 288: Ημερήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες για τα ζεύγη αστικού-αγροτικού σταθμού, πριν και μετά την διαδικασία ομοιογενοποίησης (από πάνω προς τα κάτω): Μέγιστη θερμοκρασία Λευκωσίας, μέγιστη θερμοκρασία Αθαλάσσας, μέγιστη θερμοκρασία Λάρνακας, μέγιστη θερμοκρασία Μαζωτού, μέγιστη θερμοκρασία Λεμεσού, μέγιστη θερμοκρασία Γερμασόγειας, ελάχιστη θερμοκρασία Λευκωσίας, ελάχιστη θερμοκρασία Αθαλάσσας, ελάχιστη θερμοκρασία Λάρνακας, ελάχιστη θερμοκρασία Μαζωτού, ελάχιστη θερμοκρασία Λεμεσού, ελάχιστη θερμοκρασία Γερμασόγειας

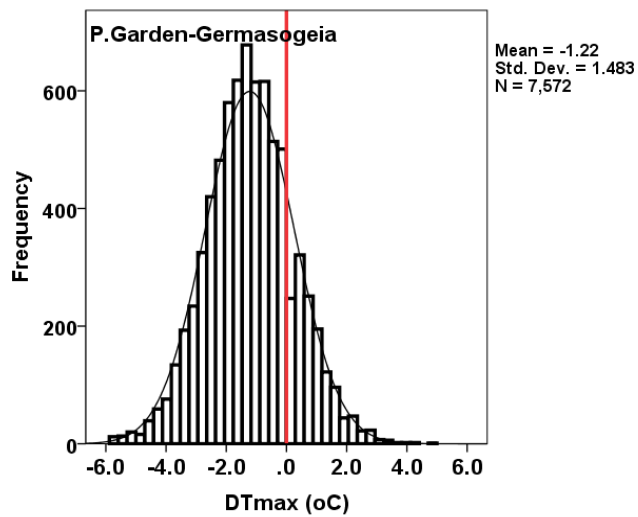
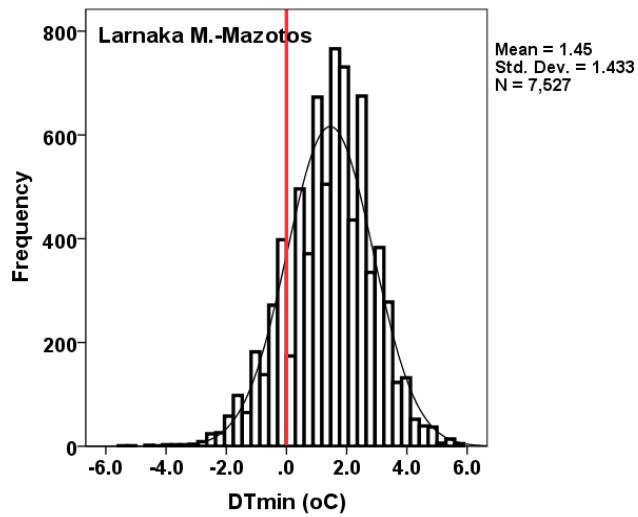
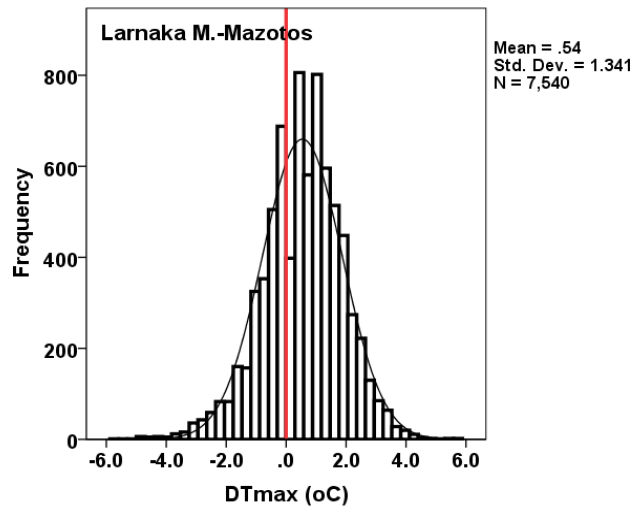
Στη συνέχεια και κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ομοιογενοποίησης των δεδομένων των ημερήσιων θερμοκρασιών, εντοπίστηκαν για κάθε σταθμό ξεχωριστά τα σημεία αλλαγής (change points) και οι ακραίες τιμές (outliers). Τα σημεία αλλαγής μπορούν να μεταβάλουν δραστικά τα συμπεράσματα που εξάγονται από μια κλιματική χρονοσειρά (Gallagher C. et.

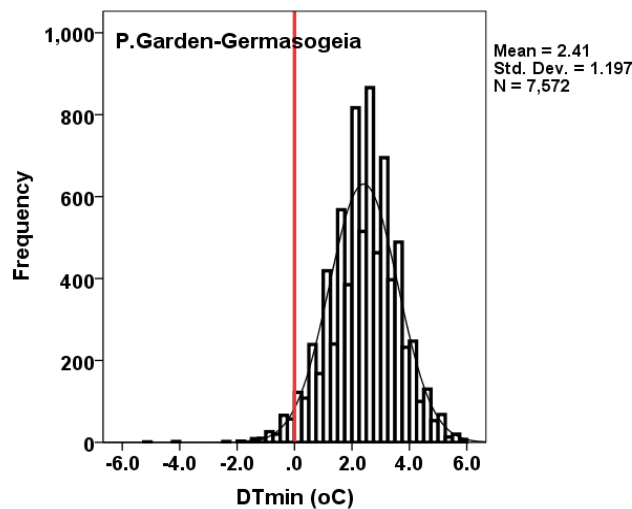
al., 2013) και για το λόγο αυτό η διαδικασία αυτή είναι εξαιρετικής σημασίας όταν μελετούνται τα κλιματικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής. Στη χρονοσειρά της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας του αστικού σταθμού της Επαρχίας Λευκωσίας εντοπίστηκε 1 σημείο αλλαγής (Φεβρουάριος 1999) και καμία ακραία τιμή και κατά αντίστοιχο τρόπο, για τον αγροτικό σταθμό της Επαρχίας Λευκωσίας (Αθαλάσσα) εντοπίστηκε επίσης 1 σημείο αλλαγής (Μάρτιος 2004) και καμία ακραία τιμή. Όσον αφορά τις ελάχιστες ημερήσιες θερμοκρασίες, στον αστικό σταθμό της Επαρχίας Λευκωσίας εντοπίστηκαν 3 σημεία αλλαγής (Αύγουστος 1992, Μάρτιος 2000 και Απρίλιος 2004) και 1 ακραία τιμή (Μάιος 2003, διάρκεια ακραίας τιμής: 1 μήνας) ενώ στον αγροτικό σταθμό της Επαρχίας Λευκωσίας (Αθαλάσσα) δεν εντοπίστηκαν σημεία αλλαγής ή ακραίες τιμές. Επίσης, στη χρονοσειρά της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας του αστικού σταθμού της Επαρχίας Λάρνακας, εντοπίστηκαν 2 σημεία αλλαγής (Μάιος 1989 και Ιούνιος 2004) και καμία ακραία τιμή, ενώ στη χρονοσειρά της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας του αγροτικού σταθμού της Επαρχίας Λάρνακας (Μαζωτός) εντοπίστηκαν 2 σημεία αλλαγής (Ιούλιος 1994 και Ιανουάριος 2001) και καμία ακραία τιμή. Στη χρονοσειρά της ημερήσιας ελάχιστης θερμοκρασίας του αστικού σταθμού της Επαρχίας Λάρνακας έχει εντοπισθεί 1 σημείο αλλαγής (Μάρτιος 1995) και καμία ακραία τιμή, ενώ στην αντίστοιχη χρονοσειρά του αγροτικού σταθμού της Επαρχίας Λάρνακας (Μαζωτός) 1 σημείο αλλαγής (Απρίλιος 1992) και επίσης καμία ακραία τιμή. Στη χρονοσειρά της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας του αστικού σταθμού της Επαρχίας Λεμεσού, έχουν εντοπισθεί 4 σημεία αλλαγής (Μάιος 1989, Ιούλιος 1998, Μάιος 1999 και Σεπτέμβριος 2005) και καμία ακραία τιμή ενώ στην αντίστοιχη χρονοσειρά του αγροτικού σταθμού της Επαρχίας Λεμεσού (Γερμασόγεια) έχουν εντοπισθεί 2 σημεία αλλαγής (Νοέμβριος 1988 και Απρίλιος 2001) και επίσης καμία ακραία τιμή. Τέλος, στη χρονοσειρά της ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας του αστικού σταθμού της Επαρχίας Λεμεσού έχει εντοπισθεί 1 σημείο αλλαγής (Νοέμβριος 2006) και καμία ακραία τιμή ενώ στη χρονοσειρά της ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας του αγροτικού σταθμού της Επαρχίας Λεμεσού (Γερμασόγεια) έχει εντοπισθεί 1 σημείο αλλαγής (Ιούνιος 1996) και επίσης καμία ακραία τιμή.

8.3.3. Σύγκριση αστικών και αγροτικών σταθμών-Αστική θερμική νησίδα

Μετά τη διαδικασία της ομοιογενοποίησης των χρονοσειρών, χρησιμοποιήθηκαν οι νέες ομοιογενοποιημένες χρονοσειρές των θερμοκρασιών για να υπολογισθούν οι διαφορές στις ημερήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες μεταξύ των ζευγών αστικού-αγροτικού σταθμού. Από τις διαφορές στις θερμοκρασίες, δημιουργήθηκαν τα διαγράμματα κατανομής συχνοτήτων (Σχήμα 289).







Σχήμα 289: Διαγράμματα κατανομής συχνοτήτων για τις διαφορές στις μέγιστες και ελάχιστες ημερήσιες θερμοκρασίες στα ζεύγη αστικού-αγροτικού σταθμού, η κόκκινη γραμμή αντιπροσωπεύει την τιμή μηδέν στις διαφορές

8.3.3.1. Αστική θερμική νησίδα στην Επαρχία Λευκωσίας

Στη συνέχεια., διενεργήθηκε ο έλεγχος της τάσης των χρονοσειρών Mann-Kendal για να διαπιστωθεί εάν οι διαφορές στις ημερήσιες θερμοκρασίες μεταξύ των ζευγών σταθμών είναι στατιστικά σημαντικές. Για την Επαρχία Λευκωσίας, ο έλεγχος κατέδειξε ότι οι διαφορές στην ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία μεταξύ του αστικού και αγροτικού σταθμού δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική τάση (p value 0.181) ενώ οι διαφορές στην ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία μεταξύ του ίδιου ζεύγους σταθμών παρουσιάζει μια αρνητική, στατιστικά σημαντική τάση (p value 0.001). Η ημερήσια ένταση της αστικής θερμικής νησίδας υπολογίσθηκε στους 8.6 °C, ενώ η νυχτερινή στους 5.6 °C. Η αρνητική, στατιστικά σημαντική τάση στις διαφορές στην ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία συνάδει με τα αποτελέσματα της ανάλυσης της αστικής θερμικής νησίδας για το ίδιο ζεύγος σταθμών για τις τρεις διαφορετικές δεκαετίες, 1983-1990, 1991-2000 και 2000-2010, η οποία καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας υπάρχει αλλά σταδιακά ο αγροτικός σταθμός της Επαρχίας Λευκωσίας (Αθαλάσσα) ξεκίνησε να αστικοποιείται, αφού είναι τοποθετημένος στα αστικά όρια της Επαρχίας και συνεπώς με την αύξηση του αστικού πληθυσμού, η πόλη φαίνεται ότι επεκτείνεται γεωγραφικά προς το σταθμό αυτό, επηρεάζοντας έτσι την αγροτική περιοχή. Από τα διαγράμματα κατανομής συχνοτήτων

(Σχήμα 289), φαίνεται ότι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας είναι ένα νυχτερινό φαινόμενο για το συγκεκριμένο ζεύγος σταθμών.

8.3.3.2. Αστική θερμική νησίδα στην Επαρχία Λάρνακας

Στην Επαρχία Λάρνακας, ο έλεγχος της τάσης των χρονοσειρών Mann-Kendal κατέδειξε ότι οι διαφορές στην ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία για το ζεύγος αστικού και αγροτικού σταθμού παρουσιάζουν μια αρνητική, στατιστικά σημαντική τάση (p value 0.002) ενώ οι διαφορές τους όσον αφορά στις ημερήσιες ελάχιστες θερμοκρασίες, δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική τάση (p value 0.488). Σε γενικές γραμμές, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας υπάρχει, γεγονός που φαίνεται και από τα διαγράμματα της κατανομής συχνοτήτων των διαφορών στις ημερήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες (Σχήμα 289) τα οποία δείχνουν ακριβώς μια στροφή προς θερμότερο αστικό περιβάλλον κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας (η μέση διαφορά στη μέγιστη θερμοκρασία υπολογίσθηκε να είναι $\Delta T_{\max} = 0.54$ °C ενώ η μέση διαφορά στην ελάχιστη θερμοκρασία υπολογίσθηκε να είναι $\Delta T_{\min} = 1.45$ °C). Η μέγιστη διαφορά στην ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία, δηλαδή η ημερήσια ένταση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, υπολογίσθηκε να είναι 5.8 °C ενώ η ένταση κατά τη διάρκεια της νύχτας υπολογίσθηκε να είναι 9.1 °C.

8.3.3.3. Αστική θερμική νησίδα στην Επαρχία Λεμεσού

Όσον αφορά στην Επαρχία Λεμεσού, ο έλεγχος της τάσης των χρονοσειρών Mann-Kendal κατέδειξε ότι οι διαφορές στην ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία στο ζεύγος αστικού και αγροτικού σταθμού παρουσιάζουν μια αρνητική, στατιστικά σημαντική τάση (p value 0.034) και οι διαφορές στην ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία για το ίδιο ζεύγος μια επίσης αρνητική, στατιστικά σημαντική τάση (p value 0.050). Τα διαγράμματα κατανομής συχνοτήτων (Σχήμα 289) για τις διαφορές στη μέγιστη και ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία δείχνουν αυτή τη μεταβολή σε ένα αρκετά ψυχρότερο αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας και σε ένα νυχτερινό φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας, το οποίο με τη σειρά του οδηγεί σε ένα αρκετά θερμότερο νυχτερινό αστικό περιβάλλον. Μάλιστα, η ένταση του φαινομένου της νυχτερινής αστικής θερμικής φθάνει μέχρι και τους 7.6 °C, ενώ η ημερήσια στους 8.0 °C.

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή μελετούνται οι τοπικές κλιματικές μεταβολές σε τρεις Επαρχίες της Κύπρου – Λευκωσία, Λεμεσό και Λάρνακα - έτσι ώστε να συσχετισθούν με την έντονη αστικοποίηση που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια.

Μετά από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στις μετρήσεις της θερμοκρασίας για την Επαρχία της Λευκωσίας, με σκοπό τη μελέτη των τοπικών κλιματικών μεταβολών, φαίνεται ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία στον αστικό (σταθμός αρ. 640 στο κέντρο της πόλης) και αγροτικό σταθμό (σταθμός αρ. 666 Αθαλάσσας) παρουσιάζει μια θετική, στατιστικά σημαντική τάση, με την ελάχιστη θερμοκρασία να αυξάνει με μεγαλύτερο ρυθμό από τη μέγιστη θερμοκρασία, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα τελευταία χρόνια βιώνουμε πιο θερμές νύχτες παρά πιο θερμές ημέρες. Αυτή η θετική τάση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας στον αστικό σταθμό γίνεται στατιστικά σημαντική από το 1999 και μετά (η ελάχιστη από το 1996 και μετά και η μέγιστη από το 2000 και μετά) ενώ στον αγροτικό σταθμό από το 1998 (η ελάχιστη από το 1999 και μετά και η μέγιστη από το 2007 και μετά). Στον αστικό σταθμό, στατιστικά σημαντική θετική τάση παρουσιάζουν μόνο οι μήνες Μάρτιος, η καλοκαιρινή περίοδος Ιούνιος-Αύγουστος και ο Σεπτέμβριος, ενώ αντίστοιχα στον αγροτικό σταθμό οι Μάρτιος και η καλοκαιρινή περίοδος Ιούνιος-Αύγουστος. Οι χρονοσειρές της βροχόπτωσης παρουσιάζουν και στους δύο σταθμούς μια τάση, σε καμία όμως από τις δύο περιπτώσεις η τάση είναι στατιστικά σημαντική.

Μετά από τη σύγκριση των θερμοκρασιών του αστικού και αγροτικού σταθμού στη Λευκωσία, αποδείχθηκε η ύπαρξη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας και για τις τρεις υπό ανάλυση δεκαετίες, με ένταση 6.8 °C για τη δεκαετία 1983-1990, 6.2 °C για τη δεκαετία 1991-2000 και 3.5 °C για τη δεκαετία 2001-2010, με την τάση όμως και στις τρεις δεκαετίες να είναι αρνητική και στατιστικά σημαντική. Αυτό σημαίνει ότι και ο αγροτικός σταθμός της Αθαλάσσας ξεκίνησε να αστικοποιείται τα τελευταία χρόνια, αφού πλέον εφάπτεται γεωγραφικά στα αστικά όρια της Λευκωσίας. Η εποχική ανάλυση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας δείχνει ότι το φαινόμενο είναι πιο έντονο το χειμώνα παρά το καλοκαίρι, πιθανόν λόγω της βλάστησης στον αγροτικό σταθμό κατά τη διάρκεια του

χειμώνα που έχει ως αποτέλεσμα μέρος της θέρμανσης να αναλώνεται στην εξατμισοδιαπνοή και όχι στη θέρμανση της περιοχής. Επίσης, η ημερήσια ανάλυση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας δείχνει ότι το φαινόμενο είναι πιο έντονο κατά τη διάρκεια της νύχτας παρά κατά τη διάρκεια της ημέρα, λόγω της απελευθέρωσης θερμότητας από τα αστικά υλικά που αυξάνει τη θερμοκρασία του αστικού αέρα (αγωγή και μεταφορά), της ανθρωπογενούς θερμότητας στην αστική περιοχή και της εξατμισοδιαπνοής λόγω βλάστησης στην αγροτική περιοχή. Η ανάλυση για διάφορες συνθήκες ταχύτητας ανέμου δείχνει ότι το φαινόμενο είναι εντονότερο όσο χαμηλότερη είναι η ταχύτητα του ανέμου, διότι η ανάμειξη είναι μικρή και έτσι η θέρμανση στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι μεγαλύτερη, οι οριζόντιες θερμοκρασιακές διαφορές είναι και πάλι μεγαλύτερες με αποτέλεσμα να δημιουργείται ενίσχυση του φαινομένου της αστικής θερμονησίδας.

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή μελετούνται επίσης και οι επιπτώσεις των τοπικών κλιματικών μεταβολών στις ανάγκες για θέρμανση και ψύξη, μέσω του υπολογισμού των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης. Και οι δύο σταθμοί της Επαρχίας Λευκωσίας, αστικός και αγροτικός, παρουσιάζουν μια θετική, στατιστικά σημαντική τάση όσον αφορά στις βαθμομέρες ψύξης, πράγμα που σημαίνει ότι οι ανάγκες για ψύξη αυξήθηκαν. Αντίθετα, οι ανάγκες για θέρμανση μειώθηκαν για τη συγκεκριμένη περίοδο, αφού οι βαθμομέρες θέρμανσης παρουσίασαν μια αρνητική τάση, παρόλο που αυτή η τάση είναι στατιστικά σημαντική μόνο για τον αστικό σταθμό της Λευκωσίας. Οι βαθμομέρες ψύξης είναι κατά 5% πιο πολλές κατά τη διάρκεια του Ιουνίου, 3% περισσότερες κατά τη διάρκεια του Ιουλίου και 2% περισσότερες κατά τη διάρκεια του Αυγούστου, υπογραμμίζοντας την ύπαρξη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Αντίστοιχα, οι θερμοκρασίες στον αστικό σταθμό είναι και πάλι ψηλότερες από αυτές του αγροτικού σταθμού κατά τη χειμερινή περίοδο αφού οι βαθμομέρες θέρμανσης είναι κατά 5% λιγότερες κατά τη διάρκεια του Δεκεμβρίου, 5% λιγότερες κατά τη διάρκεια του Ιανουαρίου και 8% λιγότερες κατά τη διάρκεια του Φεβρουαρίου, υπογραμμίζοντας και πάλι την παρουσία του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Τα αποτελέσματα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας είναι εντονότερο κατά τη χειμερινή περίοδο και πιο συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια του Φεβρουαρίου.

Για την Επαρχία της Λεμεσού, η αστική θερμική νησίδα μελετήθηκε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια και από την ανάλυση διαφάνηκε καθαρά ο θερμός αστικός πυρήνας, ο οποίος περιλαμβάνει τις περιοχές πυκνής δόμησης, ψηλών κτιρίων και μεγάλων οδικών αρτηριών που γενικά δεν εφάπτονται του παραλιακού μετώπου. Επίσης, πραγματοποιήθηκε συσχέτιση της αστικής θερμικής νησίδας με την ταχύτητα του ανέμου, τη διεύθυνση του ανέμου και τη σχετική υγρασία σε δύο ξεχωριστές περιπτώσεις: για την περίπτωση της θαλάσσιας αύρας και για την περίπτωση των υπόλοιπων διευθύνσεων. Από τις συσχετίσεις της διαφοράς θερμοκρασίας ΔT μεταξύ του αστικού σταθμού και του αγροτικού σταθμού, υπολογίστηκε ότι στις περιπτώσεις της θαλάσσιας αύρας, όσον αφορά στη συσχέτιση της ΔT με την ταχύτητα του ανέμου, δημιουργούνται συγκεκριμένες ζώνες, στις οποίες η αστική θερμική νησίδα επηρεάζεται από τις αλλαγές στην ταχύτητα του ανέμου περισσότερο από τις άλλες περιοχές. Οι περιοχές που ανήκουν σε αυτές τις ζώνες δημιουργούν ουσιαστικά ένα μικρόκλιμα, το οποίο επιδρά στη συσχέτιση της ΔT με την ταχύτητα του ανέμου. Περίπου οι ίδιες ζώνες δημιουργούνται και στην περίπτωση της συσχέτισης της ΔT με τις μεταβολές στη διεύθυνση του ανέμου αλλά και με τις μεταβολές στη σχετική υγρασία. Όσον αφορά στις συσχετίσεις της ΔT με τις μεταβολές στην ταχύτητα του ανέμου για τις υπόλοιπες διευθύνσεις, φαίνεται και πάλι ότι δημιουργούνται οι ίδιες περίπου ζώνες.

Μετά τον εντοπισμό των ζωνών, στις οποίες η αστική θερμική νησίδα συσχετίζεται με τις μεταβολές του ανέμου και της σχετικής υγρασίας, αναλύθηκαν οι επιπτώσεις που έχουν αυτές οι μεταβολές στην αστική θερμική νησίδα. Στις περιπτώσεις που η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζει την αστική θερμική νησίδα, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μεγάλες ταχύτητες ανέμου από τη θαλάσσια αύρα, μειώνουν τη διαφορά θερμοκρασίας από τον σταθμό αναφοράς. Το ίδιο ισχύει και για τον άνεμο από τις λοιπές διευθύνσεις, που περιέχει ανατολικές συνιστώσες, οι οποίες μεταφέρουν θερμό αστικό αέρα στον σταθμό αναφοράς και έτσι μειώνουν τη ΔT . Όσον αφορά στις διευθύνσεις του ανέμου, εκεί όπου υπάρχει συσχέτιση με την αστική θερμική νησίδα, στις περιπτώσεις της θαλάσσιας αύρας με την αύξηση των μοιρών (δηλαδή ο άνεμος να μεταβάλλεται από τις νοτιοδυτικές διευθύνσεις στις βορειοδυτικές διευθύνσεις) αυξάνεται θετικά και η ΔT . Αυτό διότι οι αρχικές διευθύνσεις της θαλάσσιας αύρας “δροσίζουν” τον αστικό σταθμό, με αποτέλεσμα να μειώνουν τη θερμοκρασία του και να μειώνουν έτσι τη ΔT , πολλές φορές σε αρνητικά επίπεδα. Όταν ο

άνεμος της θαλάσσιας αύρας ξεκινά να μεταβάλλεται προς βόρειες με βορειοδυτικές διευθύνσεις, μεταφέρει το θερμό αστικό αέρα πίσω προς την πόλη, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία του αστικού σταθμού να αυξάνει και έτσι να αυξάνεται η ΔT και πάλι. Για τις λοιπές διευθύνσεις, οι συσχετίσεις της ΔT με τη μεταβολή στη διεύθυνση του ανέμου είναι γενικά ασθενής. Στις περιπτώσεις που η αστική θερμική νησίδα σχετίζεται με τη σχετική υγρασία, σε γενικές γραμμές και για τις δύο περιπτώσεις (θαλάσσια αύρας και λοιπών διευθύνσεων), το συμπέρασμα είναι ότι μεγάλες τιμές σχετικής υγρασίας μεταφράζονται σε μικρή ανάμειξη του αέρα και άρα μεγάλη ΔT και το αντίστροφο ισχύει για τις μικρές ταχύτητες σχετικής υγρασίας.

Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, αναλύεται και εποχικά, δηλαδή για καλοκαίρι και χειμώνα αλλά και ημερήσια, δηλαδή για ημέρα και νύχτα. Από την ανάλυση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, φαίνεται ότι η θερμότερη περιοχή εμφανίζεται στο κέντρο της πόλης και προς τα δυτικά, ενώ στα ανατολικά και στις παράλιες περιοχές, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας εμφανίζεται να είναι ηπιότερο και σε μερικές περιπτώσεις μη υπαρκτό. Αυτό συμβαίνει διότι κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ο σχετικά ψυχρότερος άνεμος που πνέει από τη θάλασσα προς το χερσαίο τμήμα μειώνει τη θερμοκρασία των παράλιων περιοχών. Όσον αφορά στη χειμερινή ανάλυση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, είναι φανερό ότι ο πυρήνας της αστικής θερμικής νησίδας μετατοπίζεται προς το παραλιακό μέτωπο και επίσης θερμή είναι και η περιοχή στο ανατολικό κομμάτι του παραλιακού μετώπου. Αυτό οφείλεται στη θερμοκρασία της θάλασσας κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η οποία είναι υψηλότερη από την αντίστοιχη θερμοκρασία της χερσαίας περιοχής. Επίσης, αξιοσημείωτο παραμένει και το γεγονός ότι ο κεντρικός αστικός πυρήνας της πόλης φαίνεται ότι δεν επηρεάζεται από την αλλαγή στην εποχή, αφού η αστική θερμική νησίδα παραμένει σταθερή και για τις δύο περιόδους (0.8-1.2 °C) και επίσης το γεγονός ότι η αστική θερμική νησίδα φαίνεται να παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές το χειμώνα παρά το καλοκαίρι. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, ο αστικός πυρήνας της Λεμεσού φαίνεται ότι συμπίπτει με τον πυρήνα της αστικής θερμικής νησίδας, λόγω κυρίως της διαφορετικής θέρμανσης χερσαίας με θαλάσσιας επιφάνειας. Κάποιες μάλιστα παράλιες περιοχές, τείνουν να μην εμφανίζουν φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, παρατηρείται μια μετατόπιση του πυρήνα της αστικής

θερμικής νησίδας προς το παραλιακό μέτωπο, ενώ οι βόρειες περιοχές της πόλης φαίνονται καθαρά πιο ψυχρές, λόγω του ότι το χερσαίο τμήμα ψύχεται δια ακτινοβολίας περισσότερο από ότι η θαλάσσια περιοχή. Τέλος, φαίνεται ότι κατά τη διάρκεια της νύχτας, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας παρουσιάζεται να είναι ισχυρότερο από ότι την ημέρα, λόγω της απελευθέρωσης θερμότητας από τα αστικά υλικά που αυξάνει τη θερμοκρασία του αστικού αέρα (αγωγή και μεταφορά), της ανθρωπογενούς θερμότητας στην αστική περιοχή και της εξατμισοδιαπνοής λόγω βλάστησης στην αγροτική περιοχή.

Οι επιπτώσεις της αστικοποίησης στο τοπικό κλίμα τριών Επαρχιών της Κύπρου, οι οποίες ελέγχονται από την Κυπριακή Δημοκρατία, μελετήθηκε μέσω της ανάλυσης του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Ο γεωγραφικός σχηματισμός των σταθμών και οι μεγάλες χρονοσειρές της θερμοκρασίας που χρησιμοποιήθηκαν, επιτρέπουν στη χωρική και χρονική μελέτη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας στην Κύπρο. Ο αστικός πληθυσμός που μελετήθηκε υπολογίστηκε ότι έχει αυξηθεί και στις τρεις Επαρχίες.

Στην περίπτωση του ζεύγους αστικού-αγροτικού σταθμού Επαρχίας Λευκωσίας, οι υπολογισμοί δείχνουν ότι οι ημερήσιες μέγιστες θερμοκρασίες είναι ελαφρώς υψηλότερες στο αστικό περιβάλλον, ενώ οι ημερήσιες ελάχιστες θερμοκρασίες είναι γενικά υψηλότερες στον αστικό σταθμό, δείχνοντας έτσι την ύπαρξη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας κυρίως κατά τις βραδινές ώρες.

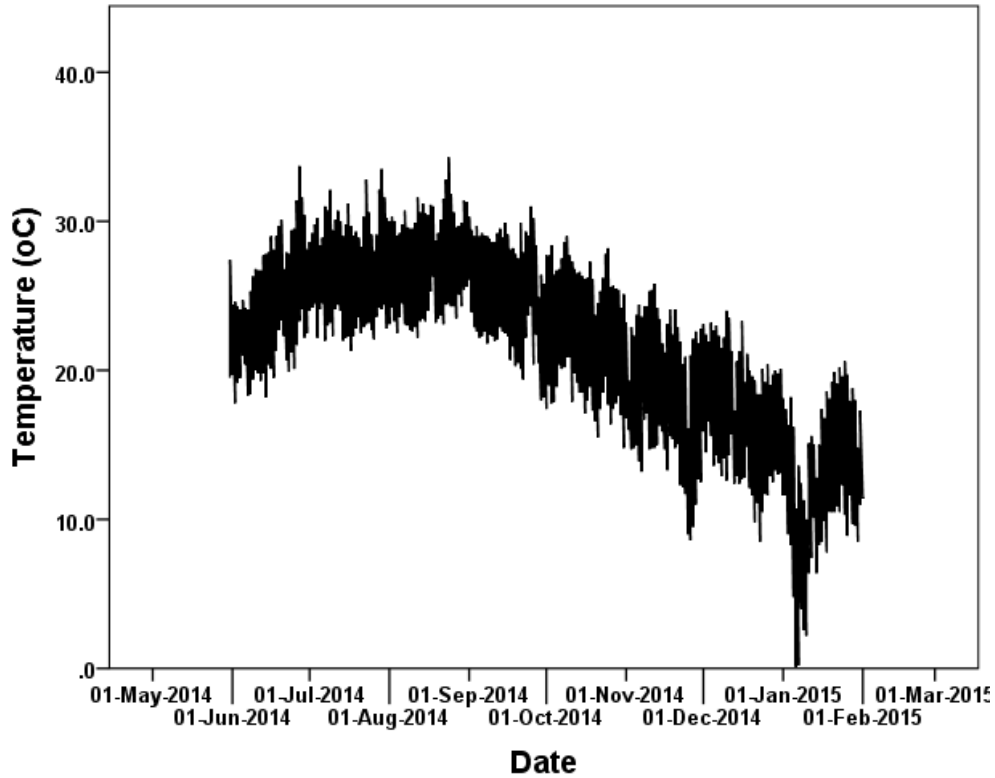
Αντίστοιχα, οι μέγιστες θερμοκρασίες στην αστική περιοχή της Επαρχίας Λάρνακας είναι σε γενικές γραμμές υψηλότερες από αυτές του αγροτικού σταθμού, ενώ οι ελάχιστες θερμοκρασίες είναι γενικά ακόμη υψηλότερες στον αστικό σταθμό, υπογραμμίζοντας την ύπαρξη του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας στην Επαρχία της Λάρνακας. Η ημερήσια ένταση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας στην Επαρχία της Λάρνακας υπολογίστηκε να είναι 5.8 °C ενώ η ένταση κατά τη διάρκεια της νύχτας υπολογίστηκε να είναι 9.1°C.

Σε αντίθεση με το αναμενόμενο αποτέλεσμα, στο ζεύγος του αστικού και αγροτικού σταθμού της Επαρχίας Λεμεσού, οι ημερήσιες μέγιστες θερμοκρασίες δείχνουν να είναι υψηλότερες στον αγροτικό σταθμό κατά μια μέση τιμή της τάξεως των 1.22 °C. Το θερμότερο αγροτικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να εξηγηθεί εν μέρει με το γεγονός ότι ο αστικός σταθμός της Επαρχίας Λεμεσού είναι τοποθετημένος στο δημόσιο κήπο της πόλης και έτσι παρατηρείται το φαινόμενο της όασης (Oasis Effect) κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ένας ακόμη λόγος εμφάνισης αυτής της διαφοράς στην ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία, είναι και η τοποθεσία του αστικού σταθμού της Επαρχίας Λεμεσού, η οποία επηρεάζεται από τη θαλάσσια αύρα, ενώ του αγροτικού σταθμού όχι. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν το φαινόμενο της όασης και ο άνεμος της θαλάσσιας αύρας δεν επηρεάζουν πλέον το ζεύγος αστικού-αγροτικού σταθμού, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας αρχίζει να γίνεται εμφανές και συνεπώς το μοτίβο της θερμοκρασίας αρχίζει να γίνεται πιο ρεαλιστικό: οι ημερήσιες ελάχιστες θερμοκρασίες γίνονται κατά πολύ υψηλότερες στο αστικό περιβάλλον, κατά μέσο όρο 2.41 °C. Δηλαδή, σε γενικές γραμμές, παρατηρείται μια μεταβολή σε ένα αρκετά ψυχρότερο αστικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της ημέρας και σε ένα νυχτερινό φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας, το οποίο με τη σειρά του οδηγεί σε ένα αρκετά θερμότερο νυχτερινό αστικό περιβάλλον. Μάλιστα, η ένταση του φαινομένου της νυχτερινής αστικής θερμικής φθάνει μέχρι και τους 7.6 °C.

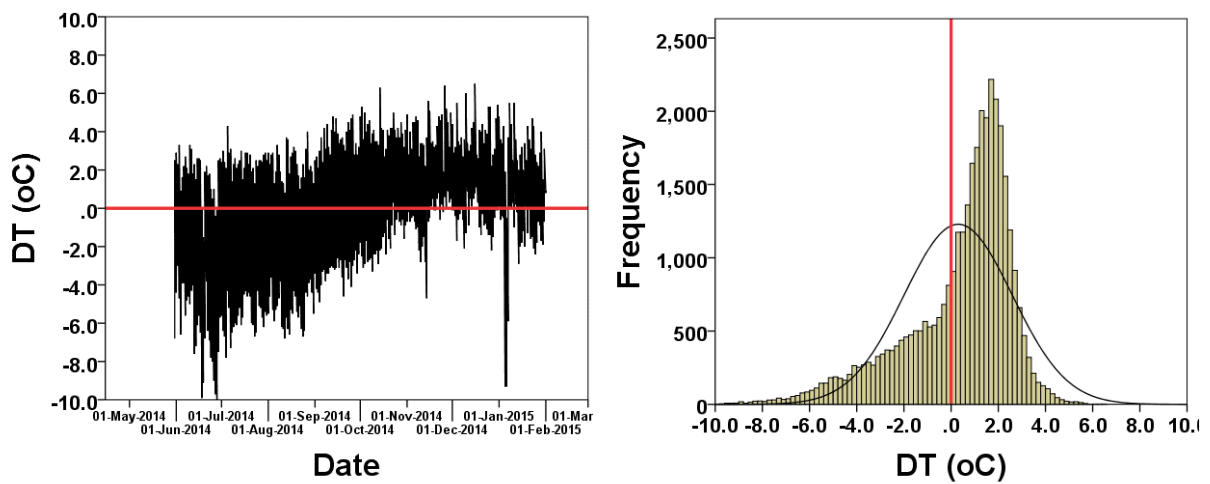
Μέσα από την πιο πάνω θεωρητική και πειραματική μελέτη της τοπικής κλιματικής μεταβολής στην Κύπρο και των επιπτώσεων στο αστικό περιβάλλον, έγινε εφικτή η απόδειξη ύπαρξης τοπικών κλιματικών μεταβολών καθώς και οι συνεπακόλουθες μεταβολές στις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης του πληθυσμού. Αυτές οι τοπικές κλιματικές μεταβολές έχουν όντως επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον, γεγονός που αποδεικνύεται μέσω του εντοπισμού του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας καθώς μέσω του εντοπισμού των χαρακτηριστικών του. Στην Επαρχία της Λεμεσού, εντοπίστηκαν επίσης και οι θερμικά ευαίσθητες περιοχές για όλο το έτος, για χειμώνα και καλοκαίρι καθώς και για ημέρα και νύχτα, αποτελέσματα που αποτελούν τη βάση για τις μελλοντικές λήψεις αποφάσεων από τις τοπικές αρχές σχετικά με επερχόμενους αστικούς σχεδιασμούς.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

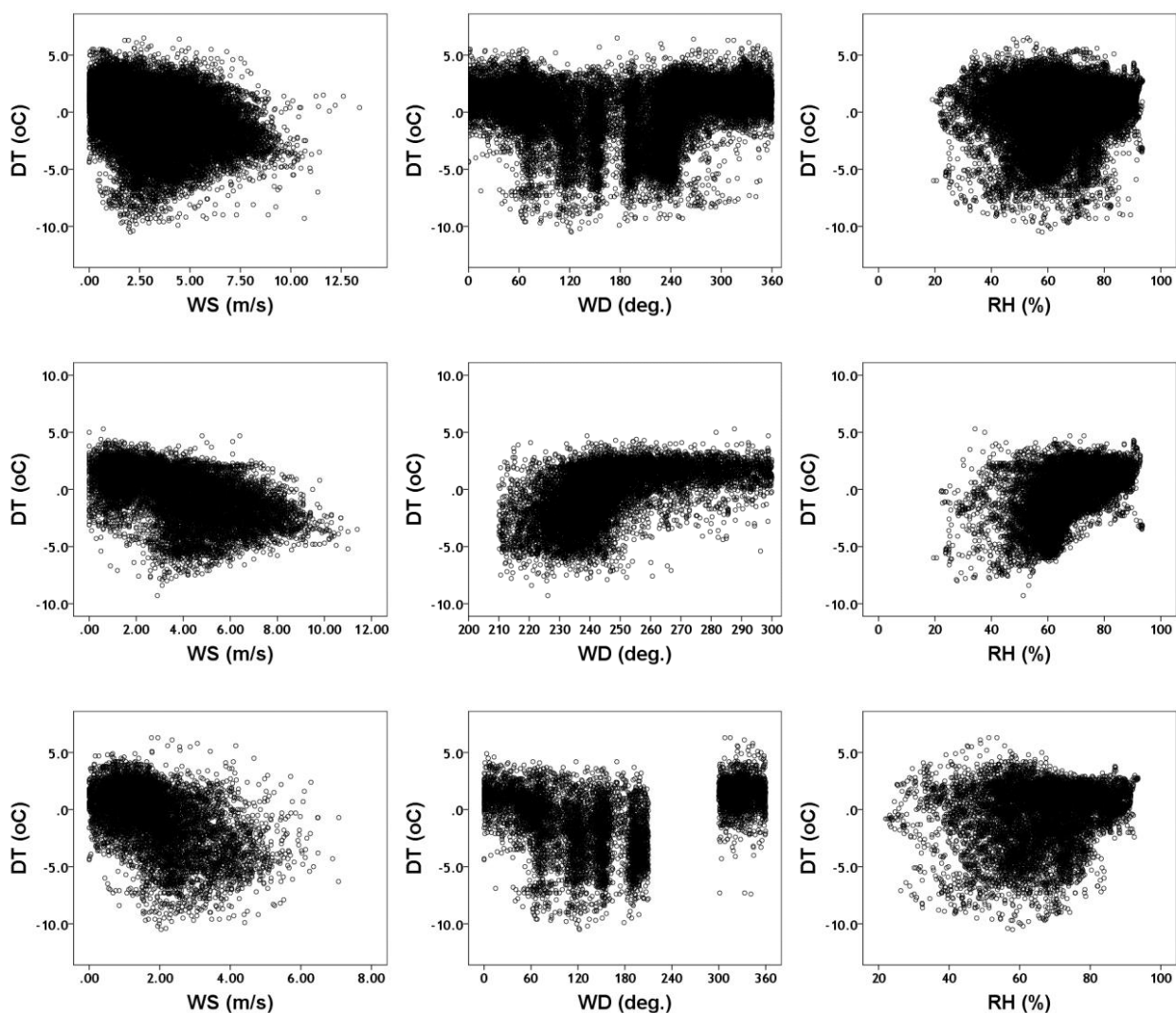
- 7939 – Ξενοδοχείο Crown Plaza



Σχήμα 24: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 25: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

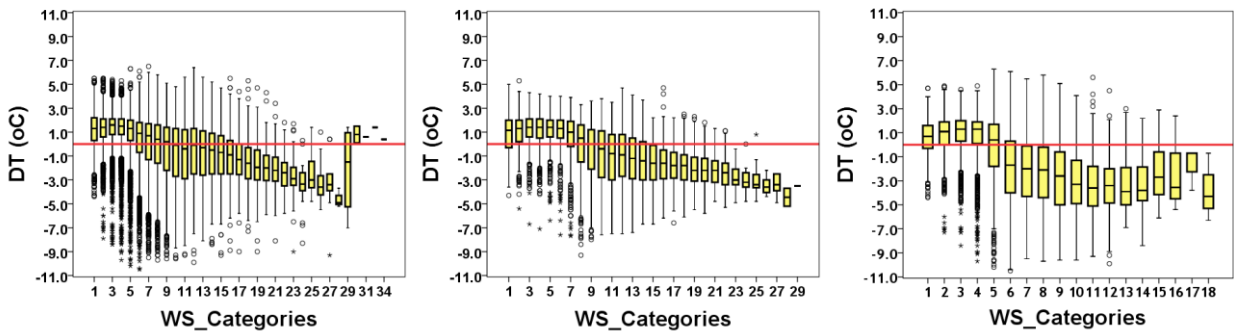


Σχήμα 26: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

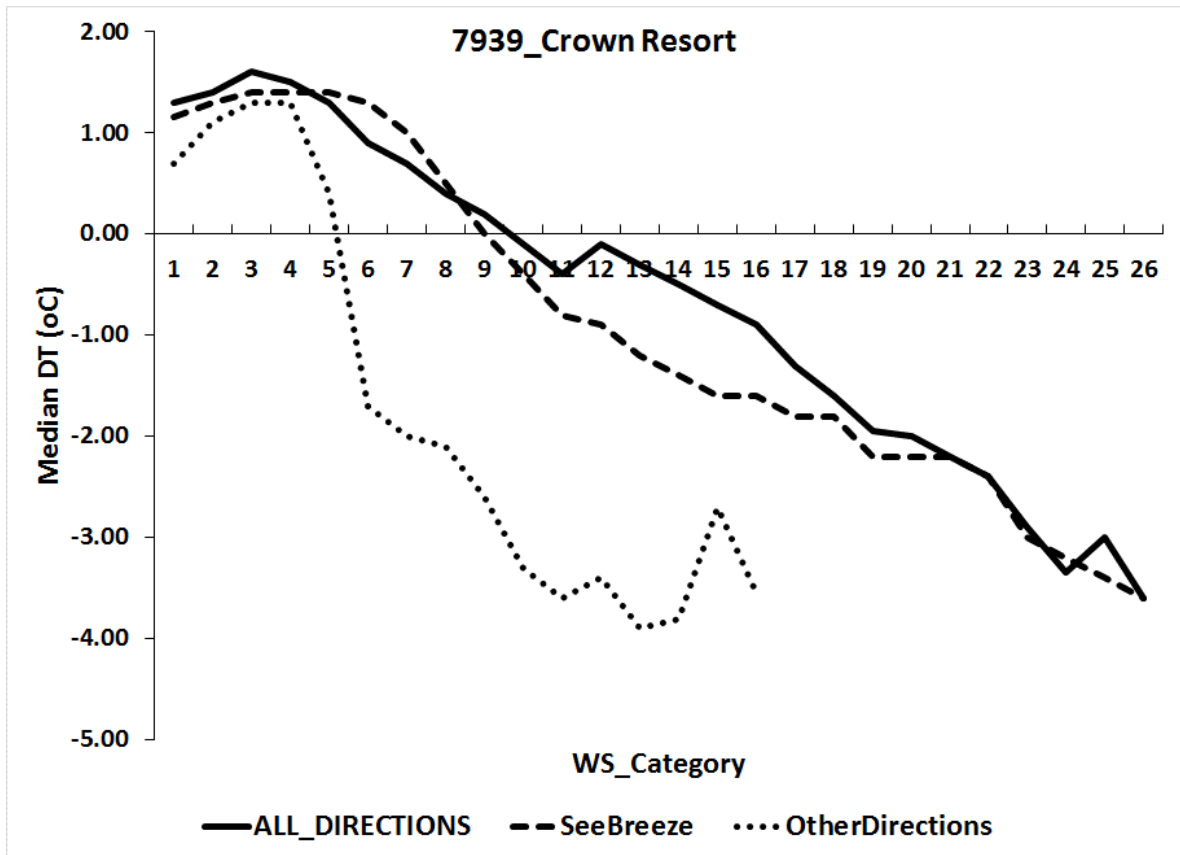
| Station number 7939 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.414 ** | -0.563 ** | -0.493 ** | Wind Speed |
| 0.320 ** | 0.590 ** | 0.318 ** | Wind Direction |
| 0.194 ** | 0.557 ** | 0.170 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

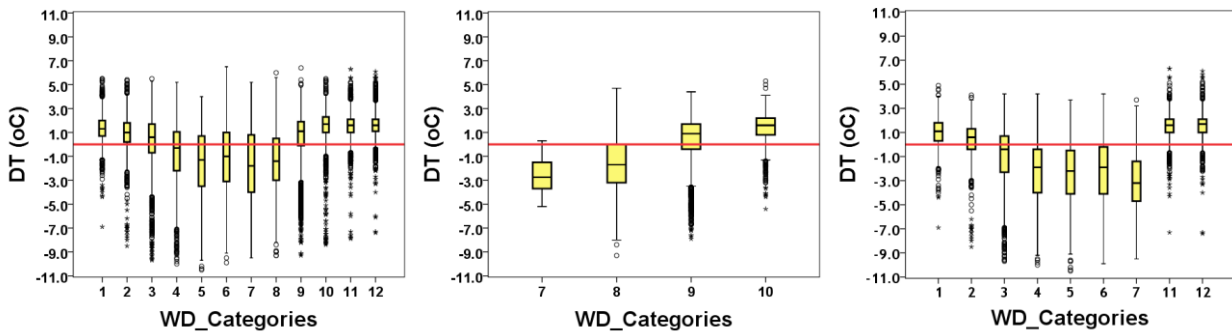
Πίνακας 11: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



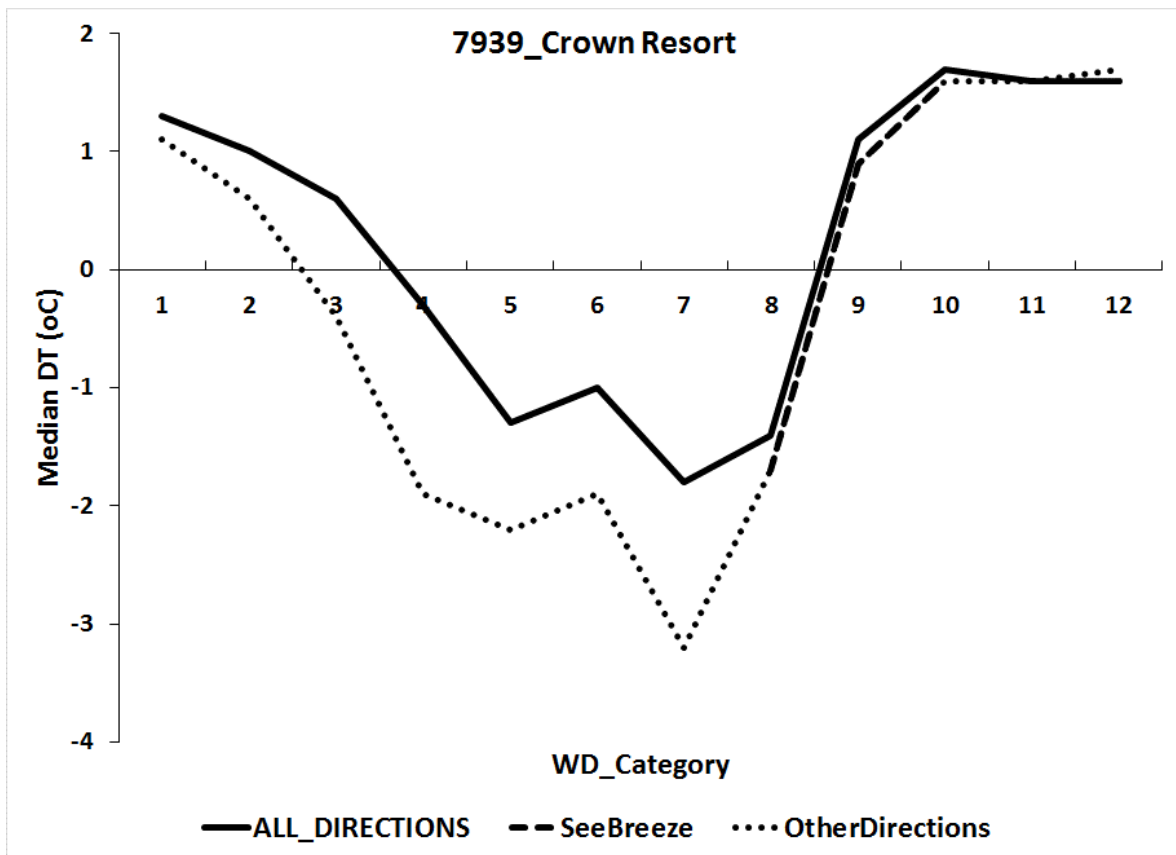
Σχήμα 27: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



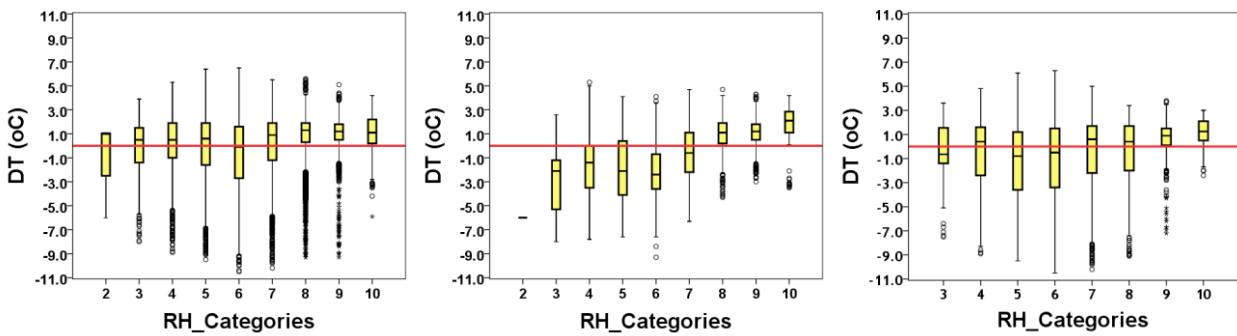
Σχήμα 28: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



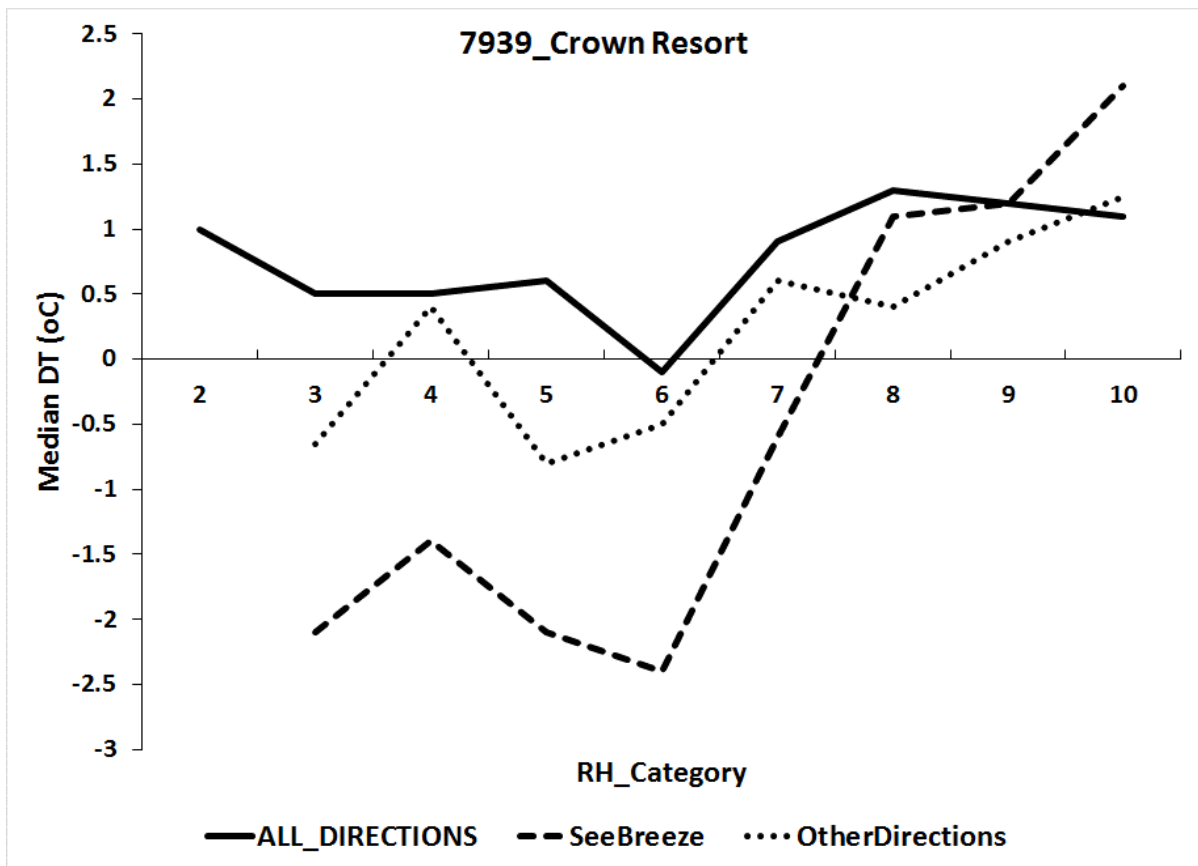
Σχήμα 29: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



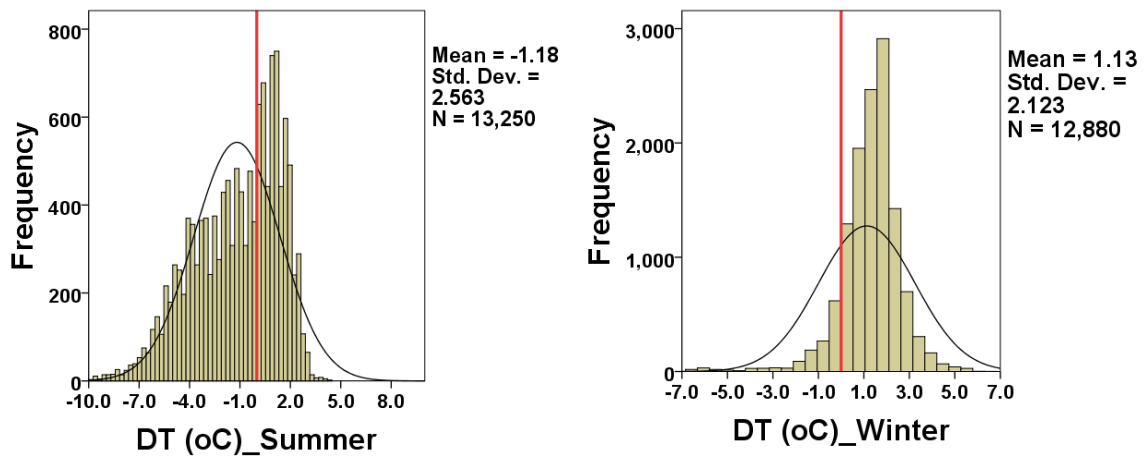
Σχήμα 30: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



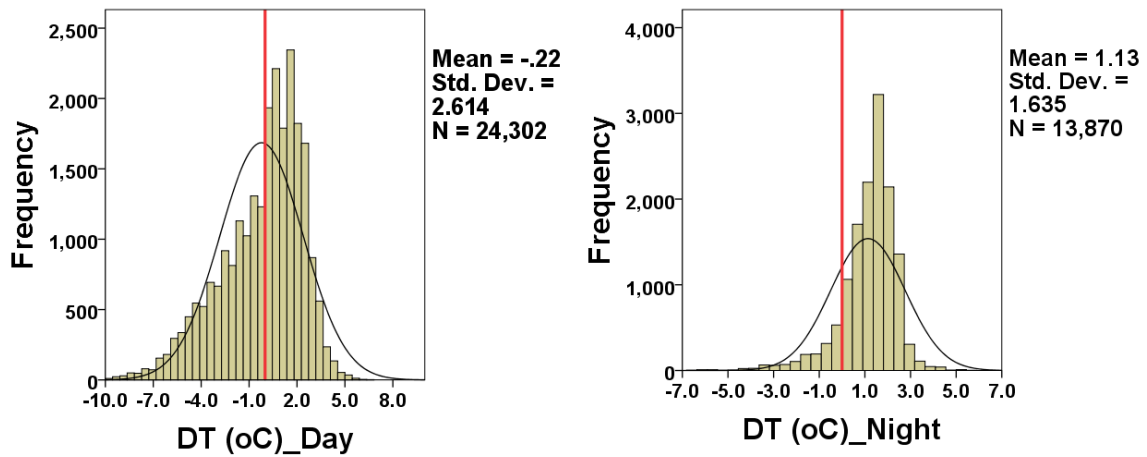
Σχήμα 31: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 32: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

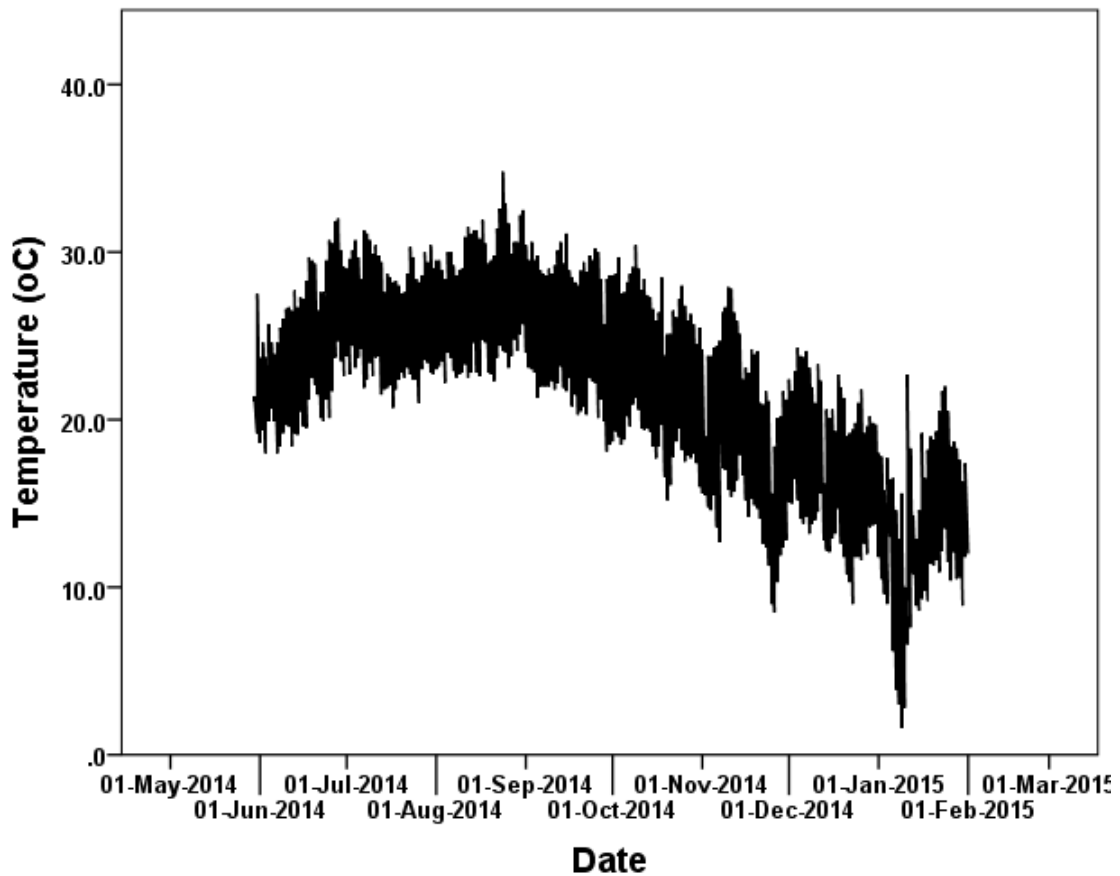


Σχήμα 33: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

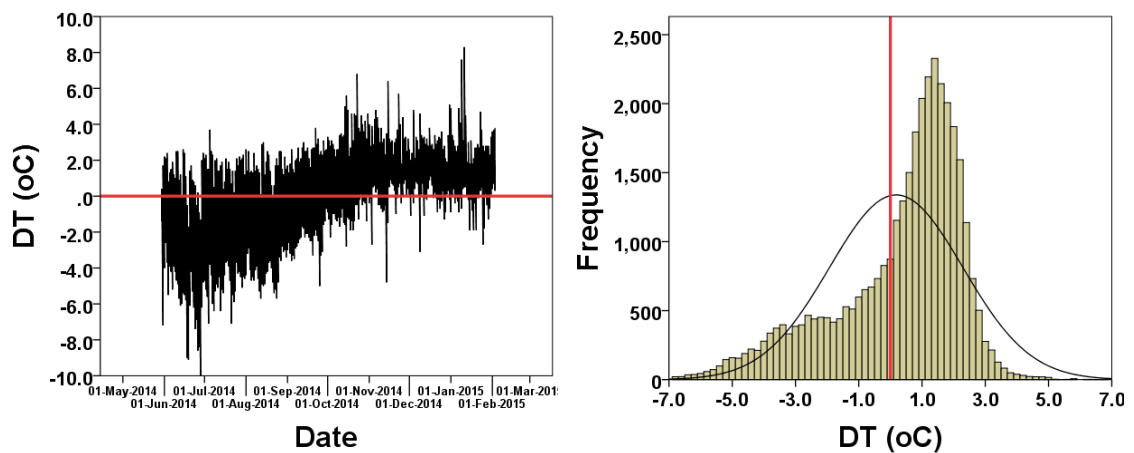


Σχήμα 34: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

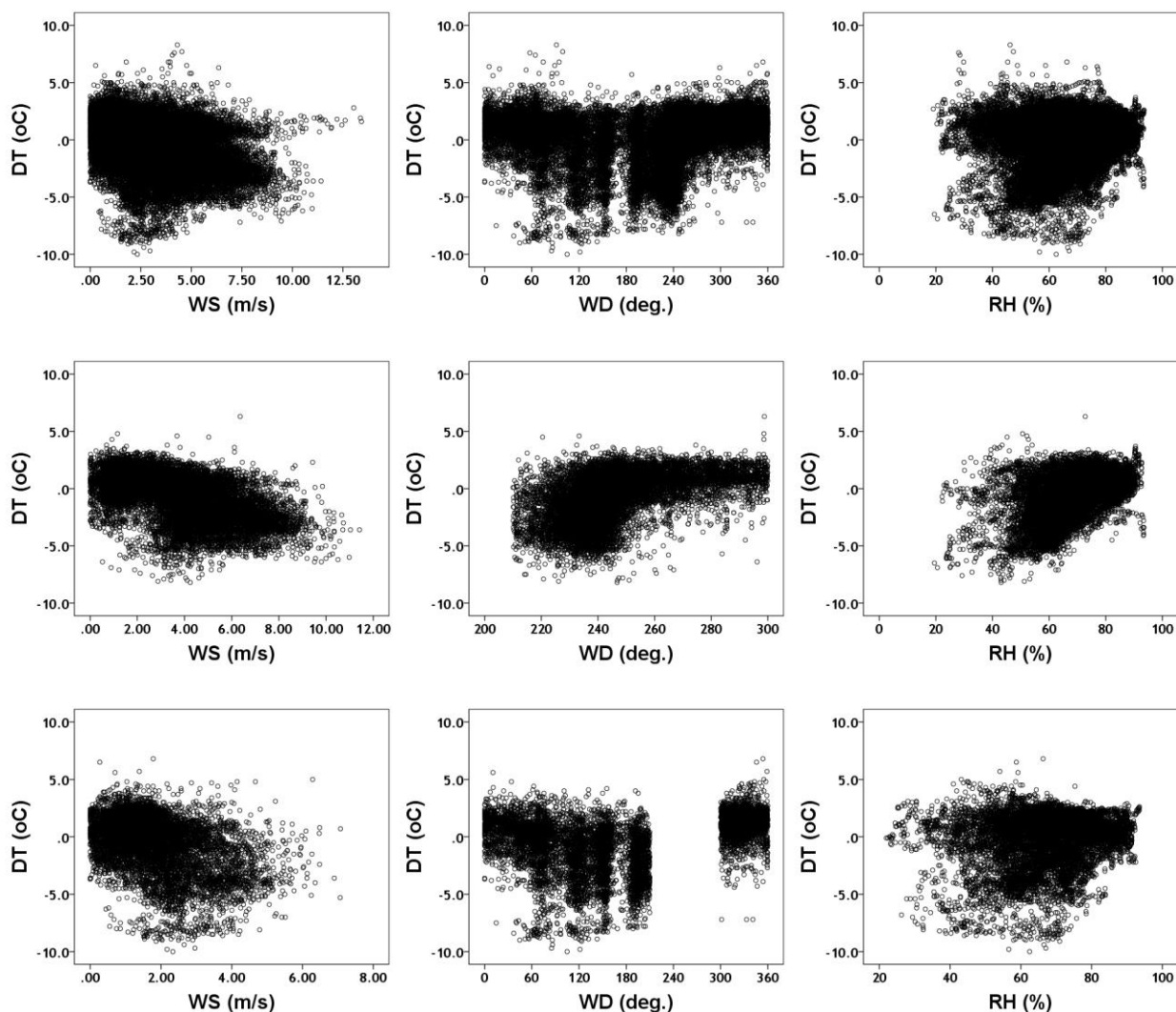
• 7955 – AMATHUS



Σχήμα 35: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 36: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)



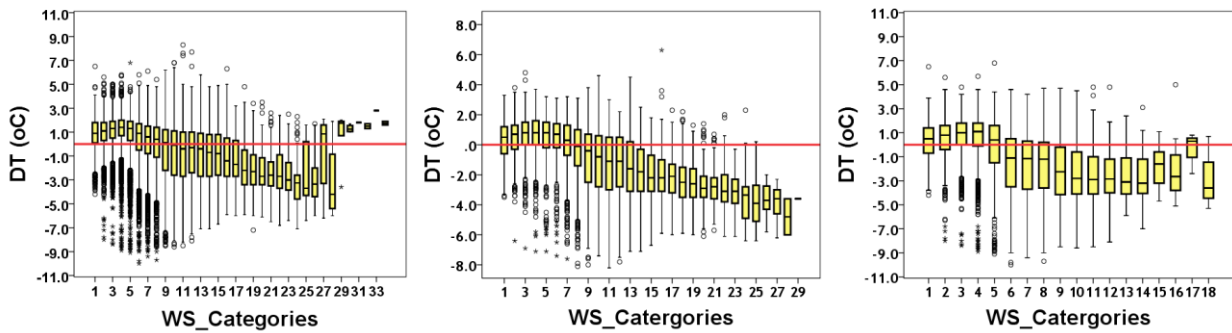
Σχήμα 37: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

Station number 7955

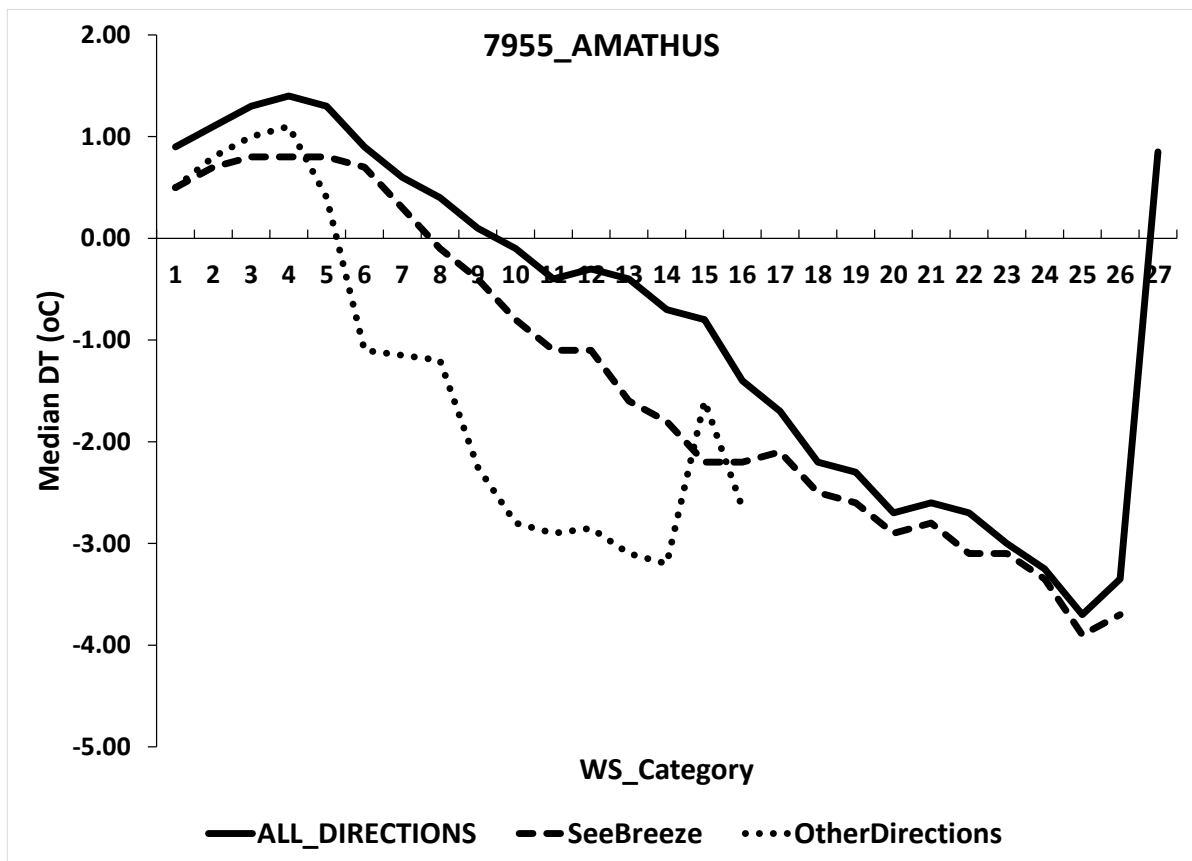
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | Element |
|----------------|---------------------|------------------|--------------------------|
| -0.390 ** | -0.558 ** | -0.419 ** | Wind Speed |
| 0.308 ** | 0.536 ** | 0.332 ** | Wind Direction |
| 0.164 ** | 0.496 ** | 0.123 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

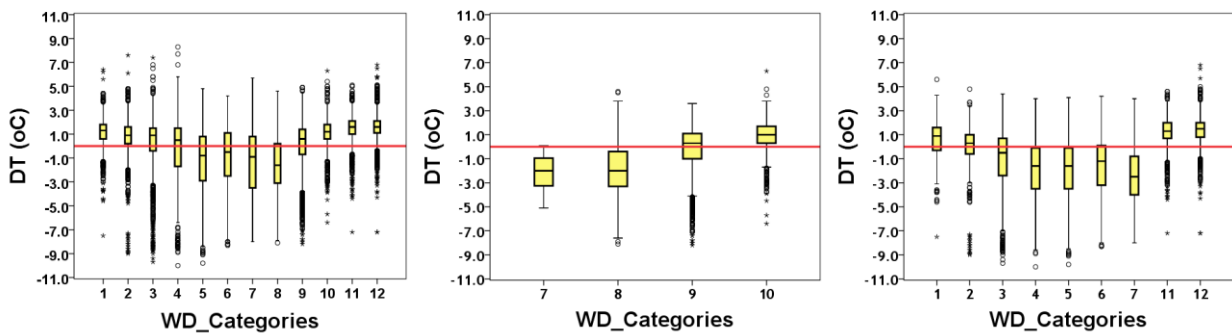
Πίνακας 12: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



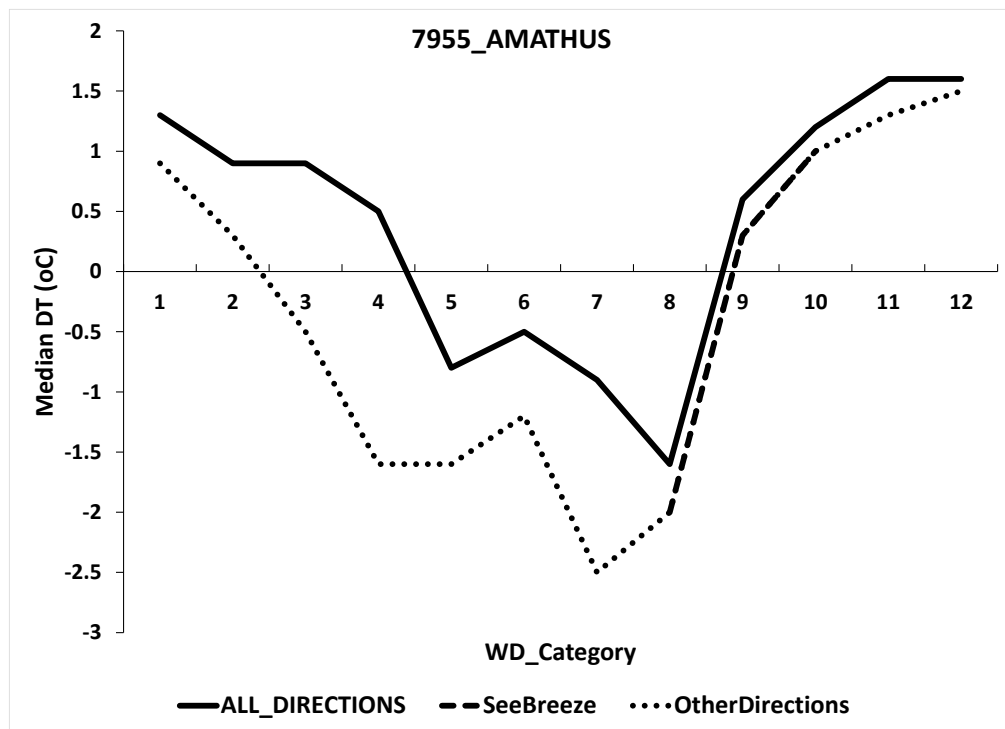
Σχήμα 38: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



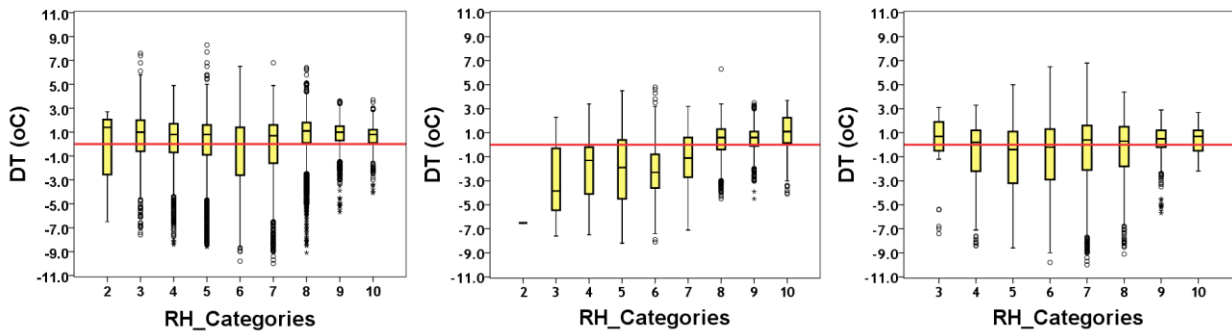
Σχήμα 39: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



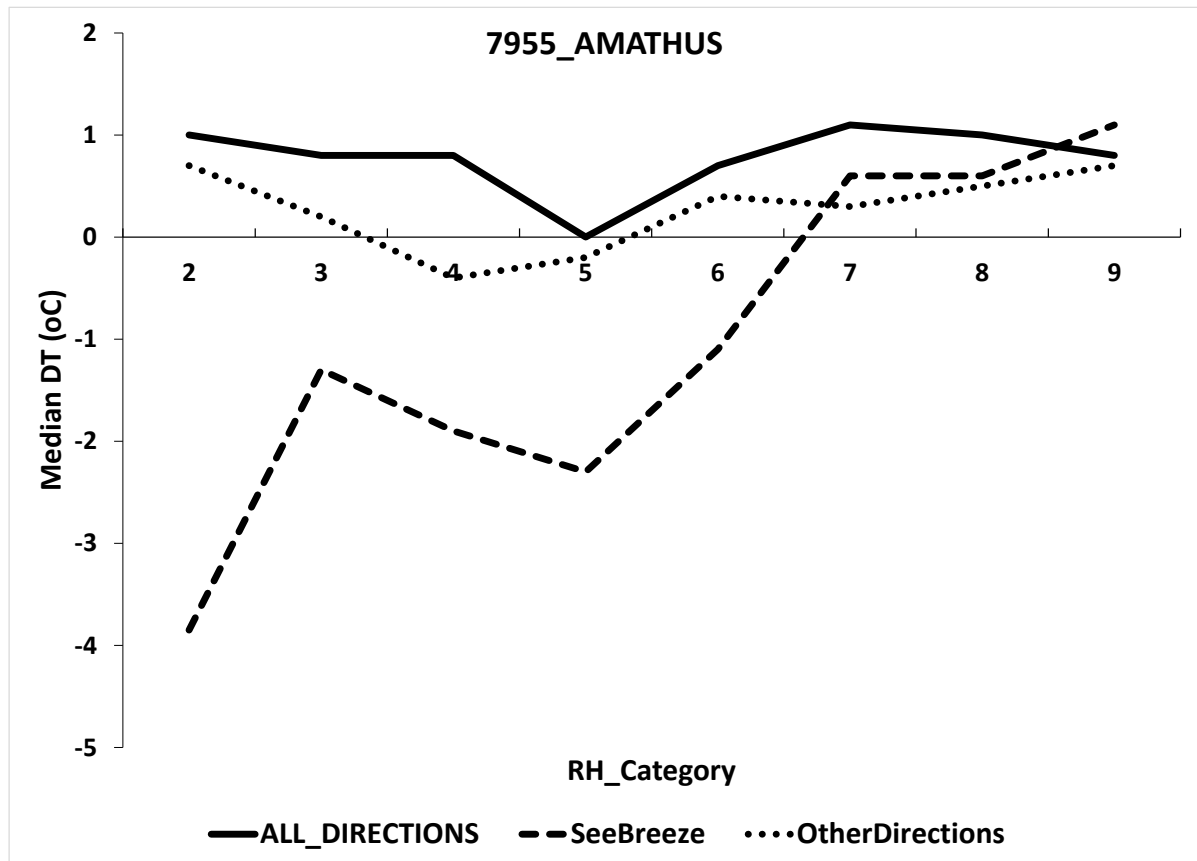
Σχήμα 40: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



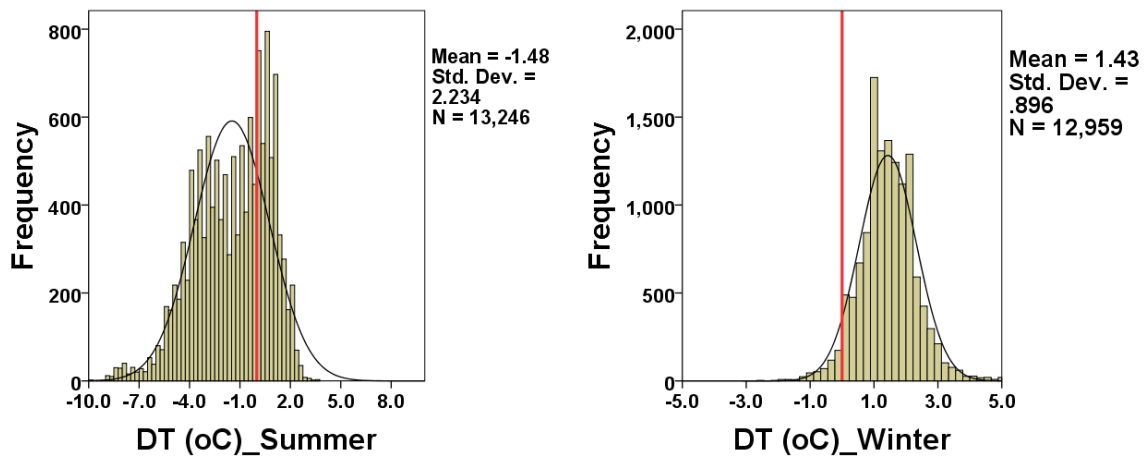
Σχήμα 41: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μάρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



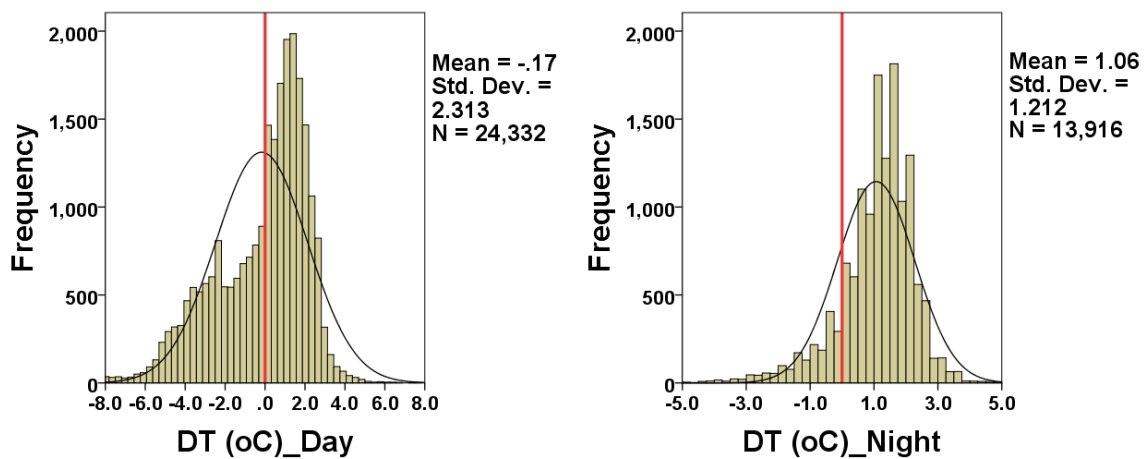
Σχήμα 42: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 43: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

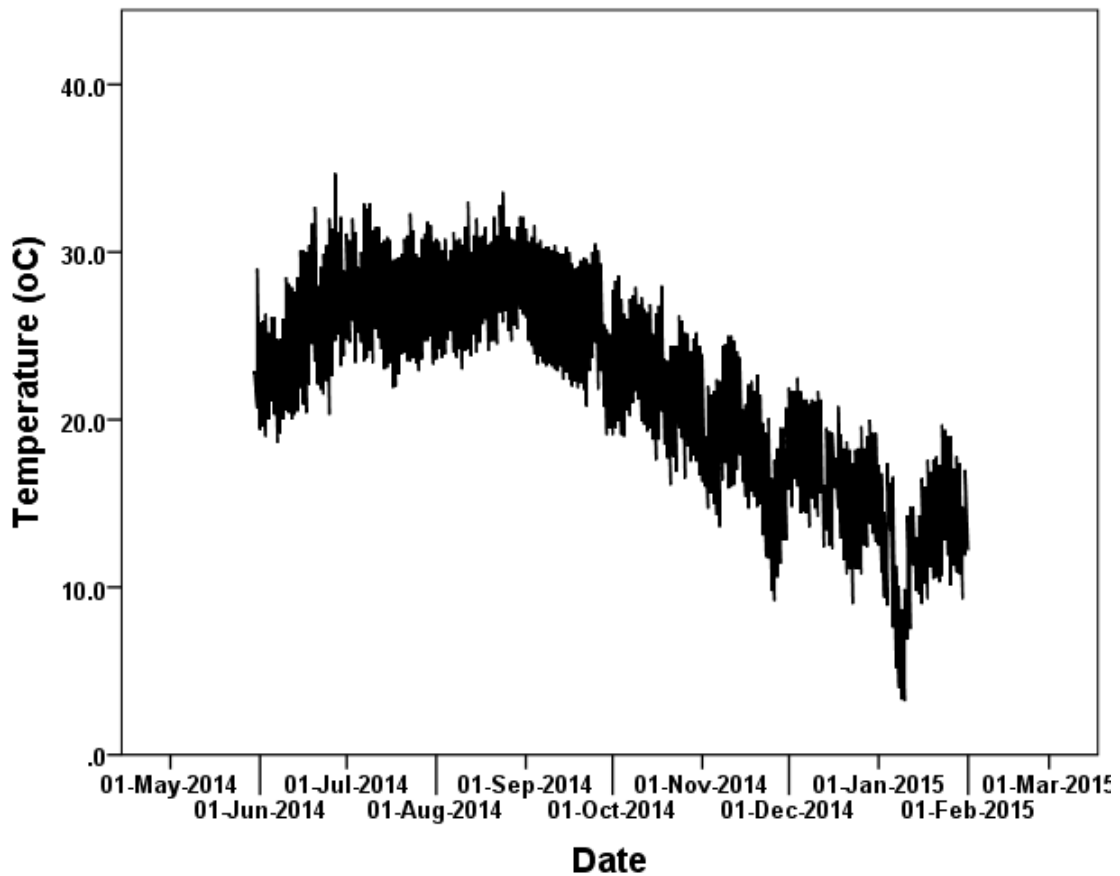


Σχήμα 44: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

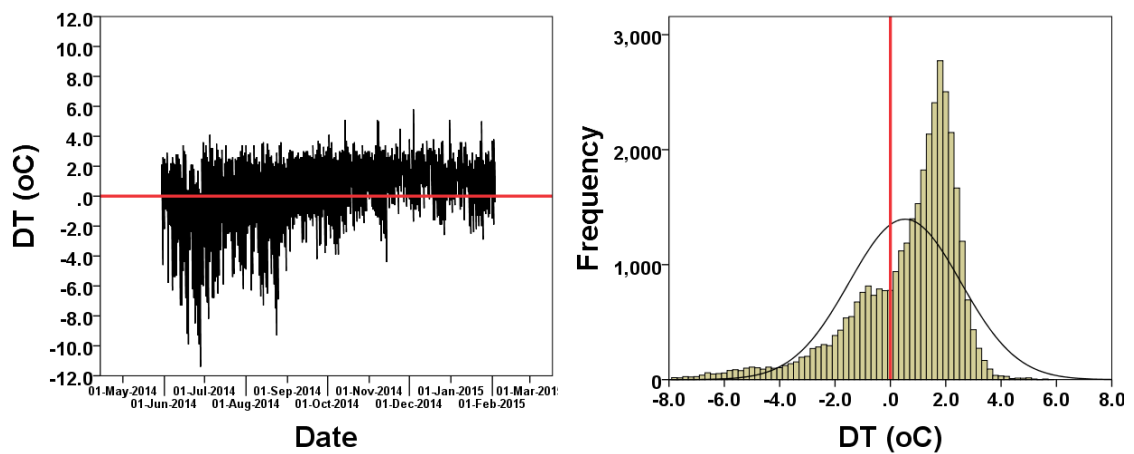


Σχήμα 45: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

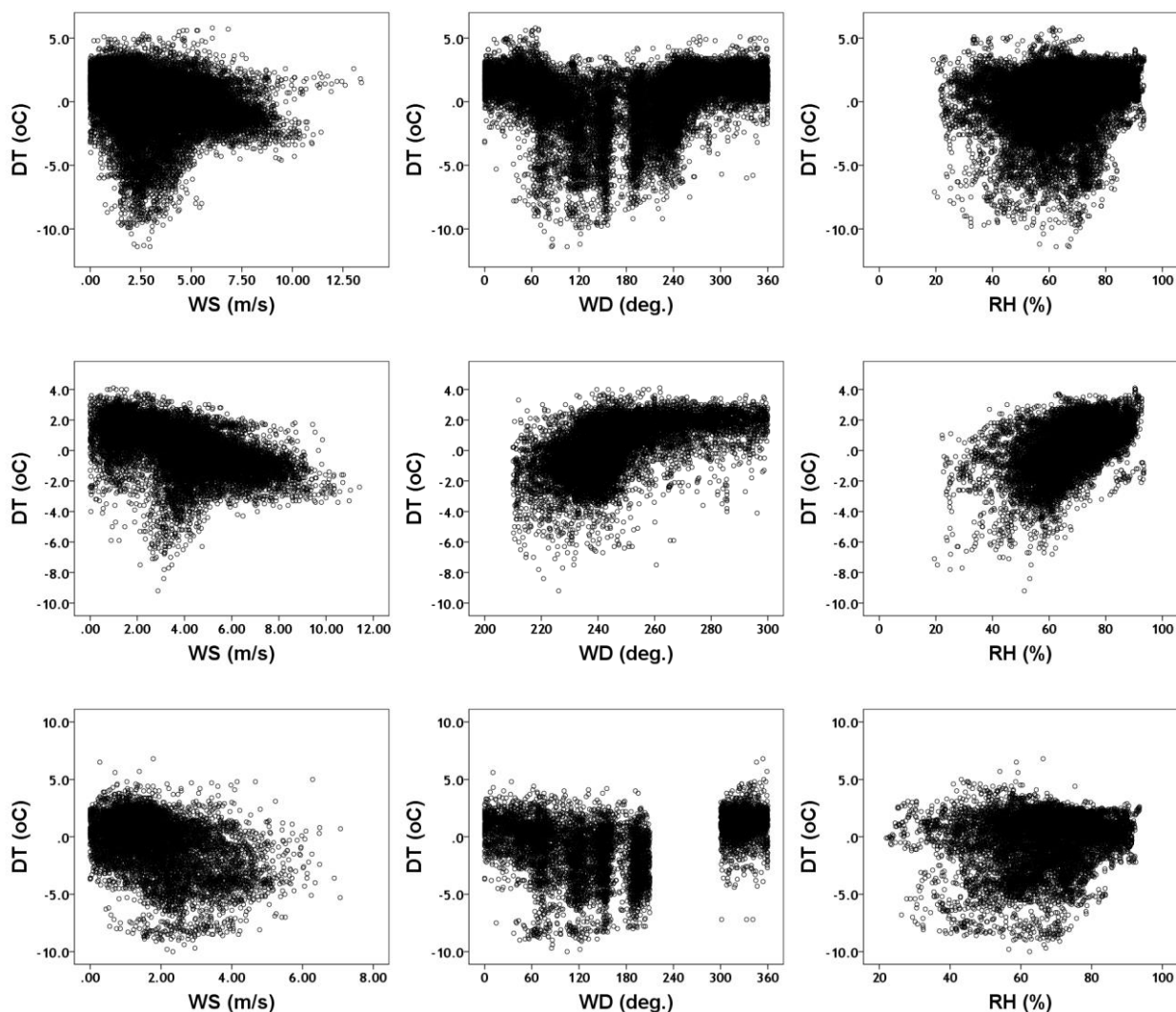
• 7959 – ΚΕΟ



Σχήμα 46: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 47: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)



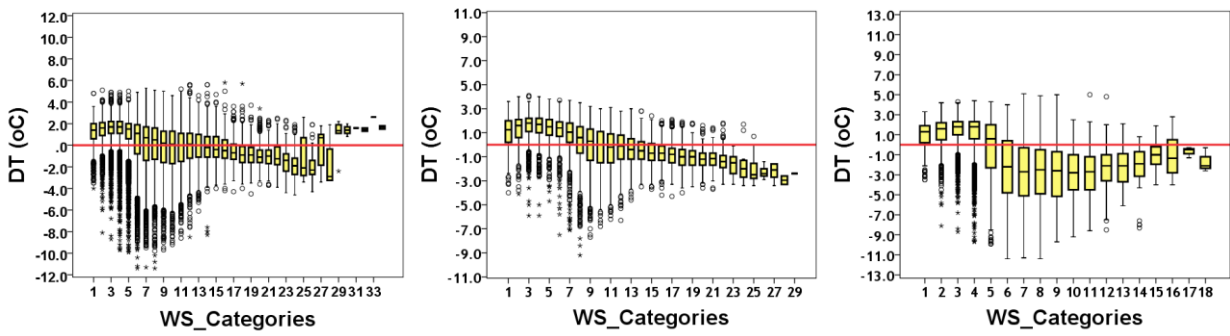
Σχήμα 48: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

Station number 7959

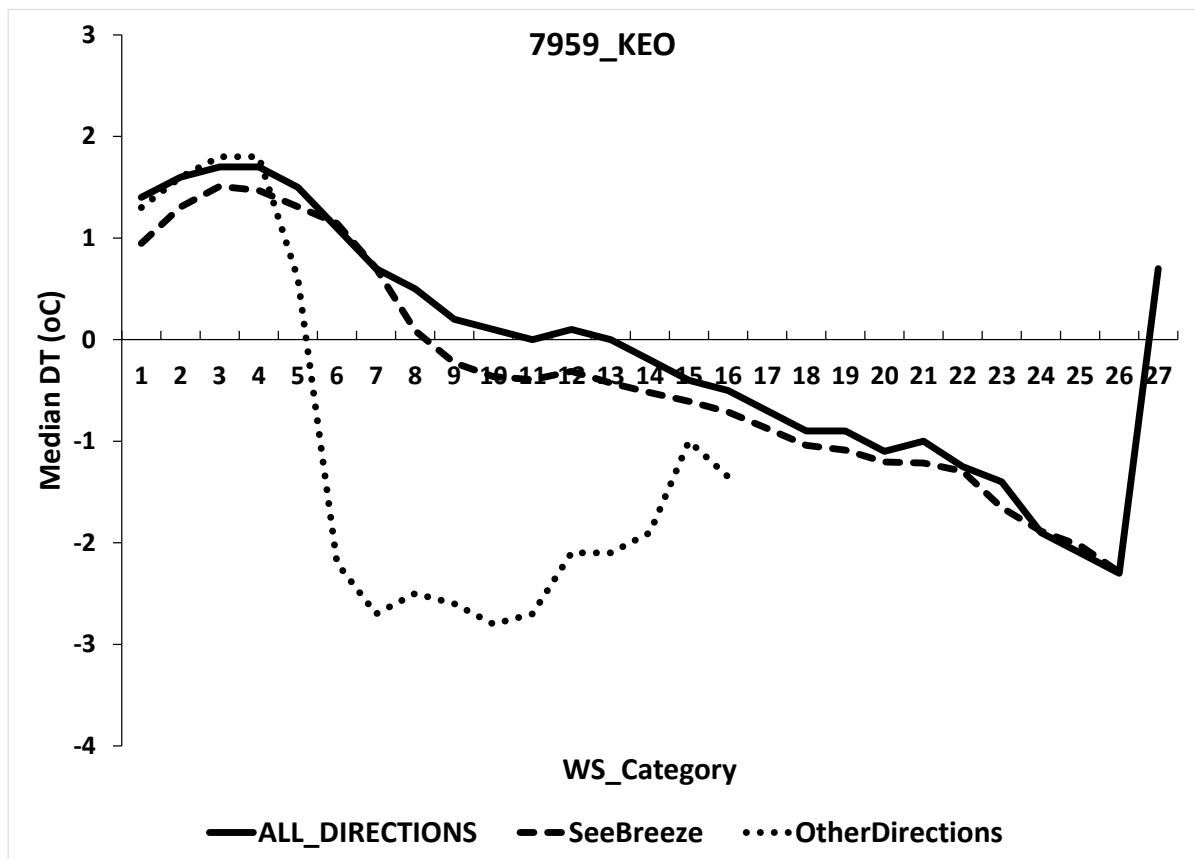
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | Element |
|----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| -0.448 ** | -0.597 ** | -0.419 ** | Wind Speed |
| 0.387 ** | 0.605 ** | 0.332 ** | Wind Direction |
| 0.313 ** | 0.584 ** | 0.123 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

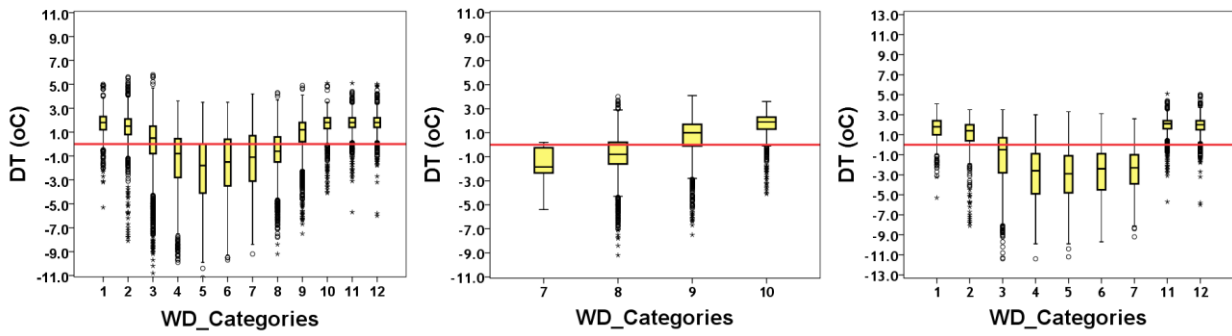
Πίνακας 13: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



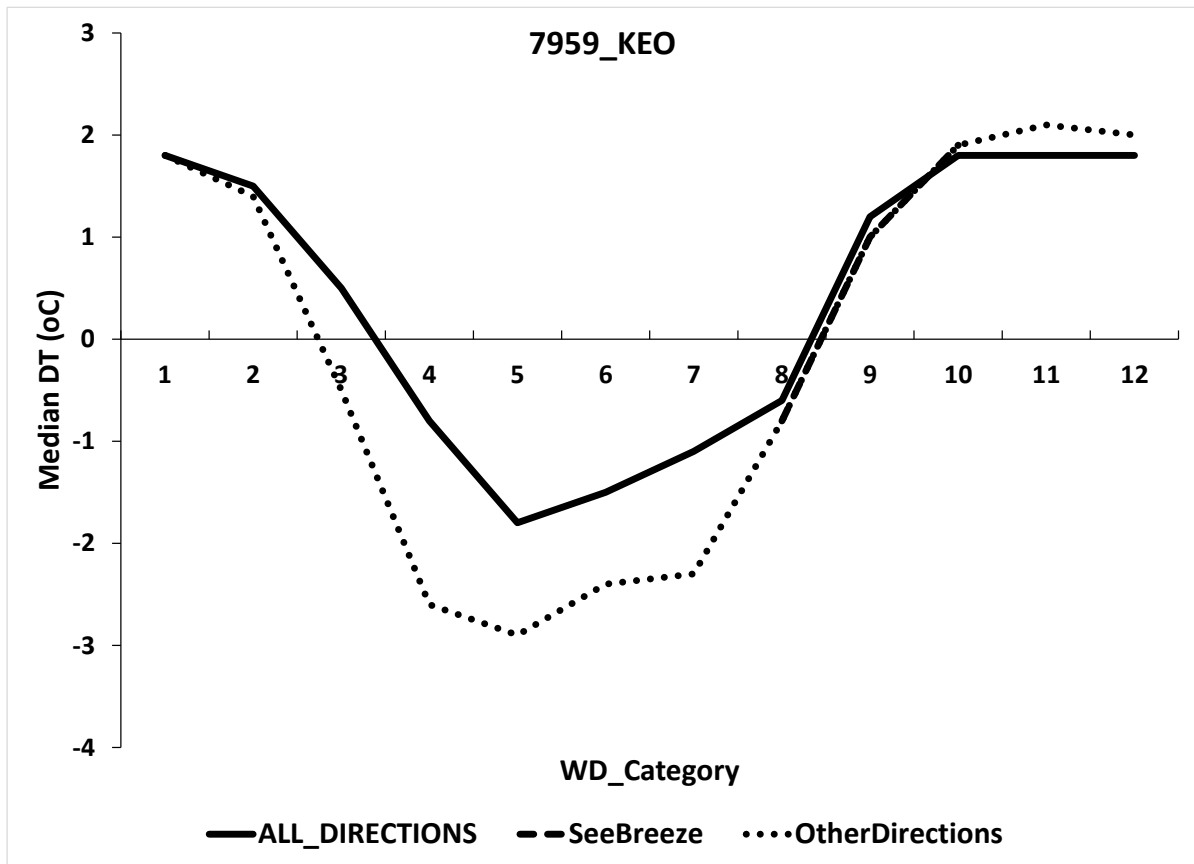
Σχήμα 49: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



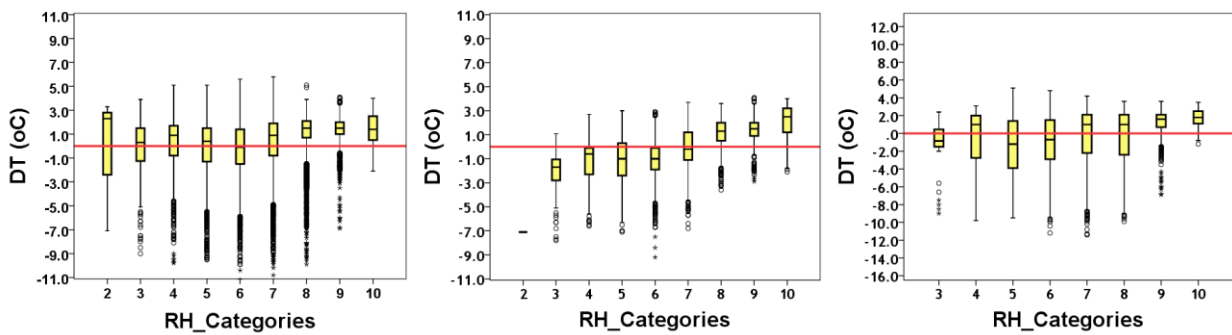
Σχήμα 50: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



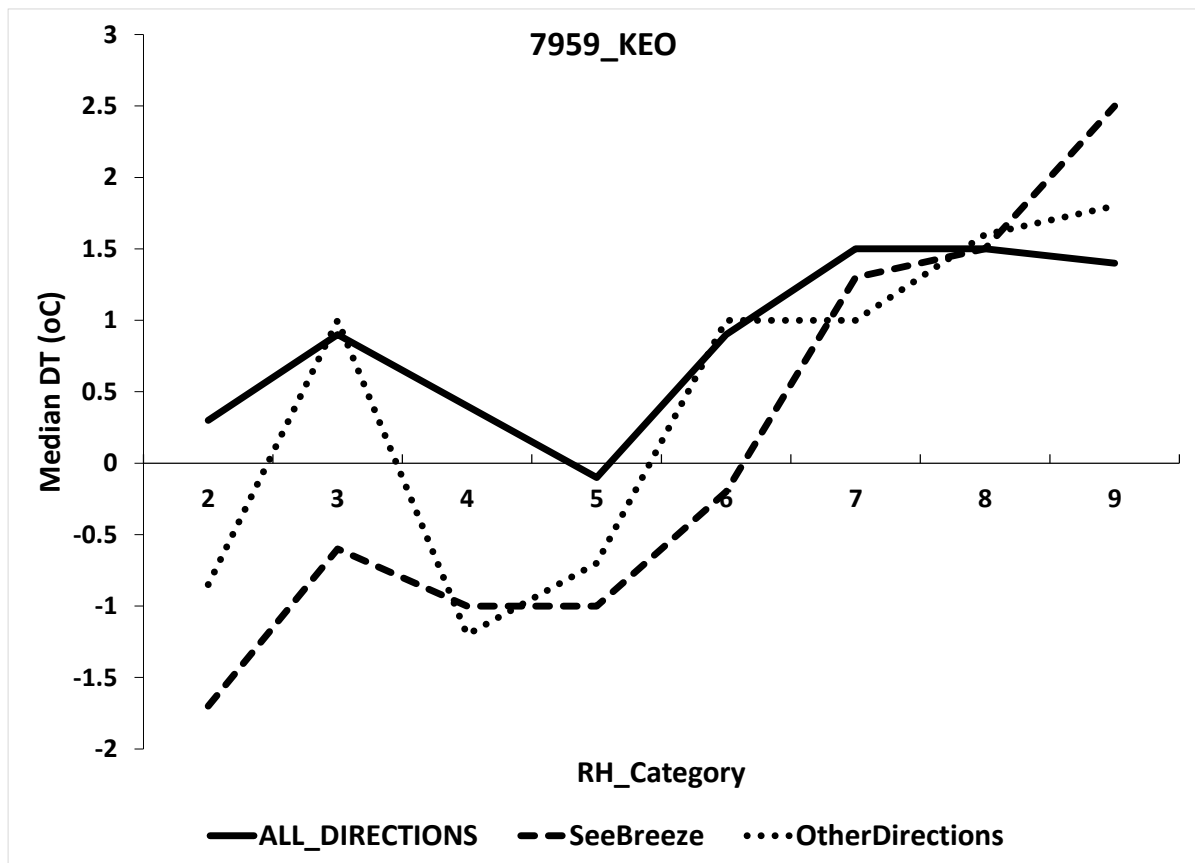
Σχήμα 51: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



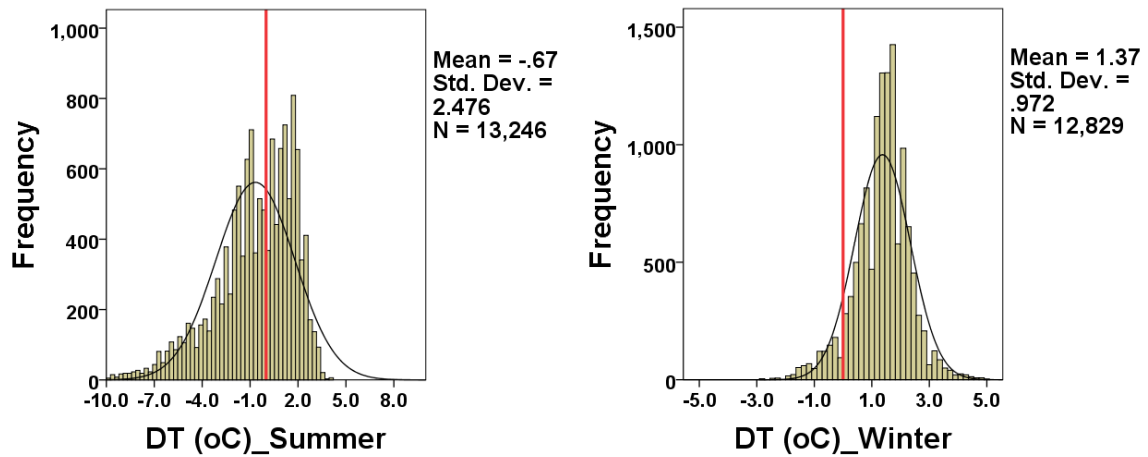
Σχήμα 52: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



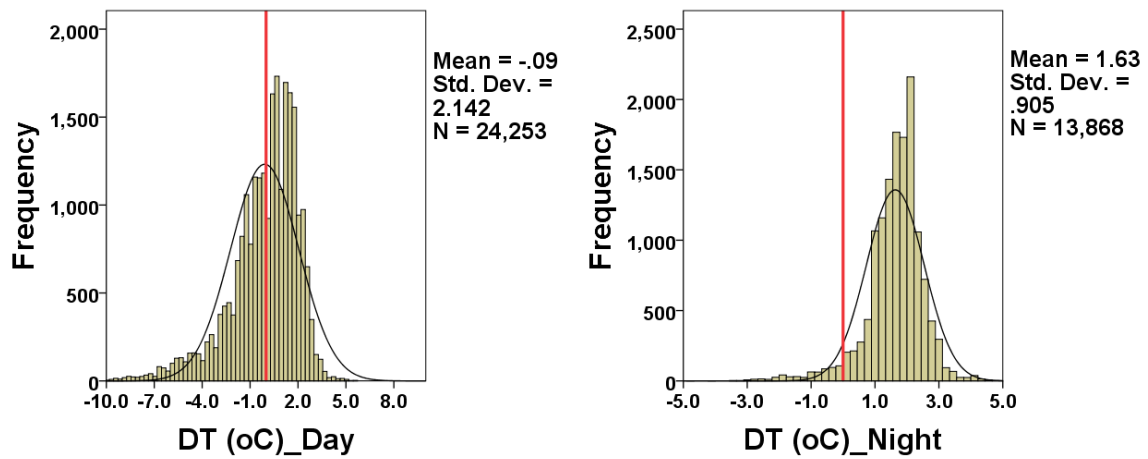
Σχήμα 53: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 54: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

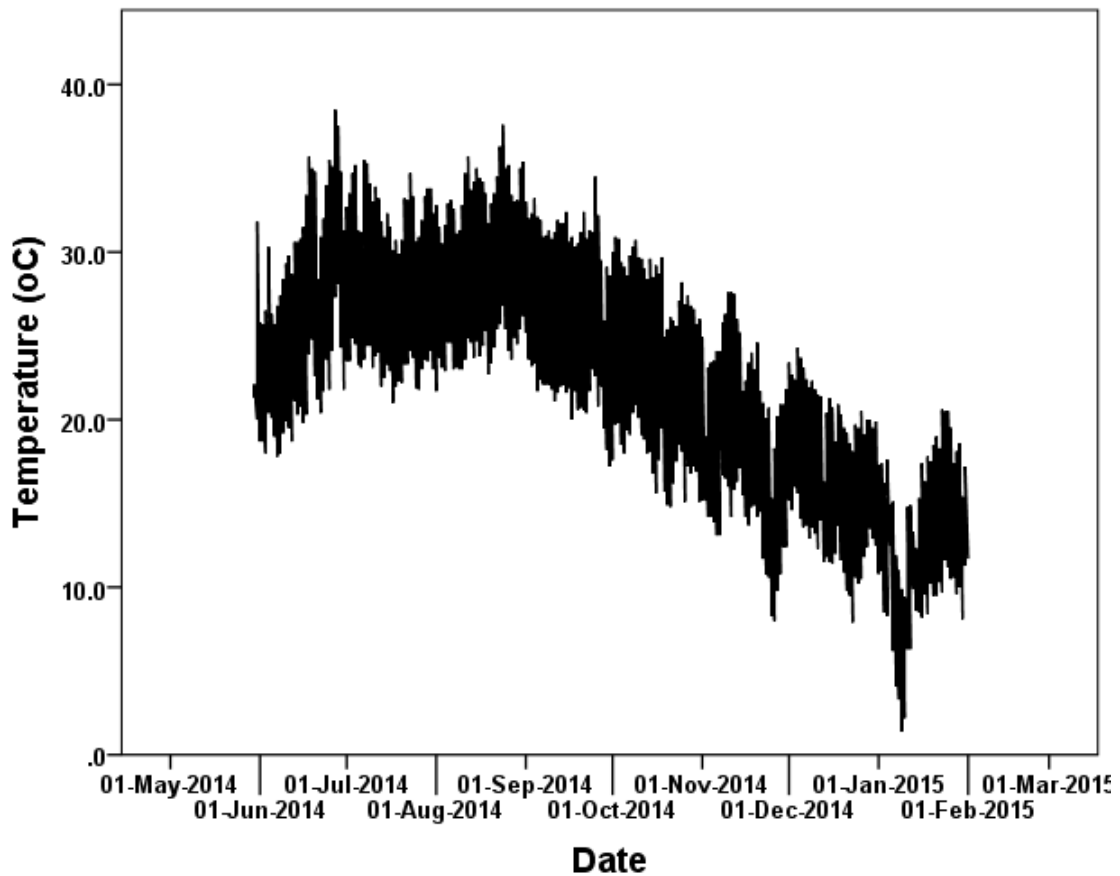


Σχήμα 55: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

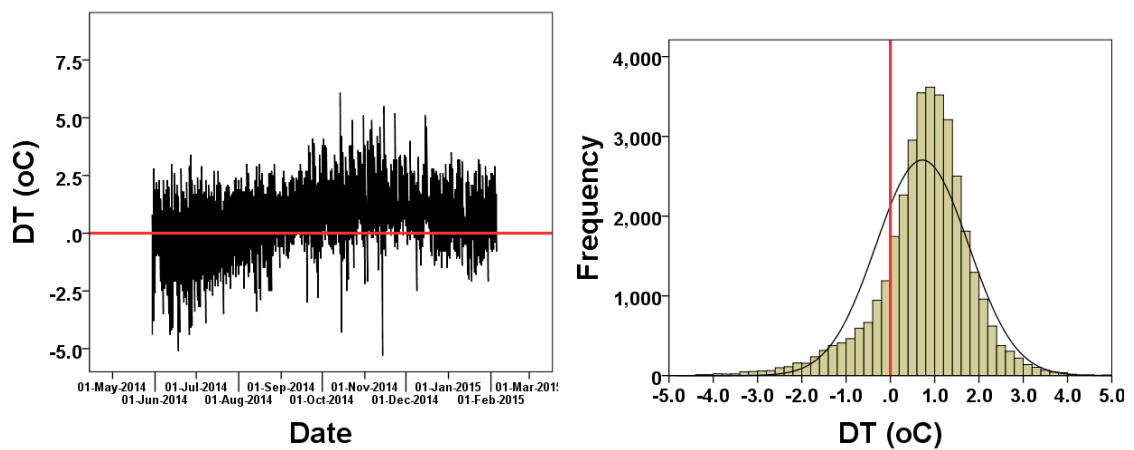


Σχήμα 56: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

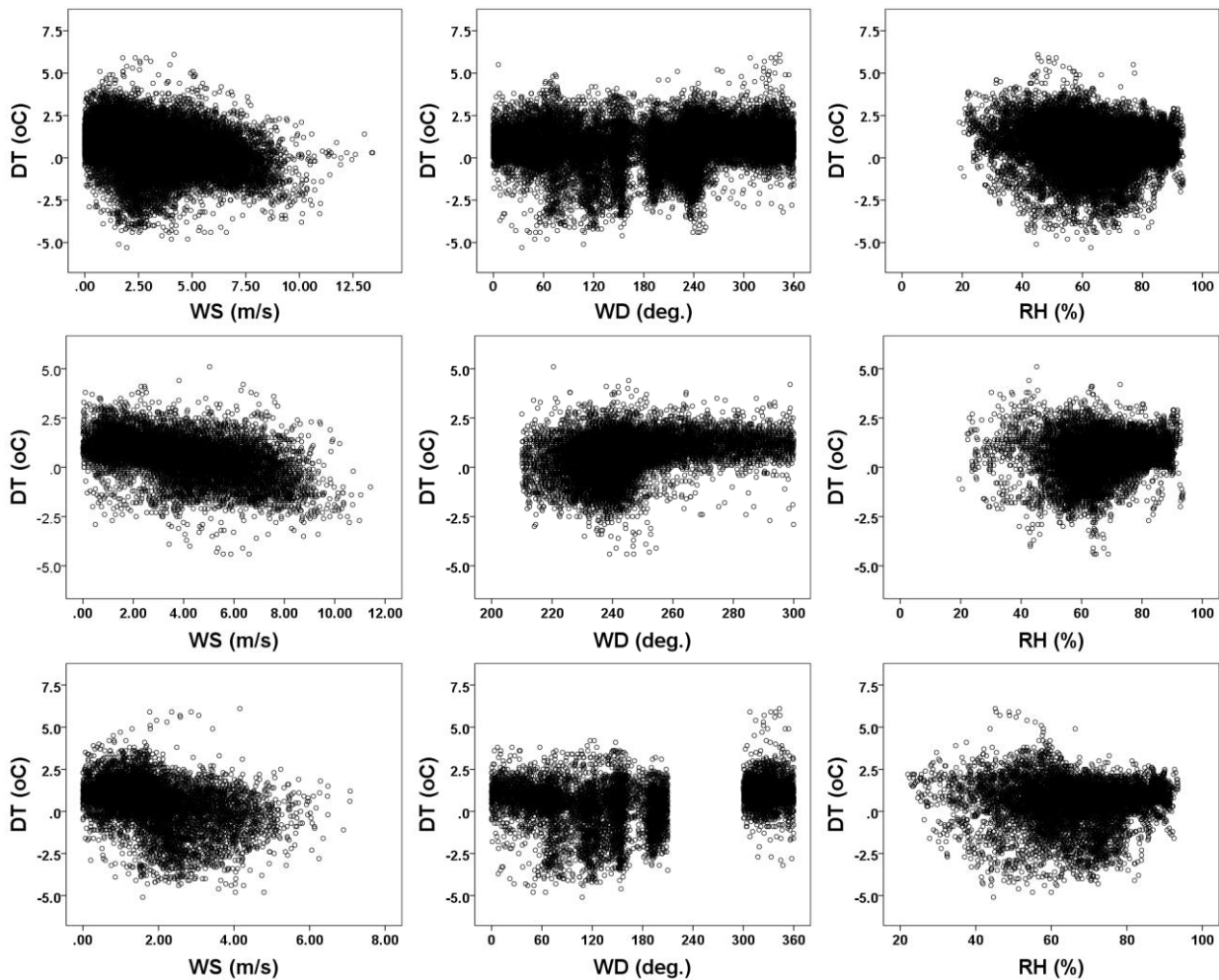
• 7943 – HOUSE MELIS



Σχήμα 57: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 58: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

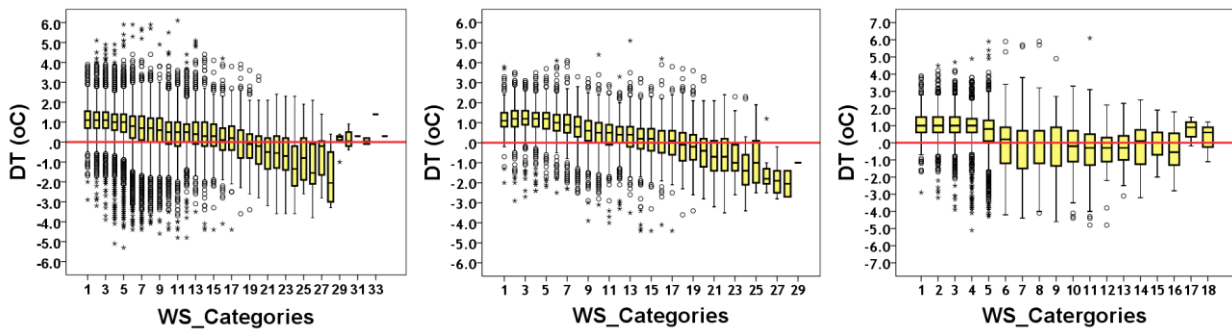


Σχήμα 59: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

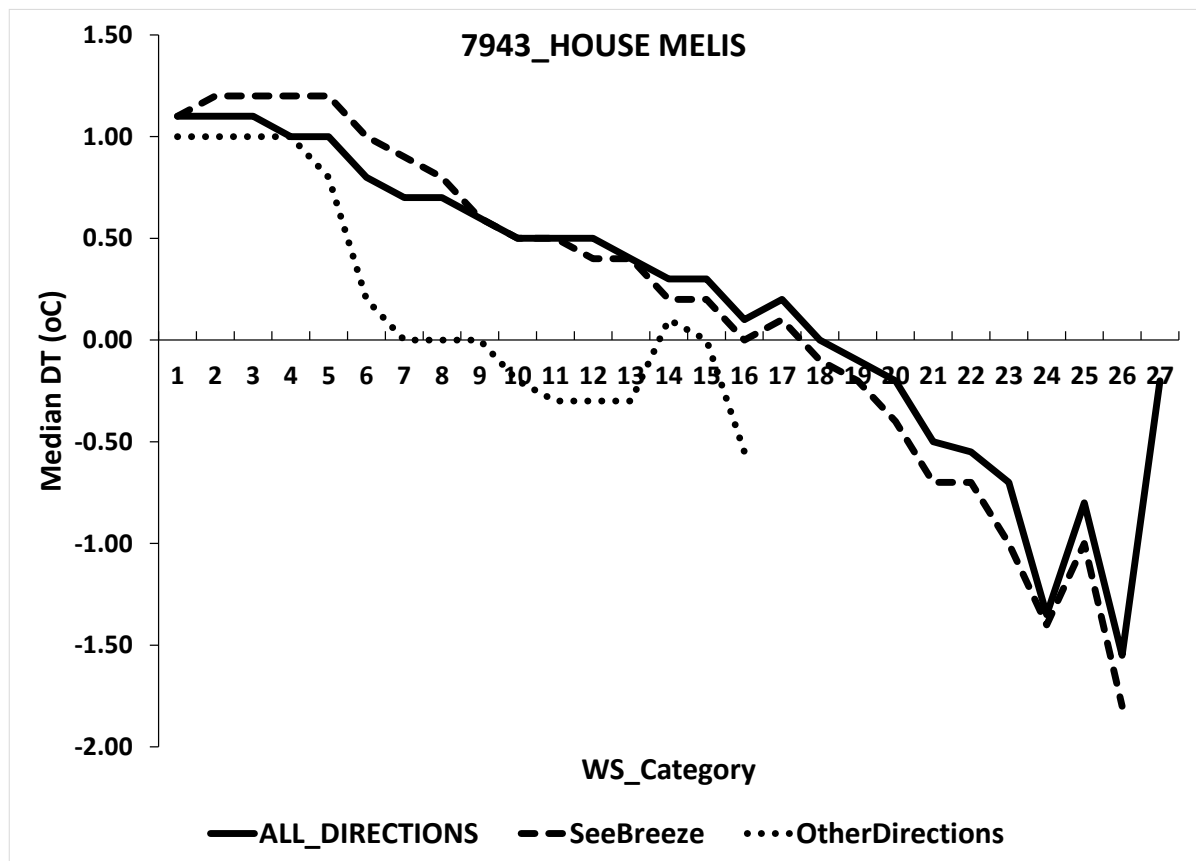
| Station number 7943 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.355 ** | -0.530 ** | -0.408 ** | Wind Speed |
| 0.210 ** | 0.369 ** | 0.209 ** | Wind Direction |
| -0.006 | 0.209 ** | 0.006 | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

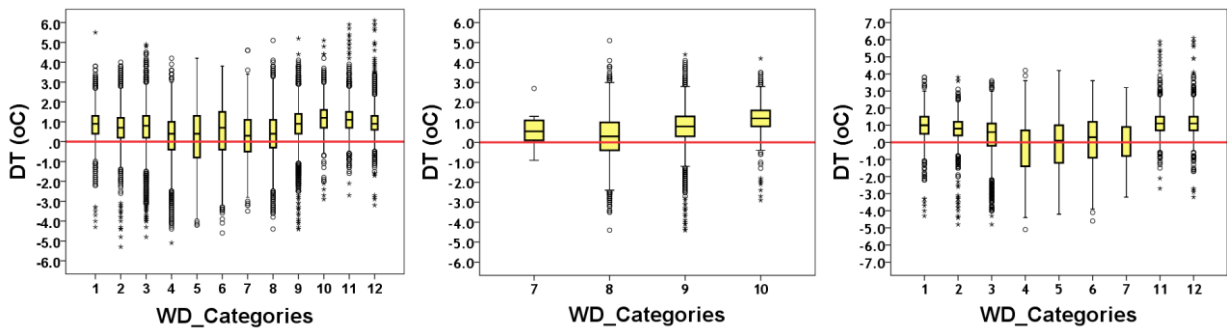
Πίνακας 14: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



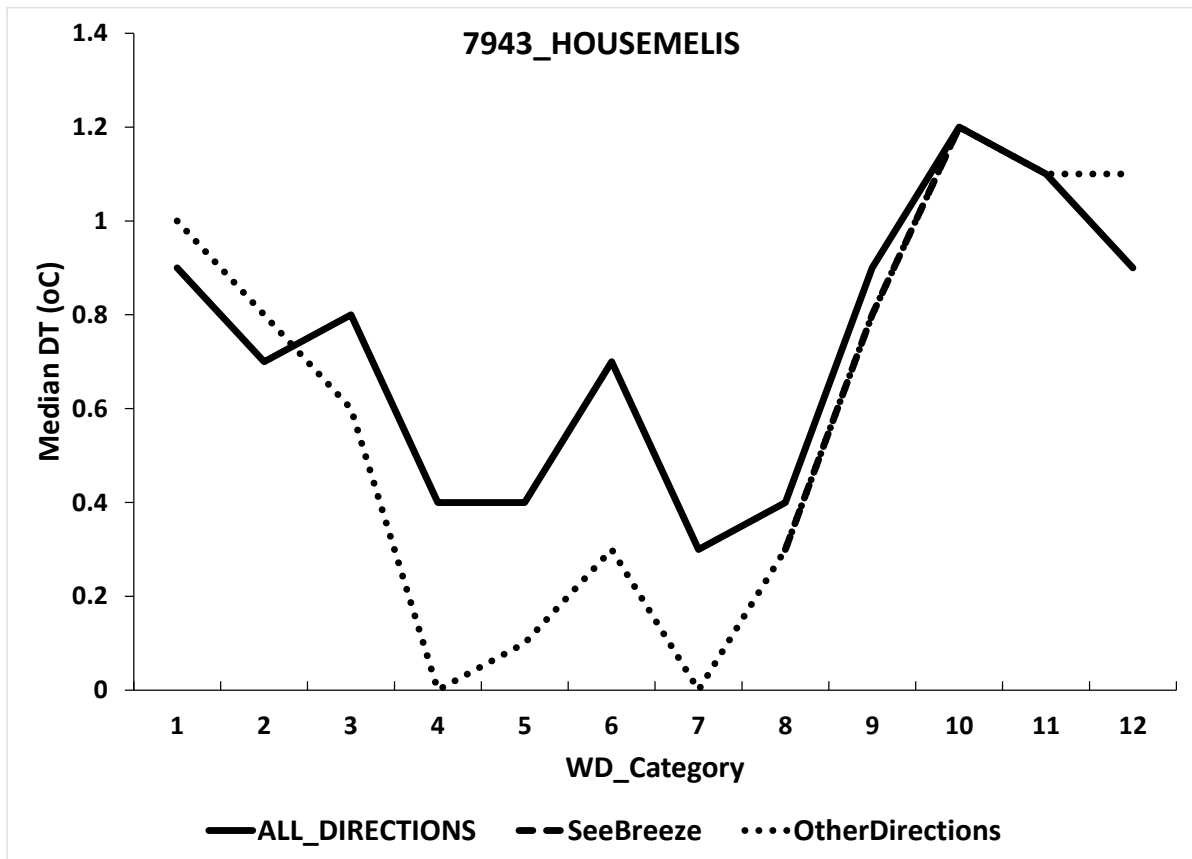
Σχήμα 60: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



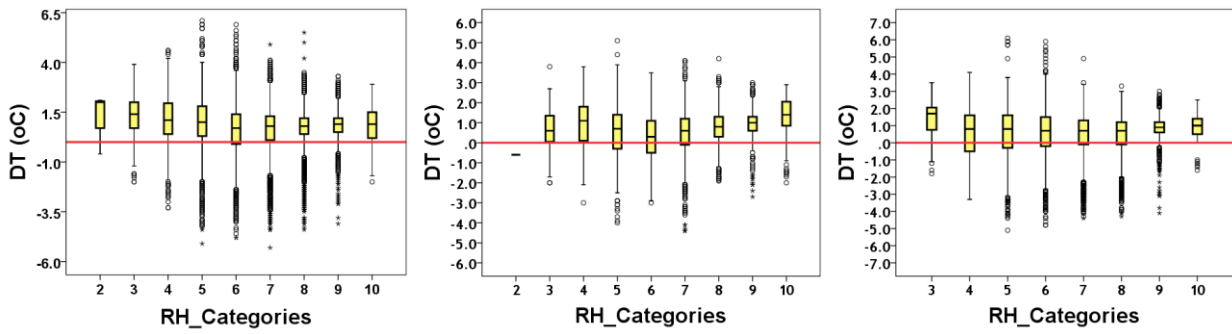
Σχήμα 61: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



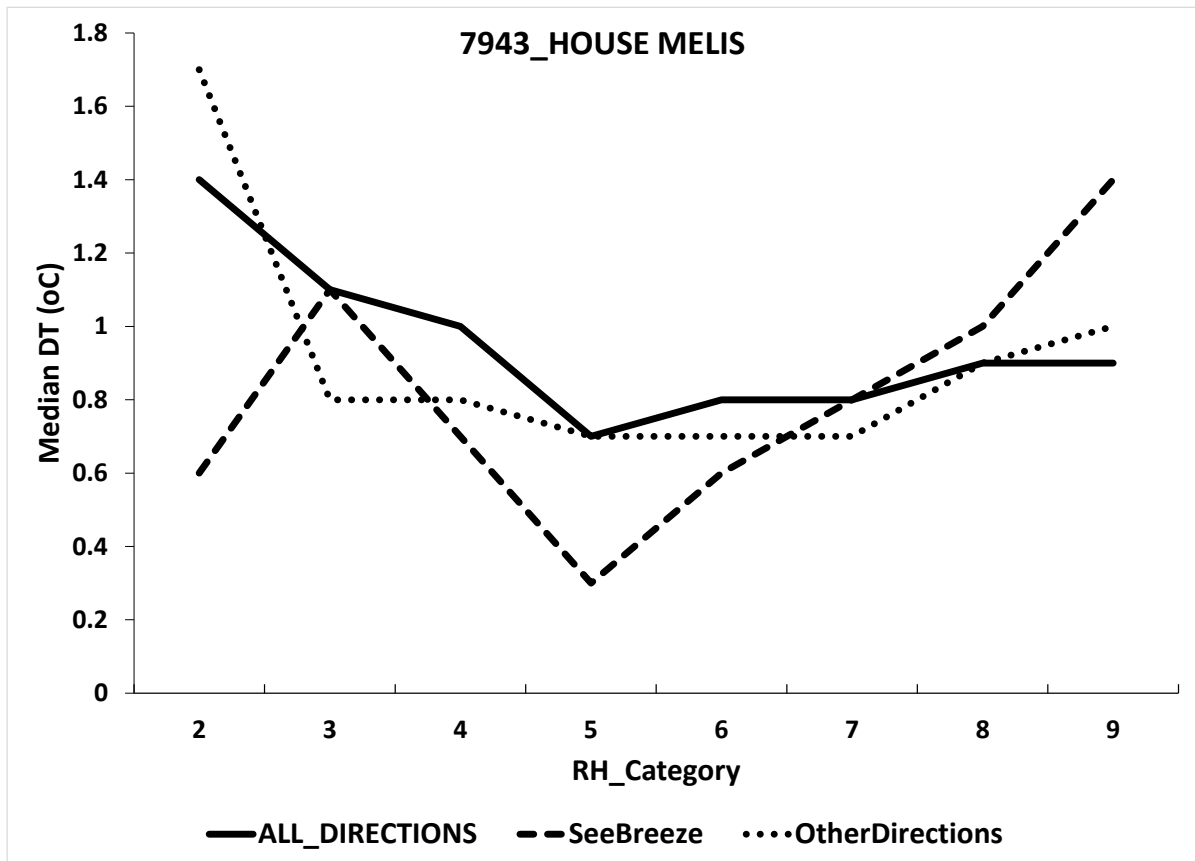
Σχήμα 62: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



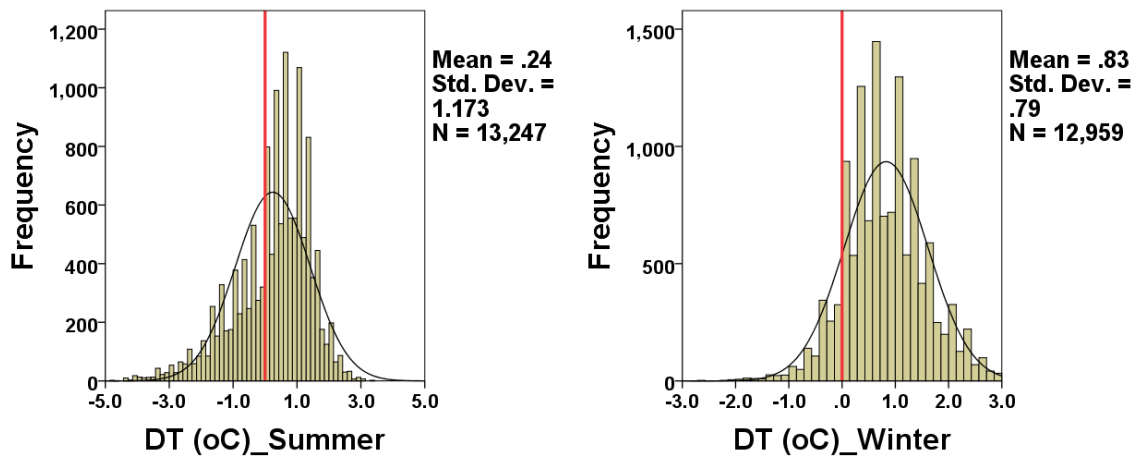
Σχήμα 63: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



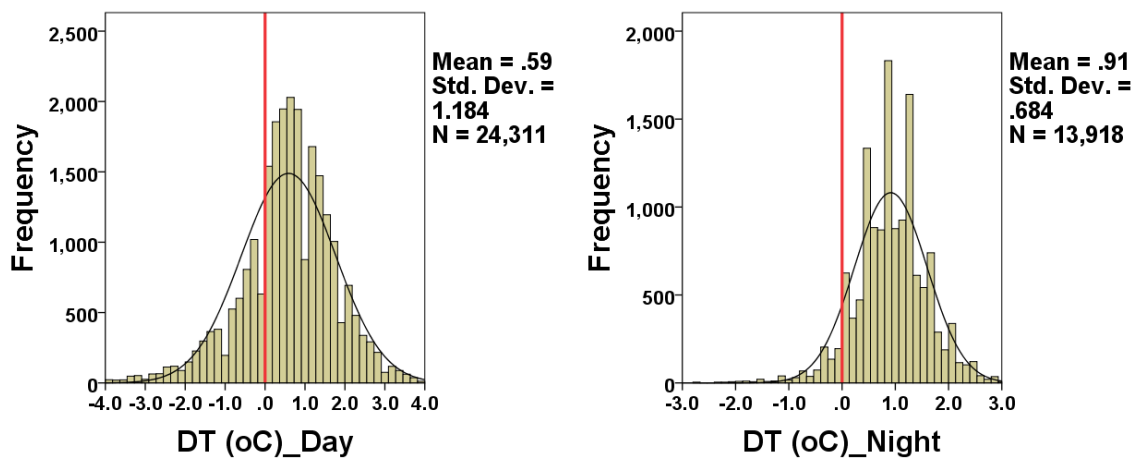
Σχήμα 64: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 65: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

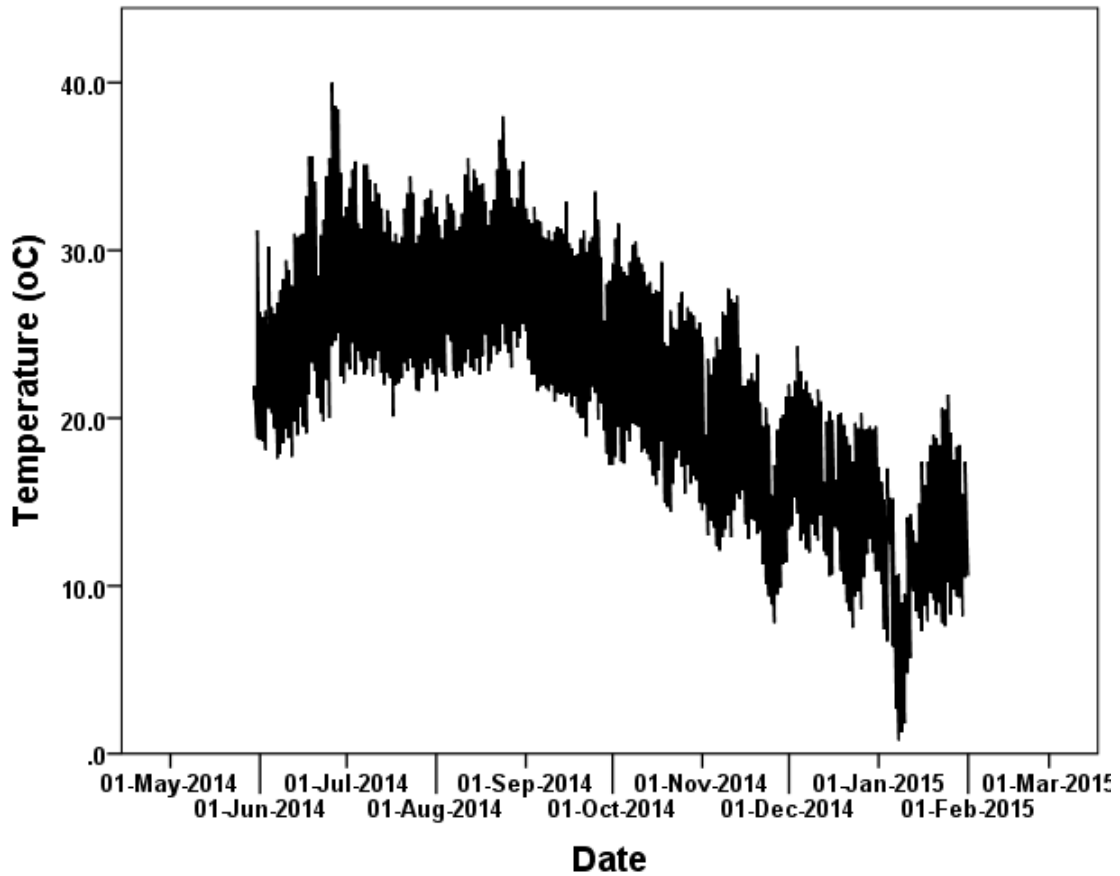


Σχήμα 66: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

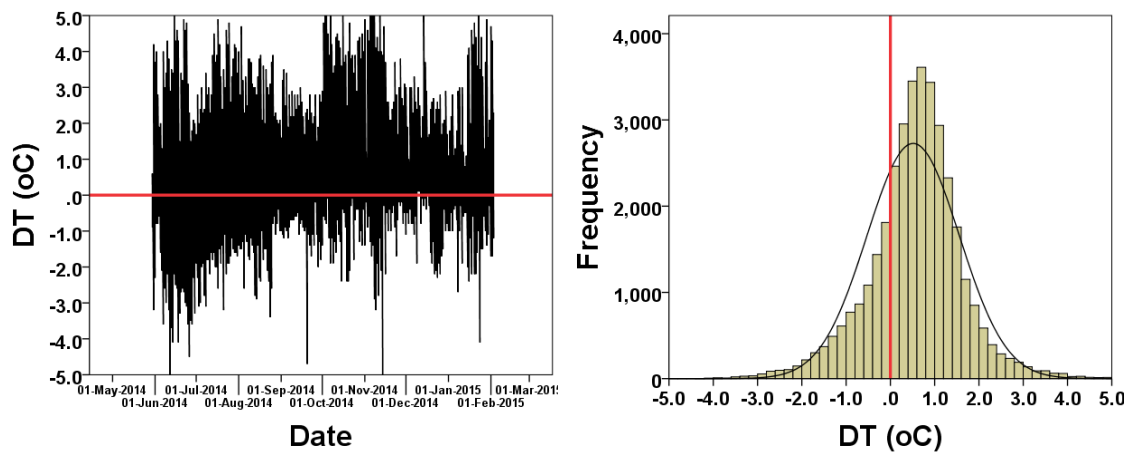


Σχήμα 67: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

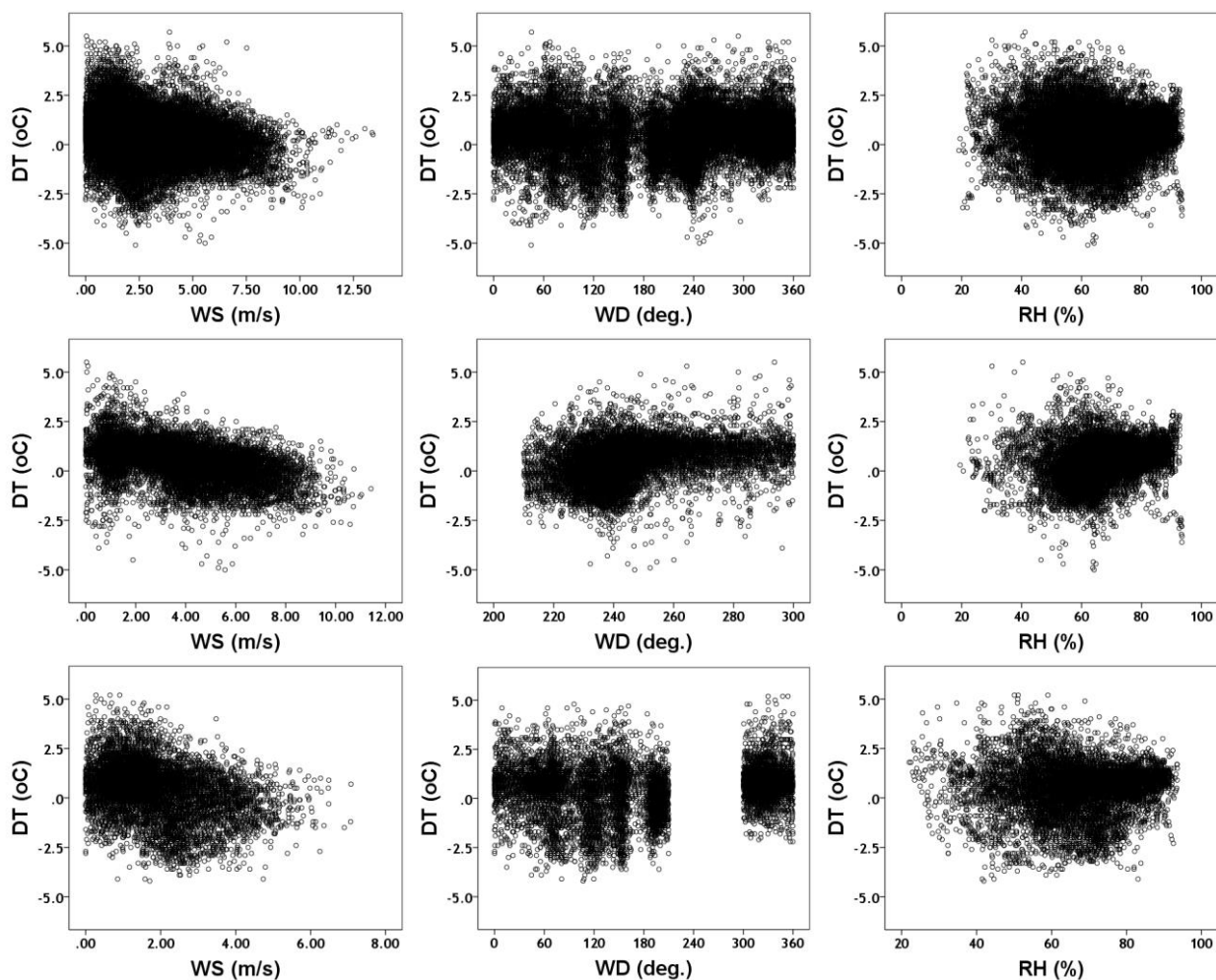
• **7958 - HOUSE**



Σχήμα 68: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 69: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)



Σχήμα 70: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

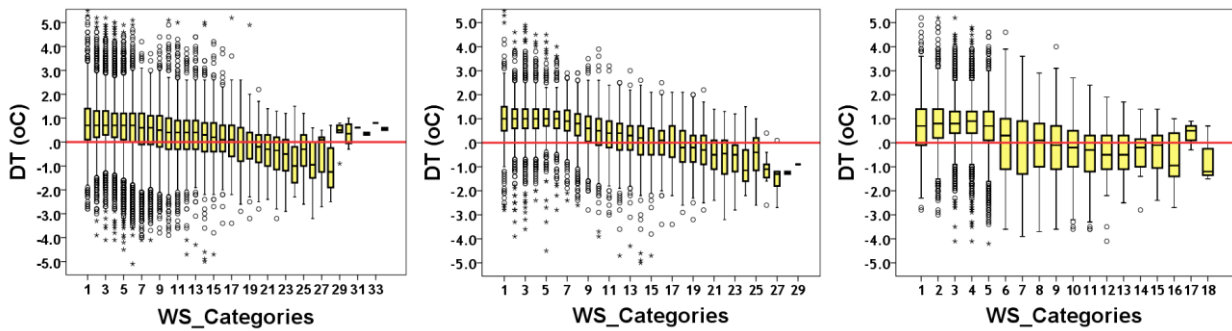
Station number 7958

| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | Element |
|----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| -0.233 ** | -0.486 ** | -0.316 ** | Wind Speed |
| 0.071 ** | 0.366 ** | 0.083 ** | Wind Direction |
| 0.059 ** | 0.318 ** | 0.022 * | Relative Humidity |

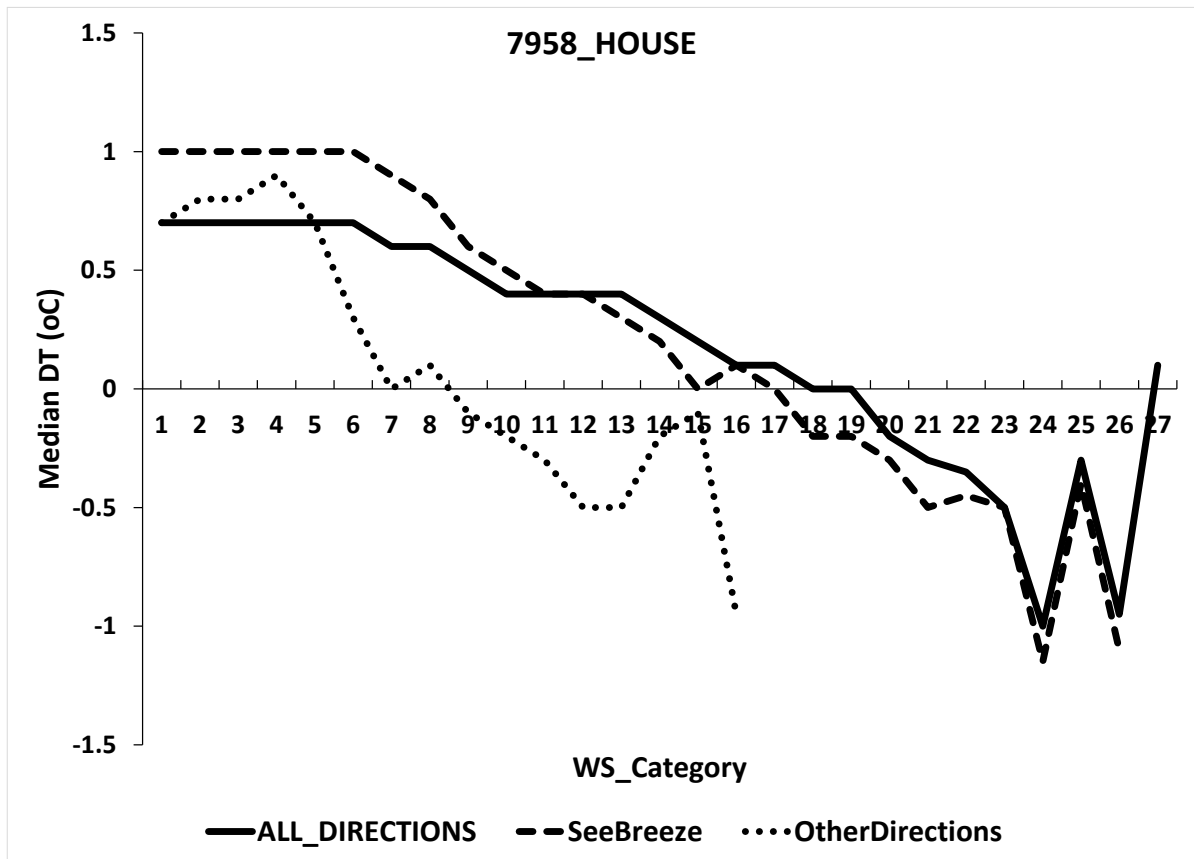
** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

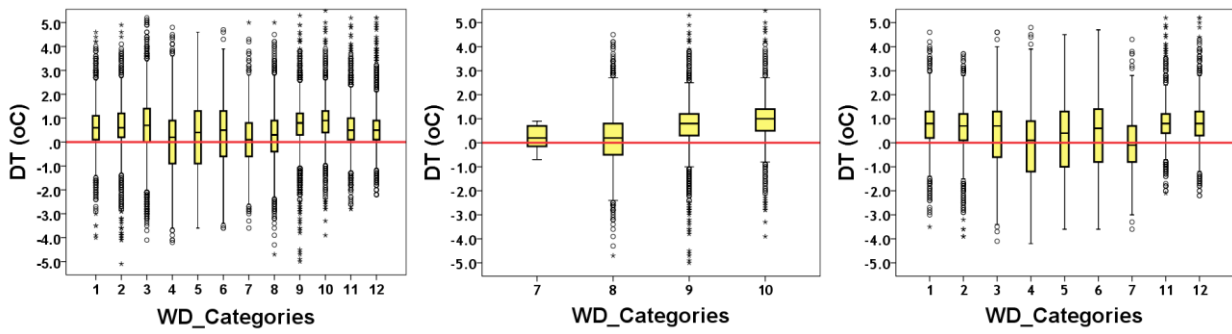
Πίνακας 15: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



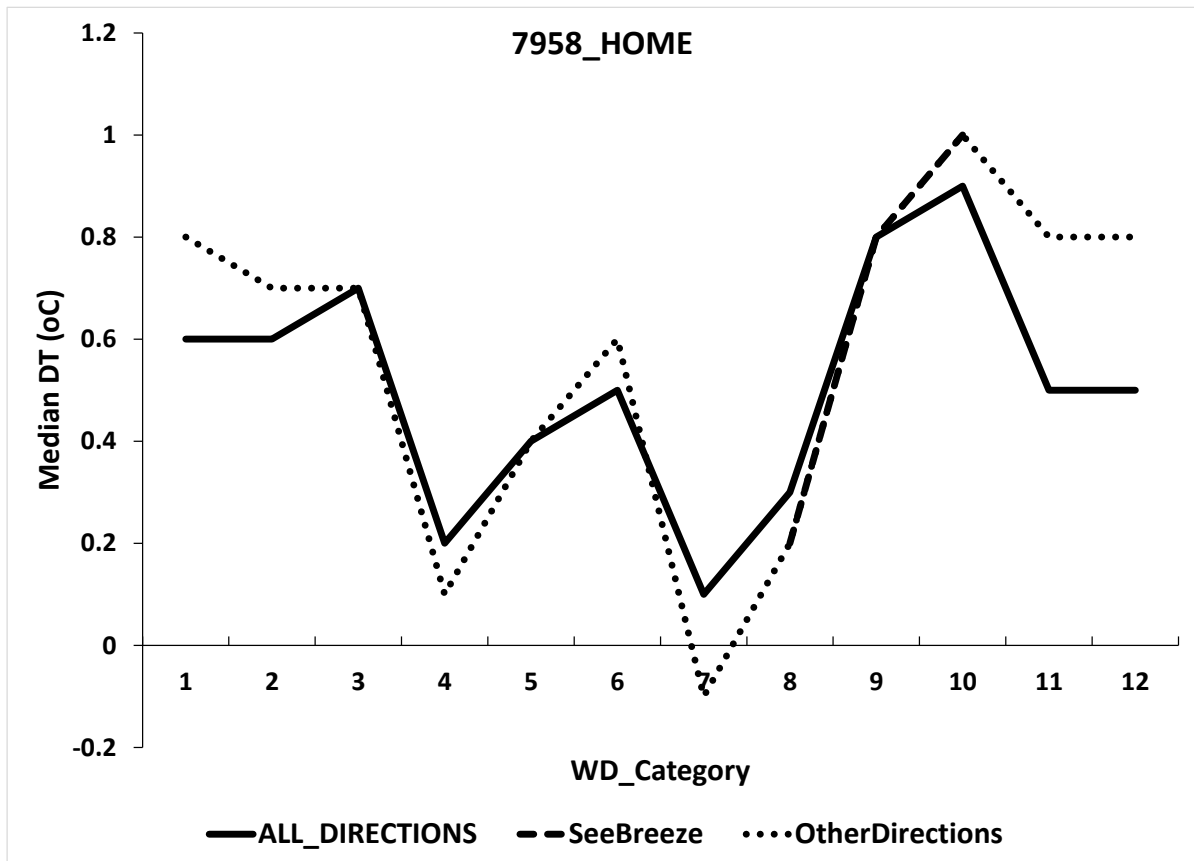
Σχήμα 71: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



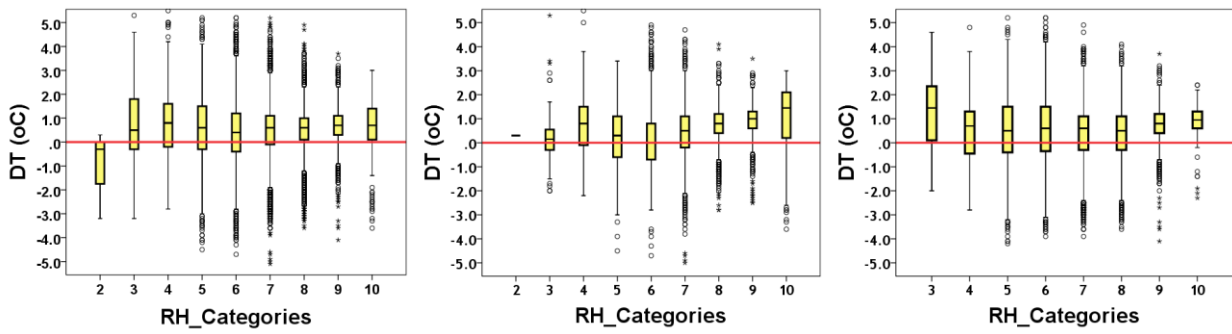
Σχήμα 72: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



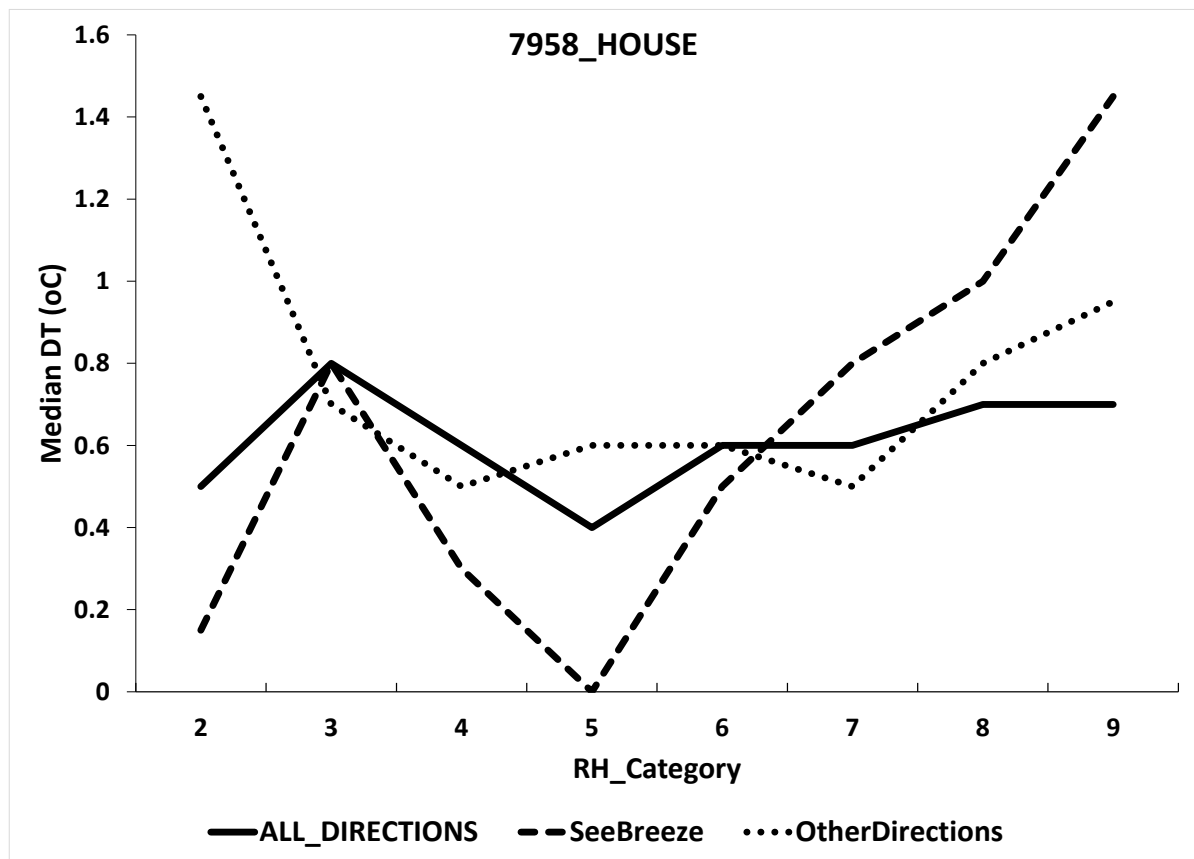
Σχήμα 73: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



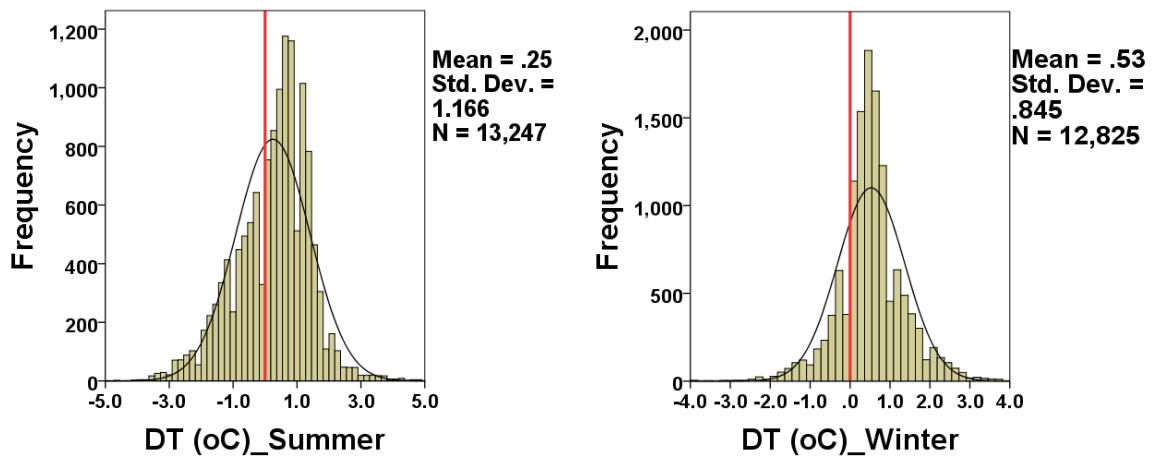
Σχήμα 74: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



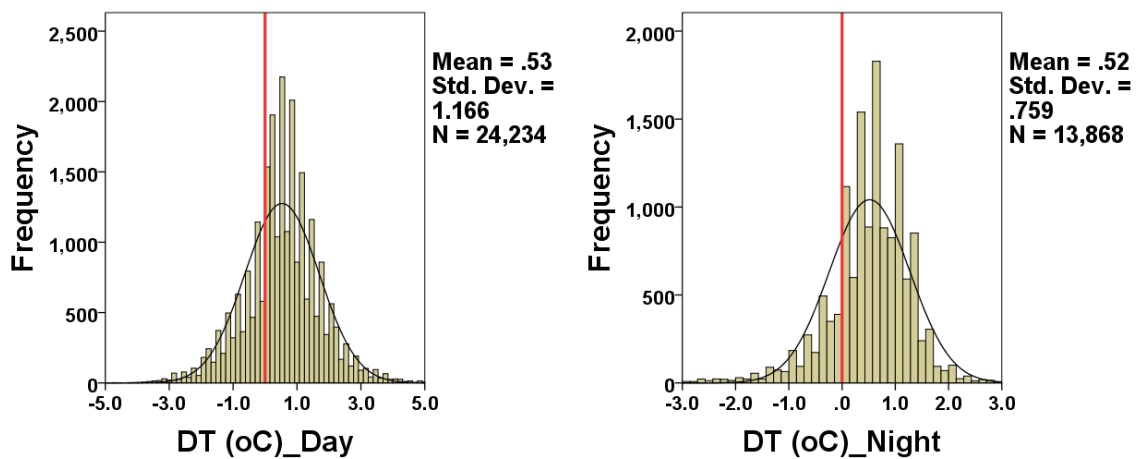
Σχήμα 75: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 76: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

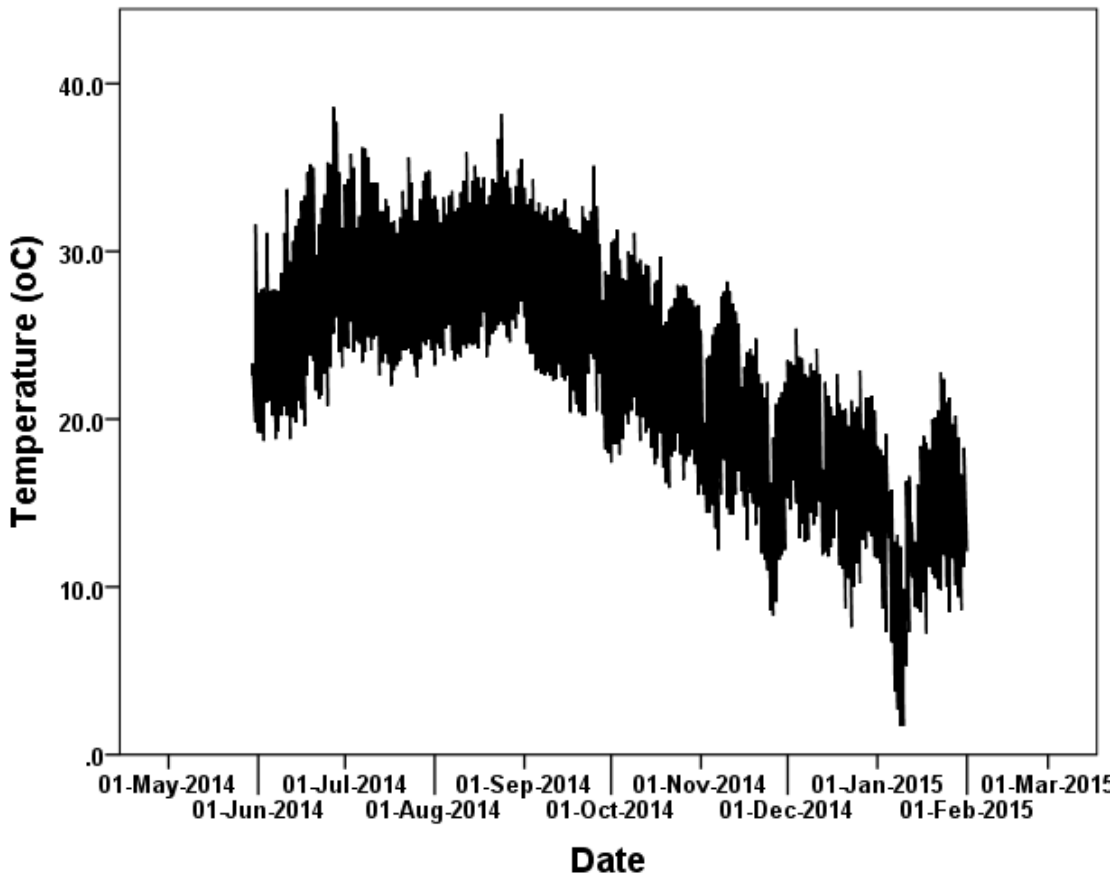


Σχήμα 77: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

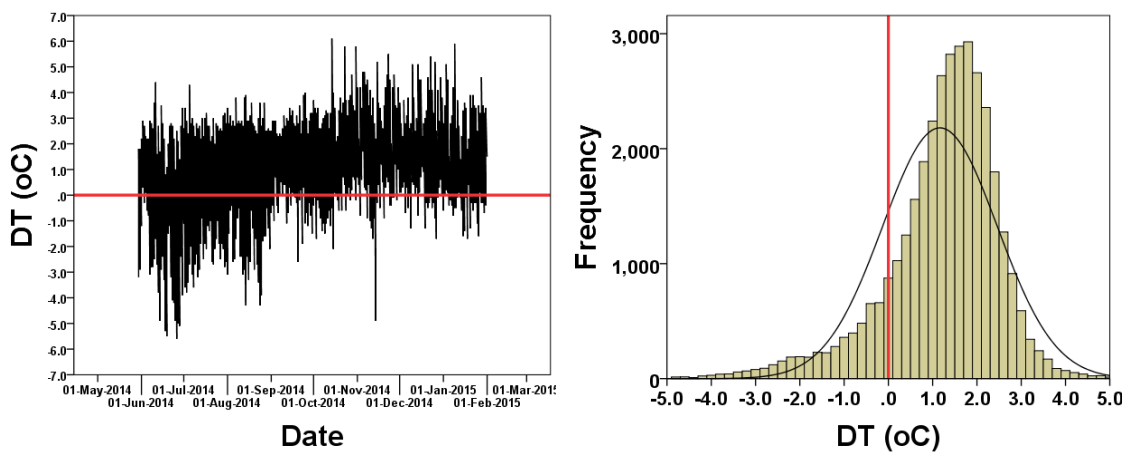


Σχήμα 78: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

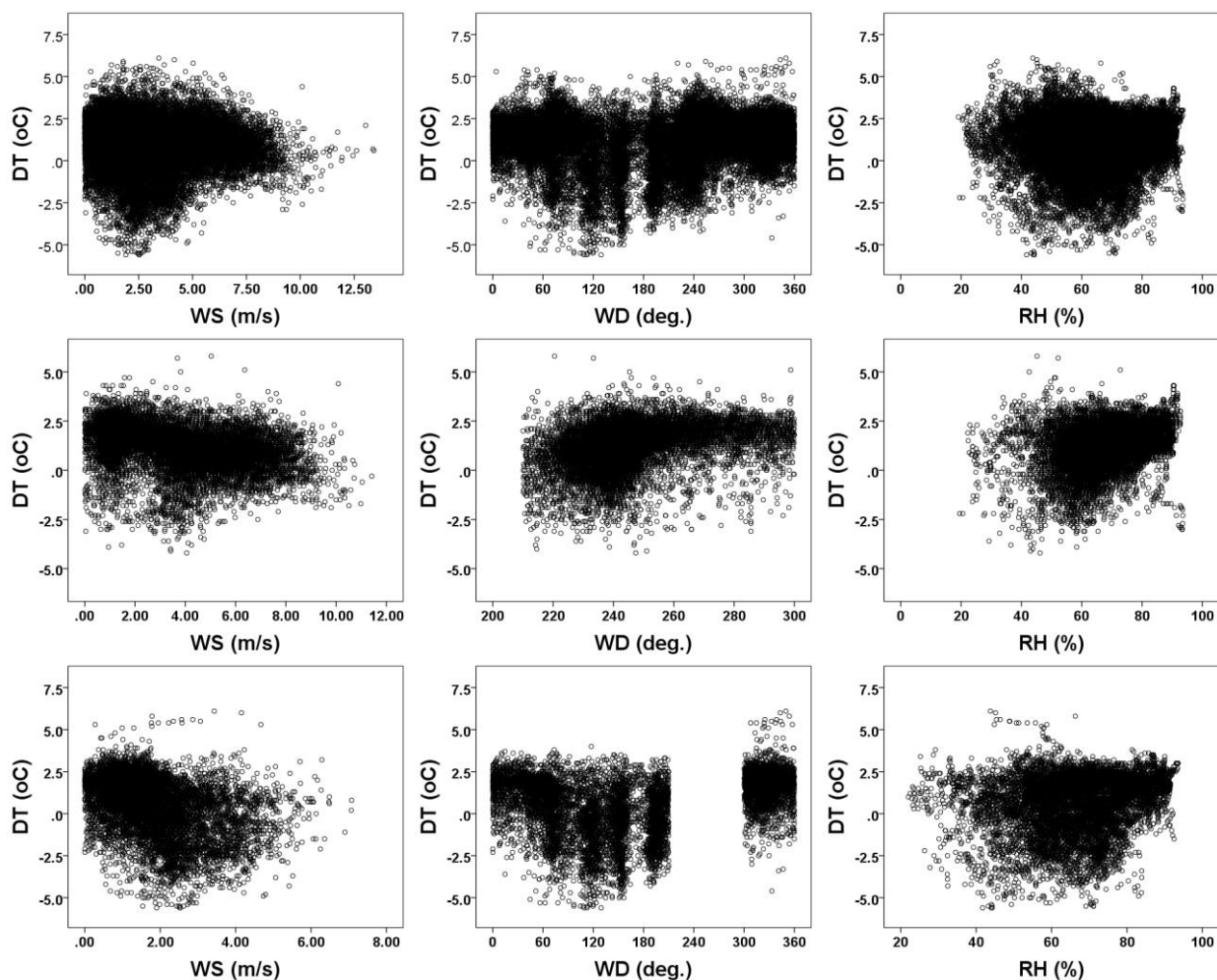
• 7942 – ΚΕΡΑ



Σχήμα 79: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 80: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

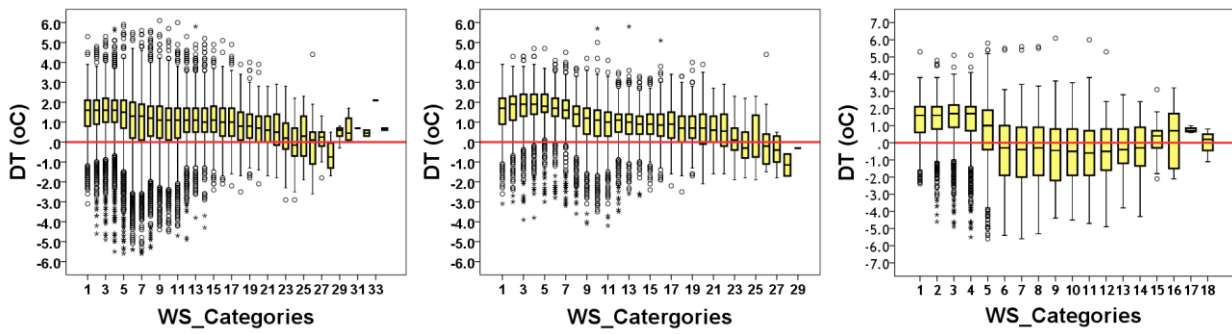


Σχήμα 81: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

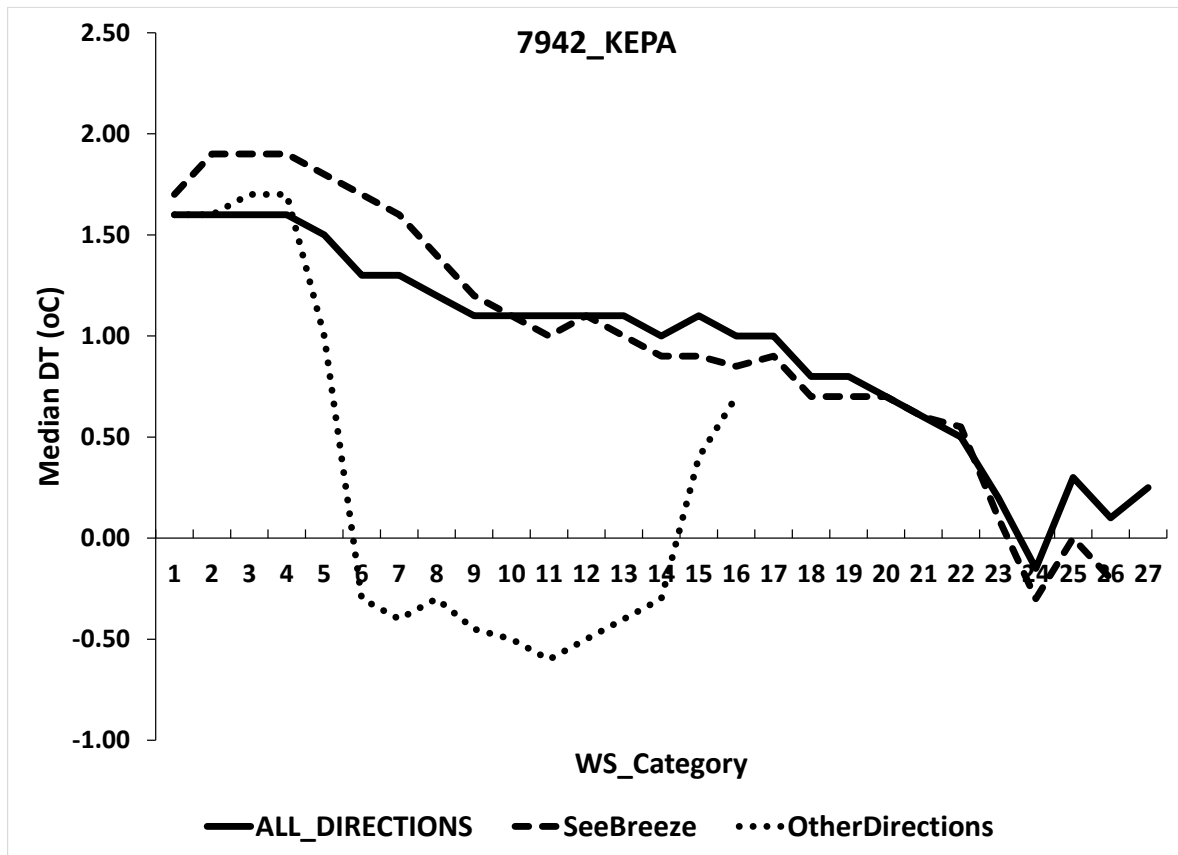
| Station number 7942 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.220 ** | -0.414 ** | -0.440 ** | Wind Speed |
| 0.203 ** | 0.384 ** | 0.280 ** | Wind Direction |
| 0.083 ** | 0.350 ** | 0.217 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

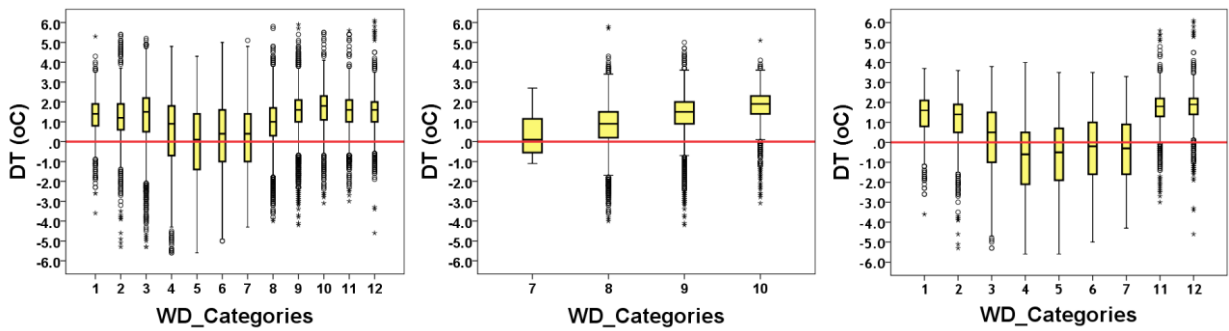
Πίνακας 16: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



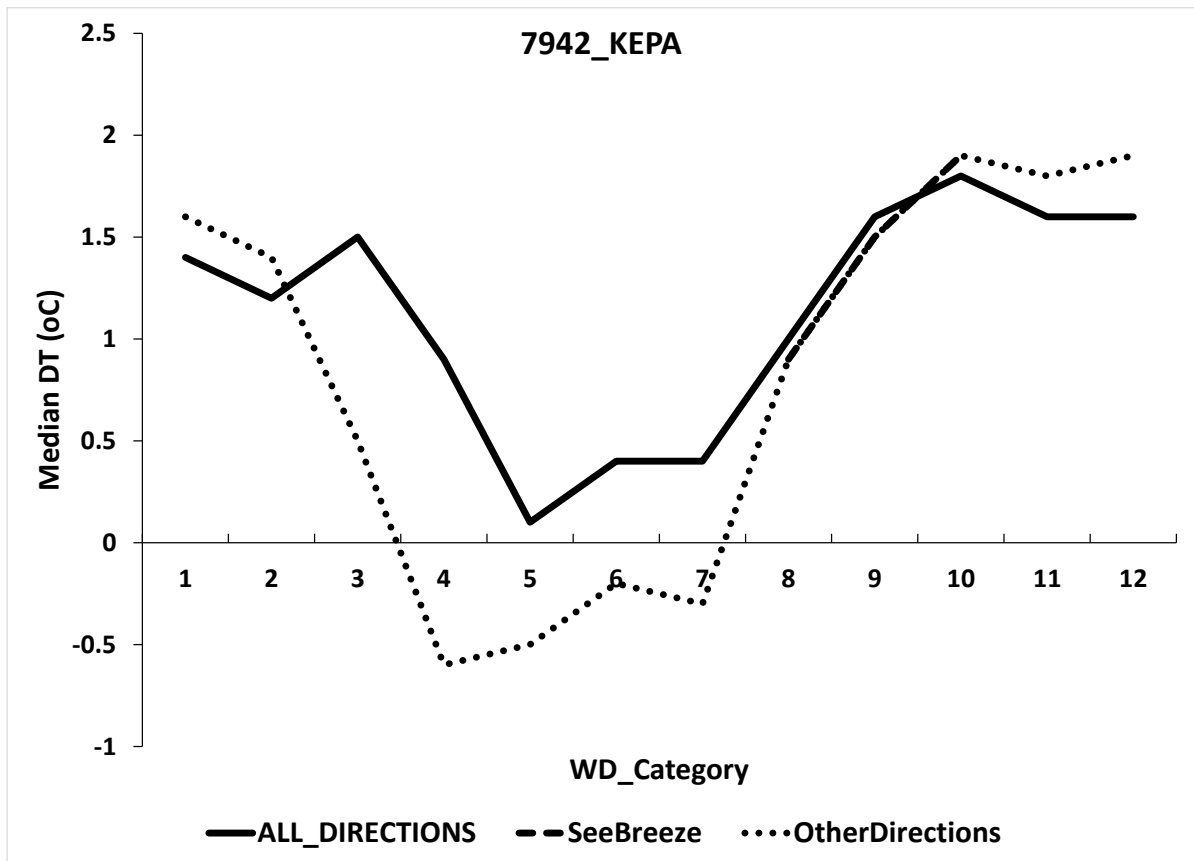
Σχήμα 82: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



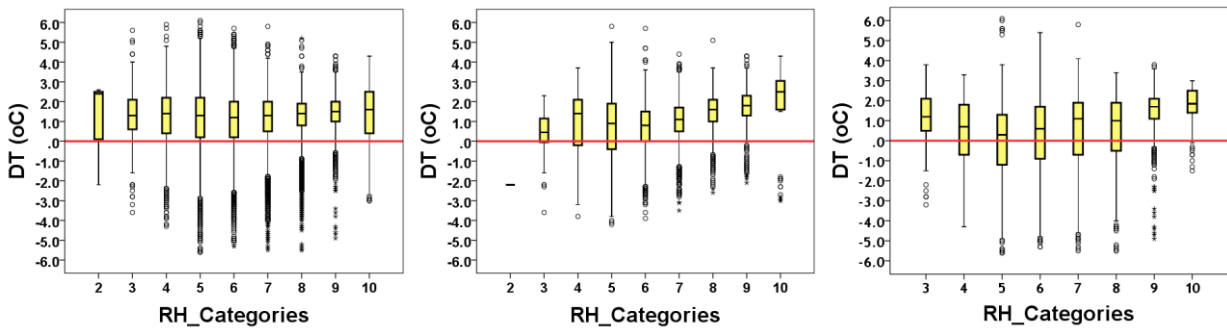
Σχήμα 83: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



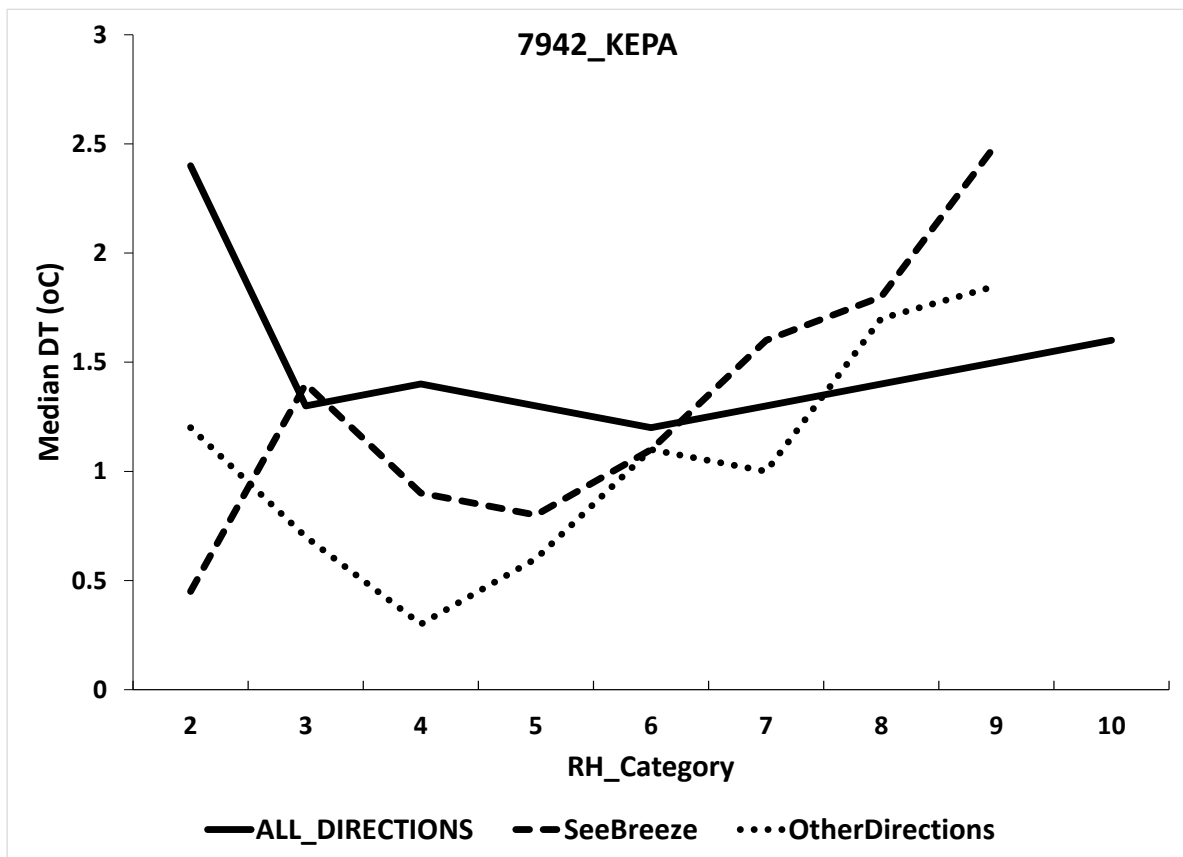
Σχήμα 84: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



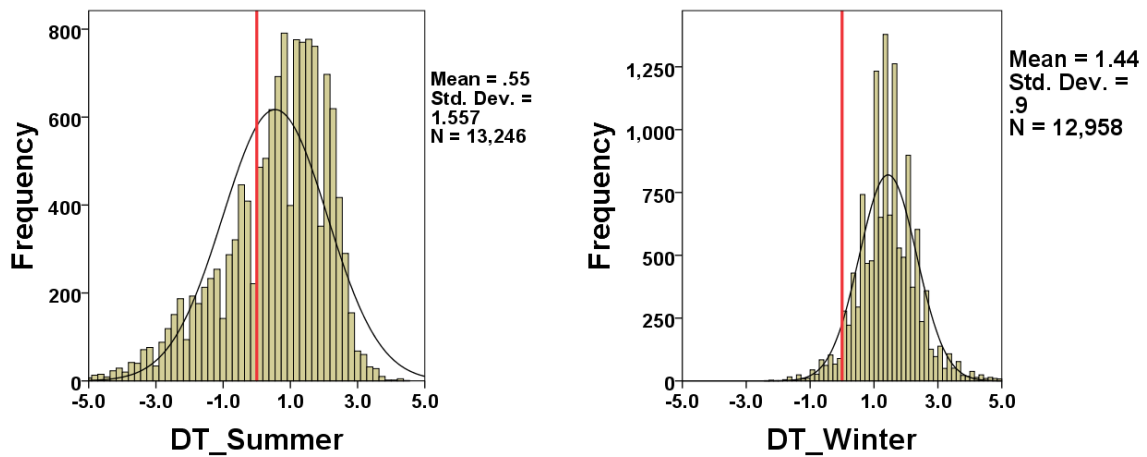
Σχήμα 85: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



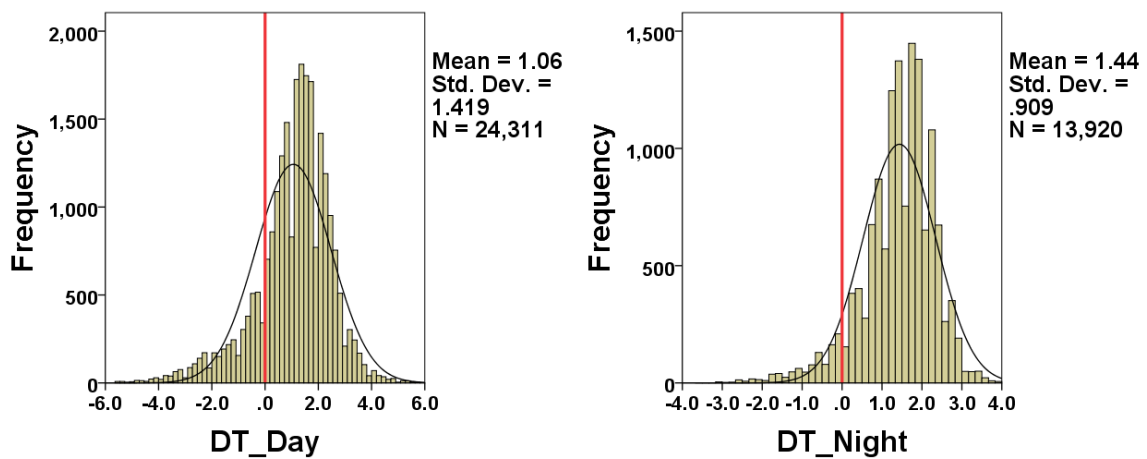
Σχήμα 86: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 87: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

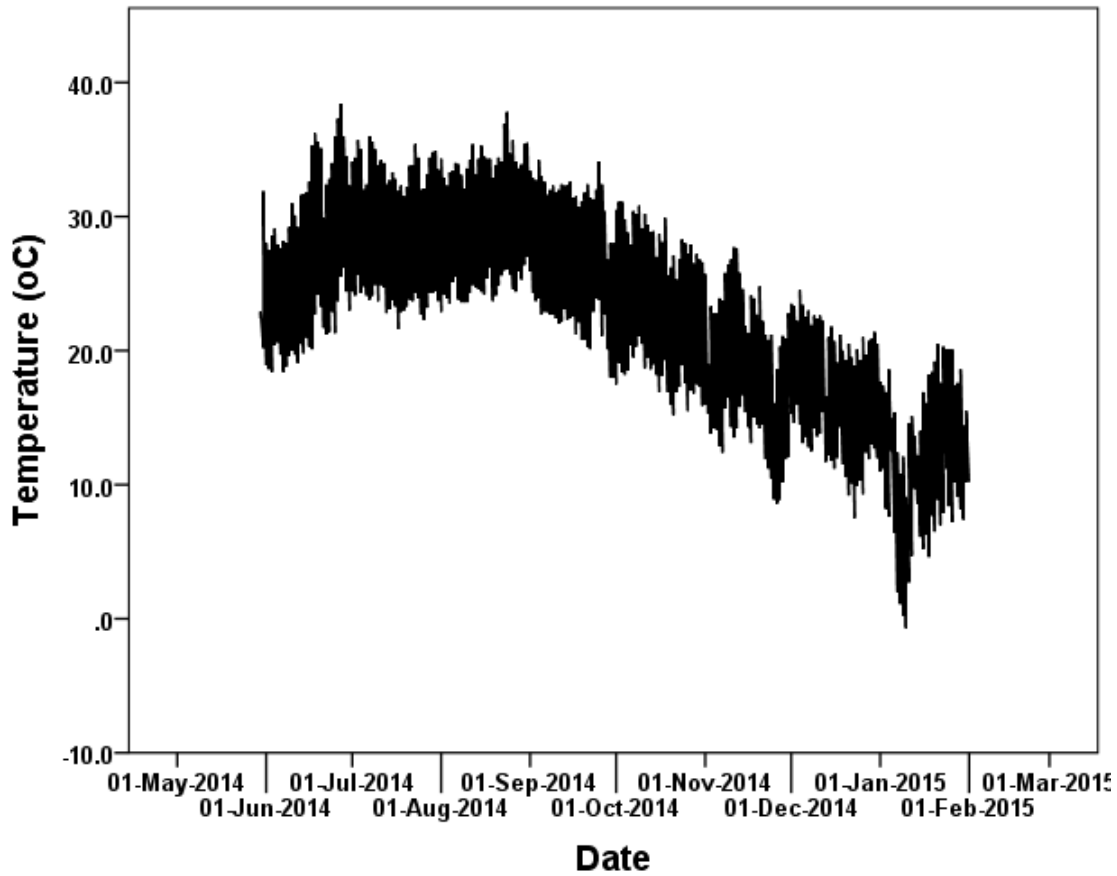


Σχήμα 88: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

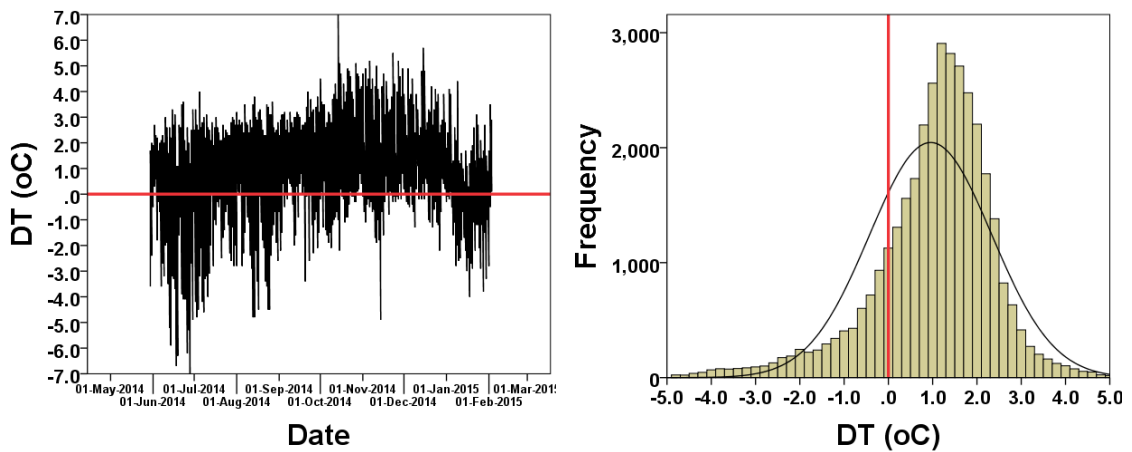


Σχήμα 89: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

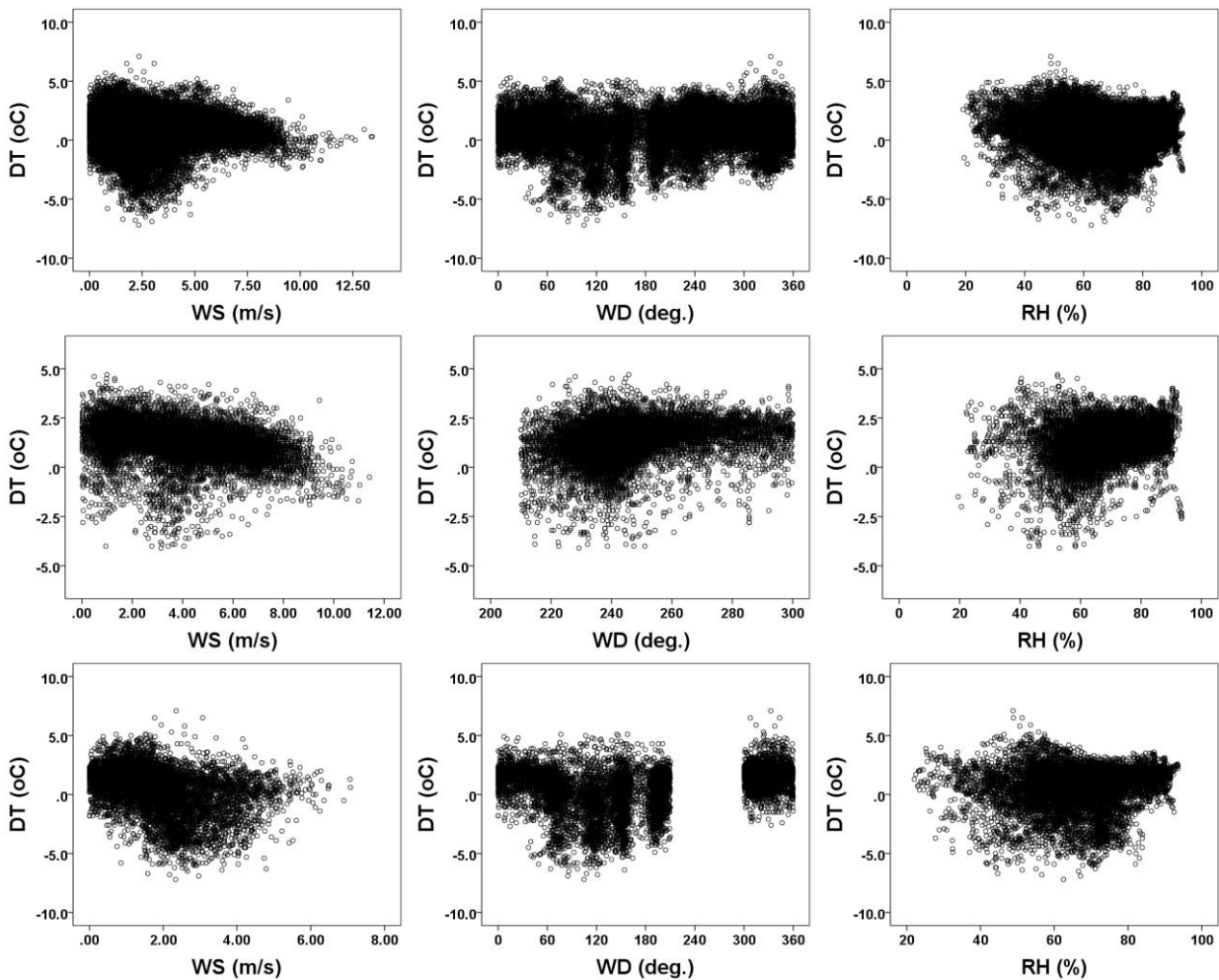
• 7948 – ALPACO



Σχήμα 90: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 91: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)



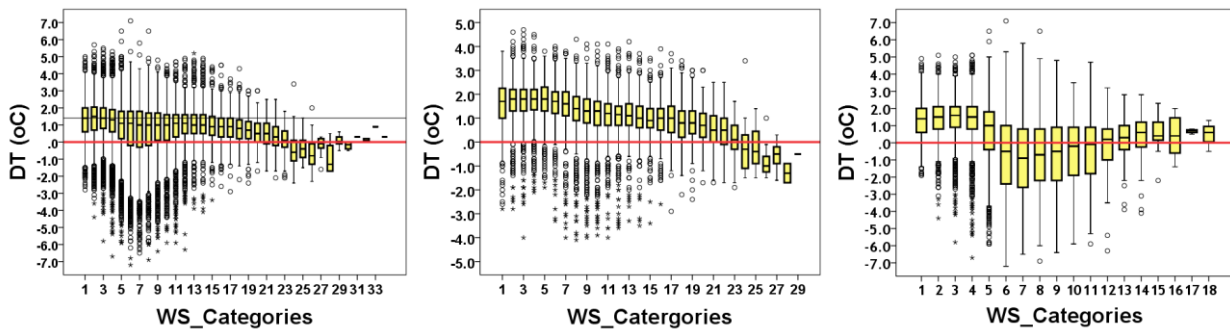
Σχήμα 92: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

Station number 7948

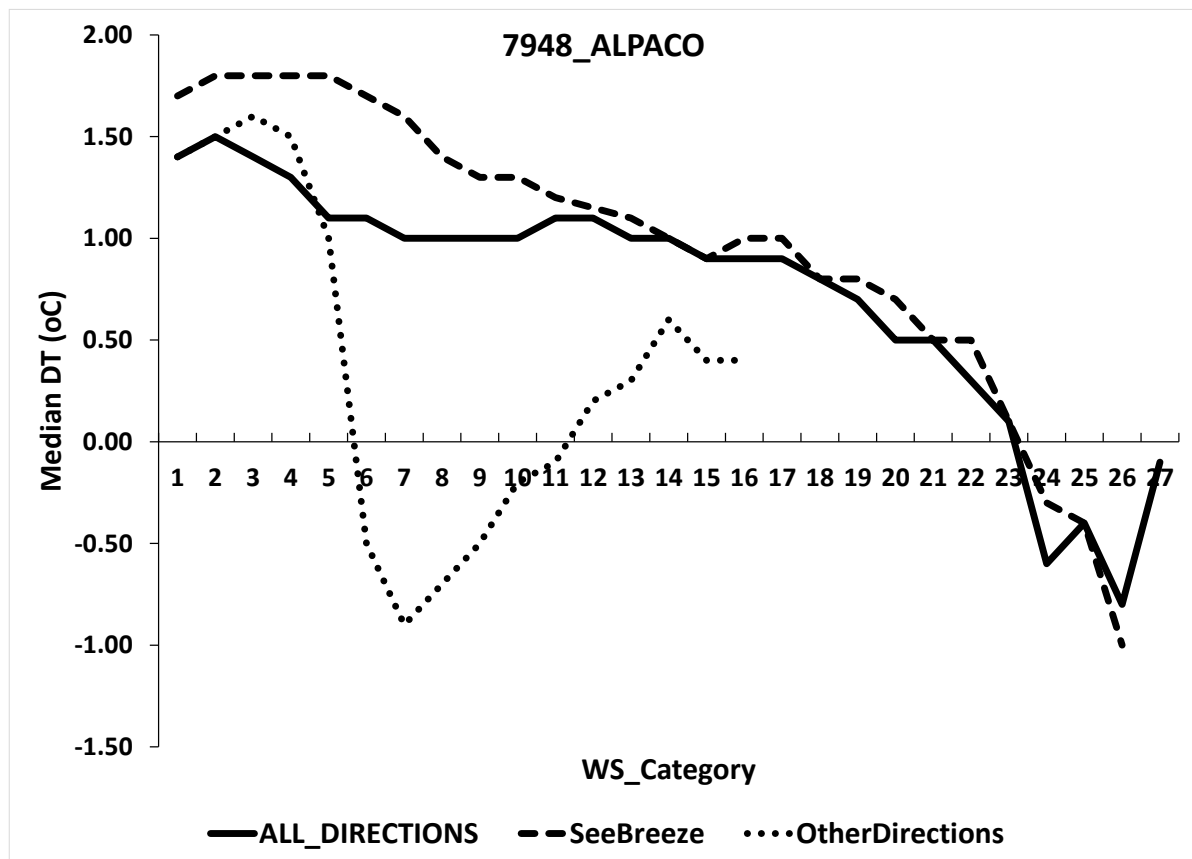
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | Element |
|----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| -0.181 ** | -0.415 ** | -0.436 ** | Wind Speed |
| 0.150 ** | 0.299 ** | 0.259 ** | Wind Direction |
| 0.035 ** | 0.251 ** | 0.129 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

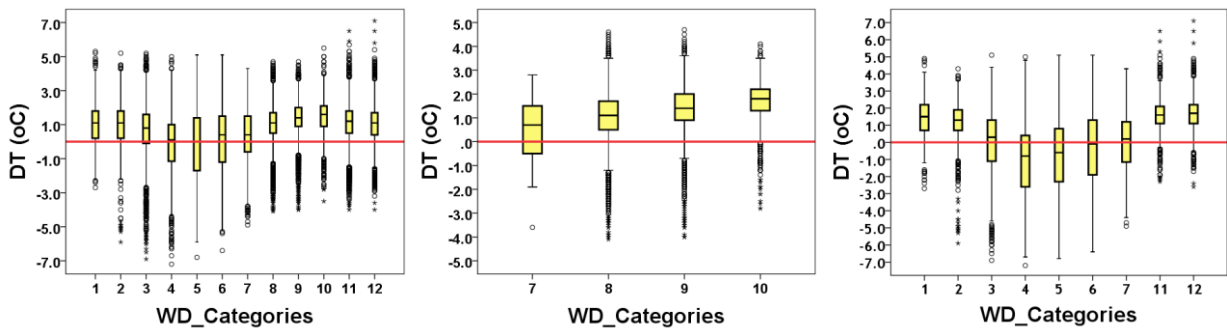
Πίνακας 17: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



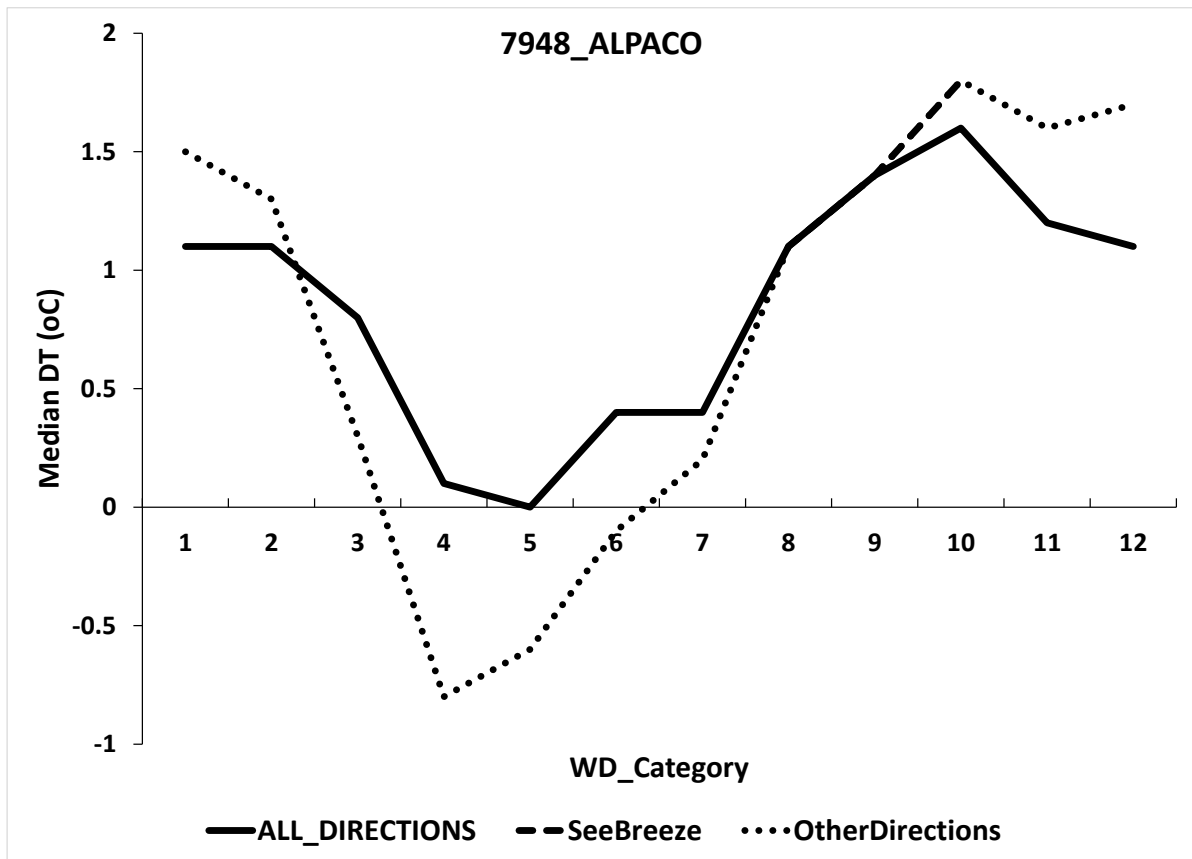
Σχήμα 93: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



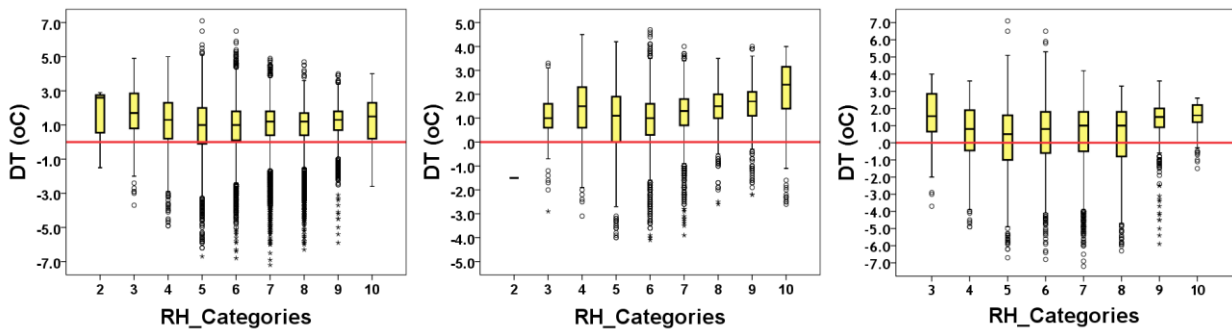
Σχήμα 94: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



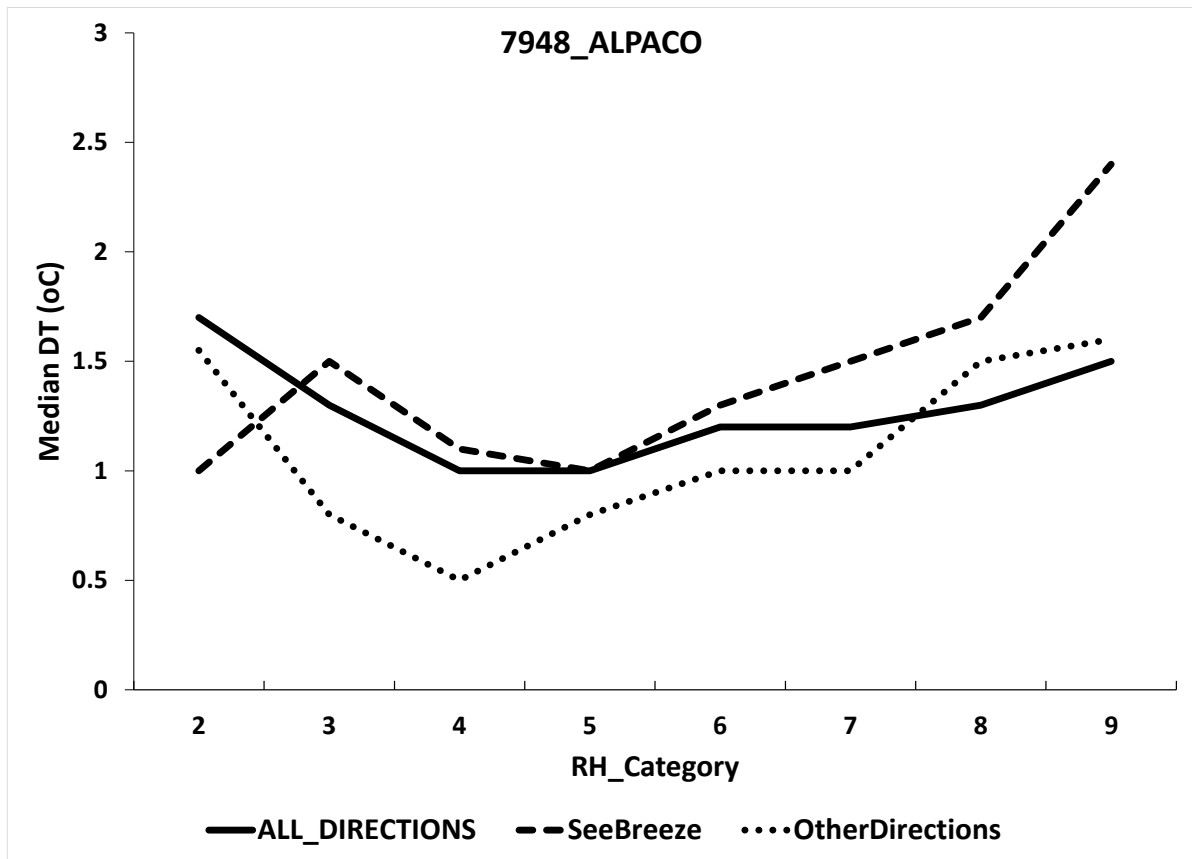
Σχήμα 95: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



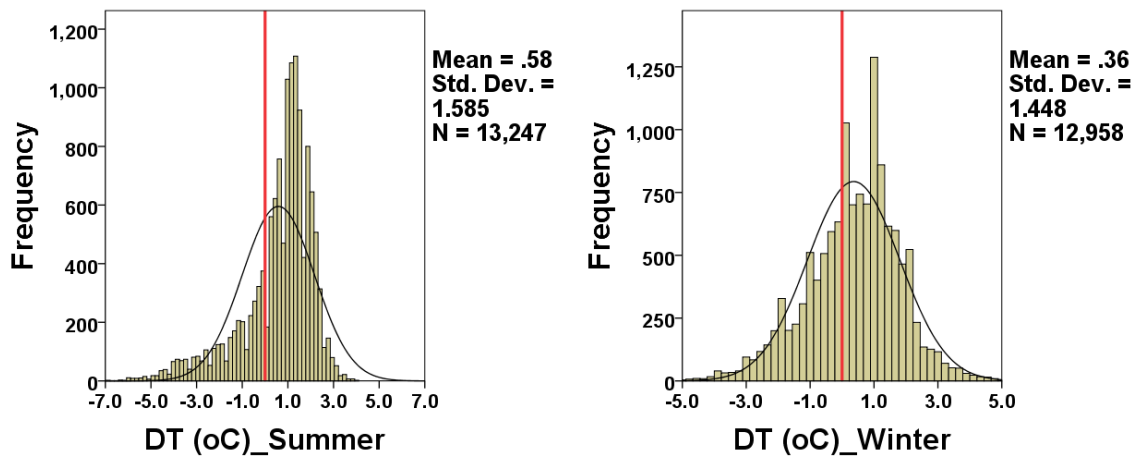
Σχήμα 96: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



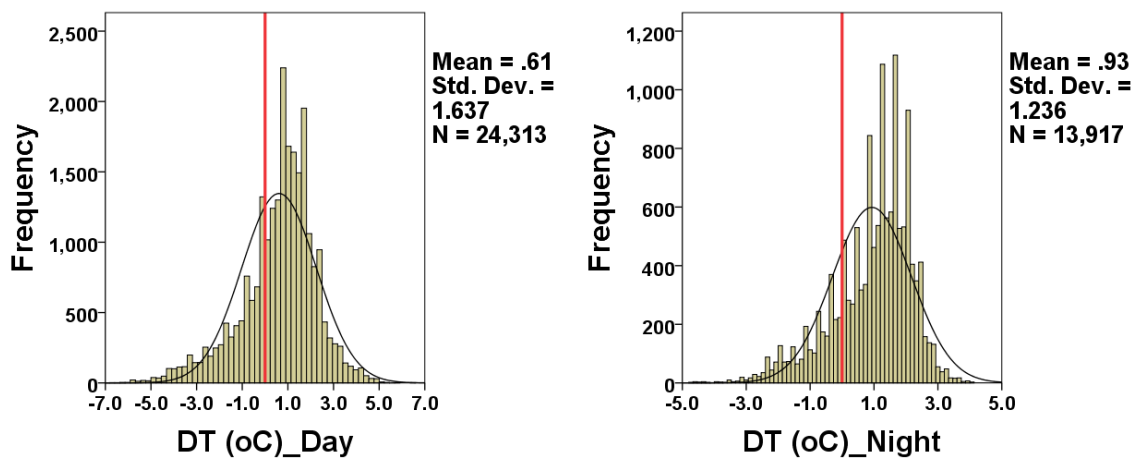
Σχήμα 97: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 98: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

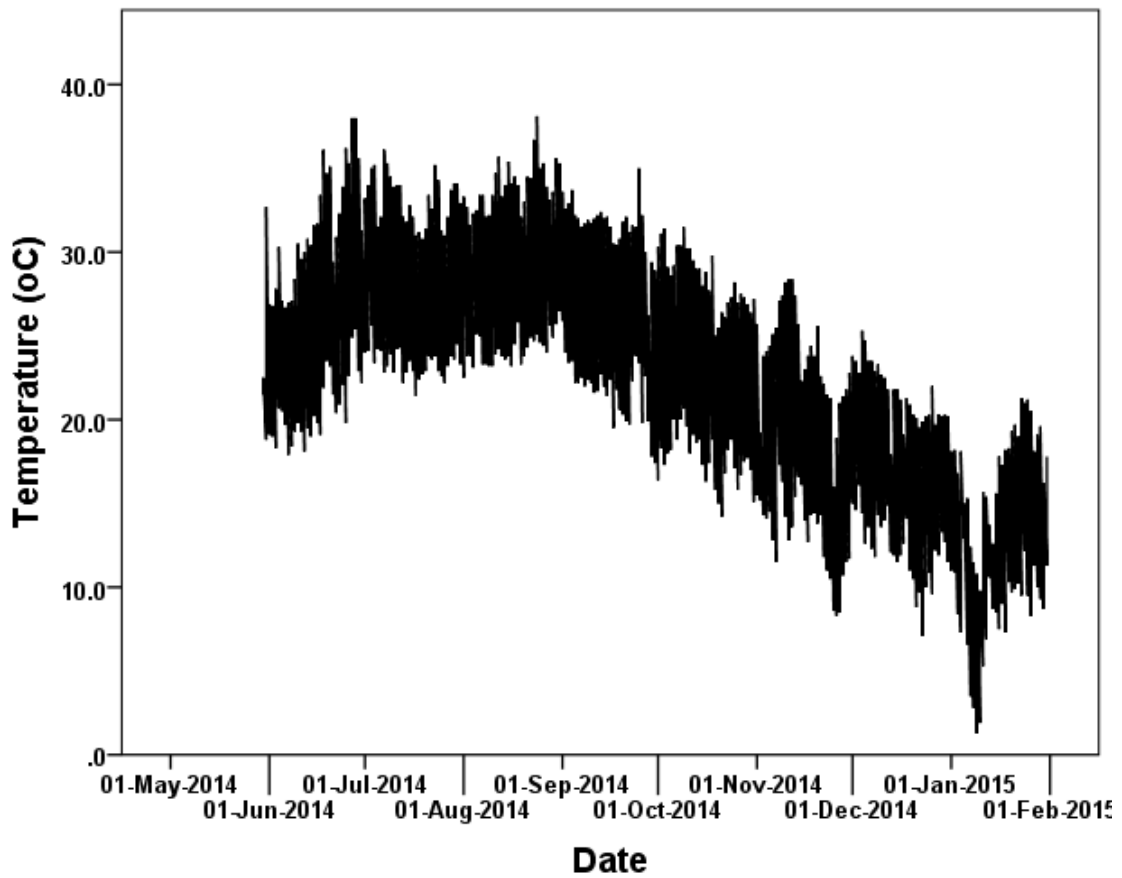


Σχήμα 99: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

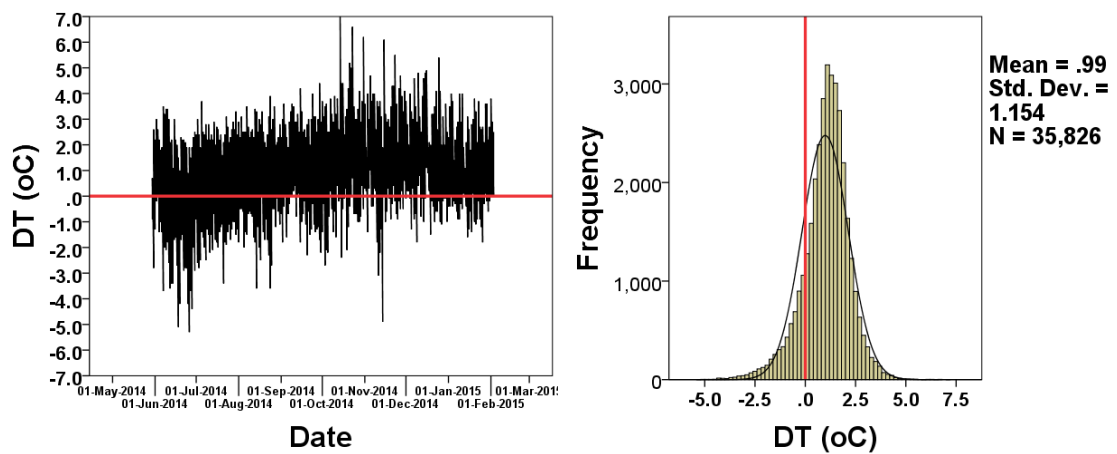


Σχήμα 100: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

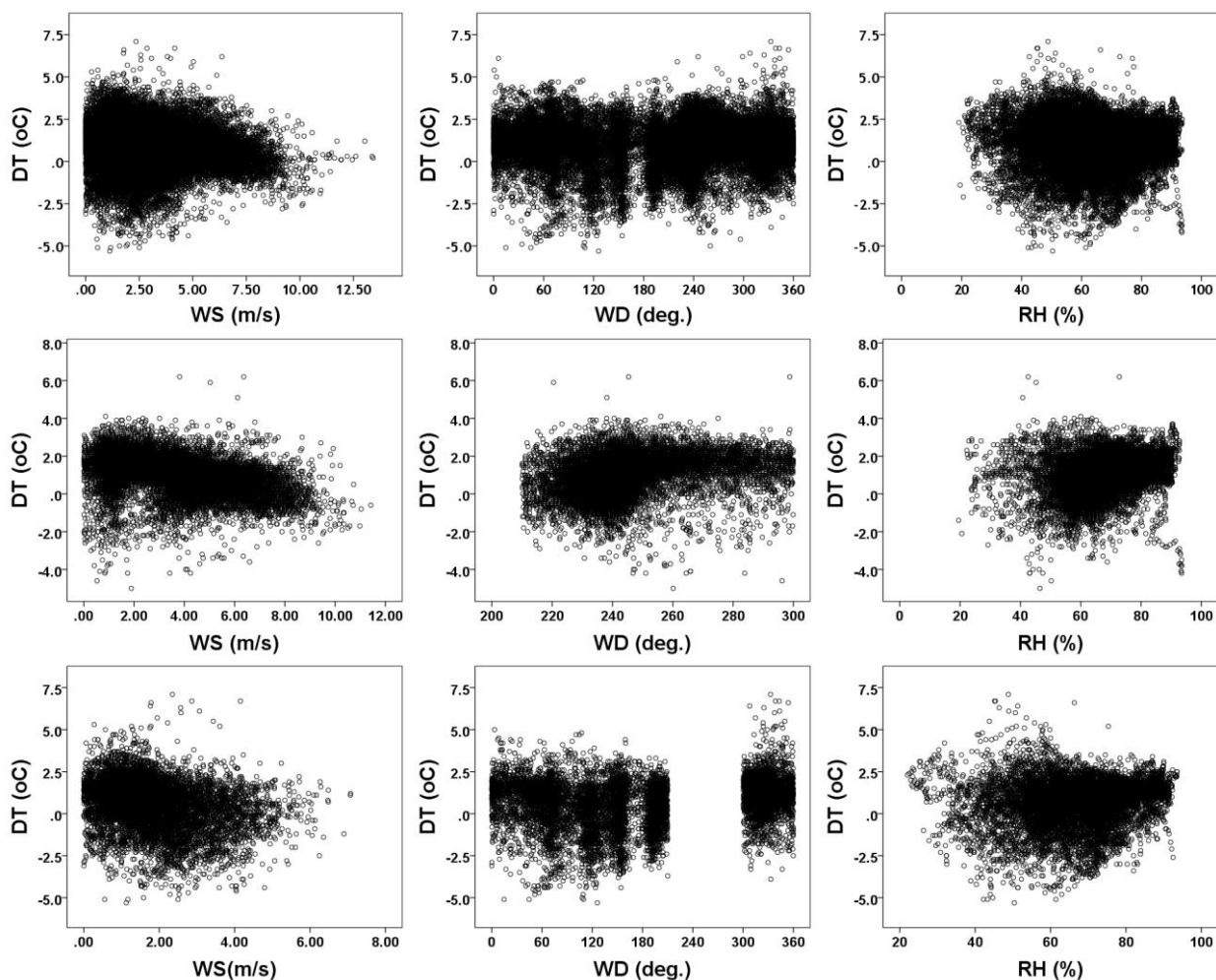
• 7949 – MELIS



Σχήμα 101: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 102: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

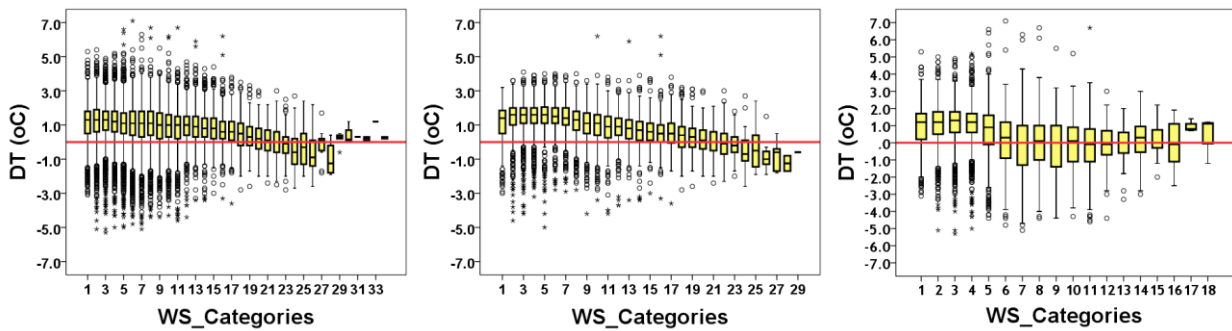


Σχήμα 103: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

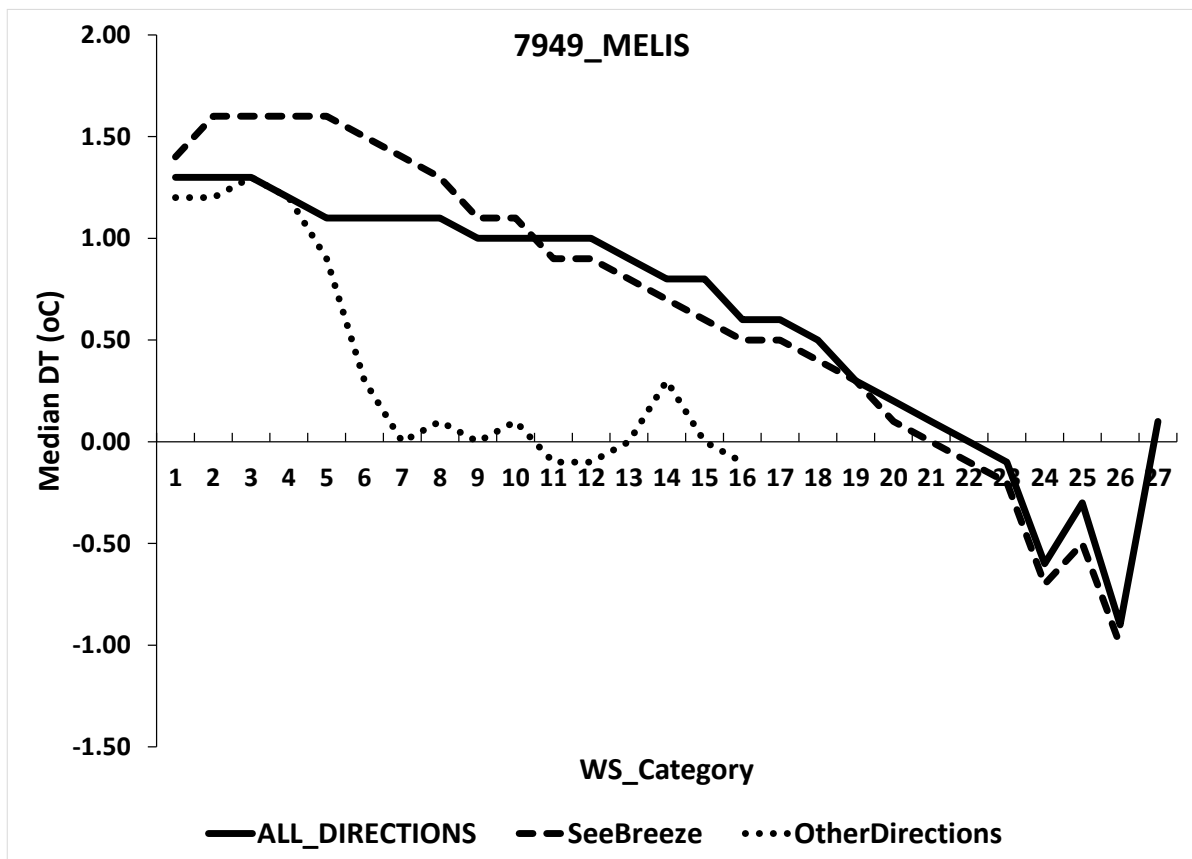
| Station number 7949 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.188 ** | -0.438 ** | -0.328 ** | Wind Speed |
| 0.088 ** | 0.335 ** | 0.167 ** | Wind Direction |
| 0.041 ** | 0.305 ** | 0.148 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

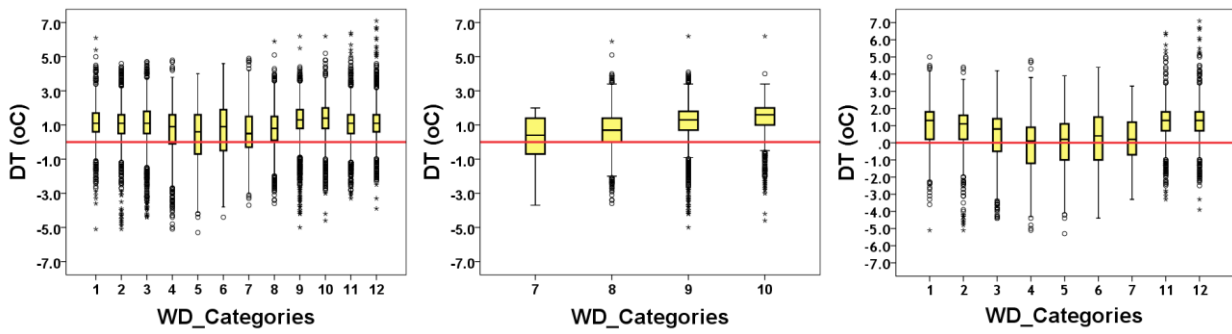
Πίνακας 18: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



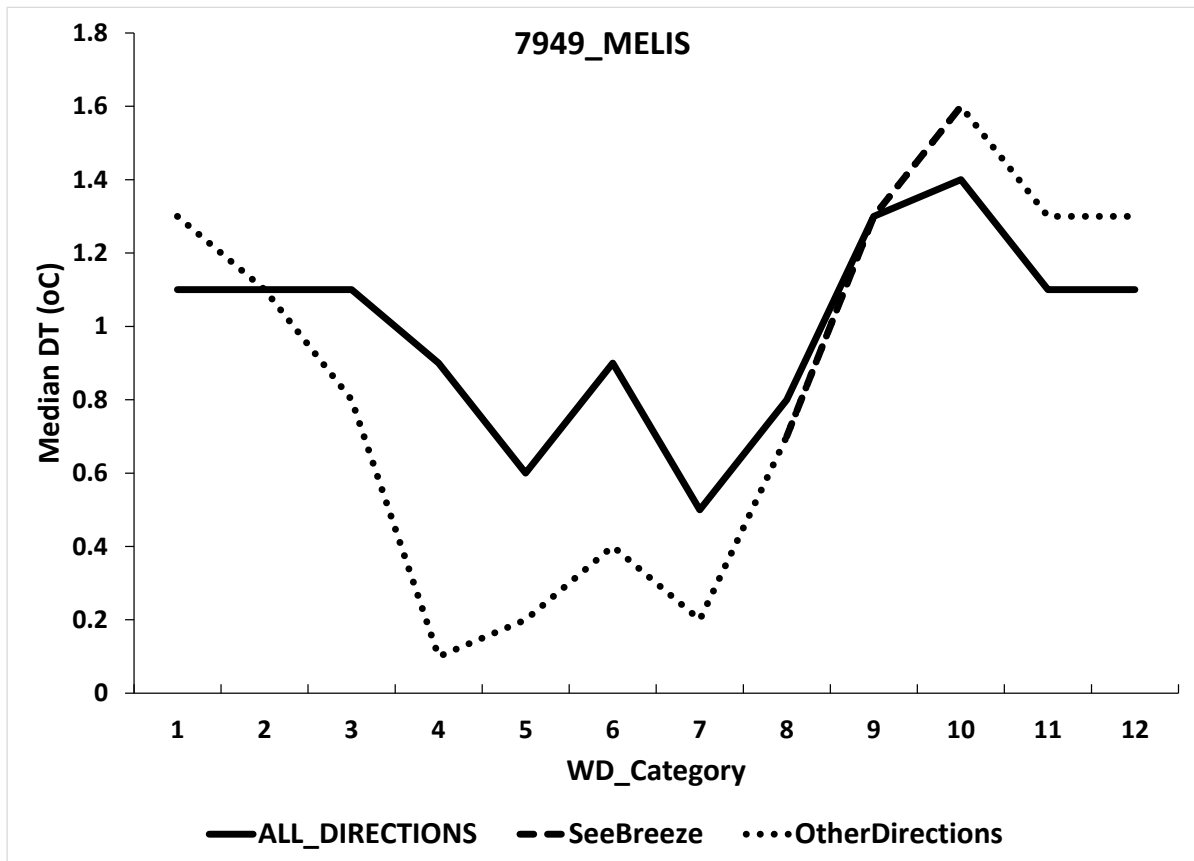
Σχήμα 104: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



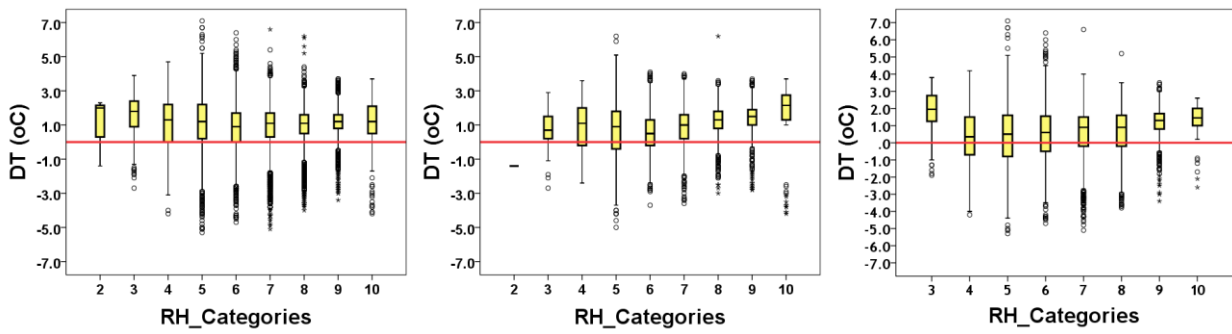
Σχήμα 105: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



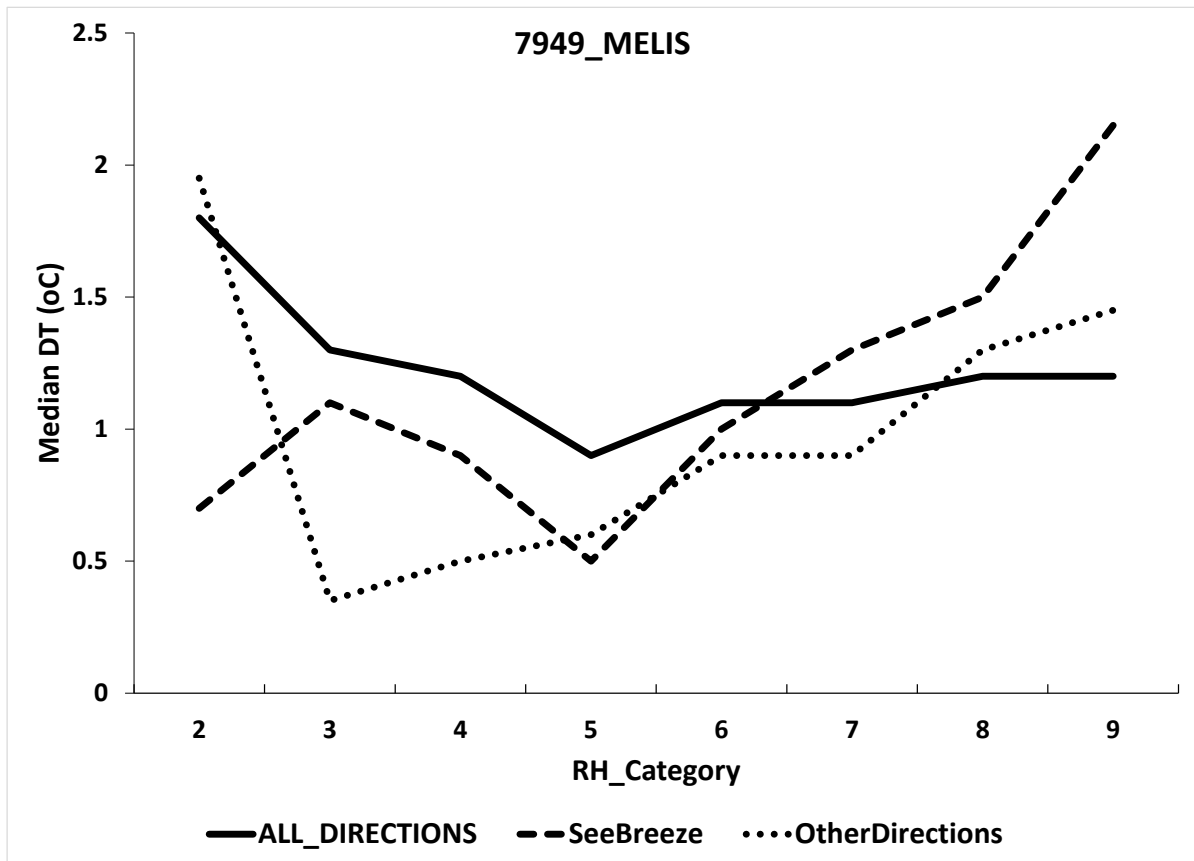
Σχήμα 106: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



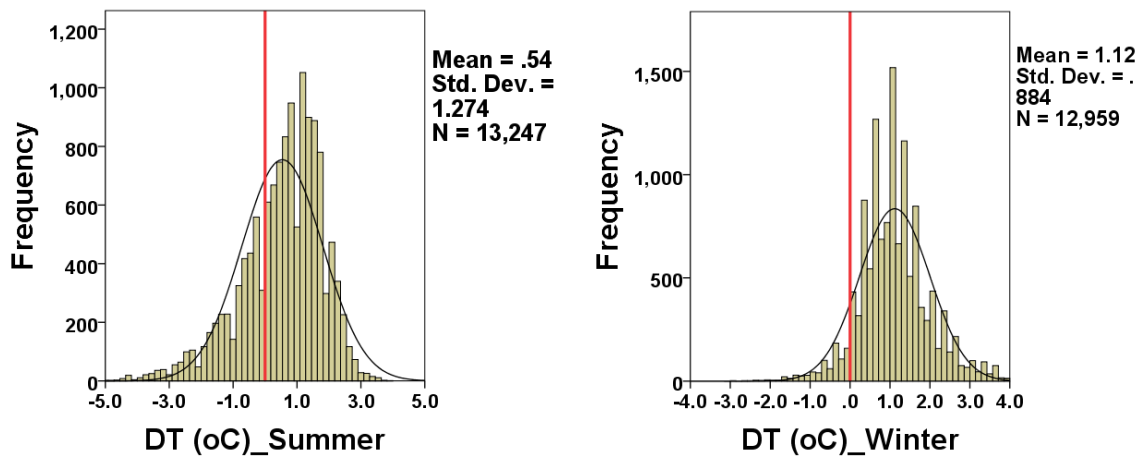
Σχήμα 107: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



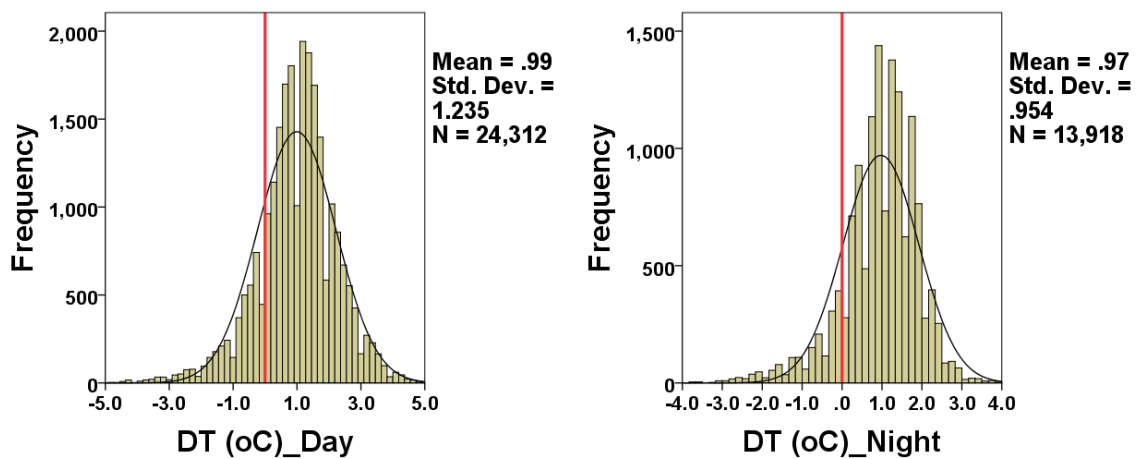
Σχήμα 108: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 109: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

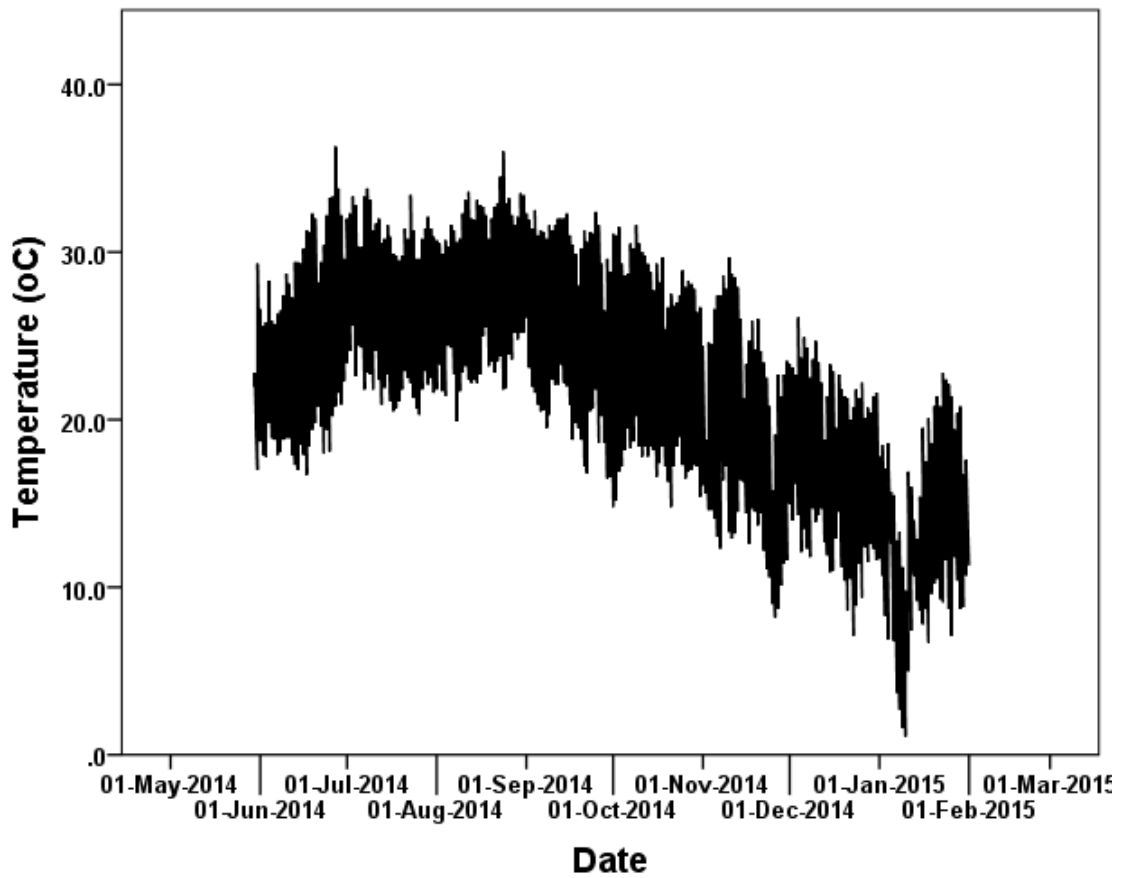


Σχήμα 110: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

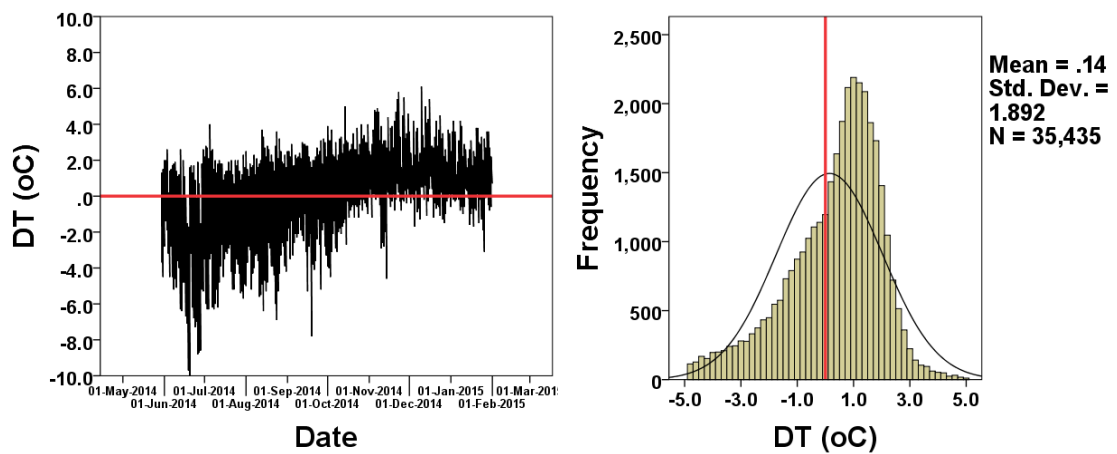


Σχήμα 111: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

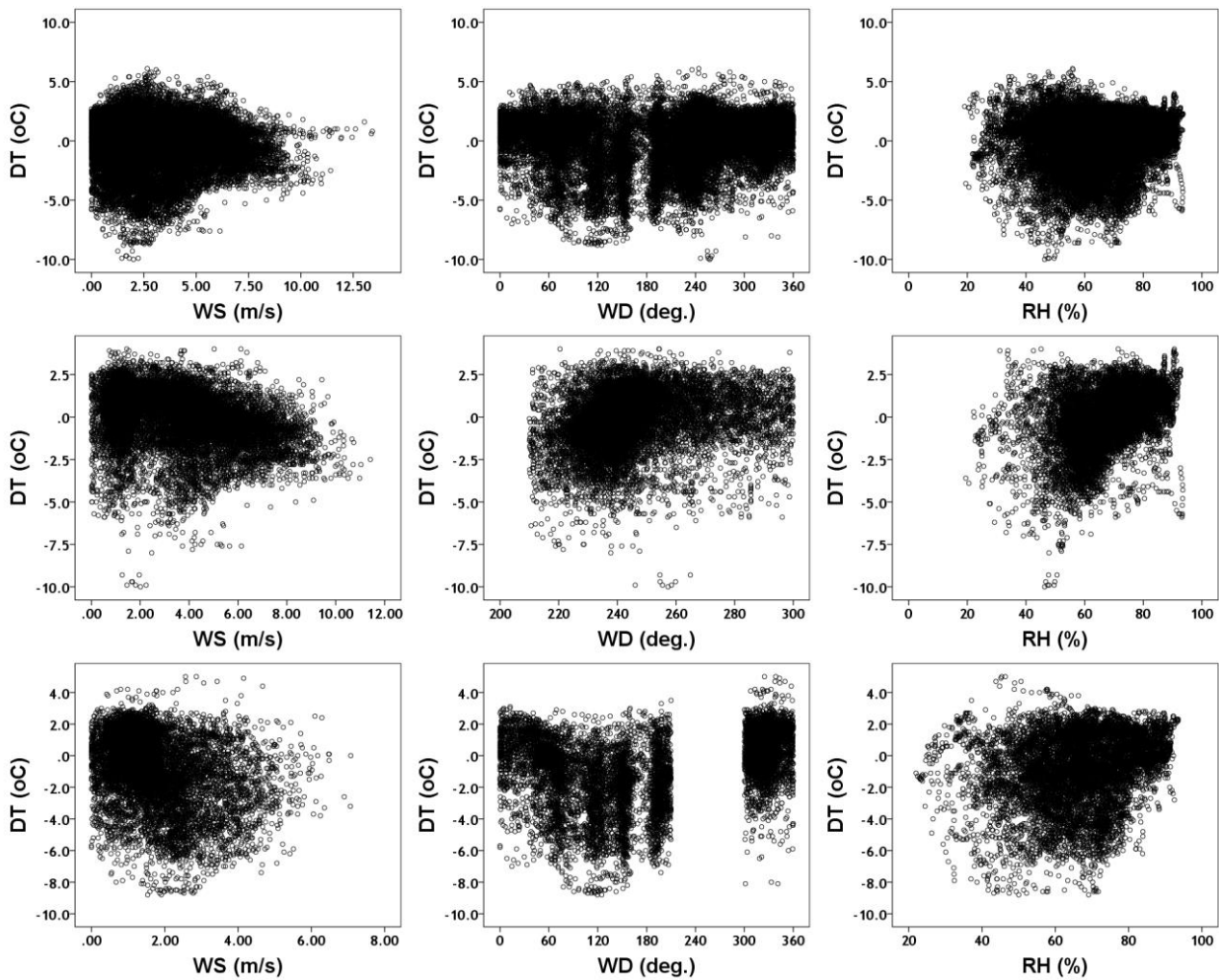
• 7952 – AJAX



Σχήμα 112: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 113: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

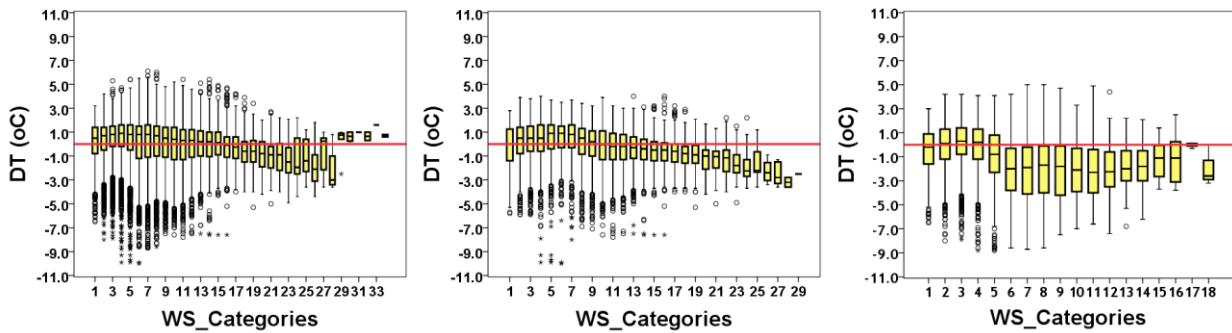


Σχήμα 114: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

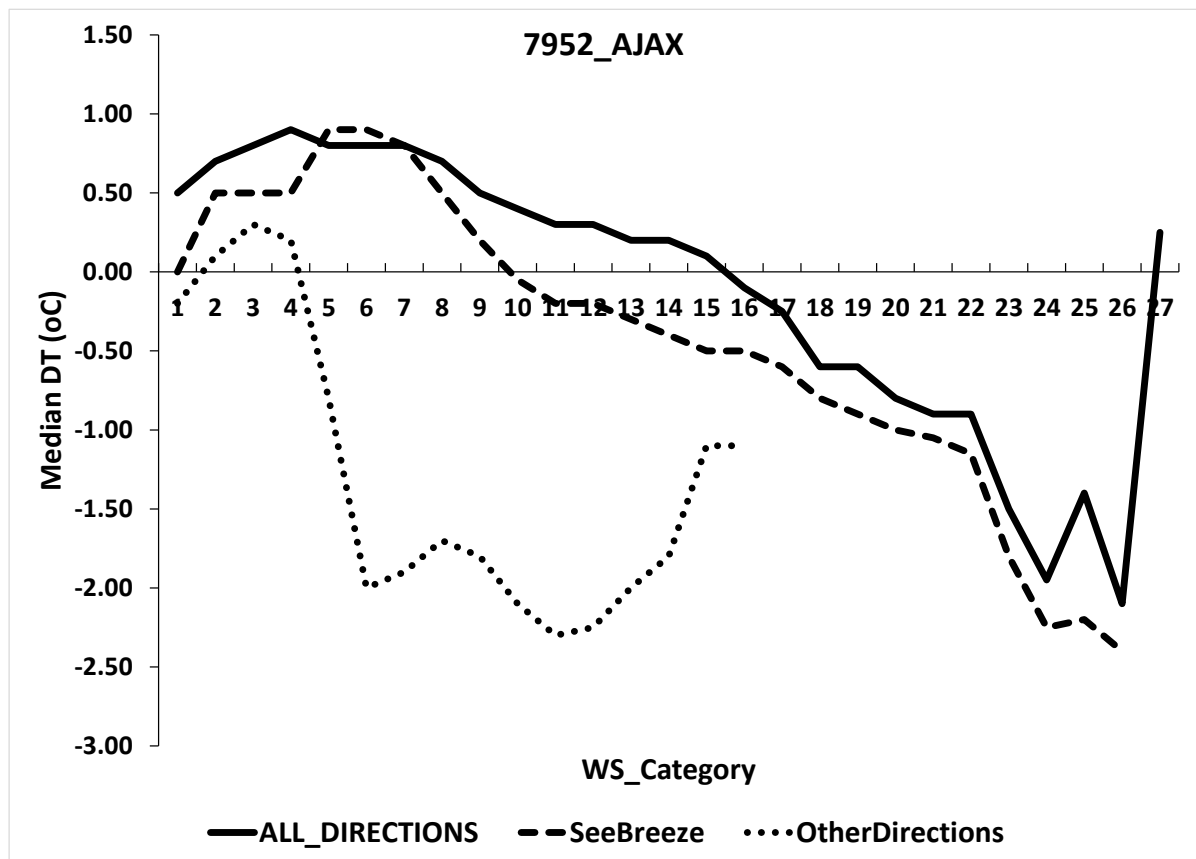
| Station number 7952 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.157 ** | -0.308 ** | -0.330 ** | Wind Speed |
| 0.168 ** | 0.305 ** | 0.271 ** | Wind Direction |
| 0.158 ** | 0.447 ** | 0.237 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

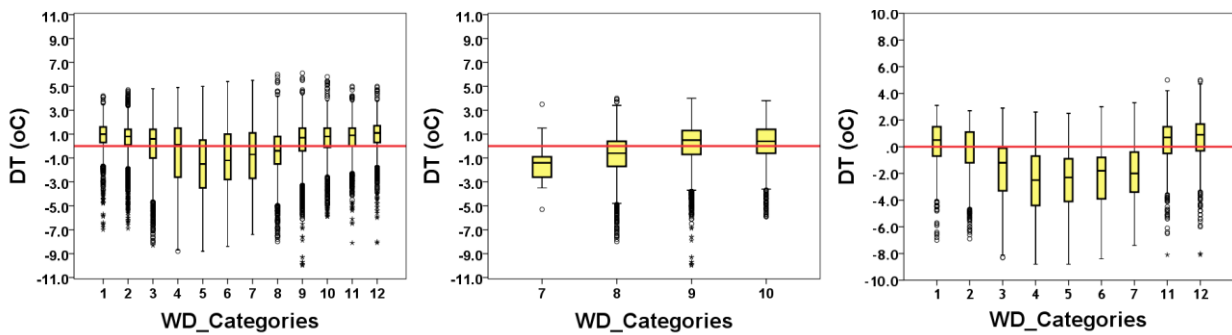
Πίνακας 19: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



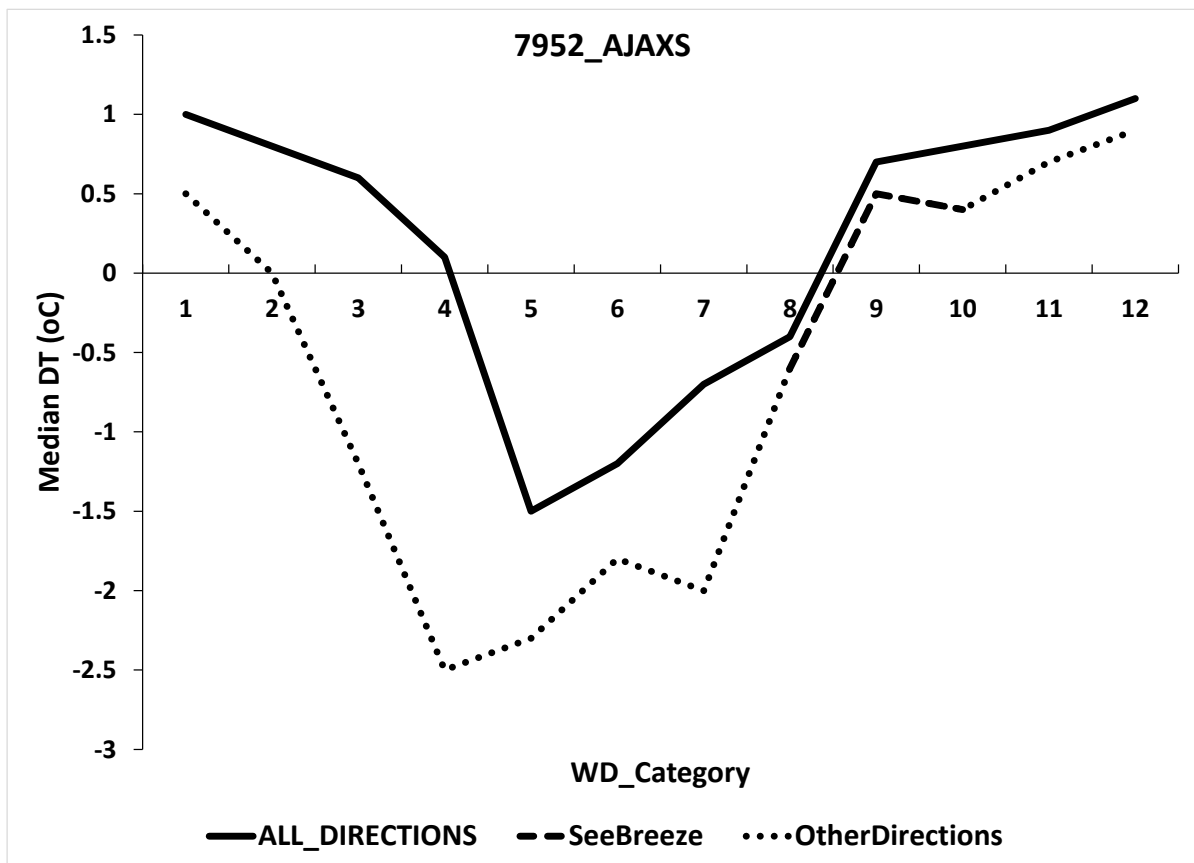
Σχήμα 115: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



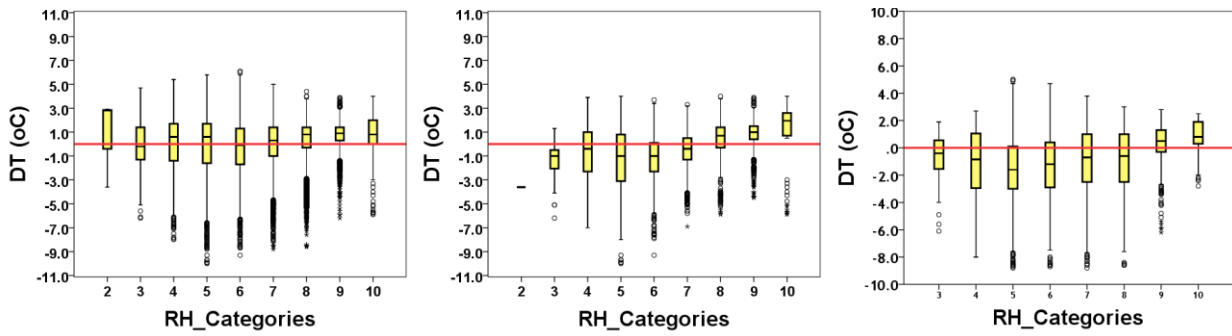
Σχήμα 116: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



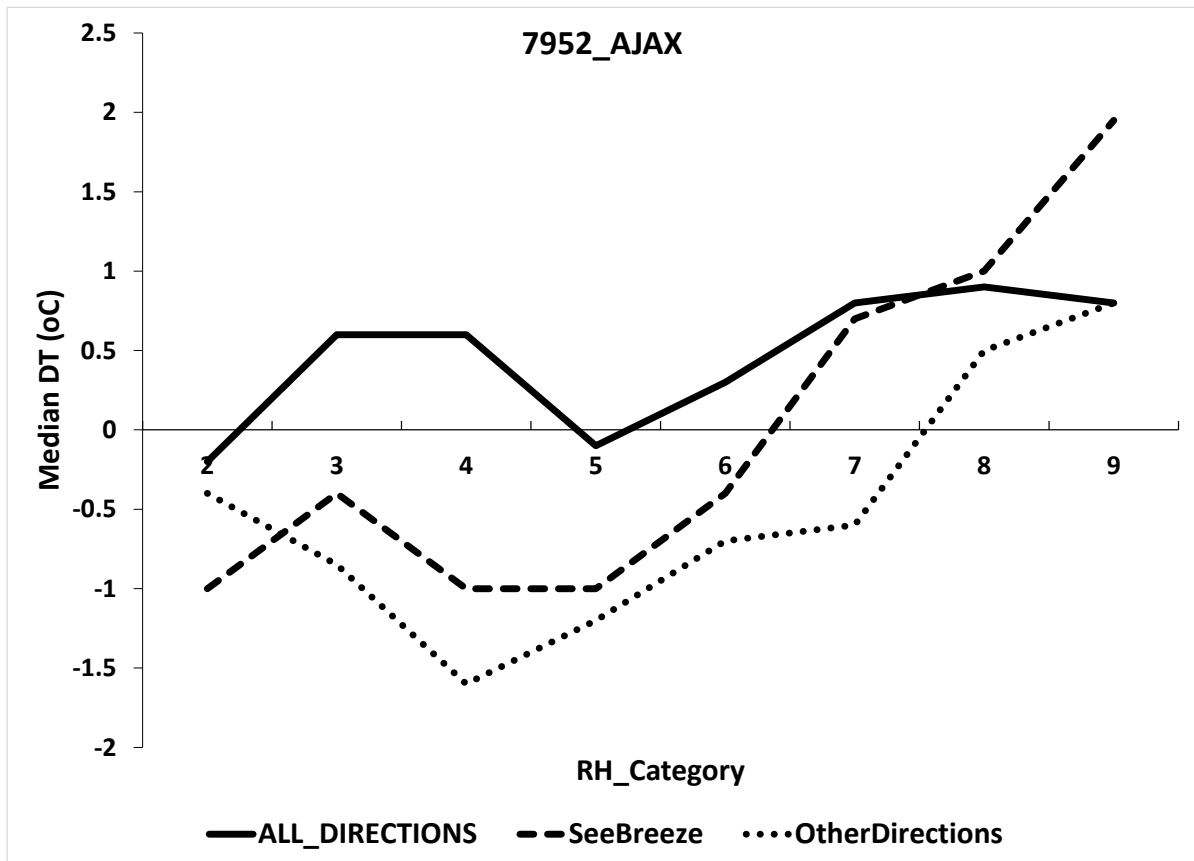
Σχήμα 117: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



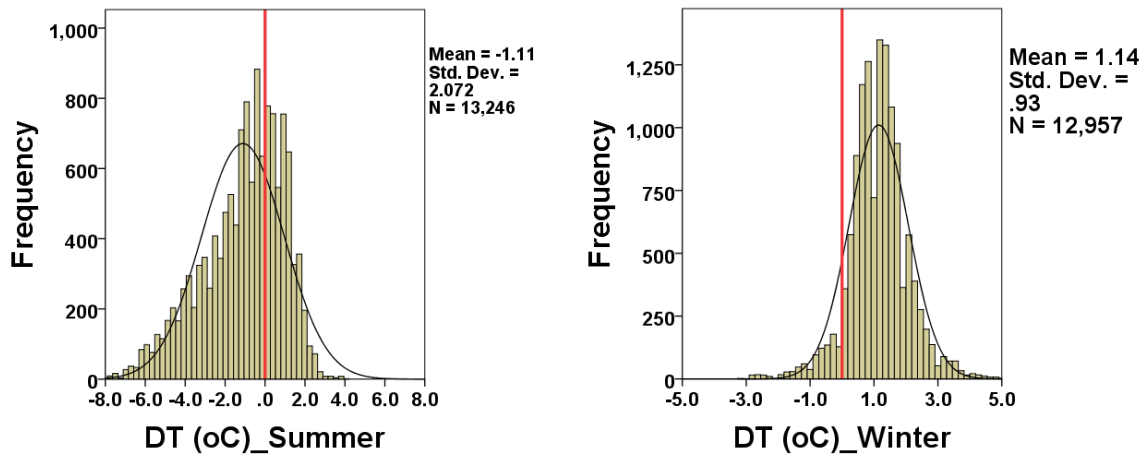
Σχήμα 118: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



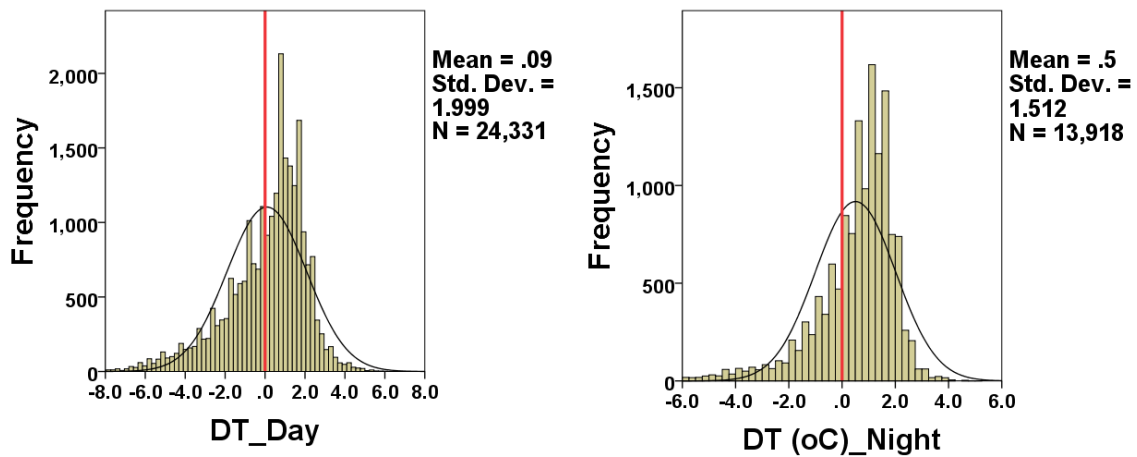
Σχήμα 119: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 120: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

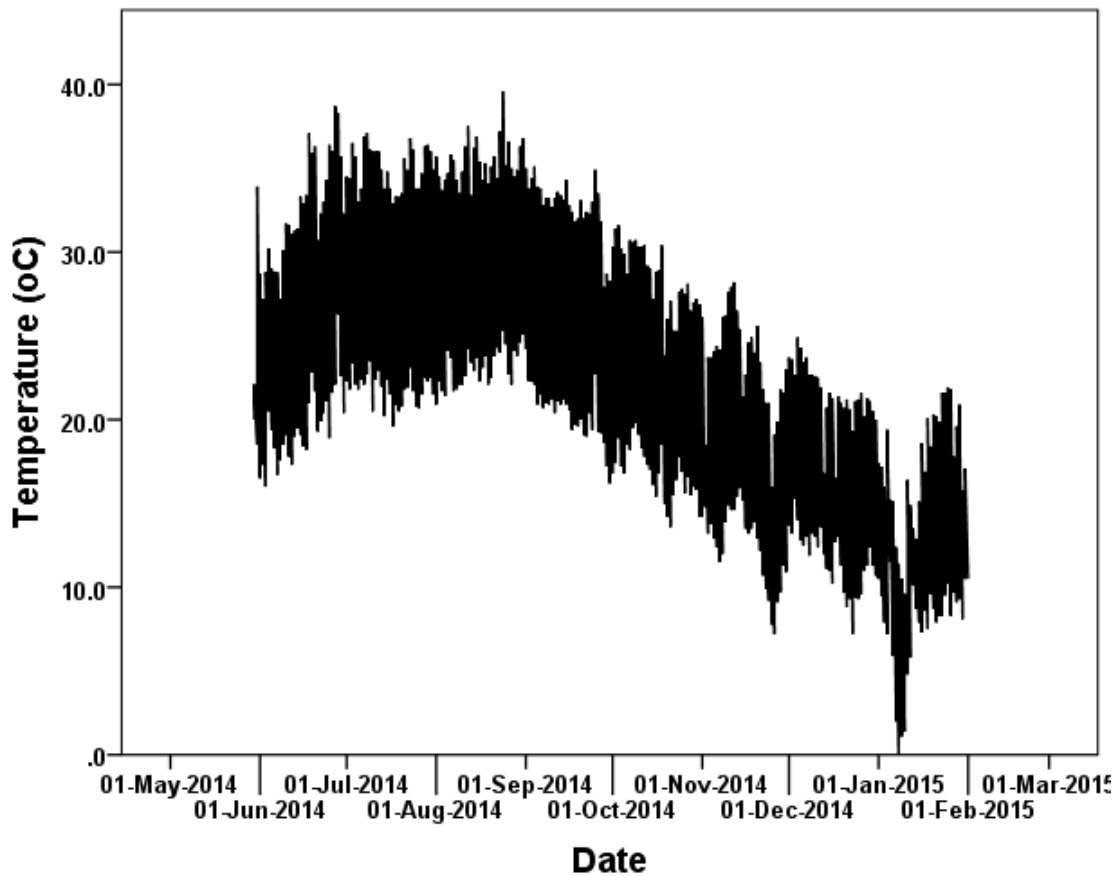


Σχήμα 121: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

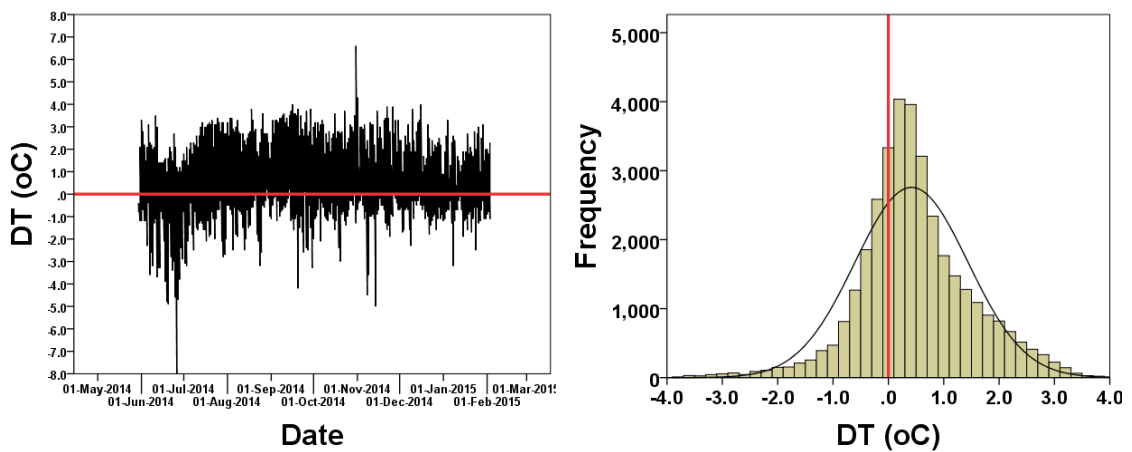


Σχήμα 122: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

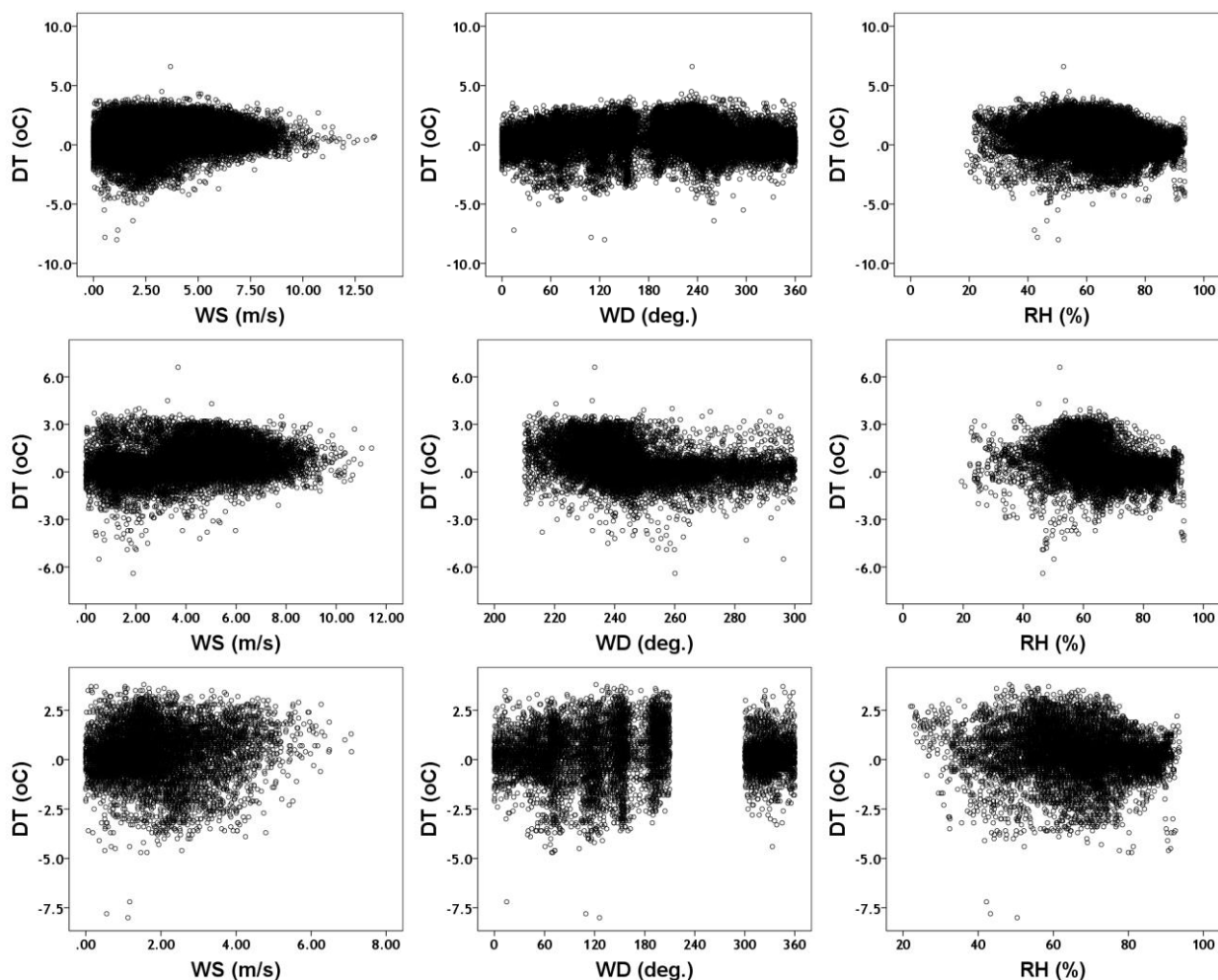
• 7960 – RESTAURANT



Σχήμα 123: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 124: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

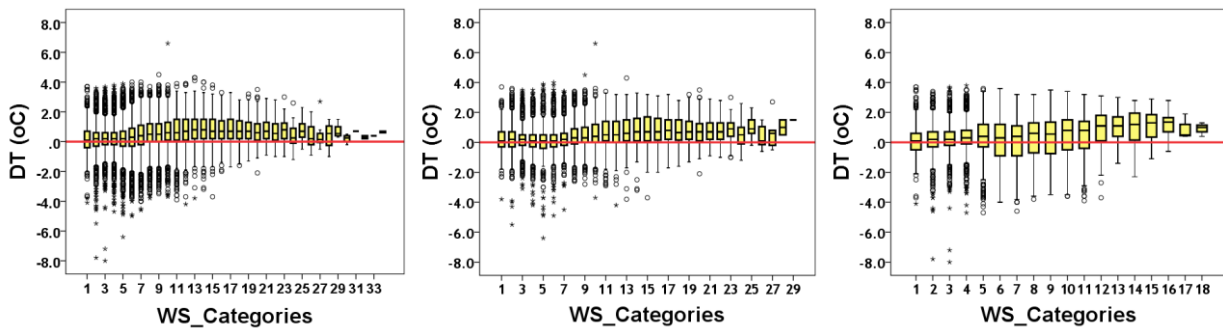


Σχήμα 125: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

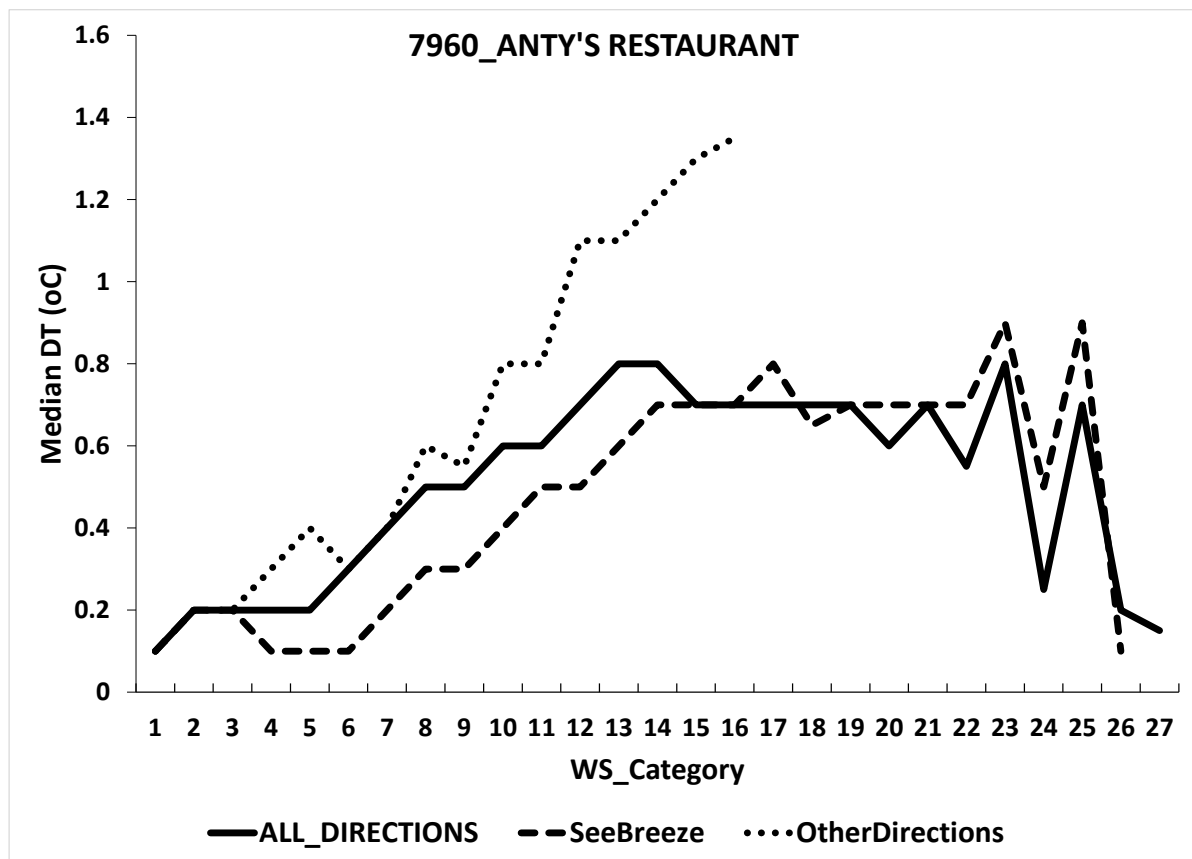
| Station number 7960 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| 0.243 ** | 0.270 ** | 0.099 ** | Wind Speed |
| -0.221 ** | -0.368 ** | -0.014 | Wind Direction |
| -0.326 ** | -0.398 ** | -0.170 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

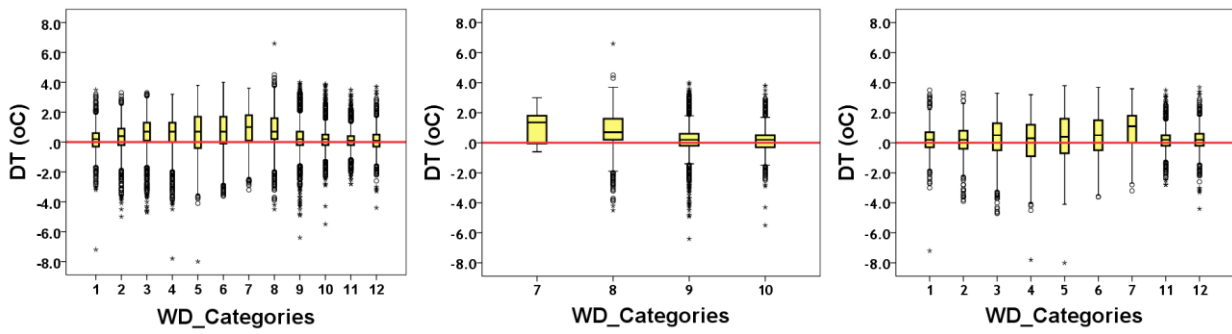
Πίνακας 20: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



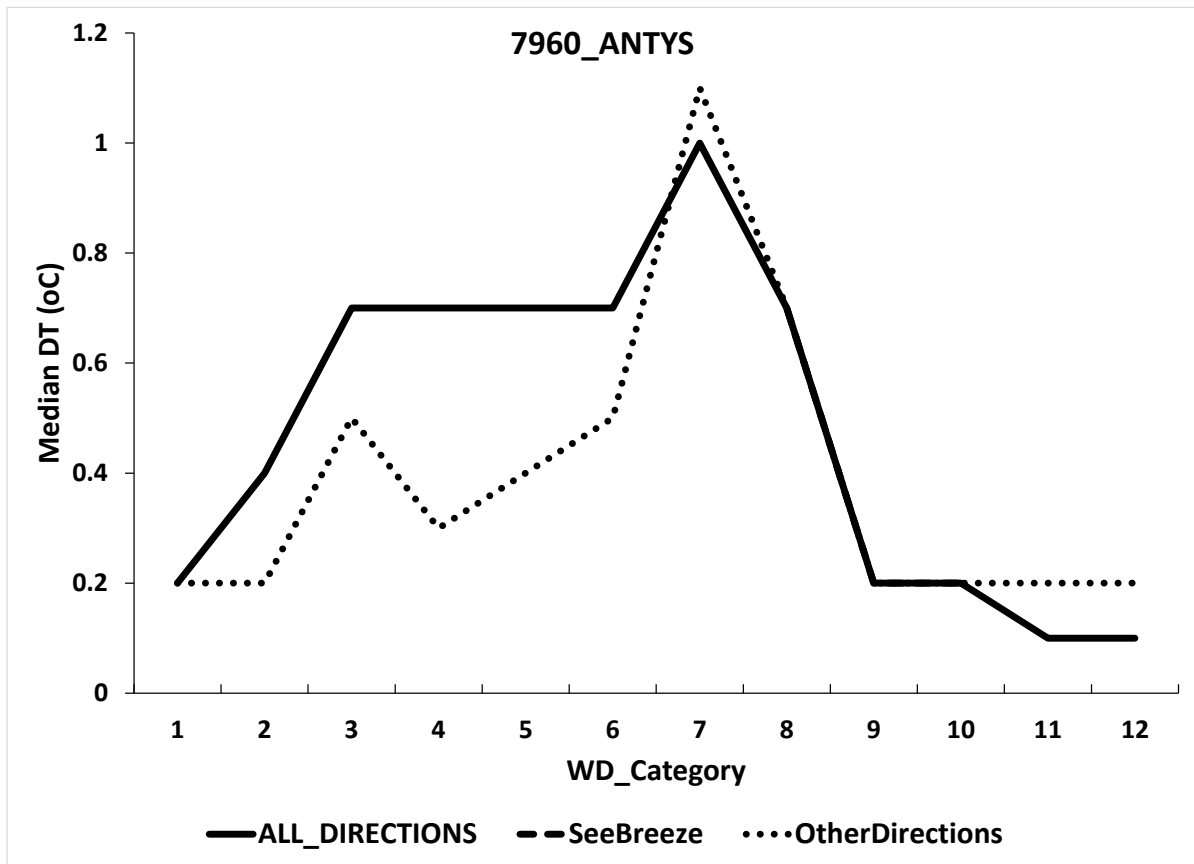
Σχήμα 126: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



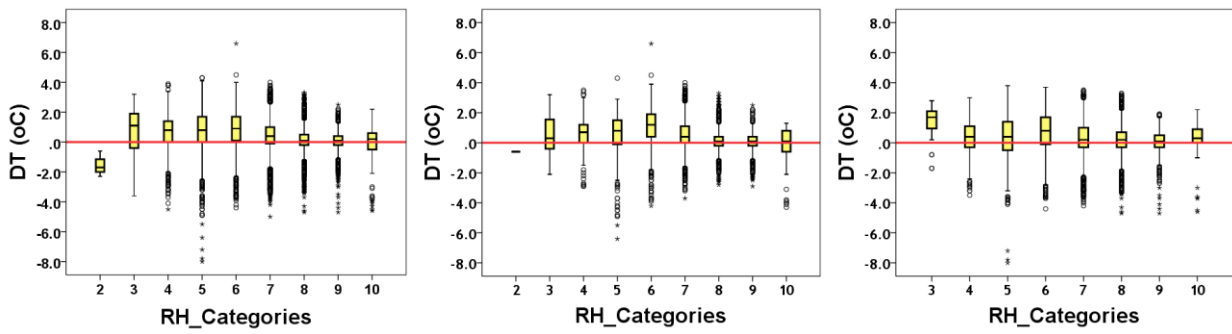
Σχήμα 127: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



Σχήμα 128: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



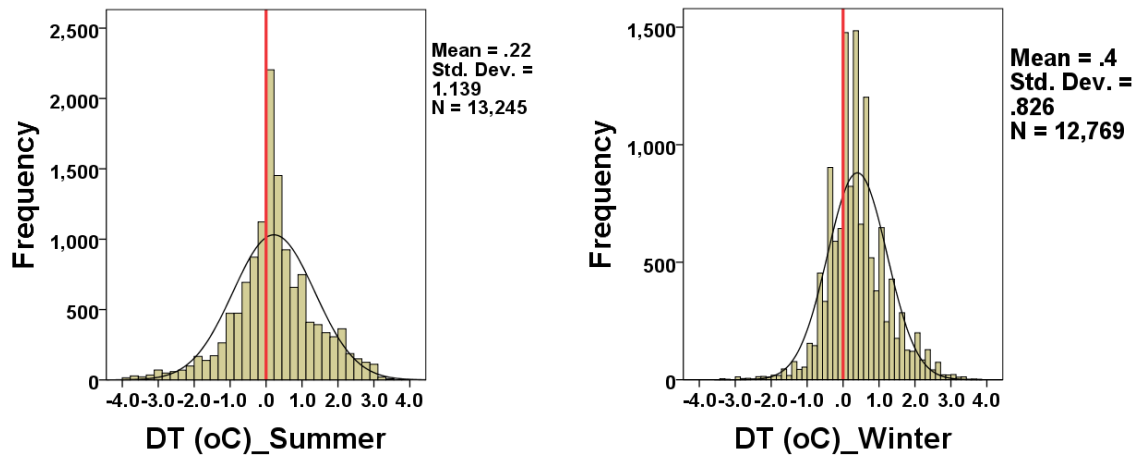
Σχήμα 129: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



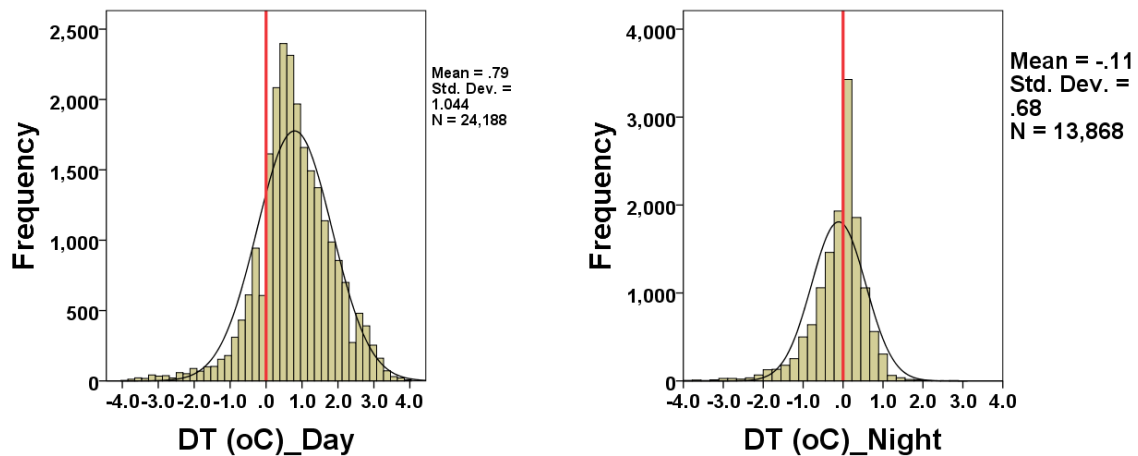
Σχήμα 130: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 131: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

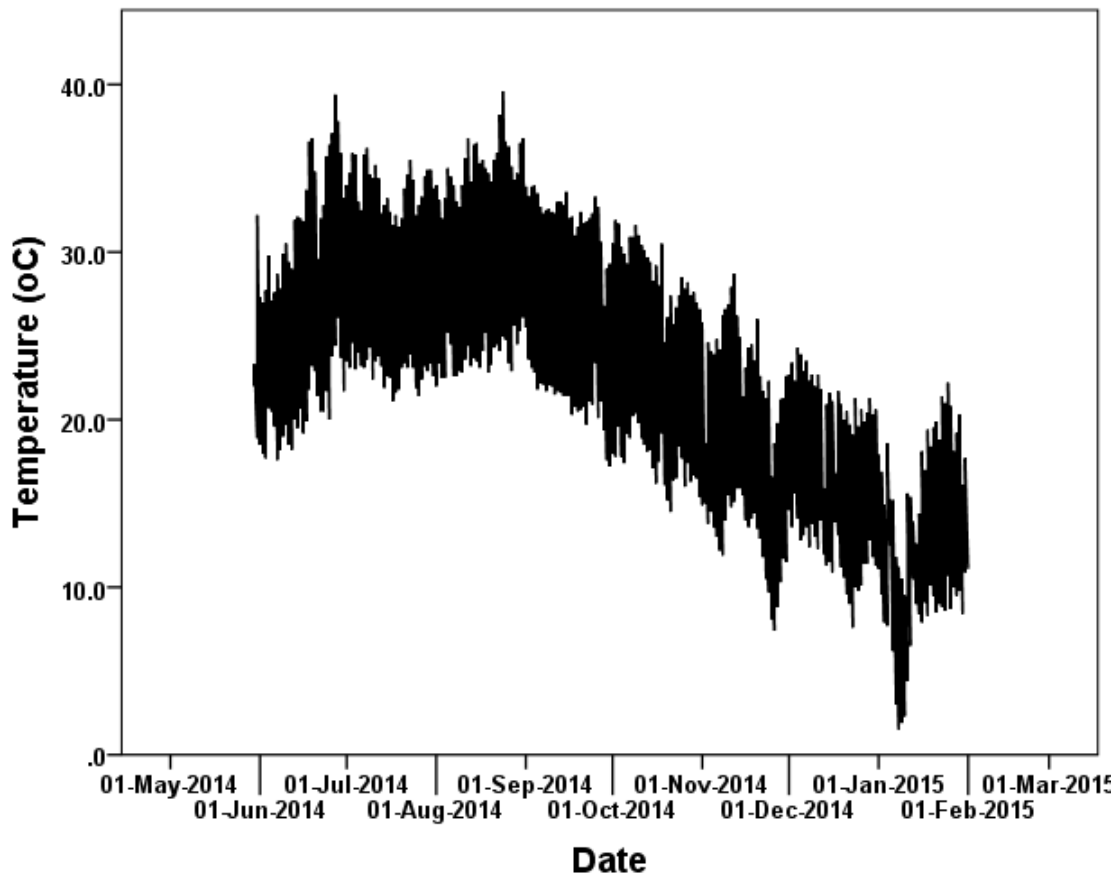


Σχήμα 132: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

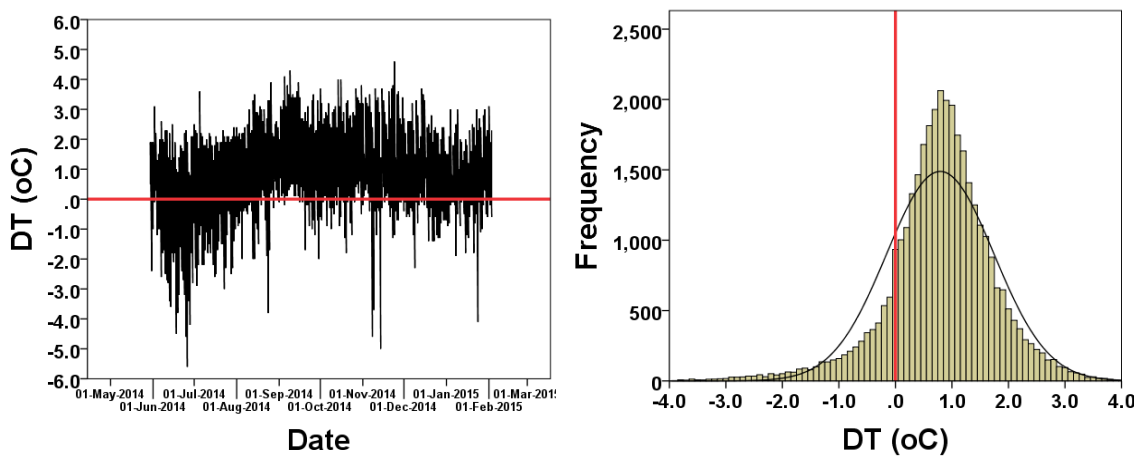


Σχήμα 133: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

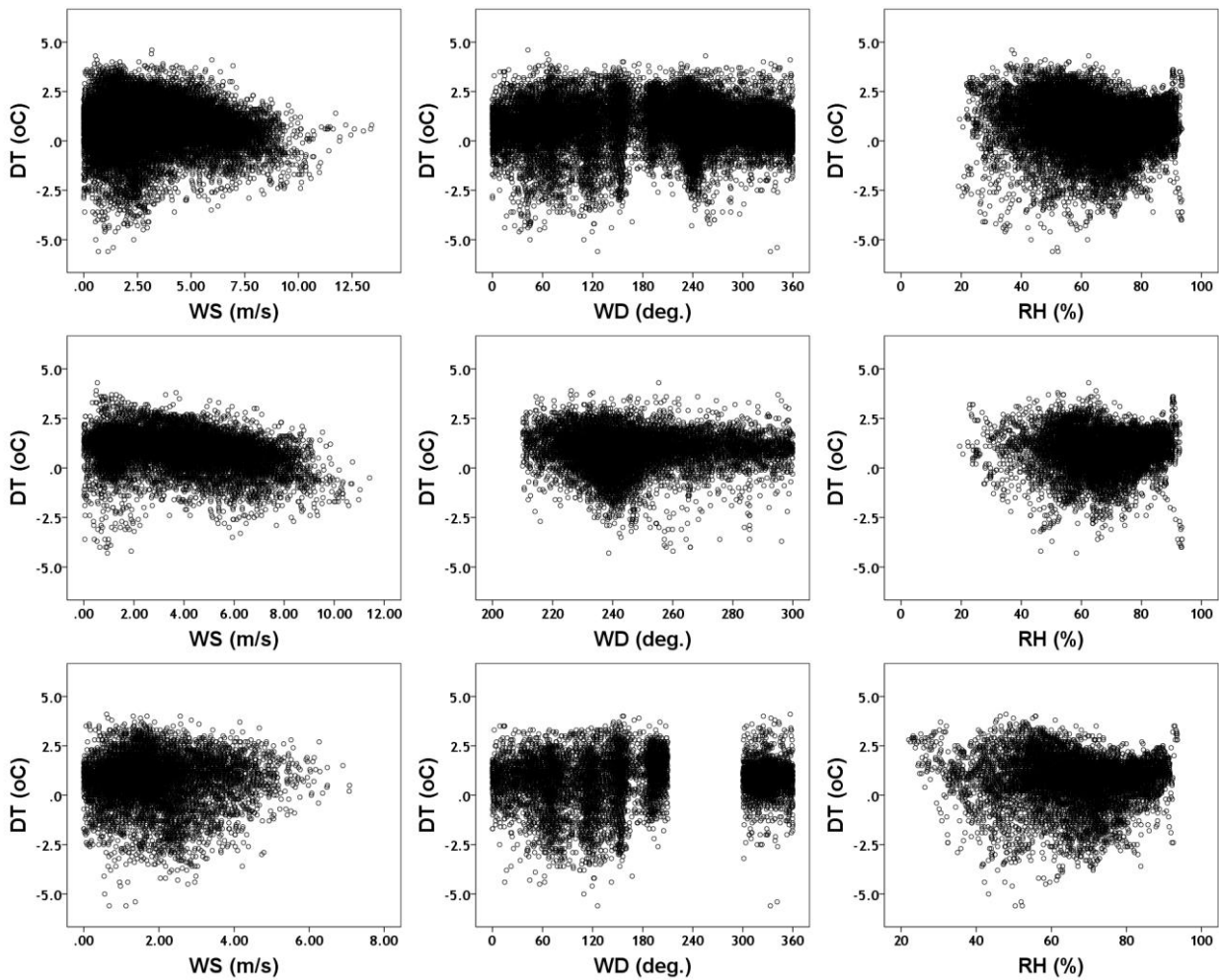
• 7965 – HOUSE CHURCH



Σχήμα 134: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 135: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)



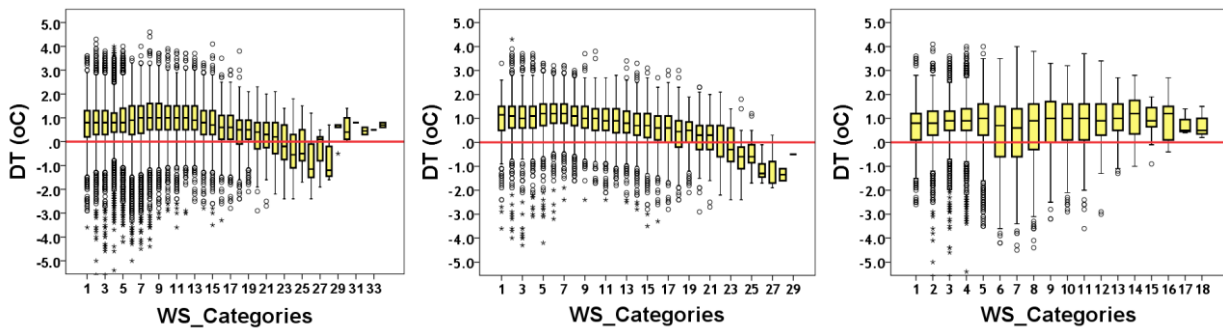
Σχήμα 136: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

| Station number 7965 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.004 | -0.275 ** | 0.008 | Wind Speed |
| -0.070 ** | 0.018 * | 0.061 ** | Wind Direction |
| -0.139 ** | 0.040 ** | -0.065 ** | Relative Humidity |

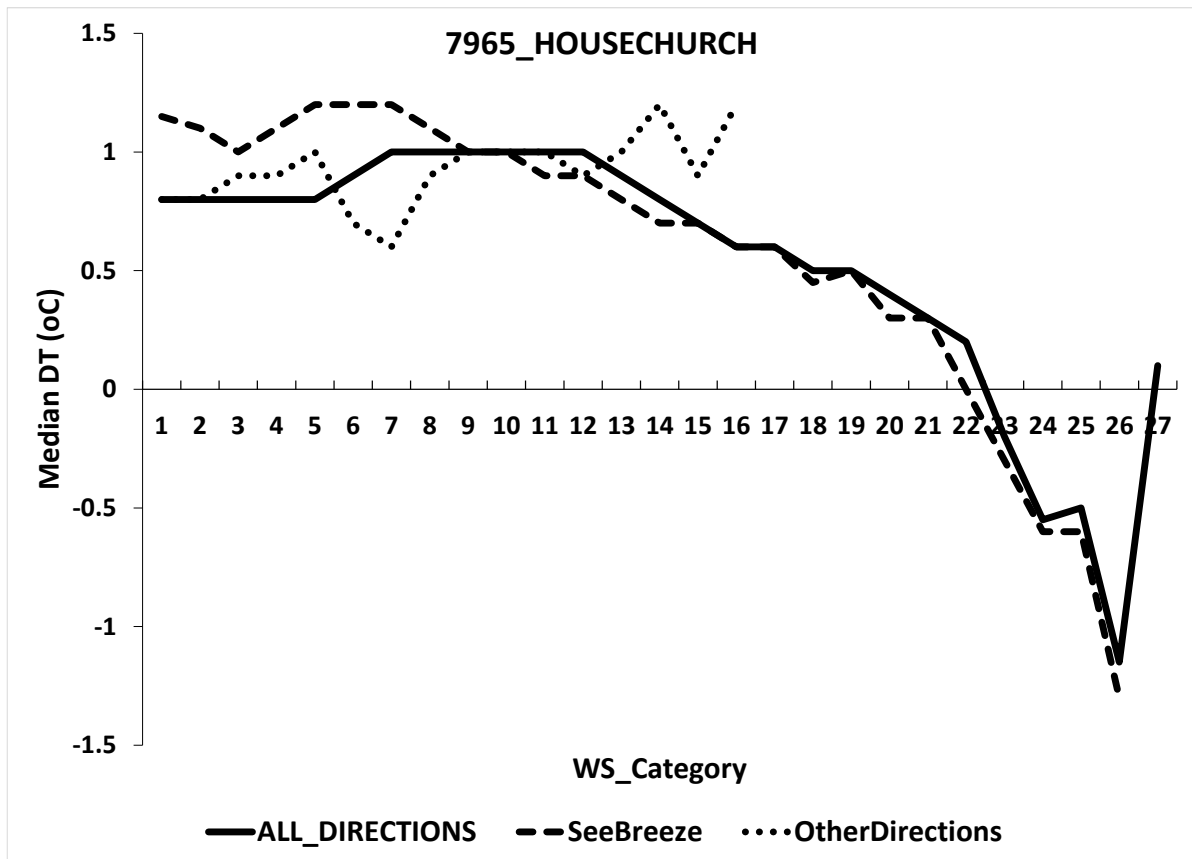
** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

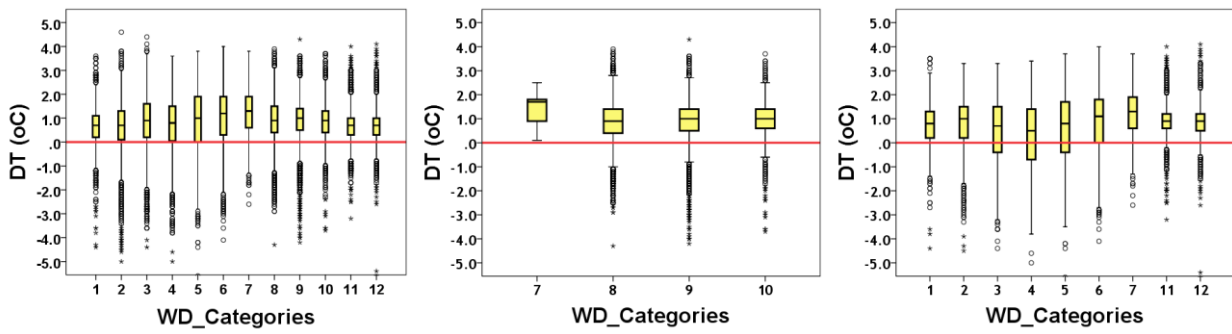
Πίνακας 21: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



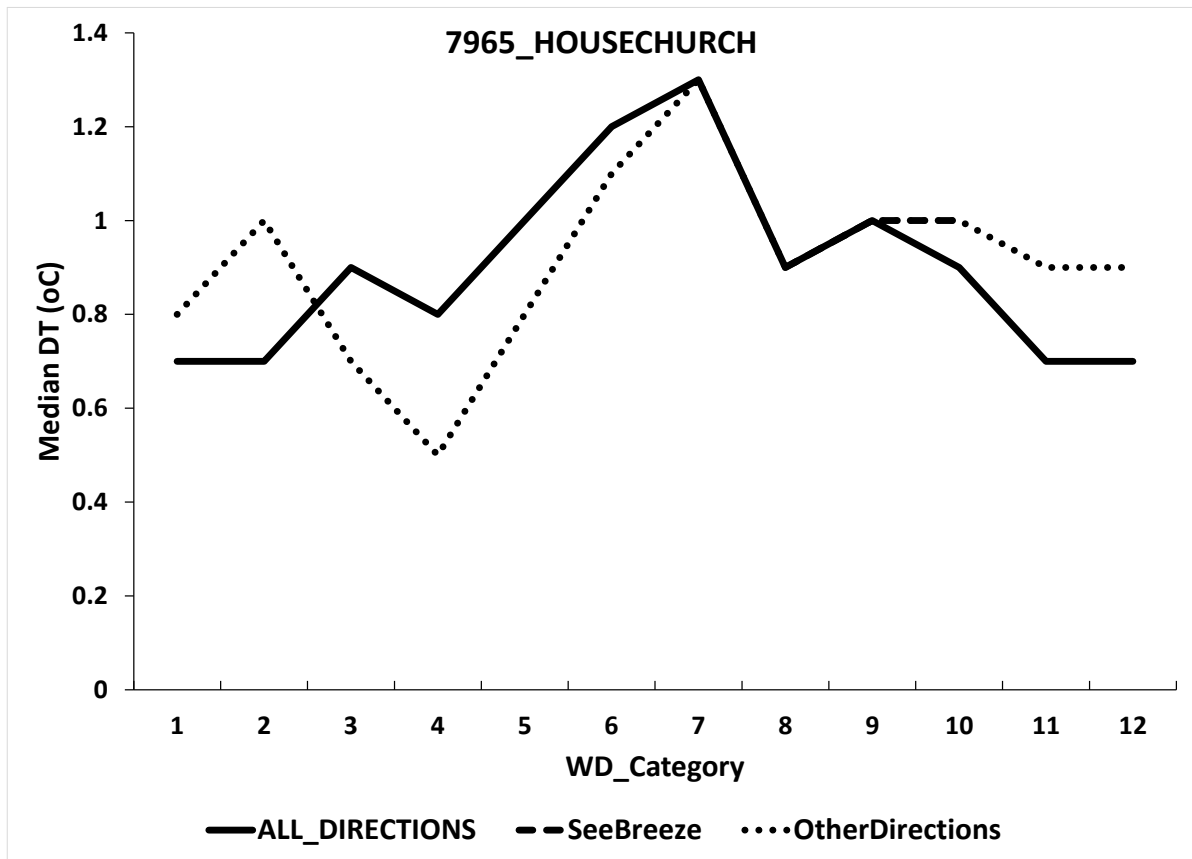
Σχήμα 137: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



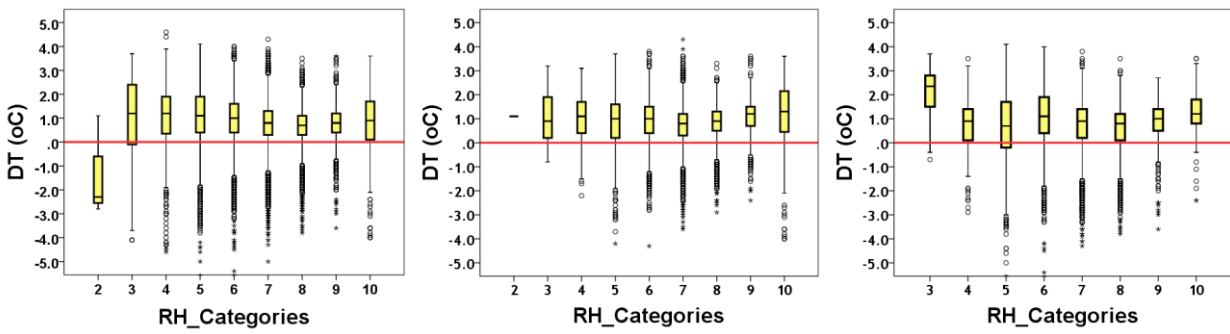
Σχήμα 138: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



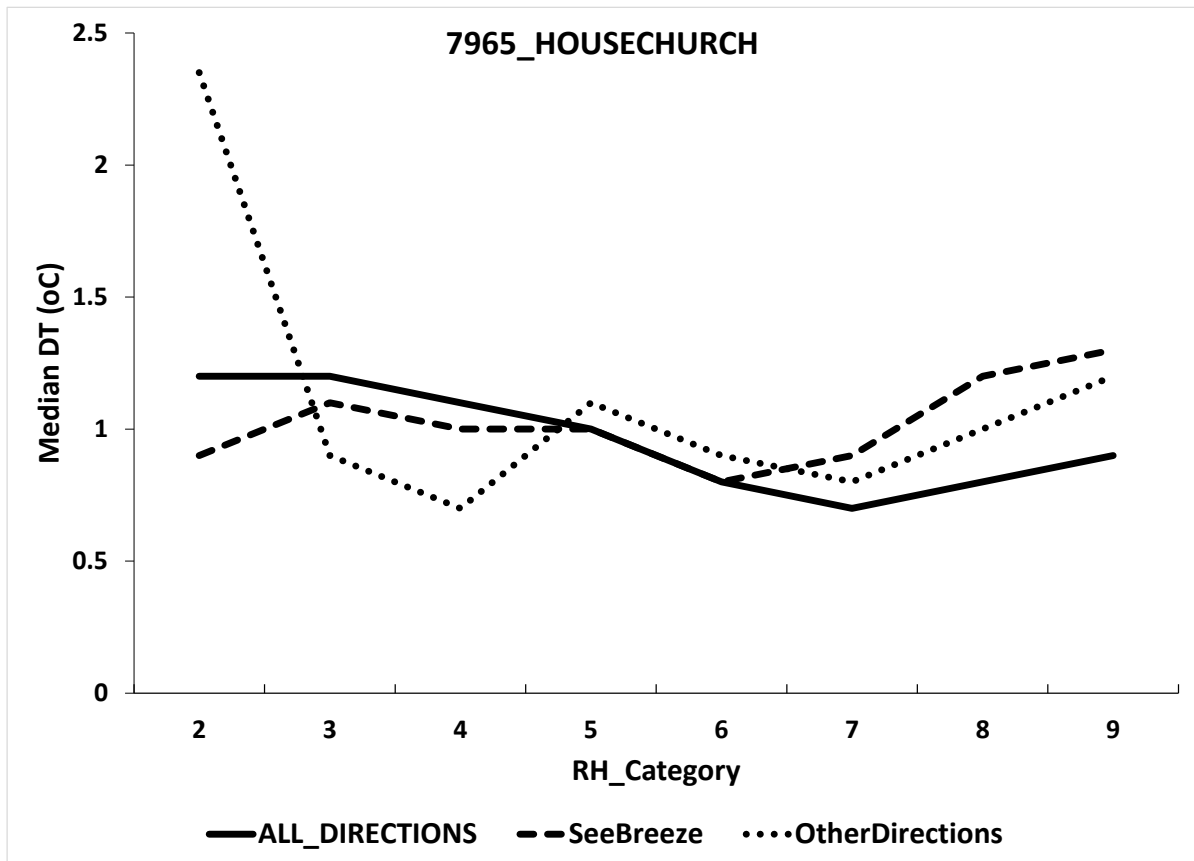
Σχήμα 139: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



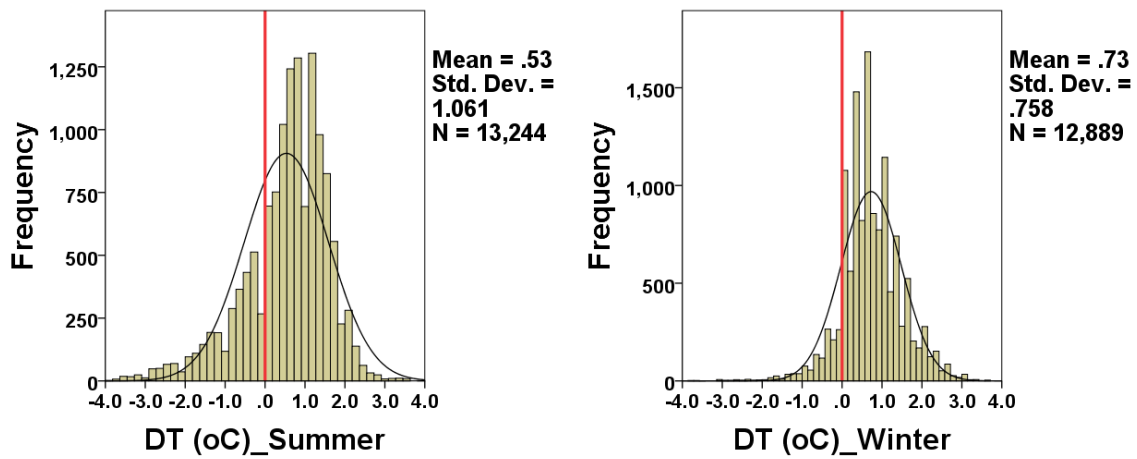
Σχήμα 140: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



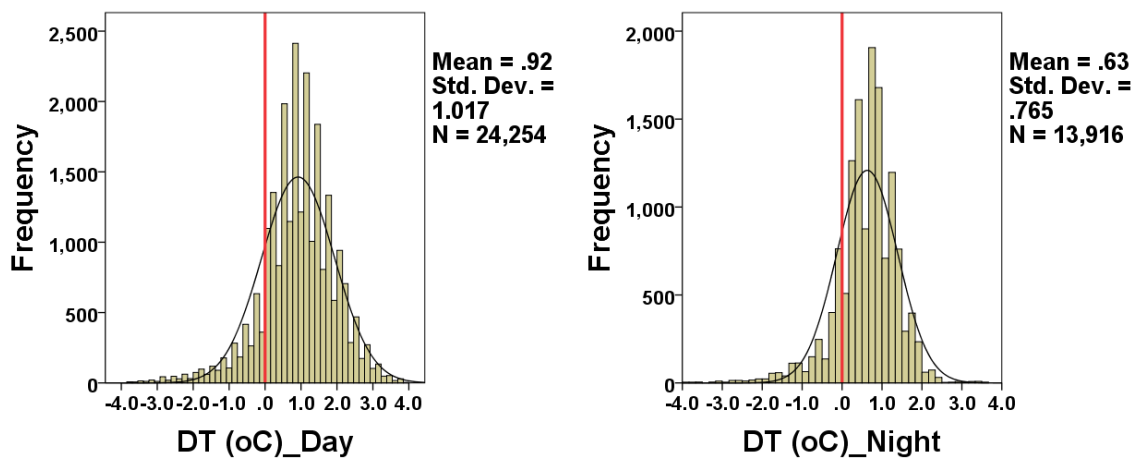
Σχήμα 141: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 142: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

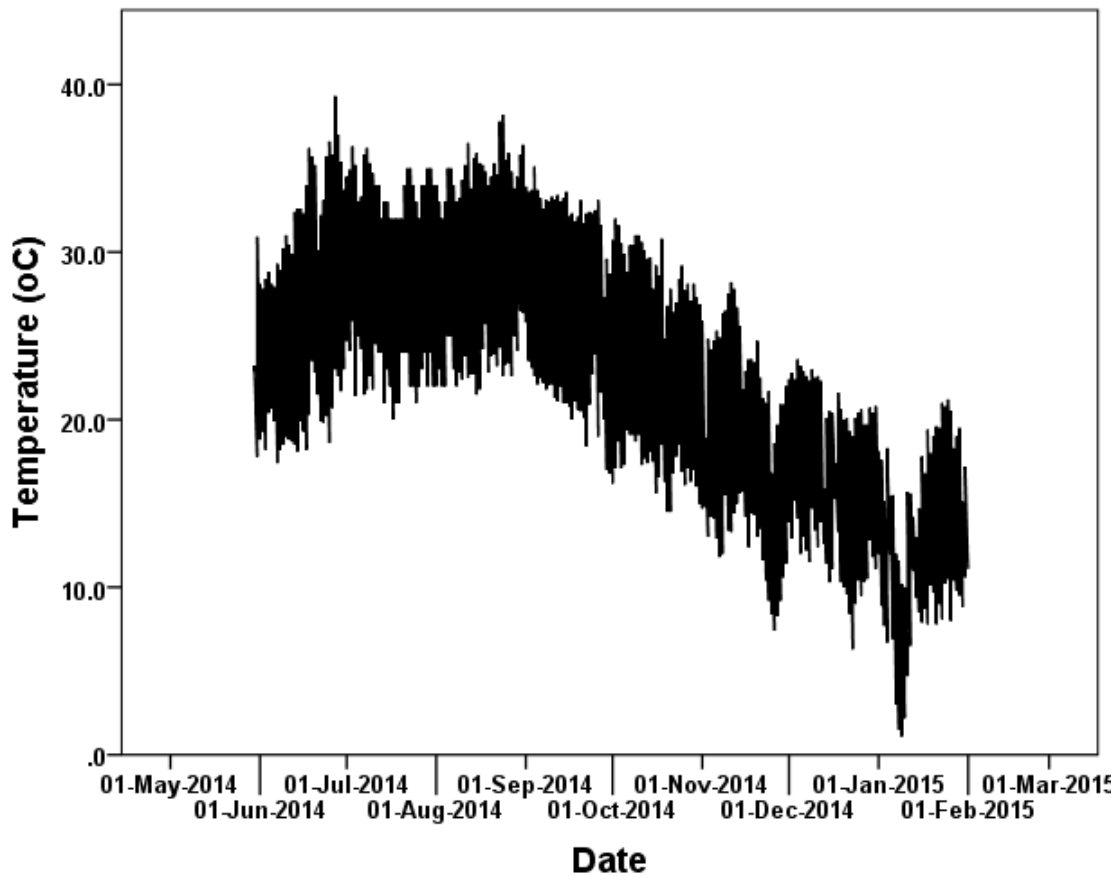


Σχήμα 143: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

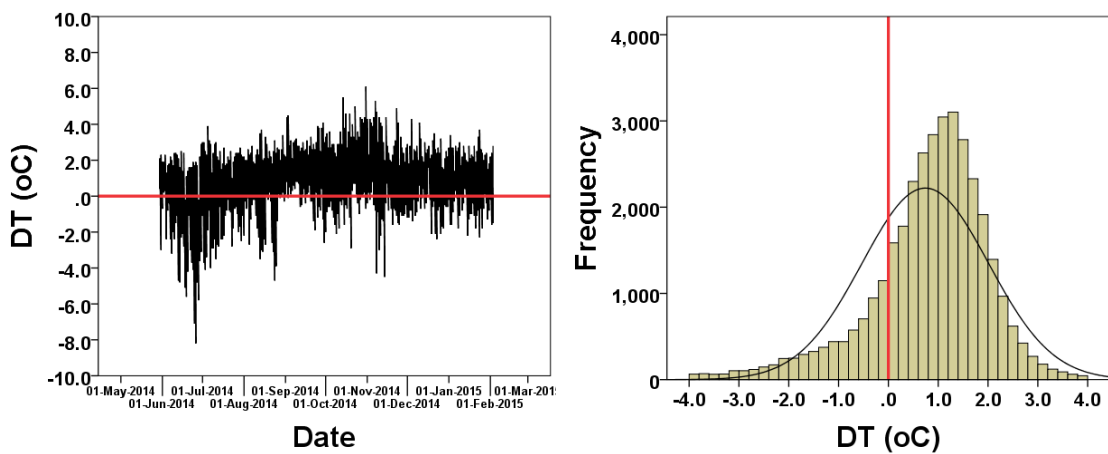


Σχήμα 144: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

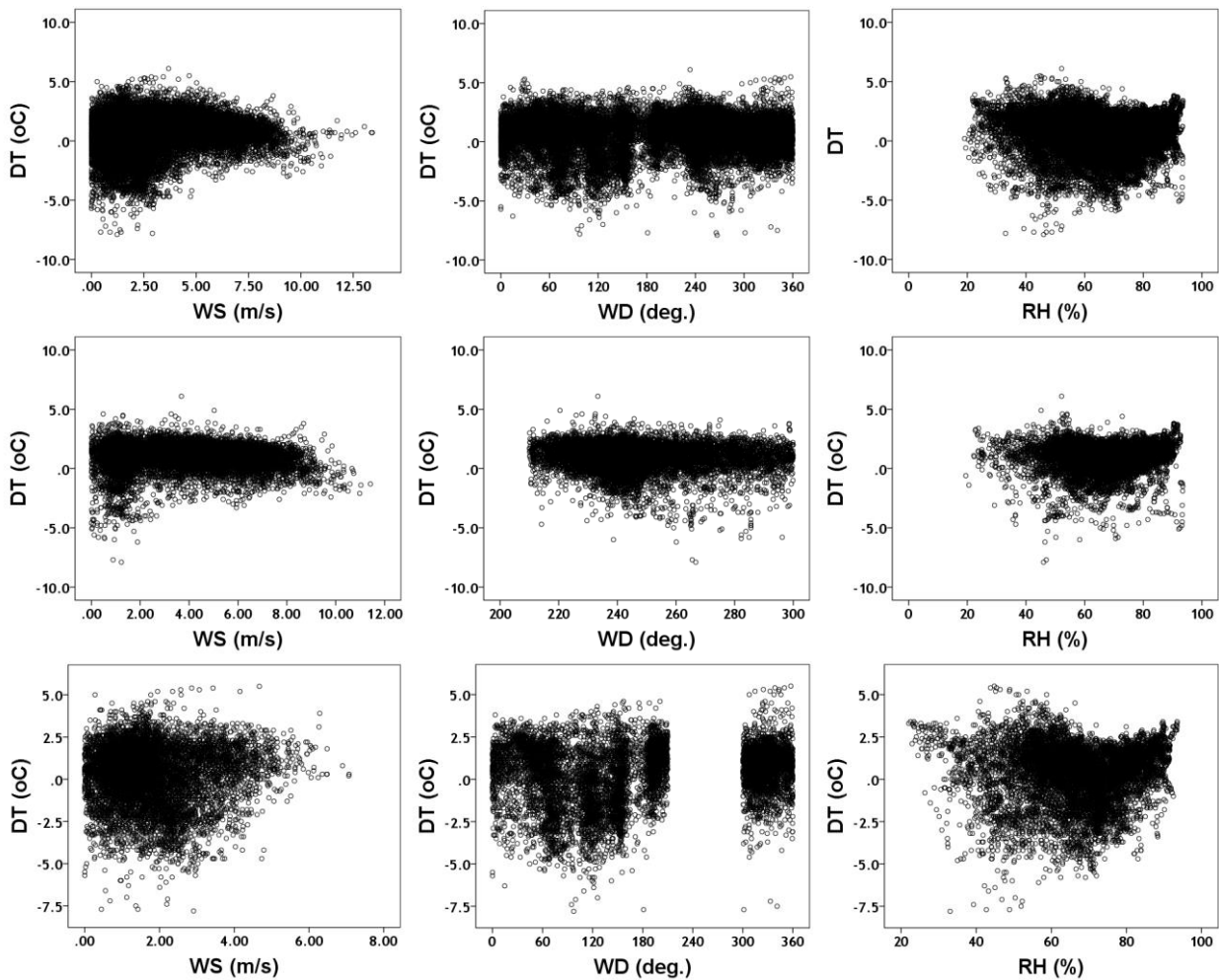
• 7966 – POOR HOUSE



Σχήμα 145: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 146: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)



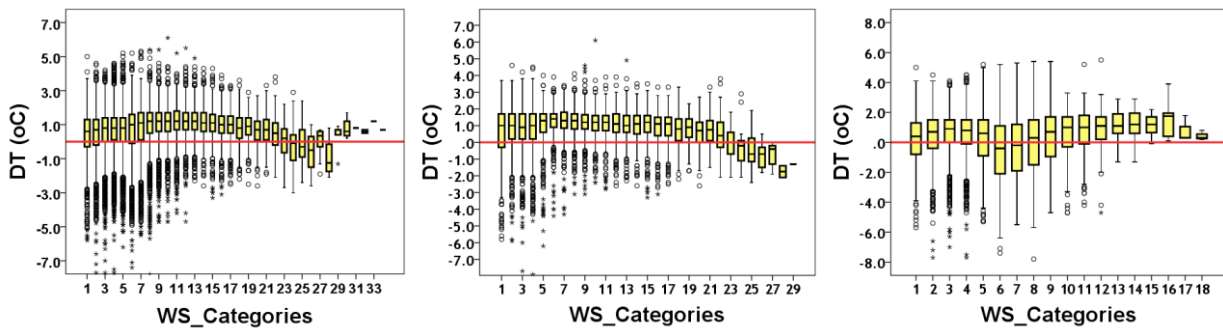
Σχήμα 147: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

| Station number 7966 | | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|--|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | | |
| 0.149 ** | -0.060 ** | -0.048 ** | | Wind Speed |
| -0.077 ** | -0.077 ** | 0.150 ** | | Wind Direction |
| -0.110 ** | 0.022 * | -0.010 | | Relative Humidity |

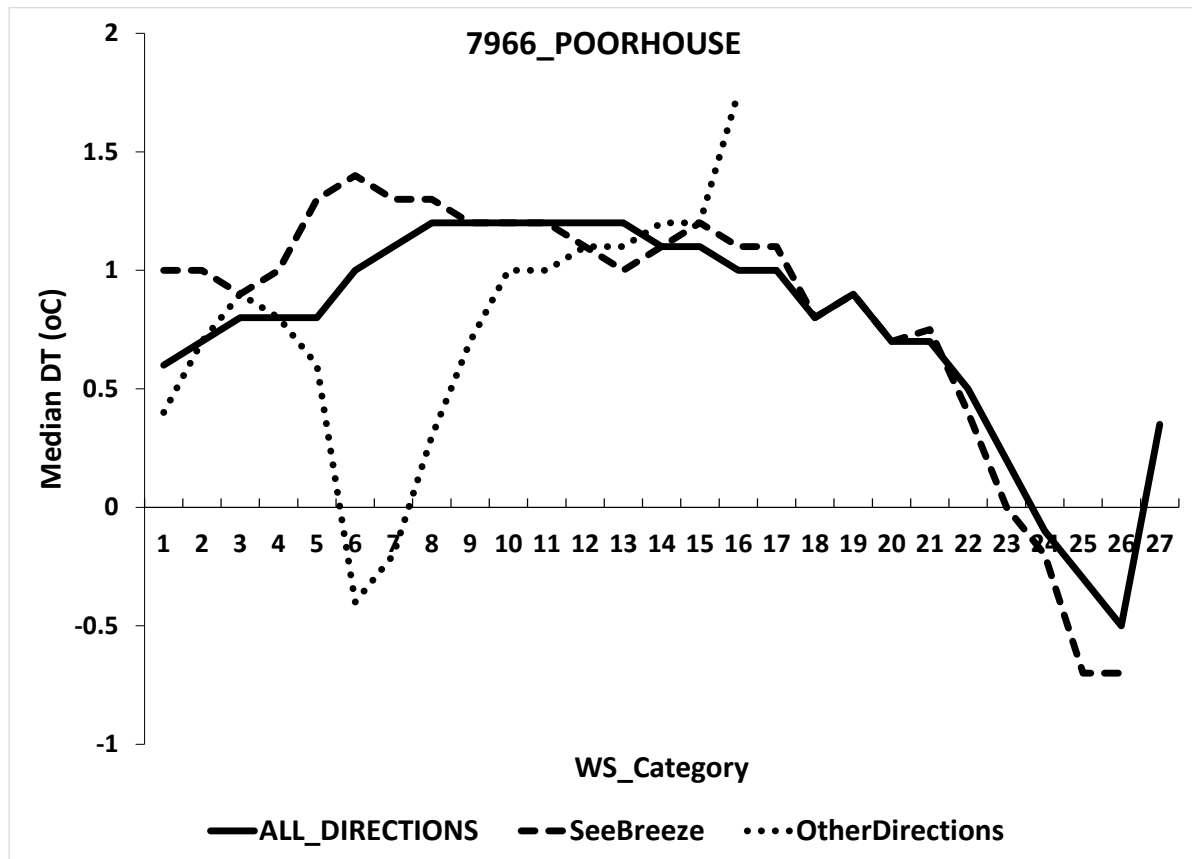
** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

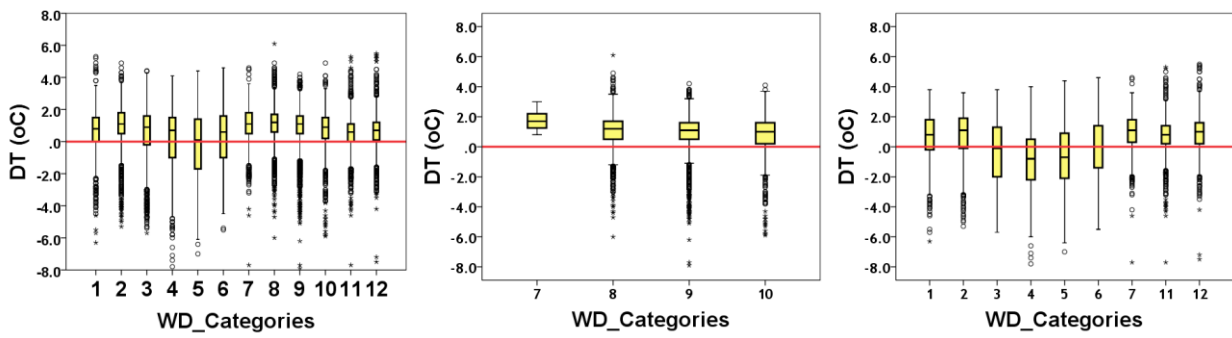
Πίνακας 22: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



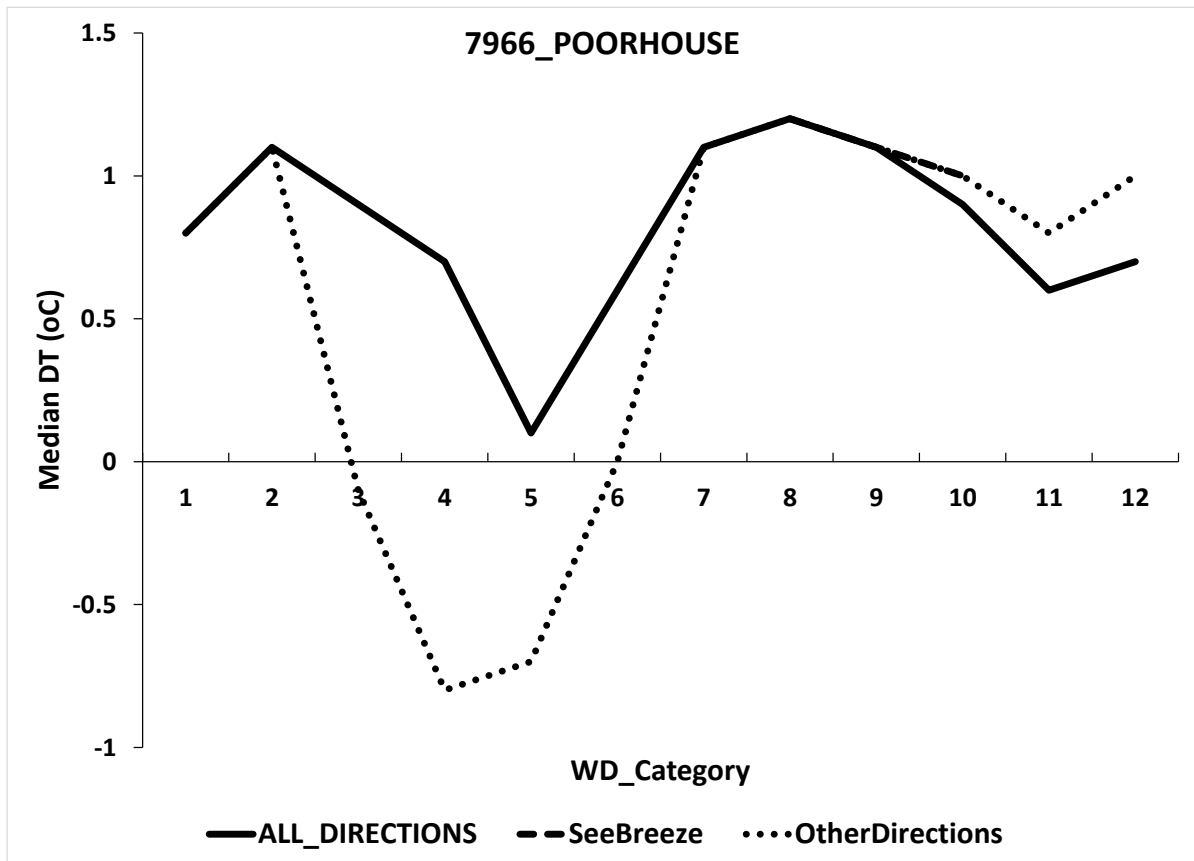
Σχήμα 148: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



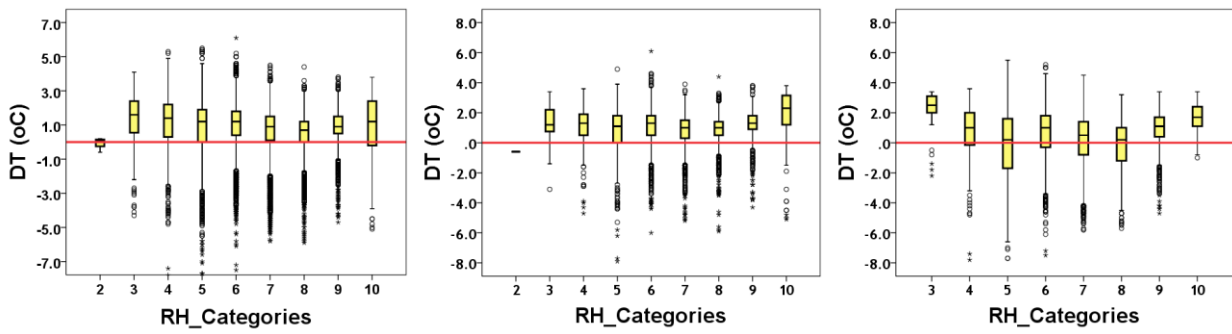
Σχήμα 149: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



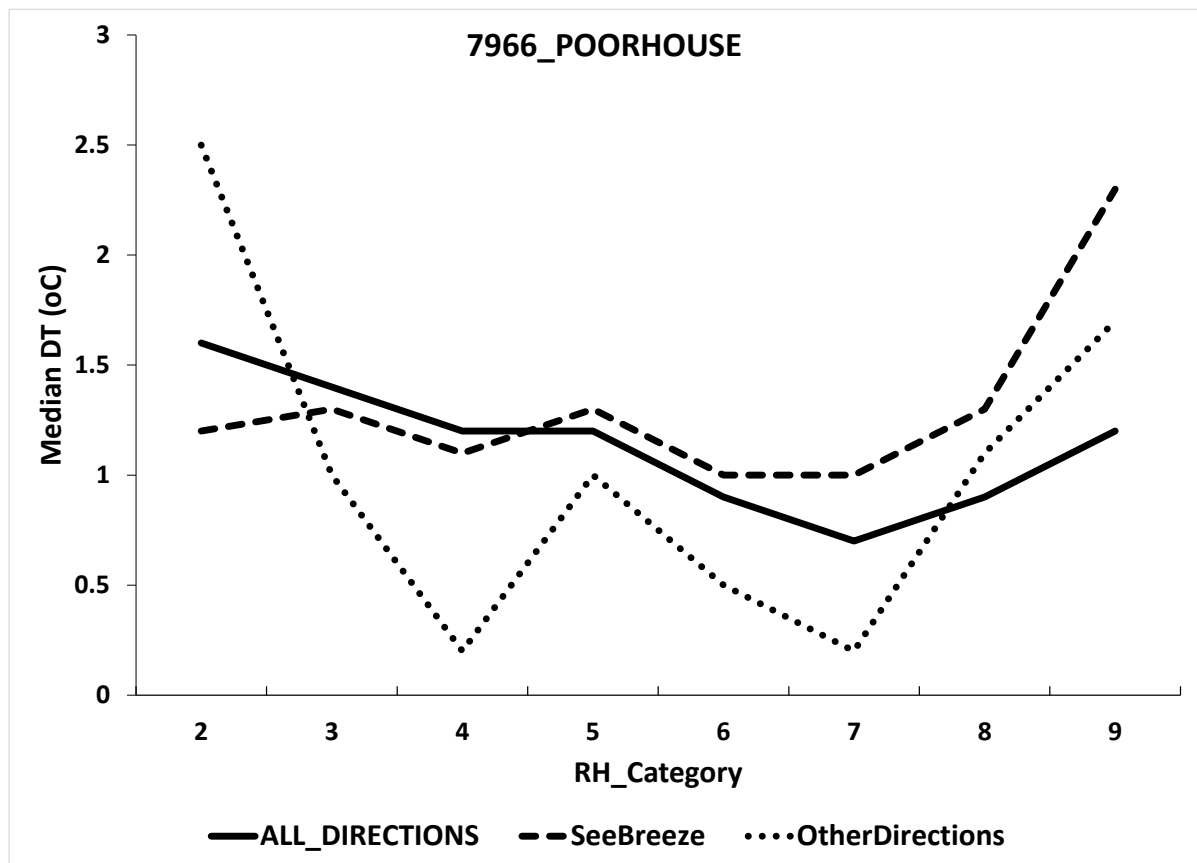
Σχήμα 150: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



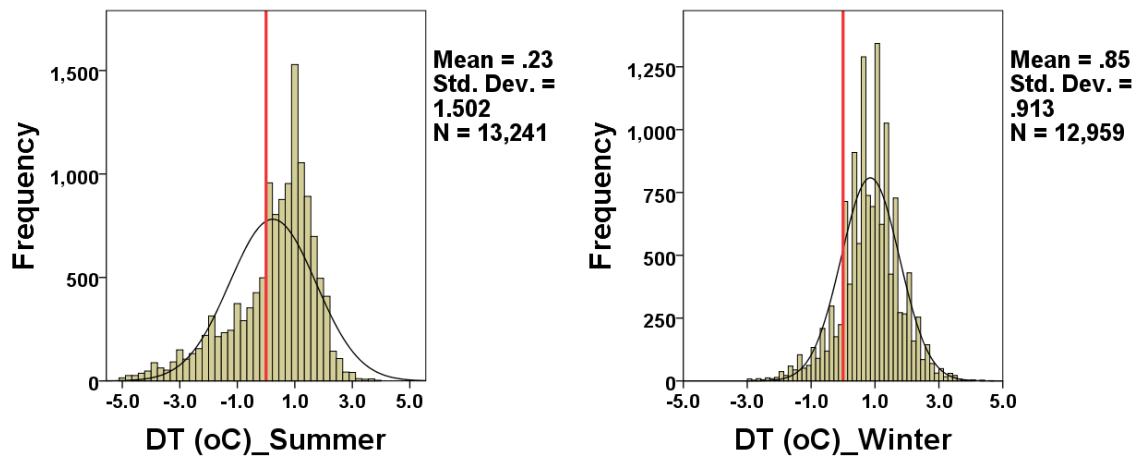
Σχήμα 151: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



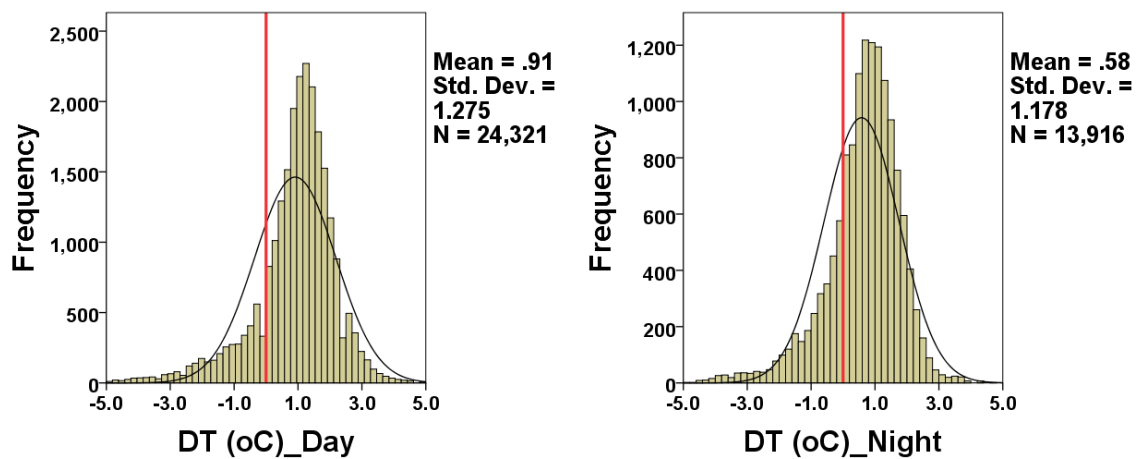
Σχήμα 152: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 153: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

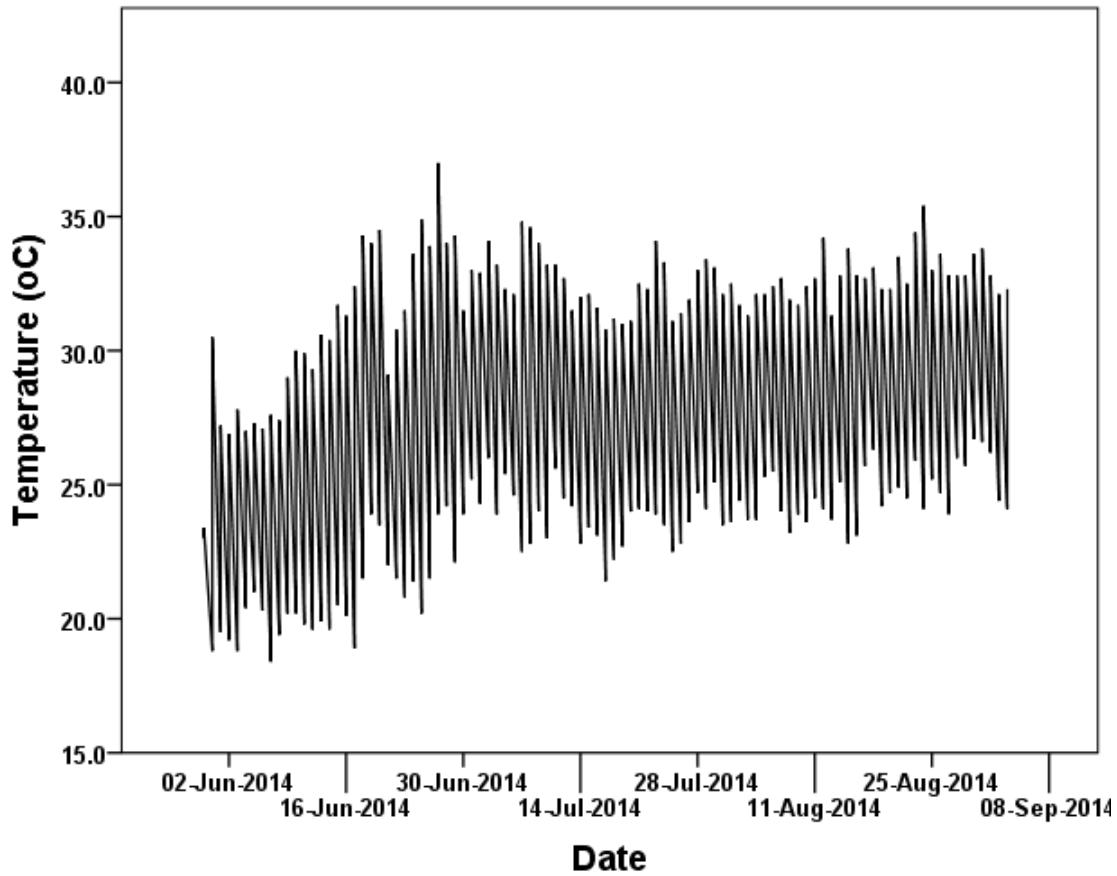


Σχήμα 154: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

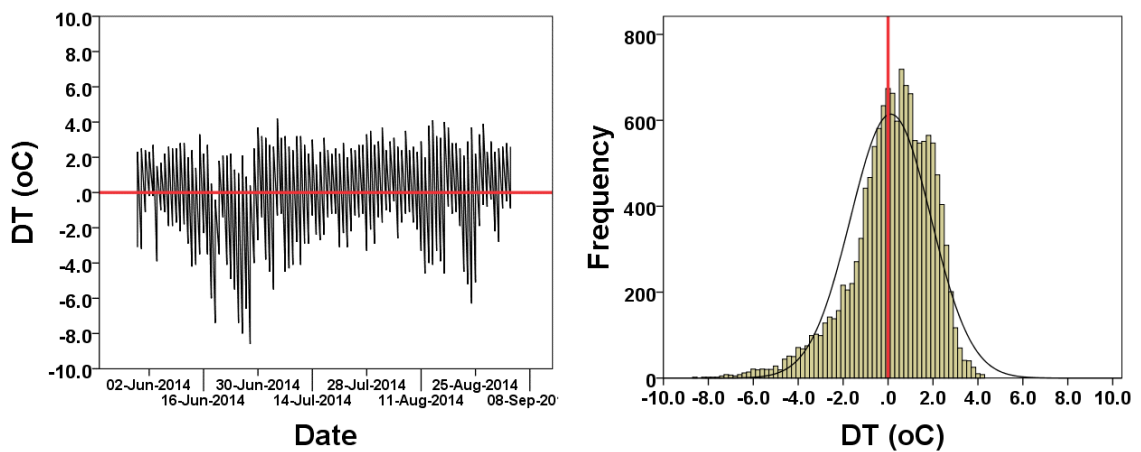


Σχήμα 155: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

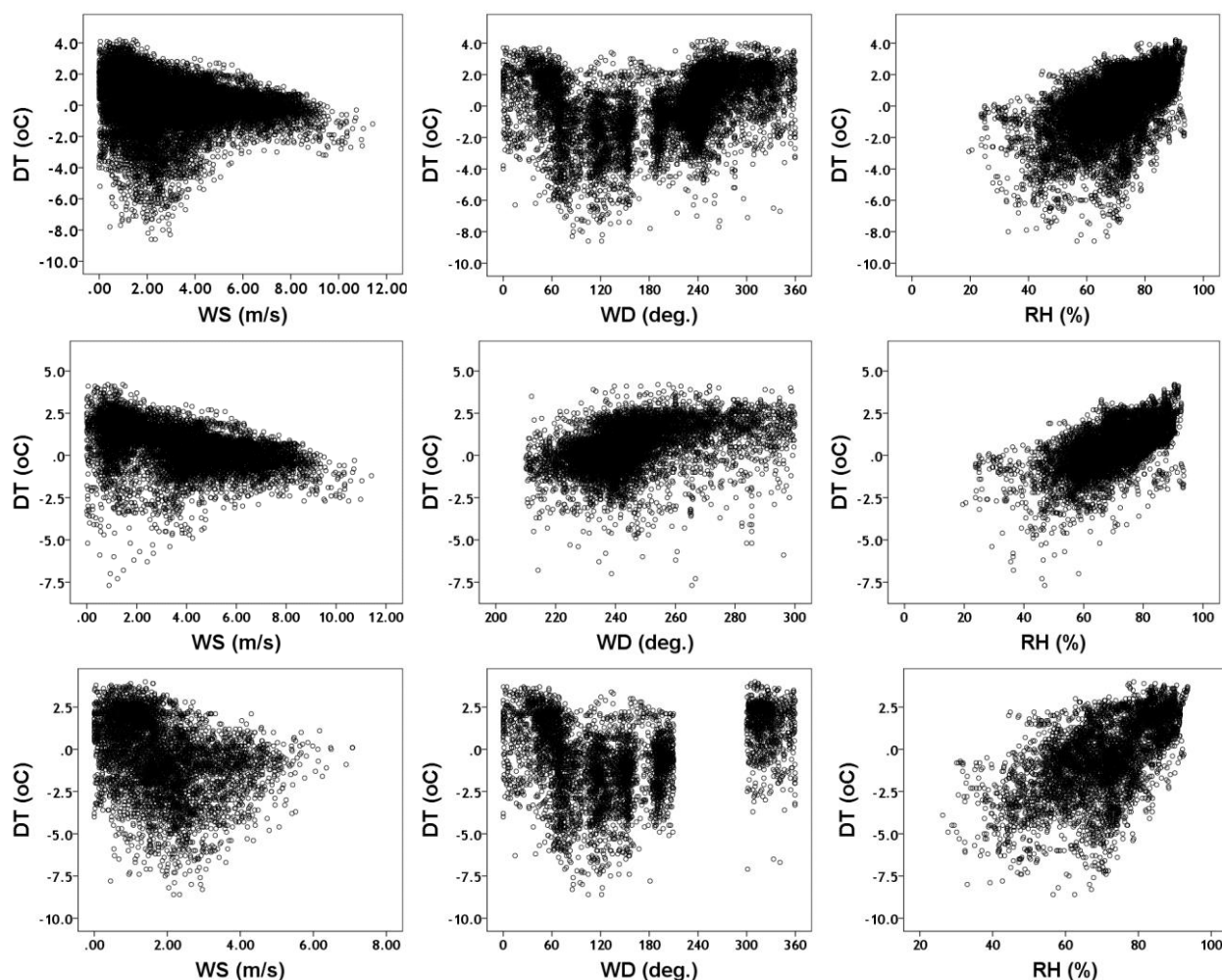
- 7940 – Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου



Σχήμα 156: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 157: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

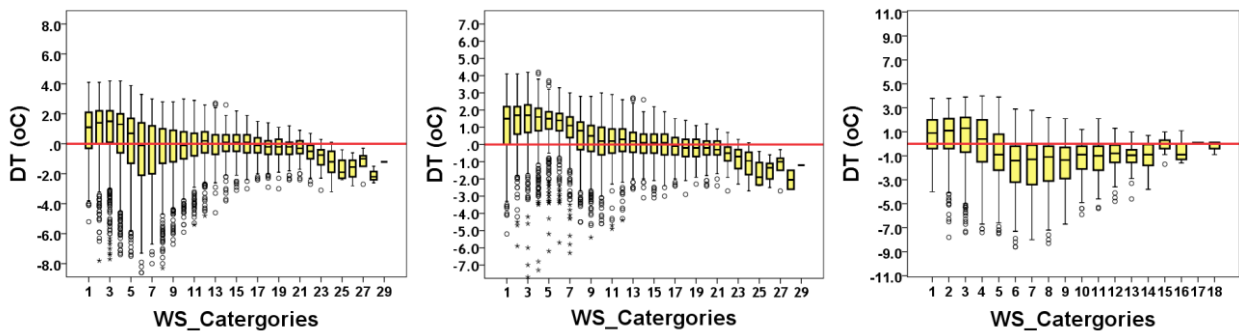


Σχήμα 158: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

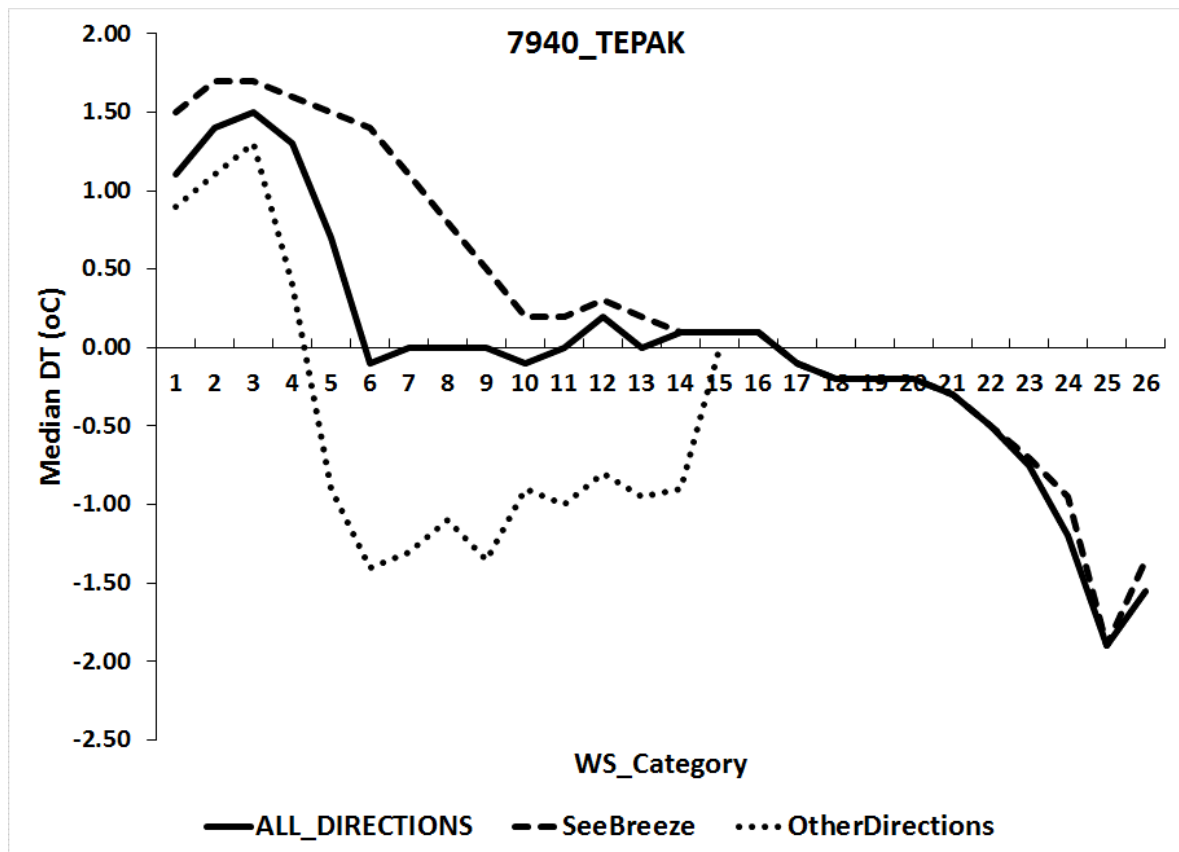
| Station number 7940 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.319 ** | -0.511 ** | -0.417 ** | Wind Speed |
| 0.425 ** | 0.481 ** | 0.061 ** | Wind Direction |
| 0.615 ** | 0.678 ** | 0.607 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

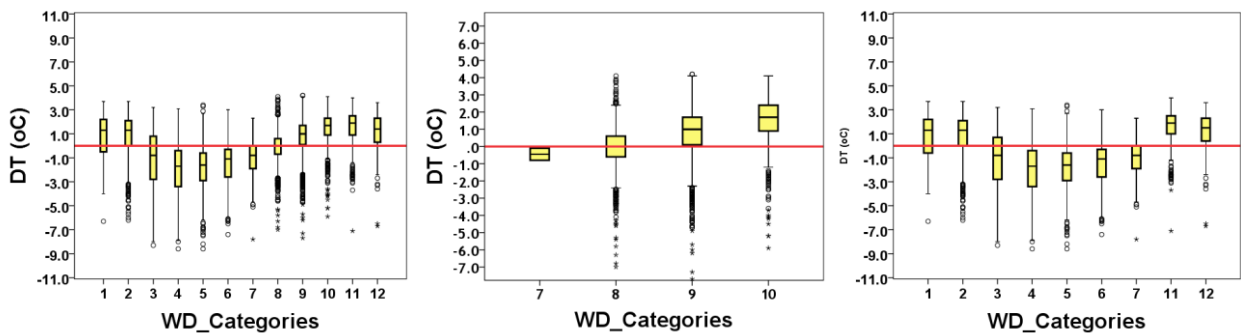
Πίνακας 23: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



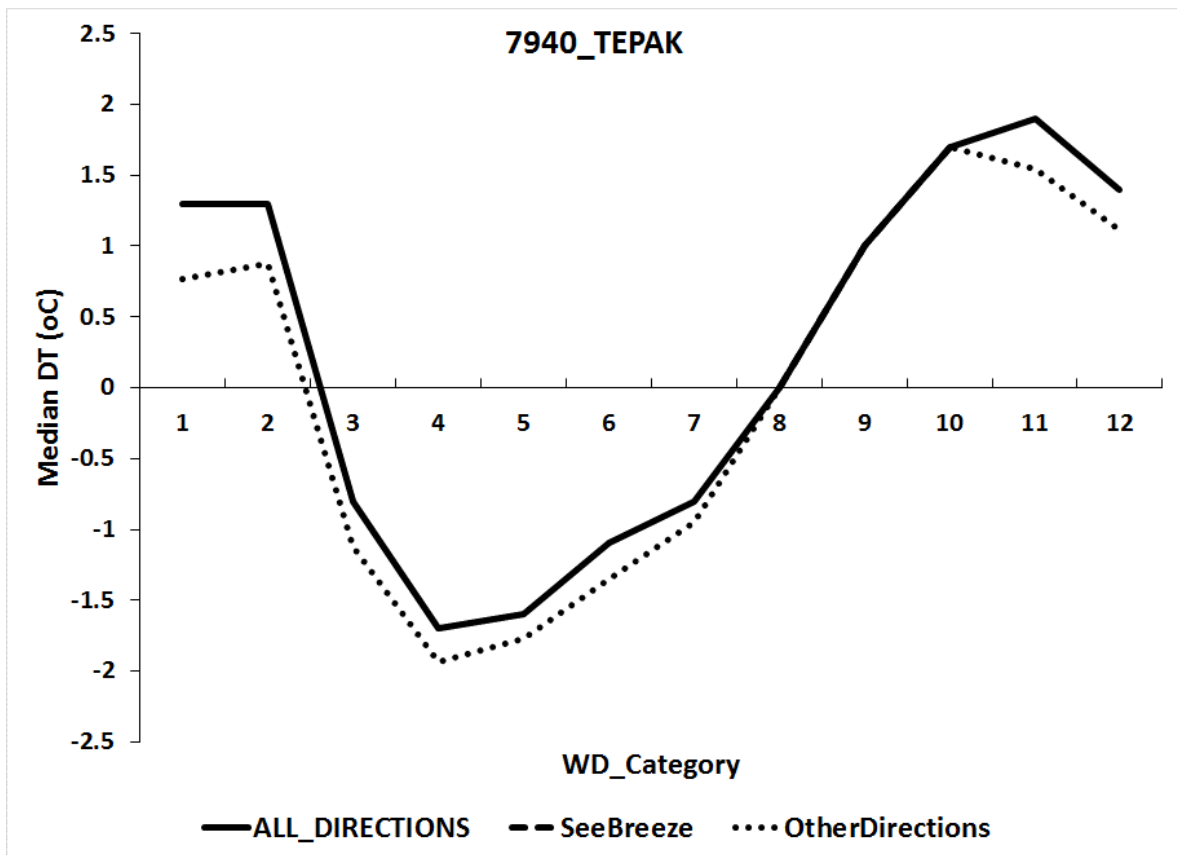
Σχήμα 159: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



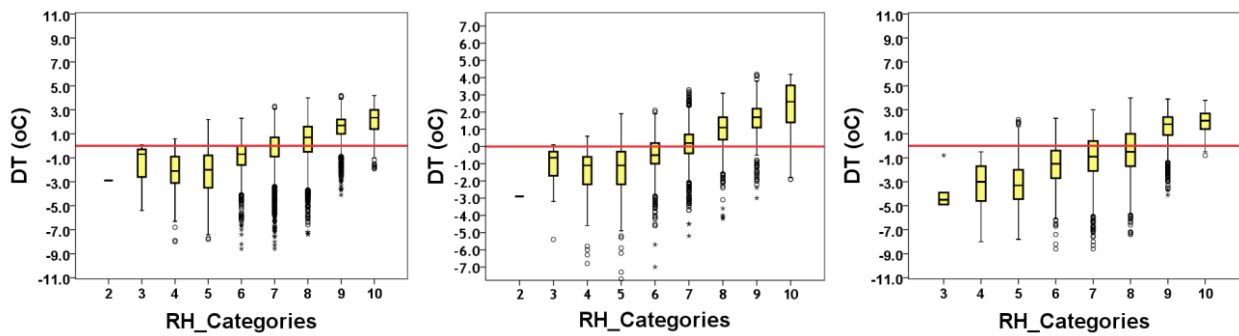
Σχήμα 160: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μιάρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



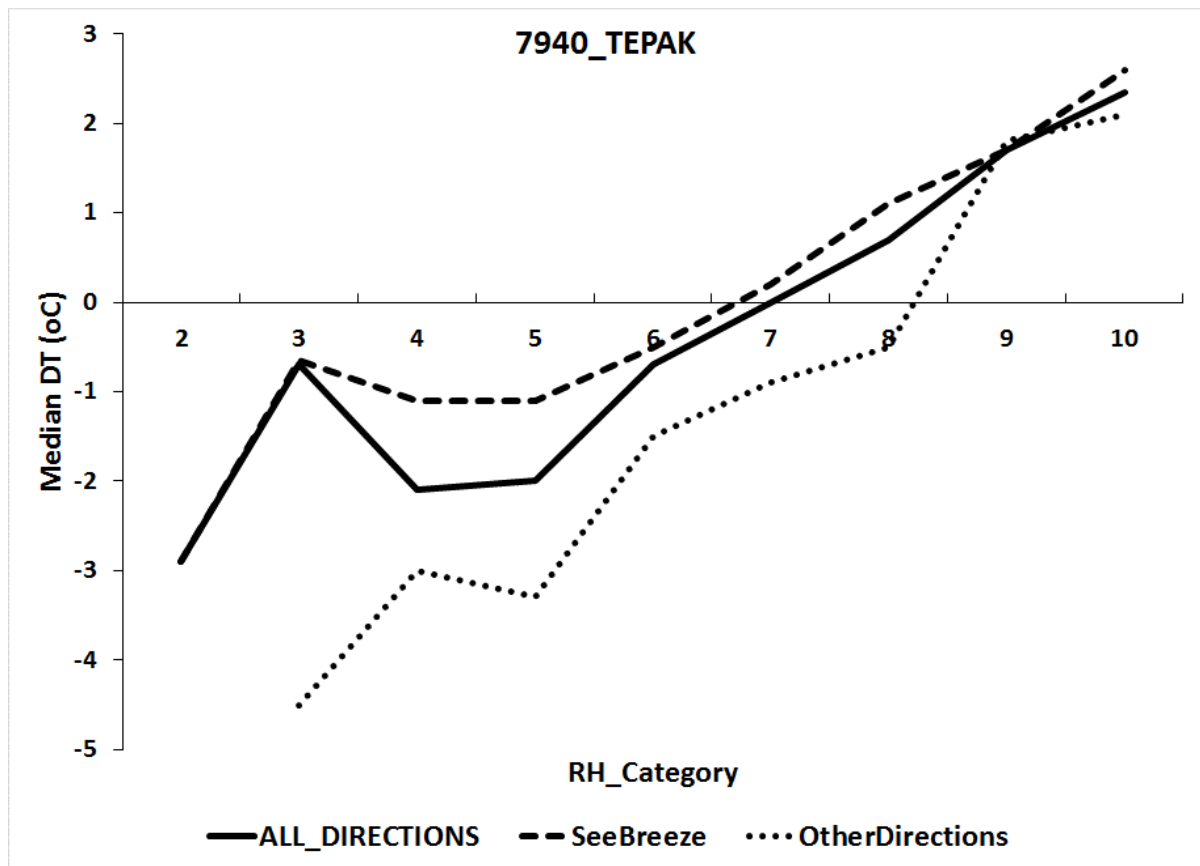
Σχήμα 161: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



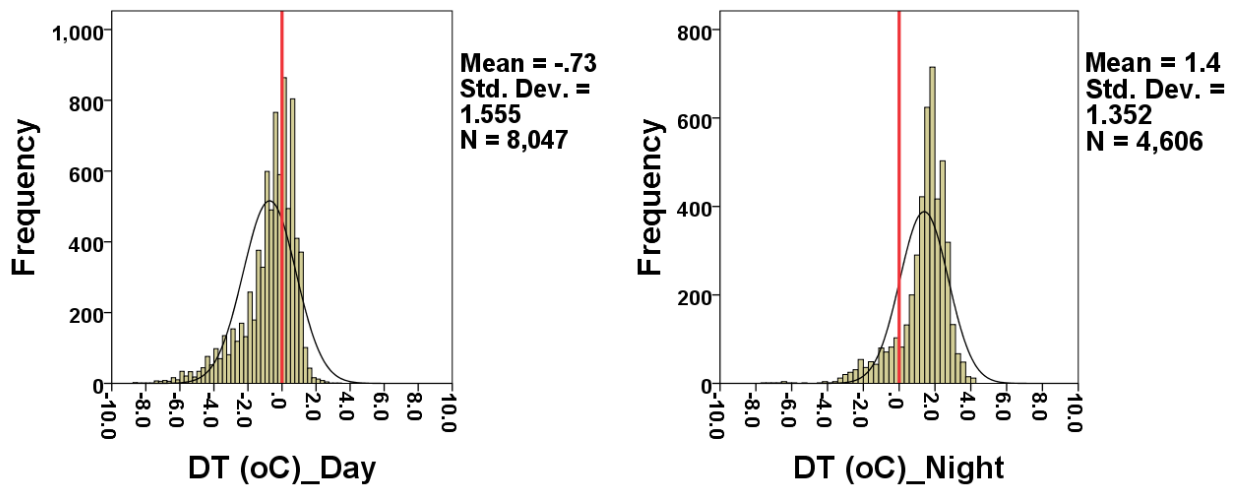
Σχήμα 162: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



Σχήμα 163: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)

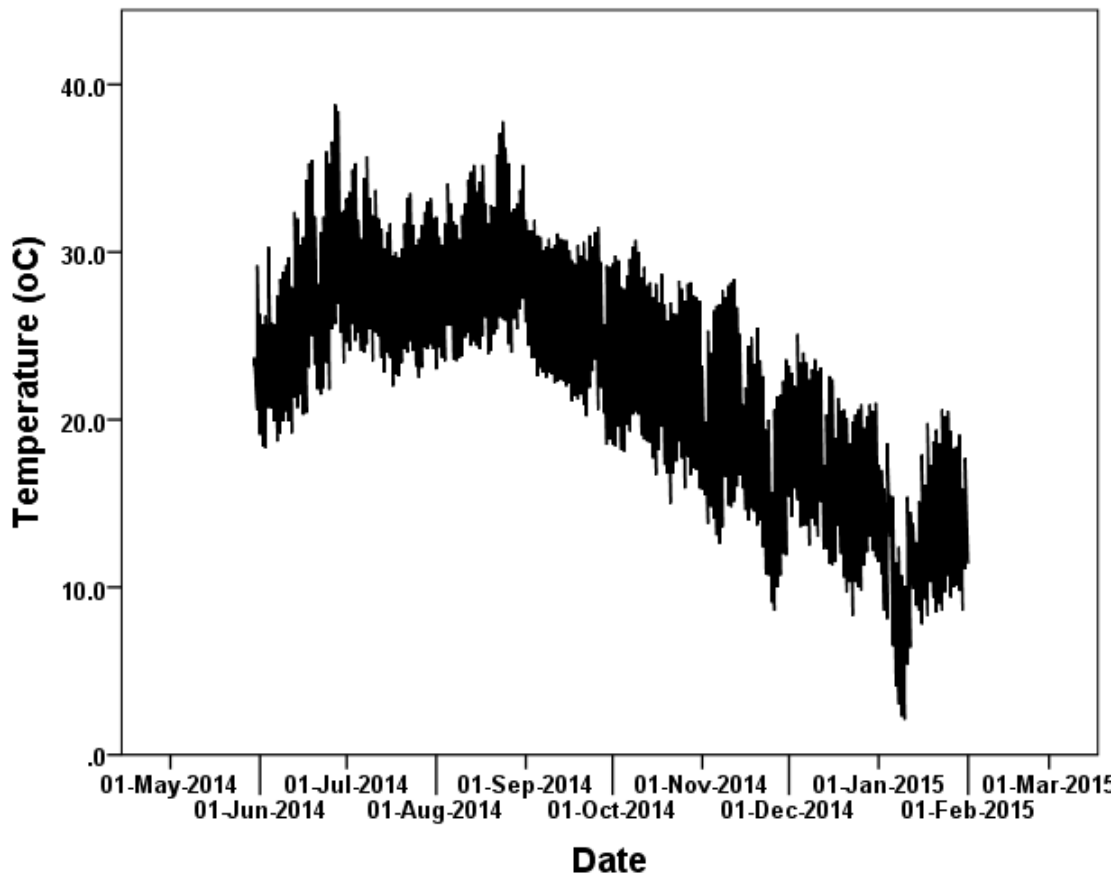


Σχήμα 164: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

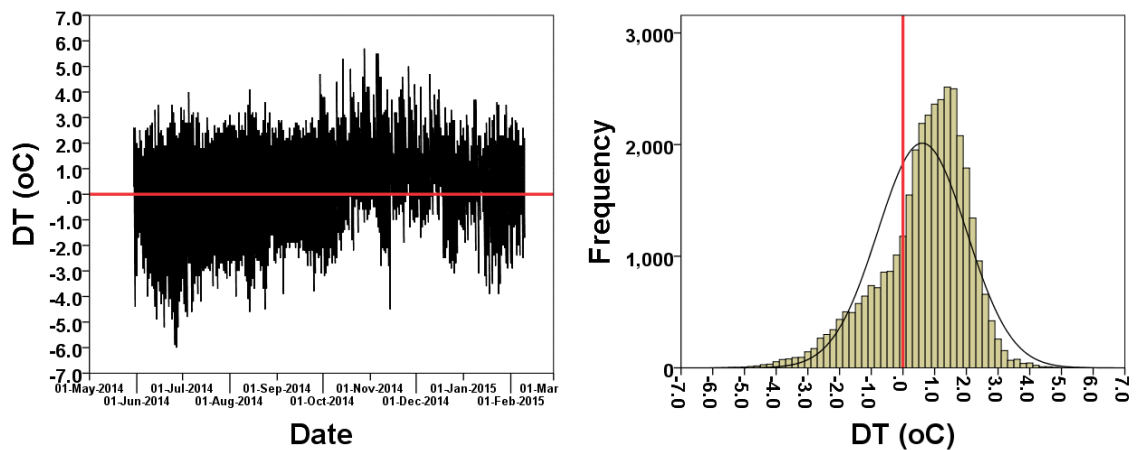


Σχήμα 165: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

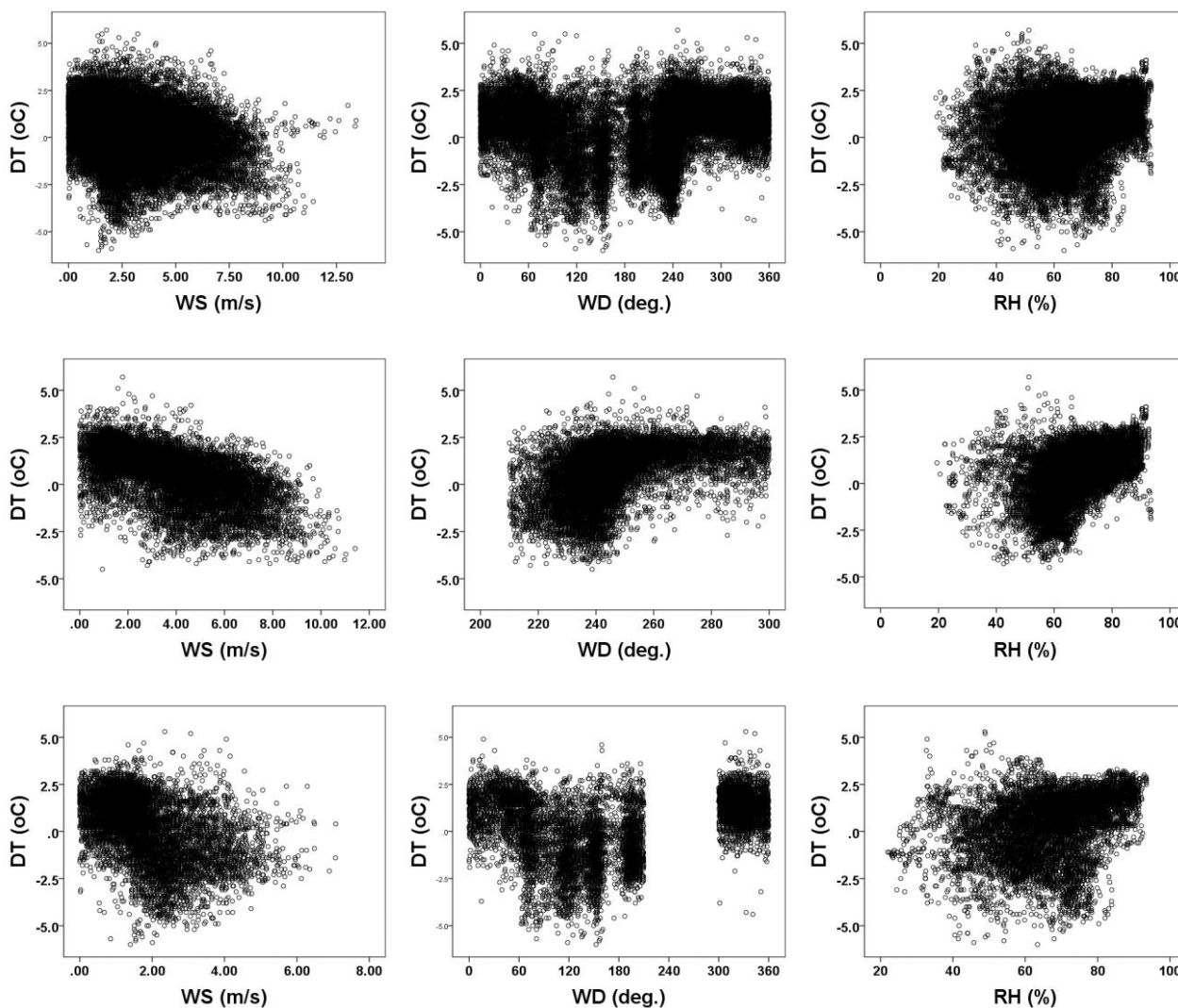
• 7941 – Πλυντήριο Αυτοκινήτων VIVARDI..



Σχήμα 166: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 167: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

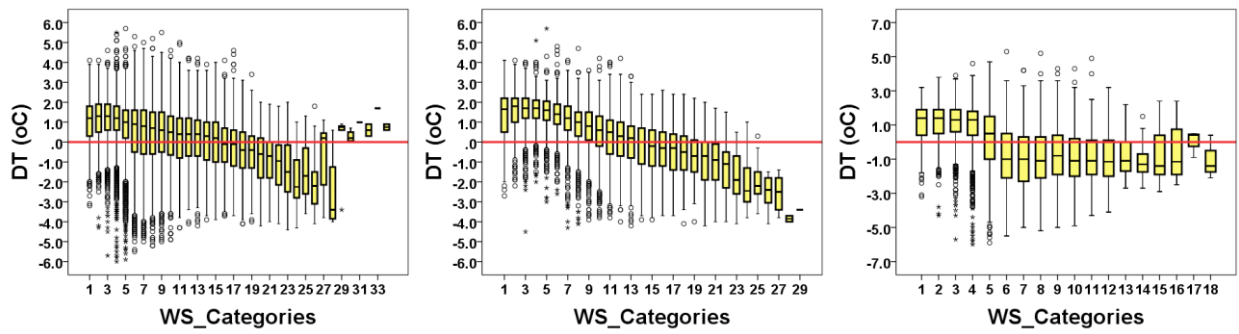


Σχήμα 168: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

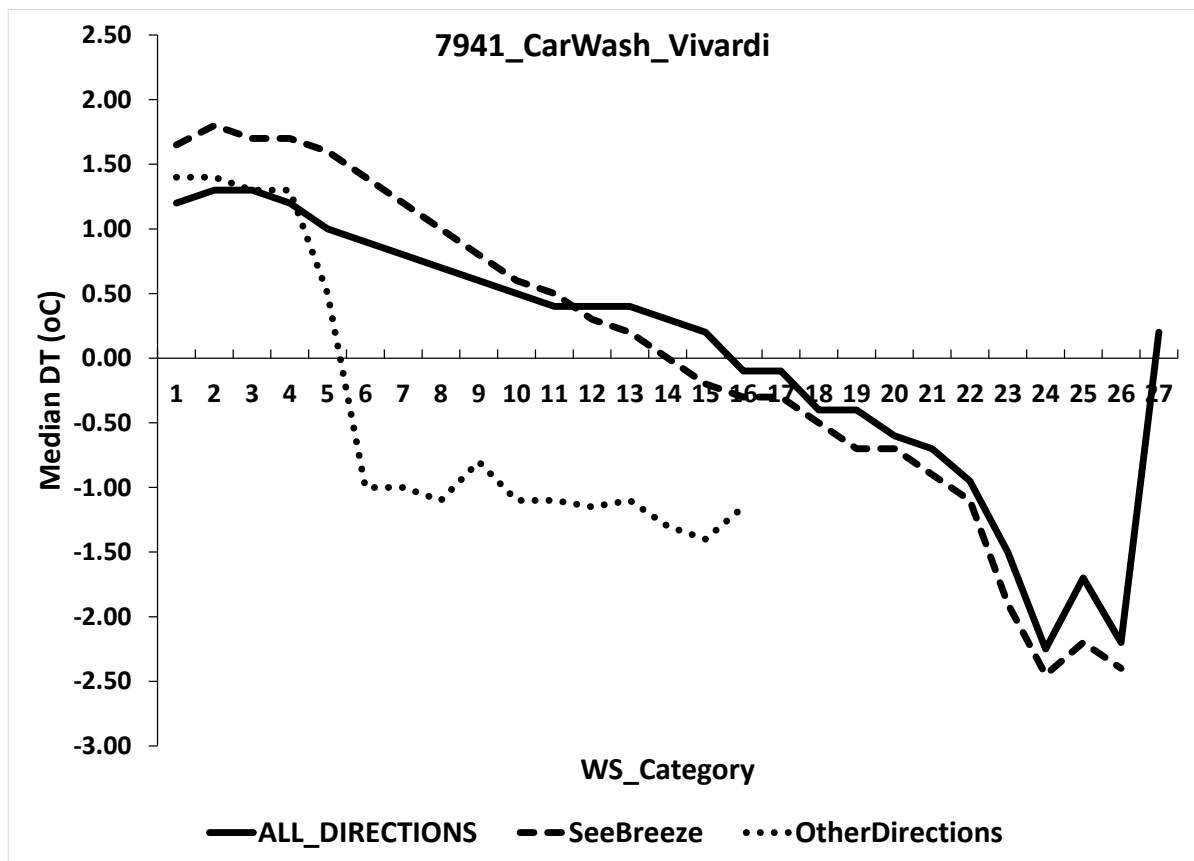
| Station number 7941 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.341 ** | -0.617 ** | -0.497 ** | Wind Speed |
| 0.237 ** | 0.514 ** | 0.201 ** | Wind Direction |
| 0.295 ** | 0.496 ** | 0.368 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

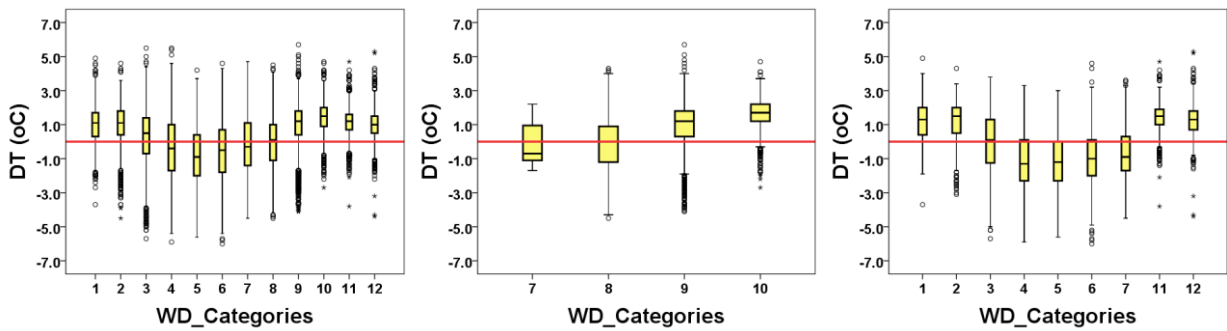
Πίνακας 24: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



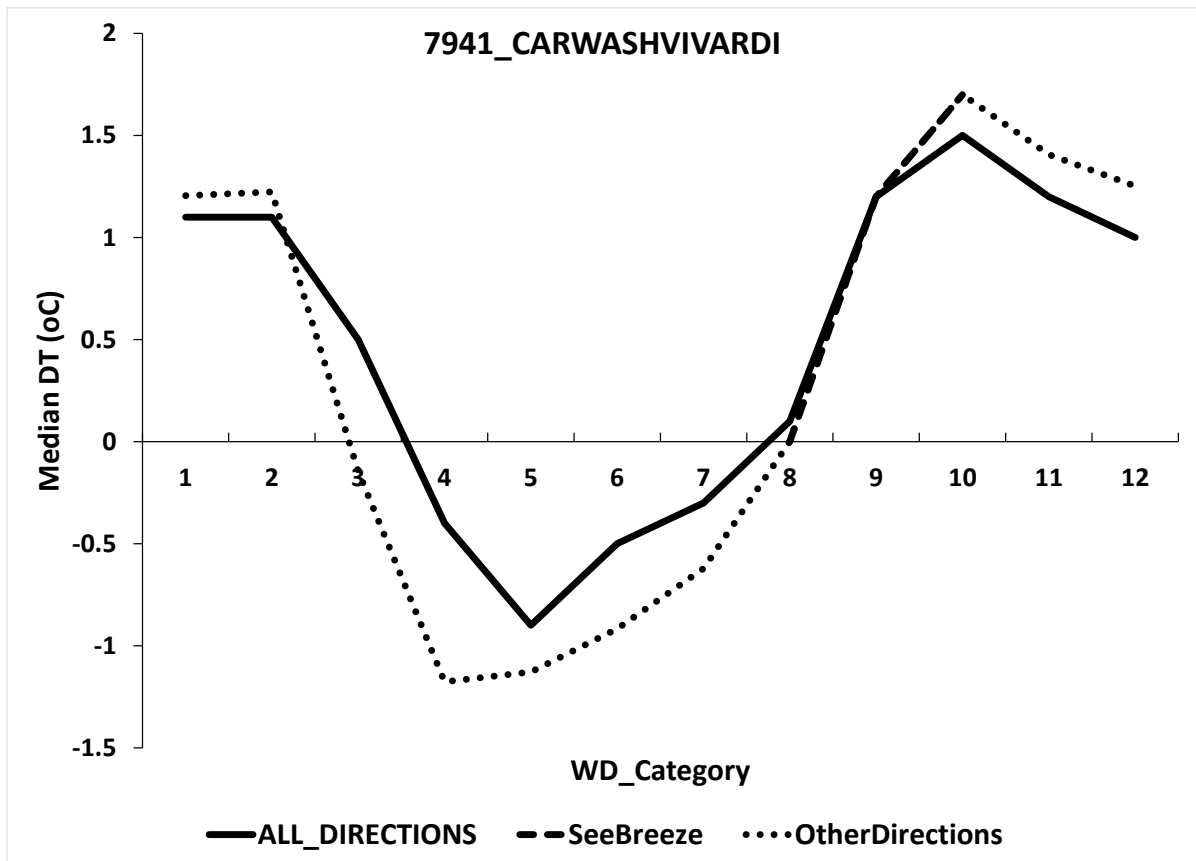
Σχήμα 169: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



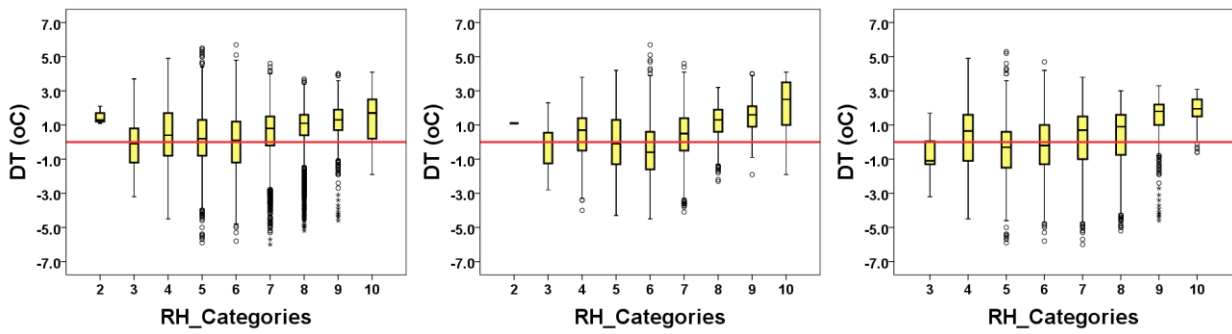
Σχήμα 170: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



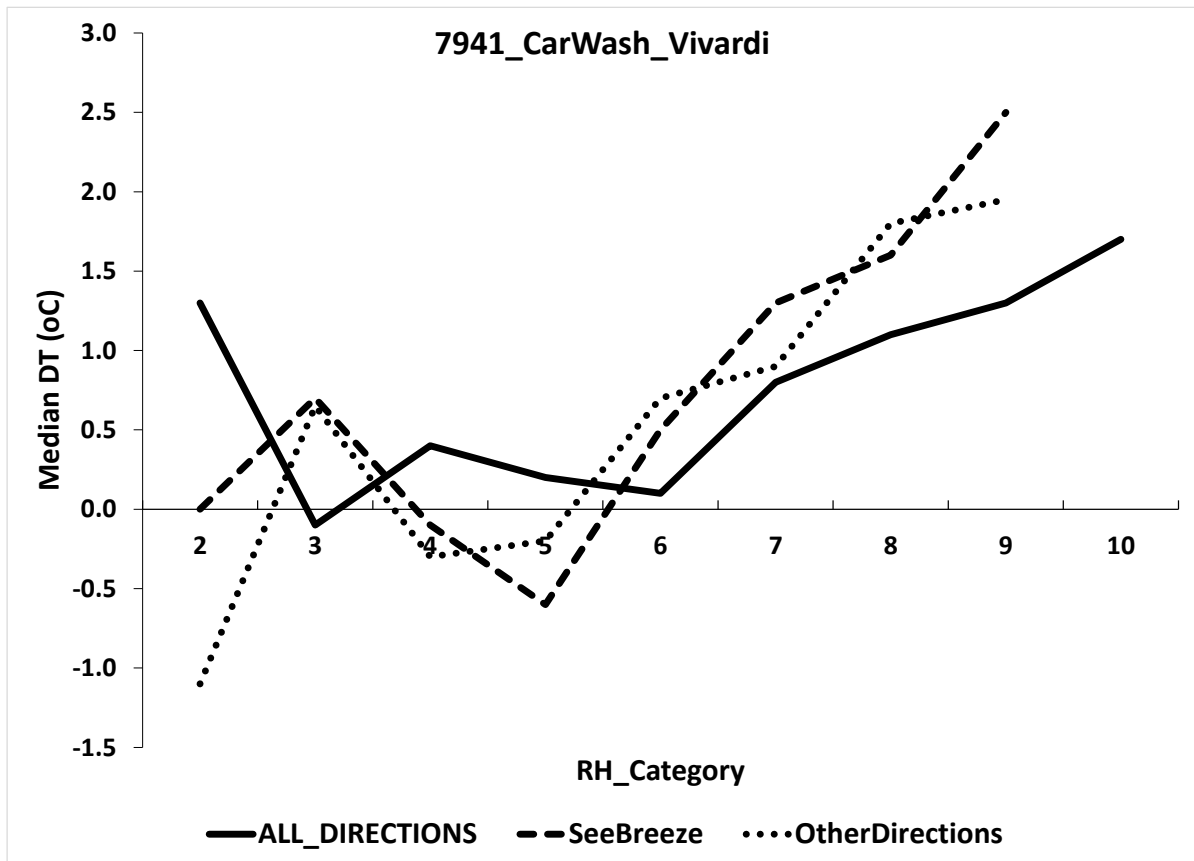
Σχήμα 171: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



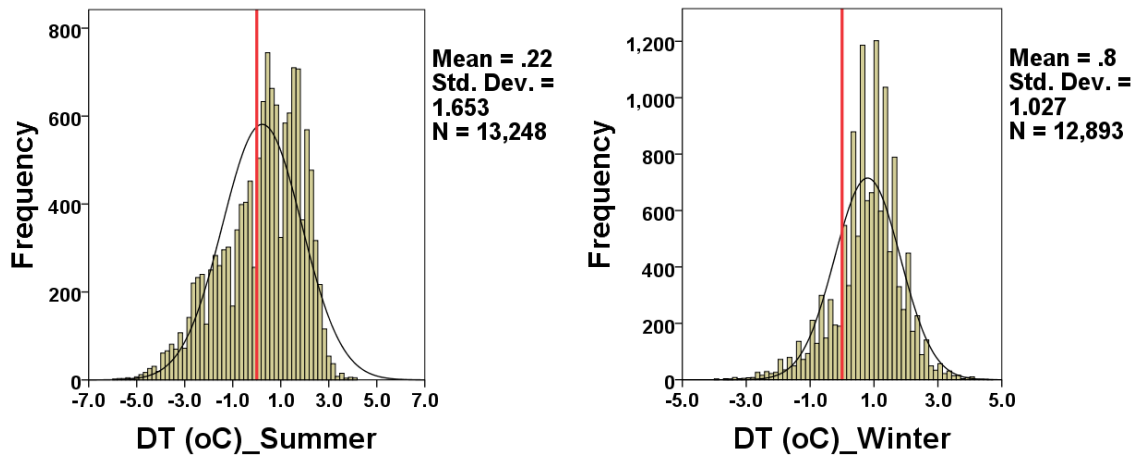
Σχήμα 172: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



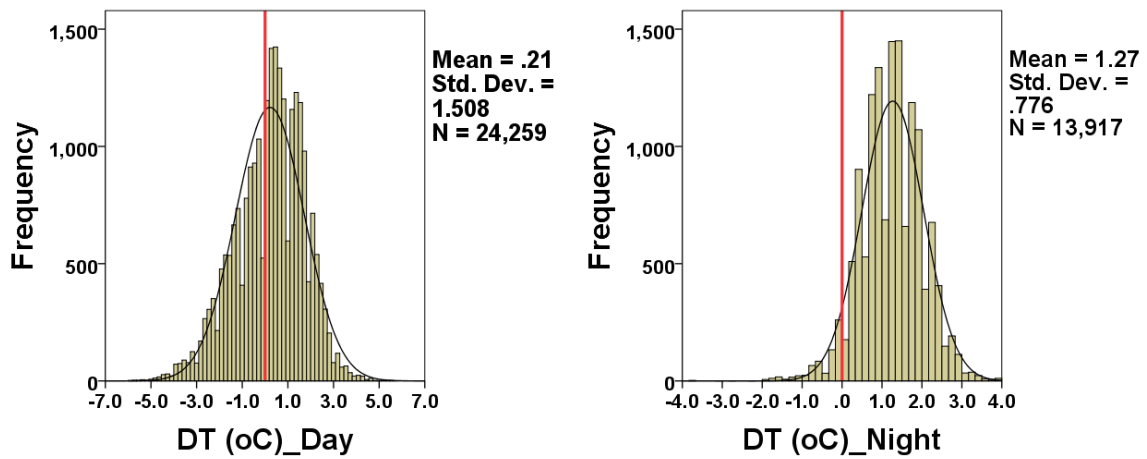
Σχήμα 173: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 174: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

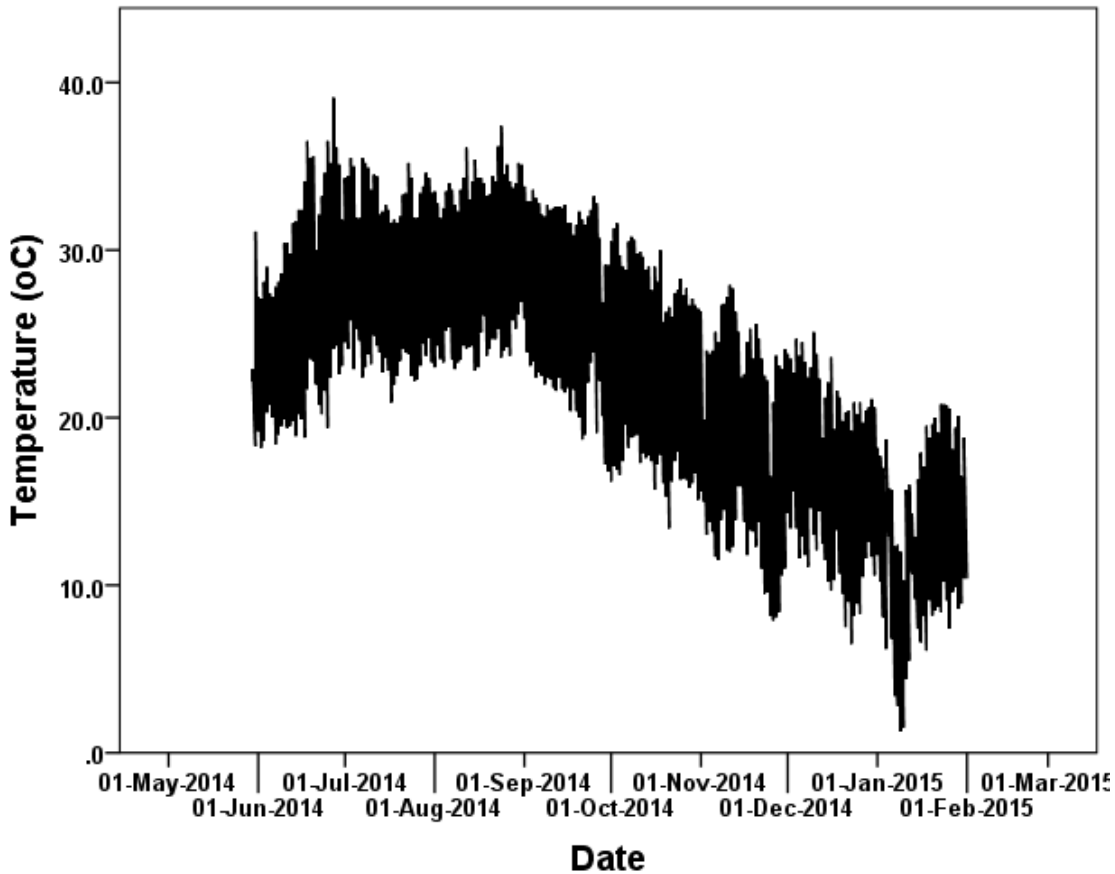


Σχήμα 175: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

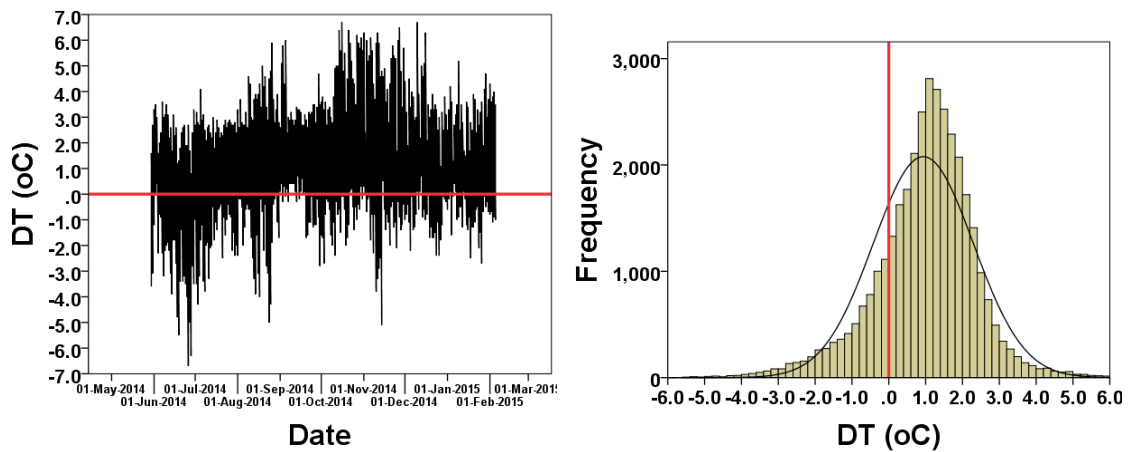


Σχήμα 176: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυκτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

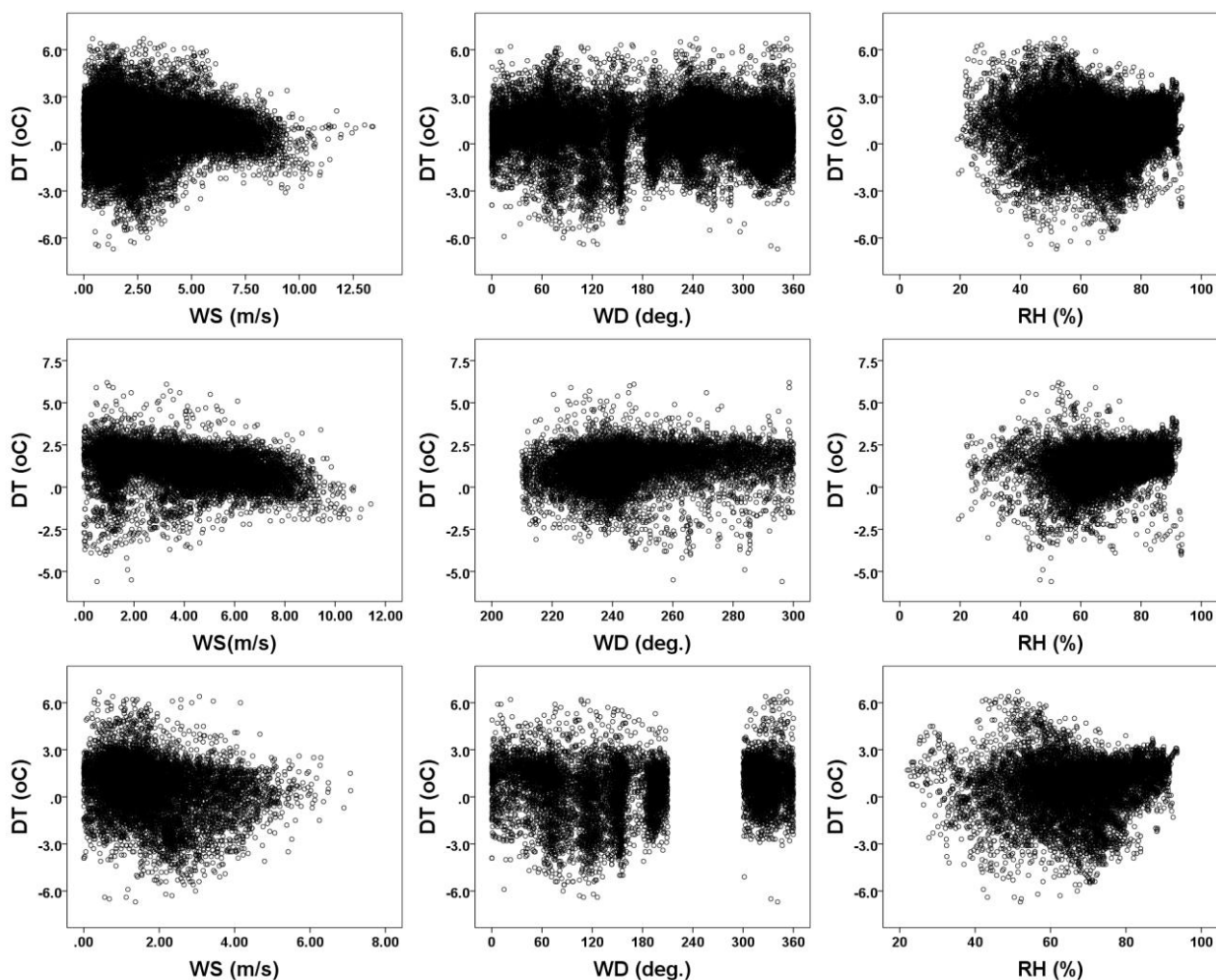
• 7944 – TIPTOP



Σχήμα 177: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 178: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

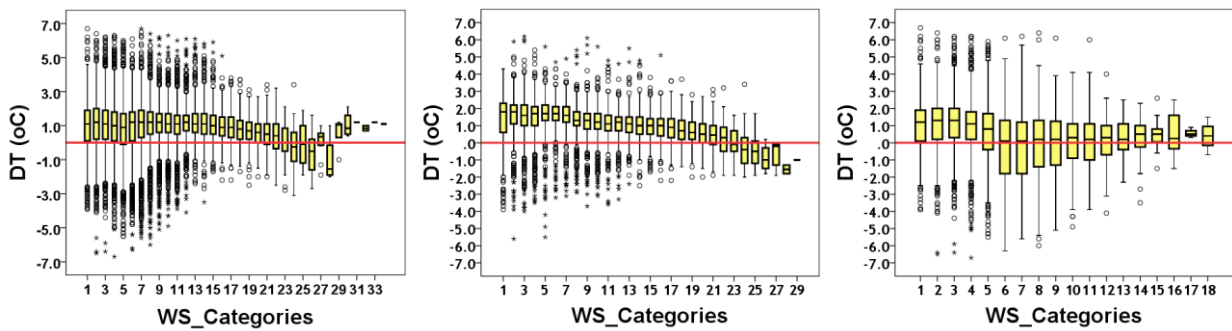


Σχήμα 179: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

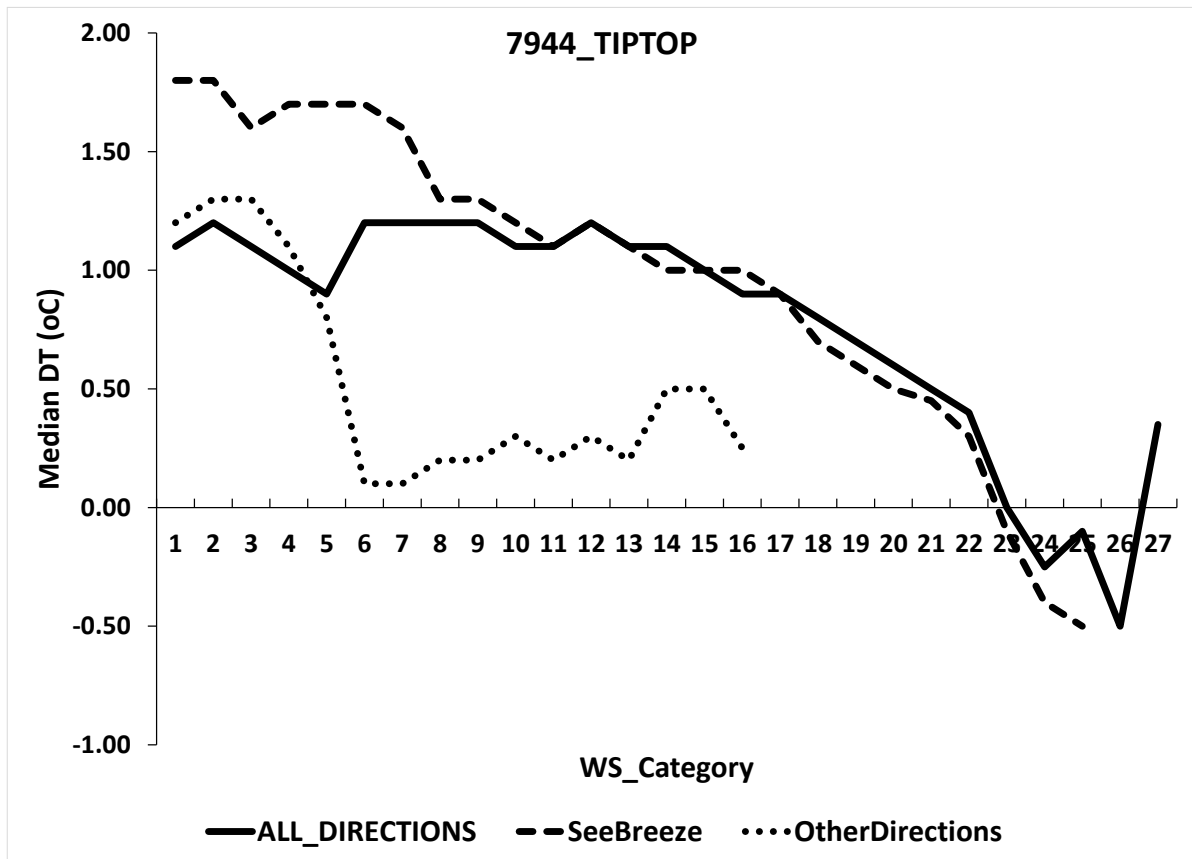
| Station number 7944 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.023 ** | -0.361 ** | -0.275 ** | Wind Speed |
| -0.060 ** | 0.240 ** | 0.055 ** | Wind Direction |
| -0.008 | 0.257 ** | 0.144 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

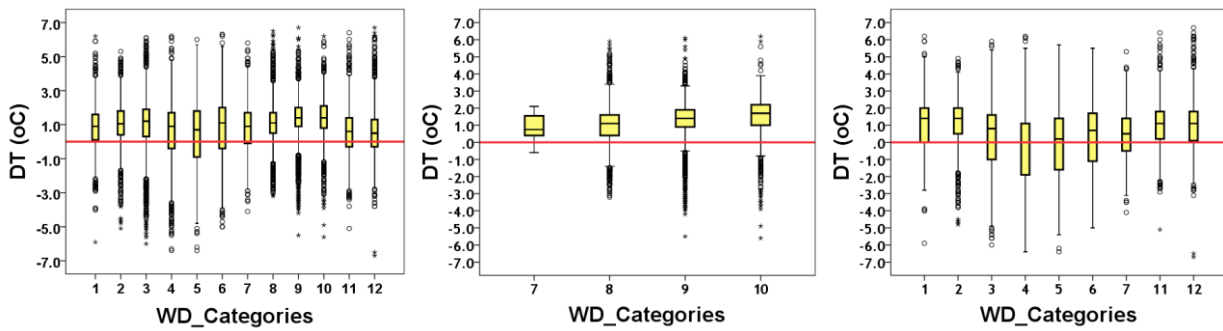
Πίνακας 25: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



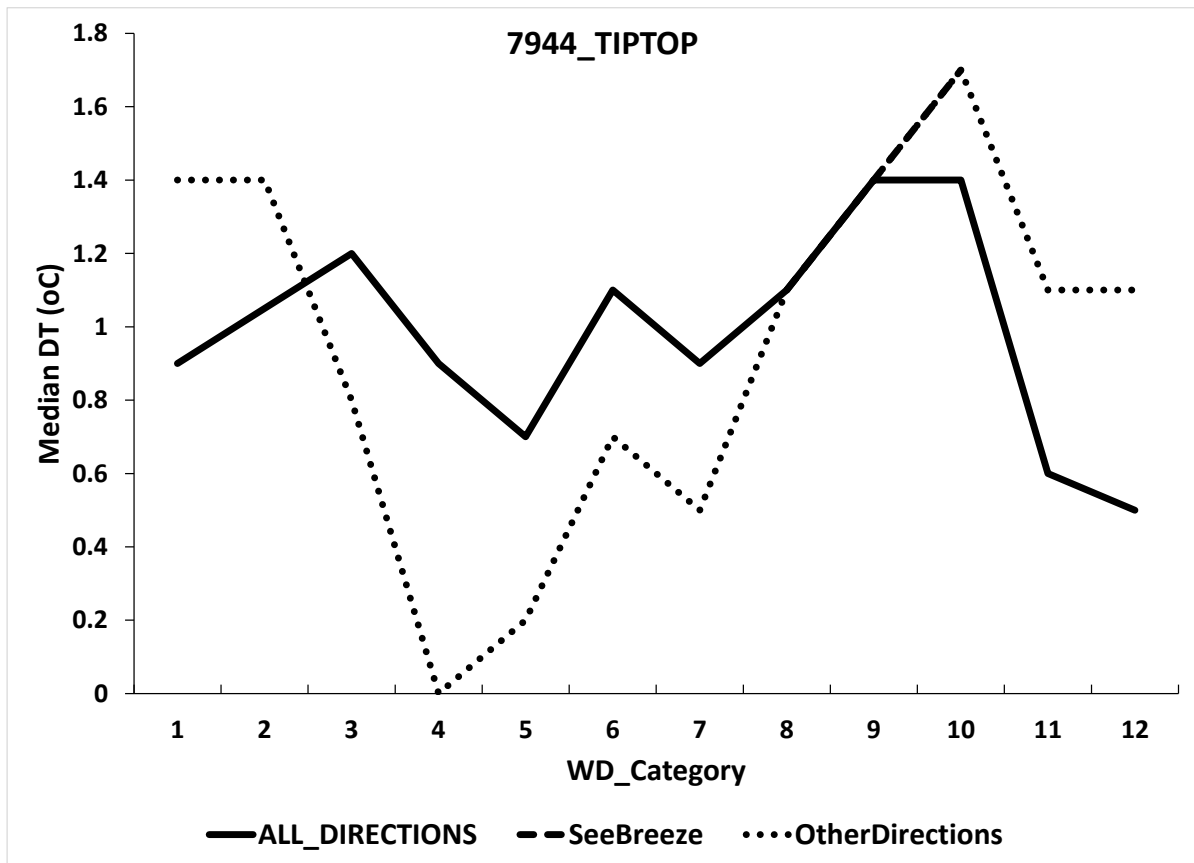
Σχήμα 180: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



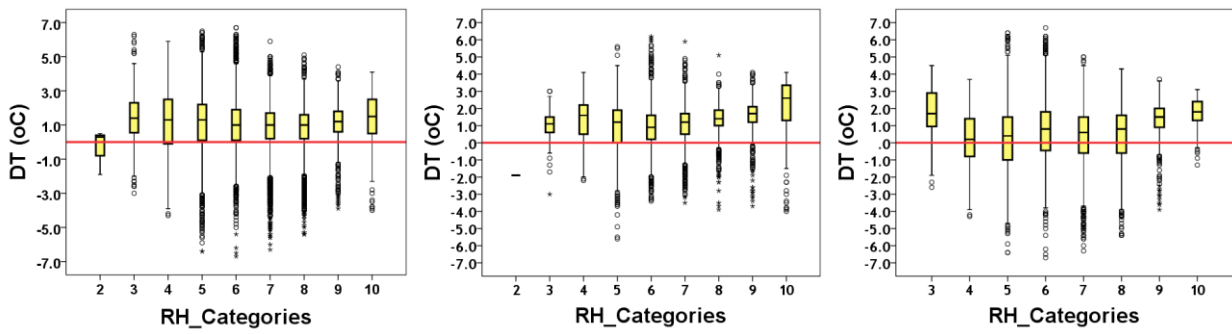
Σχήμα 181: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



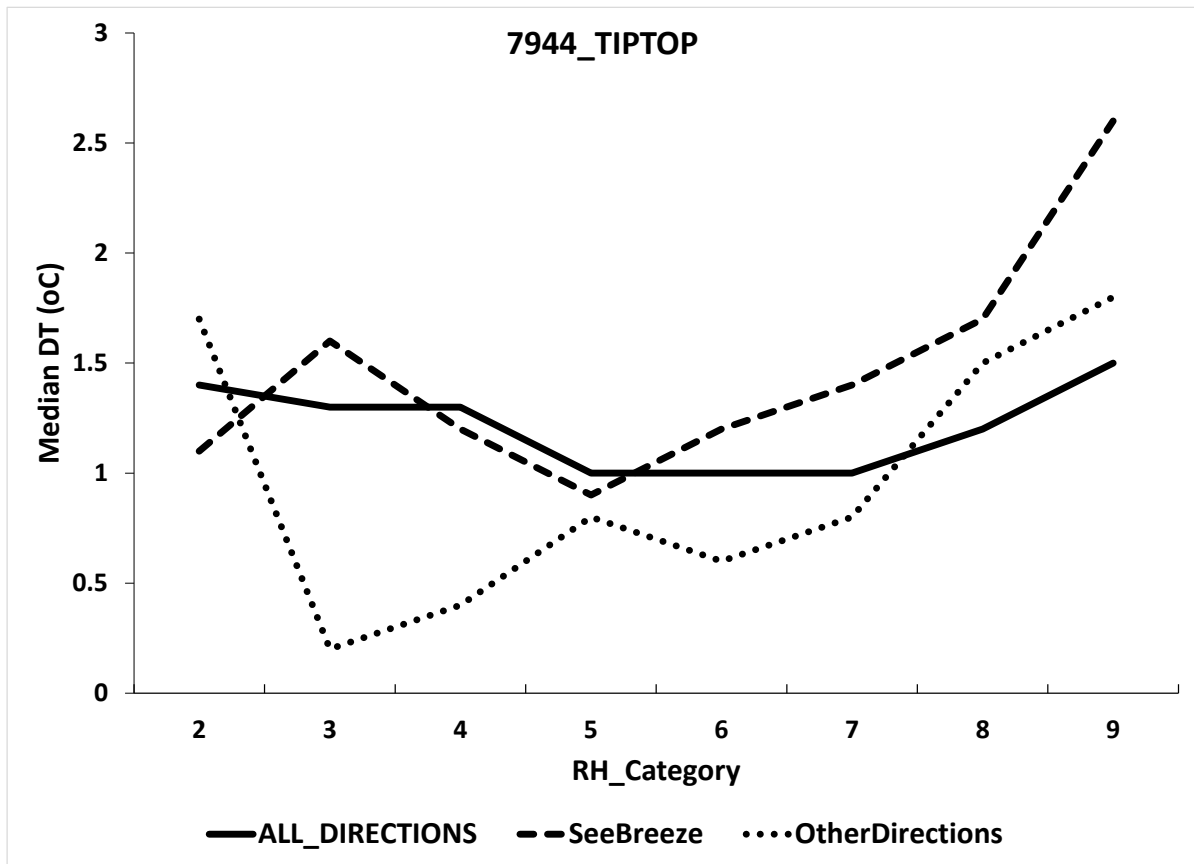
Σχήμα 182: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



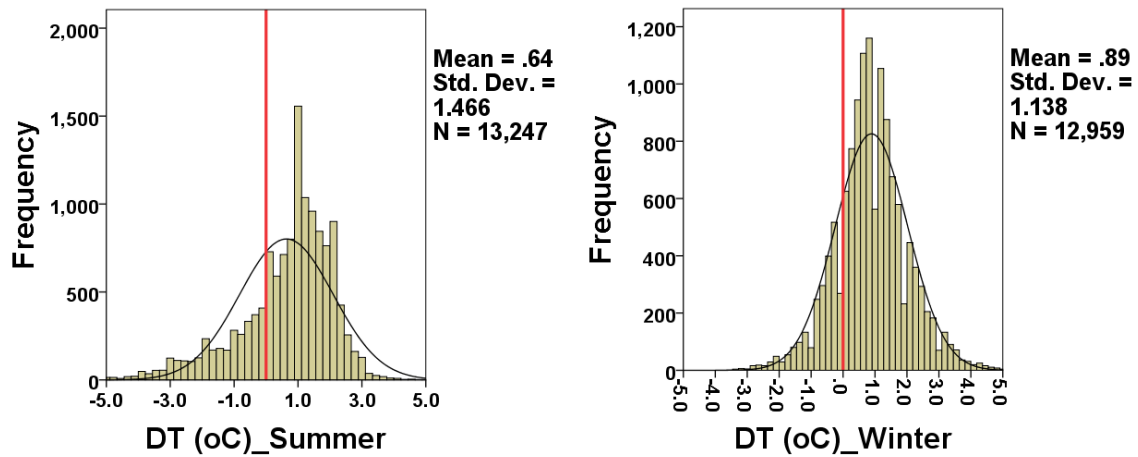
Σχήμα 183: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



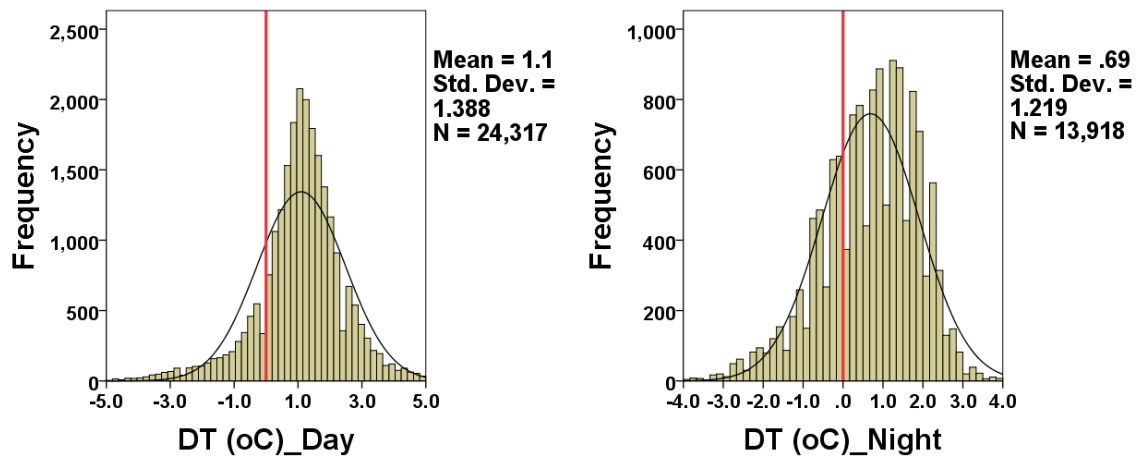
Σχήμα 184: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 185: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

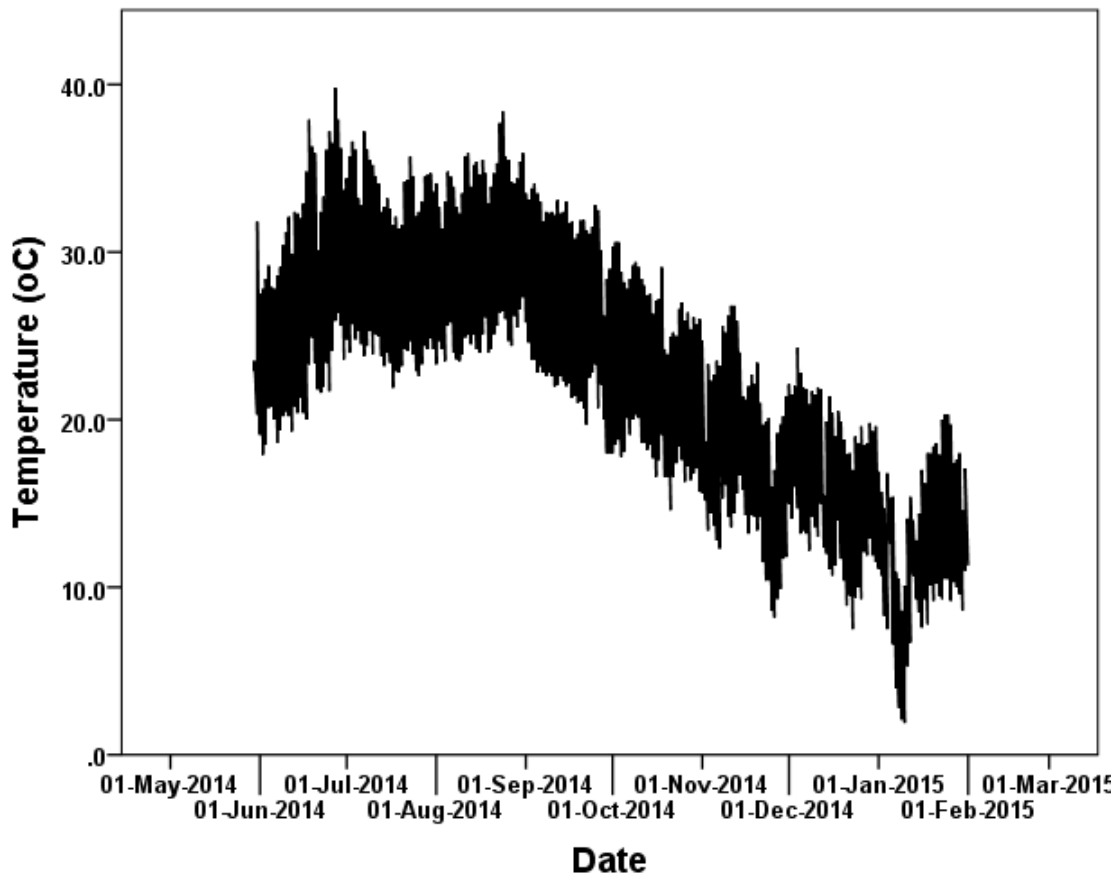


Σχήμα 186: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

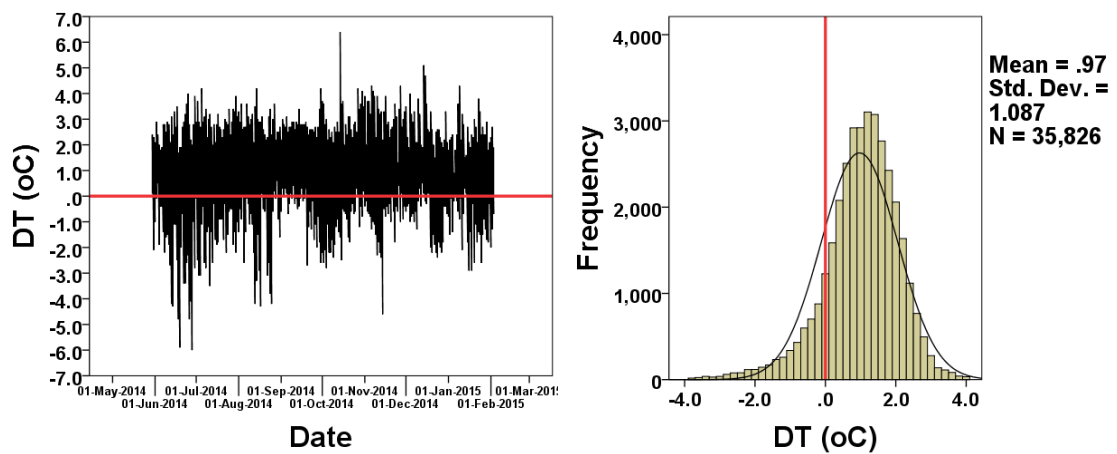


Σχήμα 187: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

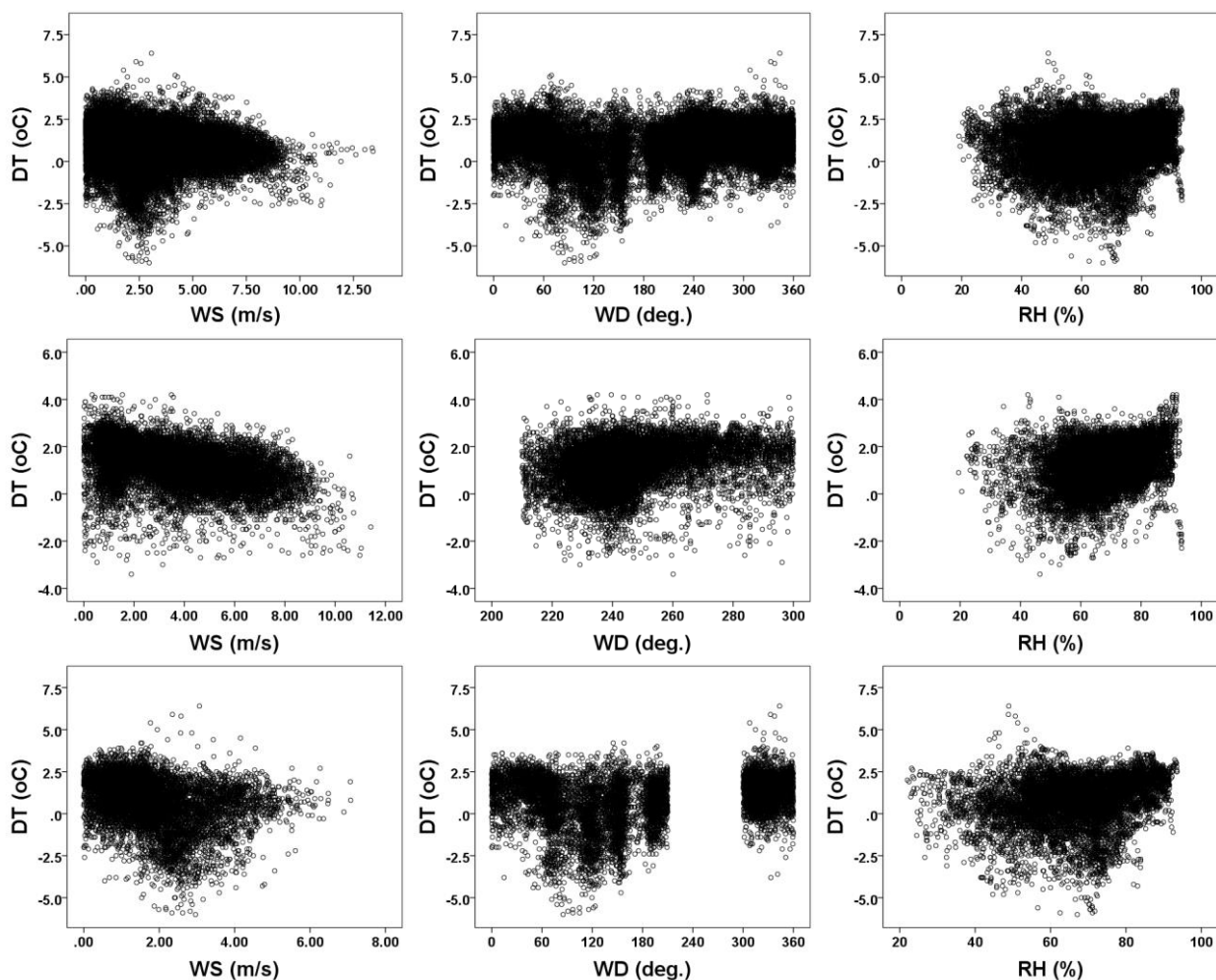
• 7945 – PETROLINA



Σχήμα 188: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 189: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

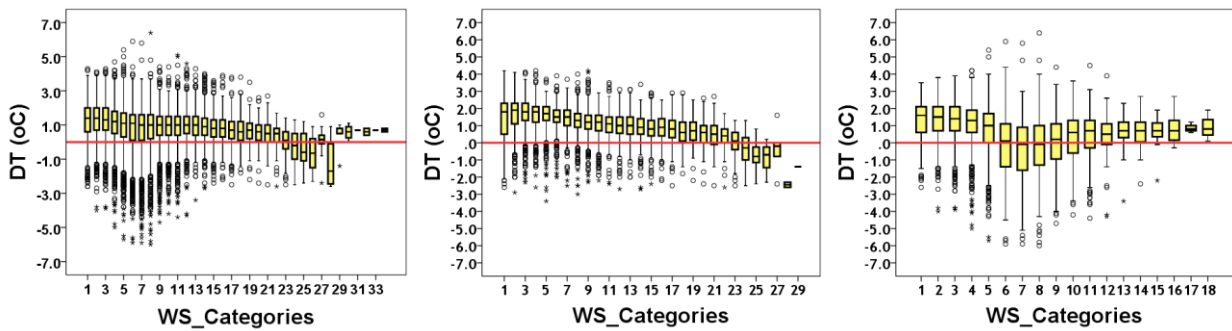


Σχήμα 190: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

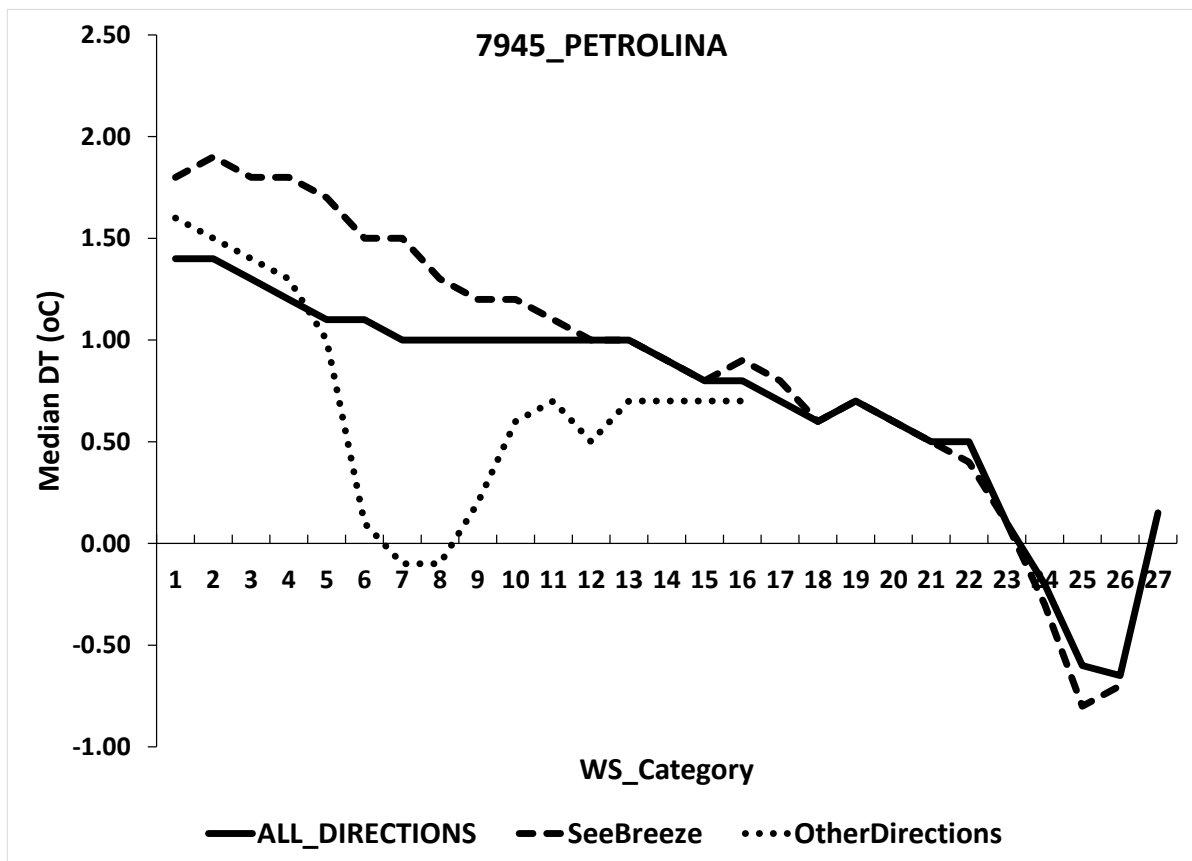
| Station number 7945 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.203 ** | -0.437 ** | -0.370 ** | Wind Speed |
| 0.087 ** | 0.287 ** | 0.146 ** | Wind Direction |
| 0.173 ** | 0.315 ** | 0.279 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

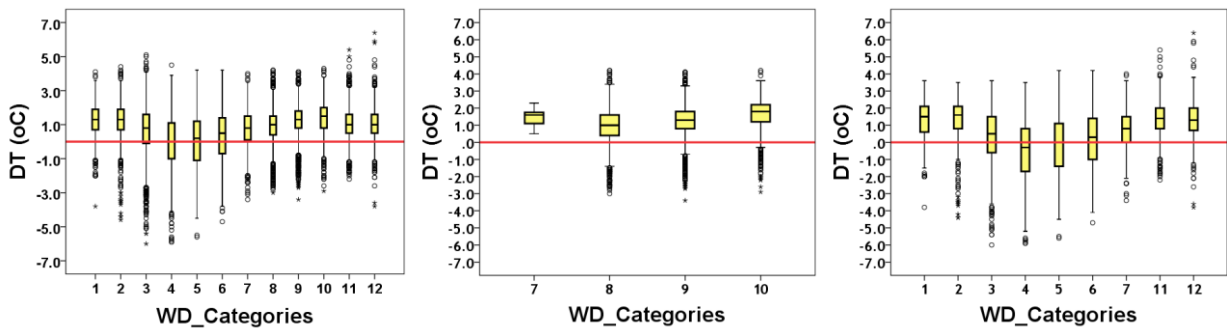
Πίνακας 26: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



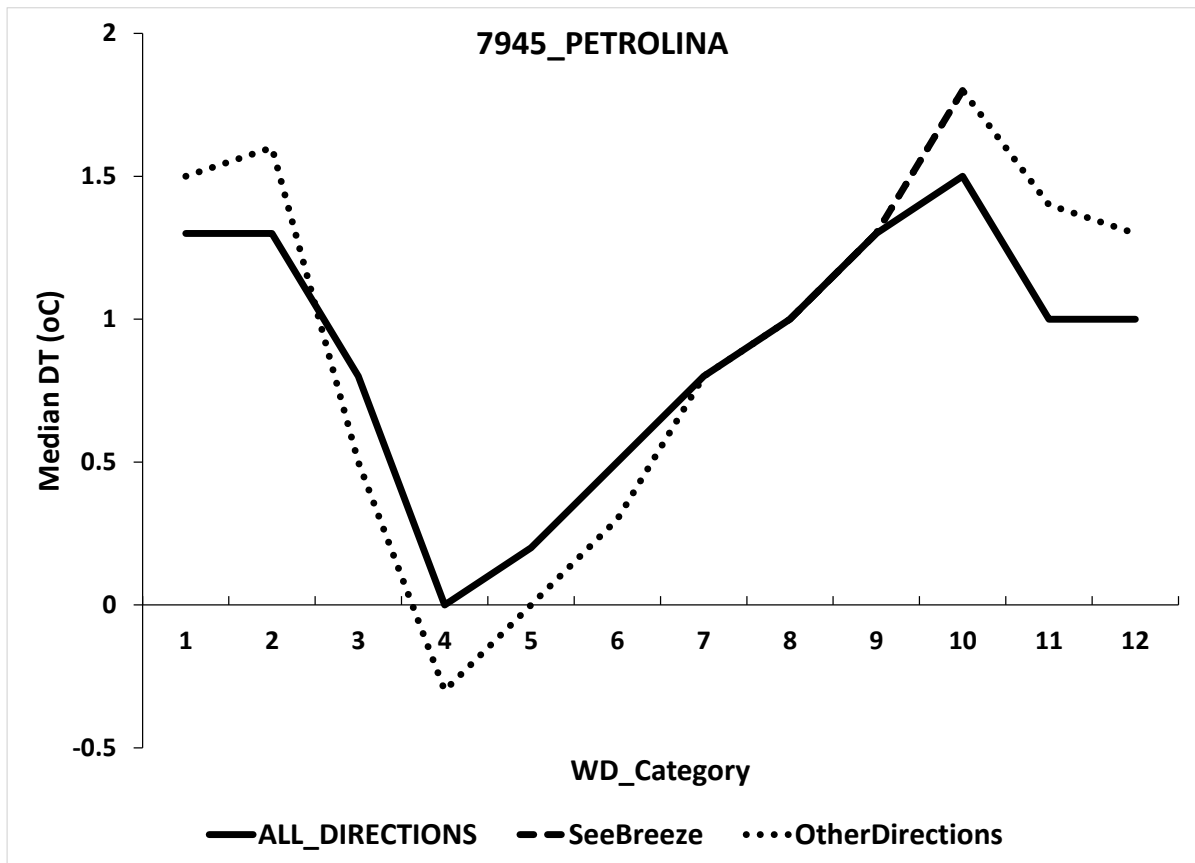
Σχήμα 191: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



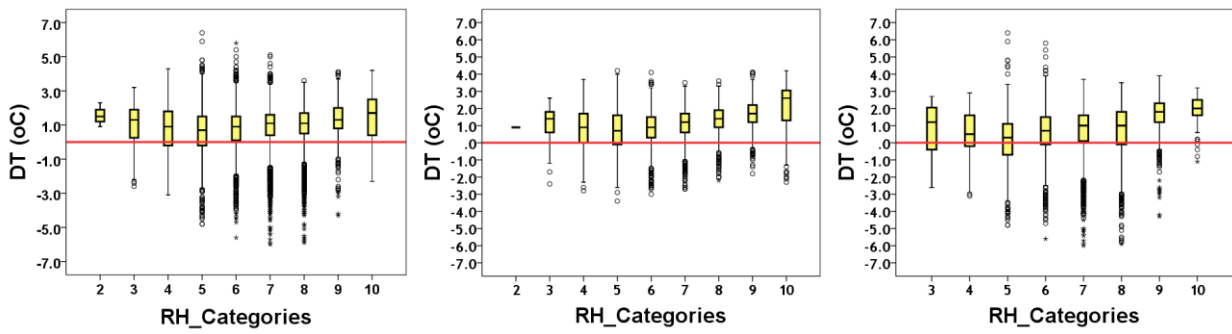
Σχήμα 192: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



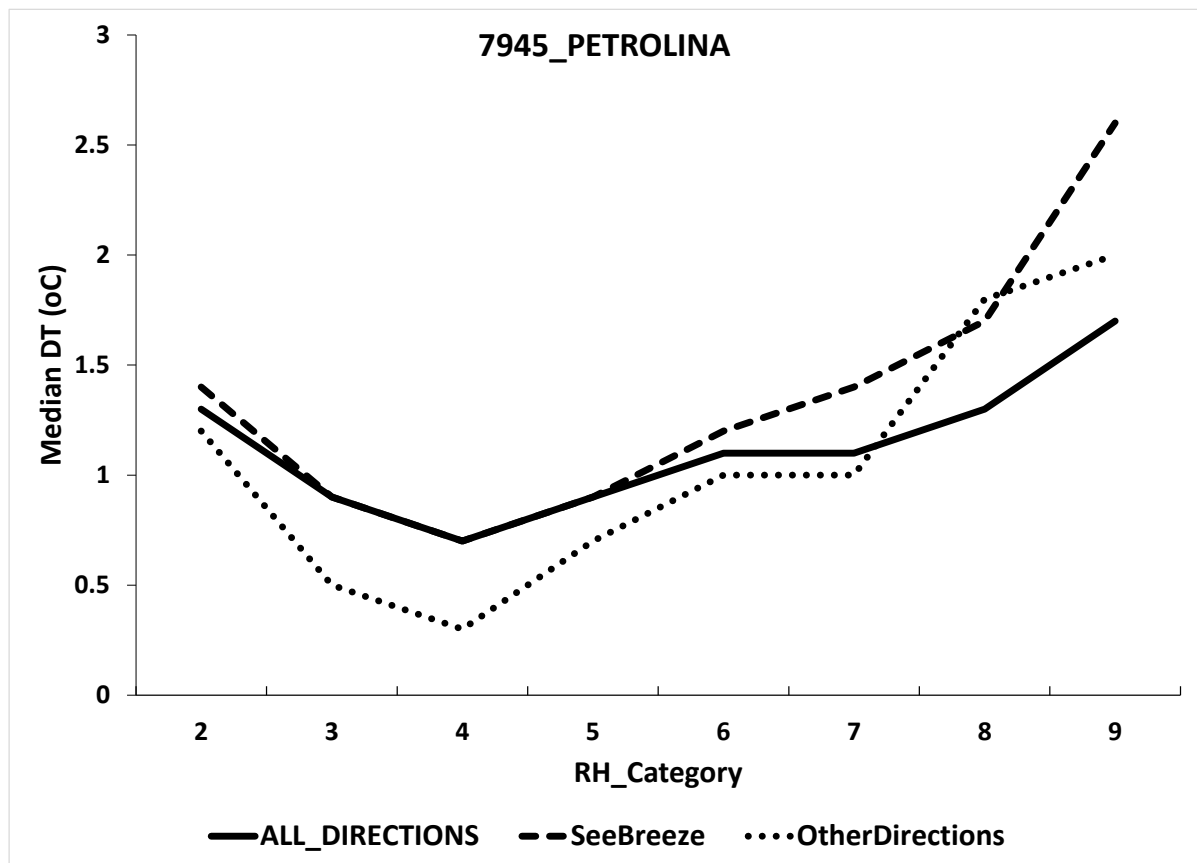
Σχήμα 193: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



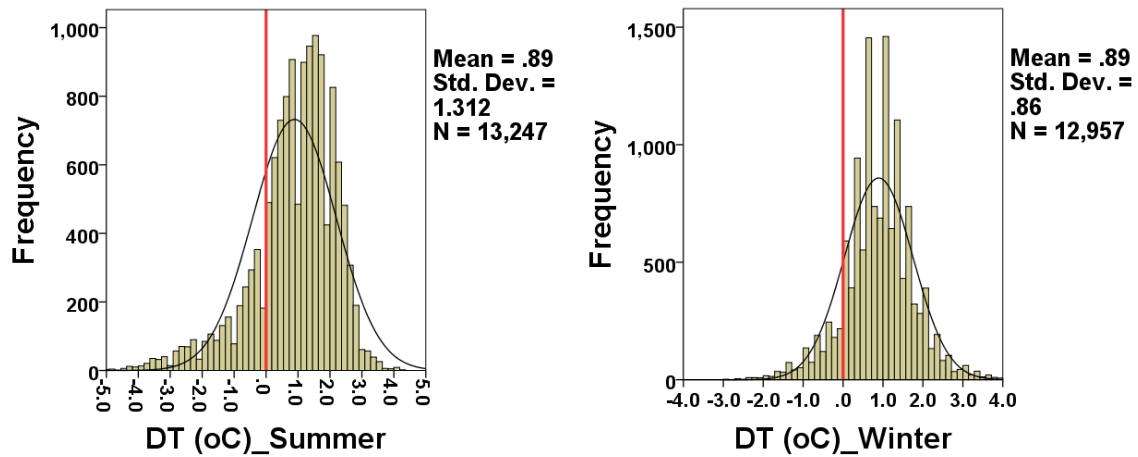
Σχήμα 194: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



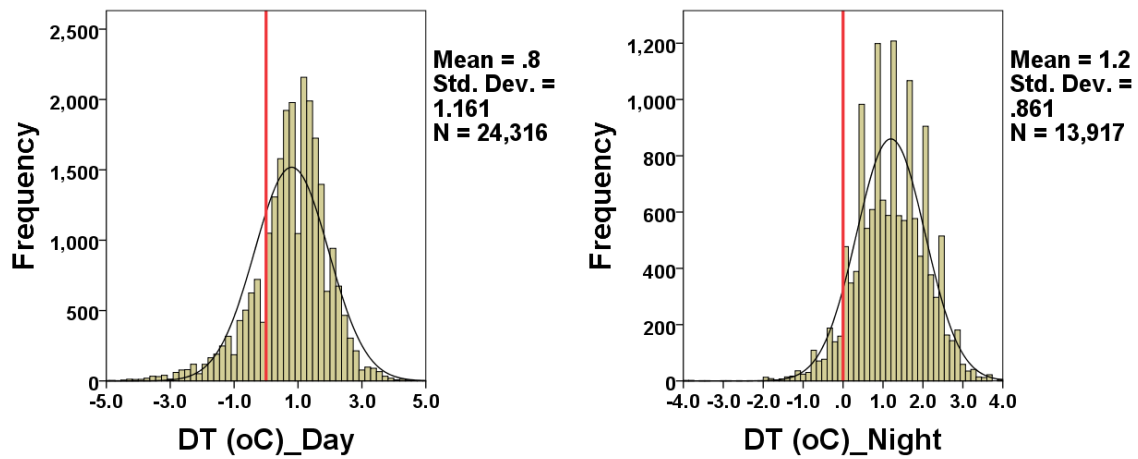
Σχήμα 195: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 196: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

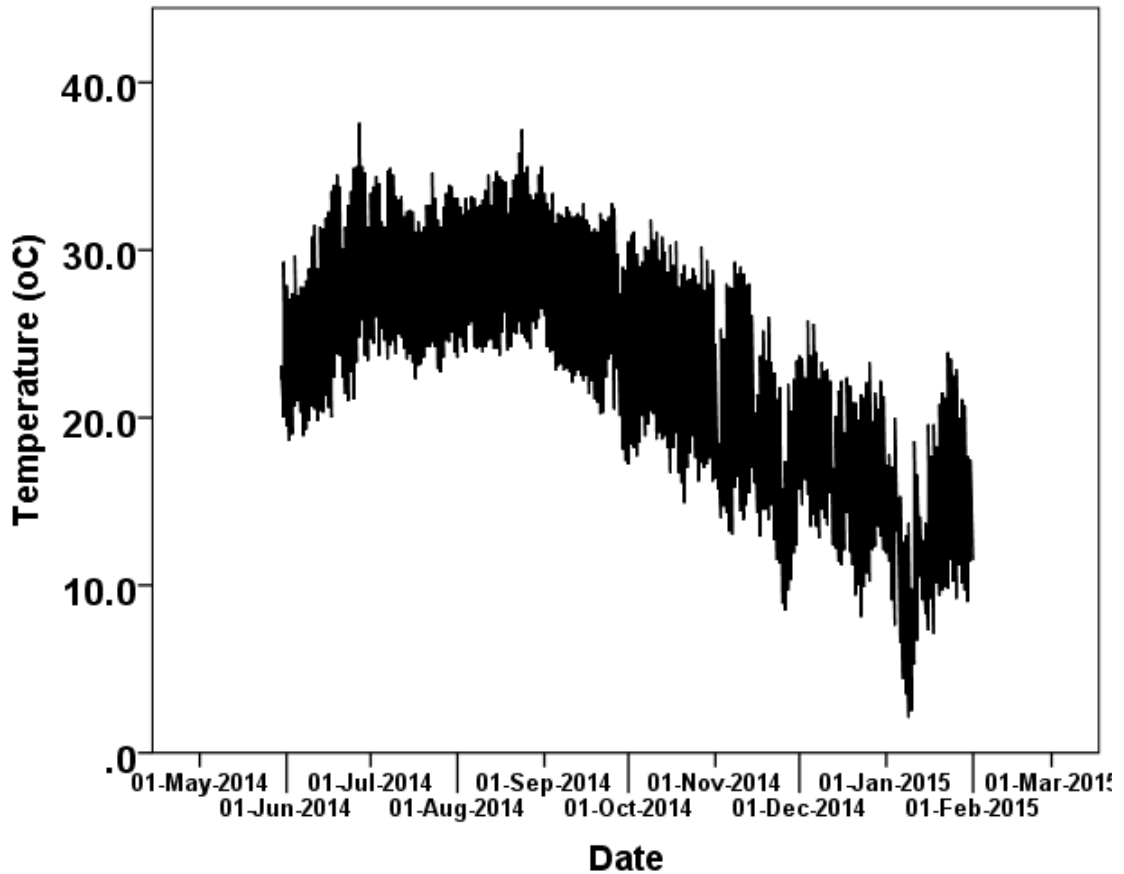


Σχήμα 197: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

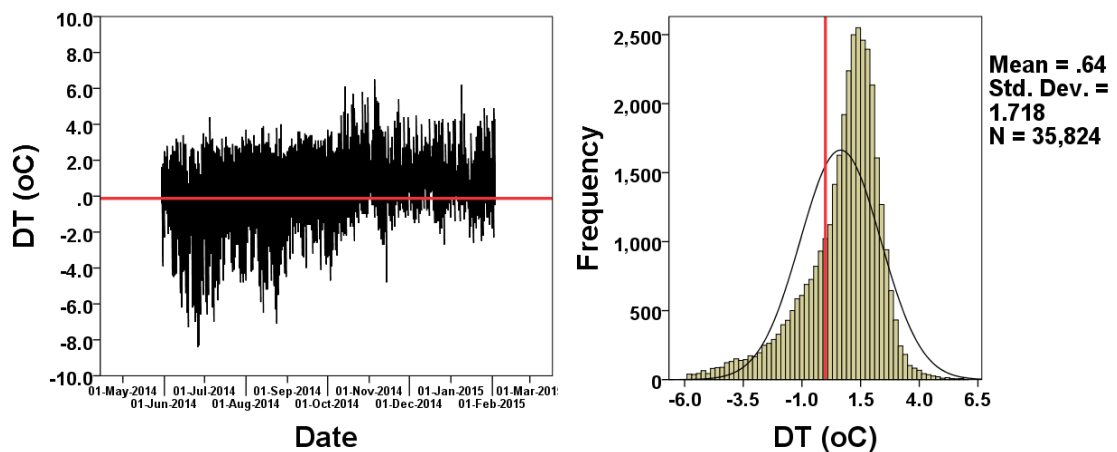


Σχήμα 198: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

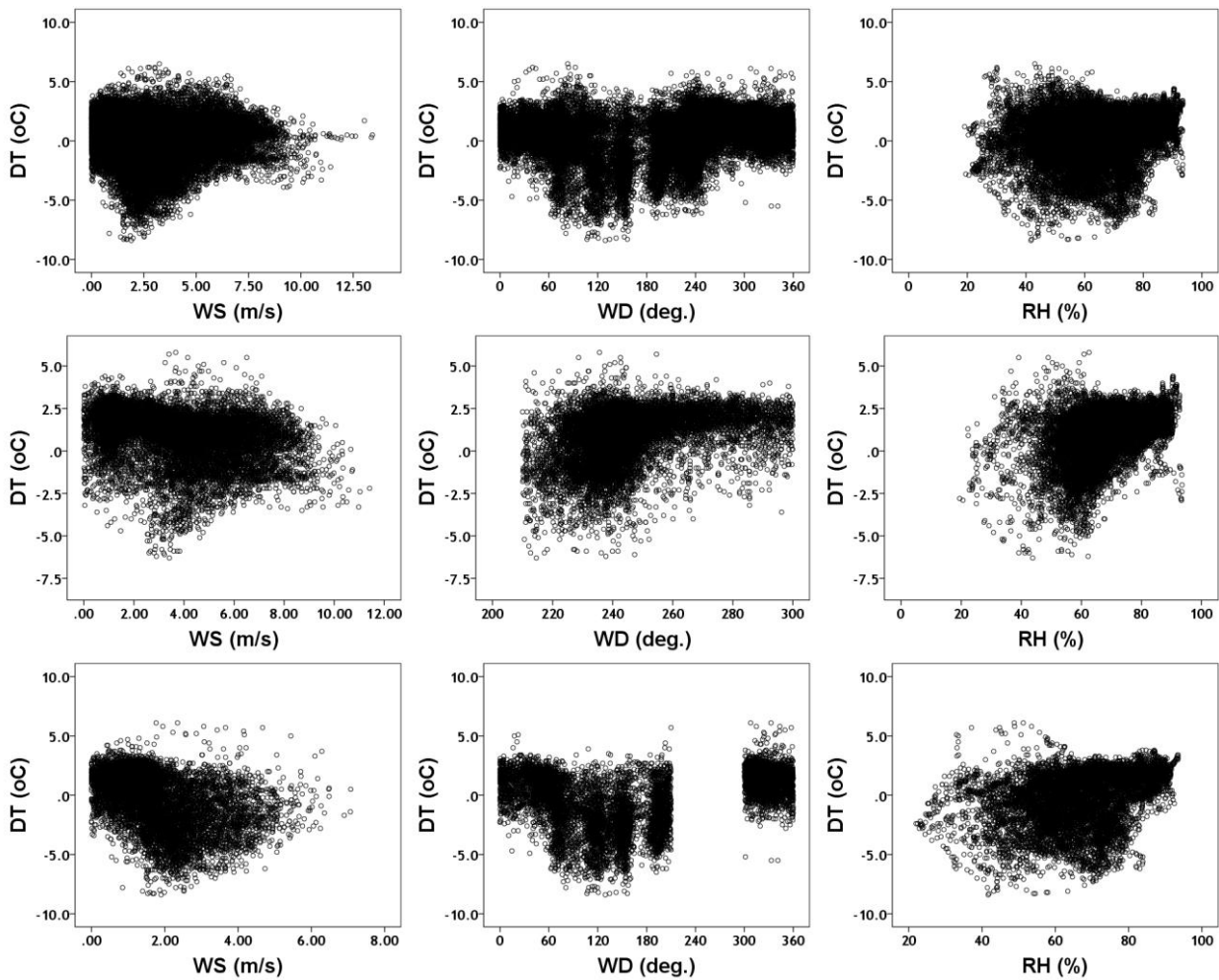
• 7951 – FOLEY'S



Σχήμα 199: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 200: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

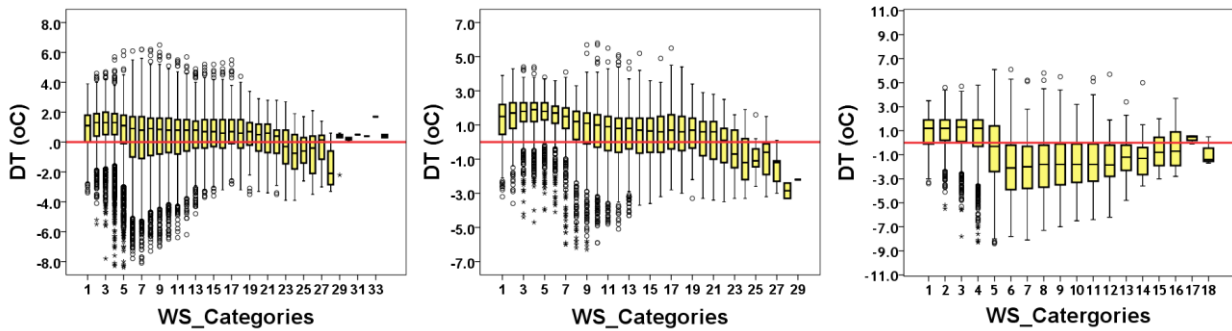


Σχήμα 201: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

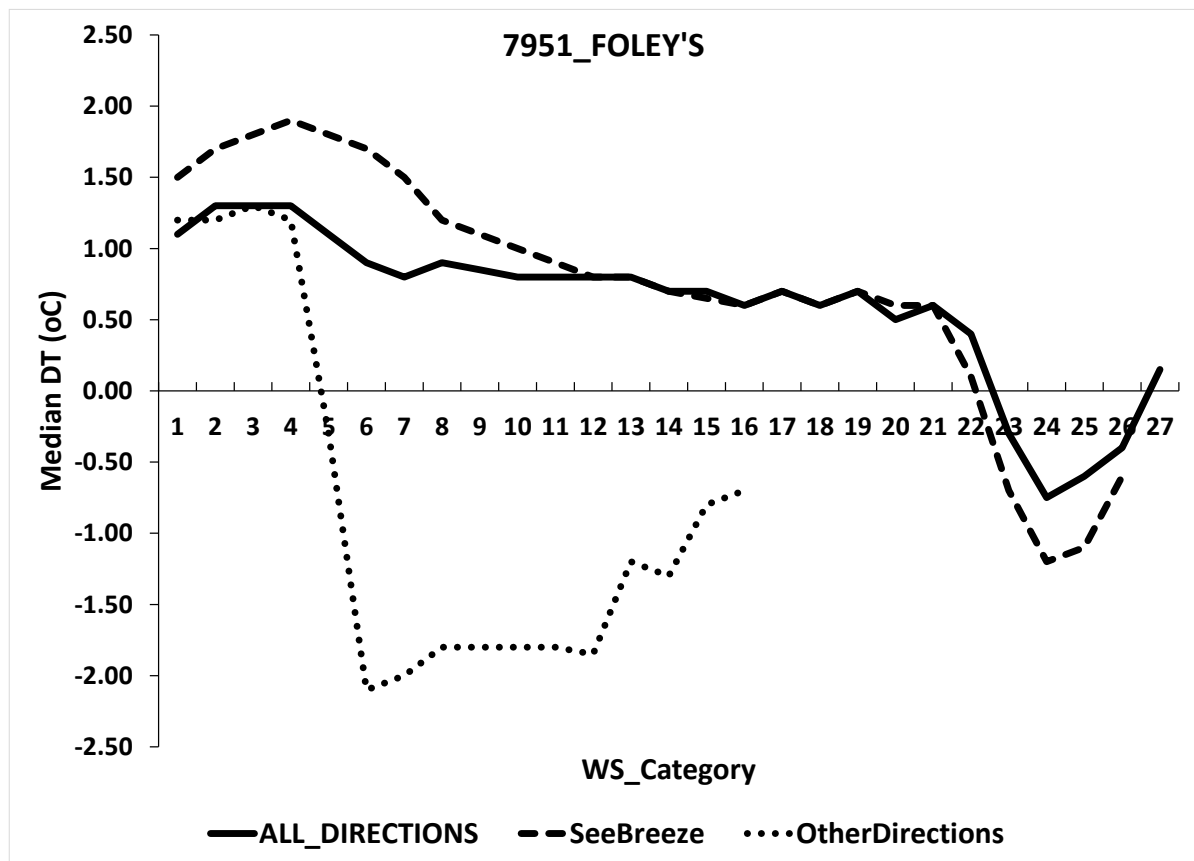
| Station number 7951 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.185 ** | -0.374 ** | -0.485 ** | Wind Speed |
| 0.271 ** | 0.390 ** | 0.292 ** | Wind Direction |
| 0.272 ** | 0.425 ** | 0.369 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

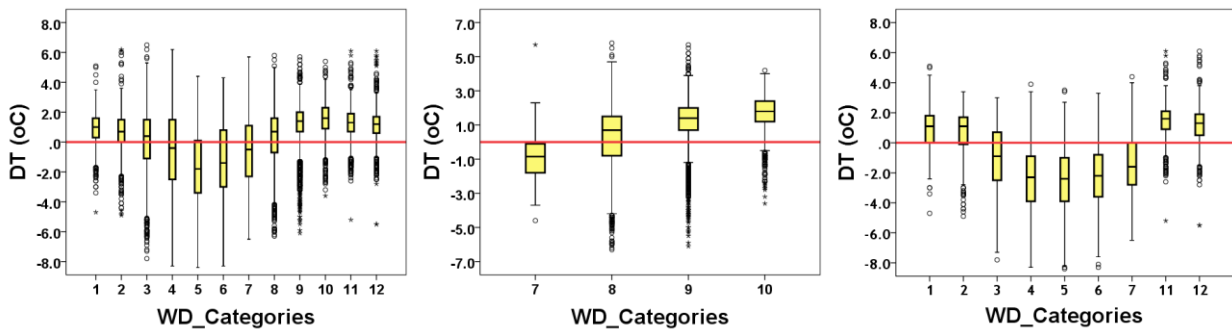
Πίνακας 27: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



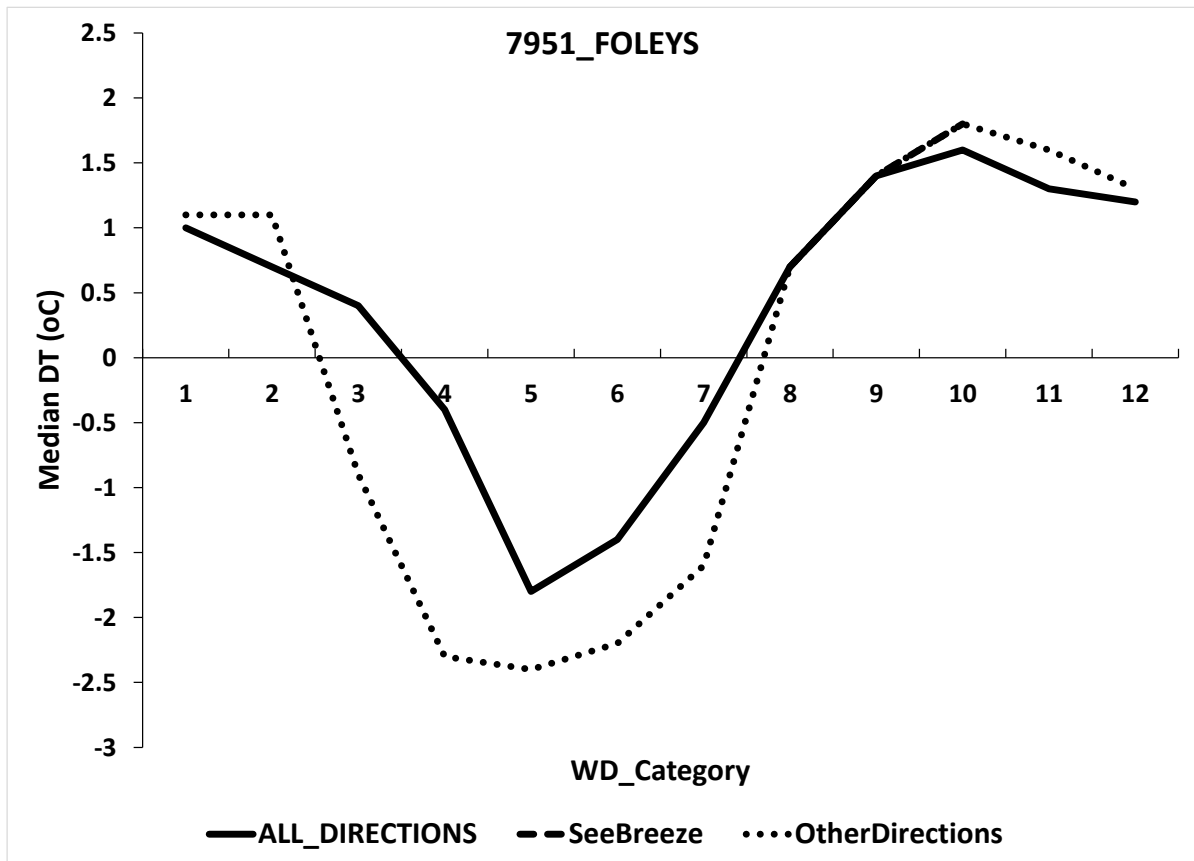
Σχήμα 202: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



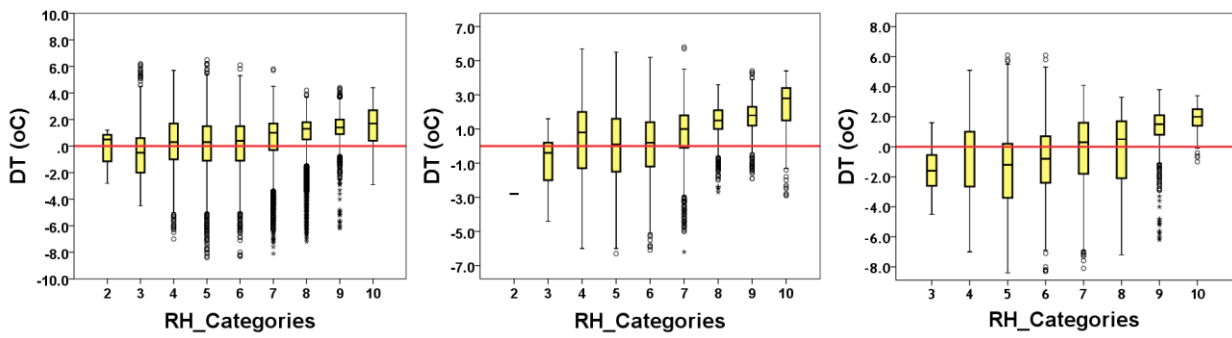
Σχήμα 203: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



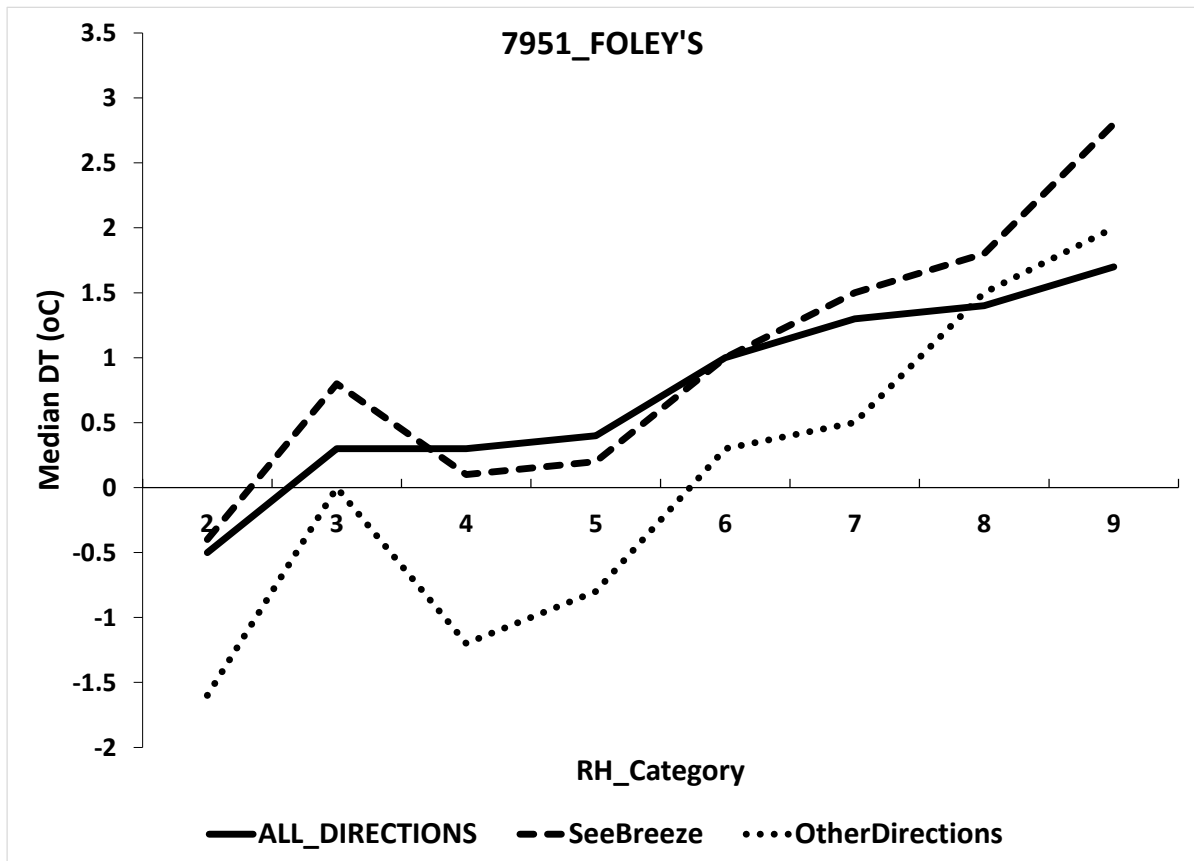
Σχήμα 204: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



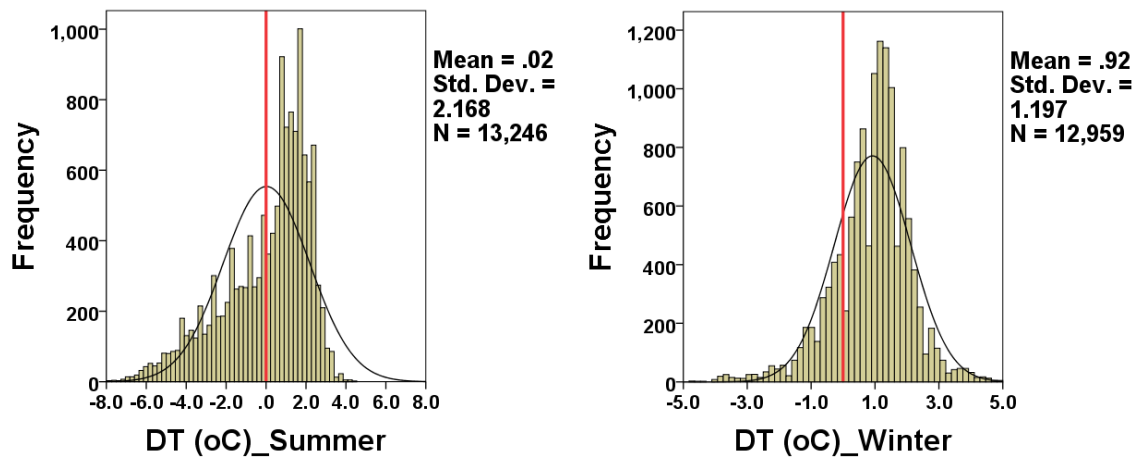
Σχήμα 205: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



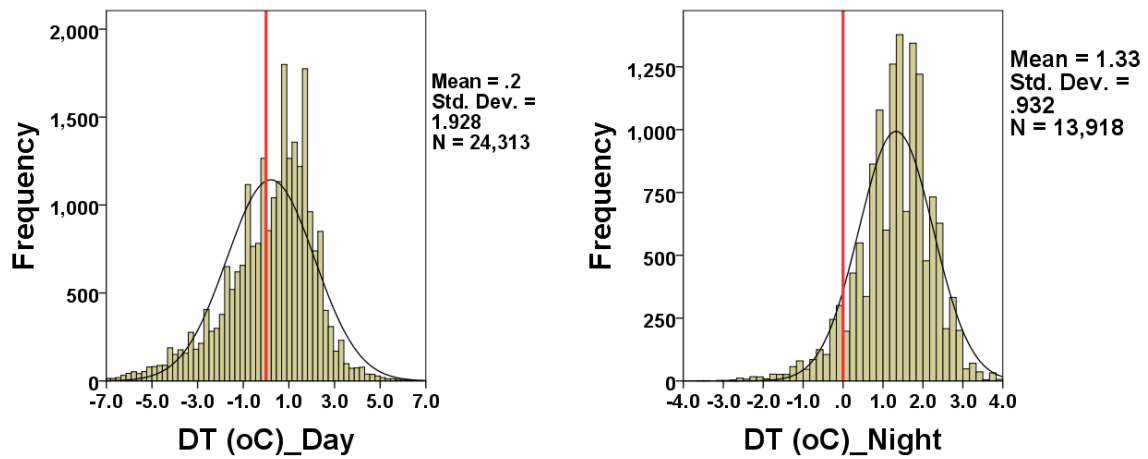
Σχήμα 206: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 207: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

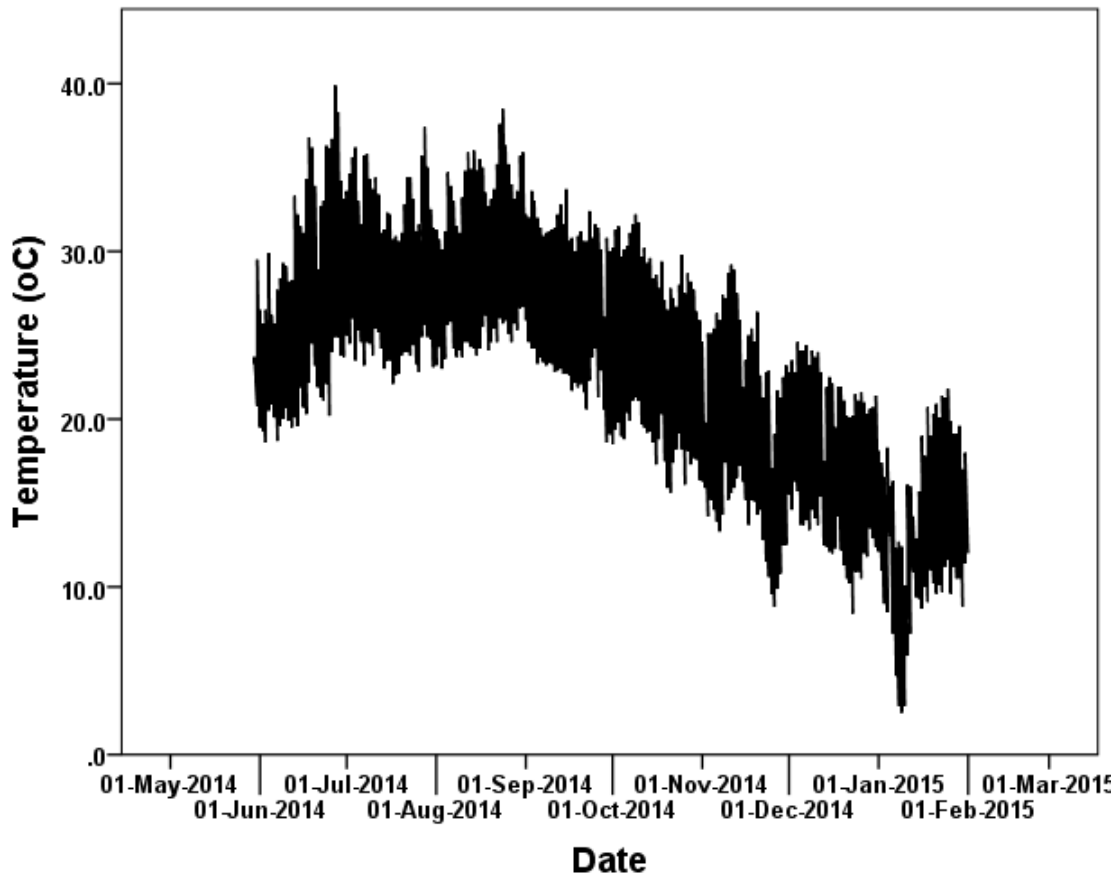


Σχήμα 208: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

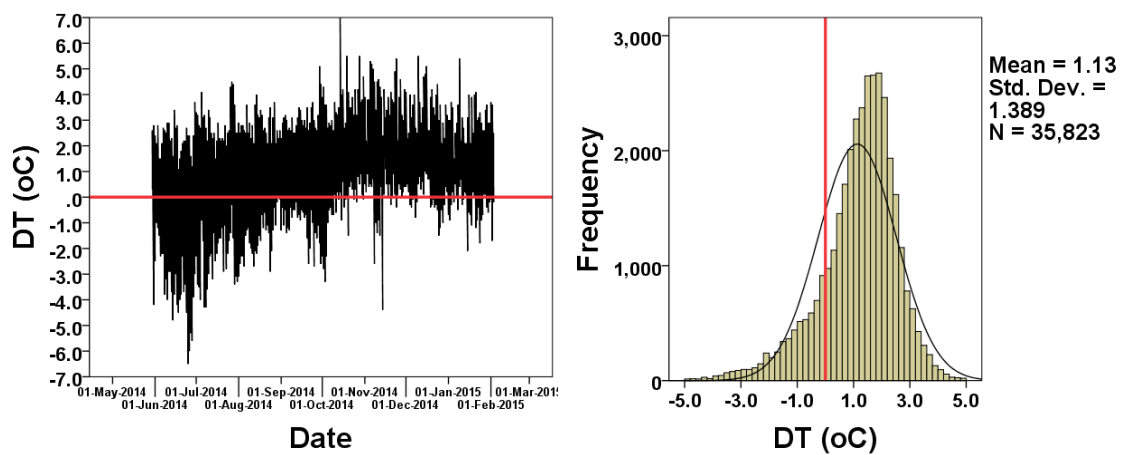


Σχήμα 209: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

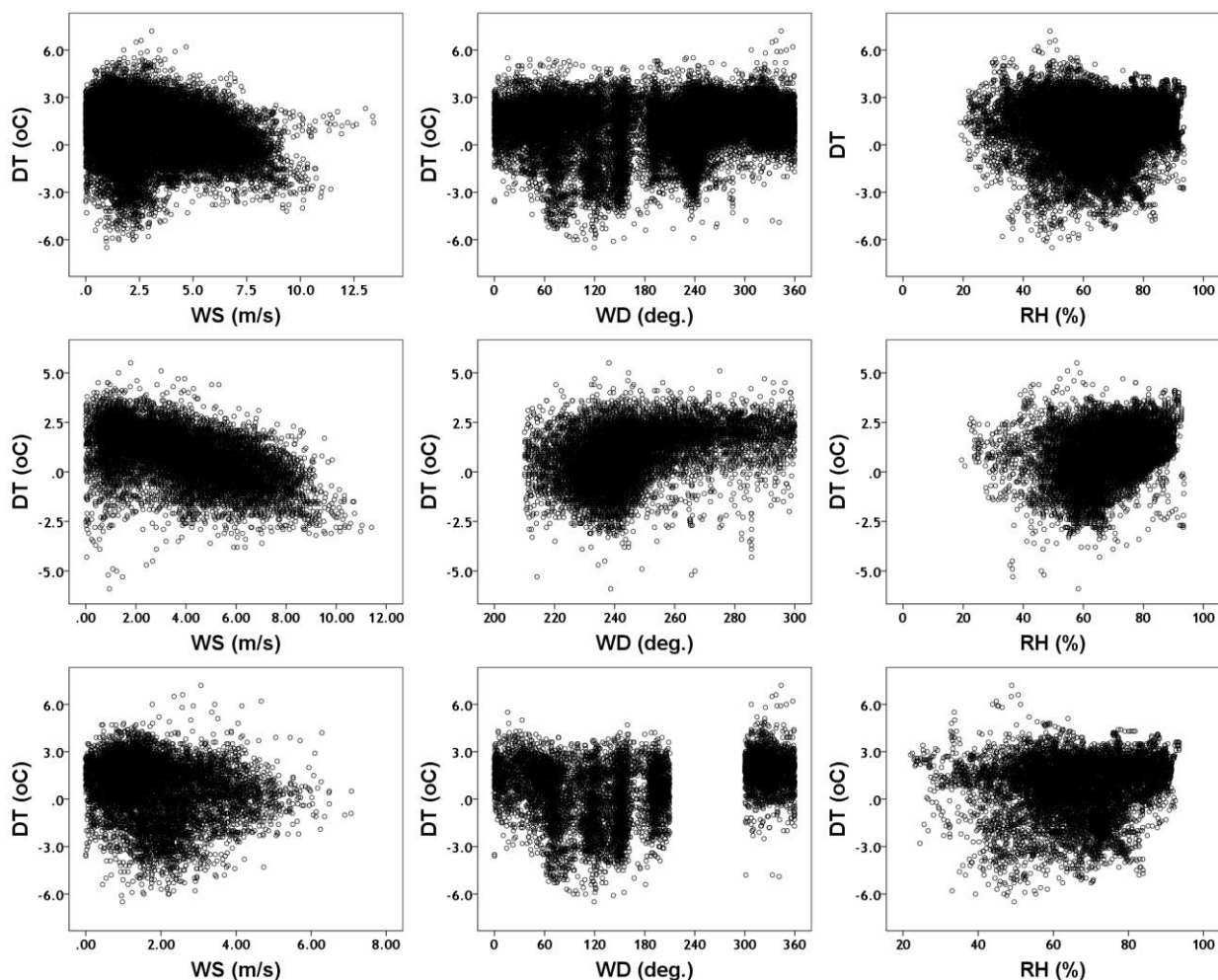
• 7953 – BUTCHER



Σχήμα 210: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 211: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

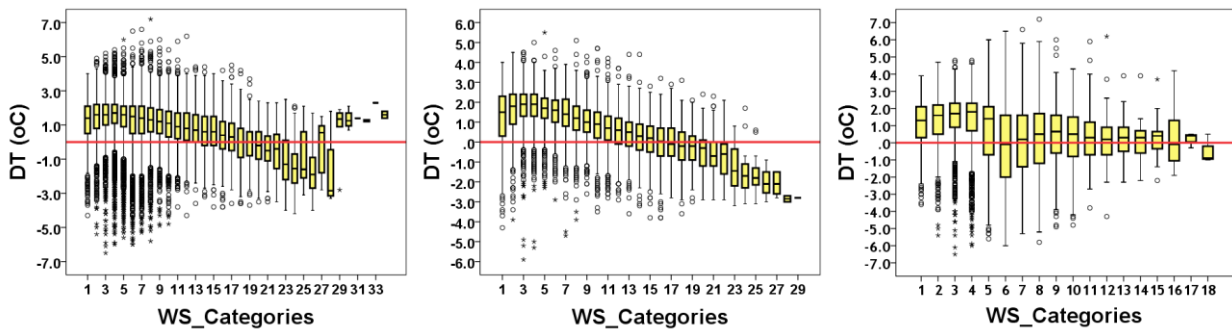


Σχήμα 212: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

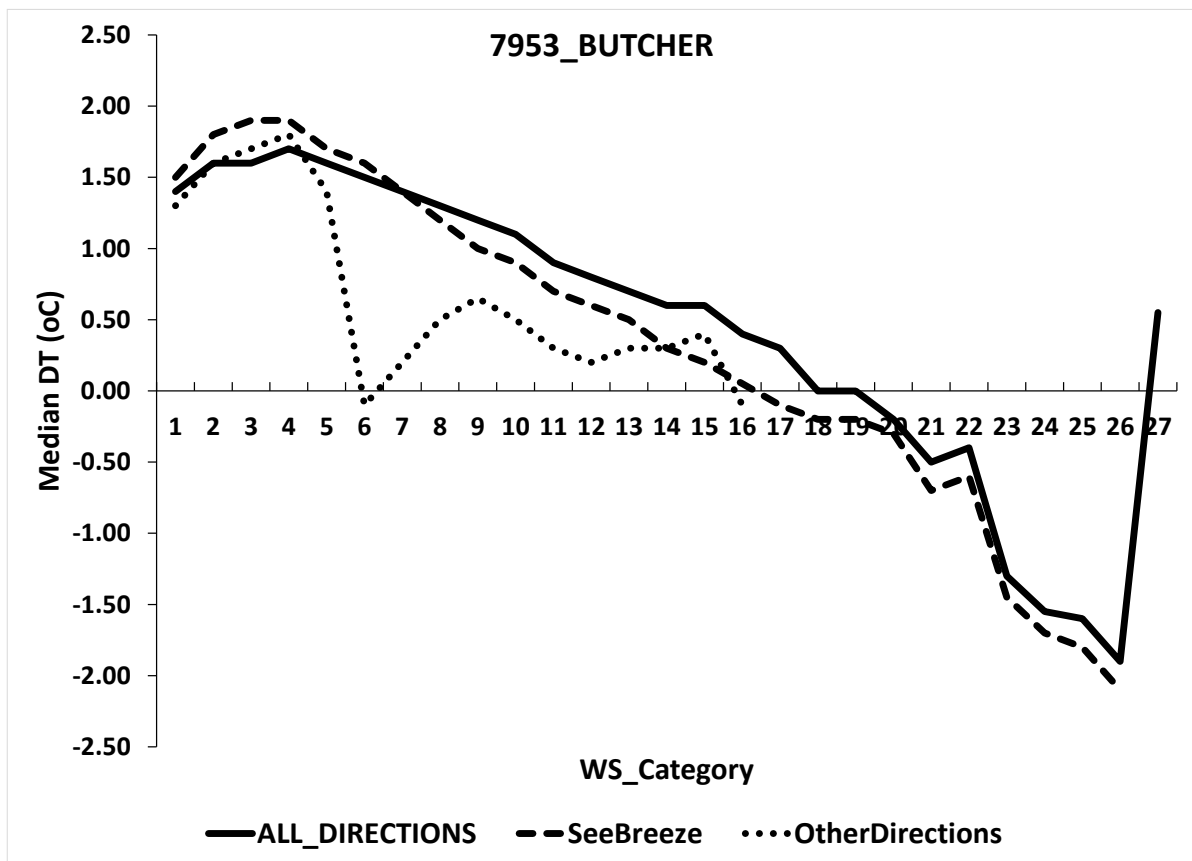
| Station number 7953 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.282 ** | -0.565 ** | -0.268 ** | Wind Speed |
| 0.186 ** | 0.431 ** | 0.289 ** | Wind Direction |
| 0.074 ** | 0.385 ** | 0.128 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

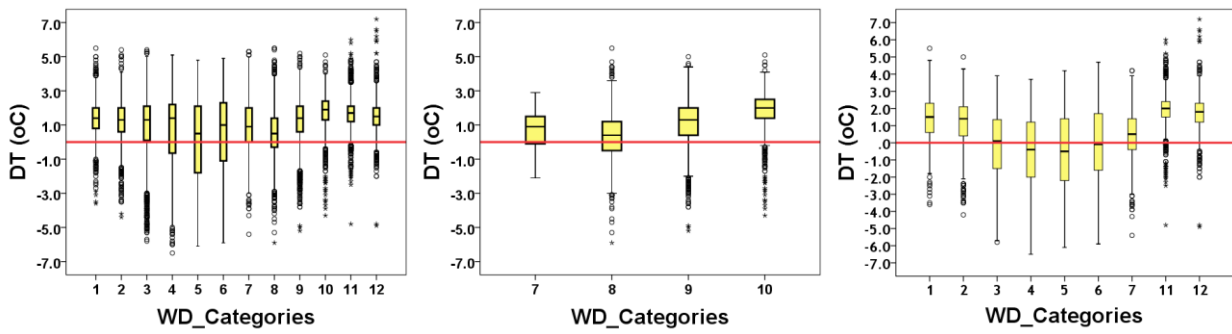
Πίνακας 28: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



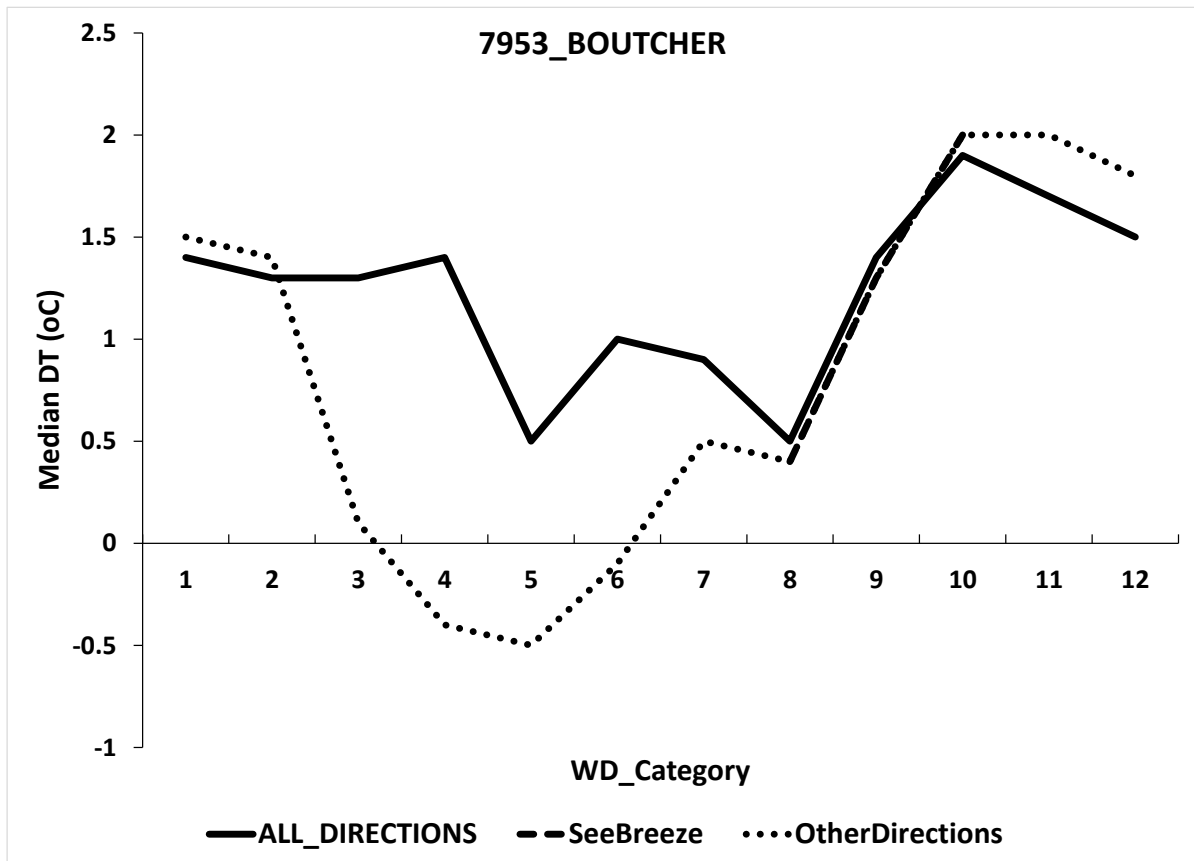
Σχήμα 213: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



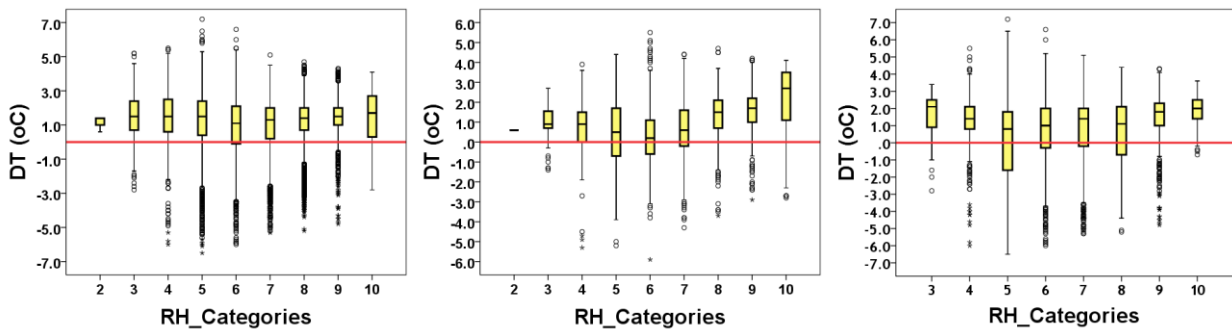
Σχήμα 214: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



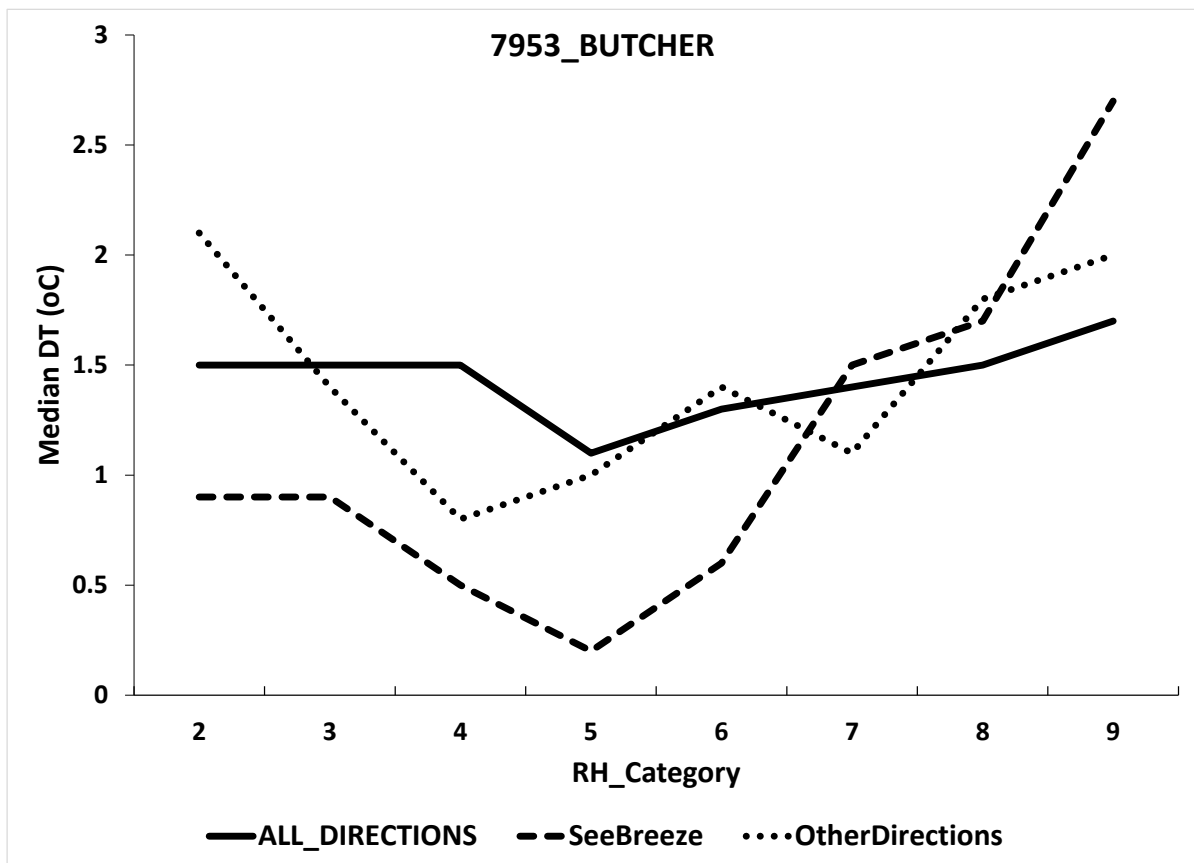
Σχήμα 215: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



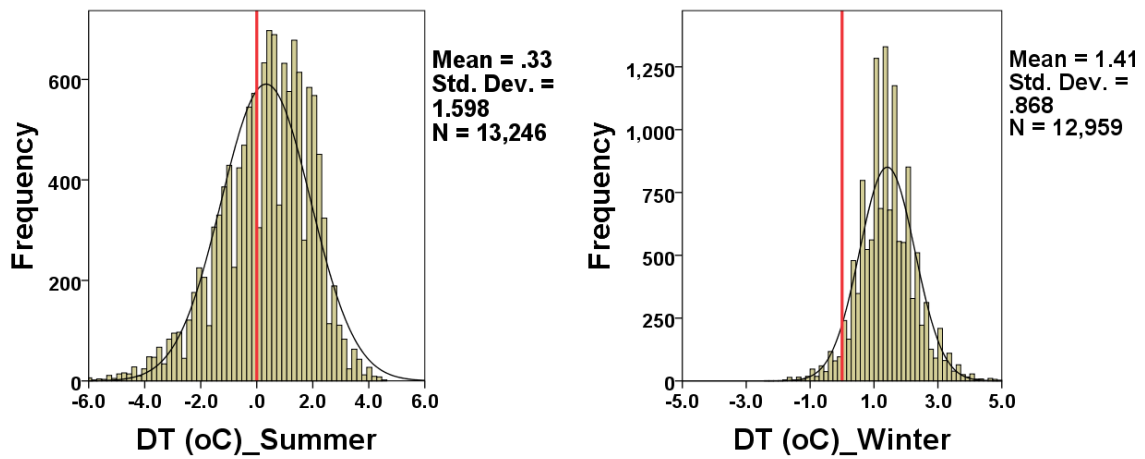
Σχήμα 216: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



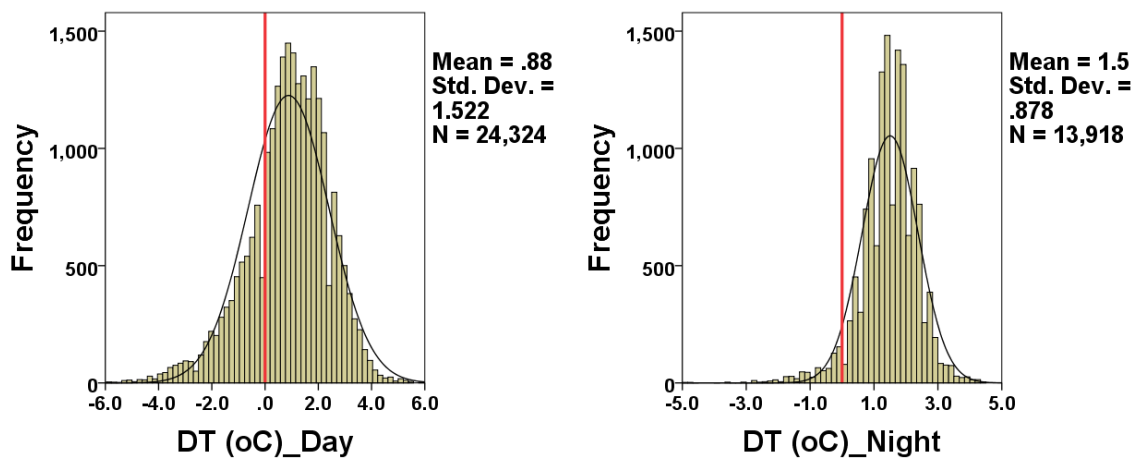
Σχήμα 217: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 218: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

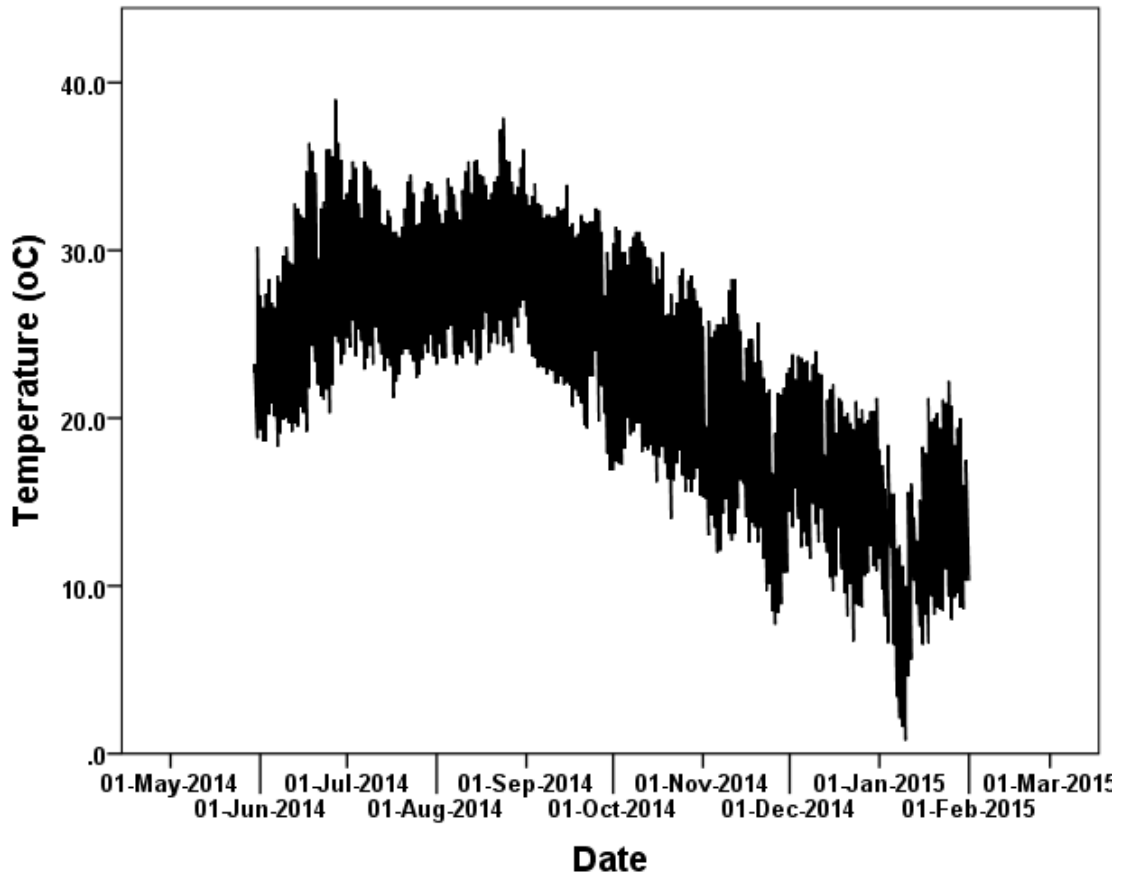


Σχήμα 219: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

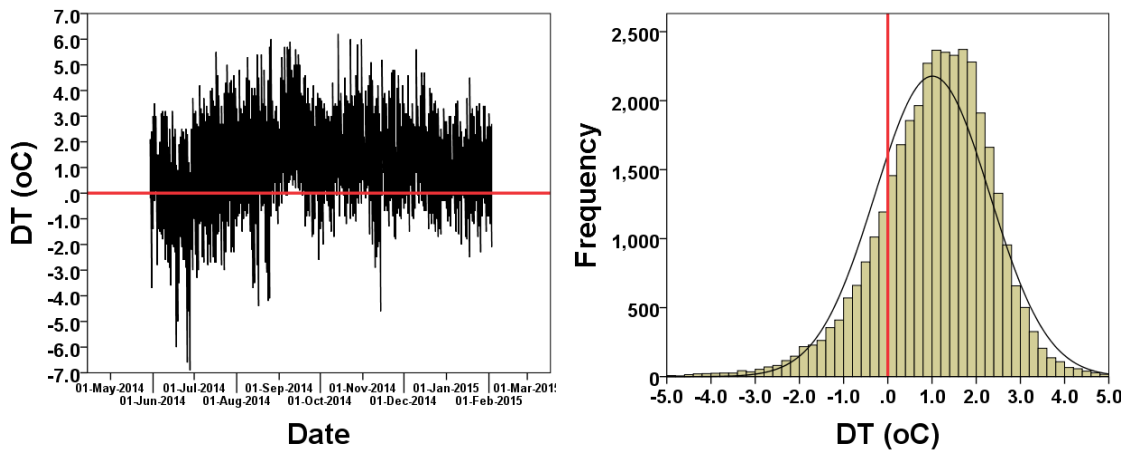


Σχήμα 220: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

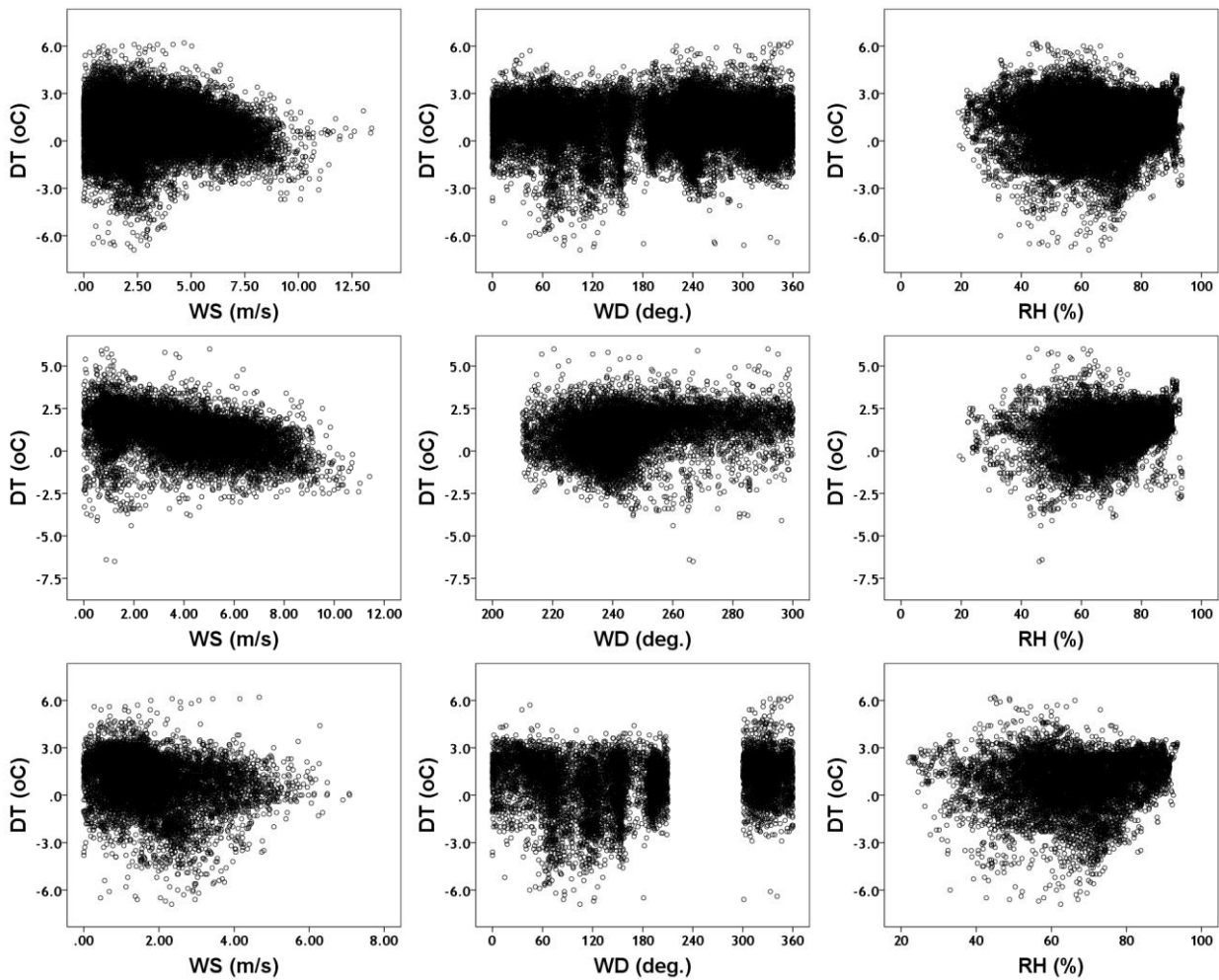
• 7954 – AGIP



Σχήμα 221: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 222: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

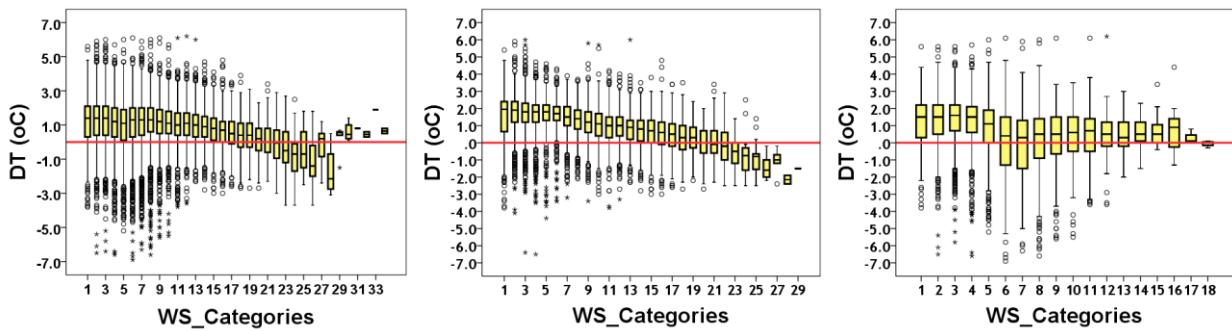


Σχήμα 223: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

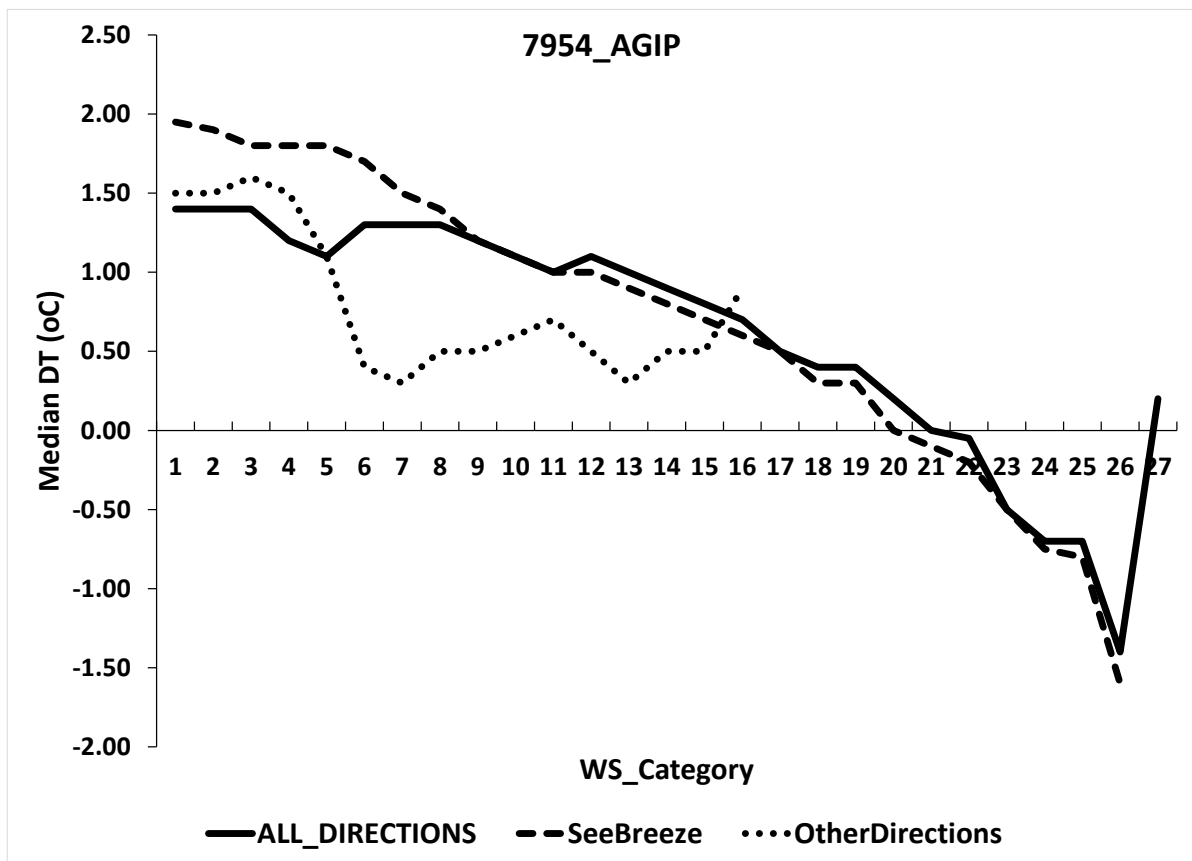
| Station number 7954 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.145 ** | -0.486 ** | -0.279 ** | Wind Speed |
| -0.047 ** | 0.304 ** | 0.090 ** | Wind Direction |
| -0.003 | 0.278 ** | 0.126 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

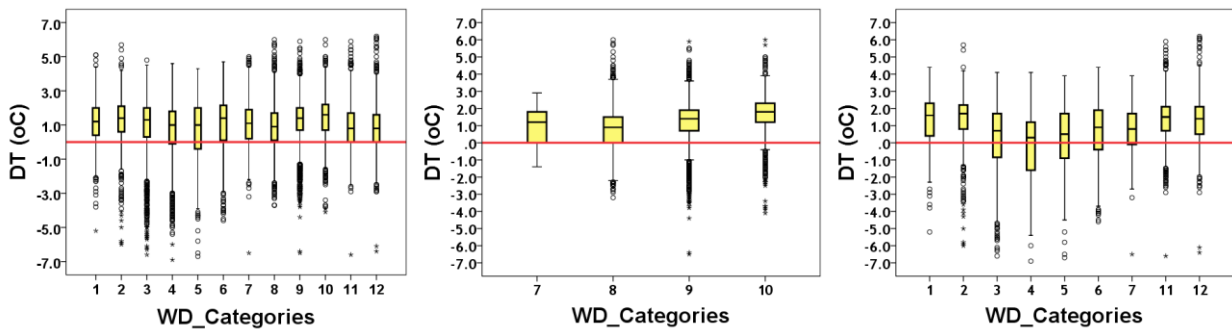
Πίνακας 29: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



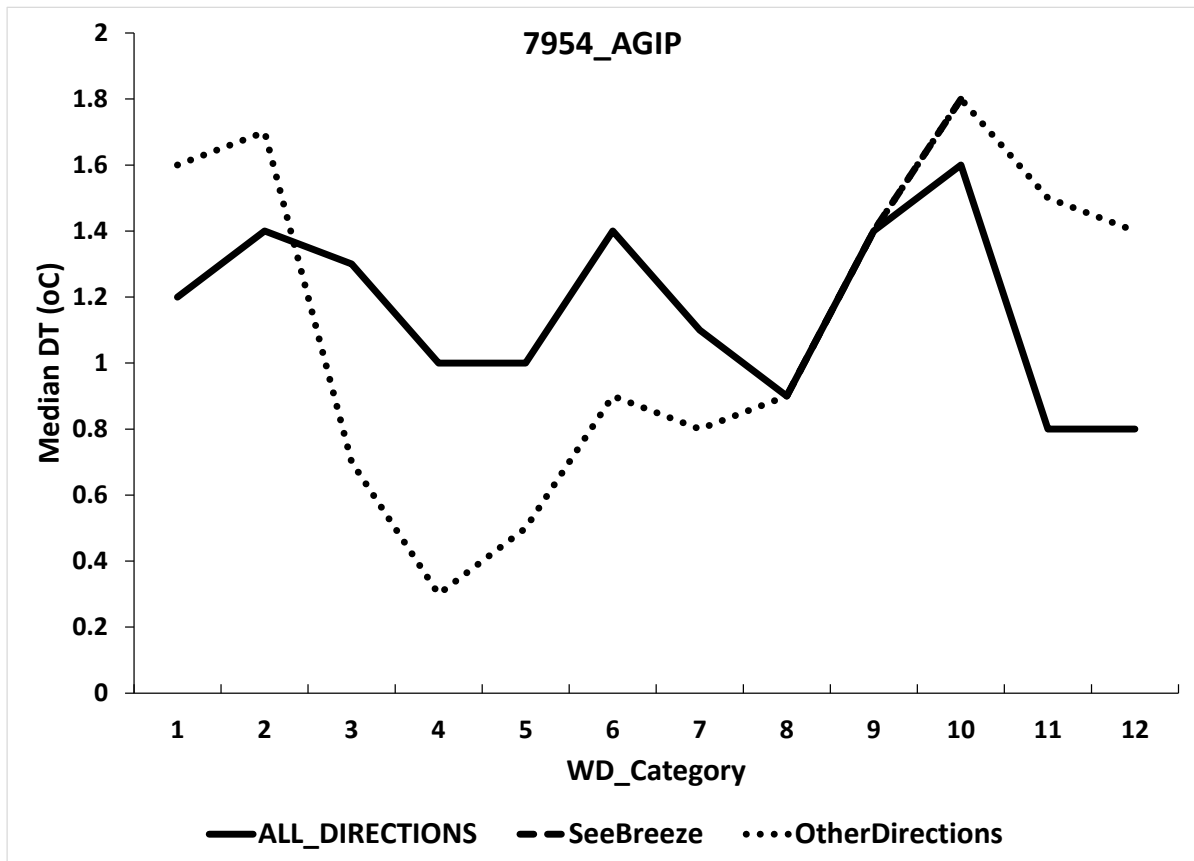
Σχήμα 224: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



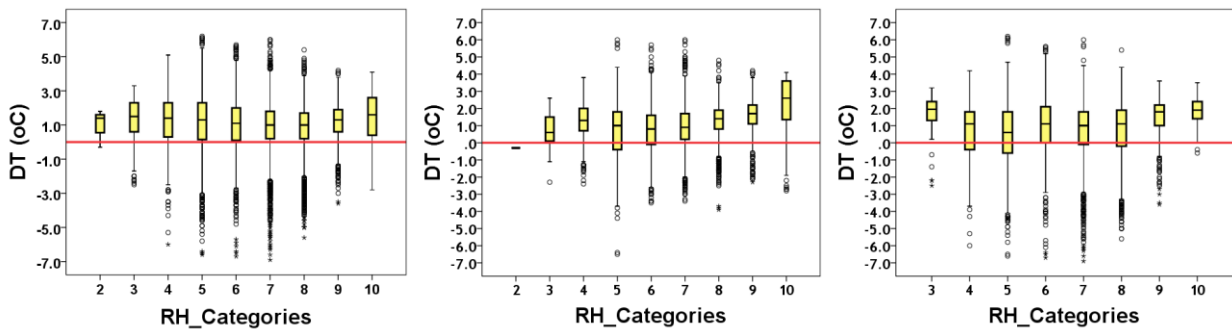
Σχήμα 225: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



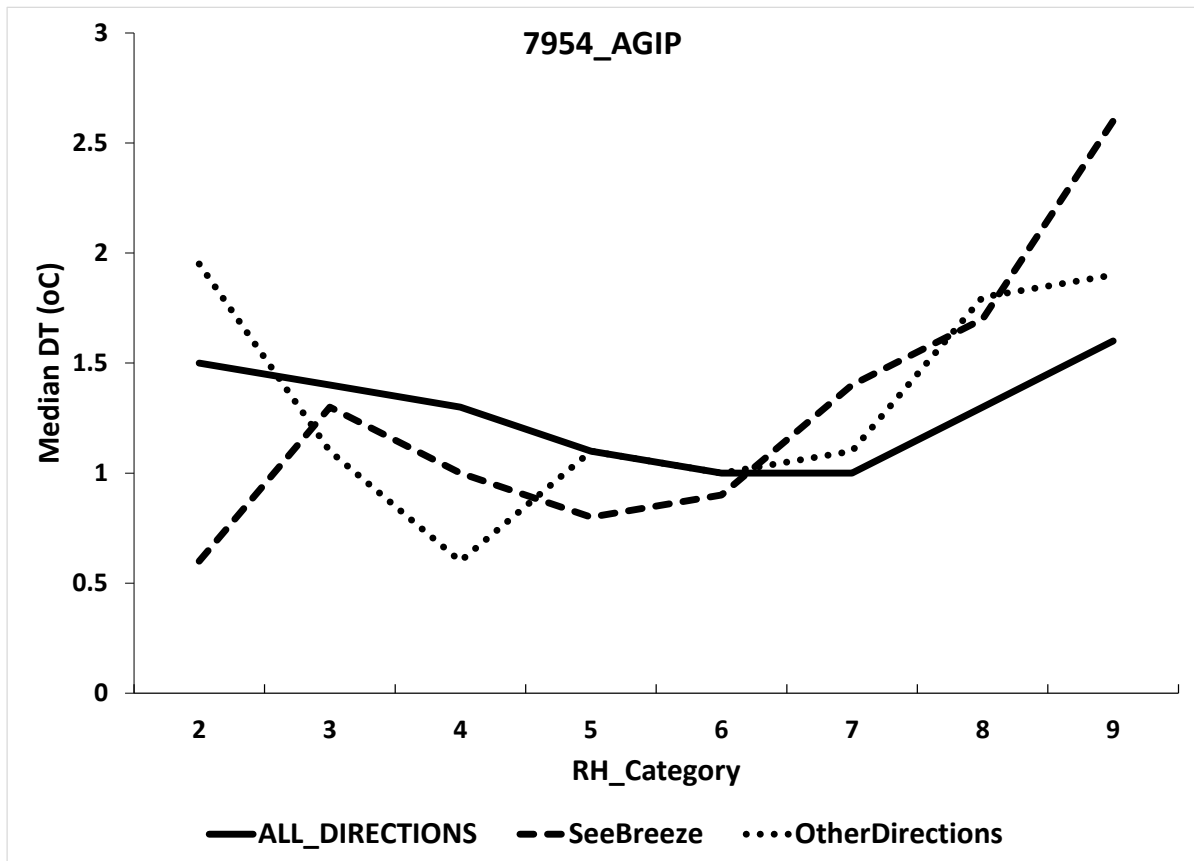
Σχήμα 226: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



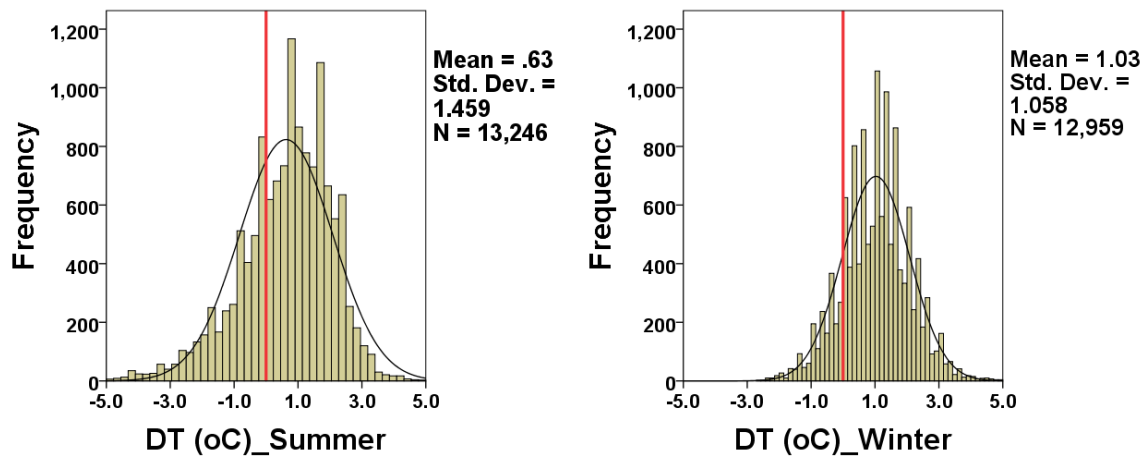
Σχήμα 227: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



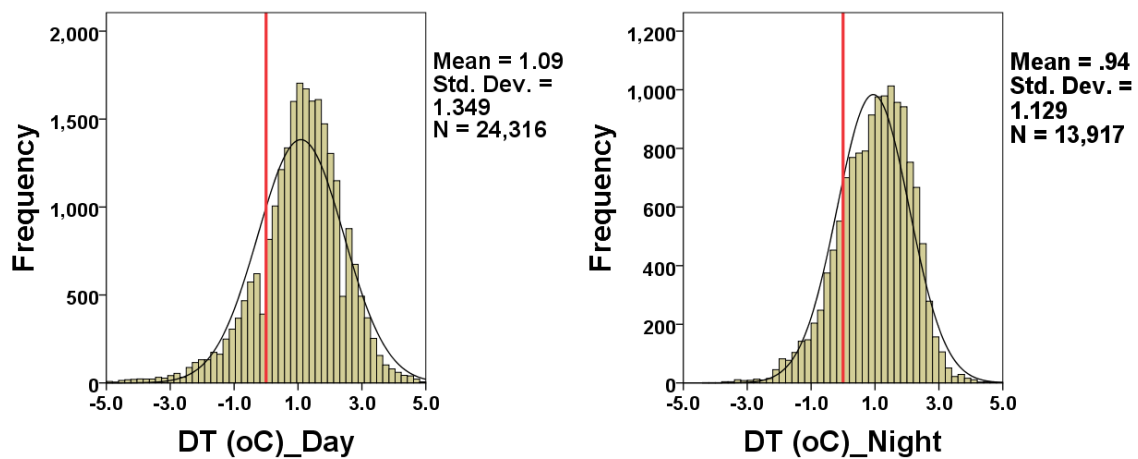
Σχήμα 228: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 229: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

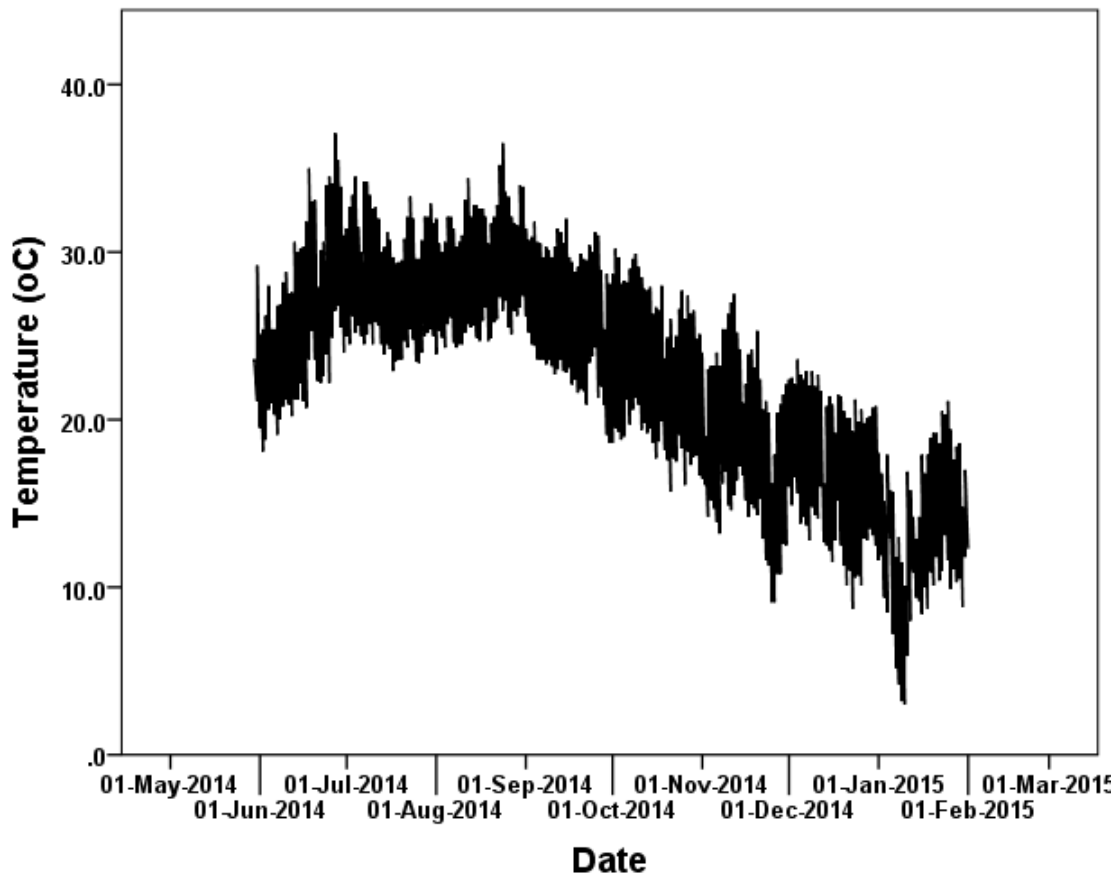


Σχήμα 230: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

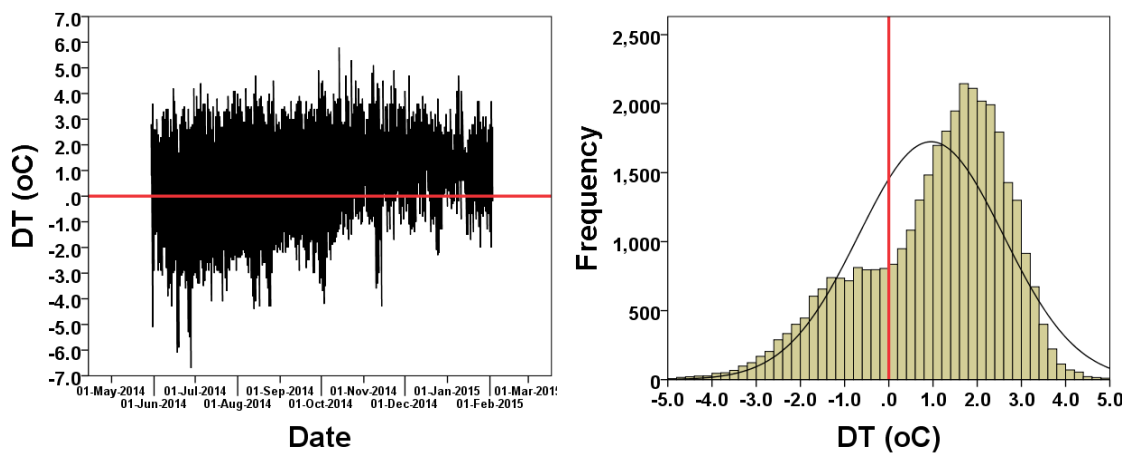


Σχήμα 231: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

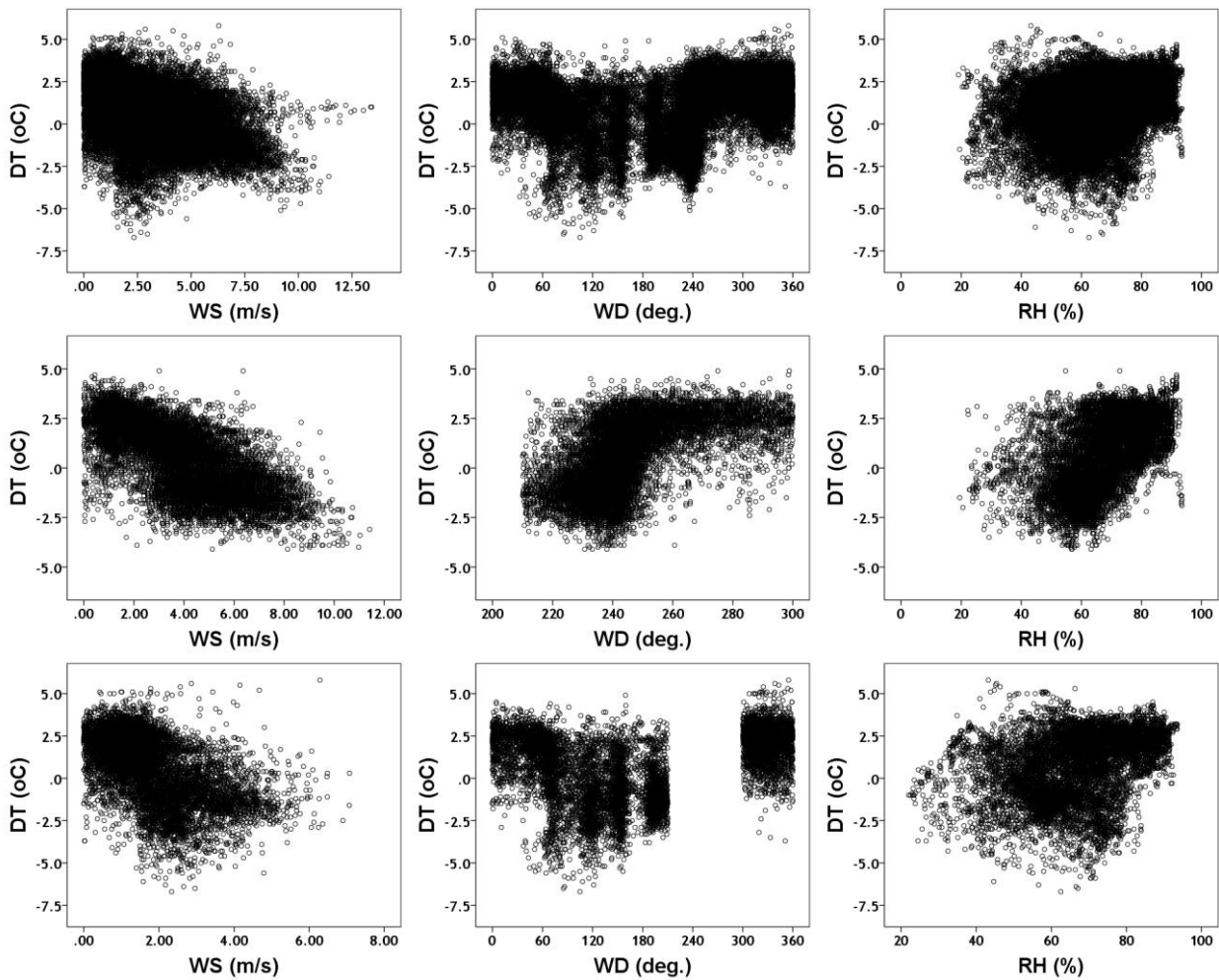
• 7956 – VIVARDI



Σχήμα 232: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 233: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

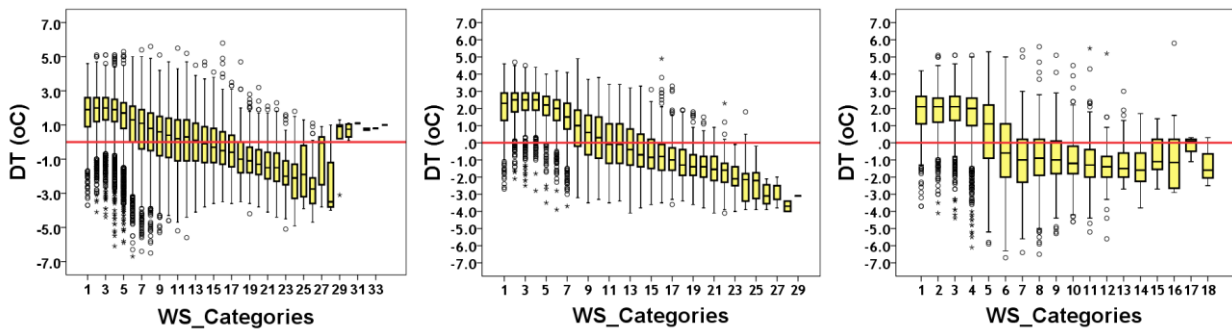


Σχήμα 234: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

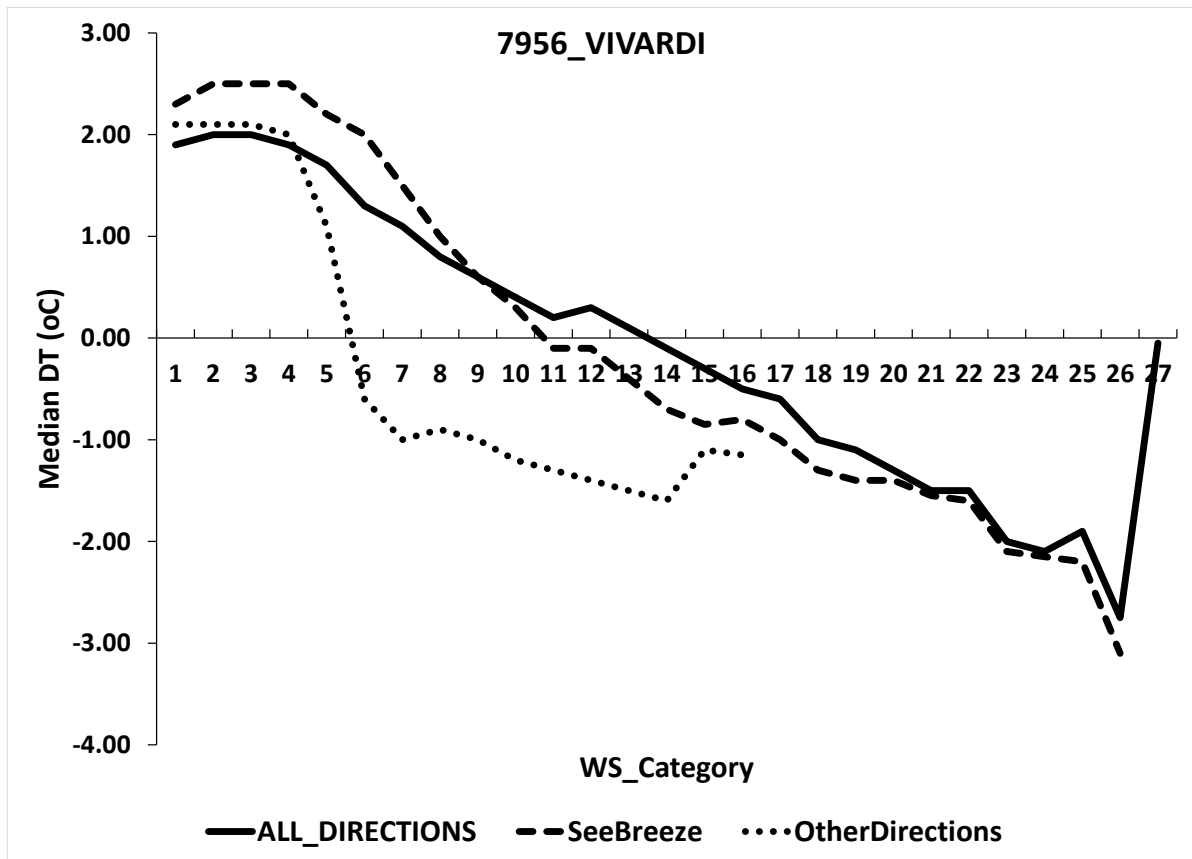
| Station number 7956 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.504 ** | -0.721* * | -0.571 ** | Wind Speed |
| 0.324 ** | 0.630 ** | 0.251 ** | Wind Direction |
| 0.371 ** | 0.575 ** | 0.369 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

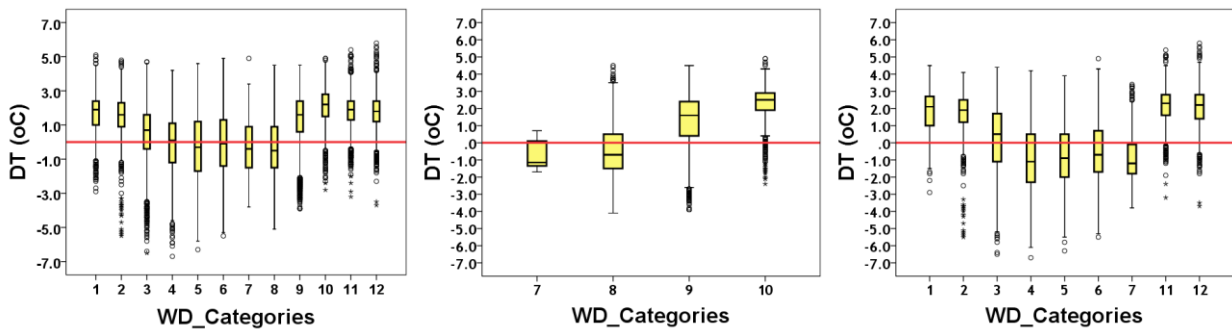
Πίνακας 30: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



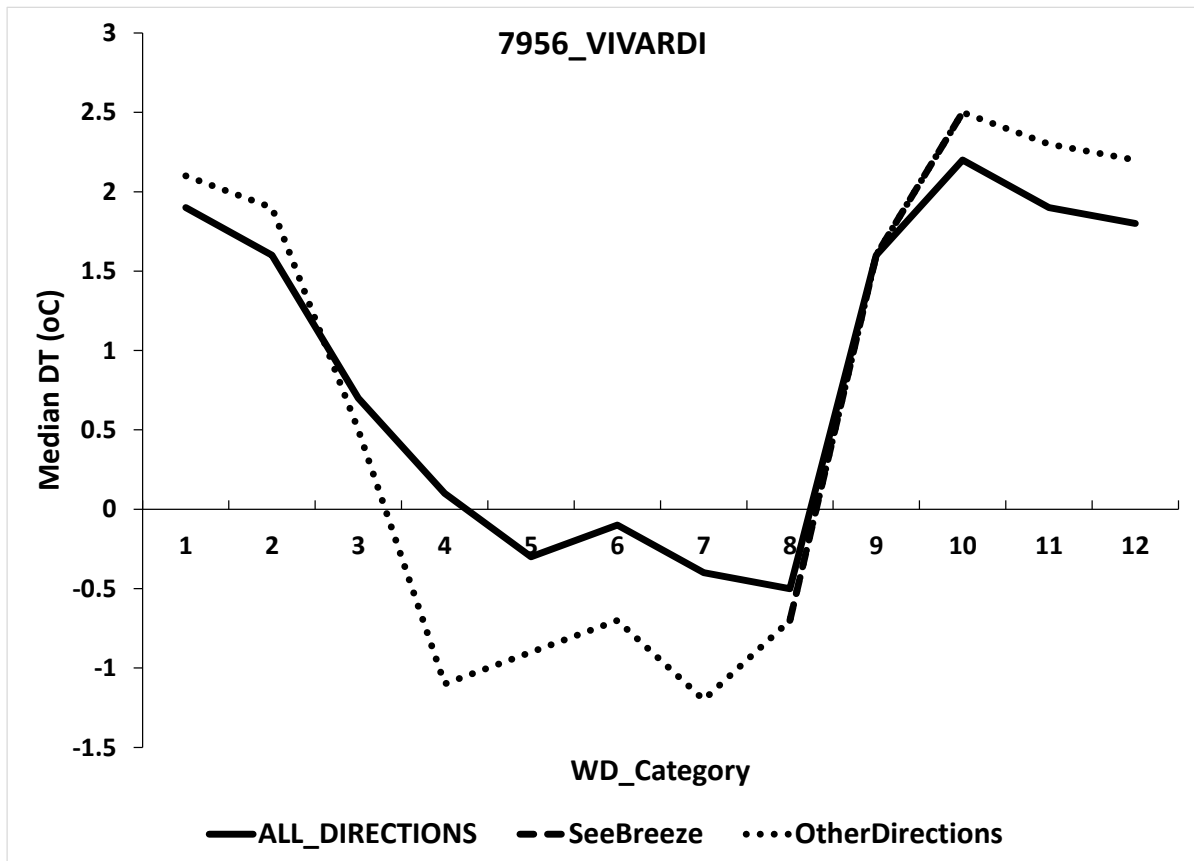
Σχήμα 235: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



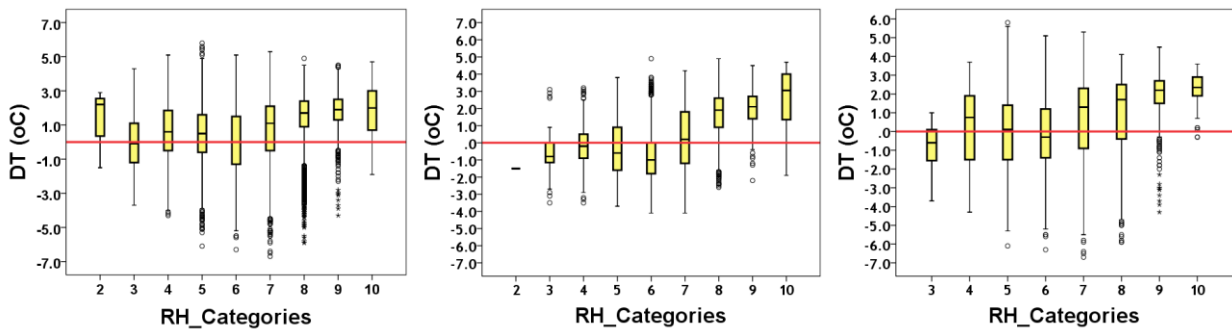
Σχήμα 236: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



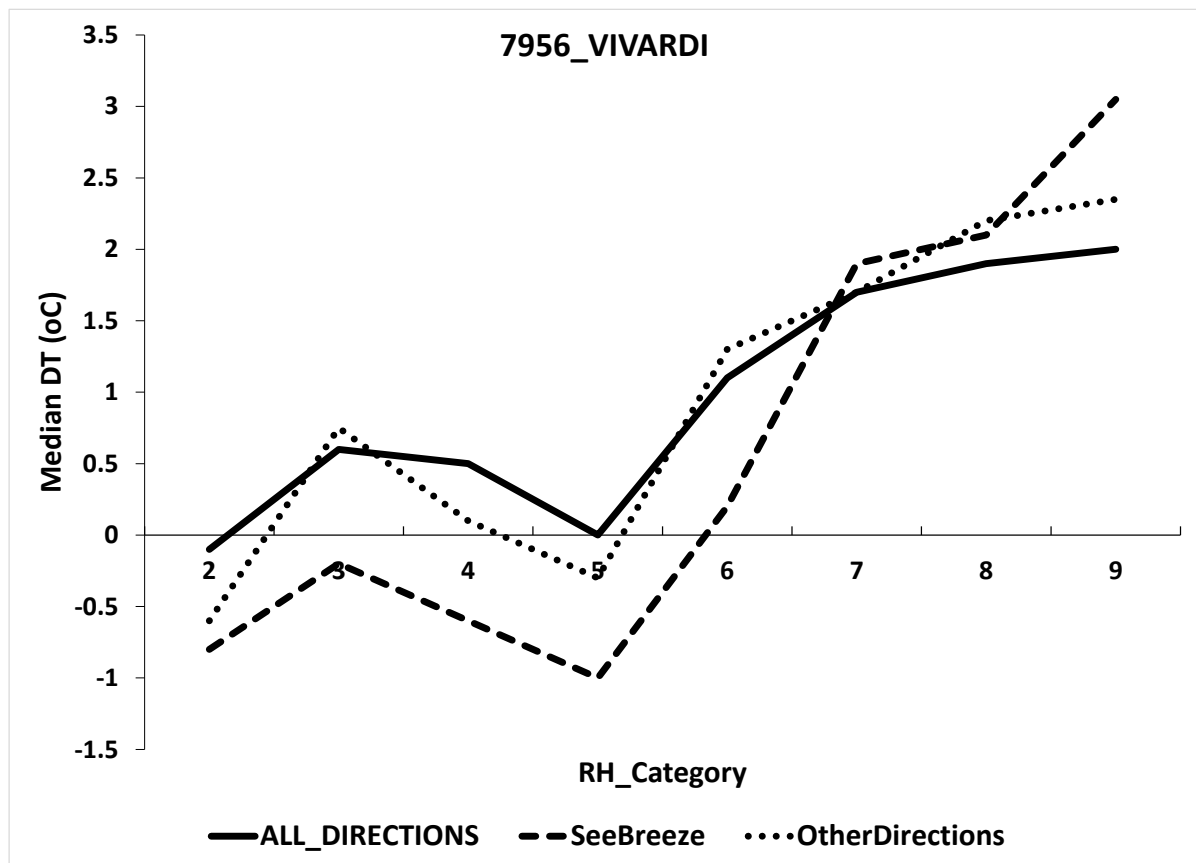
Σχήμα 237: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



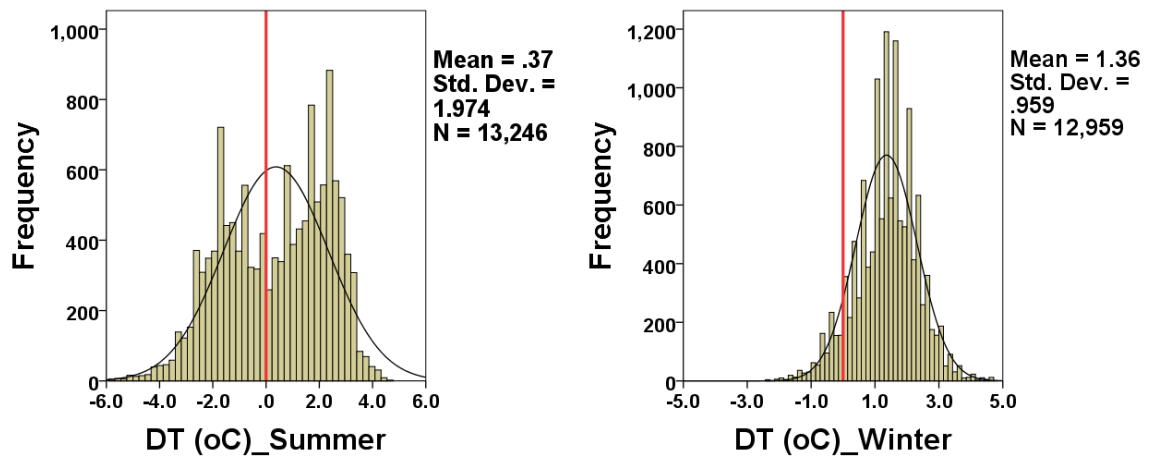
Σχήμα 238: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



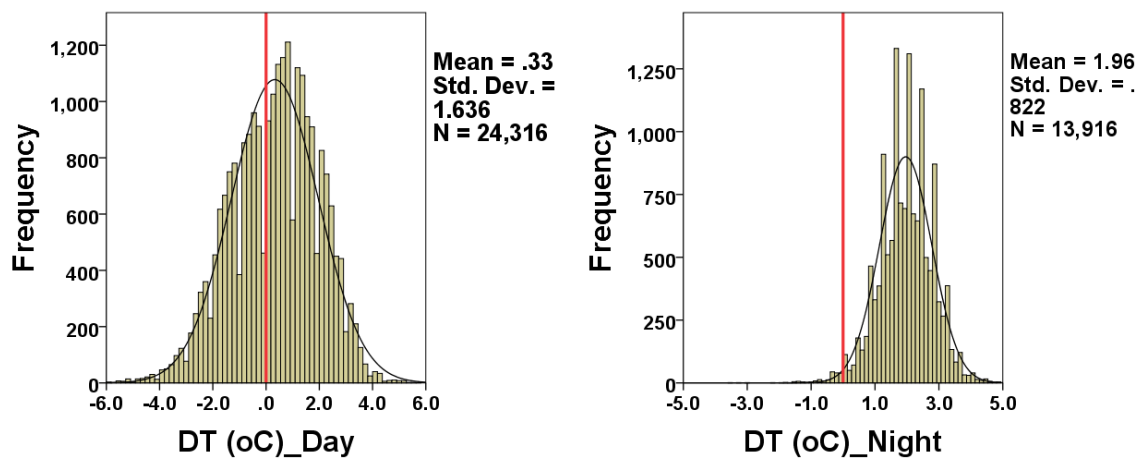
Σχήμα 239: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 240: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

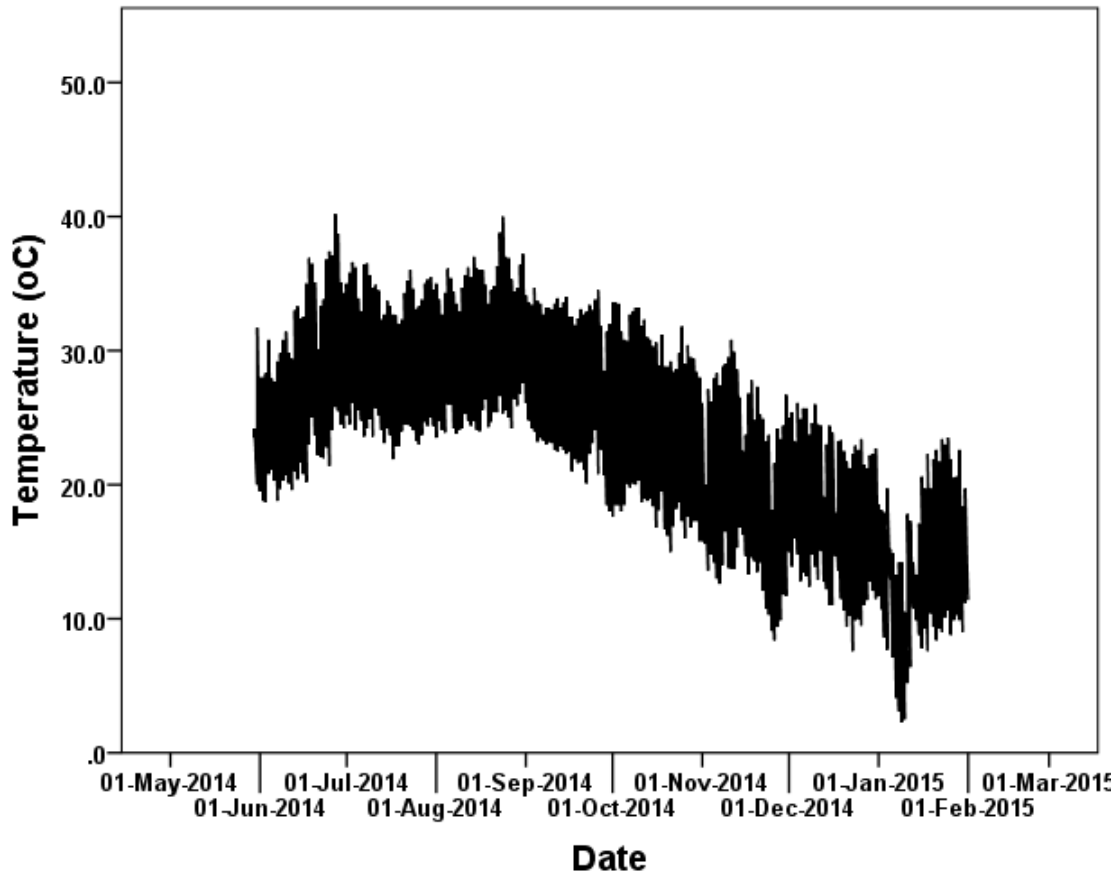


Σχήμα 241: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

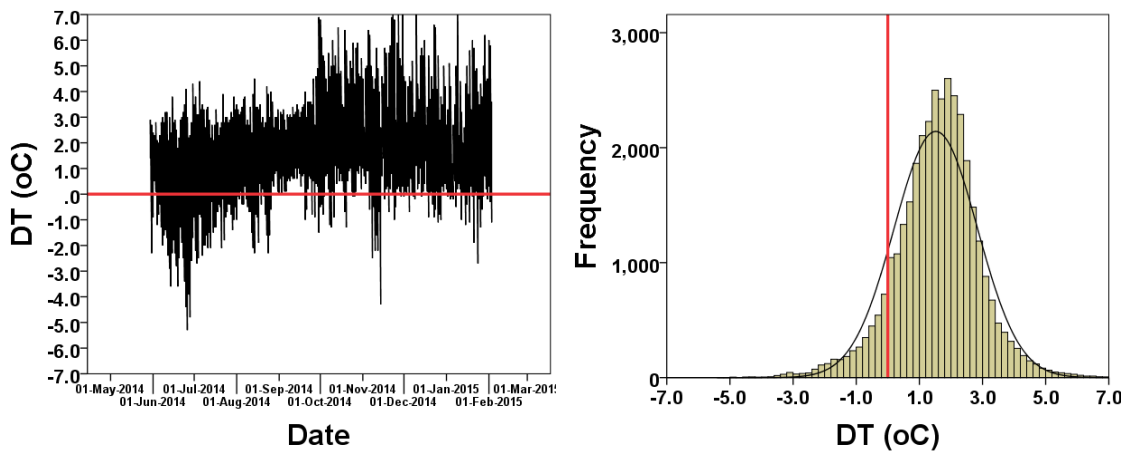


Σχήμα 242: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

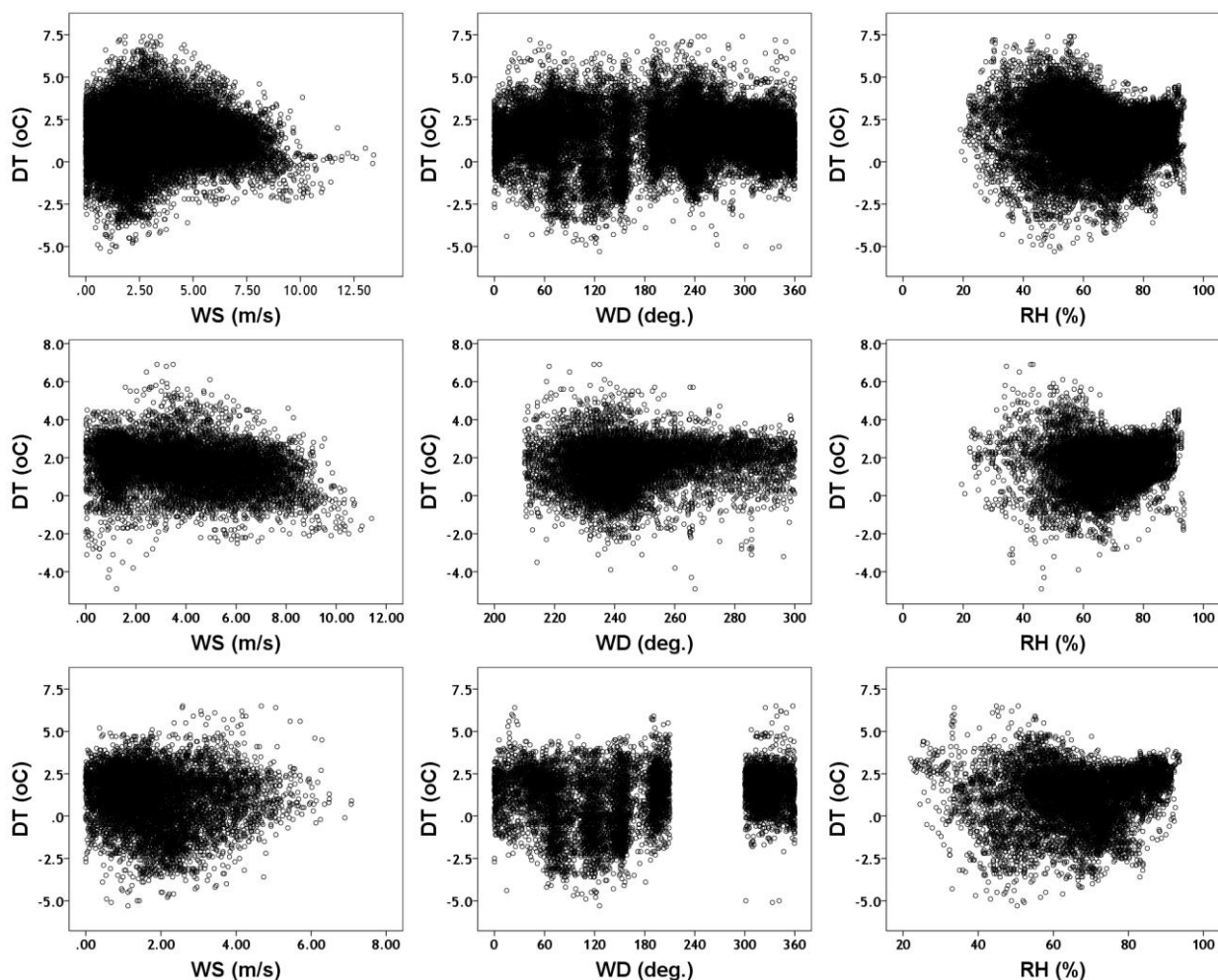
• 7957 – SHOP



Σχήμα 243: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 244: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

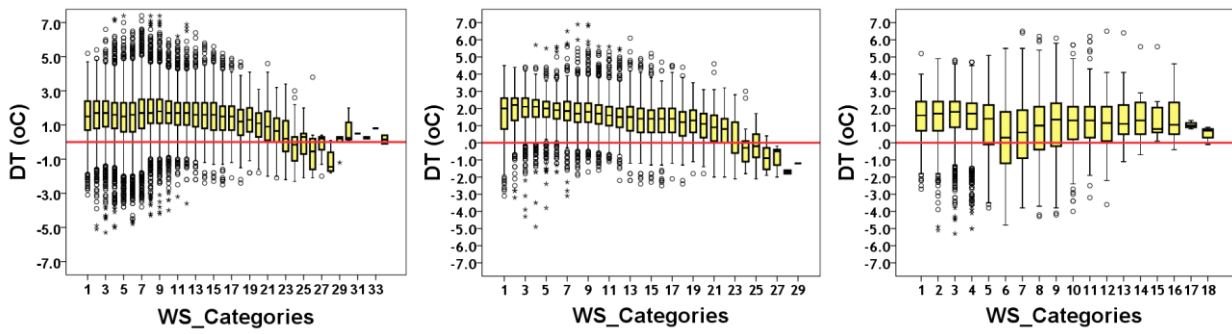


Σχήμα 245: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

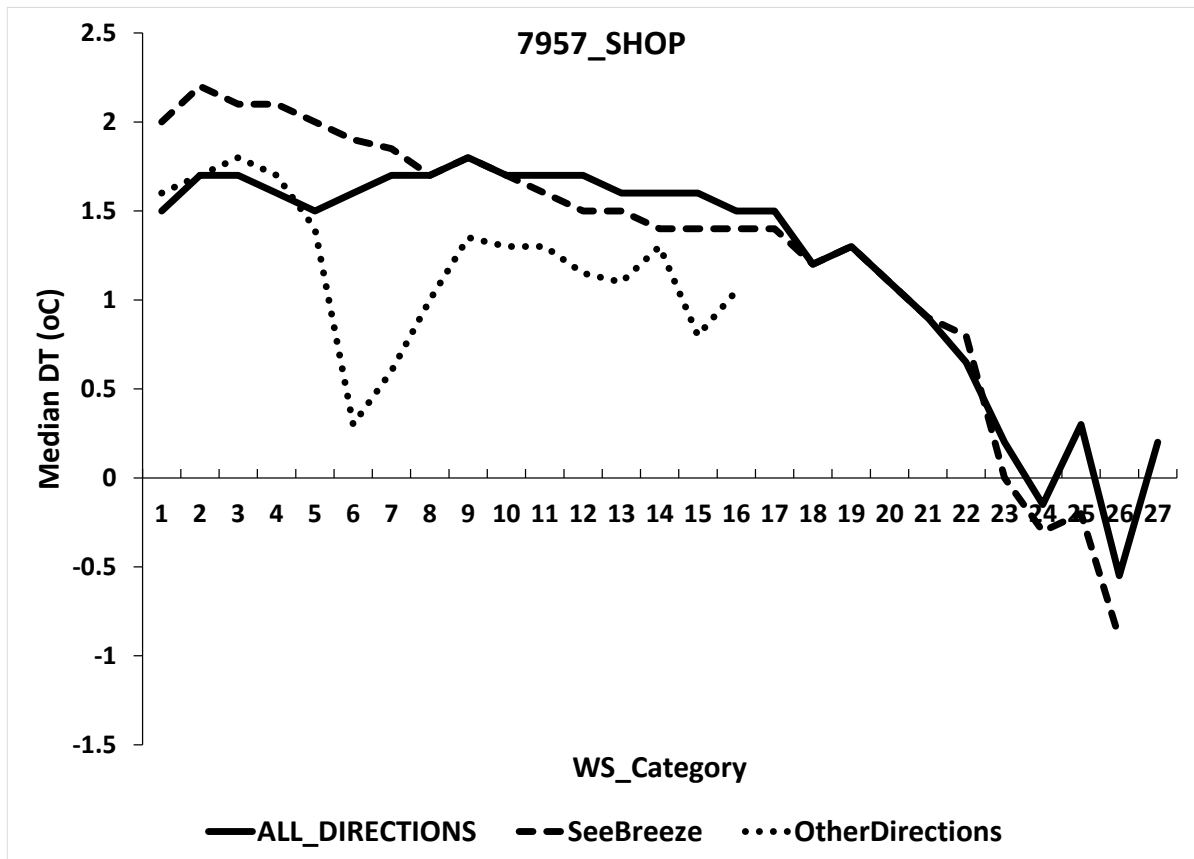
| Station number 7957 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.023 ** | -0.303 ** | -0.173 ** | Wind Speed |
| -0.064 ** | 0.133 ** | 0.144 ** | Wind Direction |
| -0.104 ** | 0.125 ** | 0.109 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

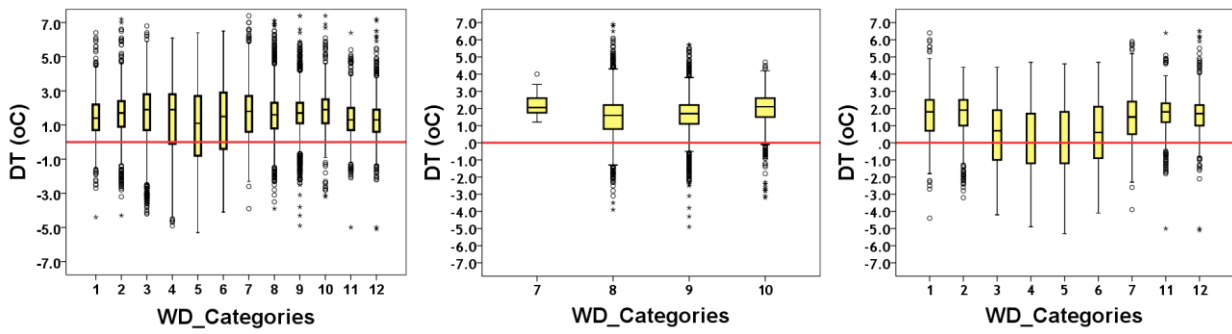
Πίνακας 31: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



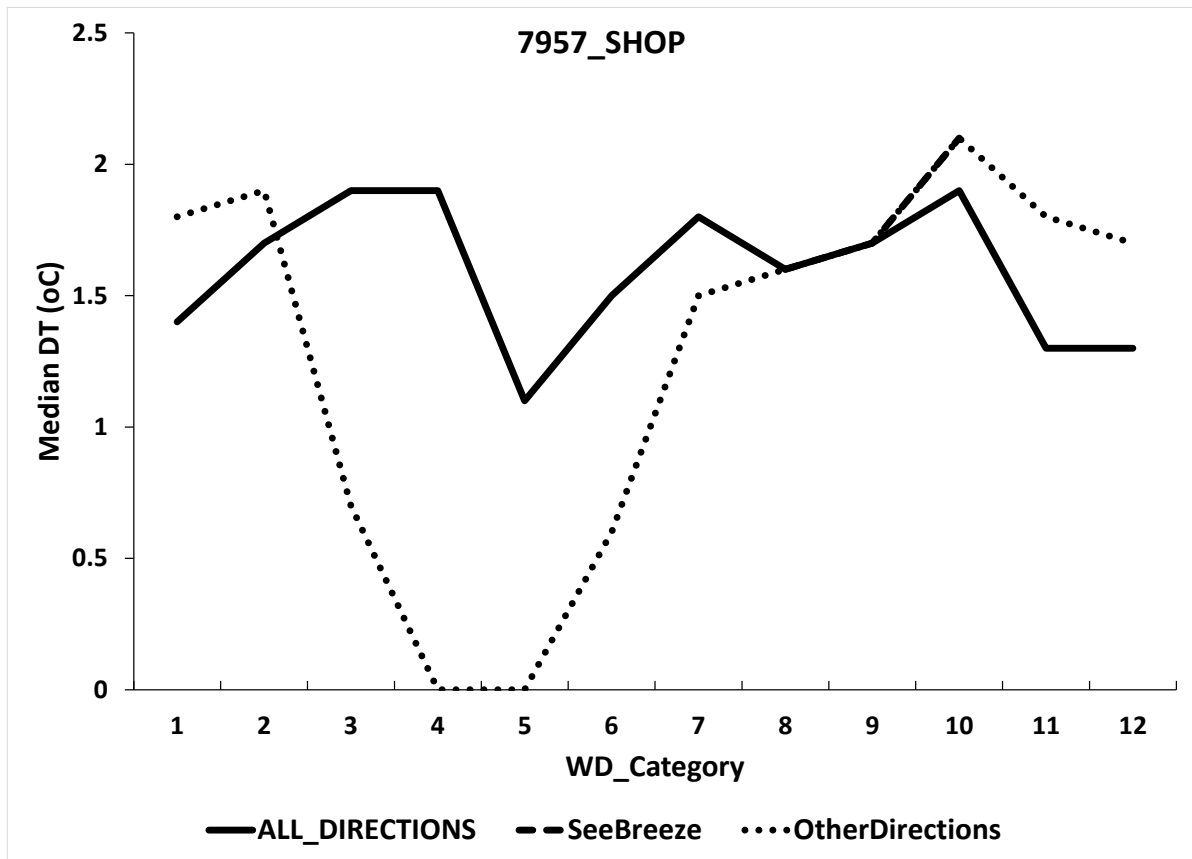
Σχήμα 246: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



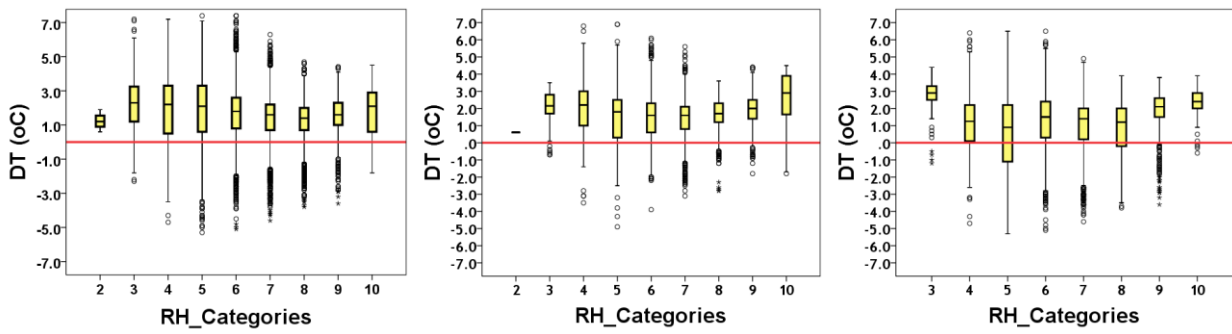
Σχήμα 247: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



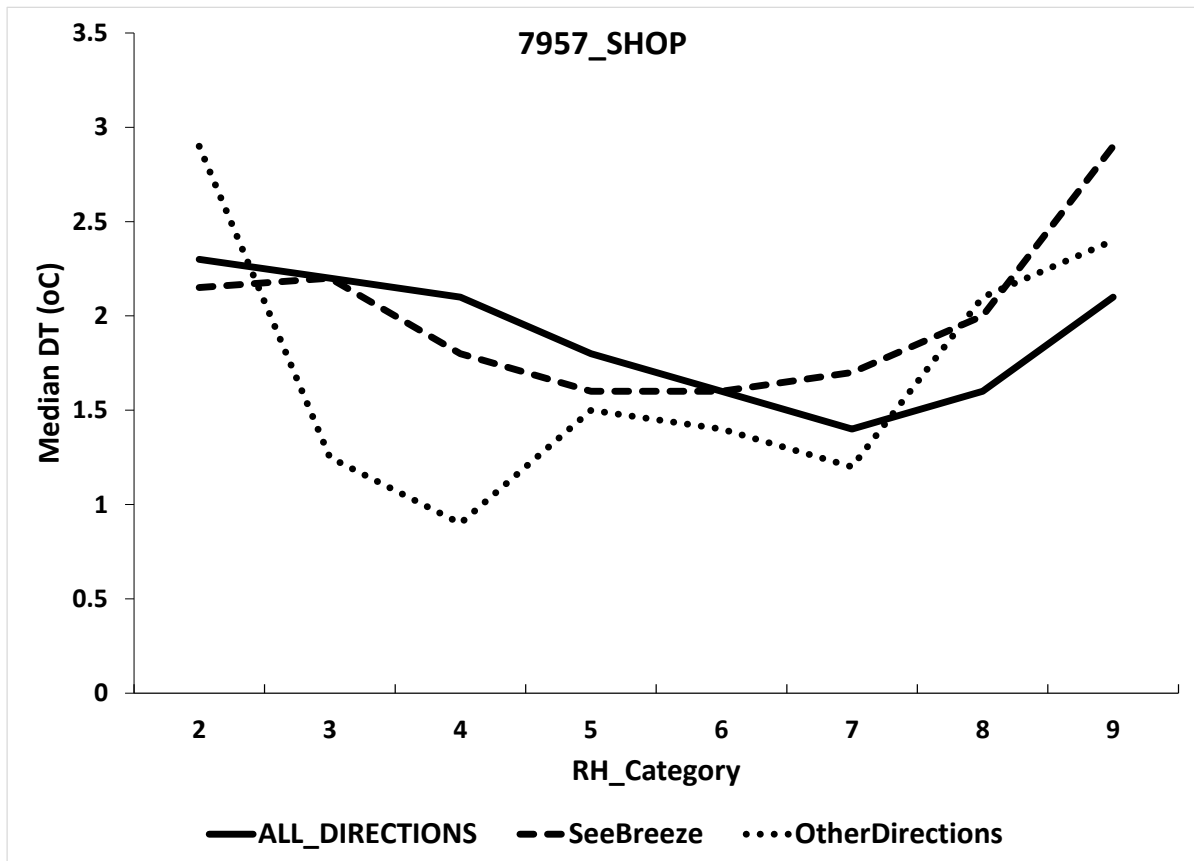
Σχήμα 248: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



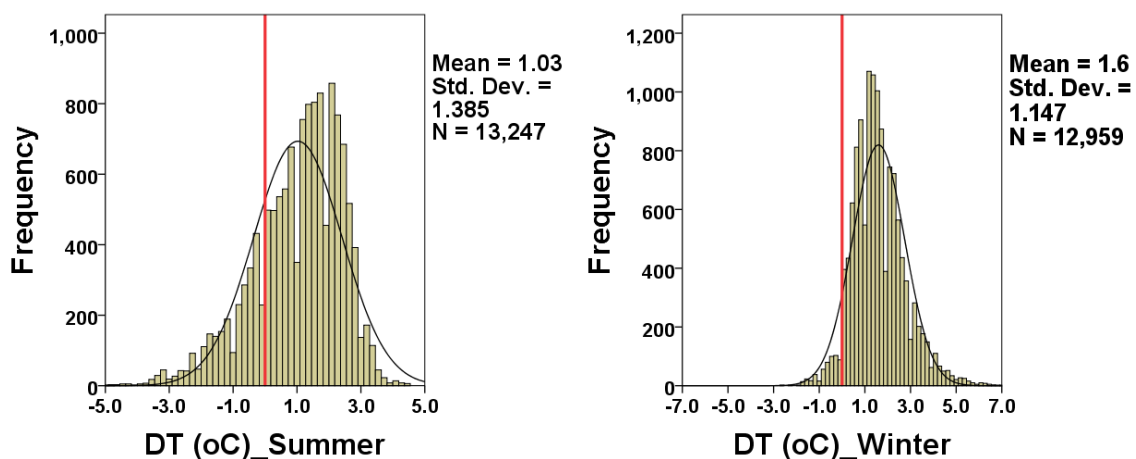
Σχήμα 249: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



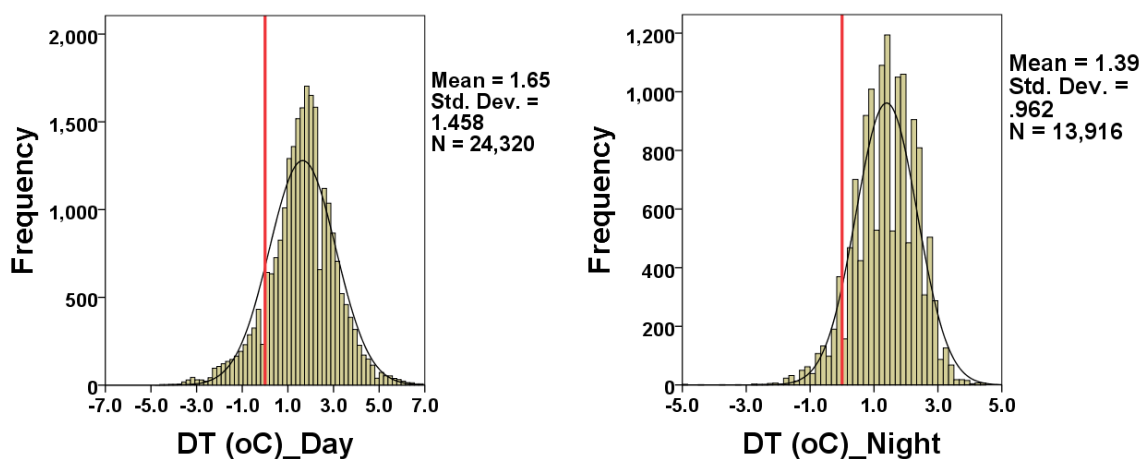
Σχήμα 250: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 251: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

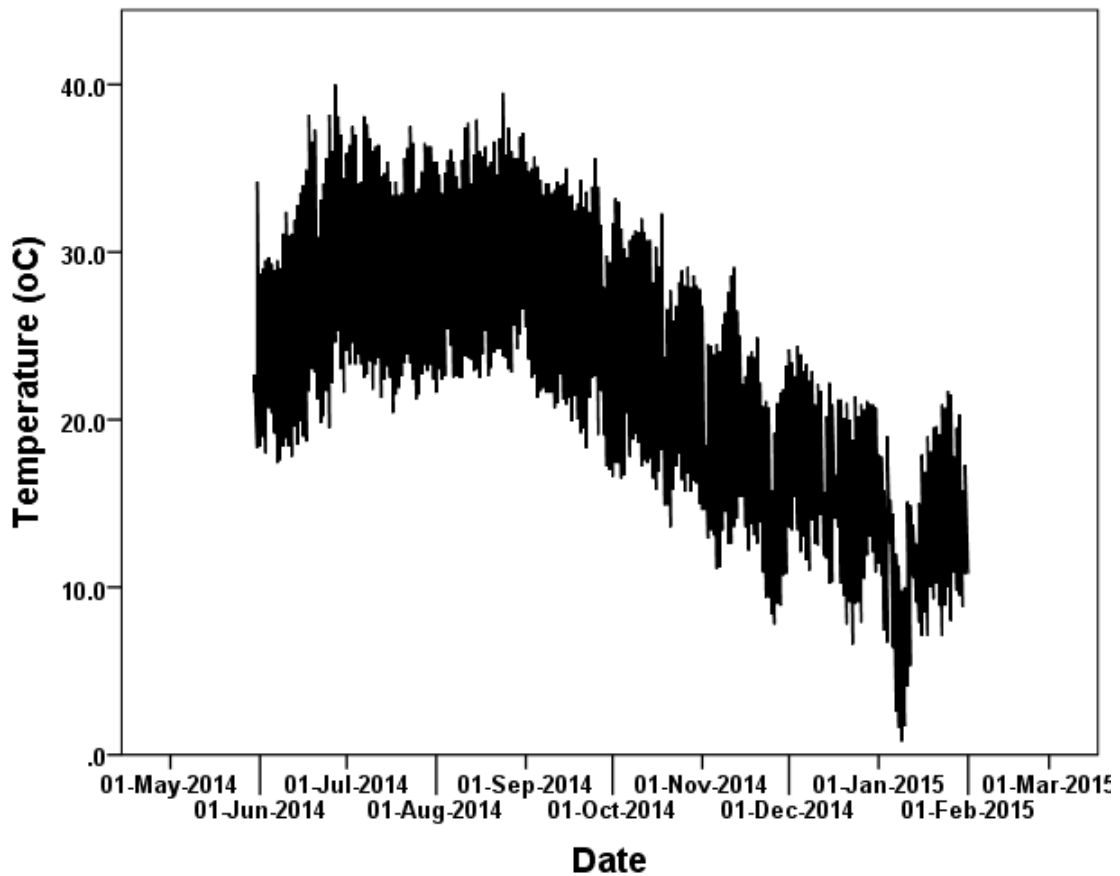


Σχήμα 252: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

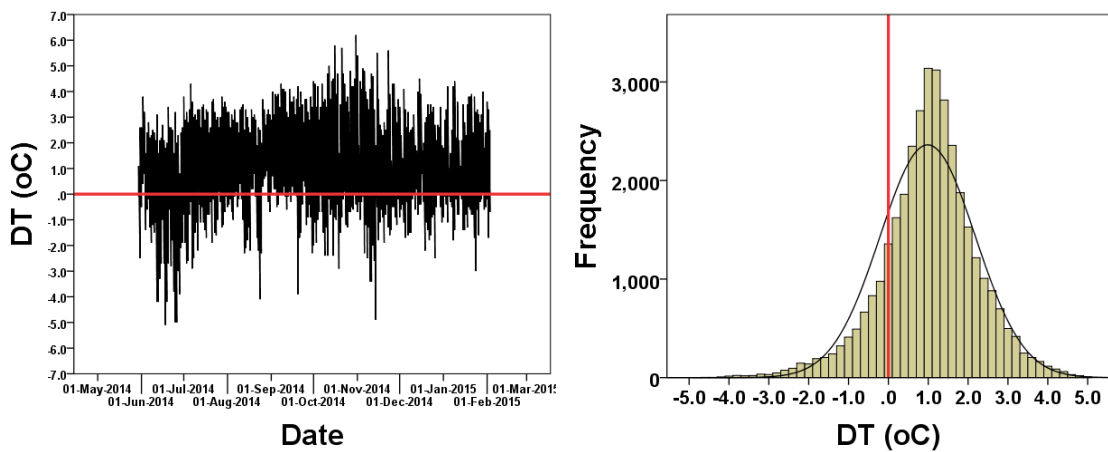


Σχήμα 253: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

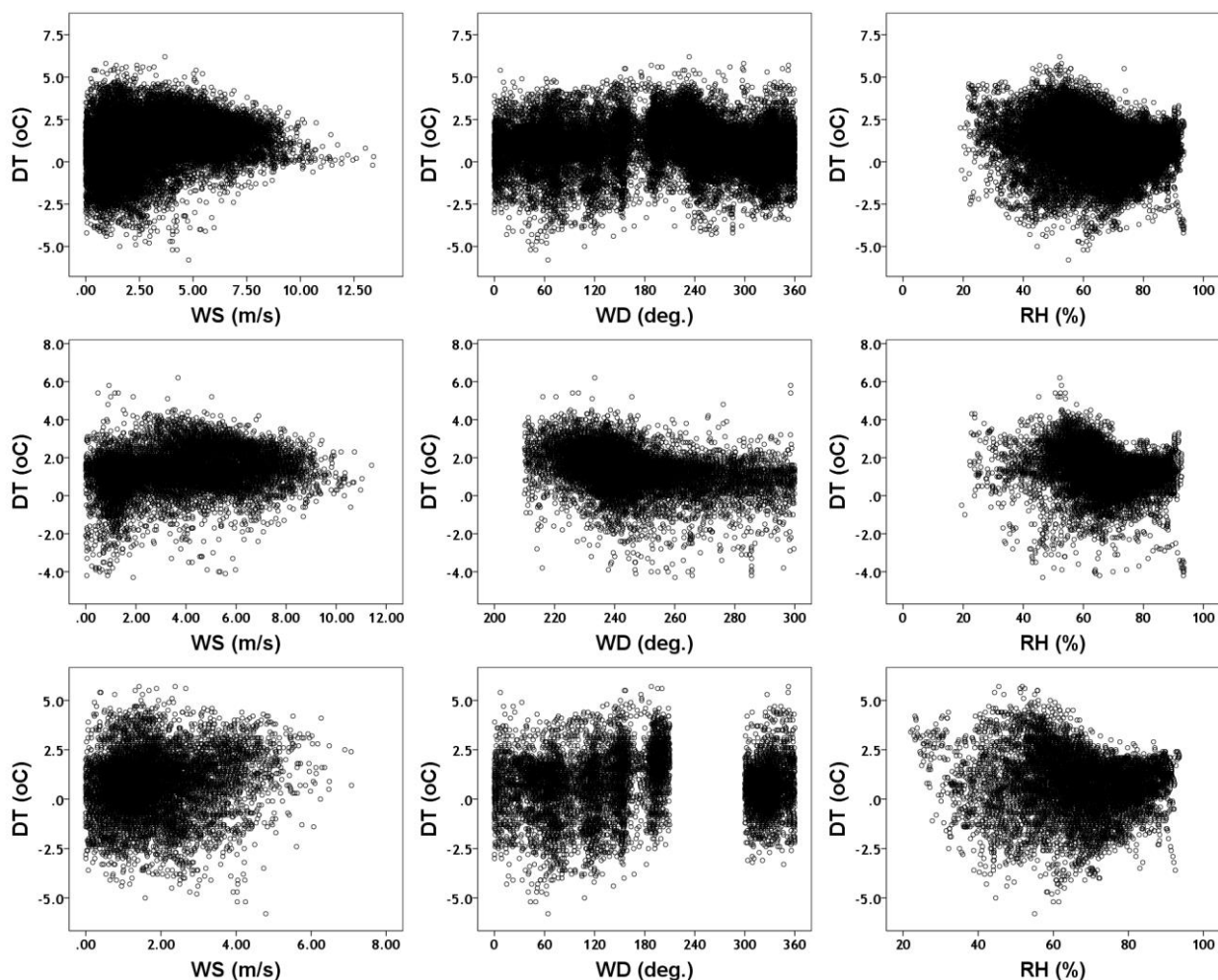
• 7963 – CARWASH HIGHWAY



Σχήμα 254: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 255: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνότητας διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)



Σχήμα 256: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

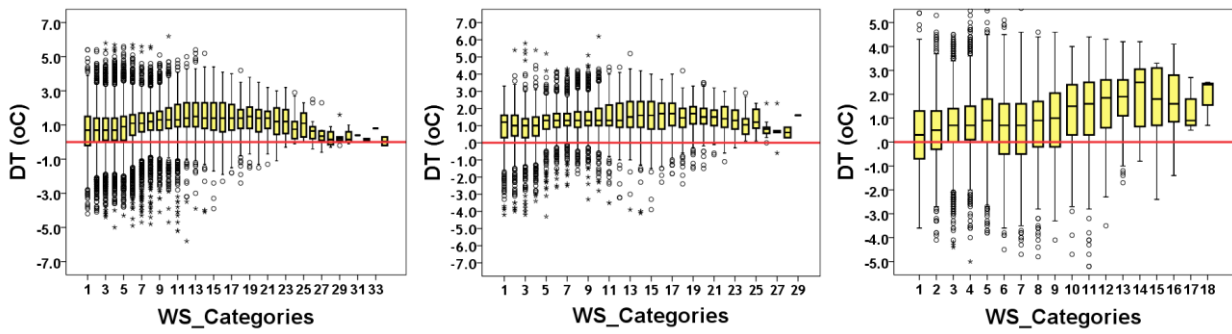
Station number 7963

| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | Element |
|----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| 0.260 ** | 0.242 ** | 0.138 ** | Wind Speed |
| -0.188 ** | -0.380 ** | 0.024 * | Wind Direction |
| -0.245 ** | -0.321 ** | -0.104 ** | Relative Humidity |

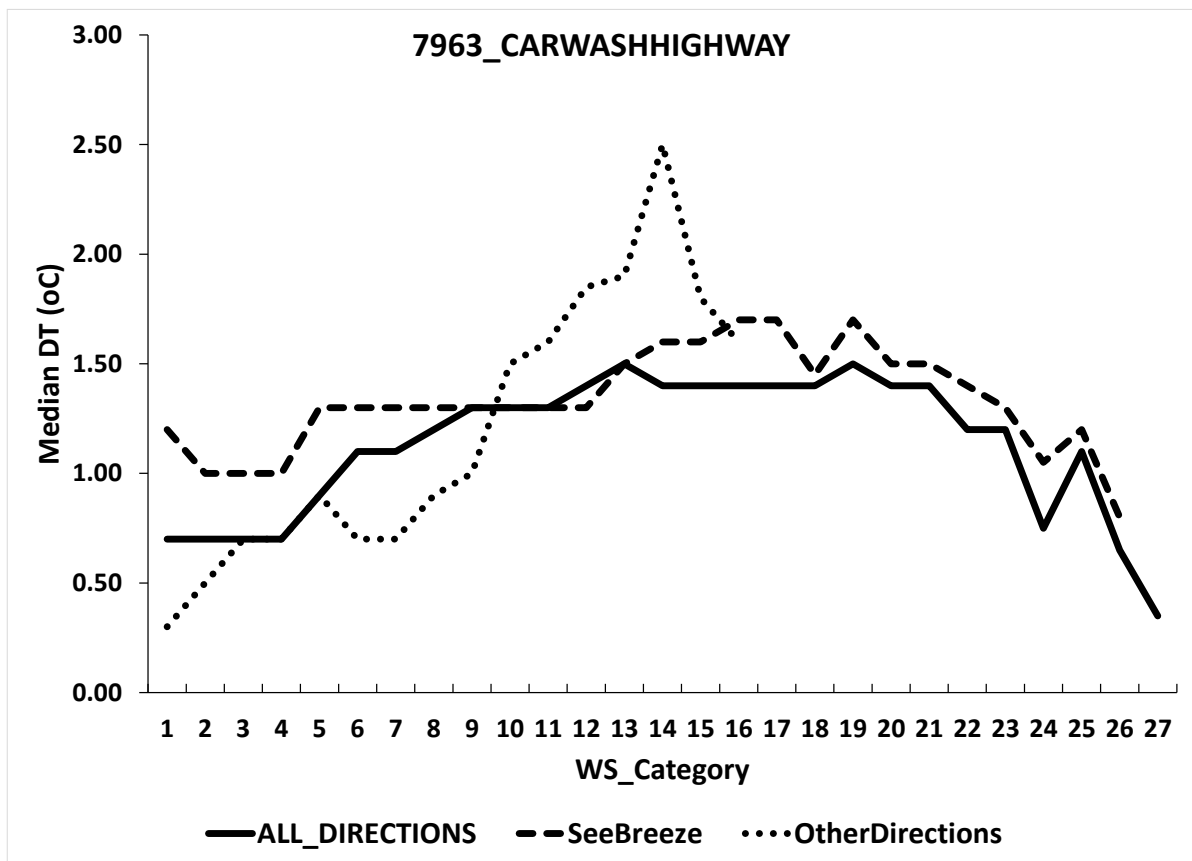
** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

* correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

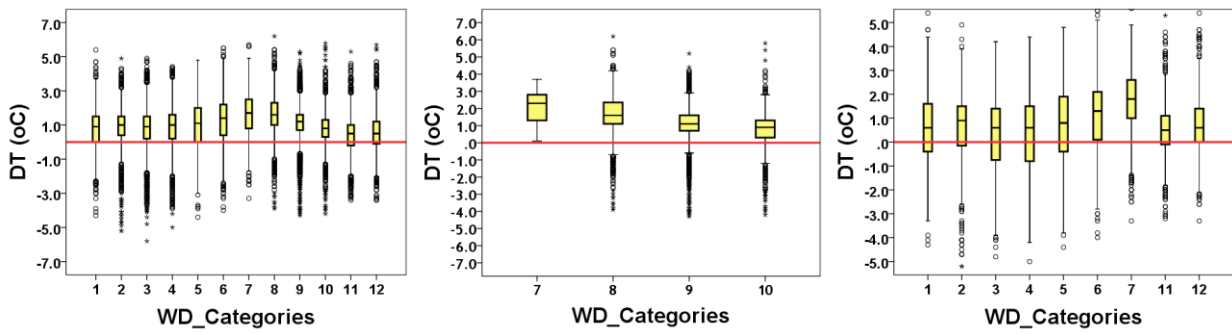
Πίνακας 32: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



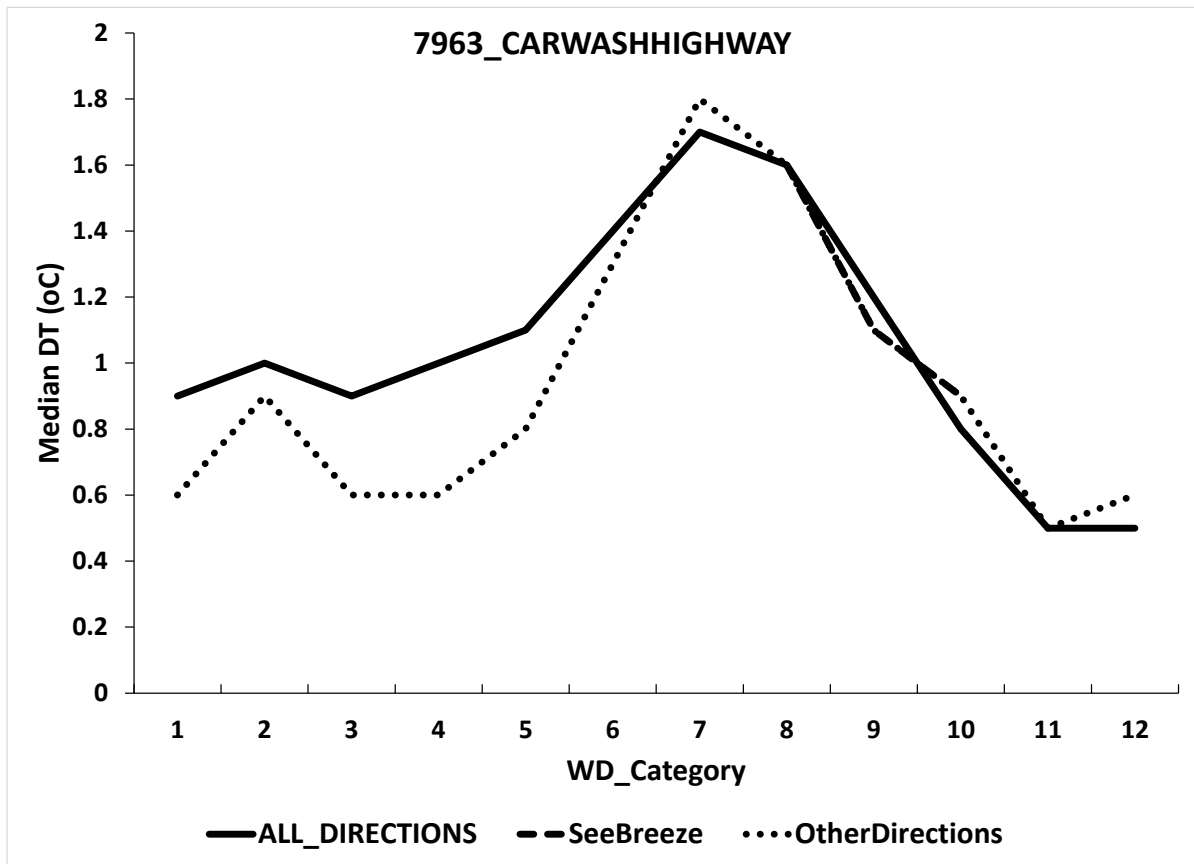
Σχήμα 257: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



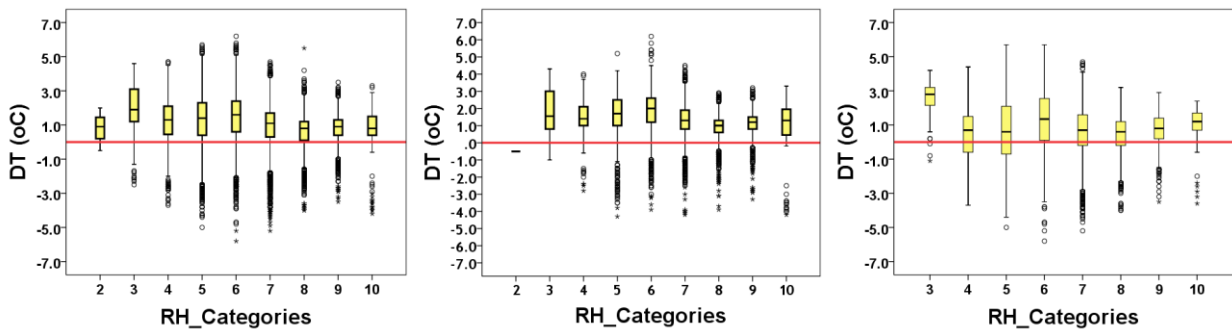
Σχήμα 258: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



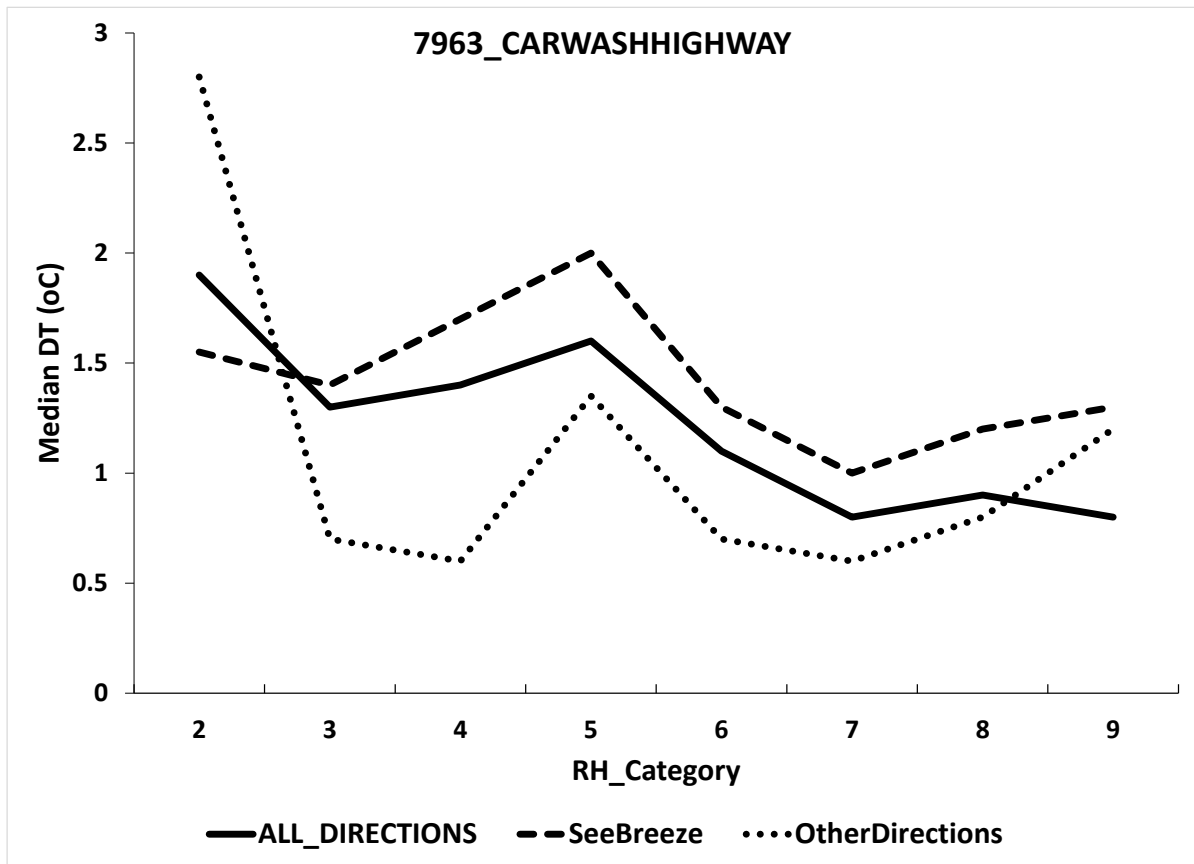
Σχήμα 259: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



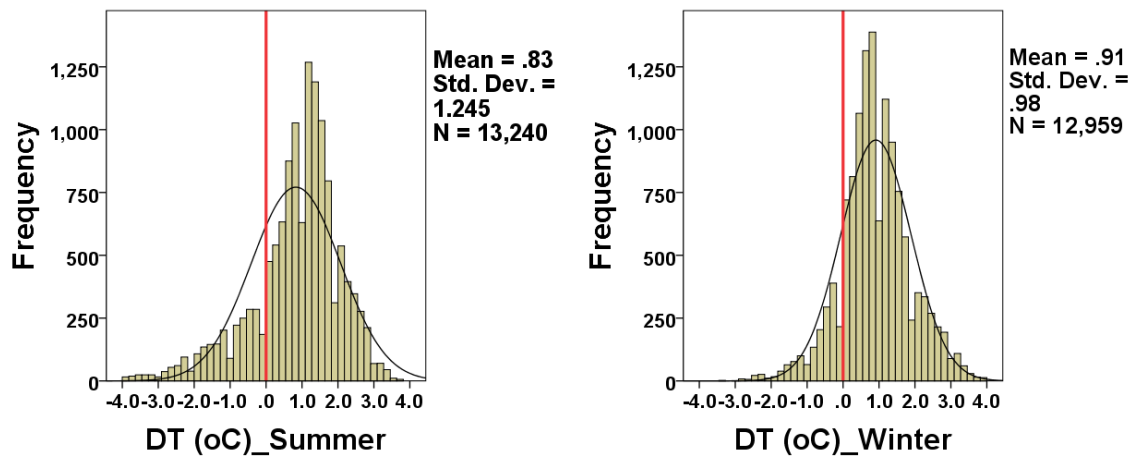
Σχήμα 260: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



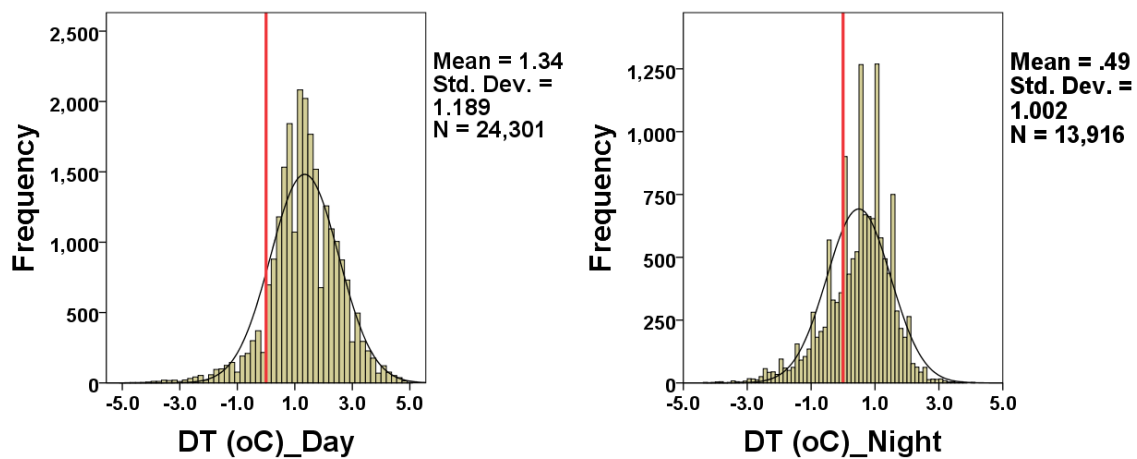
Σχήμα 261: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 262: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)

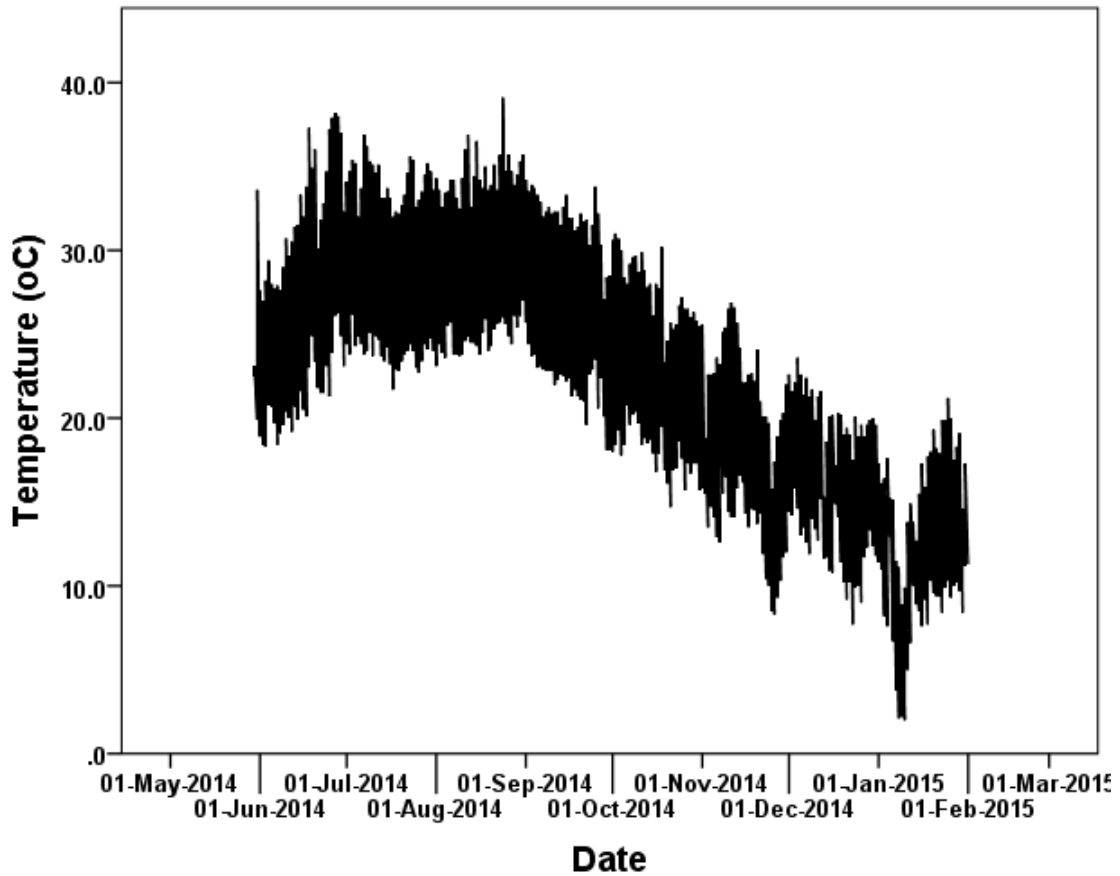


Σχήμα 263: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

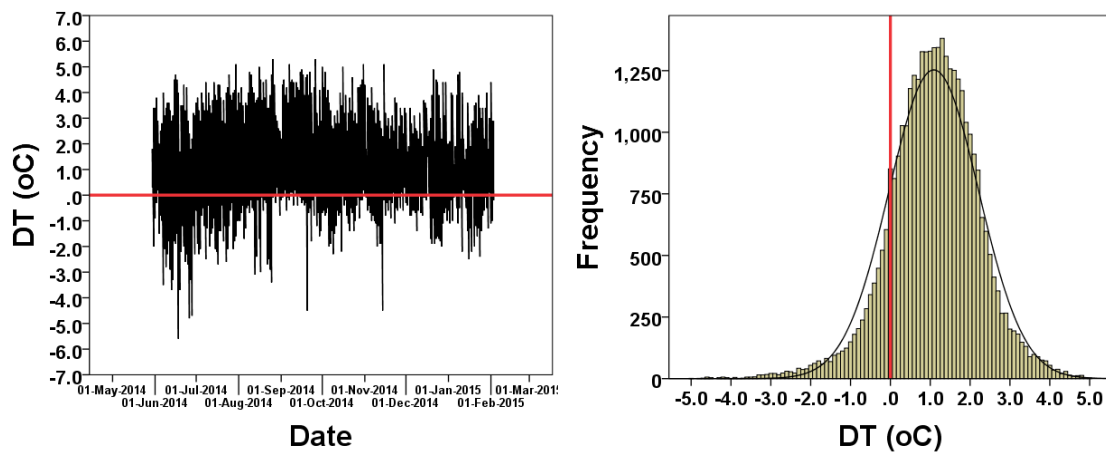


Σχήμα 264: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

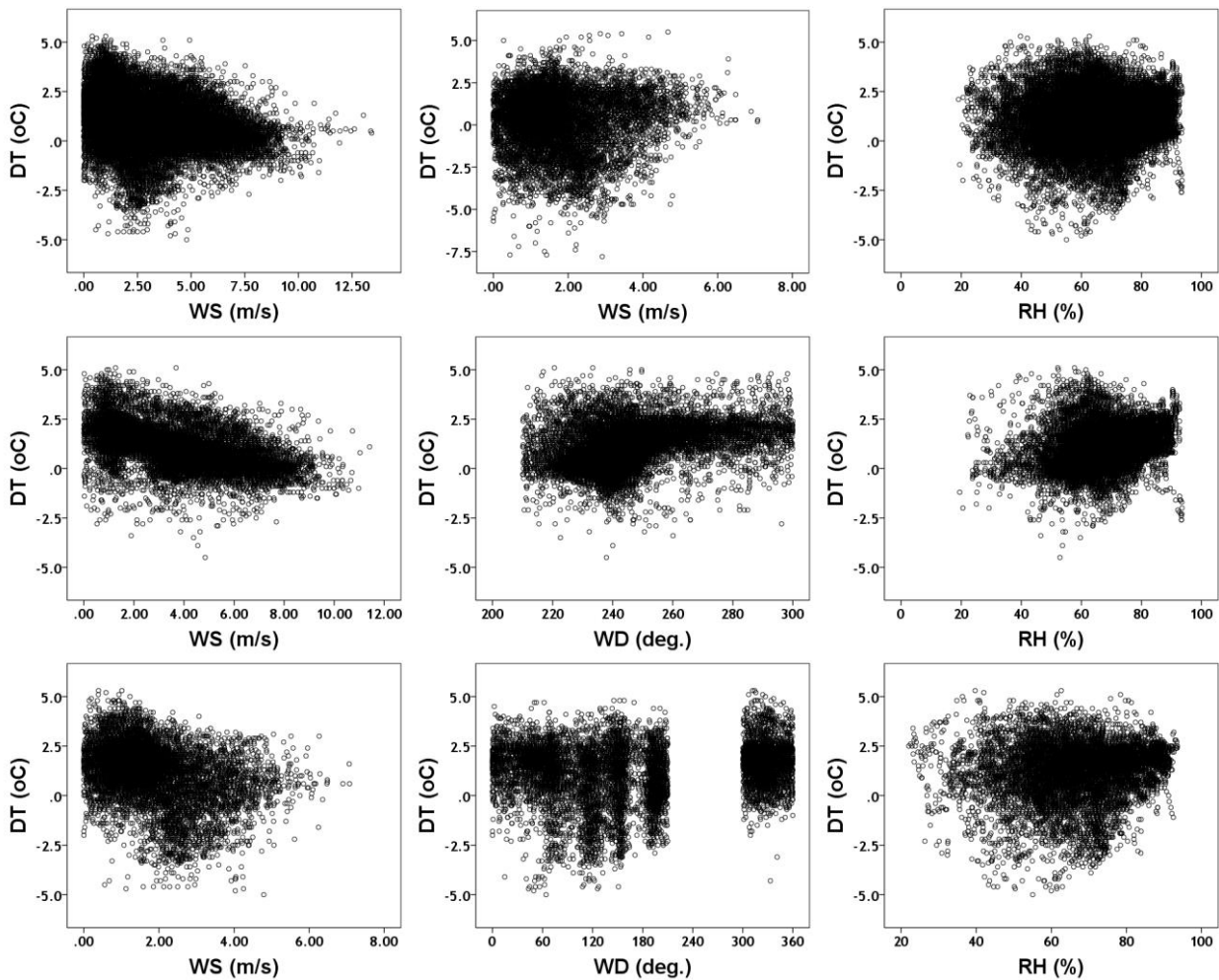
• **7967 – LUCKOIL**



Σχήμα 265: Χρονοσειρά δεκάλεπτων μετρήσεων θερμοκρασίας



Σχήμα 266: Διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (αριστερά), διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων διαφοράς θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς (δεξιά)

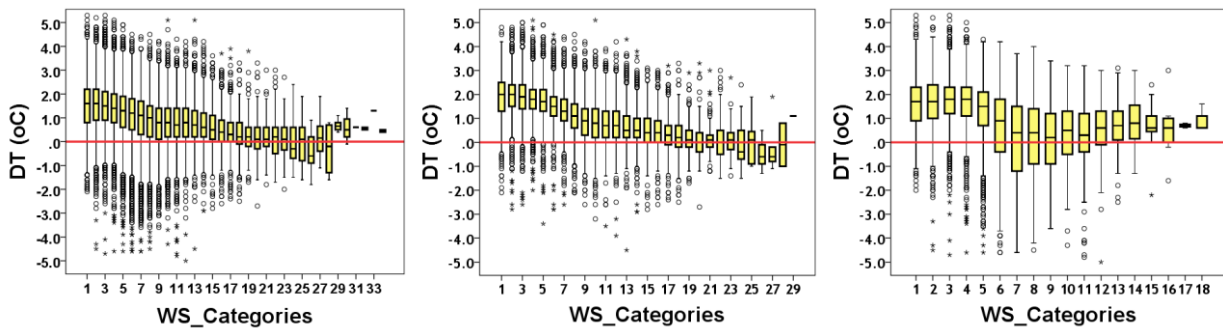


Σχήμα 267: Διαγράμματα συσχέτισης, όλες οι διευθύνσεις (πάνω), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (κάτω)

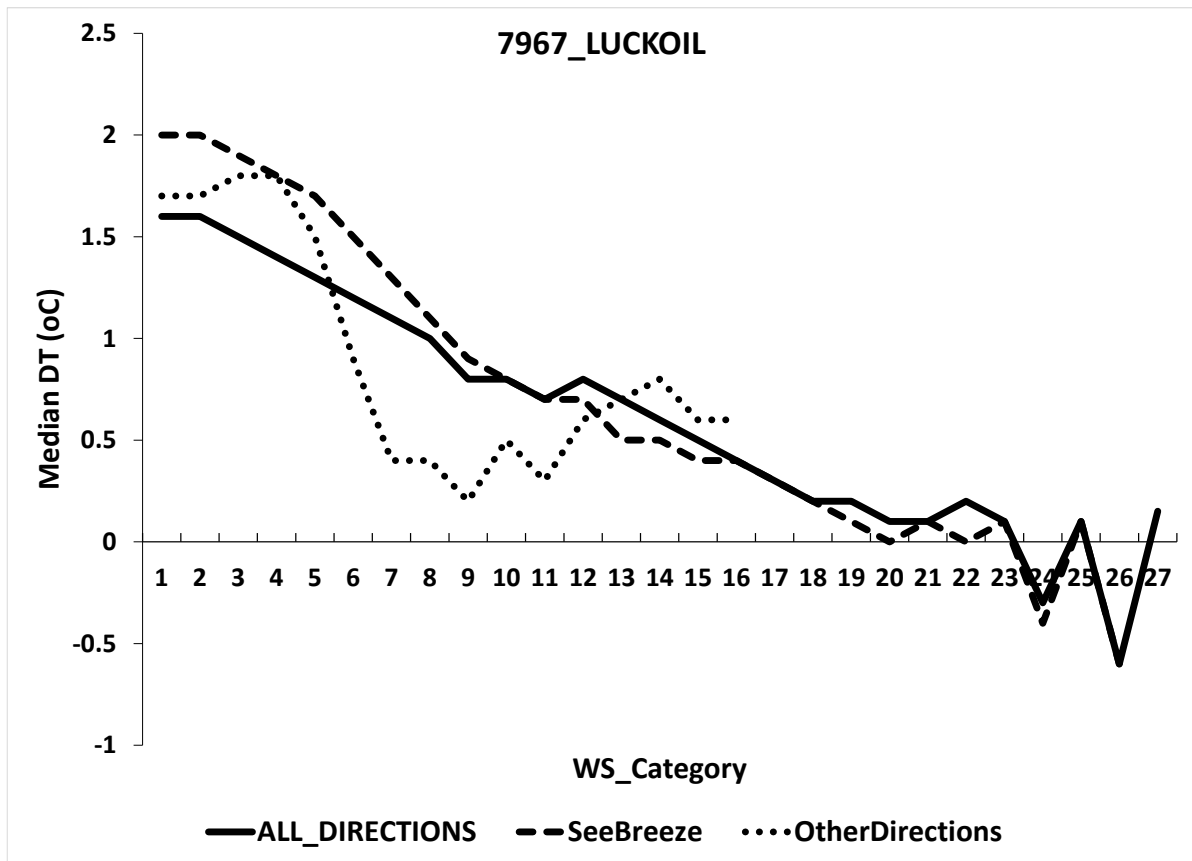
| Station number 7967 | | | Element |
|---------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| All Directions | Seebreeze Direction | Other Directions | |
| -0.354 ** | -0.577 ** | -0.364 ** | Wind Speed |
| 0.104 ** | 0.400 ** | 0.096 ** | Wind Direction |
| 0.148 ** | 0.340 ** | 0.119 ** | Relative Humidity |

** correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

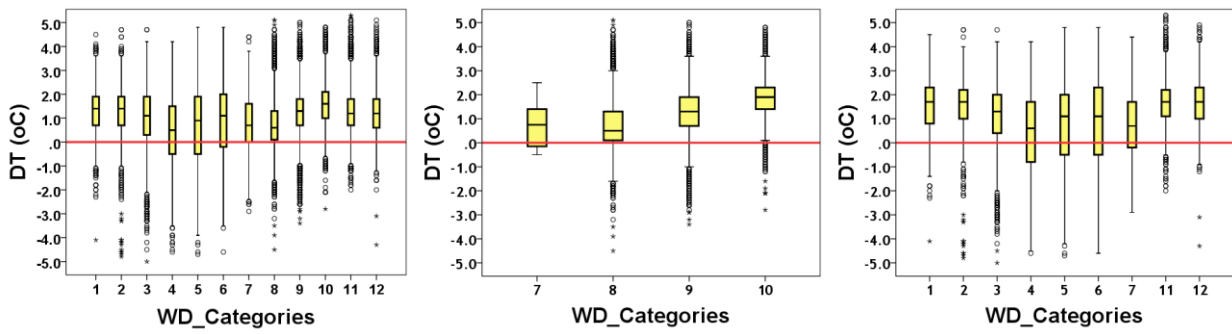
Πίνακας 33: Συντελεστές συσχέτισης του Spearman για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερή στήλη), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μεσαία στήλη), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά στήλη)



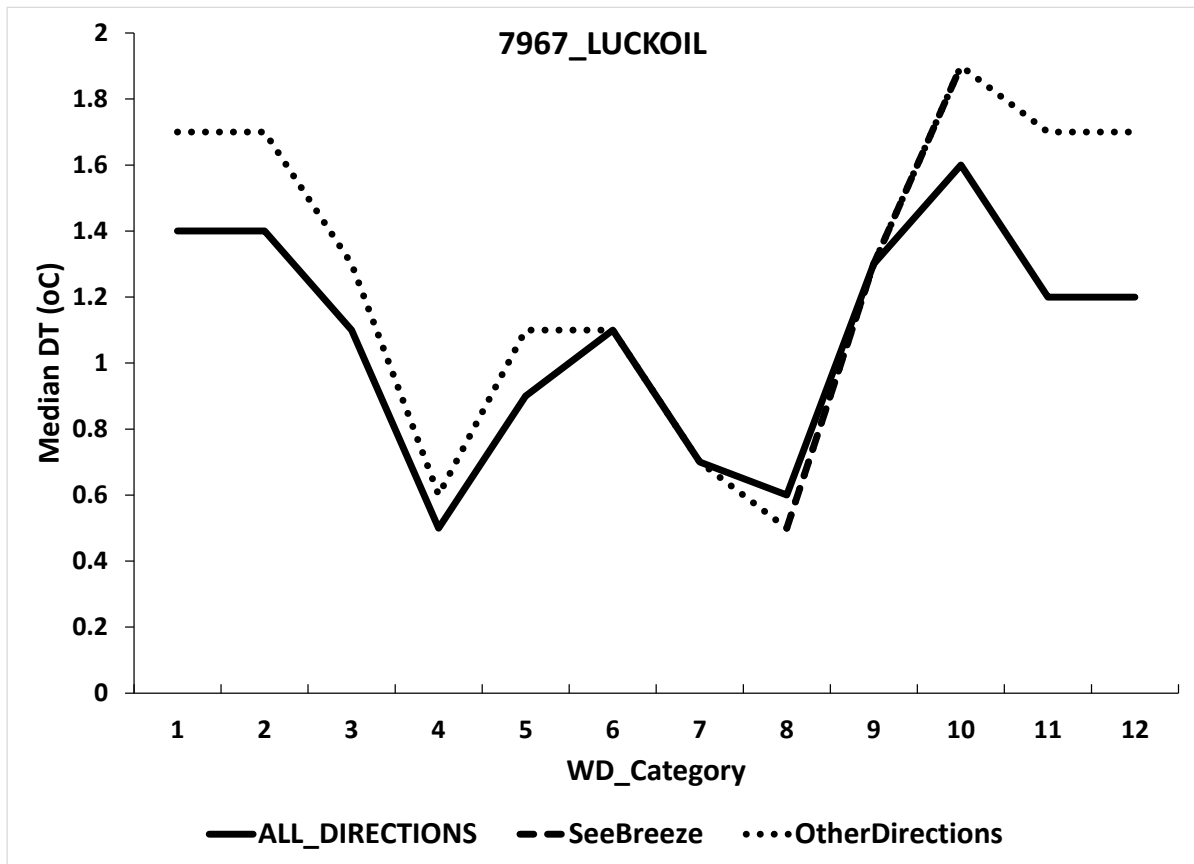
Σχήμα 268: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



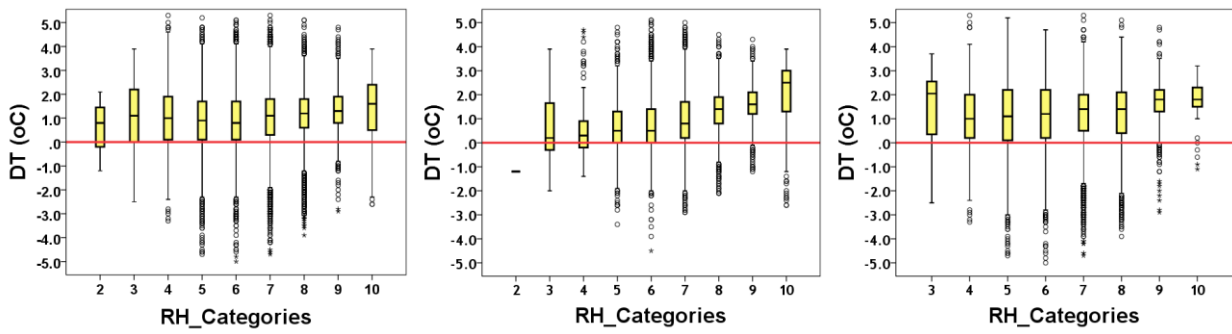
Σχήμα 269: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία ταχύτητας ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



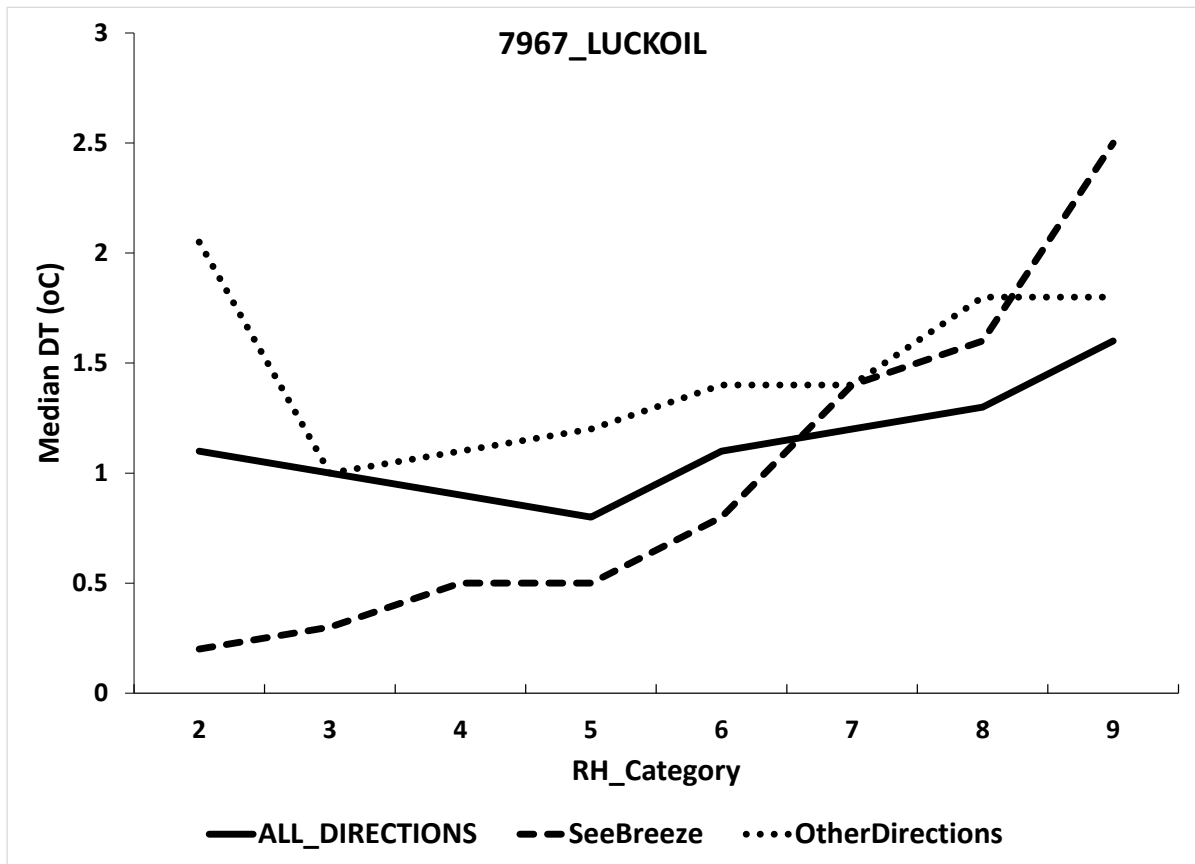
Σχήμα 270: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



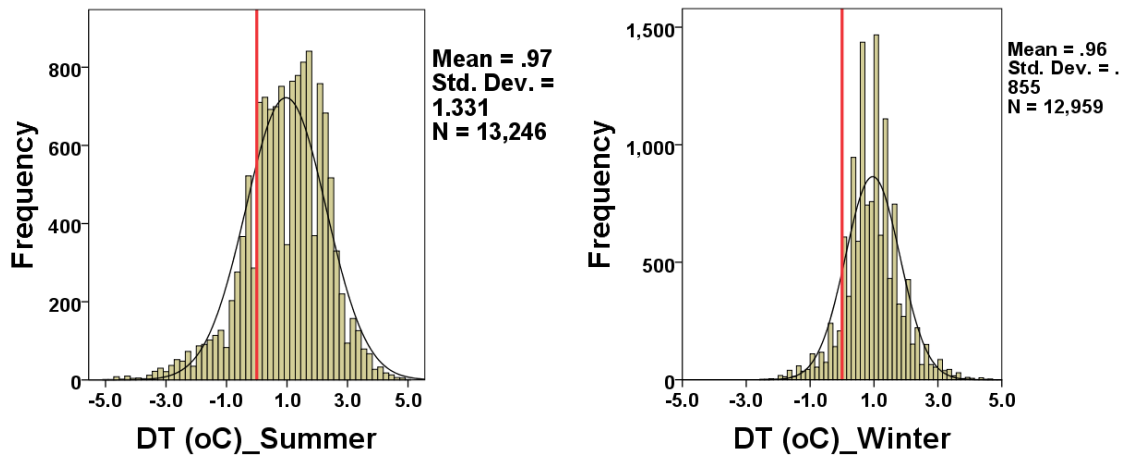
Σχήμα 271: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία διεύθυνσης ανέμου για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



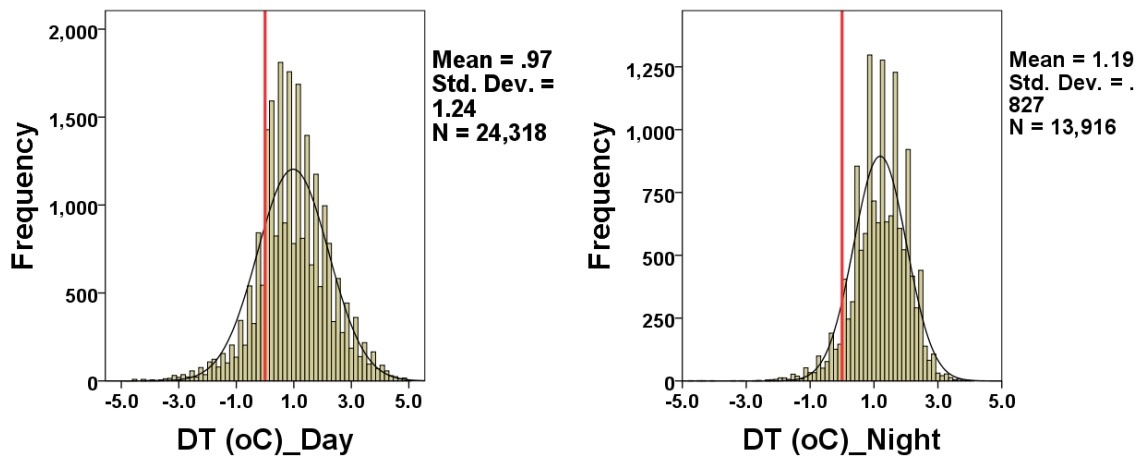
Σχήμα 272: Θηκογράμματα διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (αριστερά), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (μέση), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (δεξιά)



Σχήμα 273: Διακύμανση διάμεσου τιμής διαφοράς θερμοκρασίας σε συνάρτηση με την κατηγορία σχετικής υγρασίας για τις τρεις περιπτώσεις – όλες οι διευθύνσεις (συνεχής μαύρη γραμμή), διευθύνσεις θαλάσσιας αύρας (διακεκομμένη γραμμή), διευθύνσεις εκτός θαλάσσιας αύρας (γραμμή με τελείες)



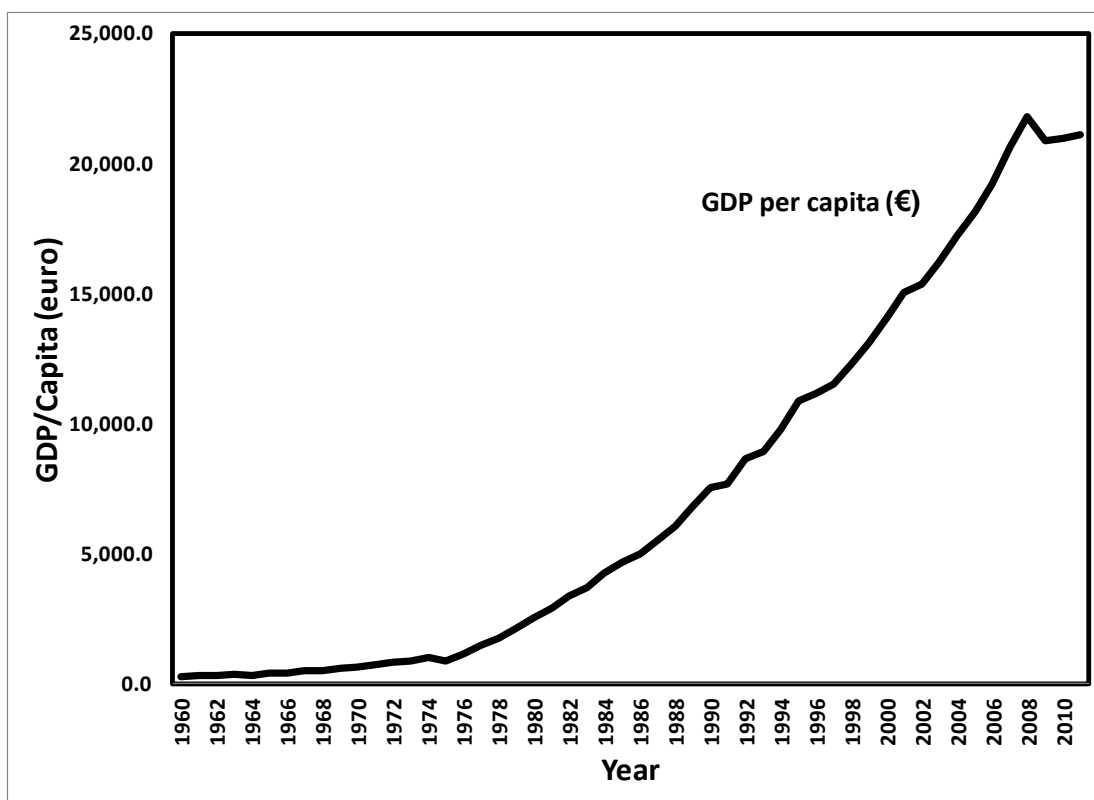
Σχήμα 274: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την καλοκαιρινή (αριστερά) και τη χειμερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς



Σχήμα 275: Ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων για την ημερήσια (αριστερά) και τη νυχτερινή (δεξιά) διαφορά θερμοκρασίας από το σταθμό αναφοράς

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

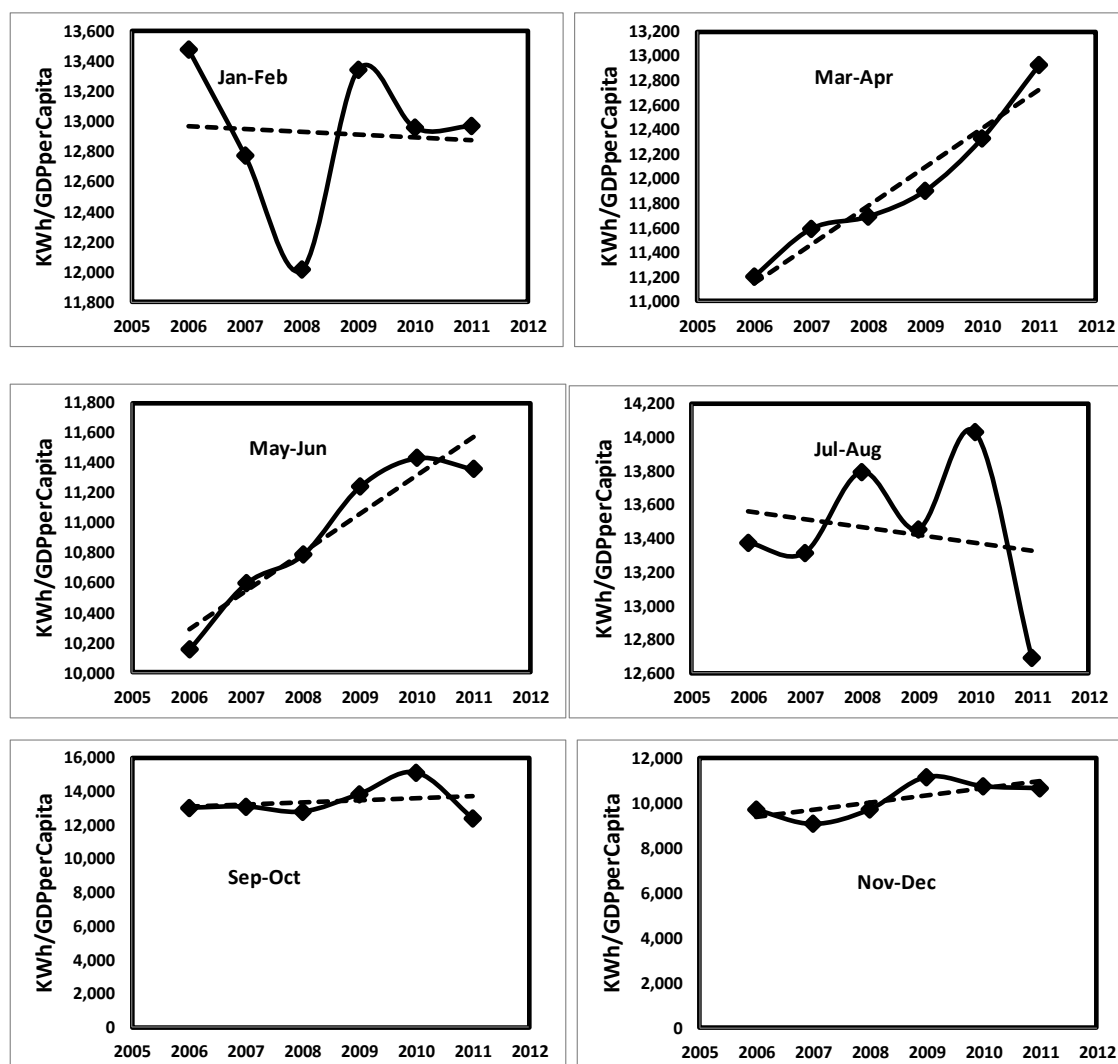
Τα δεδομένα ηλεκτρικής κατανάλωσης δόθηκαν από την Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου, πάνω σε δίμηνη συχνότητα για την περίοδο 2006-2011. Τα δεδομένα χωρίζονται στην ολική κατανάλωση ανά Επαρχία, καθώς επίσης και στις επιμέρους καταναλώσεις (διατιμήσεις) ανά Επαρχία. Όλα τα δεδομένα της ηλεκτρικής κατανάλωσης κανονικοποιήθηκαν, χρησιμοποιώντας το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν ανά άτομο (Gross Domestic Product per Capita – GDP/Capita – Σχήμα 290) έτσι ώστε από τις τιμές της ηλεκτρικής κατανάλωσης να αφαιρεθεί η εξάρτηση της τάσης από την οικονομική ανάπτυξη της χώρας (de-trend) (Psiloglou et. al., 2009).



Σχήμα 290: Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν ανά άτομο σε ευρώ, Κύπρος 1960-2011

Ηλεκτρική κατανάλωση στη Λευκωσία ανά περίοδο

Οι δίμηνες περίοδοι που μελετήθηκαν ήταν οι Ιανουάριος-Φεβρουάριος, Μάρτιος-Απρίλιος, Μάιος-Ιούνιος, Ιούλιος-Αύγουστος, Σεπτέμβριος-Οκτώβριος και Νοέμβριος-Δεκέμβριος, 2006-2011. Για την περίοδο 2006-2011 συνολικά, οι περίοδοι Ιανουάριος-Φεβρουάριος και Ιούλιος-Αύγουστος παρουσιάζουν αρνητική τάση, οι περίοδοι Μάρτιος-Απρίλιος και Μάιος-Ιούνιος θετική τάση ενώ οι περίοδοι Σεπτέμβριος-Οκτώβριος και Νοέμβριος-Δεκέμβριος σχεδόν μηδενική τάση (Σχήμα 291). Από τις έξι διμηνίες όμως, στατιστικά σημαντική τάση (Mann-Kendall trend test) είχαν μόνο οι διμηνίες Μαρτίου-Απριλίου και Μαΐου-Ιουνίου ενώ στις υπόλοιπες διμηνίες η τάση είναι στατιστικά μη σημαντική (Πίνακες 37 και 38).



Σχήμα 291: Κανονικοποιημένη ηλεκτρική κατανάλωση στη Λευκωσία για την περίοδο 2006-2011, για διάφορες διμηνίες

| NICOSIA TOWN - Energy Consumption (KWh)/GNP per Capita Trend | |
|--|-------|
| | Trend |
| Jan-Feb | NST |
| Mar-Apr | + |
| May-Jun | + |
| Jul-Aug | NST |
| Sep-Oct | NST |
| Nov-Dec | NST |

| NICOSIA TOWN - Energy Consumption (KWh)/GNP per Capita p-value | |
|--|---------|
| | p-value |
| Jan-Feb | 0.8492 |
| Mar-Apr | 0.0048 |
| May-Jun | 0.0146 |
| Jul-Aug | 0.8492 |
| Sep-Oct | 0.8492 |
| Nov-Dec | 0.1868 |

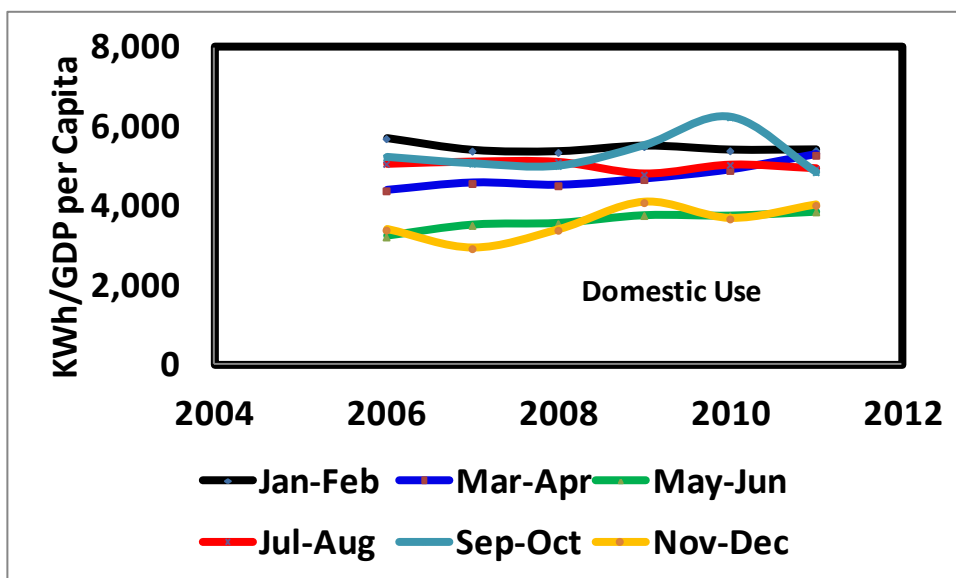
Πίνακες 37 & 38: p-values του Mann-Kendal ελέγχου για Λευκωσία. Το (+) σημαίνει στατιστικά θετική τάση, ενώ το NST σημαίνει όχι στατιστικά σημαντική τάση

Ηλεκτρική κατανάλωση στη Λευκωσία ανά διατίμηση

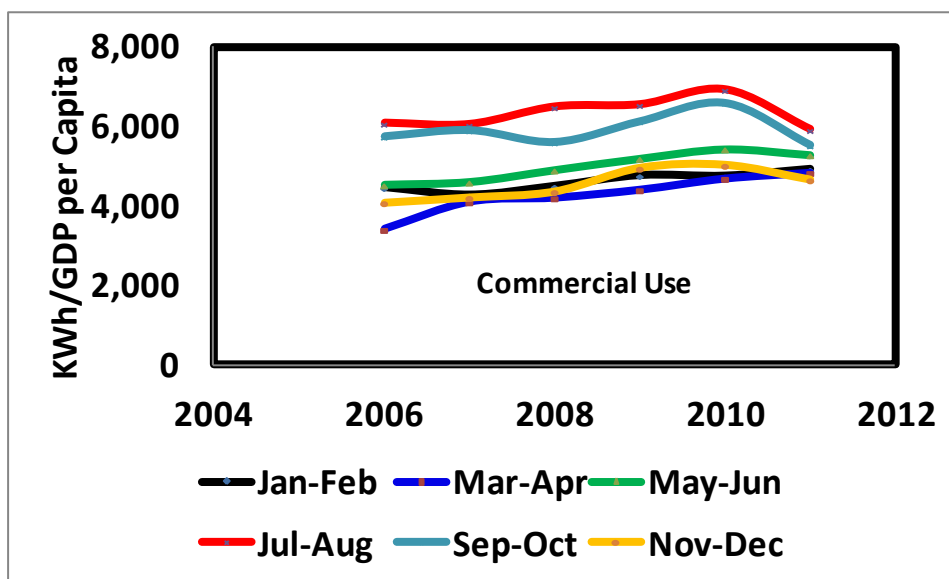
Με βάση τον όρο διατίμηση, η Αρχή Ηλεκτρισμού Κύπρου ομαδοποιεί τις χρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας. Οι διατιμήσεις οικιακής χρήσης (κωδικοί 05, 06, 07 και 08) αφορούν αποκλειστικά την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος για σκοπούς ιδιωτικών κατοικιών και δεν εφαρμόζονται για οποιονδήποτε τμήμα της παροχής το οποίο χρησιμοποιείται για εμπορικούς ή βιομηχανικούς σκοπούς. Οι διατιμήσεις εμπορικής χρήσης (κωδικοί 15, 16, 17, 60, 61, 62, 63, 64 και 66) εφαρμόζονται στις κατηγορίες καταναλωτών των οποίων η οικονομική δραστηριότητα καθορίζεται ως εμπορική ή γεωργική στους Στατιστικούς Κώδικες Οικονομικών Δραστηριοτήτων των Καταναλωτών (NACE code) της ΑΗΚ και θεωρούνται οι παροχές ηλεκτρικού ρεύματος που χρησιμοποιούνται εξολοκλήρου για εμπορική χρήση, εμπόριο ή επάγγελμα. Οι διατιμήσεις βιομηχανικής χρήσης (κώδικες 25, 26, 27, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 83 και 84) εφαρμόζονται στις κατηγορίες καταναλωτών των οποίων η οικονομική δραστηριότητα καθορίζεται ως βιομηχανική ή άντλησης νερού στους Στατιστικούς Κώδικες Οικονομικών Δραστηριοτήτων των Καταναλωτών της ΑΗΚ και περιλαμβάνουν τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος για σκοπούς κινητήριας δύναμης ή ηλεκτροχημικές ή ηλεκτροθερμικές μεθόδους επεξεργασίας σε εργοστάσια, εργαστήρια,

χυτήρια, μύλους, αντλιοστάσια ή άλλες βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Τέλος, η διατίμηση εκτός αιχμής (κώδικας 55) εφαρμόζεται για παροχή ρεύματος για σκοπούς αποθήκευσης θερμικής ενέργειας (θερμοσυσσωρευτές, θερμοσίφωνες κτλ) ή για άλλους εγκεκριμένους από την ΑΗΚ σκοπούς κατά τις εκτός αιχμής περιόδους, όπως αυτές καθορίζονται από την ΑΗΚ. Υπάρχουν επίσης και η διατίμηση οδικού φωτισμού (κώδικας 35) και άντλησης νερού (κώδικας 41) που δεν αναλύονται όμως στην παρούσα διδακτορική διατριβή.

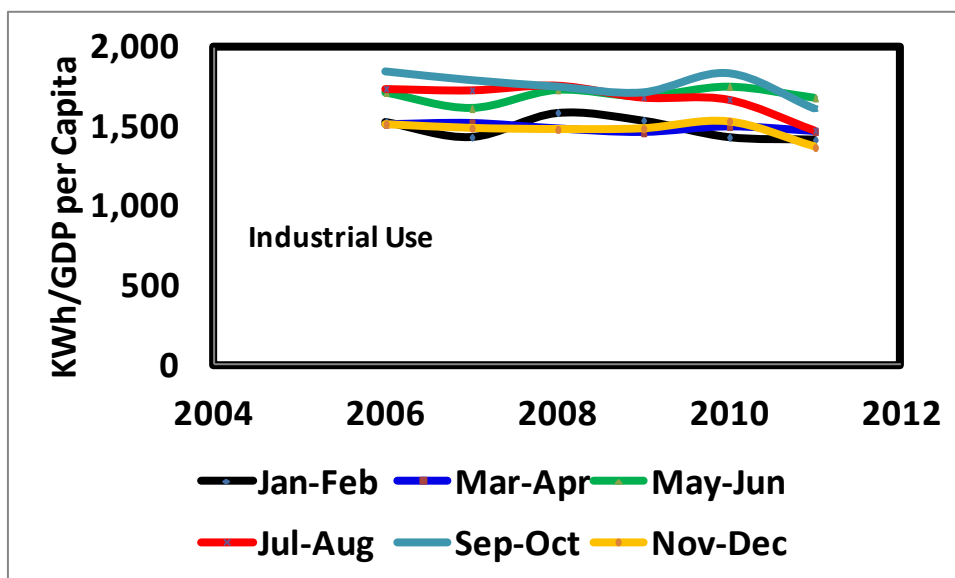
Από την ανάλυση των δεδομένων προκύπτει ότι στην οικιακή χρήση (Σχήμα 292), τα δίμηνα Μάρτιος-Απρίλιος και Μάιος-Ιούνιος παρουσιάζουν θετική, στατιστικά σημαντική τάση ενώ τα υπόλοιπα δίμηνα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική τάση. Αντίστοιχα, στην εμπορική χρήση (Σχήμα 293), τα δίμηνα Ιανουάριος-Φεβρουάριος, Μάρτιος-Απρίλιος, Μάιος-Ιούνιος και Νοέμβριος-Δεκέμβριος παρουσιάζουν θετική, στατιστικά σημαντική τάση ενώ τα υπόλοιπα δίμηνα δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική τάση. Τέλος, στη βιομηχανική χρήση (Σχήμα 294) μόνο το δίμηνο Ιουλίου-Αυγούστου παρουσιάζει στατιστικά σημαντική τάση και μάλιστα αρνητική, πιθανόν λόγω των καλοκαιρινών διακοπών ενώ για την κατανάλωση εκτός αιχμής (Σχήμα 295), αρνητική στατιστικά σημαντική τάση παρουσιάζει μόνο το δίμηνο Ιανουαρίου-Φεβρουαρίου, γεγονός που υποδηλώνει ότι η αύξηση στη θερμοκρασία του χειμώνα οδηγεί σε λιγότερη χρήση των οικιακών θερμοσυσσωρευτών. Οι Πίνακες 39 και 40 δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές τάσεις ανά δίμηνο και ανά διατίμηση, καθώς επίσης και τα p-values του ελέγχου Mann-Kendall.



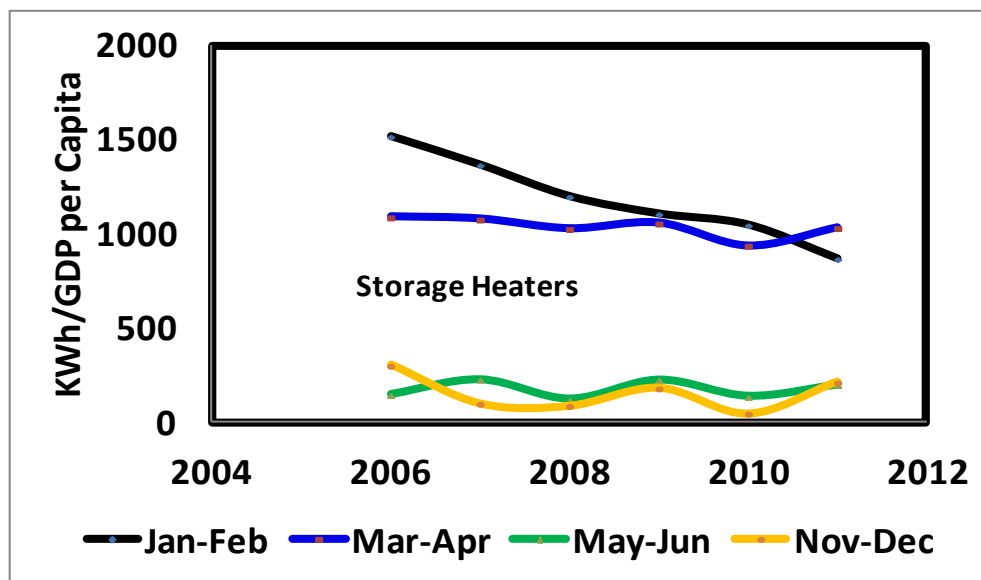
Σχήμα 292: Οικιακή κατανάλωση στη Λευκωσία για την περίοδο 2006-2011, ανά δίμηνο



Σχήμα 293: Εμπορική κατανάλωση στη Λευκωσία για την περίοδο 2006-2011, ανά δίμηνο



Σχήμα 294: Βιομηχανική κατανάλωση στη Λευκωσία για την περίοδο 2006-2011, ανά δίμηνο



Σχήμα 295: Εκτός αιχμής κατανάλωση στη Λευκωσία για την περίοδο 2006-2011, ανά δίμηνο

| NICOSIA TOWN - Energy Consumption (KWh)/GNP per Capita Trend | | | | |
|--|--------------|----------------|----------------|-----------------|
| | Domestic Use | Commercial Use | Industrial Use | Storage Heaters |
| Jan-Feb | NST | + | NST | - |
| Mar-Apr | + | + | NST | NST |
| May-Jun | + | + | NST | NST |
| Jul-Aug | NST | NST | - | N/A |
| Sep-Oct | NST | NST | NST | N/A |
| Nov-Dec | NST | + | NST | NST |

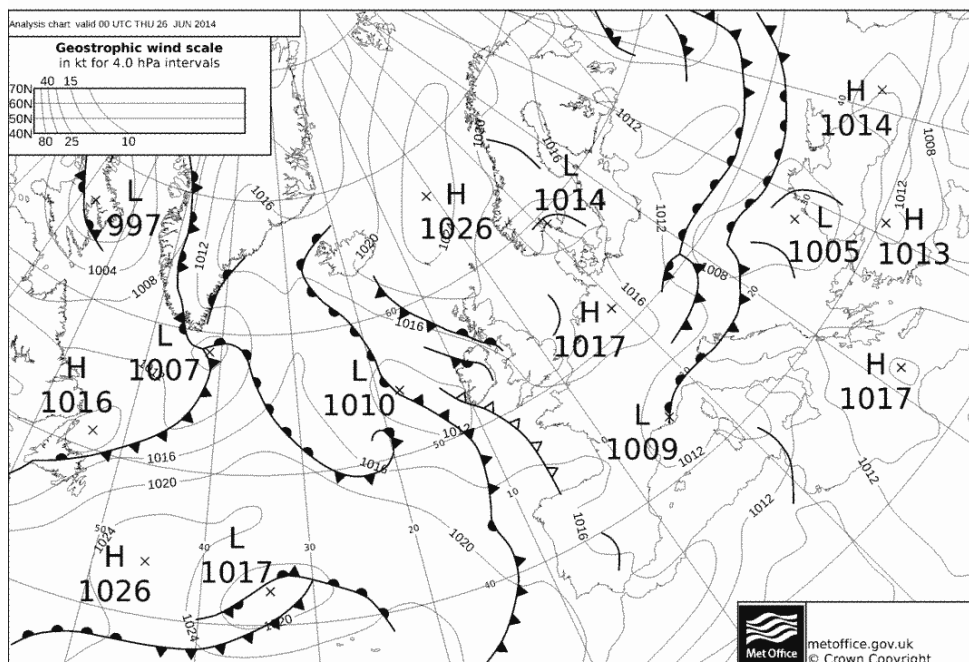
| NICOSIA TOWN - Energy Consumption (KWh)/GNP per Capita p-value | | | | |
|--|----------|----------------|----------------|-----------------|
| | Home Use | Commercial Use | Industrial Use | Storage Heaters |
| Jan-Feb | 0.8492 | 0.0384 | 0.1868 | 0.005 |
| Mar-Apr | 0.0146 | 0.005 | 0.1868 | 0.091 |
| May-Jun | 0.0146 | 0.0146 | 0.8492 | 0.8492 |
| Jul-Aug | 0.1868 | 0.5754 | 0.0384 | N/A |
| Sep-Oct | 0.8492 | 0.8492 | 0.091 | N/A |
| Nov-Dec | 0.1868 | 0.0384 | 0.3472 | 0.5754 |

Πίνακες 39&40: p-values Mann-Kendall ελέγχου για τη Λευκωσία, 2006-2011

Συνοπτικά: Αφού οι καταναλώσεις διαιρέθηκαν με το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν για αφαίρεση της εξάρτησης από την οικονομική ανάπτυξη, για την περίοδο 2006-2011 στατιστικά σημαντική θετική τάση φαίνεται ότι παρουσιάζει η κατανάλωση στα δίμηνα Μάρτιος-Απρίλιος και Μάιος-Ιούνιος. Η ανάλυση ανά διατίμηση (δηλαδή ανά χρήση) για την οικιακή χρήση δείχνει ότι στατιστικά σημαντική θετική τάση παρουσιάζει ότι η κατανάλωση στα δίμηνα Μάρτιος-Απρίλιος και Μάιος-Ιούνιος, στην εμπορική χρήση στα δίμηνα Ιανουάριος-Φεβρουάριος, Μάρτιος-Απρίλιος, Μάιος-Ιούνιος και Νοέμβριος-Δεκέμβριος, στη βιομηχανική χρήση μόνο στο δίμηνο Ιούλιος-Αύγουστος, ενώ στην εκτός αιχμής χρήση παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αρνητική τάση το δίμηνο Ιανουάριος-Φεβρουάριος, που υποδηλώνει λιγότερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος από τις ηλεκτρικές θερμάνσεις στους χειμερινούς μήνες.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Κατά το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου 2014, οι περισσότεροι σταθμοί στην Επαρχία της Λεμεσού κατέγραψαν την πιο ψηλή θερμοκρασία τους. Αυτό οφειλόταν στη συνοπτική κατάσταση του καιρού που επικρατούσε την πιο πάνω περίοδο στην Ανατολική Μεσόγειο, όπου ο άξονας του εποχιακού χαμηλού που επηρέαζε την Κύπρο βρισκόταν νότια της Κύπρου, με αποτέλεσμα θερμές αέριες μάζες από την περιοχή του Ιράκ και της νοτιοανατολικής Τουρκίας να κινήθηκαν προς την περιοχή της Κύπρου (τυπική συνοπτική κατάσταση της πιο πάνω περιόδου παρουσιάζεται στο Σχήμα 296). Ο Πίνακας 41 παρουσιάζει τα δεδομένα της ανεμοβολίδας για τη συγκεκριμένη συνοπτική κατάσταση (του Σχήματος 296) και δείχνει ακριβώς την κίνηση της αέριας μάζας από τα βορειοανατολικά της Κύπρου.

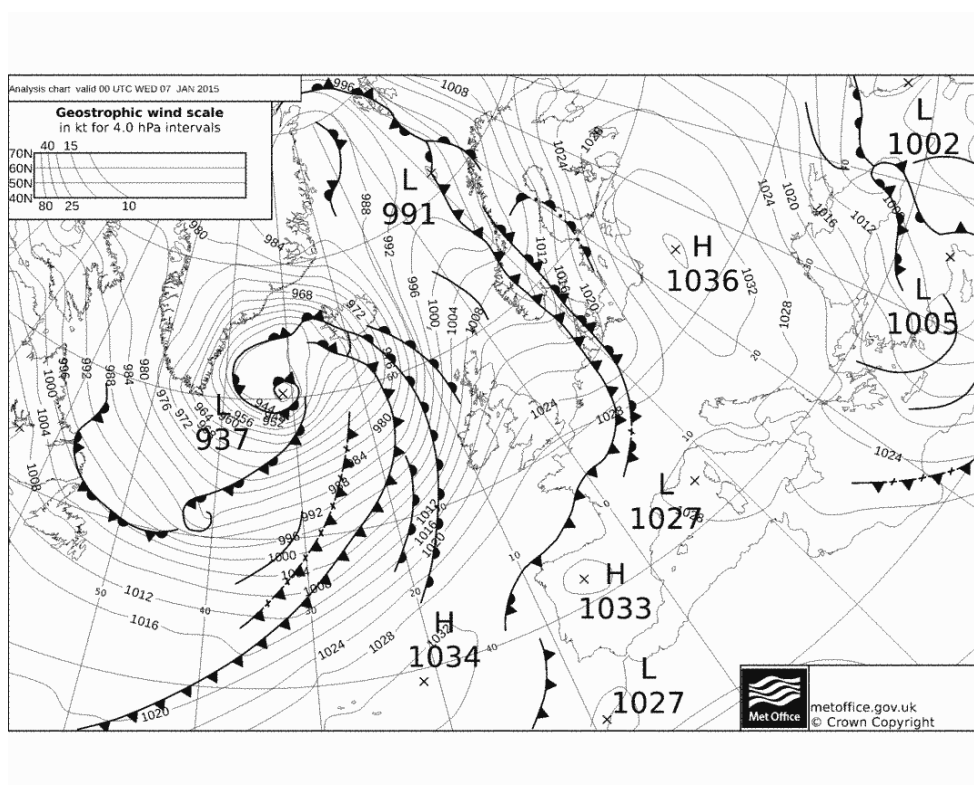


Σχήμα 296: Τυπική συνοπτική κατάσταση καιρού για το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου 2014

| Height (ft) | Wind Direction (deg.) | Wind Speed (kts) |
|-------------|-----------------------|------------------|
| 1000 | 330 | 19 |
| 2000 | 360 | 20 |
| 3000 | 010 | 22 |
| 4000 | 020 | 22 |
| 5000 | 020 | 16 |
| 7000 | 010 | 15 |

Πίνακας 41: Δεδομένα ανεμοβολίδας για την τυπική συνοπτική κατάσταση του Σχήματος 314, Αεροδρόμιο Λάρνακας, αρ. Σταθμού 731

Κατά αντίστοιχο τρόπο, στο πρώτο δεκαπενθήμερο του Ιανουαρίου, ο συνδυασμός των ψηλών πιέσεων στην Ανατολική Ευρώπη με τις χαμηλές πιέσεις στην περιοχή της Κύπρου, προκάλεσαν εισβολή ψυχρής αέρας μάζας στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου (Σχήμα 297). Αυτό είχε σαν συνέπεια όλοι οι σταθμοί στην Επαρχία Λεμεσού να καταγράψουν την πιο χαμηλή τους θερμοκρασία την πιο πάνω περίοδο.



Σχήμα 297: Τυπική συνοπτική κατάσταση καιρού για το πρώτο δεκαπενθήμερο του Ιανουαρίου 2015

10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Akbari H. (2009). Cooling our Communities: A Guidebook on Tree Planting and Light Colored Surfaces. Lawrence Berkeley National Laboratory, LBL-31587. Retrieved from: <http://escholarship.org/uc/item/98z8p10x>.

Alpert P., Krichak SO, Shafir H., Haim D., Osetinsky I., 2008. Climatic trends to extremes employing regional modeling and statistical interpretation over the E. Mediterranean. *Global and Planetary Change* 63, pages 163-170. doi: 10.1016/j.gloplacha.2008.03.003.

Alexandersson H., Moberg A., 1997. Homogenization of Swedish temperature data. Part I: Homogeneity test for linear trends. *Int. J. Climatol.*, Vol. 17, pages 25-34.

AL-Hadhrami L. M., 2013. Comprehensive review of cooling and heating degree days characteristics over kingdom of Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 27 (2013), pages 305-314. doi: 10.1016/j.rser.2013.04.034.

Baccini M, Biggeri A., Accetta G., Kosatsky T, Katsouyanni K., Analitis A., Anderson H.R., Bisanti L., D'Ippoliti D., Danova J., Forsberg B., Medina S, Paldy A, Rabczenko D, Schindler C., Michelozzi P (2008). Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology* 19 (2008), Pages 711–719.

Beenstock M., Goldin E., Nabot D., 1999. The demand for electricity in Israel. *Energy Econ.* 1999, 21, pages 168-183.

Brunetti M., Buffoni L., Mangianti F., Maugeri M., Nanni T., 2004. Temperature, precipitation and extreme events during the last century in Italy. *Global and Planetary Change* 40, pages 141-149. doi: 10.1016/S0921-8181(03) 00104-8.

Busato F., Lazzarin M. R., Noro M., 2013. Three years of study of the Urban Heat Island in Padua. Experimental results. *Sustainable Cities and Society* 10 (2014), pages 251-258. doi: 10.1016/j.scs.2013.05.001.

Cartalis C., Synodinou A., Proedrou M., Tsangassoulis A., Santamouris M., 2001. Modifications in energy demand in urban areas as a result of climate changes: an assesement for the southeast Mediterranean region. *Energ. Conv. Manage.* 2001, 42, 1647-1656.

Chen J., Li Q., Niu J., Sun L., 2010. Regional Climate Change and Local Urbanization Effects on Weather Variables in Southeast China. *Stoch Environ Res Risk Assess* 25, pages 555–565. doi:10.1007/s00477-010-0421-0.

Christenson M., Manz H., Gyalistras D. (2006). Climate warming impact on degree-days and building energy demand in Switzerland. *Energy Conservation and Management* 47 (2006), pages 671-686. doi: 10.1016/j.enconman.2005.06.009.

Conrad V. and L. W. Pollak, 1962: *Methods in Climatology*. Harvard University Press, 459 pp.

Cyprus Department of Meteorology, Section of Climatology and Applications in Meteorology, 2015.

De U.S., Dube R.K., Prakasa Rao G.S., 2005. Extreme Weather Events over India in the last 100 years. *J. Ind. Geophys. Union*, vol. 9, no.3, pages 173-187.

Domoncos P., 2011. Adapted Caussinus-Mesre Algorithm for Networks of Temperature Series (ACMANT). *Journal of Geoscience*, 2, pages 293-309. doi:10.4236/ijg.2011.23032.

Emmanuel R., Kruger E., 2012. Urban heat island and its impact on climate change resilience in a shrinking city: The case of Glasgow, UK. *Building and Environment* 53 (2012), pages 137-149. doi: 10.1016/j.buildenv.2012.01.020.

Easterking R. David, Peterson C. Thomas, Karl R. Thomas, 1996. Notes and correspondence on the development and use of homogenized climate datasets. *Journal of Climate*, vol. 9, pages 1429-1434

Fortunial K., Klysik K., Wibig J., 2005. Urban–rural contrasts of meteorological parameters in Lodz. *Theor. Appl. Climatol.* 84, pages 91–101. doi:10.1007/s00704-005-0147-y.

Founda D., Papadopoulos K. H., Petrakis M., Giannakopoulos C., Good P., 2004. Analysis of mean, maximum and minimum temperatures in Athens from 1897 to 2001 with emphasis on the last decade: trends, warm events and cold events. *Global and Planetary Change* 44, pages 27-38. doi:10.1016/j.gloplacha.2004.06.003.

Founda D., Giannakopoulos C., 2009. The exceptionally hot summer of 2007 in Athens, Greece – A typical summer in the future climate?. *Global and Planetary Change* 67, pages 227-236. doi:10.1016/j.gloplacha.2009.03.013.

Fung W. Y., Lam K. S., Hung W. T., Pang S. W., Lee Y. L., 2006. Impact of urban temperature on energy consumption of Hong Kong. *Energy* 31, pages 2623-2637. doi: 10.1016/j.energy.2005.12.009.

Gallagher C., Lund R., 2013. Changepoint detection in climate time series with long term trends. *Journal of Climate*, vol. 26, pages 4994-5006. doi: 10.1175/JCLI-D-12-00704.1.

Giannakopoulos C., Hadjinicolaou P., Zerefos C., Demosthenous G., 2009a. Changing Energy Requirements in the Mediterranean Under Changing Climate Conditions. *Energies* 2009, 2, pages 805-815. doi: 10.3390/en20400805.

Giannakopoulos C., LeSager P., Bindi M., Moriondo M., Kostopoulou E., Goddard C.M., 2009. Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming. *Global Planet. Change* 68, pages 209-224.

Giannakopoulos C., Hadjinicolaou P., Kostopoulou E., Varotsos K. V., Zerefos C., 2010. Precipitation and temperature regime over Cyprus as a result of global climate change. *Adv. Geosci.*, 23, pages 17-24.

Giannopoulou K., Livada I., Santamouris M., Saliari M., Assimakopoulos M., Caouris Y.G., 2011. On the characteristics of the summer urban heat island in Athens, Greece. *Sustainable Cities and Society* 1, pages 16-28. doi:10.1016/j.scs.2010.08.003.

Giannopoulou K., Livada I., Santamouris M., Saliari M., Assimakopoulos M., Caouris Y., 2013. The influence of air temperature and humidity on human thermal comfort over the greater Athens area, *Sustainable Cities Soc.* 10 (2013), pages 184–194.

Giridharan R., Ganesan S., Lau S.S.Y., 2004. Daytime urban heat island effect in high-rise and high-density residential developments in Hong Kong. *Energy and Buildings* 36 (2004), pages 525-534. doi: 10.1016/j.enbuild.2003.12.016.

Giridharan R., Lau S.S.Y., Ganesan S., 2005. Nocturnal heat island effect in urban residential developments of Hong Kong. *Energy and Buildings* 37 (2005), pages 964-971, doi: 10.1016/j.enbuild.2004.12.005.

Great London Authority City Hall (Pub.) (2006). London's Urban Heat Island: A summary for decision makers.

Haasid S., Santamouris M., Papanikolaou N., Linardi A., Klitsikas N., Georgakis C., Assimakopoulos D. N., 2000. The effect of the Athens heat island on air conditioning load. *Energy and Building* 32, pages 131-141. PII: S0378-7788 (99) 00045-6.

Hadjinicolaou P., Giannakopoulos C., Zerefos C., Lange M. A., Pashiardis S., Lelieveld J., 2011. Mid-21st century climate and weather extremes in Cyprus as projected by six regional climate models. *Reg Environ Change* 11: pages 441-457. doi: 10.1007/s10113-010-0153-1.

Hekkenberg M., Benders R. M. J., Moll H. C., Schoot Uiterkamp A. J. M., 2009. Indications for a changing electricity demand pattern: The temperature dependence of electricity demand in the Netherlands. *Energy Policy* 37, pages 1542-1551. doi: 10.1016/j.enpol.2008.12.030.

Her Majesty Stationery Office (Ed.) (1956). *Observer's Handbook – Second Edition*. London.

Heino R., Brazdil R., Forland E., Tuomenvirta H., Alexandersson H., Beniston M., Pfister C., Rebetz M., Rosenhagen G., Rosner, S., Wibig J., 1999. Progress in the study of climatic extremes in Northern and Central Europe. *Climatic Change* 42, 151-181

Hulme M., Jones P. D., 1994. Global Climate Change in the Instrumental Period. *Environmental Pollution* 83, pages 23-26.

Idso, S. B., 1989. Greenhouse warming or Little Ice Age demise: a critical problem for climatology. *Theoretical and Applied Climatology* 39, pages 54-56.

IPCC, 2007a: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC {Solomon S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds)}. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2007b: Chapter 3 - Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC {Solomon S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds)}. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2007c: Chapter 10 – Global Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC {Solomon S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds)}. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC, 2007d: Chapter 11 – Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC {Solomon S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds)}. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Jacovides CP, Chrysanthou A, Asimakopoulos DN, Katsounides NA, 2009: Partitioning Global Solar Radiant Flux Into its spectral UVB and UVA components under various sky conditions at Athalassa, Cyprus. AIP Conference Proceedings, Vol.1203, 638-643

Katz W. R., Brown G. B., 1992. Extreme events in a changing climate: Variability is more important than averages. *Climatic Change* 21: pages 289-302.

Kolokotroni M., Zhang Y., Watkins R. (2007). The London heat island and building cooling design. *Solar Energy* 81 (2007), Pages 102–110.

Kolokotroni M., Giridharan R., 2008. Urban heat island intensity in London: An investigation of the impact of physical characteristics on changes in outdoor air temperature during summer. *Solar Energy* 82 (2008), pages 986-998. doi: 10.1016/j.solener.2008.05.004.

Kolokotsa D., Psomas A., Karapidakis E., 2009. Urban heat island in southern Europe: The case study of Hania, Crete. *Solar Energy* 83, pages 1871-1883. doi: 10.1016/j.solener.2009.06.018.

Krüger E, Patricia D.R.E Corbella O. (2012). Urban Heat Island Effect and differences in outdoor comfort levels in Glasgow, UK. *Theor.Appl. Climatol.* (2012). doi: 10.1007/s00704-012-0724-9.

Kunkel E. K., Andsager K., Easterling R. D., 1999. Long-Term Trends in Extreme Precipitation Events over the Conterminous United States and Canada. *J. Climate*, 12, pages 2515-2527.

Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (1998). United Nations.

Lam J.C., 1998. Climatic and economic influence on residential electricity consumption. *Energy Conversion and Management* 39 (7), pages 623-629.

Lelieveld J., Hadjinicolaou P., Kostoloulou E., Chenoweth J., El Maayar M., Giannakopoulos C., Hannides C., Lange M. A., Tanarhte M., Tyrlis E., Xoplaki E., 2012. Climate change and impacts in the Eastern Mediterranean and the Middle East. *Climate Change* 114: pages 667-687. doi: 10.1007/s10584-012-0418-4.

Levada I., Santamouris M., Niachou K, Papanikolaou N., Mihalakakou G. (2002). Determination of places in the great Athens area where the heat island effect is observed. *Theoretical Appl. Climatol.* 71, Pages 219-230. doi: 10.1007/s007040200006.

Mamtimin B., Et-Tantawi A.M.M., Schaefer D., Meixner F.X., Domroes M., 2011. Recent trends of temperature change under hot and cold desert climates: Comparing the Sahara (Libya) and Central Asia (Xinjiang, China). *Journal of Arid Environments* 75, pages 1105-1113. doi: 10.1016/j.jaridenv.2011.06.007.

Mihalakakou G., Santamouris M., Papanikolaou N., Cartalis C., Tsangrassoulis A., 2004. Simulations of the urban heat island phenomenon in Mediterranean climates. *J. Pure and Applied Geophysics*, 161, pages 429-451.

Mikami T. (Ed.), 1992. *Proceedings of the International Symposium on the Little Ice Age Climate*. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University.

Mideksa K. T., Kallbekken S., 2010. The impact of climate change on the electricity market: A review. *Energy Policy* 38, pages 3579-3585. doi: 10.1016/j.enpol.2010.02.035.

Neophytou M.K.A., Fernando H.J.S., Batchvarova E., Sandberg M., Lelieveld J., Tryphonos, E. (2014). A scaling law for the Urban Heat Island Effect phenomenon: Deductions from field measurements and comparisons with existing results from laboratory experiments. American Society of Mechanical Engineers, Fluids Engineering Division (Publication) FEDSM, Volume 1D, 2014, ASME 2014 4th Joint US-European Fluids Engineering Division Summer Meeting, FEDSM 2014, Collocated with the ASME 2014 12th International Conference on Nanochannels, Microchannels, and Minichannels; Chicago, United States, 3-7 August 2014, Code 109724.

Oke, T.R., 1987. *Boundary Layer Climates*. Methuen, London.

Oke T.R., Johnson G.T., Steyn D.G., Watson I.D., 1991. Simulation of surface urban heat islands under ‘ideal’ conditions at night — Part 2: diagnosis and causation. *Bound. Layer Meteorol.* 56, pages 339–358.

Orosa J, Costa A.M., Rodríguez-Fernández A., Roshan G (2014). Effect of climate change on outdoor thermal comfort in humid climates, *J. Environ. Health Sci. Eng.* 12 (2014) 46. doi:10.1186/2052-336X-12-46.

Pantavou K, Theoharatos G., Santamouris M., Asimakopoulos D (2013). [Outdoor thermal sensation of pedestrians in a Mediterranean climate and a comparison with UTCI](#) Original Research Article. *Building and Environment*, Volume 66, Pages 82-95.

Phinandras C.M., Metaxas D.A., Nastos P.Th., 1999. Climate variability and urbanization in Athens. *Theoretical and Applied Climatology* 63, pages 65-72.

Pilli S. K., Aatola P., Ollikainen M., Tuomenvirta H., 2010. Climate change and electricity consumption-Witnessing increasing or decreasing use and cost?. *Energy Policy* 38, pages 2409-2419. doi: 10.1016/j.enpol.2009.12.033.

Psiloglou B.E., Giannakopoulos C., Majithia S., Petrakis M., 2009. Factors affecting electricity demand in Athens, Greece and London, UK: A comparative assessment. *Energy* 34, pages 1855-1863. doi :10.1016/j.energy.2009.07.033.

Hadjimitsis G. Diofantos, Retalis Adrianos, Michaelides Silas, Tymvios Filippos, Paronis Dimitrios, Themistocleous Kyriacos, Agapiou Athos, 2013. Satellite and Ground Measurements for Studying the Urban Heat Island Effect in Cyprus, *Remote Sensing of Environment - Integrated Approaches*, (Ed.), ISBN: 978-953-51-1152-8, InTech, doi: 10.5772/39313. Available from: <http://www.intechopen.com/books/remote-sensing-of-environment-integrated-approaches/satellite-and-ground-measurements-for-studying-the-urban-heat-island-effect-in-cyprus>.

Heltberg R., Bennett S. P., Jorgensen L. S., 2009. Addressing human vulnerability to climate change: Toward a “no-regrets” approach. *Global Environmental Change* 19 (2009), pages 89-99. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2008.11.003.

Rosenfeld A.H., Akbari H., Bretz S., Fishman B.L., Kurn D.M., Sailor D, Taha H., 1995. Mitigation of Urban Heat Island: Materials, Utility Programs, Updates. *Energy and Buildings*, vol. 22, pages.255-265.

Sakka A., Santamouris M., Livada I., Nicol F., Wilson M., 2012. On the thermal performance of low income housing during heat waves. *Energy Build.* 49, pages 69-77.

Salvati L., Sateriano A., Zitti M., 2012. Long-term land cover changes and climate variations – A country-scale approach for a new policy target. *Land Use Policy* 30, pages 401-107.

Santamouris M. (Ed.), (2001a). *Energy and climate in the urban built environment*. James and James Science Publisher, London, UK.

Santamouris M., Papanikolaou N., Livada I., Koronakis I., Georgakis C., Argiriou A. and Assimakopoulos D.N. (2001b). On the Impact of Urban Climate to the Energy Consumption of Buildings. *Solar Energy* 70(3), Pages 201-216.

Santamouris M, Paraponiaris K., Mihalakakou G. (2007). Estimating the Ecological Footprint of the Heat Island effect over Athens, Greece. *Climate Change* (2007) 80: Pages 265-276.

Santamouris M., Synnefa A., Karlessi T, 2011. Using advanced cool materials in the urban built environment to mitigate heat islands and improve thermal comfort conditions. *Solar energy* 85 (2011), pages 3085-3102. doi: 10.1016/j.solener.2010.12.023.

Santamouris M., 2014: Cooling the Cities – A Review of Reflective and Green Roof Mitigation Technologies to Fight Heat Island and Improve Comfort in Urban Environments. *Solar Energy*, 103 (2014), pages 682–703.

Santamouris M., 2015: Analyzing the heat island magnitude and characteristics in one hundred Asian and Australian cities and regions, *Science of the Total Environment* 512–513, pages 582–598.

Santamouris M., Cartalis C., Synnefa A., Kolokotsa D. (2015a). On The Impact of Urban Heat Island and Global Warming on the Power Demand and Electricity Consumption of Buildings—A Review. [Energy and Buildings](#), [In Press, Accepted Manuscript](#). doi: 10.1016/j.enbuild.2014.09.052.

Santamouris M., Kolokotsa D. (2015b). On the Impact of Urban Overheating and Extreme Climatic conditions on Housing Energy Comfort and Environmental Quality of Vulnerable Population in Europe. *Energy and Buildings*, In Press. doi: 10.1016/j.enbuild.2014.08.050.

Santamouris M. (2015c): Regulating the damaged thermostat of the Cities – Status, Impacts and Mitigation Challenges. *Energy and Buildings* 91, pages 43–56.

Saaroni H., Ben-Dor E., Bitai A., Potchter O., 2000. Spatial distribution and microscale characteristics of the urban heat island in Tel-Aviv, Israel. *Landscape and Urban Planning* 48 (2000), pages 1 – 18. PII: S0169-2046 (99) 00075-4.

Serghides K. D., 1993. Zero energy of the Mediterranean houses, ISES'93 Solar World Congress. *Solar Architecture*, 7(2), Pages 248-256.

Serghides K. D., 2008. Integrated Design for the Zero Energy House and the Human Factor–PLEA towards Zero Energy Building PLEA Conference Proceedings Paper ID. 745.

Serghides K. D., 2010. Mediterranean Traditional Architecture versus Contemporary Architecture-The Energy Challenge. *The Open Construction & Building Technology Journal*. Volume 4, ISSN: 1874-8368, pages 29-38.

Serghides K. D., Georgakis G. C., 2012. The building envelope of Mediterranean houses: Optimization of mass and insulation. *Journal of Building Physics* 36(1), pages 83-98. doi: 10.1177/174425911244.

Singh B., 1997. Climate-related changes in the southern Caribbean: Trinidad and Tobago. *Global and Planetary Change* 15, pages 93-111.

Stathopoulou M, Cartalis C., Chrysoulakis N., 2006. Using midday surface temperatures to estimate cooling degree-days from NOAA-AVHRR thermal infrared data: An application for Athens, Greece. *Solar Energy* 80 (2006), Pages 414-422. doi: 10.1016/j.solener.2005.02.004.

Stathopoulou E, Mihalakakou G., Santamouris M., Bagiorgas H.S., 2008. Impact of temperature on tropospheric ozone concentration levels in urban environments. *J. Earth Syst. Sci.* 117 (3) (2008), Pages 227–236.

Tolika K., Anagnostopoulou C., Maheras P., Vafiadis M., 2008. Simulation of future changes in extreme rainfall and temperature conditions over the Greek area: A comparison of two statistical downscaling approaches. *Global and Planetary Change* 63, pages 132-151. doi:10.1016/j.gloplacha.2008.03.005.

Tolika K, Pytharoullis I, Maheras P, 2011. The anomalous high temperatures of November 2010 over Greece: meteorological and climatological aspects. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11, pages 2705-2714, 2011. doi: 10.5194/nhess-11-2705-2011.

Tselepidaki I., Santamouris M., Asimakopoulos D.N., Kontoyiannidis S., 1994. On the variability of cooling degree-days in an urban environment: application to Athens, Greece. *Energ. Bldg* 21, pages 93-99. SSDI 0378-7788(94)00877-M.

Vardoulakis E., Karamanis D., Fotiadi A., Mihalakakou G., 2013. The urban heat island effect in a small Mediterranean city of high summer temperatures and cooling energy demands. *Solar Energy* 94 (2013), pages 128-144. doi: 10.1016/j.solener.2013.04.016.

Velazquez-Lozada A., Gonzalez E. J., Winter A., 2006. Urban heat island effect analysis for San Juan, Puerto Rico. *Atmospheric Environmental* 40 (2006), pages 1731-1741. doi: 10.1016/j.atmosenv.2005.09.074.

Wilkinson P., Armstrong B., Fletcher T., Landon M., Mckee M., Pattenden S., Stevenson S., 2001. Cold comfort: The social and environmental determinants of excess winter deaths in England. 1986-96, The Policy Press, Bristol, 2001.

Poortinga W., Spence A., Whitmarsh L., Capstick S., Pidgeon F. N., 2011. Uncertain climate: An investigation into public skepticism about anthropogenic climate change. *Global Environmental Change* 21, pages 1015-1024. doi:10.1016/j.gloenvcha.2011.03.001.

World Meteorological Organization, 2003. *Climate into the 21st century*. UK: Cambridge University Press.

Xin X., Yugang D., Jianping T., Yuan W., 2011. Variations of temperature and precipitation extremes in recent two decades over China. *Atmospheric Research* 101, pages 143-154. doi:10.1016/j.atmosres.2011.02.003.

Zachariadis T., 2009. Forecast of electricity consumption in Cyprus up to the year 2030: The potential impact on climate change. *Energy Policy* 38, pages 744-750. doi: 10.1016/j.enpol.2009.10.019.

Zhou L., Dickinson E.R., Tian Y., Fang J., Li Q., Kaufmann K.R., Tucker J.C., Myneni B.R., 2004. Evidence for a significant urbanization effect on climate in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, pages 9540-9544, vol.101, no.26. doi: 10.1073/pnas.0400357101.

Η. Λιώκη-Λειβαδά, Δ. Ν. Ασημακόπουλος, 2002. *Εισαγωγή στην εφαρμοσμένη στατιστική*. (Φωτοστοιχειοθεσία – Εκτύπωση: Σ. Αθανασόπουλος, Σ. Παπαδάμης & Σια Ε.Ε.), Αθήνα

Θεοφίλου Μ., 2010. *Υπεριώδης ακτινοβολία στην Κύπρο – Μετρήσεις και Υπολογισμοί*. Αδημοσίευτη διπλωματική εργασία Μεταπτυχιακού Διπλώματος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ελλάδα.

Διεθνείς Συμβάσεις (2012). Retrieved November 19, 2012 from http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/de19_gr/de19_gr?OpenDocument

Τμήμα Μετεωρολογίας Κύπρου, Τομέας Κλιματολογίας και Εφαρμογών στη Μετεωρολογία, 2015.