

# Διπλωματική εργασία

Δημιουργία ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων  
βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης για  
αντιπροσωπευτικές περιοχές της Αττικής



Φοιτητής: Μπάλης Δημήτριος

ΑΜ:51204248

Επιβλέπον καθηγητής: Δρ. Μουστράς Κωσταντίνος

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών



**Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή**

| <b>α/α</b> | <b>Όνοματεπώνυμο</b>        | <b>Υπογραφή</b> |
|------------|-----------------------------|-----------------|
| <b>1</b>   | Μουστρής Κωνσταντίνος       |                 |
| <b>2</b>   | Νίκας Κωνσταντίνος-Στέφανος |                 |
| <b>3</b>   | Ντούρου Κλεοπάτρα           |                 |

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Μπάλης Δημήτριος του Κυριάκο (Qirjako) με αριθμό μητρώου 51204248 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



Μπάλης Δημήτριος

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε από τον σπουδαστή Μπάλη Δημήτριο φοιτητή του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020-2021 υπό την επίβλεψη του καθηγητή Δρ. Κωσταντίνου Μουστρή

Τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας βασίζονται στις μετρήσεις του Εθνικού Αστεροσκοπείου της Αθήνας.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Μουστρή Κωσταντίνο για την πλήρη στήριξη και την υπομονετική καθοδήγηση για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, την αγαπητή φιλόλογο Δούκα Δέσποινα για την επιμέλεια της διπλωματικής εργασίας, την οικογένεια και τους φίλους μου για την υπομονή και την αδιάκοπη στήριξη κατά την διάρκεια διεξαγωγής της διπλωματικής μου εργασίας

## Περιεχόμενα

|   |    |
|---|----|
| Περίληψη.....   | 1  |
| Abstract.....   | 1  |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>   |    |
| <b>Βαθμοημέρες Ψύξης (CDD) και Θέρμανσης (HDD)</b>                            |    |
| 1.1 Εισαγωγή.....   | 2  |
| 1.2 Ιστορία βαθμοημερών Ψύξης και Θέρμανσης .....                             | 3  |
| 1.3 Ορισμός βαθμοημέρας.....  | 4  |
| 1.4 Θερμοκρασία βάσης.....  | 5  |
| 1.5 Εκπομπές CO <sub>2</sub> και βαθμοημέρες: Η περίπτωση της Κίνας .....     | 5  |
| 1.6 Εφαρμογές των βαθμοημερών ψύξης και θέρμανσης.....                        | 6  |
| 1.6.1 Εφαρμογή βαθμοημερών στις κτηριακές εγκαταστάσεις .....                 | 7  |
| 1.6.2 Εφαρμογή βαθμοημερών στις γεωργικές καλλιέργειες .....                  | 8  |
| 1.7 Υπολογισμός βαθμοημερών ψύξης και θέρμανσης .....                         | 11 |
| 1.7.1 Υπολογισμός βαθμοωρών .....   | 12 |
| 1.7.2 Υπολογισμός βαθμοημερών με την μέθοδο μέσων βαθμοωρών.....              | 12 |
| 1.7.3 Μετεωρολογικές εξισώσεις (μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία) .....       | 13 |
| 1.7.4 Υπολογισμός βαθμοημερών με την μέθοδο μέσων ημερησίων θερμοκρασιών..... | 15 |
| 1.7.5 Εξίσωση Hitchin.....  | 15 |
| 1.7.6 Μοντέλο Erbs.....   | 16 |
| 1.7.7 Σφάλματα σχετικά με τον υπολογισμό των βαθμοημερών .....                | 17 |
| 1.8 Ενεργειακή εκτίμηση μέσω των βαθμοημερών ψύξης και θέρμανσης.....         | 17 |
| 1.9 Αστική θερμική νησίδα.....  | 20 |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>   |    |
| <b>Δεδομένα και μεθοδολογία</b>   |    |
| 2.1 Εισαγωγή.....   | 23 |
| 2.2 Μετεωρολογικά Δεδομένα .....  | 23 |
| 2.3 Μεθοδολογία υπολογισμών.....  | 25 |
| 2.4 Συλλογή των υπολογισμών.....  | 28 |

|  |    |
|--|----|
| 2.4.1 Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης για κάθε περιοχή..... | 28 |
| 2.4.2 Ετήσιες τιμές βαθμοωρών ψύξης και θέρμανση για κάθε περιοχή .....                      | 40 |

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

#### Διαγράμματα υπολογισμών

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Εισαγωγή .....  | 41 |
| 3.2 Διαχωρισμός ζωνών βάση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) .....              | 41 |
| 3.2.1 Συνθήκες σχεδιασμού συστημάτων κλιματισμού .....  | 43 |
| 3.2.2 Συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα .....   | 43 |
| 3.2.3 Συνθήκες σχεδιασμού θέρους.....   | 44 |
| 3.3 Χωρική κατανομή και διαγράμματα θερμοκρασίας-ύψους.....                                   | 44 |
| 3.3.1 Χωρική κατανομή βαθμοωρών θέρμανσης με θερμοκρασία βάσης 18°C.....                      | 47 |
| 3.3.2 Χωρική κατανομή βαθμοωρών θέρμανσης με θερμοκρασία βάσης 15°C.....                      | 49 |
| 3.3.3 Χωρική κατανομή βαθμοωρών θέρμανσης για θερμοκρασία βάσης 28°C.....                     | 51 |
| 3.3.4 Χωρική κατανομή βαθμοωρών θέρμανσης για θερμοκρασία βάσης 30 °C.....                    | 53 |
| 3.4 Μέσες μηνιαίες τιμές CDH&HDH .....  | 54 |
| 3.5 Συνολικές ετήσιες τιμές για βαθμοώρες ψύξης και θέρμανσης των 34 σταθμών της Αττικής..... | 66 |

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

|                    |    |
|--------------------|----|
| Συμπεράσματα       | 67 |
| Βιβλιογραφία       | 71 |
| Ηλεκτρονικές πηγές | 74 |

## Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία υπολογίζονται αναλυτικά οι βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης ( HDH & CDH) για 34 περιοχές της Αττικής. Τα δεδομένα συνελέγησαν από την ιστοσελίδα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, τα οποία υποβλήθηκαν σε επεξεργασία και τροποποιήθηκαν έτσι ώστε να γίνουν εύχρηστα σε μεταγενέστερες μελέτες.

Οι βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης υπολογίστηκαν για δύο θερμοκρασίες βάσης αντιστοίχως και στην συνέχεια, οι υπολογισμοί χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία των χωρικών κατανομών όπως αναλύεται στα παρακάτω κεφάλαια .

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στην ιστορία των βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης, καθώς και στην ετυμολογία τους. Επίσης αναλύονται, η έννοια της βαθμομέρας, η σημασία της θερμοκρασίας βάσης, οι τρόποι υπολογισμού και οι εφαρμογές των βαθμομερών. Τέλος αναλύεται το φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα δεδομένα από το Αστεροσκοπείο, τα οποία υποβάλλονται σε επεξεργασία με την επιλεγμένη μέθοδο, η οποία επεξηγείται αναλυτικά

Στο τρίτο κεφάλαιο θα γίνει μια παρουσίαση του ΚΕΝΑΚ και των συνθηκών σχεδιασμού συστημάτων ψύξης και θέρμανσης και στην συνέχεια θα ακολουθήσουν οι χωρικές κατανομές και οι καμπύλες Θερμοκρασίας-Ύψους για βαθμώρες ψύξης και θέρμανσης με θερμοκρασίες βάσης 15 °C, 18 °C, 28 °C, 30 °C

Στο τέλος, ακολουθούν τα συμπεράσματα της παρούσα διπλωματικής εργασίας, η βιβλιογραφία και οι ηλεκτρονικές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν

# Abstract

In the following dissertation, cooling and heating degree days are thoroughly calculated for 34 representative regions of Attica. Data were obtained from the official website of the National Observatory of Athens, which afterwards were processed and modified in order to become practical for future research.

Cooling and Heating degree days were calculated for two different base-unit temperature respectively and the results were used for the development of spatial variation, as follows;

The first chapter includes a general introduction of cooling and heating degree days and an introduction of their etymology. Also, the meaning of base temperature, the methods of calculations, the applications of cooling and heating degree days and the effect of urban islands are extensively elaborated

The second chapter analyzes the chosen method, which was used for the data calculation, how the cooling and heating degree days are converted into degree hours and the presentation of the calculation results in their final form.

The third chapter consists of an explanation for building's design conditions through Regulation of Energy Attribution of Buildings in Greece during cooling and heating periods. Moreover, it presents methodical the creation of spatial variations maps and the temperature-altitude charts for calculations of cooling and heating degree hours within 15 °C, 18 °C, 28 °C, 30 °C base temperatures.

Last but not least, the final chapter of this thesis reviews the conclusions of the previous chapters, the areas for further study-research and is supplemented with both the bibliography and electronic sources used.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Βαθμομημέρες Ψύξης (CDD) και Θέρμανσης (HDD)

### 1.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή των βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης. Στην συνέχεια παρατίθεται ο ορισμός της βαθμομέρας της θερμοκρασίας βάσης και μια ειδική μελέτη μεταξύ εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και βαθμομερών. Έπειτα αναλύονται οι περιοχές εφαρμογής, οι τρόποι υπολογισμού και τα σφάλματα που προκύπτουν κατά τους υπολογισμούς των βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης. Τέλος, αναφέρεται ο τρόπος ενεργειακής εκτίμησης μέσω των βαθμομερών και το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας

### 1.2 Ιστορία βαθμομερών Ψύξης και Θέρμανσης

Οι βαθμομημέρες ψύξης και θέρμανσης πρωτοεμφανίστηκαν στην έρευνα του Sir Richard Strachey, ο οποίος εστίαζε στην αγροτική καλλιέργεια. Έννοιες όπως βαθμομημέρες, βαθμώρες, θερμοκρασία βάσης, άρχισαν να αναφέρονται από την στιγμή που ο Sir Richard Strachey προσπάθησε να βρει μια εξίσωση η οποία θα υπολόγιζε την απαραίτητη θερμοκρασία, μεγαλύτερη από την θερμοκρασία βάσης  $42\text{ }^{\circ}\text{F}$  ( $5.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), κατά την οποία οι σοδειές αναπτύσσονται με σταθερό ρυθμό. Η πρώτη επίσημα καταγεγραμμένη εφαρμογή των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης στις κτηριακές εγκαταστάσεις έγινε το 1920 στις Ηνωμένες Πολιτείες από τον Αμερικάνικο Οργανισμό Αερίου. Στατιστικά αποδείχτηκε ότι η κατανάλωση καυσίμου στις κατοικίες ποικίλει ανάλογα με τις βαθμομημέρες με θερμοκρασία βάσης  $65\text{ }^{\circ}\text{F}$  ( $18.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), με ιδανική εσωτερική θερμοκρασία γύρω στους  $70\text{ }^{\circ}\text{F}$  ( $21,3^{\circ}\text{C}$ ). Αυτό οδήγησε στο συμπέρασμα ότι τα εσωτερικά κέρδη προσφέρουν  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  στην θερμοκρασία του χώρου. Αργότερα, το 1934, στο Ηνωμένο Βασίλειο ο Dufton πρότεινε την επιλογή της εσωτερικής θερμοκρασίας να παραμείνει στους  $18,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , και η θερμοκρασία βάσης στου  $15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , με την προϋπόθεση ότι τα εσωτερικά κέρδη παραμένουν ίδια. Παρόλο που από τότε έχουν αλλάξει πολλά, όπως η μέση θερμοκρασία του πλανήτη, η οποία έχει αυξηθεί, η θερμοκρασία βάσης συνεχίζεται να χρησιμοποιείται στους  $15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Το 1940 έγινε η πρώτη θεμελίωση για την χρήση, μέχρι και σήμερα των βαθμομερών, από τις τεχνικές οδηγίες του Heating and Ventilation Engineering Institute γνωστό ως CISBE. Οι σημαντικότερες ήταν του McVicker το 1946, ο οποίος κατάφερε να αντιμετωπίσει τα προβλήματα που υπήρχαν τόσο στον υπολογισμό των βαθμομερών όσο και στην χρήση τους σαν εργαλεία πρόγνωσης και παρακολούθησης της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτηρίων. Αργότερα, το 1958 οι Knight και Cornell τροποποίησαν την μελέτη των βαθμομερών, προτείνοντας την χρήση διαφορετικής θερμοκρασίας βάσης κατά την διάρκεια της μέρας και διαφορετικής θερμοκρασία βάσης κατά την διάρκεια της νύχτας.

Γύρω στο 1965 με 1966 ο Billigton ανέπτυξε την θεωρία γύρω από τις βαθμομημέρες, δηλαδή εξέλιξε την μεθοδολογία προσέγγισης και υπολογισμού των βαθμομερών, πράγμα που ο οργανισμός CISBE αναγνώρισε επίσημα. Η μελέτη του περιλάμβανε την χρήση συγκεκριμένων θερμοκρασιών βάσης για κάθε κτήριο, καθώς και την ιδέα των ωρών λειτουργίας σε πλήρες φορτίο. Η μεθοδολογία του Billigton δέχτηκε τροποποιήσεις για κτήρια παροδικής χρήσης, βασισμένες στην διαφορετική δομή των κτηρίων αυτών.

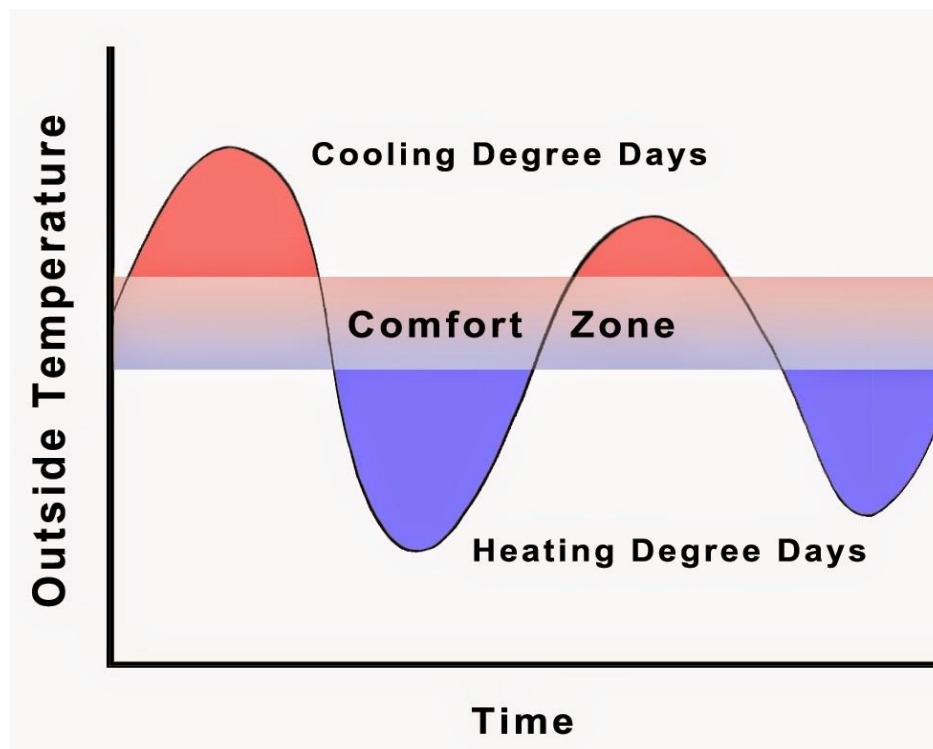
Μαθηματικοί πίνακες απλοποίησαν τους υπολογισμούς βαθμοημερών, όμως δεν είναι αρκετά ευέλικτοι με αποτέλεσμα το πιθανό σφάλμα να μην μπορεί να ποσοτικοποιηθεί. Για τον παραπάνω λόγω τέτοιες προσεγγίσεις χρησιμοποιήθηκαν μόνο σαν ενδεικτικές λύσεις. Κατά την πάροδο των χρόνων προτάθηκαν πολλές τροποποιήσεις στην θεωρία των βαθμοημερών όπως για παράδειγμα η χρήση της ενέργειας από τα εσωτερικά κέρδη με σημαντικότερη την πρόταση του Holmes (1980), ο οποίος στην αρχή εισήγαγε τις έννοιες ‘θερμοχωρητικότητα’ και ‘μεταβλητές πηγές θερμότητας’. Στην συνέχεια ο ίδιος πρότεινε ένα μαθηματικό μοντέλο το οποίο υπολογίζει την μέση εσωτερική θερμοκρασία ενός κτηρίου με μη συνεχή χρήση ενέργειας, υπολογίζοντας ταυτόχρονα την θερμοκρασία βάσης. Ο Holmes χρησιμοποίησε την μέθοδο της παραδοχής απλοποιώντας την διαδικασία υπολογισμού θερμοκρασιών, έχοντας το μειονέκτημα του υπολογισμού προθέρμανσης χώρου. Με την μέθοδο των μέσων εσωτερικών θερμοκρασιών, τα περίπλοκα μοντέλα απλοποιούνται σε μεγάλο βαθμό, υπολογίζεται ταυτόχρονα η θερμοχωρητικότητα και η χρήση πινάκων καθίσταται περιττή.

Όσον αφορά την καταγραφή της ενεργειακής κατανάλωσης, η βιβλιογραφία είναι περιορισμένη καθιστώντας δύσκολη την εις βάθος μελέτη της. Το 1946 ο McVicker εξήγησε πώς σχετίζονται η κατανάλωση καυσίμου για θέρμανση και οι βαθμοημέρες σε μηνιαία βάση. Διάφορες εναλλακτικές παρουσιάστηκαν από τους Knight and Cornell, των οποίων οι μέθοδοι δεν έχουν επιβεβαιωθεί μαθηματικά, αλλά χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα. Τέλος ο Harris το 1989, χρησιμοποίησε τεχνικές παλινδρόμησης και συσσωρευτικού αθροίσματος (regression and cumulative sum difference CUSUM), για την διαχείριση της ενέργειας των κτηρίων, γνωρίζοντας παγκόσμια αποδοχή. [1]

### 1.3 Ορισμός βαθμοημέρας

Οι βαθμοημέρες είναι ποσοτικοί δείκτες που αντικατοπτρίζουν την ανάγκη για θέρμανση (βαθμοημέρες θέρμανσης HDD) ή την ανάγκη για ψύξη (βαθμοημέρες ψύξης CDD) στα κτήρια. Αυτοί οι δείκτες ορίζονται ως η διαφορά της θερμοκρασίας βάσης και της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος αέρα. Συγκεκριμένα οι βαθμοημέρες θέρμανσης είναι το μέτρο που δείχνει για πόσους βαθμούς και για πόσες μέρες η μέση θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μικρότερη από την θερμοκρασία βάσης με αποτέλεσμα να χρειαστεί η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση. Αντίστοιχα οι βαθμοημέρες ψύξης είναι το ποσό που δείχνει την διαφορά μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας του περιβάλλοντος αέρα και της θερμοκρασίας βάσης για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο κατά την οποία η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη από αυτή [2]. Οι παραπάνω δείκτες προκύπτουν από μετεωρολογικά δεδομένα, εξαρτώνται από τις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον, καθώς και την γεωγραφική θέση, δηλαδή το γεωγραφικό πλάτος, το γεωγραφικό μήκος, το υψόμετρο και την απόσταση από την θάλασσα της εκάστοτε περιοχής που εξετάζεται. Για παράδειγμα, σε μεγάλο υψόμετρο, λόγω της μικρής πίεσης του αέρα, η θερμοκρασία είναι χαμηλή με αποτέλεσμα ο δείκτης HDD να είναι μεγαλύτερος σε σχέση με τον δείκτη CDD, άρα η ανάγκη για θέρμανση είναι μεγαλύτερη (η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μικρότερη από την θερμοκρασία βάσης).

Ο όρος “θερμοκρασία βάσης” αναφέρεται σε μια τιμή η οποία είναι προκαθορισμένη και ορίζει την αρχή, την διάρκεια και το τέλος μιας περιόδου ψύξης ή θέρμανσης σε σχέση με την επικρατούσα θερμοκρασία περιβάλλοντος. [3]



Εικόνα 1. Σχηματική απεικόνιση του ορισμού της βαθμομέρας

## 1.4 Θερμοκρασία βάσης

Η θερμοκρασία βάσης, όπως ορίστηκε παραπάνω, λαμβάνεται συνήθως 1-3°C μικρότερη ή μεγαλύτερη από την επιθυμητή θερμοκρασία όπου δεν χρειάζεται ψύξη ή θέρμανση, πράγμα που αποτελεί την λεγόμενη κατάσταση ισορροπίας στα κτήρια. Λαμβάνεται αυτή η διαφορά τιμής, καθώς η θερμοκρασία των κτηρίων αναμένεται να φτάσει την επιθυμητή θερμοκρασία άνεσης, αφού, πέρα από τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης προσδίδονται ποσά θερμότητας από εσωτερικά θερμικά κέρδη όπως οι άνθρωποι, ο φωτισμός, η ηλιακή ακτινοβολία και οι συσκευές [4]. Τα προσδιδόμενα θερμικά φορτία συνεισφέρουν στην θέρμανση των εσωτερικών χώρων δημιουργώντας μια θερμοκρασία η οποία είναι κοντά στην θερμοκρασία αναφοράς δημιουργώντας μια κατάσταση ισορροπίας, όπου τα θερμικά φορτία ισούνται με τις θερμικές απώλειες. [2]

Το κυριότερο πρόβλημα, όμως, είναι η ποικιλία στα θερμικά φορτία που επικρατούν κατά την διάρκεια της μέρας και η διαφορά τους από μέρα σε μέρα και από εποχή σε εποχή. Επιπροσθέτως, η θερμοκρασία βάσης εξαρτάται και από τα χαρακτηριστικά των οικοδομικών υλικών, δηλαδή η θερμοχωρητικότητα, ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας και η θερμομόνωση είναι παράγοντες που επηρεάζουν την θερμοκρασία βάσης. Προκύπτει, συνεπώς, ότι η θερμοκρασία βάσης πρέπει να υπολογιστεί με βάση τις μέσες τιμές για ένα ικανοποιητικό χρονικό διάστημα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να ληφθεί υπόψη το σφάλμα που εγκυμονεί να προκύψει από τα δεδομένα, το οποίο αυξάνεται όταν αυτά προέρχονται από μικρά χρονικά διαστήματα. Επίσης, για κάθε περιοχή που

εξετάζεται, η θερμοκρασία βάσης αλλάζει, οπότε, για να καθοριστεί η θερμοκρασία βάσης, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθες περιπτώσεις: [4]

- Ένα κτήριο θα χρειαστεί θέρμανση όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μικρότερη από την θερμοκρασία βάσης του κτηρίου. Να σημειωθεί ότι οι βαθμομέρες θέρμανσης είναι το άθροισμα της διαφοράς της θερμοκρασίας βάσης του κτηρίου και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος όπου η θερμοκρασία βάσης είναι μεγαλύτερη από του περιβάλλοντος.

$$Q_h = \frac{K_{tot}}{\eta_h} [T_{base} - T_o^{(\theta)}]^+ \quad (Wh) \quad (1)$$

- Ένα κτήριο θα χρειαστεί ψύξη όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη της θερμοκρασίας βάσης του κτηρίου. Να σημειωθεί ότι οι βαθμομέρες ψύξης είναι το άθροισμα της διαφοράς της θερμοκρασίας βάσης και της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος όπου η θερμοκρασία βάσης είναι μικρότερη από του περιβάλλοντος

$$Q_c = \frac{K_{tot}}{\eta_h} [T_o^{(\theta)} - T_{base}]^+ \quad (Wh) \quad (2)$$

Όπου :

- $Q_h, Q_c$ , είναι η απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη αντίστοιχα σε Wh
- $K_{tot}$ , είναι οι συνολικές απώλειες ενέργειας του κτηρίου σε W/°C
- $\eta_h$ , είναι η αποδοτικότητα των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης
- $T_{base}$ , είναι η θερμοκρασία βάσης σε °C
- $T_o$ , είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος σε °C
- $(\theta)$ , είναι η ώρα της ημέρας σε hours

Το (+) και στις δύο εξισώσεις σημαίνει ότι υπολογίζονται μόνο για θετικές τιμές της παρένθεσης δηλαδή στην θέρμανση μόνο όταν  $T_{base} > T_o$  ενώ στην ψύξη μόνο όταν  $T_o > T_{base}$

Η θερμοκρασίας βάση είναι σταθερή (σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να κυμαίνεται από μια τιμή έως μια άλλη) αλλά διαφορετική για κάθε περιοχή και για κάθε χώρα ανάλογα τα κλιματικά δεδομένα, τους παράγοντες που επηρεάζουν την θερμοκρασία βάσης και την κλιματική περιοχή. Η θερμοκρασία βάση ορίζεται μαθηματικά ως εξής

$$T_{base} = T_{thermostat} - \frac{Q_{ihg} + Q_{sol}}{U_{bldg}} \quad [^\circ C] \quad (3)$$

Όπου:

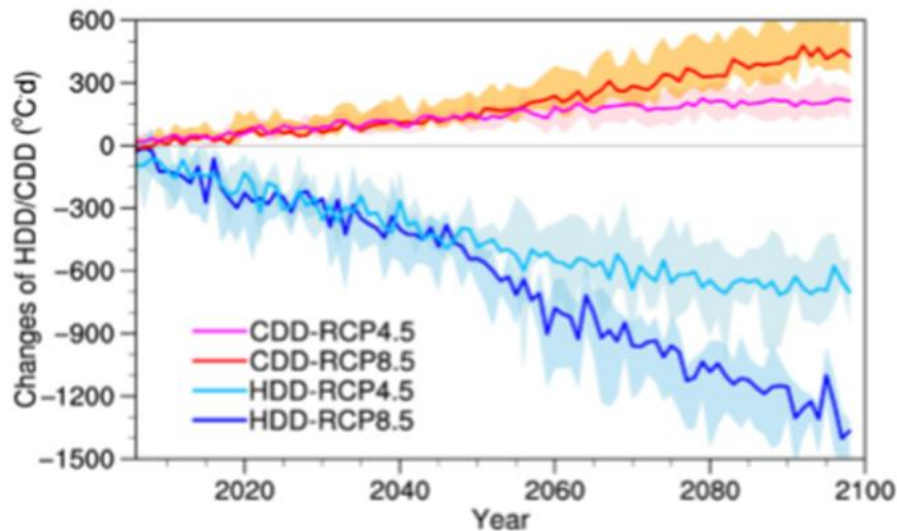
- $T_{thermostat}$ , είναι η θερμοκρασία που ορίζεται ο θερμοστάτης σε °C
- $Q_{ihg}$ , είναι ο εσωτερικός ρυθμός παραγωγής θερμότητας λόγω χωρητικότητας εξοπλισμού ανά τετραγωνικό μέτρο σε W/m<sup>2</sup>
- $Q_{sol}$ , είναι τα θερμικά κέρδη από την ηλιακή ενέργεια σε W/m<sup>2</sup>

- $Q_{\text{bldg}}$ , είναι ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας στο κέλυφος του κτηρίου σε  $W/^{\circ}C\ m^2$

## 1.5 Εκπομπές CO<sub>2</sub> και βαθμομέρες: Η περίπτωση της Κίνας

Διανύοντας τον 21ο αιώνα είναι φανερό πως τα φαινόμενα της εκπομπής ρύπων έχουν μια αύξουσα τάση σε συνδυασμό με την αποψίλωση των δασών. Το CO<sub>2</sub> απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία με την σειρά της ανακλάται με φυσική συνέπεια την θέρμανση της επιφάνειας της Γης, ένα φαινόμενο που είναι απαραίτητο για την ύπαρξη της ζωής, ειδάλλως η μέση θερμοκρασία της Γης θα ήταν  $-19^{\circ}C$  [5]. Όμως το CO<sub>2</sub> (μαζί με άλλα αέρια όπως είναι οι χλωροφθοράνθρακες) διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα με γρηγορότερο ρυθμό απ' ό,τι δεσμεύεται μέσω των δέντρων με αποτέλεσμα η συσσώρευσή του στην ατμόσφαιρα να δημιουργεί το γνωστό φαινόμενο του θερμοκηπίου. Για τον λόγο αυτό η μέση ετήσια θερμοκρασία τείνει να αυξάνεται κατά την διάρκεια των ετών με καταστροφικές συνέπειες για τον πλανήτη. Μελέτες της Κίνας δείχνουν ότι με την πάροδο του χρόνου οι βαθμομέρες θέρμανσης έχουν φθίνουσα τάση από την αρχή έως τα μέσα του αιώνα και μεγαλύτερη πτώση από τα μέσα προς το τέλος του αιώνα, και αναμένεται οι βαθμομέρες θέρμανσης να μειωθούν κατά μέσο όρο 34 μέρες σε ετήσιο επίπεδο. Αντίστοιχα οι βαθμομέρες θέρμανσης θα αυξηθούν κατά μέσο όρο 63 μέρες, με αποτέλεσμα η ανάγκη για ψύξη να είναι μεγαλύτερες απ' ό,τι η ανάγκη για θέρμανση, με το ανάλογο οικονομικό αντίκτυπο [6].

Στην Κίνα οι εκπομπές CO<sub>2</sub> για θέρμανση είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες εκπομπές για την ψύξη, αλλά συγκριτικά οι εκπομπές CO<sub>2</sub> που θα μειωθούν από την πτώση ζήτησης για θέρμανση είναι λιγότερες από τις εκπομπές CO<sub>2</sub> που θα παραχθούν από την αυξανόμενη ζήτηση για ψύξη [7]. Επιβεβαιώνεται ότι η εκπομπή CO<sub>2</sub> συνδέεται με τις βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης, πράγμα που θα οδηγήσει σε νέες ενεργειακές προοπτικές όσον αφορά τον σχεδιασμό και το χτίσιμο των κτηρίων στην Κίνα. Με βάση αυτό το δεδομένο, η ζήτηση για θέρμανση και ψύξη συσχετίζεται με την πληθυσμιακή κατανομή, την οικονομία της χώρας και την τεχνολογική πρόοδο. Βάσει των σεναρίων RCP8,5 και RCP4,5 [8] φαίνεται ότι οι βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης παρουσιάζουν μια διαφοροποίηση ανάμεσα στις χρονικές περιόδους 1986-2005 και 2006-2098, με τις βαθμομέρες θέρμανσης να μειώνονται ενώ οι βαθμομέρες ψύξης να αυξάνονται περισσότερο υπό το σενάριο RCP8,5. Συγκεκριμένα, μέχρι το 2050 δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά, αλλά μετά το 2050 υπό το σενάριο RCP4,5 η διαφορά στις βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης παρουσιάζει μια σταθερότητα σε σχέση με το σενάριο RCP8.5, όπου οι βαθμομέρες θέρμανσης μειώνονται ενώ οι βαθμομέρες ψύξης αυξάνονται δραματικά. [6] [7]



Εικόνα 2. Τα σενάρια RCP8,5 και RCP4,5 για βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης[5]

## 1.6 Εφαρμογές των βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης

Οι βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης παγκοσμίως χρησιμοποιούνται σε δύο βασικούς τομείς :

- Στις κτηριακές εγκαταστάσεις
- Στις αγροτικές καλλιέργειες

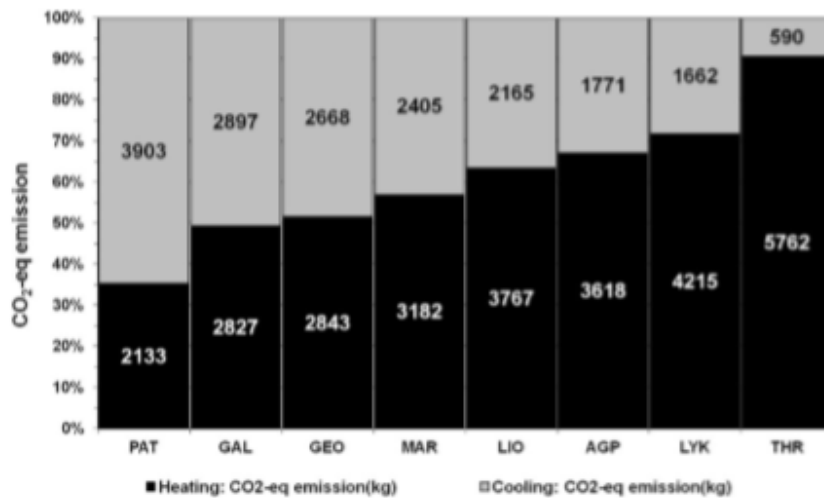
### 1.6.1 Εφαρμογή βαθμομερών στις κτηριακές εγκαταστάσεις

Οι βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης στις κτηριακές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται κυρίως για [1]

- Την αποτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης και την εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα
- Την διαχείριση της ενέργειας
- Την εκτίμηση μέτρων αξιολόγησης εξοικονόμησης ενέργειας
- Την καταγραφή και την αξιολόγηση των ενεργειακών δαπανών

Οι βαθμομέρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των απωλειών θερμότητας στα κτήρια. Οι θερμικές απώλειες στα κτήρια οφείλονται στις απώλειες αγωγιμότητας και στις απώλειες αερισμού [3] [10]. Οι βαθμομέρες σε συνδυασμό με τις συνολικές θερμικές απώλειες μπορούν να δώσουν μια πλήρη εικόνα για τις θερμικές ανάγκες του κτιρίου. Όπως έχει αναφερθεί, στην αρχή οι βαθμομέρες είναι το άθροισμα της διαφοράς των θερμοκρασιών βάσης και περιβάλλοντος. Βάση αυτών μπορεί να γίνει ενεργειακή αξιολόγηση και ενεργειακός έλεγχος απόδοσης των κτηρίων έτσι ώστε να

μειωθεί η κατανάλωση περίσσειας ενέργειας μειώνοντας της εκπομπές CO<sub>2</sub> και να προκύψουν πρωτοποριακές ιδέες πάνω στον ενεργειακό σχεδιασμό των κτηρίων.

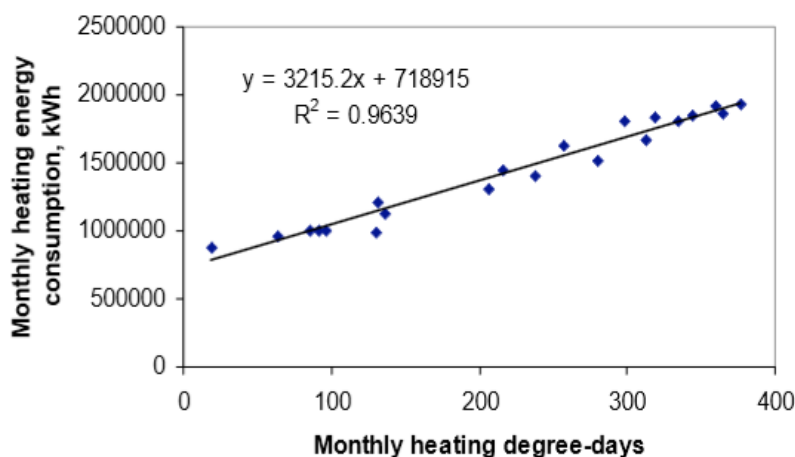


Εικόνα 3. Εκπομπές CO<sub>2</sub> για θέρμανση-ψύξη σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας με την χρήση HDD-CDD[10]

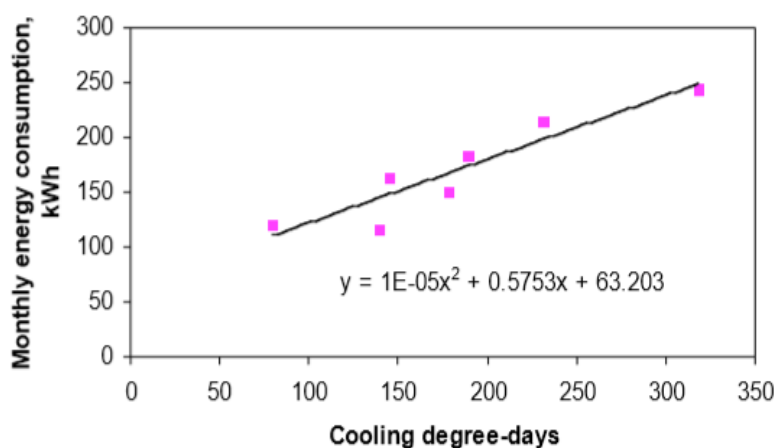
Επίσης οι βαθμομέρες μπορούν να εφαρμοστούν στην αξιολόγηση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, όπως για παράδειγμα στην εφαρμογή της θερμομόνωσης κτιρίων όπου γίνεται μελέτη των θερμικών απωλειών και στην συνέχεια, εφαρμόζοντας τους υπολογισμούς των βαθμομερών, των οποίων θα γίνει ανάλυση στα παρακάτω κεφάλαια, μπορεί να εντοπιστεί η διαφορά στην κατανάλωση ενέργειας.

Μια διαφορετική εφαρμογή των βαθμομερών σε σχέση με τα παραπάνω είναι η διαχείριση της ενέργειας των κτηρίων. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται πως η ενεργειακή κατανάλωση ποικίλλει ανάλογα με την μέση μηνιαία θερμοκρασία που επικρατεί συγκρίνοντας την με τα δεδομένα των προηγούμενων μηνών έτσι ώστε να μπορέσει ο μελετητής να βγάλει τα ανάλογα συμπεράσματα για την ενεργειακή κατανάλωση. Στην περίπτωση που τα σημεία του γραφήματος είναι πάνω από την ευθεία, τότε ο μελετητής καταλαβαίνει ότι η ενεργειακή κατανάλωση είναι μεγαλύτερη από αυτή που χρειάζεται με αποτέλεσμα να προβεί στις κατάλληλες ενέργειες. Αντίστοιχα όταν τα σημεία είναι κάτω από την ευθεία, μεταφράζεται σε χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση από την απαιτούμενη, όπου πάλι ο μελετητής θα προβεί στις απαραίτητες ενέργειες. Η ιδανική περίπτωση είναι όταν τα σημεία είναι πάνω στην ευθεία ή όταν είναι πολύ κοντά σε αυτήν.

[1]



Εικόνα 4. Καμπύλη μηνιαίας ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση-HDD[1]



Εικόνα 5. Καμπύλη μηνιαίας ενεργειακή κατανάλωσης για ψύξη-CDD[1]

Και στις δύο καμπύλες στον άξονα x έχουμε τις βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης ενώ στον άξονα y έχουμε την μηνιαία κατανάλωση για ψύξη και θέρμανση αντίστοιχα.

## 1.6.2 Εφαρμογή βαθμομερών στις γεωργικές καλλιέργειες

Οι βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης, πέρα από τις εφαρμογές στις κτηριακές εγκαταστάσεις, εφαρμόζονται και στις αγροτικές καλλιέργειες. Αυτό οφείλεται στον Sir Richard Strachey, ο οποίος εισήγαγε για πρώτη φορά τη μέθοδο των βαθμομερών για τον υπολογισμό της διάρκειας περιόδου της σποράς. Σε αυτό το πεδίο εφαρμογής οι βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης αντιστοιχούν στις βαθμομέρες ανάπτυξης (growing degree days GDD) έτσι ώστε να γίνει εφικτός ο υπολογισμός του χρόνου ωρίμανσης και ανάπτυξης των φυτών και των εντόμων. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη της περιόδου συλλογής των καρπών, καθώς και της περιόδου όπου οι θερμοκρασιακές συνθήκες δεν είναι οι κατάλληλες για την ανάπτυξη των φυτών με



αποτέλεσμα να αποφεύγονται σοβαρές ζημιές στις σοδειές, αλλά και για τον έλεγχο μιας περιοχής, δηλαδή αν είναι κατάλληλη για να αναπτυχθεί η εκάστοτε σοδειά [11] [12].

Οι βαθμομέρες ανάπτυξης αντικατοπτρίζουν την απαραίτητη απορρόφηση θερμότητας που πρέπει να κάνει ο οργανισμός έτσι ώστε να αναπτυχθεί. Το ποσό αυτό παραμένει σταθερό με την πάροδο του χρόνου, αλλά το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να μεταβεί στην επόμενη φάση ο οργανισμός, εξαρτάται άμεσα από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν με αποτέλεσμα να μην παραμένει σταθερό. Ο ρυθμός με τον οποίο μια σοδειά αναπτύσσεται, είναι μια συνάρτηση της θερμοκρασίας:

$$\frac{dD}{dt} = g(T(t)) \quad (4)$$

Όπου:

- $T(t)$  είναι η θερμοκρασία σε χρονικό διάστημα  $t$
- $D$  είναι ο ρυθμός ανάπτυξης

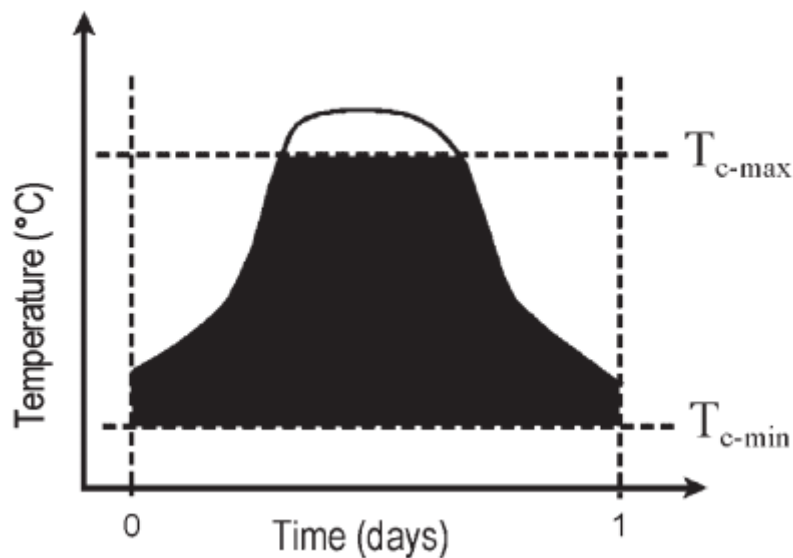
Ολοκληρώνοντας τα δύο μέλη έχουμε

$$\Delta D = \int_0^t g(T(t))dt \text{ με } g(T(t)) > 0 \quad (5)$$

Όπου:

- $\Delta D$  είναι το ποσό ανάπτυξης σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο

Η παραπάνω εξίσωση δείχνει ότι η ανάπτυξη είναι πάντα θετική, και η θερμοκρασία εξαρτάται από μια παράμετρο  $g$ , η οποία είναι ξεχωριστή για κάθε είδος σοδειάς.



Εικόνα. 6 Καμπύλη GDD [17]

Για τον υπολογισμό των βαθμομερών ανάπτυξης πρέπει να γίνει κατανοητή η έννοια της θερμοκρασίας βάσης, η οποία από πειράματα έχει προκύψει ότι είναι διαφορετική για κάθε οργανισμό(σοδειές, έντομα) που θα μελετηθεί. Η θερμοκρασία βάσης για τις βαθμομέρες ανάπτυξης είναι η θερμοκρασία κάτω από την οποία πρακτικά και θεωρητικά ο οργανισμός δεν μπορεί να αναπτυχθεί. Για παράδειγμα, αν η θερμοκρασία βάσης για το καλαμπόκι, για την πατάτα, για το βαμβάκι είναι  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $7^{\circ}\text{C}$ ,  $17^{\circ}\text{C}$  αντίστοιχα και η μέση θερμοκρασία είναι  $20^{\circ}\text{C}$ , τότε υπάρχει συνεισφορά κατά 10, 13, 3 βαθμούς ανάπτυξης

αντίστοιχα [13][14]. Για να υπολογιστούν οι βαθμοημέρες ανάπτυξης γενικά, χρησιμοποιείται η μέθοδος της διαφοράς μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας και θερμοκρασίας βάσης, αλλά με διάφορες παραλλαγές όπως φαίνεται παρακάτω:

$$GDD = \left[ \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right] - T_{base} \quad [^{\circ}C] \quad (6)$$

Όπου:

- $T_{max}$ , είναι η μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία σε  $^{\circ}C$
- $T_{min}$ , είναι η ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία σε  $^{\circ}C$
- $T_{base}$ , είναι η θερμοκρασία βάσης σε  $^{\circ}C$

a) Αν  $\left[ \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right] \leq T_{base}$  τότε  $\left[ \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right] = T_{base}$

b) Αν  $T_{max} \leq T_{base}$  τότε  $T_{max} = T_{base}$  και  $T_{min} \leq T_{base}$  τότε  $T_{min} = T_{base}$

Άρα, οι βαθμοημέρες ωρίμανσης μπορούν να υπολογιστούν ως εξής:

$$GDD = \sum_{i=1}^{m_d} (T_a - T_b), i \quad \forall T_a > T_b \quad [^{\circ}C] \quad (7)$$

Όπου:

- $T_a$ , είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος σε  $^{\circ}C$
- $T_b$ , είναι η θερμοκρασία βάσης σε  $^{\circ}C$
- $m_d$ , είναι οι μέρες του μήνα
- $i$ , είναι ο χρόνος που λαμβάνουμε τις θερμοκρασίες

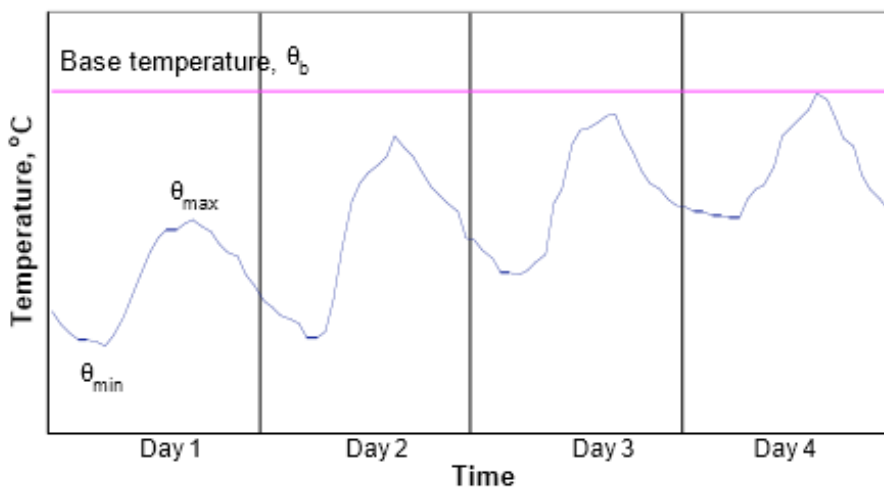
Η παραπάνω εξίσωση δηλώνει τις βαθμοημέρες ωρίμανσης για κάθε μήνα, η οποία μπορεί να αναχθεί σε βαθμοημέρες ωρίμανσης ανά περίοδο δηλαδή

$$GDD = \sum_{i=1}^{s_d} (T_a - T_b), i \quad \forall T_a > T_b \quad [^{\circ}C] \quad (8)$$

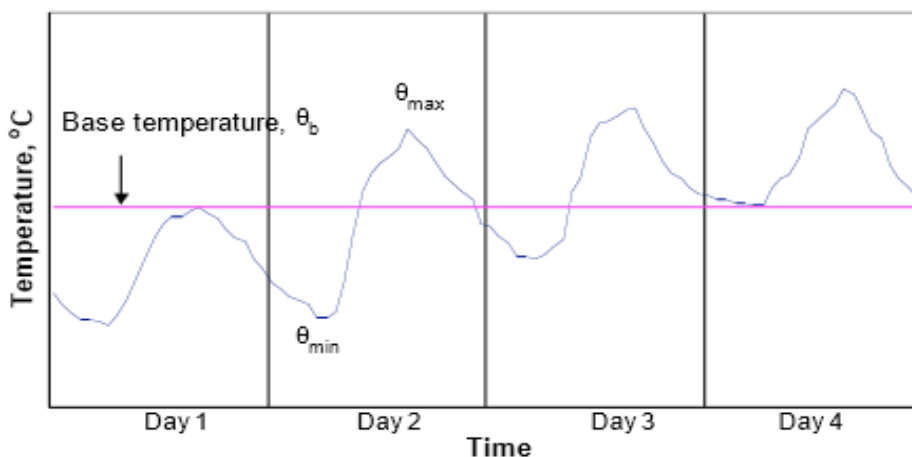
Όπου  $s_d$  είναι ο αριθμός των ημερών μιας περιόδου

## 1.7 Υπολογισμός βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης

Οι βαθμομέρες είναι το άθροισμα της διαφοράς της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας βάσης. Ο πιο απλός τρόπος για να υπολογιστούν οι βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης σε μια μέρα, είναι όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος ξεπερνάει την θερμοκρασία βάσης για την θέρμανση και αντίστοιχα για την ψύξη όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος δεν πέφτει κάτω από την θερμοκρασία βάσης. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται δύο περιπτώσεις, όπου στην εικόνα 7<sup>α</sup> η μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος δεν ξεπερνάει την θερμοκρασία βάσης κατά την διάρκεια 4 ημερών, ενώ στην εικόνα 7<sup>β</sup> τις τρεις τελευταίες μέρες η μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος παρουσιάζει διακυμάνσεις σε σχέση με την θερμοκρασία βάσης.



Εικόνα 7<sup>α</sup>. Μεταβολή της θερμοκρασίας για τέσσερις μέρες όπου η μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος δεν ξεπερνάει την θερμοκρασία βάσης



Εικόνα 7<sup>β</sup>. Μεταβολή της θερμοκρασίας για τέσσερις μέρες, όπου η θερμοκρασία περιβάλλοντος ξεπερνάει την θερμοκρασία βάσης για τις τρεις τελευταίες μέρες.

Ο υπολογισμός των βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης πρέπει να είναι συμβατός με τις παραπάνω συνθήκες, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται διάφοροι τρόποι υπολογισμού. Παρακάτω φαίνονται οι ευρέως αποδεκτοί τρόποι υπολογισμού βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης οι οποίοι θα αναλυθούν στην συνέχεια :

- a) Βαθμώρες
- b) Μέσες βαθμώρες
- c) Μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες (μετεωρολογικές εξισώσεις)
- d) Μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες
- e) Μηνιαίες βαθμομέρες μέσα από μηνιαίες θερμοκρασίες και αποκλίσεις (εξισώσεις Hitchin)
- f) Μοντέλο Erbs
- g) Σχετικά σφάλματα

### 1.7.1 Υπολογισμός βαθμωρών

Ο απλούστερος τρόπος για τον υπολογισμό των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης ενός κτηρίου είναι οι βαθμώρες θέρμανσης, με κύριο παράγοντα την μέση μηνιαία θερμοκρασία. Η εξίσωση για τον υπολογισμό των βαθμωρών θέρμανσης είναι

$$HDH = \sum (No(T_{base} - T_{air})^+ \quad (9)$$

Όπου :

- HDH, είναι οι βαθμώρες θέρμανσης σε °C
- No, είναι οι μέρες του μήνα
- $T_{base}$ , είναι η θερμοκρασία βάσης σε °C
- $T_{air}$ , είναι η θερμοκρασία του αέρα σε °C

Αντίστοιχα, η εξίσωση για τον υπολογισμό των βαθμωρών ψύξης είναι

$$CDH = \sum (No(T_{air} - T_{base})^+ \quad (10)$$

Όπου :

- CDH, είναι οι βαθμώρες θέρμανσης σε °C
- No, είναι οι μέρες του μήνα
- $T_{base}$ , είναι η θερμοκρασία βάσης σε °C
- $T_{air}$ , είναι η θερμοκρασία του αέρα σε °C

Το (+) και στις δυο περιπτώσεις υποδηλώνει την ισχύ των υπολογισμών μόνο για θετικό αποτέλεσμα της αφαίρεσης

### 1.7.2 Υπολογισμός βαθμομερών με την μέθοδο μέσω βαθμωρών

Η πιο ακριβής μέθοδος για να υπολογιστούν οι βαθμομέρες είναι οι εξισώσεις 11 και 12, όπου η ωριαίες θερμοκρασίες προστίθενται και διαιρούνται με το 24. Όμως οι εξισώσεις

αυτές έχουν νόημα μόνο για θετικές διαφορές, ειδάλλως ισούνται με το μηδέν, δηλαδή όταν η θερμοκρασία βάσης είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία περιβάλλοντος στις βαθμομέρες θέρμανσης και αντίστοιχα μικρότερη στις βαθμομέρες ψύξης. Παρακάτω φαίνονται οι εξισώσεις για τον υπολογισμό των βαθμομερών

#### A. Βαθμομέρες θέρμανσης

$$D_d = \frac{\sum_{j=1}^{24}(T_b - T_{o,j})}{24} \quad \forall T_b > T_{o,j} \quad [^{\circ}\text{C}/\text{h}] \quad (11)$$

#### B. Βαθμομέρες ψύξης

$$D_d = \frac{\sum_{j=1}^{24}(T_{o,j} - T_b)}{24} \quad \forall T_{o,j} > T_b \quad [^{\circ}\text{C}/\text{h}] \quad (12)$$

Όπου :

- $D_d$ , είναι οι βαθμομέρες σε  $^{\circ}\text{C}$
- $T_{o,j}$ , είναι η θερμοκρασία περιβάλλοντος σε μια ώρα της ημέρας  $j$  σε  $^{\circ}\text{C}$
- $T_b$ , είναι η θερμοκρασία βάσης σε  $^{\circ}\text{C}$

Μετά τον υπολογισμό των βαθμομερών παίρνουμε το άθροισμά τους για την χρονική περίοδο που χρειάζεται να υπολογίσουμε (έναν μήνα, μια περίοδος του χρόνου κ.ά.). Η παραπάνω μέθοδος απαιτεί μεγάλη ευχέρεια στην χρήση των δεδομένων καθώς και μεγάλη χωρητικότητα. Ωστόσο, παρά την μαθηματική ακρίβεια των παραπάνω εξισώσεων, η εκτίμηση της ενέργειας των κτιρίων δεν συνεπάγεται ότι είναι απόλυτα ακριβής επειδή πρακτικά, οι παραπάνω εξισώσεις δεν είναι πολύ εύχρηστες από την στιγμή που η εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών στις κτηριακές εγκαταστάσεις επάγεται σε μεγάλες χρονικές περιόδους. [1]

### 1.7.3 Μετεωρολογικές εξισώσεις (μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία)

Η παρούσα μέθοδος προσπαθεί να προσεγγίσει το ολοκλήρωμα 13 το οποίο ήταν αναγκαίο να συμβεί λόγω της αδυναμίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών να αποθηκεύσουν το μεγάλο όγκο δεδομένων για τις μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες στο παρελθόν. Το ολοκλήρωμα δίνεται ως εξής :

$$Dd = \int_0^t (T_b - T_o) dt \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (13)$$

Στις εικόνες 7<sup>α</sup> και 7<sup>β</sup> φαίνονται οι σχέσεις μεταξύ ημερήσιας θερμοκρασίας και θερμοκρασίας βάσης με αποτέλεσμα να προκύπτουν 4 πιθανές εξισώσεις-περιπτώσεις μεταξύ αυτών:

- Περίπτωση 1 : η θερμοκρασία βάσης ξεπερνά την μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος  $T_b > T_{o,max}$

- Περίπτωση 2: η μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος ξεπερνάει την θερμοκρασία βάσης λιγότερο από ό,τι η θερμοκρασία βάσης ξεπερνά την ελάχιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος  $(T_{o,max}-T_b) \leq (T_b-T_{o,min})$
- Περίπτωση 3: η μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία βάσης περισσότερο από ό,τι η θερμοκρασία βάσης ξεπερνά την ελάχιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος  $(T_{o,max}-T_b) > (T_b-T_{o,min})$
- Περίπτωση 4: όταν η ελάχιστη θερμοκρασία ξεπερνά την θερμοκρασία βάσης οι βαθμομέρες ισούνται με το μηδέν

Στον πίνακα 1<sup>α</sup> και 1<sup>β</sup> φαίνονται οι εξισώσεις για τις βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης CDD και HDD αντίστοιχα

| Περίπτωση | Συνθήκη  | HDD   |
|-----------|--|---|
| 1         | $T_b > T_{o,max}$  | $T_b - 1/2(T_{o,max} + T_{o,min})$            |
| 2         | $T_b > T_{o,min}$ και $(T_{o,max}-T_b) \leq (T_b-T_{o,min})$ | $1/2(T_b - T_{o,min}) - 1/4(T_{o,max} - T_b)$ |
| 3         | $T_{o,max} > T_b$ και $(T_{o,max}-T_b) > (T_b-T_{o,min})$    | $1/4(T_b - T_{o,min})$                        |
| 4         | $T_{o,min} > T_b$  | 0   |

Πίνακας 1<sup>α</sup>. Υπολογισμός βαθμομερών θέρμανσης βάσει των μεγίστων και ελαχίστων θερμοκρασιών περιβάλλοντος

| Περίπτωση | Συνθήκη  | CDD   |
|-----------|--|---|
| 1         | $T_{o,min} > T_b$  | $1/2(T_{o,max} + T_{o,min}) - T_b$            |
| 2         | $T_{o,max} > T_b$ και $(T_{o,max}-T_b) > (T_b-T_{o,min})$    | $1/2(T_{o,max} - T_b) - 1/4(T_b - T_{o,min})$ |
| 3         | $T_b > T_{o,min}$ και $(T_{o,max}-T_b) \leq (T_b-T_{o,min})$ | $1/4(T_{o,max} - T_b)$                        |
| 4         | $T_{o,min} \leq T_b$   | 0   |

Πίνακας 1<sup>β</sup>. Υπολογισμός βαθμομερών ψύξης βάσει των μεγίστων και ελαχίστων θερμοκρασιών περιβάλλοντος

Οι συντελεστές  $\frac{1}{2}$  και  $\frac{1}{4}$  προκύπτουν από την μέθοδο trial and error, την οποία ανέπτυξαν οι Day και Καραγιάννης

### 1.7.4 Υπολογισμός βαθμομερών με την μέθοδο μέσων ημερησίων θερμοκρασιών

Η μεθοδολογία για τον υπολογισμό των βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης είναι πιο απλή από τις προηγούμενες μεθοδολογίες καθώς χρησιμοποιεί την διαφορά της μέσης θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας βάσης με την προϋπόθεση ότι η διαφορά αυτή είναι πάντα θετική. [1]

Για τον υπολογισμό των βαθμομερών θέρμανσης ο τύπος είναι

$$HDD = \sum (T_b - T_m) \forall T_b > T_m \quad [^{\circ}C] \quad (14)$$

Για τον υπολογισμό των βαθμομερών ψύξης ο τύπος είναι

$$CDD = \sum (T_m - T_b) \forall T_m > T_b \quad [^{\circ}C] \quad (15)$$

Όπου:

- $T_b$ , είναι η θερμοκρασία βάσης σε  $^{\circ}C$
- $T_m = (T_{\max} + T_{\min})/2$ , είναι η μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος σε  $^{\circ}C$

### 1.7.5 Εξίσωση Hitchin

Κατά την διάρκεια των ετών έχουν γίνει πολλές ενέργειες για να βρεθούν μέθοδοι υπολογισμού των βαθμομερών με περιορισμένα μετεωρολογικά δεδομένα. Οι παραπάνω μέθοδοι χρησιμοποιούν τις μηνιαίες θερμοκρασίες, τις ημερήσιες και τις διακυμάνσεις αυτών. Ο Hitchin το 1983 πρότεινε μια απλούστερη μέθοδο για τον υπολογισμό των βαθμομερών όπως φαίνεται στην εξίσωση παρακάτω [1].

$$D_m = \frac{N_m (T_b - T_{o,mean})}{1 - e^{-k(T_b - T_{o,mean})}} \quad [^{\circ}C] \quad (16)$$

Όπου :

- $D_m$ , είναι οι βαθμοημέρες σε °C
- $T_b$ , είναι η θερμοκρασία βάσης σε °C
- $T_{o,mean}$ , είναι η μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος σε °C
- $K$ , είναι μια σταθερά τοποθεσίας και υπολογίζεται  $k = \frac{2.5}{\sigma_t}$  με  $\sigma_t$  να είναι η τυπική απόκλιση των θερμοκρασιών του εκάστοτε μήνα

### 1.7.6 Μοντέλο Erbs

Το μοντέλο Erbs et Al εφαρμόζεται στον υπολογισμό των βαθμοημερών ψύξης και θέρμανσης όταν χρησιμοποιούνται οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες, με σκοπό την διόρθωση των χαμηλών και υψηλών τιμών των βαθμοημερών χωρίς να ερμηνεύει τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις κατά την διάρκεια ενός μήνα. Βάσει των μέσω μηνιαίων θερμοκρασιών, είναι εύκολο να υπολογιστεί η τυπική τους απόκλιση από την μέση ετήσια θερμοκρασία και η τυπική απόκλιση των μέσων ημερησίων θερμοκρασιών από την μέση μηνιαία θερμοκρασία σύμφωνα με τις παρακάτω σχέσεις.

$$\sigma_{yr} = \sqrt{\frac{1}{12} * \sum_{n=1}^{12} (t_m - t_{yr})^2} \quad (17)$$

$$\sigma_m = 1,45 - 0,0290 * t_m + 0,0664 * \sigma_{yr} \quad (18)$$

Όπου:

- $\sigma_{yr}, \sigma_m$ , είναι μέση ετήσια και μέση μηνιαία τυπική απόκλιση
- $t_m, t_{yr}$ , είναι η μέση μηνιαία και ετήσια θερμοκρασία αντίστοιχα σε °C

Εν συνέχεια, οι βαθμοημέρες του μήνα ( συνολικά HDD & CDD) υπολογίζονται ως εξής

$$DD_h = \sigma_m * N^{\frac{3}{2}} * \left[ \frac{\theta}{2} + \frac{\ln(e^{-\alpha\theta} - e^{\alpha\theta})}{2\alpha} \right] \quad [^\circ\text{C}] \quad (19)$$

Όπου  $DD_h$  είναι οι συνολικές βαθμοημέρες του μήνα,  $\alpha$  είναι ο αριθμός 1,698,  $N$  είναι ο αριθμός των ημερών κάθε μήνα και  $\theta$  είναι η θερμοκρασιακή μεταβλητή

Ο ρόλος της θερμοκρασιακής μεταβλητής είναι να εξομαλύνει τις μεταβολές της θερμοκρασίας περιβάλλοντος ( $T$ ) από μήνα σε μήνα και από περιοχή σε περιοχή:

$$\theta = \frac{T - t_m}{\sigma_m * \sqrt{N}} \quad (20)$$



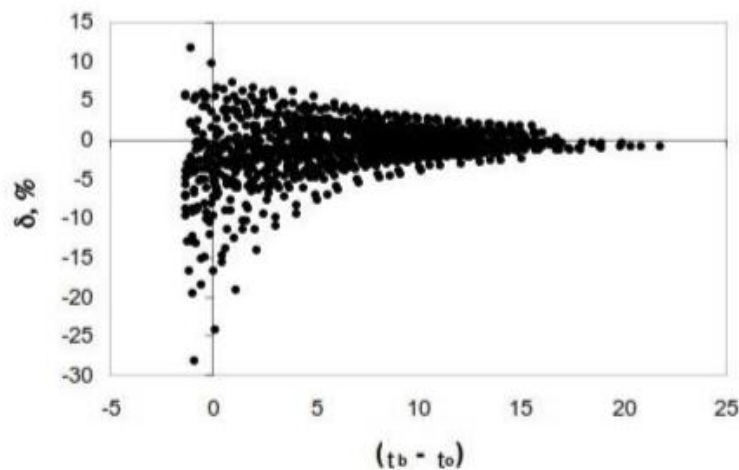
### 1.7.7 Σφάλματα σχετικά με τον υπολογισμό των βαθμομερών

Κατά την διαδικασία υπολογισμού των βαθμομερών προκύπτουν σφάλματα από την στιγμή που υπάρχουν δεδομένα τα οποία έχουν συλλεχθεί υπό διαφορετικές συνθήκες, αλλά το μεγάλο εύρος δεδομένων περιορίζει το εκάστοτε σφάλμα. Στην περίπτωση που η επιλεγμένη μεθοδολογία υπολογισμού χρησιμοποιεί περιορισμένο αριθμό δεδομένων, τότε το σφάλμα ορίζεται ως η ποσοστιαία διαφορά του μέσου όρου των βαθμομερών και συμβολίζεται  $D_{actual}$ . [15]

Για τον υπολογισμό του σφάλματος δίνεται η παρακάτω σχέση όπου  $\delta$  είναι το σφάλμα και  $D_{approx}$  είναι ο μέσος όρος της μεθοδολογίας υπολογισμού

$$\delta = \frac{D_{actual} - D_{approx}}{D_{actual}} * 100\% \quad (21)$$

Στο εικόνα 8 φαίνεται γραφικά το ποσοστό σφάλματος  $\delta$  για τις διάφορες μεθόδους υπολογισμού. Όσο μικρότερη η διαφορά μεταξύ των θερμοκρασιών τόσο μεγαλύτερο το σφάλμα καθώς η θερμοκρασία βάσης προσεγγίζει την μέση μηνιαία θερμοκρασία. Στην περίπτωση όπου γίνει κάποια ενέργεια για την διόρθωση των συντελεστών, λόγω της φύσης του σφάλματος η οποία ποικίλλει από μια συγκεκριμένη θέση, από μήνα σε μήνα και από έτος σε έτος, η διόρθωση αυτή περιπλέκεται σε μεγάλο βαθμό καθώς είναι αδύνατον όλες οι μετρήσεις να γίνουν υπό τις ίδιες συνθήκες. [16] [17]



Εικόνα 8. Διάγραμμα μεταβολής του σφάλματος στις μεθοδολογίες υπολογισμού CDD&HDD

## 1.8 Ενεργειακή εκτίμηση μέσω των βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης

Η ενέργεια που καταναλώνεται από τις κτηριακές εγκαταστάσεις ξεπερνάει το 30% της παγκόσμιας κατανάλωσης. Σε αυτό το ποσοστό συμβάλλουν τα συστήματα θέρμανσης-ψύξης-κλιματισμού (heating, ventilation, and air-conditioning systems HVAC), από τα οποία

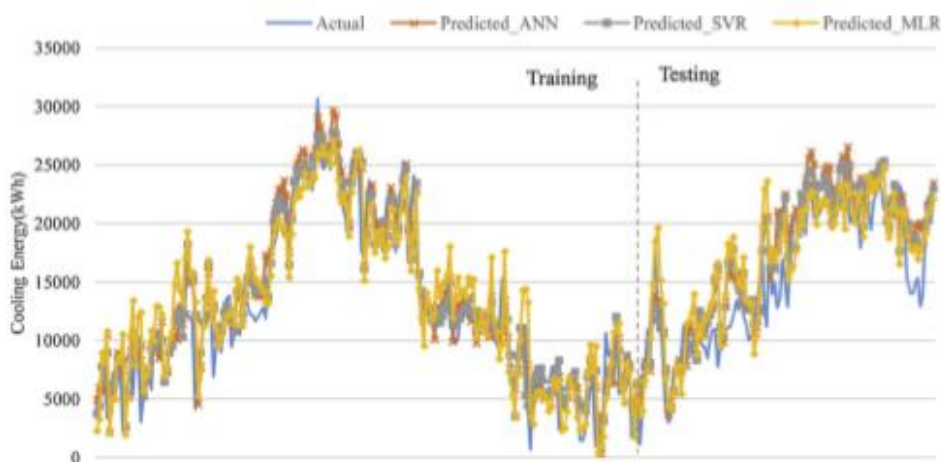
το καθένα ξεχωριστά έχει διαφορετική ενεργειακή προοπτική όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 15%-30%, με αποτέλεσμα ο τρόπος εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια διαρκώς να εξελίσσεται. Η απόδοση των ΘΨΚ για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι υψίστης σημασίας για την παγκόσμια βιωσιμότητα. Για τον λόγο αυτό υπάρχουν δύο προσεγγίσεις στο κομμάτι της ενεργειακής πρόβλεψης, οι οποίες είναι: α) φυσικά-μαθηματικά-υπολογιστικά μοντέλα, β) πληροφοριακά μοντέλα με εισαγωγή δεδομένων. Τα φυσικά μοντέλα βασίζονται στους νόμους της θερμοδυναμικής και της μεταφοράς θερμότητας, των οποίων οι εξισώσεις και οι υπολογισμοί είναι εύκολα κατανοητοί. Στα μοντέλα αυτά χρησιμοποιούνται διάφορα προγράμματα προσομοίωσης όπως Energy plus και eQuest, τα οποία απαιτούν πλήρεις πληροφορίες όσον αφορά τα κτηριακά δεδομένα έτσι ώστε να υπολογίσουν τις αντίστοιχες παραμέτρους. Ωστόσο, τα πληροφορικά μοντέλα δεν απαιτούν λεπτομερή δεδομένα με αποτέλεσμα να είναι πιο αξιόπιστα, πιο γρήγορα, πιο ακριβή και δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν περίπλοκα μαθηματικά μοντέλα για τον υπολογισμό των παραμέτρων λόγω της σχέσης μεταξύ εισόδου και εξόδου, η οποία δημιουργείται αυτόματα μέσω μηχανών εκμάθησης και τεχνητής νοημοσύνης. Τα τρία στοιχεία που αποτελούνται τα πληροφοριακά μοντέλα είναι είσοδος (δεδομένα), αλγόριθμος και έξοδος (αποτέλεσμα), με αποτέλεσμα η εισαγωγή δεδομένων στα μοντέλα αυτά είναι πολύ σημαντική καθώς ελλιπή δεδομένα αυξάνουν το ποσοστό σφάλματος στην έξοδο. Τα δεδομένα που επιλέγονται να χρησιμοποιηθούν για την ενεργειακή εκτίμηση των κτηρίων είναι η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η ταχύτητα του ανέμου και η ηλιακή ακτινοβολία.

| Input features   | Output features                    | Training Algorithm   |
|--|------------------------------------|--|
| Date, daily average temperature, daily lowest temperature, daily highest temperature   | Hourly cooling energy              | Support vector machine (SVM), Principal component analysis SVM (PCA-SVM), Kernel PCA-SVM (KPCA-SVM)    |
| Dry-bulb temperature, relative humidity, solar radiation   | Hourly cooling energy              | SVM, Artificial neural network (ANN)   |
| Dry-bulb temperature, relative humidity, solar radiation   | Hourly cooling energy              | Least squares SVM (LS-SVM), ANN  |
| Historical cooling energy  | Hourly cooling/heating energy      | Average regression (AR)  |
| Wet bulb temperature, dew point temperature, pressure, relative humidity   | Hourly cooling and heating energy  | nonlinear autoregressive model(NARM), linear model using stepwise regression (LMSR), random forest(RF) |
| Relative compactness, surface area, wall area, roof area, overall height, orientation, glazing area, glazing area distribution       | Hourly cooling/heating energy      | ANN, SVM, Decision tree (DT), etc.   |
| Dry bulb temperature, dew point temperature, relative humidity, wind speed, solar radiation, time of day                             | Hourly cooling and heating energy  | extreme gradient boosting (XGBoost), RF, ANN   |
| Average monthly temperature, full-time employee  | Monthly cooling and heating energy | gradient boosting decision tree (GBDT), SVR<br>MLR, ANN  |
| Day of week, type of day, season, wind direction, humidity, perception, sigma direction, sigma speed, air temperature, average speed | Hourly cooling and heating energy  | AR, ANN, SVM, Bayesian network   |
| Number of people in building, solar radiation  | Lighting energy                    | SVM, ANN   |

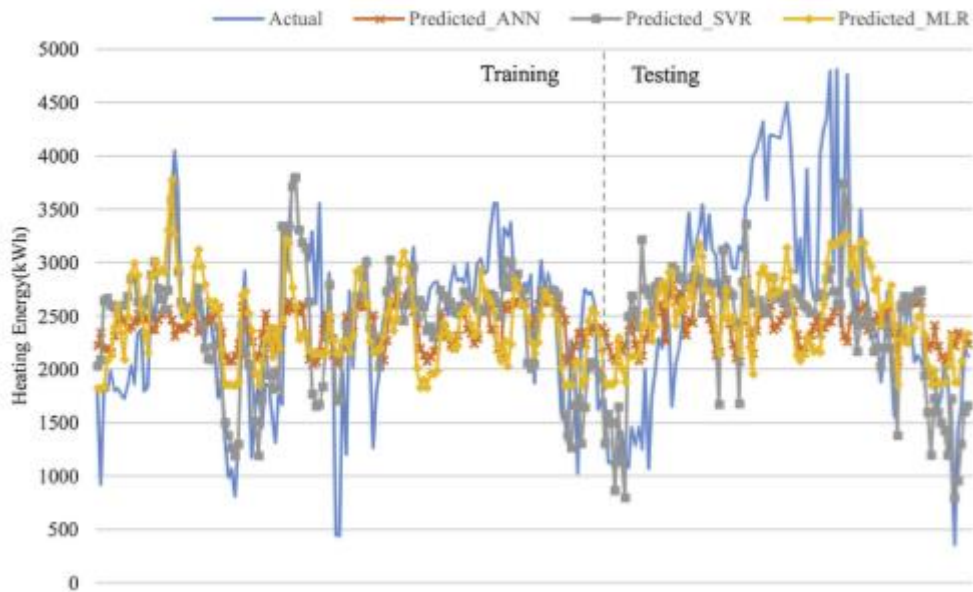
Πίνακας 2. Μοντέλα για την ενεργειακή πρόβλεψη κτηρίων

Για την ενεργειακή πρόβλεψη ο αλγόριθμος(machine learning algorithm) είναι το κυριότερο στοιχείο για το σωστό έμβασμα. Οι ευρείας χρήσης αλγόριθμοι είναι MLR(multi-variable linear regression), SVM (support vector machine), ANN (artificial neural network), DT (decision tree), RF (random forest) και XGBoost (extreme gradient boosting). Οι πρώτοι

τέσσερις αλγόριθμοι ανήκουν στην κατηγορία των αλγορίθμων μονής πρόβλεψης, ενώ οι υπόλοιποι είναι αλγόριθμοι εκμάθησης (ensemble algorithm), οι οποίοι παρέχουν υψηλότερη ακρίβεια σε σύγκριση με τους πρώτους τέσσερις. Τα μετεωρολογικά δεδομένα, όπως η σχετική υγρασία, η ηλιακή ακτινοβολία και η ταχύτητα του ανέμου δεν λαμβάνονται υπόψιν από τους αλγόριθμους καθώς είναι περίπλοκα, από την στιγμή που οι αλγόριθμοι απλοποιούν την διαδικασία της ενεργειακής πρόβλεψης [18]. Στην προκείμενη περίπτωση, η μορφή των δεδομένων είναι ίδια με αυτή των βαθμομερών, όπου και χρησιμοποιούνται σαν είσοδος για τους αλγόριθμους. Για να είναι εφικτή η ενεργειακή εκτίμηση γίνεται πρώτα η μελέτη και η ανάλυση μεταξύ των συστημάτων ΘΨΚ και των μετεωρολογικών παραμέτρων. Μια από τις παραμέτρους που επιλέγεται για την εισαγωγή δεδομένων είναι η ξηρή θερμοκρασία (η θερμοκρασία που είναι προστατευμένη από την υγρασία και την ακτινοβολία δηλαδή η θερμοκρασία που φαίνεται στο θερμόμετρο μια κατοικίας), η οποία μετατρέπεται σε βαθμομέρα. Στον υπολογισμό των βαθμομερών αναφερθήκαμε στις προηγούμενες παραγράφους. Σαν βασικό μοντέλο υπολογισμού για τους αλγορίθμους χρησιμοποιούνται οι εξισώσεις 14 και 15



Εικόνα 9<sup>α</sup>. Ενεργειακή εκτίμηση κατά την περίοδο ψύξης



Εικόνα 9<sup>β</sup>. Ενεργειακή εκτίμηση κατά την περίοδο θέρμανσης

Για να αξιολογηθούν τα παραπάνω μοντέλα χρησιμοποιούνται τρεις μέθοδοι, μέση τετραγωνική ρίζα απόκλισης (RMSE), μέσο απόλυτο σφάλμα (MAE) και ο συντελεστής μεταβλητότητας της μέσης τετραγωνικής ρίζας απόκλισης (CV-RMSE), η οποία σε ποσοστό λιγότερο από 30% είναι επαρκής για μελέτες της μηχανολογίας.

Για μια δεδομένη παράμετρο  $Y$  και μια προβλεπόμενη παράμετρο  $Y'$  έχουμε τις παρακάτω εξισώσεις:

$$\bullet \text{ MAE} = \frac{\sum_{k=1}^n |y_k - y'_k|}{n} \quad (22)$$

$$\bullet \text{ RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (y_k - y'_k)^2}{n}} \quad (23)$$

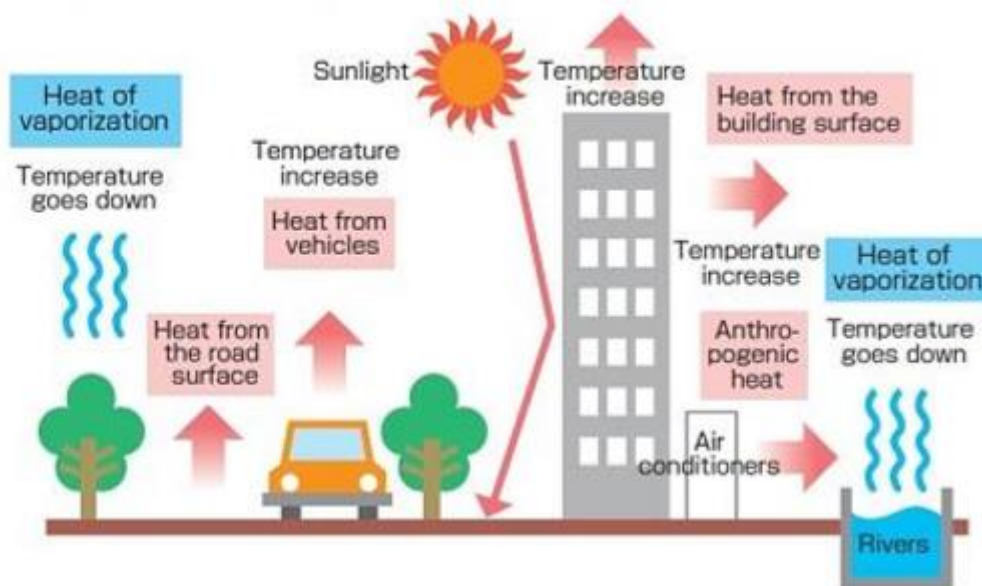
$$\bullet \text{ CV-RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (y_k - y'_k)^2}{n}} / \frac{\sum_{k=1}^n y_k}{n} \quad (24)$$

Όπου  $y_k$  είναι η μεταβλητή τιμή του  $Y$ ,  $y'_k$  είναι μια μεταβλητή του  $Y'$  και  $n$  είναι το σύνολο των δειγμάτων. [19]

## 1.9 Αστική θερμική νησίδα

Η παγκόσμια αστικοποίηση έχει οδηγήσει στην δημιουργία αστικών θερμικών νησίδων. Αστική θερμική νησίδα ονομάζεται το φαινόμενο της υψηλότερης θερμοκρασίας των αστικών περιοχών σε σχέση με τις συνοριακές περιαστικές περιοχές. Η θερμοκρασιακές διαφορές αναφέρονται είτε σε θερμοκρασία επιφάνειας, όπου τα δεδομένα προέρχονται από δορυφορικές απεικονίσεις, είτε σε θερμοκρασία αέρα, με πηγή δεδομένων τους μετεωρολογικούς σταθμούς. Η πρώτη καταγραφή της αστικής θερμικής νησίδας έγινε στο Ηνωμένο Βασίλειο το 1818 από τον Luke Howard ο οποίος με την μελέτη πάνω σε θέματα

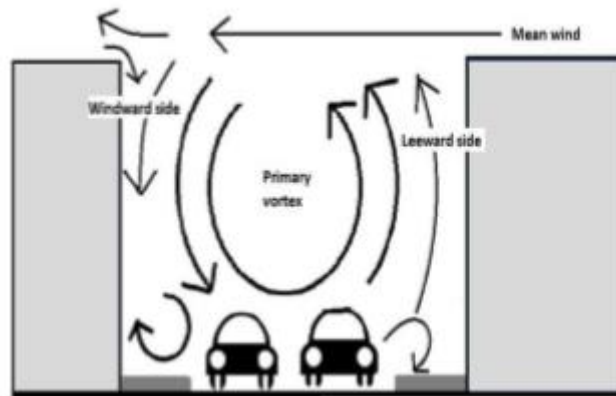
κλιματολογίας παρατήρησε ότι το Λονδίνο είχε αυξημένη θερμοκρασία σε σύγκριση με την υπόλοιπη χώρα. Στα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα ο Emilien Renou κατέληξε σε παρόμοια συμπεράσματα για το Παρίσι, όπως και ο Wilhelm Schmidt για την Βιέννη [20][21]. Η ποσοτικοποίηση του φαινομένου αυτού προκύπτει από την μέγιστη διαφορά της αστικής θερμοκρασίας από την αντίστοιχη περιαστική, η οποία λαμβάνεται ως θερμοκρασίας αναφοράς. Η διαφορά αυτή ορίζει την ένταση της θερμικής αστικής νησίδας, επηρεάζεται από τον πληθυσμό, την οικιστική και βιομηχανική ανάπτυξη μιας πόλης, τις γεωγραφικές συντεταγμένες καθώς και τις μετεωρολογικές συνθήκες. Η αστική θερμική νησίδα δημιουργείται από την ενεργειακή ανισορροπία μεταξύ εισερχόμενης και εξερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας, η οποία κατά την διάρκεια της ημέρας απορροφάται, αποθηκεύεται και στην συνέχεια ένα μέρος της εκπέμπεται πίσω στην ατμόσφαιρα [20]. Όταν το ποσό της ακτινοβολίας που εκπέμπεται είναι περίπου ίδιο με το ποσό της ακτινοβολίας που απορροφάται, τότε επικρατεί ενεργειακή ισορροπία, η οποία στα αστικά κέντρα διαταράσσεται καθώς τα διάφορα συστήματα που αποθηκεύουν την ακτινοβολία δεν είναι απομονωμένα.



Εικόνα 10. Δημιουργία της θερμικής αστικής νησίδας [20]

Στα αστικά κέντρα το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό τους αποτελείται από κτηριακές εγκαταστάσεις, τεχνητές επιφάνειες και οδικές αρτηρίες, αφήνοντας ένα μικρό ποσοστό για πράσινους και ανοιχτούς χώρους. Τα υλικά των κτηρίων χαρακτηρίζονται ως αδιαπέραστα και υδατοστεγή, άρα το νερό που υπάρχει στην ατμόσφαιρα και στην συνέχεια εξατμίζεται, δεν μπορεί να απάγει την θερμότητα των κτηρίων με αποτέλεσμα να μην υπάρχει πτώση της θερμοκρασίας. Η αφαίρεση των φυσικών καλύψεων και η χρήση υλικών όπως ασφαλτος, πέτρα, τούβλο, μέταλλο, τα οποία χαρακτηρίζονται ως υλικά υψηλής θερμικής ικανότητας και χαμηλής ηλιακής ανακλαστικότητας επιδρούν αρνητικά στο περιβάλλον υποβαθμίζοντας την ποιότητα του αέρα και του νερού. Επίσης, η αρχιτεκτονική των αστικών περιοχών ενισχύει το φαινόμενο της απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας λόγω της αστικής χαράδρας (στενά δρομάκια) που περιβάλλεται από ψηλά κτήρια δημιουργώντας ένα φαράγγι. Αποτέλεσμα αυτού είναι η τοπική αύξηση της θερμοκρασίας με την αυξανόμενη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας

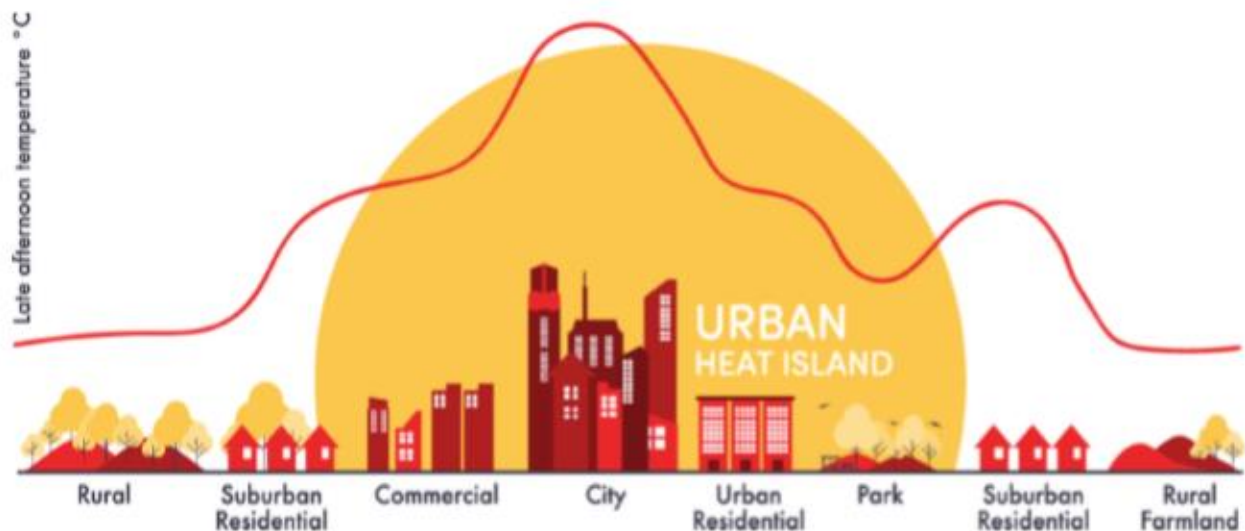
λόγω σκεδάσεων. Η μορφολογία των κτηρίων επηρεάζει την ροή του ανέμου, η οποία εμποδίζεται και έτσι μειώνεται η πιθανότητα απαγωγής λανθάνουσας θερμότητας.



Εικόνα 11. Σχεδιάγραμμα ροής αέρα σε αστικό φαράγγι

Η αύξηση του πληθυσμού στις πόλεις επιδρά θετικά στο φαινόμενο της αστικής νησίδας, αφού συνδέεται με την επέκταση των πόλεων, την μείωση των πάρκων, των ανοιχτών χώρων, την δέσμευση των φυσικών πόρων και την ανθρωπογενή δραστηριότητα. Η ανθρωπογενής δραστηριότητα συμβάλλει στην χρήση των σκούρων επιφανειών, οι οποίες κατά την διάρκεια της μέρας απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και την νύχτα εκπέμπουν στην ατμόσφαιρα ποσά αυτής. Έχει παρατηρηθεί ότι η θερμοκρασία έχει την τάση να αυξάνεται όταν υπάρχει έντονη κίνηση αυτοκινήτων δηλαδή τις ώρες και ημέρες εργασίας.

Τέλος, η αστική θερμική νησίδα προκαλεί περιβαλλοντικές επιπτώσεις αφού η αύξηση της θερμοκρασίας απαιτεί περισσότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τους θερμούς μήνες του έτους, δηλαδή κατανάλωση ενέργειας για ψύξη. Αυτό φέρει σαν συνέπεια την αύξηση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και την συγκέντρωση ρύπων όπως διοξείδιο του θείου, όζον, μονοξείδιο του άνθρακα, οξείδια αζώτου και πτητικές οργανικές ενώσεις. Σαν αποτέλεσμα αυτού, η μείωση της θερμικής άνεσης σε συνδυασμό με τα παραπάνω προκαλεί πολλές ασθένειες, έχοντας οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.[20][21]



Εικόνα 12. Κατανομή της θερμοκρασίας γύρω από το αστικό δίκτυο

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Δεδομένα και μεθοδολογία

#### 2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα παρουσιαστεί η μεθοδολογία υπολογισμού των βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης που χρησιμοποιήθηκε, θα γίνει παρουσίαση των δεδομένων, πινάκων και αποτελεσμάτων για τις 34 περιοχές της Αττικής

#### 2.2 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Για τον τελικό υπολογισμό των τιμών και την επεξεργασία τους, προηγήθηκε η συλλογή των δεδομένων για τις 34 περιοχές της Αττικής από την ιστοσελίδα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Οι περιοχές που χρησιμοποιήθηκαν είναι εντός ορίων Αττικής με τουλάχιστον 4 έτη δεδομένων. Παρακάτω φαίνεται η αρχική μορφή των δεδομένων πριν την επεξεργασία τους και οι περιοχές που επιλέχθηκαν προς επεξεργασία:

|    |                |    |               |
|----|----------------|----|---------------|
| 1  | Αρσάκειο       | 18 | Μαρκόπουλος   |
| 2  | Αγία Παρασκευή | 19 | Μαρούσι       |
| 3  | Άλιμος         | 20 | Νέα Σμύρνη    |
| 4  | Αμπελόκηποι    | 21 | Νέος Κόσμος   |
| 5  | Ανάβυσσος      | 22 | Πάρνηθα       |
| 6  | Άνω Λιόσια     | 23 | Πατήσια       |
| 7  | Ασπρόπυργος    | 24 | Πεντέλη       |
| 8  | Βάρη           | 25 | Πέραμα        |
| 9  | Βίλια          | 26 | Περιστερί     |
| 10 | Βριλήσσια      | 27 | Πετρούπολη    |
| 11 | Γκάζι          | 28 | Πόρτο Ράφτη   |
| 12 | Διόνυσος       | 29 | Ραφήνα        |
| 13 | Εκάλη          | 30 | Σπάτα         |
| 14 | Ελευσίνα       | 31 | Τατόι         |
| 15 | Ιπποκράτειος   | 32 | Υμηττός-Δάφνη |
| 16 | Κάτζα          | 33 | Φάληρο        |
| 17 | Λαύριο         | 34 | Ψυχικό        |

Πίνακας 3<sup>α</sup>. Περιοχές της Αττικής από τις οποίες πήραμε τα δεδομένα για τους υπολογισμούς

TEMPERATURE (°C), RAIN (mm), WIND SPEED (km/hr)

| DAY           | MEAN        |            | HIGH        | TIME    | LOW         | TIME  | HEAT | COOL | AVG  |       |       | DOM |
|---------------|-------------|------------|-------------|---------|-------------|-------|------|------|------|-------|-------|-----|
|               | TEMP        | TEMP       |             |         |             |       | DEG  | DEG  | WIND | SPEED | HIGH  |     |
| 1             | 12.4        | 16.4       | 15:40       | 8.6     | 7:50        | 5.9   | 0.0  | 0.0  | 4.2  | 29.0  | 15:10 | WSW |
| 2             | 14.5        | 19.1       | 13:10       | 10.9    | 4:10        | 3.8   | 0.0  | 0.0  | 5.5  | 43.5  | 18:40 | WNW |
| 3             | 13.3        | 15.8       | 13:00       | 11.2    | 22:20       | 5.1   | 0.0  | 0.0  | 7.4  | 40.2  | 2:30  | SE  |
| 4             | 11.6        | 14.9       | 13:00       | 9.2     | 23:50       | 6.7   | 0.0  | 0.0  | 4.3  | 20.9  | 10:30 | ENE |
| 5             | 10.6        | 13.7       | 15:40       | 8.6     | 1:20        | 7.8   | 0.0  | 0.0  | 5.0  | 29.0  | 12:00 | NW  |
| 6             | 10.9        | 15.4       | 14:10       | 8.4     | 2:10        | 7.4   | 0.0  | 0.0  | 2.7  | 19.3  | 14:20 | SSE |
| 7             | 11.5        | 16.3       | 14:00       | 9.1     | 5:20        | 6.8   | 0.0  | 0.0  | 3.4  | 17.7  | 11:40 | SE  |
| 8             | 11.9        | 14.4       | 15:20       | 8.9     | 3:30        | 6.4   | 0.0  | 0.0  | 8.5  | 35.4  | 17:50 | N   |
| 9             | 11.4        | 13.5       | 14:00       | 9.8     | 21:20       | 6.9   | 0.0  | 0.0  | 10.0 | 35.4  | 11:50 | N   |
| 10            | 10.1        | 11.8       | 11:10       | 8.2     | 22:00       | 8.3   | 0.0  | 2.4  | 4.8  | 24.1  | 11:30 | N   |
| 11            | 8.1         | 9.3        | 11:00       | 6.9     | 23:50       | 10.2  | 0.0  | 0.4  | 6.6  | 25.7  | 11:30 | NNW |
| 12            | 6.8         | 7.6        | 16:40       | 5.9     | 21:10       | 11.6  | 0.0  | 0.4  | 7.1  | 30.6  | 19:00 | NW  |
| 13            | 9.8         | 13.7       | 14:00       | 5.2     | 2:30        | 8.6   | 0.0  | 0.0  | 4.3  | 20.9  | 4:10  | SE  |
| 14            | 10.4        | 14.6       | 13:50       | 7.9     | 4:40        | 7.9   | 0.0  | 0.0  | 3.7  | 17.7  | 10:50 | SE  |
| 15            | 10.2        | 12.5       | 14:00       | 8.2     | 7:30        | 8.1   | 0.0  | 0.0  | 6.4  | 30.6  | 11:20 | N   |
| 16            | 9.5         | 11.4       | 10:40       | 8.2     | 4:50        | 8.8   | 0.0  | 0.0  | 6.6  | 33.8  | 23:40 | N   |
| 17            | 8.3         | 9.2        | 10:20       | 7.7     | 7:40        | 10.0  | 0.0  | 0.0  | 9.5  | 45.1  | 7:30  | N   |
| 18            | 8.3         | 10.6       | 12:40       | 5.8     | 23:50       | 10.0  | 0.0  | 0.0  | 9.2  | 43.5  | 0:40  | N   |
| 19            | 8.1         | 12.2       | 14:00       | 4.9     | 4:40        | 10.3  | 0.0  | 0.0  | 3.4  | 25.7  | 14:30 | S   |
| 20            | 9.1         | 12.2       | 15:10       | 6.3     | 6:00        | 9.2   | 0.0  | 0.0  | 6.6  | 32.2  | 14:10 | N   |
| 21            | 9.8         | 14.4       | 13:40       | 7.1     | 4:50        | 8.6   | 0.0  | 0.0  | 2.7  | 20.9  | 0:10  | SSW |
| 22            | 11.2        | 16.1       | 14:00       | 7.5     | 2:40        | 7.1   | 0.0  | 0.0  | 2.4  | 17.7  | 17:20 | ESE |
| 23            | 13.1        | 17.4       | 14:50       | 9.8     | 7:10        | 5.2   | 0.0  | 0.0  | 3.7  | 22.5  | 1:50  | N   |
| 24            | 13.5        | 18.3       | 13:00       | 10.4    | 23:50       | 4.8   | 0.0  | 0.0  | 2.6  | 17.7  | 9:10  | S   |
| 25            | 12.0        | 16.1       | 14:00       | 9.5     | 5:50        | 6.3   | 0.0  | 0.0  | 3.5  | 22.5  | 21:20 | SE  |
| 26            | 11.5        | 13.8       | 13:30       | 9.7     | 8:40        | 6.8   | 0.0  | 0.0  | 6.9  | 35.4  | 1:40  | N   |
| 27            | 12.0        | 15.9       | 15:00       | 10.1    | 2:40        | 6.3   | 0.0  | 0.0  | 8.2  | 33.8  | 4:10  | NNW |
| 28            | 11.6        | 15.7       | 12:30       | 9.2     | 00:00       | 6.7   | 0.0  | 0.0  | 3.7  | 19.3  | 11:00 | SSE |
| 29            | 11.8        | 17.4       | 14:00       | 7.8     | 7:00        | 6.6   | 0.0  | 0.0  | 2.6  | 24.1  | 16:20 | WSW |
| 30            | 7.7         | 10.8       | 0:10        | 3.6     | 00:00       | 10.7  | 0.0  | 0.0  | 7.9  | 45.1  | 23:20 | NE  |
| 31            | 1.5         | 3.6        | 0:10        | 0.2     | 19:50       | 16.8  | 0.0  | 0.0  | 10.6 | 43.5  | 3:50  | NE  |
| -----         |             |            |             |         |             |       |      |      |      |       |       |     |
|               | 10.4        | 19.1       | 2           | 0.2     | 31          | 245.8 | 0.0  | 3.2  | 5.6  | 45.1  | 17    | N   |
| -----         |             |            |             |         |             |       |      |      |      |       |       |     |
| Max >=        | 32.0:       | 0          |             |         |             |       |      |      |      |       |       |     |
| Max <=        | 0.0:        | 0          |             |         |             |       |      |      |      |       |       |     |
| Min <=        | 0.0:        | 0          |             |         |             |       |      |      |      |       |       |     |
| Min <=        | -18.0:      | 0          |             |         |             |       |      |      |      |       |       |     |
| Max Rain:     | 2.39        | ON         | 10-12-15    |         |             |       |      |      |      |       |       |     |
| Days of Rain: | 3 (> .2 mm) | 1 (> 2 mm) | 0 (> 20 mm) |         |             |       |      |      |      |       |       |     |
| Heat Base:    | 18.3        | Cool Base: | 18.3        | Method: | Integration |       |      |      |      |       |       |     |

Πίνακας 3<sup>β</sup>. Αρχική μορφή μετεωρολογικών δεδομένων του σταθμού της Αγίας Παρασκευής



Στον παραπάνω πίνακα δεδομένων φαίνεται ότι υπάρχουν πληροφορίες σχετικά με την μέγιστη, ελάχιστη και μέση θερμοκρασία. Επίσης έχουμε την ημέρα του μήνα, την ώρα που πάρθηκαν οι μετρήσεις, την ταχύτητα του ανέμου, την διεύθυνση του ανέμου καθώς και μια εκτίμηση των βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης.

## 2.3 Μεθοδολογία υπολογισμών

Για την τελική επεξεργασία των μετεωρολογικών δεδομένων που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι μετρήσεις του πίνακα 3<sup>β</sup> μεταφέρθηκαν σε ένα φύλλο υπολογισμού EXCEL, όπου έγινε υπολογισμός των βαθμομερών Ψύξης και Θέρμανσης για κάθε περιοχή όπως αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε είναι η μέθοδος μέσω ημερησίων θερμοκρασιών (βλέπε Ενότητα 1.7.3). Οι εξισώσεις που χρησιμοποιούνται για την παραπάνω μεθοδολογία (14&15) αναφέρονται στο άθροισμα των βαθμομερών, ενώ ο υπολογισμός που φαίνεται παρακάτω, αφορά την κάθε ημέρα ξεχωριστά. Ως αποτέλεσμα οι εξισώσεις 14 και 15 ανάγονται στον υπολογισμό της μιας βαθμομεράς ξεχωριστά. Δηλαδή

Για τον υπολογισμό των βαθμομερών θέρμανσης

$$HDD = (T_b - T_m) \forall T_b > T_m \quad [^{\circ}C] \quad (25)$$

Για τον υπολογισμό των βαθμομερών ψύξης

$$CDD = (T_m - T_b) \forall T_m > T_b \quad [^{\circ}C] \quad (26)$$

Όπου:

- $T_b$ , είναι η θερμοκρασία βάσης σε  $^{\circ}C$
- $T_m = (T_{\max} + T_{\min})/2$ , είναι η μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος σε  $^{\circ}C$

Ο υπολογισμός των βαθμομερών βασίζεται στην επιλογή της θερμοκρασίας βάσης. Στην παρούσα διπλωματική έχουν επιλεγεί από δυο θερμοκρασίες βάσης για τις βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης αντίστοιχα. Για τις βαθμομέρες θέρμανσης έχουμε δυο θερμοκρασίες βάσης για τους υπολογισμούς  $15^{\circ}C$  και  $18^{\circ}C$ , αντίστοιχα, και για τις βαθμομέρες ψύξης  $28^{\circ}C$  και  $30^{\circ}C$ . Είναι πολύ σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι οι βαθμομέρες έχουν σημασία μόνο όταν το αποτέλεσμα είναι μεγαλύτερο του μηδενός καθώς αντικατοπτρίζουν την ανάγκη για θέρμανση και ψύξη, άρα δεν μπορούμε να έχουμε αρνητικές βαθμομέρες. Όσες βαθμομέρες βγήκαν αρνητικές, αντικαταστάθηκαν με το μηδέν για να μην αυξηθεί το ποσοστό σφάλματος και να μην υπολογιστούν αρνητικές βαθμομέρες στην συνέχεια. Παρακάτω φαίνεται ένα φύλλο Excel όπου έγιναν οι υπολογισμοί.

| A         | B    | C     | D     | E       | F     | G   | H     | I           |
|-----------|------|-------|-------|---------|-------|-----|-------|-------------|
| DATE      | YEAR | LAT   | LONG  | Hasl(m) | MONTH | DAY | MEANT | HDD(15,0°C) |
| 1/2/2015  | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 1   | 17,30 | 0,00        |
| 2/2/2015  | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 2   | 13,10 | 1,90        |
| 3/2/2015  | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 3   | 11,70 | 3,30        |
| 4/2/2015  | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 4   | 13,20 | 1,80        |
| 5/2/2015  | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 5   | 15,90 | 0,00        |
| 6/2/2015  | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 6   | 14,80 | 0,20        |
| 7/2/2015  | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 7   | 13,00 | 2,00        |
| 8/2/2015  | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 8   | 11,80 | 3,20        |
| 9/2/2015  | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 9   | 8,40  | 6,60        |
| 10/2/2015 | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 10  | 3,50  | 11,50       |
| 11/2/2015 | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 11  | 3,50  | 11,50       |
| 12/2/2015 | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 12  | 5,40  | 9,60        |
| 13/2/2015 | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 13  | 7,30  | 7,70        |
| 14/2/2015 | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 14  | 8,40  | 6,60        |
| 15/2/2015 | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 15  | 9,60  | 5,40        |
| 16/2/2015 | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 16  | 9,00  | 6,00        |
| 17/2/2015 | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 17  | 7,20  | 7,80        |
| 18/2/2015 | 2015 | 37,91 | 23,71 | 25      | 2     | 18  | 3,10  | 11,90       |

Πίνακας 4<sup>α</sup>. Επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων στο Excel

| J           | K           | L           | M                 | N                 | O                 | P                 |
|-------------|-------------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| HDD(18,0°C) | CDD(28,0°C) | CDD(30,0°C) | Daily HDH(15,0°C) | Daily HDH(18,0°C) | Daily CDH(28,0°C) | Daily CDH(30,0°C) |
| 0,70        | 0,00        | 0,00        | 0,00              | 16,80             | 0,00              | 0,00              |
| 4,90        | 0,00        | 0,00        | 45,60             | 117,60            | 0,00              | 0,00              |
| 6,30        | 0,00        | 0,00        | 79,20             | 151,20            | 0,00              | 0,00              |
| 4,80        | 0,00        | 0,00        | 43,20             | 115,20            | 0,00              | 0,00              |
| 2,10        | 0,00        | 0,00        | 0,00              | 50,40             | 0,00              | 0,00              |
| 3,20        | 0,00        | 0,00        | 4,80              | 76,80             | 0,00              | 0,00              |
| 5,00        | 0,00        | 0,00        | 48,00             | 120,00            | 0,00              | 0,00              |
| 6,20        | 0,00        | 0,00        | 76,80             | 148,80            | 0,00              | 0,00              |
| 9,60        | 0,00        | 0,00        | 158,40            | 230,40            | 0,00              | 0,00              |
| 14,50       | 0,00        | 0,00        | 276,00            | 348,00            | 0,00              | 0,00              |
| 14,50       | 0,00        | 0,00        | 276,00            | 348,00            | 0,00              | 0,00              |
| 12,60       | 0,00        | 0,00        | 230,40            | 302,40            | 0,00              | 0,00              |
| 10,70       | 0,00        | 0,00        | 184,80            | 256,80            | 0,00              | 0,00              |
| 9,60        | 0,00        | 0,00        | 158,40            | 230,40            | 0,00              | 0,00              |
| 8,40        | 0,00        | 0,00        | 129,60            | 201,60            | 0,00              | 0,00              |
| 9,00        | 0,00        | 0,00        | 144,00            | 216,00            | 0,00              | 0,00              |
| 10,80       | 0,00        | 0,00        | 187,20            | 259,20            | 0,00              | 0,00              |
| 14,90       | 0,00        | 0,00        | 285,60            | 357,60            | 0,00              | 0,00              |
| 12,90       | 0,00        | 0,00        | 237,60            | 309,60            | 0,00              | 0,00              |
| 8,50        | 0,00        | 0,00        | 132,00            | 204,00            | 0,00              | 0,00              |

Πίνακας 4<sup>β</sup>. Επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων στο Excel

Στους παραπάνω πίνακες φαίνεται ο χρόνος, η ημέρα το έτος και η ημερομηνία κατά την οποία λήφθηκαν οι μετρήσεις. Επίσης φαίνονται το γεωγραφικό πλάτος-μήκος, το

υψόμετρο της περιοχής (οι μετρήσεις αφορούν την περιοχή Αγία Παρασκευή) , η μέση ημερήσια θερμοκρασία, οι βαθμοώρες ψύξης και θέρμανσης καθώς και οι ημερήσιες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης

Για να υπολογιστούν οι ημερήσιες βαθμοώρες πολλαπλασιάζουμε την βαθμοημέρα επί 24 που είναι οι ώρες της ημέρας, δηλαδή:

$$Daily\ HDH(15^{\circ}C) = HDD(15^{\circ}C) * 24 \quad (27)$$

$$Daily\ HDH(18^{\circ}C) = HDD(18^{\circ}C) * 24 \quad (28)$$

$$Daily\ CDH(28^{\circ}C) = CDD(28^{\circ}C) * 24 \quad (29)$$

$$Daily\ CDH(30^{\circ}C) = CDD(30^{\circ}C) * 24 \quad (30)$$

Μετά την ολοκλήρωση των προηγούμενων υπολογισμών για όλες τις προαναφερόμενες περιοχές, ακολουθεί ο υπολογισμός των μηνιαίων βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης οι οποίες υπολογίζονται βρίσκοντας για κάθε μήνα ξεχωριστά τον μέσο όρο (Μ.Ο) των ημερησίων βαθμοημερών ψύξης και θέρμανσης και στην συνέχεια πολλαπλασιάζοντας με τις ημέρες του μήνα

$$Monthly\ HDH(15^{\circ}C) = [M.O (Daily\ HDH(15^{\circ}C))] * DAYS\ OF\ MONTH \quad (31)$$

$$Monthly\ HDH(18^{\circ}C) = [M.O (Daily\ HDH(18^{\circ}C))] * DAYS\ OF\ MONTH \quad (32)$$

$$Monthly\ CDH(28^{\circ}C) = [M.O (Daily\ CDH(28^{\circ}C))] * DAYS\ OF\ MONTH \quad (33)$$

$$Monthly\ CDH(30^{\circ}C) = [M.O (Daily\ CDH(30^{\circ}C))] * DAYS\ OF\ MONTH \quad (34)$$

Στο επόμενο βήμα βρίσκεται η ετήσια τιμή των βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης, η οποία υπολογίζεται από το άθροισμα των μηνιαίων τιμών

$$Annual\ HDH(15^{\circ}C) = \sum Monthly\ HDH(15^{\circ}C) \quad (35)$$

$$Annual\ HDH(18^{\circ}C) = \sum Monthly\ HDH(18^{\circ}C) \quad (36)$$

$$Annual\ CDH(28^{\circ}C) = \sum Monthly\ CDH(28^{\circ}C) \quad (37)$$

$$Annual\ CDH(30^{\circ}C) = \sum Monthly\ CDH(30^{\circ}C) \quad (38)$$



| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 114,30            | 174,50            | 0,00              | 0,00              | 3543,30             | 5409,50             | 0,00                | 0,00                |
| 76,40             | 144,10            | 0,00              | 0,00              | 2139,20             | 4034,80             | 0,00                | 0,00                |
| 33,30             | 95,60             | 0,00              | 0,00              | 1032,30             | 2963,60             | 0,00                | 0,00                |
| 6,00              | 36,10             | 0,00              | 0,00              | 180,00              | 1083,00             | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 2,17              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 67,27               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 7,82              | 2,26              | 0,00                | 0,00                | 234,60              | 67,80               |
| 0,00              | 0,00              | 26,17             | 4,88              | 0,00                | 0,00                | 811,27              | 151,28              |
| 0,00              | 0,00              | 33,90             | 9,10              | 0,00                | 0,00                | 1050,90             | 282,10              |
| 0,00              | 0,35              | 2,80              | 0,26              | 0,00                | 10,50               | 84,00               | 7,80                |
| 0,00              | 6,34              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 196,54              | 0,00                | 0,00                |
| 10,49             | 42,10             | 0,00              | 0,00              | 314,70              | 1263,00             | 0,00                | 0,00                |
| 85,00             | 152,90            | 0,00              | 0,00              | 2635,00             | 4739,90             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 7. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για Άλιμο

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 116,80            | 187,70            | 0,00              | 0,00              | 3620,80             | 5818,70             | 0,00                | 0,00                |
| 84,73             | 153,50            | 0,00              | 0,00              | 2372,44             | 4298,00             | 0,00                | 0,00                |
| 44,73             | 104,30            | 0,00              | 0,00              | 1386,63             | 3233,30             | 0,00                | 0,00                |
| 6,70              | 35,20             | 0,00              | 0,00              | 201,00              | 1056,00             | 0,00                | 0,00                |
| 0,10              | 2,40              | 0,00              | 0,00              | 3,10                | 74,40               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 12,70             | 3,50              | 0,00                | 0,00                | 381,00              | 105,00              |
| 0,00              | 0,00              | 35,60             | 10,40             | 0,00                | 0,00                | 1103,60             | 322,40              |
| 0,00              | 0,00              | 32,30             | 8,80              | 0,00                | 0,00                | 1001,30             | 272,80              |
| 0,01              | 0,20              | 2,70              | 0,50              | 0,30                | 6,00                | 81,00               | 15,00               |
| 2,30              | 14,40             | 0,00              | 0,00              | 71,30               | 446,40              | 0,00                | 0,00                |
| 19,60             | 59,10             | 0,00              | 0,00              | 588,00              | 1773,00             | 0,00                | 0,00                |
| 82,70             | 149,53            | 0,00              | 0,00              | 2563,70             | 4635,43             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 8. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για τους Αμπελόκηπους

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 36,60             | 46,50             | 0,00              | 0,00              | 1134,60             | 1441,50             | 0,00                | 0,00                |
| 29,50             | 38,70             | 0,00              | 0,00              | 826,00              | 1083,60             | 0,00                | 0,00                |
| 21,40             | 32,60             | 0,00              | 0,00              | 663,40              | 1010,60             | 0,00                | 0,00                |
| 6,90              | 22,10             | 0,00              | 0,00              | 207,00              | 663,00              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 2,80              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 84,00               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 3,30              | 0,90              | 0,00                | 0,00                | 99,00               | 27,00               |
| 0,00              | 0,00              | 11,20             | 2,40              | 0,00                | 0,00                | 347,20              | 74,40               |
| 0,00              | 0,00              | 14,70             | 4,50              | 0,00                | 0,00                | 455,70              | 139,50              |
| 0,00              | 0,10              | 0,70              | 0,00              | 0,00                | 3,00                | 21,00               | 0,00                |
| 0,20              | 3,90              | 0,00              | 0,00              | 6,20                | 120,90              | 0,00                | 0,00                |
| 7,50              | 20,80             | 0,00              | 0,00              | 22,50               | 624,00              | 0,00                | 0,00                |
| 33,20             | 49,20             | 0,00              | 0,00              | 1029,20             | 1525,20             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 9. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για τον Ανάβυσσο

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 154,20            | 225,30            | 0,00              | 0,00              | 4780,20             | 6984,30             | 0,00                | 0,00                |
| 112,60            | 183,20            | 0,00              | 0,00              | 3152,80             | 5129,60             | 0,00                | 0,00                |
| 61,90             | 129,50            | 0,00              | 0,00              | 1918,90             | 4014,50             | 0,00                | 0,00                |
| 15,30             | 53,30             | 0,00              | 0,00              | 459,00              | 1599,00             | 0,00                | 0,00                |
| 5,80              | 11,60             | 0,00              | 0,00              | 179,80              | 359,60              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 8,20              | 1,60              | 0,00                | 0,00                | 246,00              | 48,00               |
| 0,00              | 0,00              | 22,80             | 5,70              | 0,00                | 0,00                | 706,80              | 176,70              |
| 0,00              | 0,00              | 20,05             | 4,34              | 0,00                | 0,00                | 621,55              | 134,54              |
| 3,50              | 4,90              | 1,30              | 0,18              | 105,00              | 147,00              | 39,00               | 5,40                |
| 9,15              | 25,10             | 0,00              | 0,00              | 283,65              | 778,10              | 0,00                | 0,00                |
| 36,10             | 88,70             | 0,00              | 0,00              | 1083,00             | 2661,00             | 0,00                | 0,00                |
| 112,80            | 183,40            | 0,00              | 0,00              | 3496,80             | 5685,40             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 10. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για τα Άνω Λιόσια

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 186,30            | 258,02            | 0,00              | 0,00              | 5775,30             | 7998,62             | 0,00                | 0,00                |
| 143,24            | 214,50            | 0,00              | 0,00              | 4010,72             | 6006,00             | 0,00                | 0,00                |
| 92,10             | 163,20            | 0,00              | 0,00              | 2855,10             | 5059,20             | 0,00                | 0,00                |
| 1,34              | 3,35              | 0,00              | 0,00              | 40,20               | 100,50              | 0,00                | 0,00                |
| 2,23              | 17,10             | 0,00              | 0,00              | 69,13               | 530,10              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,22              | 1,98              | 0,38              | 0,00                | 6,60                | 59,40               | 11,40               |
| 0,00              | 0,00              | 4,15              | 1,01              | 0,00                | 0,00                | 128,65              | 31,31               |
| 0,00              | 0,00              | 2,21              | 0,20              | 0,00                | 0,00                | 68,51               | 6,20                |
| 0,14              | 4,61              | 0,30              | 0,00              | 4,20                | 138,30              | 9,00                | 0,00                |
| 10,37             | 42,03             | 0,00              | 0,00              | 321,47              | 1302,93             | 0,00                | 0,00                |
| 54,88             | 115,80            | 0,00              | 0,00              | 1646,40             | 3474,00             | 0,00                | 0,00                |
| 153,38            | 224,57            | 0,00              | 0,00              | 4754,78             | 6961,67             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 11. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για την Αρσάκειο

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 133,56            | 204,85            | 0,00              | 0,00              | 4140,36             | 6350,35             | 0,00                | 0,00                |
| 89,50             | 158,18            | 0,00              | 0,00              | 2506,00             | 4429,04             | 0,00                | 0,00                |
| 41,60             | 104,13            | 0,00              | 0,00              | 1289,60             | 3228,03             | 0,00                | 0,00                |
| 7,50              | 36,50             | 0,00              | 0,00              | 225,00              | 1095,00             | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 2,30              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 71,30               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 12,80             | 3,36              | 0,00                | 0,00                | 384,00              | 100,80              |
| 0,00              | 0,00              | 34,40             | 8,70              | 0,00                | 0,00                | 1066,40             | 269,70              |
| 0,00              | 0,00              | 32,80             | 8,80              | 0,00                | 0,00                | 1016,80             | 272,80              |
| 0,00              | 0,30              | 3,76              | 0,59              | 0,00                | 9,00                | 112,80              | 17,70               |
| 0,05              | 7,20              | 0,00              | 0,00              | 1,55                | 223,20              | 0,00                | 0,00                |
| 12,50             | 52,04             | 0,00              | 0,00              | 375,00              | 1561,20             | 0,00                | 0,00                |
| 95,70             | 164,30            | 0,00              | 0,00              | 2966,70             | 5093,30             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 12. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για τον Ασπρόπυργο

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 110,55            | 181,77            | 0,00              | 0,00              | 3427,05             | 5634,87             | 0,00                | 0,00                |
| 80,59             | 149,94            | 0,00              | 0,00              | 2256,52             | 4198,32             | 0,00                | 0,00                |
| 41,03             | 106,67            | 0,00              | 0,00              | 1271,93             | 3306,77             | 0,00                | 0,00                |
| 8,80              | 44,97             | 0,00              | 0,00              | 264,00              | 1349,10             | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 2,91              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 90,21               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 7,11              | 1,80              | 0,00                | 0,00                | 213,30              | 54,00               |
| 0,00              | 0,00              | 19,41             | 3,28              | 0,00                | 0,00                | 601,71              | 101,68              |
| 0,00              | 0,00              | 28,36             | 6,91              | 0,00                | 0,00                | 879,16              | 214,21              |
| 0,00              | 0,25              | 1,69              | 0,21              | 0,00                | 7,50                | 50,70               | 6,30                |
| 0,40              | 9,18              | 0,00              | 0,00              | 12,40               | 284,58              | 0,00                | 0,00                |
| 13,80             | 53,62             | 0,00              | 0,00              | 414,00              | 1608,60             | 0,00                | 0,00                |
| 86,00             | 153,55            | 0,00              | 0,00              | 2666,00             | 4760,05             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 13. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για την Βάρη

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 217,39            | 289,39            | 0,00              | 0,00              | 6739,09             | 8971,09             | 0,00                | 0,00                |
| 177,11            | 249,11            | 0,00              | 0,00              | 4959,08             | 6975,08             | 0,00                | 0,00                |
| 122,90            | 194,67            | 0,00              | 0,00              | 3809,90             | 6034,77             | 0,00                | 0,00                |
| 46,45             | 103,65            | 0,00              | 0,00              | 1393,50             | 3109,50             | 0,00                | 0,00                |
| 6,05              | 31,57             | 0,00              | 0,00              | 187,55              | 978,67              | 0,00                | 0,00                |
| 0,21              | 2,97              | 0,34              | 0,07              | 6,30                | 89,10               | 10,20               | 2,10                |
| 0,00              | 0,10              | 4,04              | 0,58              | 0,00                | 3,10                | 125,24              | 17,98               |
| 0,00              | 0,00              | 2,86              | 0,37              | 0,00                | 0,00                | 88,66               | 11,47               |
| 1,70              | 7,15              | 0,09              | 0,00              | 51,00               | 214,50              | 2,70                | 0,00                |
| 15,30             | 50,17             | 0,00              | 0,00              | 474,30              | 1555,27             | 0,00                | 0,00                |
| 65,30             | 132,15            | 0,00              | 0,00              | 1959,00             | 3964,50             | 0,00                | 0,00                |
| 171,16            | 243,05            | 0,00              | 0,00              | 5305,96             | 7534,55             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 14. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για τα Βίλια

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 153,66            | 225,43            | 0,00              | 0,00              | 4763,46             | 6988,33             | 0,00                | 0,00                |
| 97,61             | 167,32            | 0,00              | 0,00              | 2733,08             | 4684,96             | 0,00                | 0,00                |
| 50,51             | 116,85            | 0,00              | 0,00              | 1565,81             | 3622,35             | 0,00                | 0,00                |
| 15,94             | 52,40             | 0,00              | 0,00              | 478,20              | 1572,00             | 0,00                | 0,00                |
| 0,22              | 6,27              | 0,00              | 0,00              | 6,82                | 194,37              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 6,78              | 1,87              | 0,00                | 0,00                | 203,40              | 56,10               |
| 0,00              | 0,00              | 15,93             | 3,64              | 0,00                | 0,00                | 493,83              | 112,84              |
| 0,00              | 0,00              | 10,89             | 1,35              | 0,00                | 0,00                | 337,59              | 41,85               |
| 0,00              | 1,41              | 1,60              | 0,19              | 0,00                | 42,30               | 48,00               | 5,70                |
| 2,37              | 16,43             | 0,00              | 0,00              | 73,47               | 509,33              | 0,00                | 0,00                |
| 24,93             | 74,75             | 0,00              | 0,00              | 747,90              | 2242,50             | 0,00                | 0,00                |
| 119,24            | 189,86            | 0,00              | 0,00              | 3696,44             | 5885,66             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 15. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για τα Βριλήσσια

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 107,53            | 177,80            | 0,00              | 0,00              | 3333,43             | 5511,80             | 0,00                | 0,00                |
| 80,20             | 150,81            | 0,00              | 0,00              | 2245,60             | 4222,68             | 0,00                | 0,00                |
| 41,98             | 102,12            | 0,00              | 0,00              | 1301,38             | 3165,72             | 0,00                | 0,00                |
| 5,44              | 32,34             | 0,00              | 0,00              | 163,20              | 970,20              | 0,00                | 0,00                |
| 0,03              | 1,68              | 0,01              | 0,00              | 0,93                | 52,08               | 0,31                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 12,01             | 2,95              | 0,00                | 0,00                | 360,30              | 88,50               |
| 0,00              | 0,00              | 37,49             | 10,40             | 0,00                | 0,00                | 1162,19             | 322,40              |
| 0,00              | 0,00              | 37,29             | 10,11             | 0,00                | 0,00                | 1155,99             | 313,41              |
| 0,00              | 0,13              | 2,97              | 0,17              | 0,00                | 3,90                | 89,10               | 5,10                |
| 1,25              | 10,99             | 0,00              | 0,00              | 38,75               | 340,69              | 0,00                | 0,00                |
| 14,53             | 53,99             | 0,00              | 0,00              | 435,90              | 1619,70             | 0,00                | 0,00                |
| 78,70             | 144,34            | 0,00              | 0,00              | 2439,70             | 4474,54             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 16. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για το Γκάζι

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 208,78            | 280,78            | 0,00              | 0,00              | 6472,18             | 8704,18             | 0,00                | 0,00                |
| 176,58            | 247,68            | 0,00              | 0,00              | 4944,24             | 6935,04             | 0,00                | 0,00                |
| 121,89            | 192,62            | 0,00              | 0,00              | 3778,59             | 5971,22             | 0,00                | 0,00                |
| 53,35             | 108,61            | 0,00              | 0,00              | 1600,50             | 3258,30             | 0,00                | 0,00                |
| 7,90              | 30,74             | 0,00              | 0,00              | 244,90              | 952,94              | 0,00                | 0,00                |
| 0,20              | 2,77              | 2,65              | 0,86              | 6,00                | 83,10               | 79,50               | 25,80               |
| 0,00              | 0,05              | 3,59              | 0,91              | 0,00                | 1,55                | 111,29              | 28,21               |
| 0,00              | 0,00              | 1,71              | 0,04              | 0,00                | 0,00                | 53,01               | 1,24                |
| 1,28              | 8,23              | 0,74              | 0,18              | 38,40               | 246,90              | 22,20               | 5,40                |
| 25,12             | 66,97             | 0,00              | 0,00              | 778,72              | 2076,07             | 0,00                | 0,00                |
| 79,60             | 143,75            | 0,00              | 0,00              | 2388,00             | 4312,50             | 0,00                | 0,00                |
| 174,14            | 246,05            | 0,00              | 0,00              | 5398,34             | 7627,55             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 17. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για τον Διόνυσο

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 168,30            | 243,26            | 0,00              | 0,00              | 5217,30             | 7541,06             | 0,00                | 0,00                |
| 131,66            | 205,48            | 0,00              | 0,00              | 3686,48             | 5753,44             | 0,00                | 0,00                |
| 87,32             | 159,21            | 0,00              | 0,00              | 2706,92             | 4935,51             | 0,00                | 0,00                |
| 26,51             | 74,31             | 0,00              | 0,00              | 795,30              | 2229,30             | 0,00                | 0,00                |
| 1,57              | 13,57             | 0,00              | 0,00              | 48,67               | 420,67              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,31              | 4,89              | 1,45              | 0,00                | 9,30                | 146,70              | 43,50               |
| 0,00              | 0,00              | 9,90              | 2,31              | 0,00                | 0,00                | 306,90              | 71,61               |
| 0,00              | 0,00              | 6,79              | 0,85              | 0,00                | 0,00                | 210,49              | 26,35               |
| 0,06              | 2,05              | 2,58              | 0,06              | 1,80                | 61,50               | 77,40               | 1,80                |
| 11,16             | 35,82             | 0,00              | 0,00              | 345,96              | 1110,42             | 0,00                | 0,00                |
| 43,25             | 101,37            | 0,00              | 0,00              | 1297,50             | 3041,10             | 0,00                | 0,00                |
| 129,28            | 202,73            | 0,00              | 0,00              | 4007,68             | 6284,63             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 18. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για την Εκάλη



| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 141,63            | 213,63            | 0,00              | 0,00              | 4390,53             | 6622,53             | 0,00                | 0,00                |
| 75,96             | 144,79            | 0,00              | 0,00              | 2126,88             | 4054,12             | 0,00                | 0,00                |
| 31,39             | 92,38             | 0,00              | 0,00              | 973,09              | 2863,78             | 0,00                | 0,00                |
| 3,90              | 29,32             | 0,00              | 0,00              | 117,00              | 879,60              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 1,92              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 59,52               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 14,78             | 3,66              | 0,00                | 0,00                | 443,40              | 109,80              |
| 0,00              | 0,00              | 36,14             | 8,75              | 0,00                | 0,00                | 1120,34             | 271,25              |
| 0,00              | 0,00              | 40,17             | 12,34             | 0,00                | 0,00                | 1245,27             | 382,54              |
| 0,00              | 0,40              | 2,44              | 0,26              | 0,00                | 12,00               | 73,20               | 7,80                |
| 0,02              | 4,82              | 0,00              | 0,00              | 0,62                | 149,42              | 0,00                | 0,00                |
| 15,34             | 56,52             | 0,00              | 0,00              | 460,20              | 1695,60             | 0,00                | 0,00                |
| 100,05            | 169,86            | 0,00              | 0,00              | 3101,55             | 5265,66             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 19 Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για την Ελευσίνα

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 235,93            | 307,93            | 0,00              | 0,00              | 7313,83             | 9545,83             | 0,00                | 0,00                |
| 195,81            | 267,55            | 0,00              | 0,00              | 5482,68             | 7491,40             | 0,00                | 0,00                |
| 158,49            | 224,07            | 0,00              | 0,00              | 4913,19             | 6946,17             | 0,00                | 0,00                |
| 93,51             | 137,49            | 0,00              | 0,00              | 2805,30             | 4124,70             | 0,00                | 0,00                |
| 13,86             | 50,13             | 0,00              | 0,00              | 429,66              | 1554,03             | 0,00                | 0,00                |
| 0,59              | 7,18              | 0,50              | 0,00              | 17,70               | 215,40              | 15,00               | 0,00                |
| 0,00              | 0,17              | 0,40              | 0,00              | 0,00                | 5,27                | 12,40               | 0,00                |
| 0,00              | 0,02              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 0,62                | 0,00                | 0,00                |
| 3,41              | 17,15             | 0,00              | 0,00              | 102,30              | 514,50              | 0,00                | 0,00                |
| 34,42             | 92,05             | 0,00              | 0,00              | 1067,02             | 2853,55             | 0,00                | 0,00                |
| 102,43            | 171,96            | 0,00              | 0,00              | 3072,90             | 5158,80             | 0,00                | 0,00                |
| 216,15            | 288,15            | 0,00              | 0,00              | 6700,65             | 8932,65             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 20. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για την Ιπποκράτειο Πολιτεία

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 141,88            | 213,20            | 0,00              | 0,00              | 4398,28             | 6609,20             | 0,00                | 0,00                |
| 114,86            | 185,48            | 0,00              | 0,00              | 3216,08             | 5193,44             | 0,00                | 0,00                |
| 68,99             | 136,66            | 0,00              | 0,00              | 2138,69             | 4236,46             | 0,00                | 0,00                |
| 18,63             | 63,77             | 0,00              | 0,00              | 558,90              | 1913,10             | 0,00                | 0,00                |
| 0,47              | 8,77              | 0,00              | 0,00              | 14,57               | 271,87              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,10              | 5,77              | 0,96              | 0,00                | 3,00                | 173,10              | 28,80               |
| 0,00              | 0,00              | 15,78             | 2,70              | 0,00                | 0,00                | 489,18              | 83,70               |
| 0,00              | 0,00              | 15,88             | 2,78              | 0,00                | 0,00                | 492,28              | 86,18               |
| 0,00              | 1,07              | 0,91              | 0,13              | 0,00                | 32,10               | 27,30               | 3,90                |
| 4,73              | 23,55             | 0,00              | 0,00              | 146,63              | 730,05              | 0,00                | 0,00                |
| 33,78             | 86,27             | 0,00              | 0,00              | 1013,40             | 2588,10             | 0,00                | 0,00                |
| 109,16            | 177,75            | 0,00              | 0,00              | 3383,96             | 5510,25             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 21. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για την Κάντζα

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 92,81             | 162,03            | 0,00              | 0,00              | 2877,11             | 5022,93             | 0,00                | 0,00                |
| 72,50             | 141,04            | 0,00              | 0,00              | 2030,00             | 3949,12             | 0,00                | 0,00                |
| 41,93             | 105,65            | 0,00              | 0,00              | 1299,83             | 3275,15             | 0,00                | 0,00                |
| 7,29              | 44,37             | 0,00              | 0,00              | 218,70              | 1331,10             | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 2,78              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 86,18               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 2,18              | 0,23              | 0,00                | 0,00                | 65,40               | 6,90                |
| 0,00              | 0,00              | 2,42              | 0,13              | 0,00                | 0,00                | 75,02               | 4,03                |
| 0,00              | 0,00              | 3,15              | 0,64              | 0,00                | 0,00                | 97,65               | 19,84               |
| 0,00              | 0,00              | 0,01              | 0,00              | 0,00                | 0,00                | 0,30                | 0,00                |
| 0,46              | 7,61              | 0,00              | 0,00              | 14,26               | 235,91              | 0,00                | 0,00                |
| 9,82              | 43,42             | 0,00              | 0,00              | 294,60              | 1302,60             | 0,00                | 0,00                |
| 61,72             | 124,26            | 0,00              | 0,00              | 1913,32             | 3852,06             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 22. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για το Λαύριο

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 122,15            | 192,88            | 0,00              | 0,00              | 3786,65             | 5979,28             | 0,00                | 0,00                |
| 104,66            | 175,44            | 0,00              | 0,00              | 2930,48             | 4912,32             | 0,00                | 0,00                |
| 57,59             | 124,51            | 0,00              | 0,00              | 1785,29             | 3859,81             | 0,00                | 0,00                |
| 14,47             | 56,44             | 0,00              | 0,00              | 434,10              | 1693,20             | 0,00                | 0,00                |
| 0,17              | 5,54              | 0,00              | 0,00              | 5,27                | 171,74              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,04              | 6,20              | 1,72              | 0,00                | 1,20                | 186,00              | 51,60               |
| 0,00              | 0,00              | 14,41             | 2,61              | 0,00                | 0,00                | 446,71              | 80,91               |
| 0,00              | 0,00              | 12,22             | 1,76              | 0,00                | 0,00                | 378,82              | 54,56               |
| 0,00              | 0,50              | 0,64              | 0,04              | 0,00                | 15,00               | 19,20               | 1,20                |
| 2,99              | 18,53             | 0,00              | 0,00              | 92,69               | 574,43              | 0,00                | 0,00                |
| 27,78             | 78,05             | 0,00              | 0,00              | 833,40              | 2341,50             | 0,00                | 0,00                |
| 97,06             | 164,79            | 0,00              | 0,00              | 3008,86             | 5108,49             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 23. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για τον Μαρκόπουλο

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 143,40            | 215,32            | 0,00              | 0,00              | 4445,40             | 6674,92             | 0,00                | 0,00                |
| 11,74             | 182,46            | 0,00              | 0,00              | 328,72              | 5108,88             | 0,00                | 0,00                |
| 66,67             | 131,54            | 0,00              | 0,00              | 2066,77             | 4077,74             | 0,00                | 0,00                |
| 15,59             | 54,11             | 0,00              | 0,00              | 467,70              | 1623,30             | 0,00                | 0,00                |
| 0,17              | 6,34              | 0,00              | 0,00              | 5,27                | 196,54              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,05              | 6,80              | 1,64              | 0,00                | 1,50                | 204,00              | 49,20               |
| 0,00              | 0,00              | 18,62             | 4,13              | 0,00                | 0,00                | 577,22              | 128,03              |
| 0,00              | 0,00              | 16,85             | 3,19              | 0,00                | 0,00                | 522,35              | 98,89               |
| 0,00              | 0,89              | 0,92              | 0,11              | 0,00                | 26,70               | 27,60               | 3,30                |
| 5,58              | 23,67             | 0,00              | 0,00              | 172,98              | 733,77              | 0,00                | 0,00                |
| 33,65             | 86,43             | 0,00              | 0,00              | 1009,50             | 2592,90             | 0,00                | 0,00                |
| 113,24            | 182,74            | 0,00              | 0,00              | 3510,44             | 5664,94             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 24. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για το Μαρούσι

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 88,10             | 157,18            | 0,00              | 0,00              | 2731,10             | 4872,58             | 0,00                | 0,00                |
| 58,68             | 123,07            | 0,00              | 0,00              | 1643,04             | 3445,96             | 0,00                | 0,00                |
| 27,46             | 80,03             | 0,00              | 0,00              | 851,26              | 2480,93             | 0,00                | 0,00                |
| 2,85              | 21,75             | 0,00              | 0,00              | 85,50               | 652,50              | 0,00                | 0,00                |
| 0,01              | 0,74              | 0,00              | 0,00              | 0,31                | 22,94               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 14,86             | 3,74              | 0,00                | 0,00                | 445,80              | 112,20              |
| 0,00              | 0,00              | 38,99             | 11,28             | 0,00                | 0,00                | 1208,69             | 349,68              |
| 0,00              | 0,00              | 41,43             | 12,06             | 0,00                | 0,00                | 1284,33             | 373,86              |
| 0,00              | 0,13              | 3,24              | 0,44              | 0,00                | 3,90                | 97,20               | 13,20               |
| 0,04              | 5,78              | 0,00              | 0,00              | 1,24                | 179,18              | 0,00                | 0,00                |
| 7,86              | 38,54             | 0,00              | 0,00              | 235,80              | 1156,20             | 0,00                | 0,00                |
| 70,06             | 136,75            | 0,00              | 0,00              | 2171,86             | 4239,25             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 25. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για την Νέα Σμύρνη

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 101,90            | 172,58            | 0,00              | 0,00              | 3158,90             | 5349,98             | 0,00                | 0,00                |
| 75,06             | 142,27            | 0,00              | 0,00              | 2101,68             | 3983,56             | 0,00                | 0,00                |
| 36,62             | 91,97             | 0,00              | 0,00              | 1135,22             | 2851,07             | 0,00                | 0,00                |
| 4,48              | 28,33             | 0,00              | 0,00              | 134,40              | 849,90              | 0,00                | 0,00                |
| 0,04              | 1,46              | 0,00              | 0,00              | 1,24                | 45,26               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 14,15             | 3,70              | 0,00                | 0,00                | 424,50              | 111,00              |
| 0,00              | 0,00              | 43,16             | 13,57             | 0,00                | 0,00                | 1337,96             | 420,67              |
| 0,00              | 0,00              | 41,18             | 11,95             | 0,00                | 0,00                | 1276,58             | 370,45              |
| 0,00              | 0,15              | 4,76              | 0,66              | 0,00                | 4,50                | 142,80              | 19,80               |
| 1,17              | 11,16             | 0,00              | 0,00              | 36,27               | 345,96              | 0,00                | 0,00                |
| 13,98             | 48,27             | 0,00              | 0,00              | 419,40              | 1448,10             | 0,00                | 0,00                |
| 74,18             | 139,63            | 0,00              | 0,00              | 2299,58             | 4328,53             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 26. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για τον Νέο Κόσμο

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 331,00            | 403,00            | 0,00              | 0,00              | 10261,00            | 12493,00            | 0,00                | 0,00                |
| 295,62            | 367,62            | 0,00              | 0,00              | 8277,36             | 10293,36            | 0,00                | 0,00                |
| 245,04            | 317,02            | 0,00              | 0,00              | 7596,24             | 9827,62             | 0,00                | 0,00                |
| 152,99            | 222,75            | 0,00              | 0,00              | 4589,70             | 6682,50             | 0,00                | 0,00                |
| 64,56             | 125,05            | 0,00              | 0,00              | 2001,36             | 3876,55             | 0,00                | 0,00                |
| 15,10             | 49,97             | 0,11              | 0,00              | 453,00              | 1499,10             | 3,30                | 0,00                |
| 1,37              | 14,38             | 0,22              | 0,00              | 42,47               | 445,78              | 6,82                | 0,00                |
| 1,03              | 15,13             | 0,00              | 0,00              | 31,93               | 469,03              | 0,00                | 0,00                |
| 23,03             | 63,98             | 0,00              | 0,00              | 690,90              | 1919,40             | 0,00                | 0,00                |
| 97,40             | 163,64            | 0,00              | 0,00              | 3019,40             | 5072,84             | 0,00                | 0,00                |
| 176,65            | 247,93            | 0,00              | 0,00              | 5299,50             | 7437,90             | 0,00                | 0,00                |
| 274,82            | 348,05            | 0,00              | 0,00              | 8519,42             | 10789,55            | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 27. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για την Πάρνηθα

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 109,74            | 180,87            | 0,00              | 0,00              | 3401,94             | 5606,97             | 0,00                | 0,00                |
| 73,57             | 141,93            | 0,00              | 0,00              | 2059,96             | 3974,04             | 0,00                | 0,00                |
| 33,75             | 91,37             | 0,00              | 0,00              | 1046,25             | 2832,47             | 0,00                | 0,00                |
| 4,18              | 28,29             | 0,00              | 0,00              | 125,40              | 848,70              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,98              | 0,23              | 0,00              | 0,00                | 30,38               | 7,13                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 14,99             | 4,63              | 0,00                | 0,00                | 449,70              | 138,90              |
| 0,00              | 0,00              | 36,64             | 9,95              | 0,00                | 0,00                | 1135,84             | 308,45              |
| 0,00              | 0,00              | 39,55             | 10,61             | 0,00                | 0,00                | 1226,05             | 328,91              |
| 0,00              | 0,11              | 3,14              | 0,31              | 0,00                | 3,30                | 94,20               | 9,30                |
| 0,52              | 7,77              | 0,00              | 0,00              | 16,12               | 240,87              | 0,00                | 0,00                |
| 12,47             | 51,98             | 0,00              | 0,00              | 374,10              | 1559,40             | 0,00                | 0,00                |
| 90,36             | 159,26            | 0,00              | 0,00              | 2801,16             | 4937,06             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 28. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για τα Πατήσια

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 182,22            | 254,22            | 0,00              | 0,00              | 5648,82             | 7880,82             | 0,00                | 0,00                |
| 147,52            | 218,68            | 0,00              | 0,00              | 4130,56             | 6123,04             | 0,00                | 0,00                |
| 102,59            | 173,81            | 0,00              | 0,00              | 3180,29             | 5388,11             | 0,00                | 0,00                |
| 37,28             | 88,41             | 0,00              | 0,00              | 1118,40             | 2652,30             | 0,00                | 0,00                |
| 3,56              | 22,24             | 0,00              | 0,00              | 110,36              | 689,44              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 1,01              | 3,87              | 1,43              | 0,00                | 30,30               | 116,10              | 42,90               |
| 0,00              | 0,00              | 5,43              | 1,63              | 0,00                | 0,00                | 168,33              | 50,53               |
| 0,00              | 0,00              | 2,71              | 0,19              | 0,00                | 0,00                | 84,01               | 5,89                |
| 0,65              | 5,06              | 0,62              | 0,05              | 19,50               | 151,80              | 18,60               | 1,50                |
| 12,14             | 42,23             | 0,00              | 0,00              | 376,34              | 1309,13             | 0,00                | 0,00                |
| 51,89             | 114,99            | 0,00              | 0,00              | 1556,70             | 3449,70             | 0,00                | 0,00                |
| 153,12            | 224,96            | 0,00              | 0,00              | 4746,72             | 6973,76             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 29. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για την Πεντέλη

| Daily HDD(15.0°C) | Daily HDD(18.0°C) | Daily CDD(28.0°C) | Daily CDD(30.0°C) | Monthly HDD(15.0°C) | Monthly HDD(18.0°C) | Monthly CDD(28.0°C) | Monthly CDD(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 106,43            | 173,93            | 0,00              | 0,00              | 3299,33             | 5391,83             | 0,00                | 0,00                |
| 59,29             | 123,06            | 0,00              | 0,00              | 1660,12             | 3445,68             | 0,00                | 0,00                |
| 22,11             | 77,01             | 0,00              | 0,00              | 685,41              | 2387,31             | 0,00                | 0,00                |
| 4,49              | 29,01             | 0,00              | 0,00              | 134,70              | 870,30              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 1,39              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 43,09               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 10,26             | 2,58              | 0,00                | 0,00                | 307,80              | 77,40               |
| 0,00              | 0,00              | 30,54             | 6,72              | 0,00                | 0,00                | 946,74              | 208,32              |
| 0,00              | 0,00              | 36,28             | 9,27              | 0,00                | 0,00                | 1124,68             | 287,37              |
| 0,00              | 0,20              | 4,19              | 0,77              | 0,00                | 6,00                | 125,70              | 23,10               |
| 0,00              | 4,42              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 137,02              | 0,00                | 0,00                |
| 7,73              | 34,48             | 0,00              | 0,00              | 231,90              | 1034,40             | 0,00                | 0,00                |
| 72,19             | 136,13            | 0,00              | 0,00              | 2237,89             | 4220,03             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 30. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για το Πέραμα

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 113,00            | 184,21            | 0,00              | 0,00              | 3503,00             | 5710,51             | 0,00                | 0,00                |
| 77,40             | 154,84            | 0,00              | 0,00              | 2167,20             | 4335,52             | 0,00                | 0,00                |
| 37,26             | 97,66             | 0,00              | 0,00              | 1155,06             | 3027,46             | 0,00                | 0,00                |
| 6,25              | 34,60             | 0,00              | 0,00              | 187,50              | 1038,00             | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 1,25              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 38,75               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 11,95             | 3,21              | 0,00                | 0,00                | 358,50              | 96,30               |
| 0,00              | 0,00              | 29,86             | 6,61              | 0,00                | 0,00                | 925,66              | 204,91              |
| 0,00              | 0,00              | 36,08             | 8,73              | 0,00                | 0,00                | 1118,48             | 270,63              |
| 0,00              | 0,26              | 2,77              | 0,38              | 0,00                | 7,80                | 83,10               | 11,40               |
| 0,76              | 9,63              | 0,00              | 0,00              | 23,56               | 298,53              | 0,00                | 0,00                |
| 14,87             | 54,80             | 0,00              | 0,00              | 446,10              | 1644,00             | 0,00                | 0,00                |
| 92,41             | 161,55            | 0,00              | 0,00              | 2864,71             | 5008,05             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 31. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για το Περιστέρι

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 141,93            | 213,12            | 0,00              | 0,00              | 4399,83             | 6606,72             | 0,00                | 0,00                |
| 88,53             | 156,70            | 0,00              | 0,00              | 2478,84             | 4387,60             | 0,00                | 0,00                |
| 51,07             | 116,87            | 0,00              | 0,00              | 1583,17             | 3622,97             | 0,00                | 0,00                |
| 11,76             | 43,73             | 0,00              | 0,00              | 352,80              | 1311,90             | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 4,43              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 137,33              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 10,67             | 3,54              | 0,00                | 0,00                | 320,10              | 106,20              |
| 0,00              | 0,00              | 24,83             | 7,03              | 0,00                | 0,00                | 769,73              | 217,93              |
| 0,00              | 0,00              | 20,52             | 3,99              | 0,00                | 0,00                | 636,12              | 123,69              |
| 0,00              | 1,23              | 2,85              | 0,43              | 0,00                | 36,90               | 85,50               | 12,90               |
| 0,93              | 12,40             | 0,00              | 0,00              | 28,83               | 384,40              | 0,00                | 0,00                |
| 19,78             | 63,97             | 0,00              | 0,00              | 593,40              | 1919,10             | 0,00                | 0,00                |
| 107,02            | 177,49            | 0,00              | 0,00              | 3317,62             | 5502,19             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 32. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για την Πετρούπολη

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 122,35            | 192,60            | 0,00              | 0,00              | 3792,85             | 5970,60             | 0,00                | 0,00                |
| 92,14             | 162,08            | 0,00              | 0,00              | 2579,92             | 4538,24             | 0,00                | 0,00                |
| 56,53             | 123,11            | 0,00              | 0,00              | 1752,43             | 3816,41             | 0,00                | 0,00                |
| 13,84             | 53,98             | 0,00              | 0,00              | 415,20              | 1619,40             | 0,00                | 0,00                |
| 0,17              | 4,53              | 0,00              | 0,00              | 5,27                | 140,43              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,04              | 4,12              | 0,55              | 0,00                | 1,20                | 123,60              | 16,50               |
| 0,00              | 0,00              | 12,39             | 1,97              | 0,00                | 0,00                | 384,09              | 61,07               |
| 0,00              | 0,00              | 11,35             | 1,44              | 0,00                | 0,00                | 351,85              | 44,64               |
| 0,00              | 0,18              | 0,70              | 0,04              | 0,00                | 5,40                | 21,00               | 1,20                |
| 2,36              | 16,61             | 0,00              | 0,00              | 73,16               | 514,91              | 0,00                | 0,00                |
| 22,36             | 69,09             | 0,00              | 0,00              | 670,80              | 2072,67             | 0,00                | 0,00                |
| 97,19             | 165,50            | 0,00              | 0,00              | 3012,89             | 5130,50             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 33. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για το Πόρτο Ράφτη

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 134,29            | 204,77            | 0,00              | 0,00              | 4162,99             | 6347,87             | 0,00                | 0,00                |
| 92,75             | 163,23            | 0,00              | 0,00              | 2597,00             | 4570,44             | 0,00                | 0,00                |
| 54,16             | 121,16            | 0,00              | 0,00              | 1678,96             | 3755,96             | 0,00                | 0,00                |
| 17,21             | 64,77             | 0,00              | 0,00              | 516,30              | 1943,10             | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 6,25              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 193,75              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,08              | 0,98              | 0,00              | 0,00                | 2,40                | 29,40               | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 2,36              | 0,25              | 0,00                | 0,00                | 73,16               | 7,75                |
| 0,00              | 0,00              | 5,34              | 0,39              | 0,00                | 0,00                | 165,54              | 12,09               |
| 0,00              | 0,15              | 0,14              | 0,00              | 0,00                | 4,50                | 4,20                | 0,00                |
| 0,63              | 12,18             | 0,00              | 0,00              | 19,53               | 377,58              | 0,00                | 0,00                |
| 19,24             | 65,89             | 0,00              | 0,00              | 577,20              | 1976,70             | 0,00                | 0,00                |
| 97,25             | 165,97            | 0,00              | 0,00              | 3014,75             | 5145,07             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 34. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για την Ραφήνα

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 129,48            | 200,65            | 0,00              | 0,00              | 4013,88             | 6220,15             | 0,00                | 0,00                |
| 106,41            | 176,98            | 0,00              | 0,00              | 2979,48             | 4955,44             | 0,00                | 0,00                |
| 63,90             | 131,12            | 0,00              | 0,00              | 1980,90             | 4064,72             | 0,00                | 0,00                |
| 16,60             | 58,74             | 0,00              | 0,00              | 498,00              | 1762,20             | 0,00                | 0,00                |
| 0,33              | 6,32              | 0,00              | 0,00              | 10,23               | 195,92              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,08              | 5,77              | 1,20              | 0,00                | 2,40                | 173,10              | 36,00               |
| 0,00              | 0,00              | 18,86             | 3,70              | 0,00                | 0,00                | 584,66              | 114,70              |
| 0,00              | 0,00              | 17,83             | 3,37              | 0,00                | 0,00                | 552,73              | 104,47              |
| 0,00              | 0,42              | 1,28              | 0,23              | 0,00                | 12,60               | 38,40               | 6,90                |
| 15,62             | 36,27             | 0,00              | 0,00              | 484,22              | 1124,37             | 0,00                | 0,00                |
| 24,25             | 72,27             | 0,00              | 0,00              | 727,50              | 2168,10             | 0,00                | 0,00                |
| 97,97             | 166,79            | 0,00              | 0,00              | 3037,07             | 5170,49             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 35. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για τα Σπάτα

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 196,07            | 268,07            | 0,00              | 0,00              | 6078,17             | 8310,17             | 0,00                | 0,00                |
| 148,43            | 220,14            | 0,00              | 0,00              | 4156,04             | 6163,92             | 0,00                | 0,00                |
| 93,10             | 164,67            | 0,00              | 0,00              | 2886,10             | 5104,77             | 0,00                | 0,00                |
| 31,82             | 81,80             | 0,00              | 0,00              | 954,60              | 2454,00             | 0,00                | 0,00                |
| 1,67              | 15,33             | 0,00              | 0,00              | 51,77               | 475,23              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,21              | 2,78              | 0,43              | 0,00                | 6,30                | 83,40               | 12,90               |
| 0,00              | 0,00              | 5,37              | 1,25              | 0,00                | 0,00                | 166,47              | 38,75               |
| 0,00              | 0,00              | 6,50              | 1,01              | 0,00                | 0,00                | 201,50              | 31,31               |
| 0,06              | 2,86              | 0,19              | 0,00              | 1,80                | 85,80               | 5,70                | 0,00                |
| 5,88              | 33,43             | 0,00              | 0,00              | 182,28              | 1036,33             | 0,00                | 0,00                |
| 55,40             | 119,43            | 0,00              | 0,00              | 1662,00             | 3582,90             | 0,00                | 0,00                |
| 160,88            | 232,14            | 0,00              | 0,00              | 4987,28             | 7196,34             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 36. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για το Τατόι

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 135,72            | 207,72            | 0,00              | 0,00              | 4207,32             | 6439,32             | 0,00                | 0,00                |
| 90,54             | 162,51            | 0,00              | 0,00              | 2535,12             | 4550,28             | 0,00                | 0,00                |
| 24,81             | 83,83             | 0,00              | 0,00              | 769,11              | 2598,73             | 0,00                | 0,00                |
| 6,51              | 38,35             | 0,00              | 0,00              | 195,30              | 1150,50             | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 2,81              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 87,11               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 10,43             | 2,03              | 0,00                | 0,00                | 312,90              | 60,90               |
| 0,00              | 0,00              | 31,10             | 7,28              | 0,00                | 0,00                | 964,10              | 225,68              |
| 0,00              | 0,00              | 29,90             | 7,32              | 0,00                | 0,00                | 926,90              | 226,92              |
| 0,00              | 0,74              | 1,80              | 0,12              | 0,00                | 22,20               | 54,00               | 3,60                |
| 0,12              | 6,48              | 0,00              | 0,00              | 3,72                | 200,88              | 0,00                | 0,00                |
| 16,56             | 56,78             | 0,00              | 0,00              | 496,80              | 1703,40             | 0,00                | 0,00                |
| 97,43             | 165,93            | 0,00              | 0,00              | 3020,33             | 5143,83             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 37. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για τον Υμηττό- Δάφνη

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 82,40             | 145,10            | 0,00              | 0,00              | 2554,40             | 4498,10             | 0,00                | 0,00                |
| 60,30             | 114,40            | 0,00              | 0,00              | 3203,20             | 3203,20             | 0,00                | 0,00                |
| 26,09             | 63,24             | 0,00              | 0,00              | 808,79              | 1960,44             | 0,00                | 0,00                |
| 3,10              | 13,20             | 0,00              | 0,00              | 93,00               | 396,00              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,76              | 0,00              | 0,00              | 0,00                | 23,56               | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,00              | 10,39             | 2,45              | 0,00                | 0,00                | 311,70              | 73,50               |
| 0,00              | 0,00              | 31,86             | 7,50              | 0,00                | 0,00                | 987,66              | 232,50              |
| 0,00              | 0,00              | 39,89             | 11,50             | 0,00                | 0,00                | 1236,59             | 356,50              |
| 0,00              | 0,00              | 2,63              | 0,20              | 0,00                | 0,00                | 78,90               | 6,00                |
| 0,04              | 0,62              | 0,00              | 0,00              | 1,24                | 19,22               | 0,00                | 0,00                |
| 8,10              | 23,70             | 0,00              | 0,00              | 243,00              | 711,00              | 0,00                | 0,00                |
| 71,85             | 133,40            | 0,00              | 0,00              | 2227,35             | 4135,40             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 38. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για Φάληρο

| Daily HDH(15.0°C) | Daily HDH(18.0°C) | Daily CDH(28.0°C) | Daily CDH(30.0°C) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 132,55            | 203,90            | 0,00              | 0,00              | 4109,05             | 6320,90             | 0,00                | 0,00                |
| 104,87            | 174,90            | 0,00              | 0,00              | 2936,36             | 4897,20             | 0,00                | 0,00                |
| 56,12             | 121,12            | 0,00              | 0,00              | 1739,72             | 3754,72             | 0,00                | 0,00                |
| 11,97             | 47,97             | 0,00              | 0,00              | 359,10              | 1439,10             | 0,00                | 0,00                |
| 0,16              | 5,33              | 0,00              | 0,00              | 4,96                | 165,23              | 0,00                | 0,00                |
| 0,00              | 0,02              | 8,77              | 1,92              | 0,00                | 0,60                | 263,10              | 57,60               |
| 0,00              | 0,00              | 23,10             | 5,68              | 0,00                | 0,00                | 716,10              | 176,08              |
| 0,00              | 0,00              | 19,45             | 3,86              | 0,00                | 0,00                | 602,95              | 119,66              |
| 0,00              | 1,43              | 0,91              | 0,07              | 0,00                | 42,90               | 27,30               | 2,10                |
| 4,10              | 20,29             | 0,00              | 0,00              | 127,10              | 628,99              | 0,00                | 0,00                |
| 27,03             | 76,60             | 0,00              | 0,00              | 810,90              | 2298,00             | 0,00                | 0,00                |
| 100,25            | 168,80            | 0,00              | 0,00              | 3107,75             | 5232,80             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 39. Μέσες ημερήσιες και μηνιαίες τιμές για το Ψυχικό

## 2.4.2 Ετήσιες τιμές βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης για κάθε περιοχή

Στο παρακάτω πίνακα φαίνονται οι ετήσιες βαθμοώρες για τις 34 περιοχές όπου έγιναν οι υπολογισμοί, βάση των εξισώσεων (35)-(38)

| Περιοχές                | Annual HDH (15°C) | Annual HDH (18°C) | Annual CDH (28°C) | Annual CDH (28°C) |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Αγία Παρασκευή          | 16026,1           | 28588,8           | 891,3             | 185,1             |
| Άλιμος                  | 9844,5            | 19768,11          | 2180,77           | 508,98            |
| Αμπελόκηποι             | 10807,27          | 21341,23          | 2566,9            | 715,2             |
| Ανάβυσσος               | 3888,9            | 6555,8            | 922,9             | 240,9             |
| Άνω Λιόσια              | 15459,15          | 27358,5           | 1613,35           | 363,64            |
| Αрсάκειο                | 19477,3           | 31577,92          | 265,56            | 48,91             |
| Ασπρόπυργος             | 11504,2           | 22060,4           | 2580              | 661               |
| Βάρη                    | 10311,90          | 21240             | 1774,87           | 376,19            |
| Βίλια                   | 24885,68          | 39430,13          | 226,80            | 31,55             |
| Βριλήσσια               | 14065,18          | 25741,80          | 1082,82           | 216,49            |
| Γκάζι                   | 9958,89           | 29361,31          | 2767,89           | 729,41            |
| Διόνυσος                | 25649,87          | 40169,35          | 266               | 60,65             |
| Εκάλη                   | 18107,61          | 31386,93          | 741,49            | 143,26            |
| Ελευσίνα                | 11169,87          | 21602,23          | 2882,21           | 771,39            |
| Ιπποκράτειο<br>Πολιτεία | 31905,23          | 47342,92          | 27,40             | 0                 |
| Κάντζα                  | 14870,51          | 27087,57          | 1181,86           | 202,58            |
| Λαύριο                  | 8647,82           | 19055,05          | 238,37            | 30,77             |
| Μαρκόπουλος             | 12876,74          | 24646,97          | 1030,73           | 188,27            |
| Μαρούσι                 | 12006,78          | 26701,19          | 1331,17           | 279,42            |
| Νέα Σμύρνη              | 7720,11           | 17053,44          | 3036,02           | 848,94            |
| Νέος Κόσμος             | 9286,69           | 19206,86          | 3181,84           | 921,92            |
| Πάρνηθα                 | 50782,28          | 70806,63          | 10,12             | 0                 |
| Πατήσια                 | 9824,93           | 20033,19          | 2912,92           | 785,56            |
| Πεντέλη                 | 20887,69          | 34648,40          | 387,04            | 100,82            |
| Πέραμα                  | 8249,35           | 17535,66          | 2054,92           | 596,19            |
| Περιστέρι               | 10347,13          | 21108,62          | 2485,74           | 583,24            |
| Πετρούπολη              | 12754,49          | 23909,11          | 1811,45           | 460,72            |
| Πόρτο Ράφτη             | 12303,52          | 23809,76          | 880,54            | 123,41            |
| Ραφήνα                  | 12566,73          | 24317,37          | 272,3             | 19,84             |
| Σπάτα                   | 13731,28          | 25676,39          | 1348,89           | 262,07            |
| Τατόι                   | 20960,04          | 34415,76          | 457,07            | 82,96             |
| Υμηττός-Δάφνη           | 11227,7           | 21896,25          | 2257,9            | 517,1             |
| Φάληρο                  | 9130,98           | 14946,92          | 2614,85           | 668,5             |
| Ψυχικό                  | 13194,94          | 24780,44          | 1609,45           | 355,44            |

Πίνακας 40. Συνολικές ετήσιες μετρήσεις βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης των 34 περιοχών της Αττικής



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Διαγράμματα υπολογισμών

#### 3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα ακολουθήσει μια ανάλυση στην κατανομή των ζωνών βάσει ΚΕΝΑΚ καθώς και περιγραφή της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των χωρικών κατανομών για βαθμώρες ψύξης και θέρμανσης. Έπειτα, θα παρουσιαστούν τα διαγράμματα που κατασκευάστηκαν από τους παραπάνω υπολογισμούς και τέλος θα ακολουθήσει σχολιασμός αυτών.

#### 3.2 Διαχωρισμός ζωνών βάσει Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)

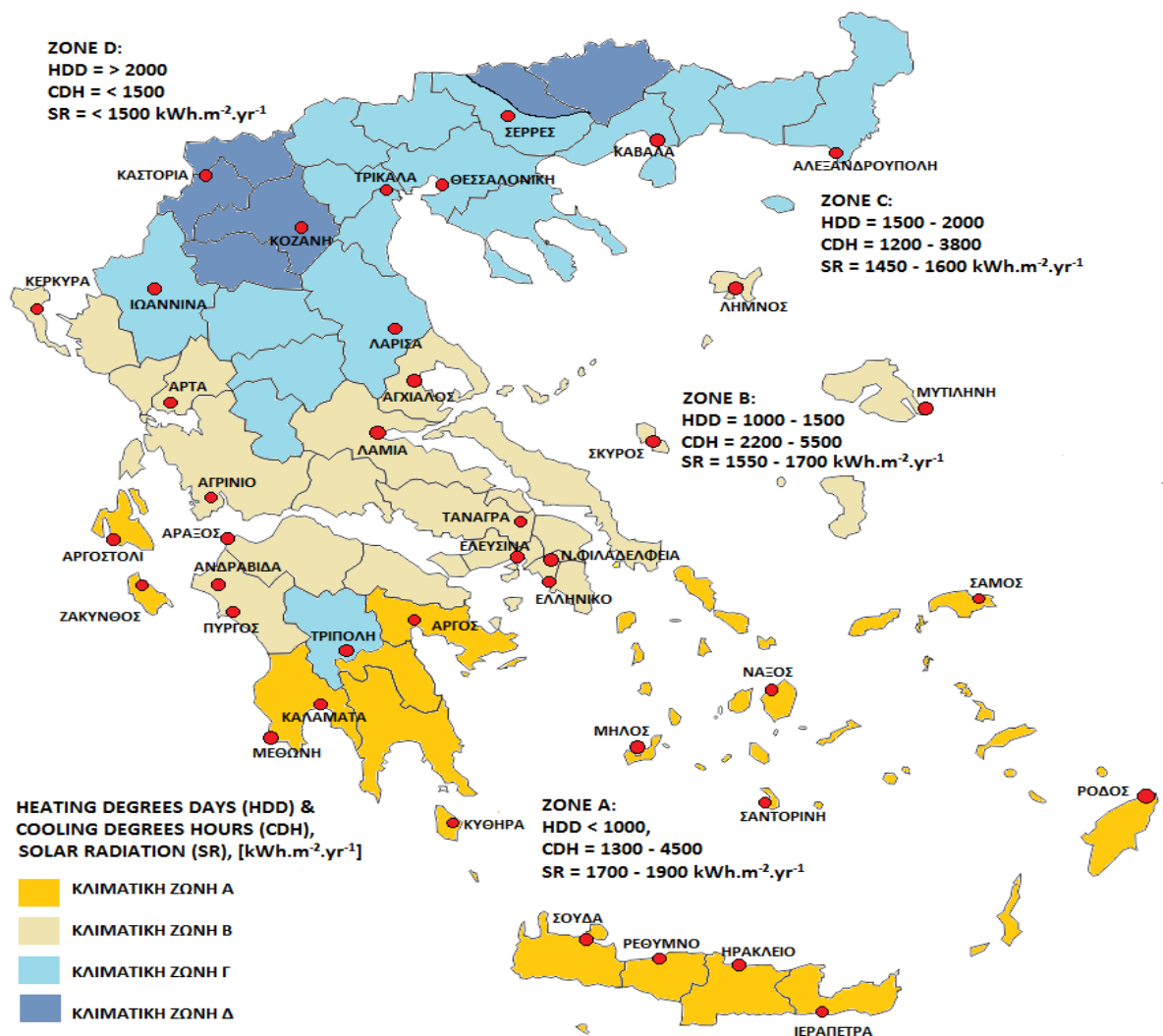
Η τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010 συντάχθηκε με σκοπό την ορθή σχεδίαση και διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού με σημείο αναφοράς τα κλιματολογικά δεδομένα και τις συνθήκες σχεδιασμού των Ελληνικών περιοχών. Τα κλιματολογικά δεδομένα παρέχονται από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών και συνελέγησαν με κατάλληλα εμπειρικά και θεωρητικά μαθηματικά μοντέλα καθώς και κατάλληλα εργαλεία συμπεριλαμβανομένου των μετεωρολογικών παραμέτρων. Τα δεδομένα αυτά, σε μορφή μέσων μηνιαίων τιμών, χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων Κ.Εν.Α.Κ (ΦΕΚ 407/9.4.2010) [23].

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ η Ελλάδα χωρίζεται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες βάσει των βαθμομερών θέρμανσης. Σε κάθε νομό οι περιοχές που ξεπερνούν τα 500 μέτρα υψόμετρο εντάσσονται στην αμέσως επόμενη ψυχρή ζώνη από αυτή που ανήκουν, με εξαίρεση την ζώνη Δ όπου οι νομοί που έχουν υψόμετρο μεγαλύτερο από 500 μέτρα παραμένουν στην ίδια κλιματική ζώνη καθώς δεν υπάρχει ψυχρότερη. Άρα, για την ζώνη Δ όλες οι περιοχές ανεξάρτητα από το υψόμετρο εντάσσονται στην ζώνη Δ. Ο νομός Αρκαδίας που εντάσσεται στην ζώνη Γ και το ΒΑ τμήμα του νομού Σερρών που εντάσσεται στην ζώνη Δ, περιέχουν και τις περιοχές με υψόμετρο που ξεπερνά τα 500 μέτρα [23].

Στον πίνακα 41 φαίνονται οι νομοί που κατατάσσονται στις κατάλληλες ζώνες από την θερμότερη στην ψυχρότερη και στην εικόνα 13 φαίνονται σε μορφή χάρτη της Ελλάδας οι κλιματικές ζώνες

| ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ | ΝΟΜΟΙ  |
|----------------|--|
| ΖΩΝΗ Α         | Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)               |
| ΖΩΝΗ Β         | Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας |
| ΖΩΝΗ Γ         | Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου          |
| ΖΩΝΗ Δ         | Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας  |

Πίνακας 41. Νομοί της Ελλάδας σε κλιματικές ζώνες [23]



Εικόνα 13. Κλιματικές ζώνες στην ελληνική επικράτεια με βάση τον ΚΕΝΑΚ και τις βαθμομέρες θέρμανσης (βάση 18°C) και βαθμώρες ψύξης (βάση 26°C) [1-2].

Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά οι συνθήκες σχεδιασμού συστημάτων κλιματισμού, χειμώνα και θέρους

### 3.2.1 Συνθήκες σχεδιασμού συστημάτων κλιματισμού

Τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού διαστασιολογούνται έτσι ώστε να καλύψουν τις ακραίες θερμοκρασιακές συνθήκες που επικρατούν στην χειμερινή ή θερινή περίοδο, δηλαδή τις μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες στις αντίστοιχες περιόδους. Ως μέγιστες και ελάχιστες συνθήκες θεωρούνται αυτές που δεν ξεπερνάνε το 1%, 2% και 5% των συνολικών μετρήσεων βάσει ΕΛΟΤ EN ISO 15927.2:2005 [23].

Ακολουθούν επεξηγήσεις των παραμέτρων που επηρεάζουν τις συνθήκες σχεδιασμού

- Ημερήσια διακύμανση: είναι η διαφορά της μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου μεταξύ του ψυχρότερου και θερμότερου μήνα του έτους
- Dry Bulb 1%, 2,5%, 5% : Συνθήκες σχεδιασμού ξηρού θερμομέτρου (θέρους /χειμώνα). Είναι οι θερμοκρασίες που υπερβαίνουν σε μικρότερο ποσοστό από 1%, 2,5% και 5% των αντίστοιχων ωρών χειμερινής (ψυχρότεροι μήνες 1 Δεκεμβρίου- 28 Φεβρουαρίου) και θερινής περιόδου (θερμότεροι μήνες 1 Ιουνίου-30 Σεπτεμβρίου) την θερμοκρασία βάσης
- Wet Bulb 1%, 2,5%, 5%: Συνθήκες σχεδιασμού ξηρού θερμομέτρου (θέρους /χειμώνα). Είναι οι θερμοκρασίες που υπερβαίνουν σε μικρότερο ποσοστό από 1%, 2,5% και 5% των αντίστοιχων ωρών θερινής(θερμότεροι μήνες 1 Ιουνίου-30 Σεπτεμβρίου) και χειμερινής περιόδου (ψυχρότεροι μήνες 1 Δεκεμβρίου- 28 Φεβρουαρίου) την θερμοκρασία βάσης
- MCDDB: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση θερμοκρασιών ξηρού θερμομέτρου με θερμοκρασίες υγρού θερμομέτρου ίσες με την συνθήκη dry bulb 1%
- MCWB: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση θερμοκρασιών υγρού θερμομέτρου με θερμοκρασίες ξηρού θερμομέτρου ίσες με την συνθήκη wet bulb 1%

### 3.2.2 Συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα

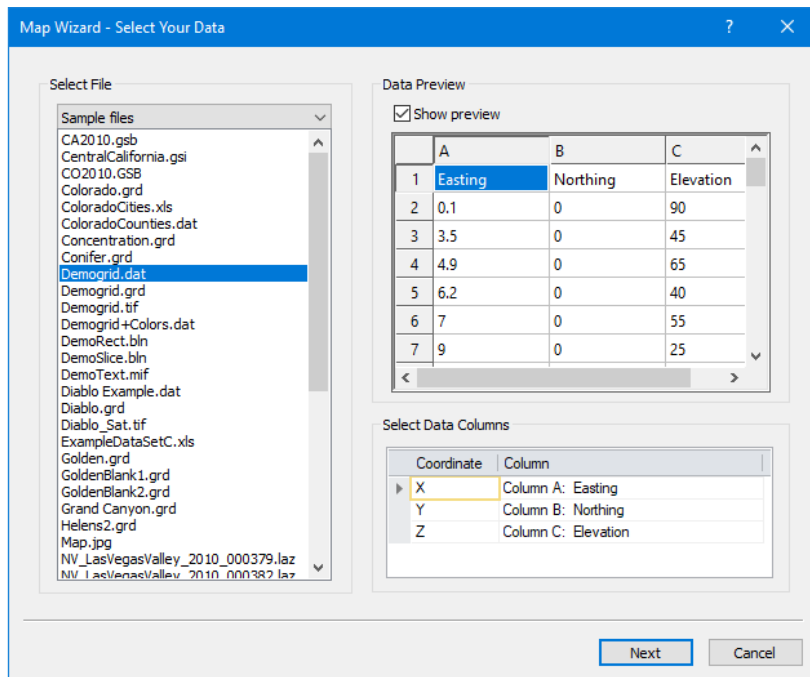
Οι συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα εφαρμόζονται για την διαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης κατά την χειμερινή περίοδο. Για την βέλτιστη αξιοποίηση και διαχείριση της ενέργειας, τα συστήματα θέρμανσης μεγάλης ισχύος επιλέγονται έτσι ώστε να έχουν την μέγιστη απόδοση κατά την λειτουργία σε μερικά φορτία. Συγκεκριμένα, τα κτήρια που λειτουργούν τις πρωινές ώρες με ήπιες εξωτερικές θερμοκρασίες, κατά τον σχεδιασμό συστημάτων θέρμανσης, με βασικό παράγοντα την απόδοση τους σε μερικά φορτία, αποτελεί σημαντικό ρόλο στην διαστασιολόγηση. Οι παράμετροι υπολογισμού βρίσκονται σε πίνακες (βλέπε Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010 σελ.9 ενότητα 2.2) και για συγκεκριμένες περιοχές πρέπει να ληφθούν υπόψιν οι μέσες ελάχιστες μηνιαίες θερμοκρασίες και οι μέσες απολύτως μηνιαίες ελάχιστες θερμοκρασίες με την βοήθεια πινάκων (βλέπε Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010 σελ.9 ενότητα 2.2) [23].

### 3.2.3 Συνθήκες σχεδιασμού θέρους

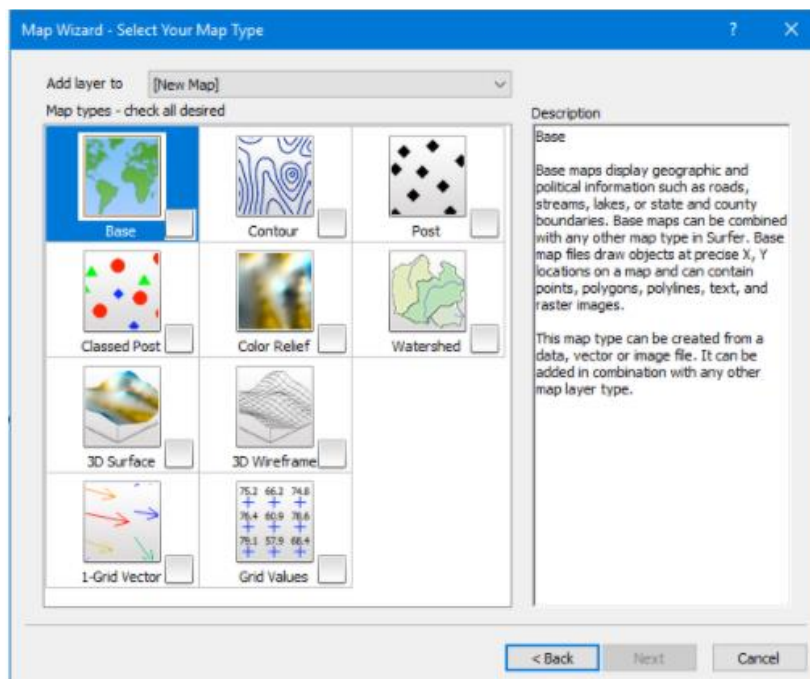
Οι συνθήκες σχεδιασμού θέρους εφαρμόζονται για την διαστασιολόγηση των συστημάτων ψύξης και κλιματισμού κατά την θερινή περίοδο. Για την βέλτιστη αξιοποίηση και διαχείριση της ενέργειας τα συστήματα θέρμανσης μεγάλης ισχύος επιλέγονται έτσι ώστε να έχουν την μέγιστη απόδοση κατά την λειτουργία σε μερικά φορτία. Συγκεκριμένα, σε κτηριακές εγκαταστάσεις όπου λειτουργούν όλο το 24ώρο και σε περιοχές όπου η εξωτερική θερμοκρασία παρουσιάζει διακύμανση κατά την διάρκεια της ημέρας, η απόδοση των συστημάτων ψύξης σε μερικά φορτία παίζει σημαντικό ρόλο. Οι συνθήκες σχεδιασμού σε πολλές περιοχές δεν έχουν σημαντικές αλλαγές, με την διαφορά να βρίσκεται στα αστικά κέντρα όπου η μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία έχει αυξηθεί κατά 1-2°C [23].

### 3.3 Χωρική κατανομή και διαγράμματα θερμοκρασίας-ύψους

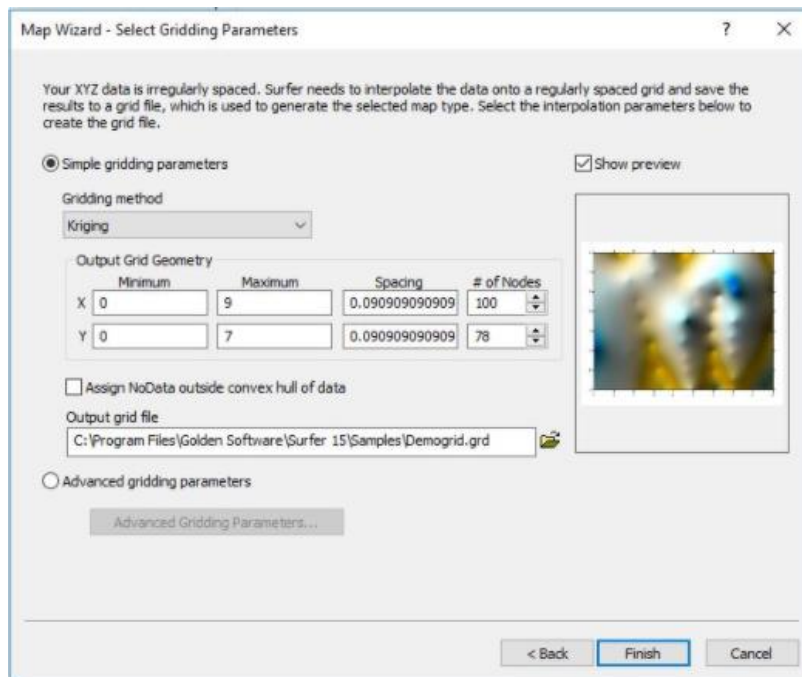
Η χωρική κατανομή μας δείχνει την κατανομή της θερμοκρασίας, το υψόμετρο και την παράκτια γραμμή των διαφορετικών περιοχών της Αττικής και προκύπτει όταν η μετρούμενη ποσότητα σε διαφορετικές τοποθεσίες παρουσιάζει μια ποικιλομορφία. Για την δημιουργία των παρακάτω χαρτών χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Surfer, το οποίο είναι ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα για τρισδιάστατες επιφάνειες, που χρησιμοποιεί κατάλληλα δεδομένα απεικονίζοντας στο τέλος τον επιθυμητό χάρτη. Στην προκυμμένη περίπτωση, αρχικά αντλούνται τα κλιματολογικά δεδομένα και μετά ορίζονται οι παράμετροι X,Y,Z. Στην συνέχεια γίνεται η επιλογή του επιθυμητού χάρτη, δηλαδή επιλογή της βάσης του χάρτη μέσα από μια μεγάλη γκάμα χαρτών και γραφημάτων, βάσει των δεδομένων, και της επιθυμητής τελικής μορφής. Έπειτα γίνεται η επιλογή των διαγραμμίσεων, των επιθυμητών χρωμάτων για τον διαχωρισμό των θερμοκρασιών, των υψομέτρων και της παράκτιας γραμμής. Τέλος, γίνονται οι διορθώσεις σε τυχόν λάθος διαγραμμίσεις και ολοκληρώνεται η διαδικασία σχεδιασμού των χαρτών χωρικής κατανομής.



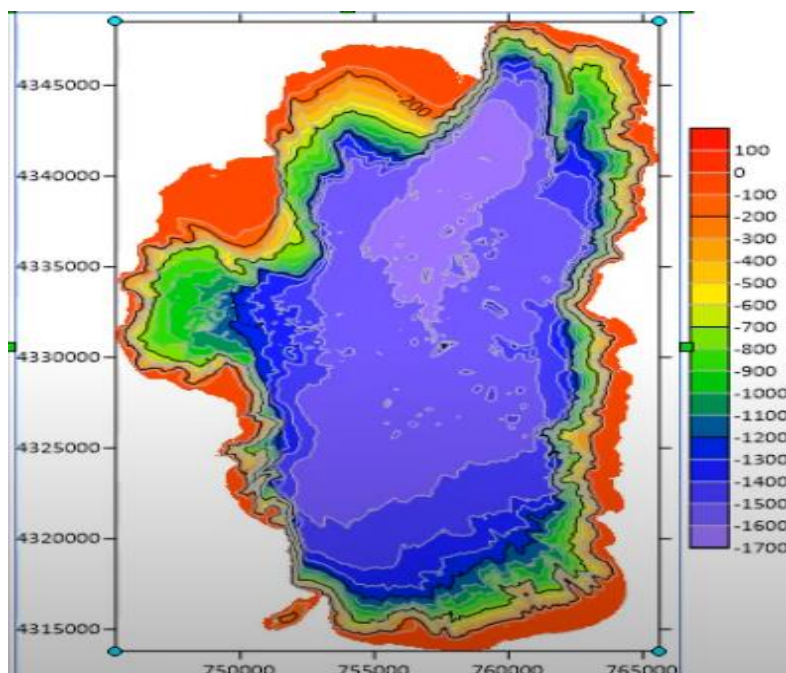
Εικόνα 14<sup>α</sup>. Βήμα 1<sup>ο</sup>. Επιλογή δεδομένων και ορισμός μεταβλητών



Εικόνα 14<sup>β</sup>. Βήμα 2<sup>ο</sup>. Επιλογή βάσης χάρτη

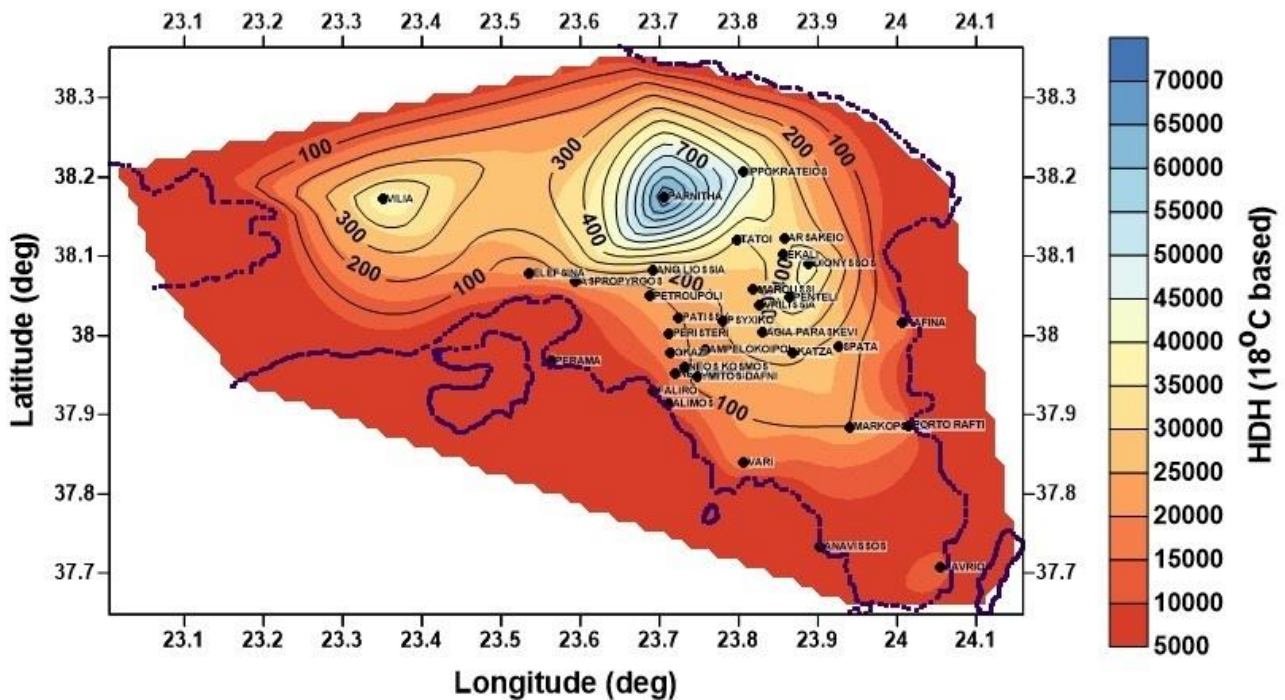


Εικόνα 14<sup>γ</sup>. Βήμα 3<sup>ο</sup>. Ορισμός διαγραμμίσεων



Εικόνα 14<sup>δ</sup>. Βήμα 4<sup>ο</sup>. Τελική απεικόνιση του χάρτη

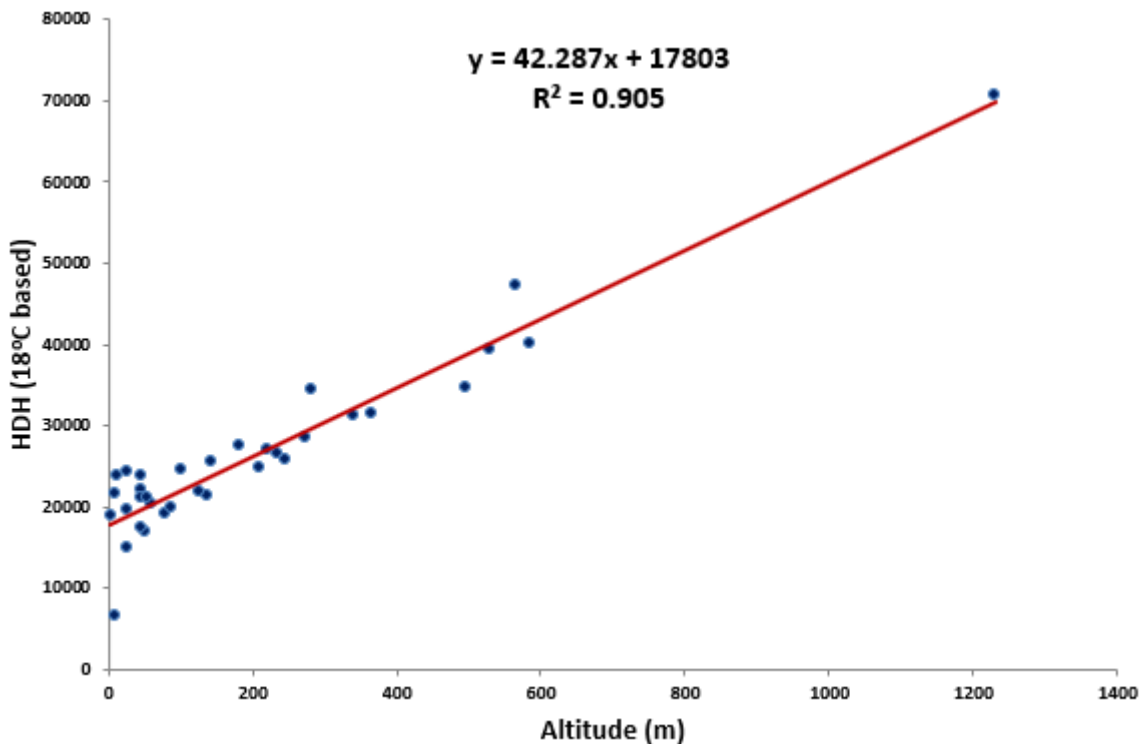
### 3.3.1 Χωρική κατανομή βαθμοωρών θέρμανσης με θερμοκρασία βάσης 18°C



Εικόνα 15. Χωρική κατανομή των ετήσιων βαθμοωρών θέρμανσης (HDH) με θερμοκρασία βάσης 18°C.

Στην εικόνα 15 φαίνεται η χωρική κατανομή των βαθμοωρών θέρμανσης (HDH) σε βαθμούς Celsius με θερμοκρασία βάσης 18°C, στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία των 34 εξεταζόμενων αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών. Στην ίδια εικόνα, οι γραμμές που εμφανίζονται είναι οι ισοϋψείς καμπύλες που αποδίδουν το υψόμετρο κάθε θέσης από τη στάθμη της θάλασσας. Με βάση το σχήμα αυτό, παρατηρούμε ότι οι παράκτιες περιοχές και γενικότερα οι περιοχές με χαμηλό υψόμετρο ( $\leq 200\text{m}$ ) εμφανίζουν έναν χαμηλό ετήσιο αριθμό HDH, μικρότερο σε γενικές γραμμές μεταξύ των τιμών 15000~17000°C. Οι περιοχές με υψόμετρο μεγαλύτερο των 200m και μικρότερο των 500m έχουν μια ετήσια τιμή HDH περίπου ανάμεσα στους 17000°C με 28000°C. Τέλος, οι περιοχές με υψόμετρο μεγαλύτερο των 500m έχουν υψηλές ετήσιες τιμές HDH, μεγαλύτερες από 2800°C. Η παραπάνω χωρική κατανομή μας δείχνει ότι οι ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία εντός της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών και συγκεκριμένα εντός του Λεκανοπεδίου της Αττικής. Γειτονικές περιοχές εμφανίζουν έντονες διαφορές. Αυτό οφείλεται στην υψομετρική διαφορά μεταξύ των περιοχών αλλά κυρίως στο φαινόμενο της θερμής αστικής νησίδας. Οι περιοχές που είναι κοντά και γύρω από το κέντρο της πόλης, οι οποίες εμφανίζουν και έντονη οικιστική ανάπτυξη με πυκνή δόμηση, έχουν σχετικά χαμηλό ετήσιο αριθμό HDH, σε σχέση με άλλες περιοχές που έχουν το ίδιο σχεδόν υψόμετρο. Δηλαδή, οι ενεργειακές ανάγκες των περιοχών αυτών για θέρμανση είναι σαφώς μικρότερες από γειτονικές τους περιοχές που έχουν και μεγαλύτερο υψόμετρο, αλλά και εμφανίζουν χαμηλότερη οικιστική ανάπτυξη, με χαμηλότερα κτίρια, πιο πολύ πράσινο και ελεύθερους χώρους. Αυτό δείχνει καθαρά την επίδραση του φαινομένου (στην προκειμένη περίπτωση θετική) της θερμής αστικής νησίδας στον ετήσιο αριθμό των HDH. Ένα άλλο εύρημα είναι ο διαφορετικός τύπος

κλιματικής ζώνης που διαμορφώνεται σε μια τόσο μικρή περιοχή όπως είναι αυτή του λεκανοπεδίου της Αττικής. Όπως αναλύθηκε προηγουμένως, βάσει του KENAK στην Ελλάδα έχουμε τέσσερις κλιματικές ζώνες, όπως φαίνεται εικόνα 13. Οι δεκαεπτά (17) από τις περιοχές μελέτης ανήκουν στη ζώνη Α ( $HDH \leq 24000^{\circ}\text{C}$  ή  $HDD \leq 1000^{\circ}\text{C}$ ), οι δεκατρείς (13) περιοχές ανήκουν στη ζώνη Β ( $24000^{\circ}\text{C} \leq HDH \leq 36000^{\circ}\text{C}$ ), τρεις (3) περιοχές (Βίλια, Διόνυσος και Ιπποκράτειος Πολιτεία με υψόμετρο περίπου 500m) ανήκουν στη ζώνη Γ ( $36000^{\circ}\text{C} \leq HDH \leq 48000^{\circ}\text{C}$ ) και μια περιοχή (Πάρνηθα) ανήκει στη ζώνη Δ ( $HDH \geq 48000^{\circ}\text{C}$ ). Ουσιαστικά, διαπιστώνεται ότι μέσα στην ευρύτερη περιοχή των Αθηνών και ιδιαίτερα μέσα στο λεκανοπέδιο της Αττικής, εμφανίζονται και οι τέσσερις διαφορετικές κλιματικές-ενεργειακές ζώνες με βάση τον KENAK. Το εύρημα αυτό δείχνει την ανάγκη δημιουργίας ενός «εργαλείου» που θα κατατάσσει κάθε περιοχή στην αντίστοιχη κλιματική ζώνη με βάση τα φυσικά και κλιματικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής και όχι με βάση το νομό και την περιφέρεια στην οποία βρίσκεται.

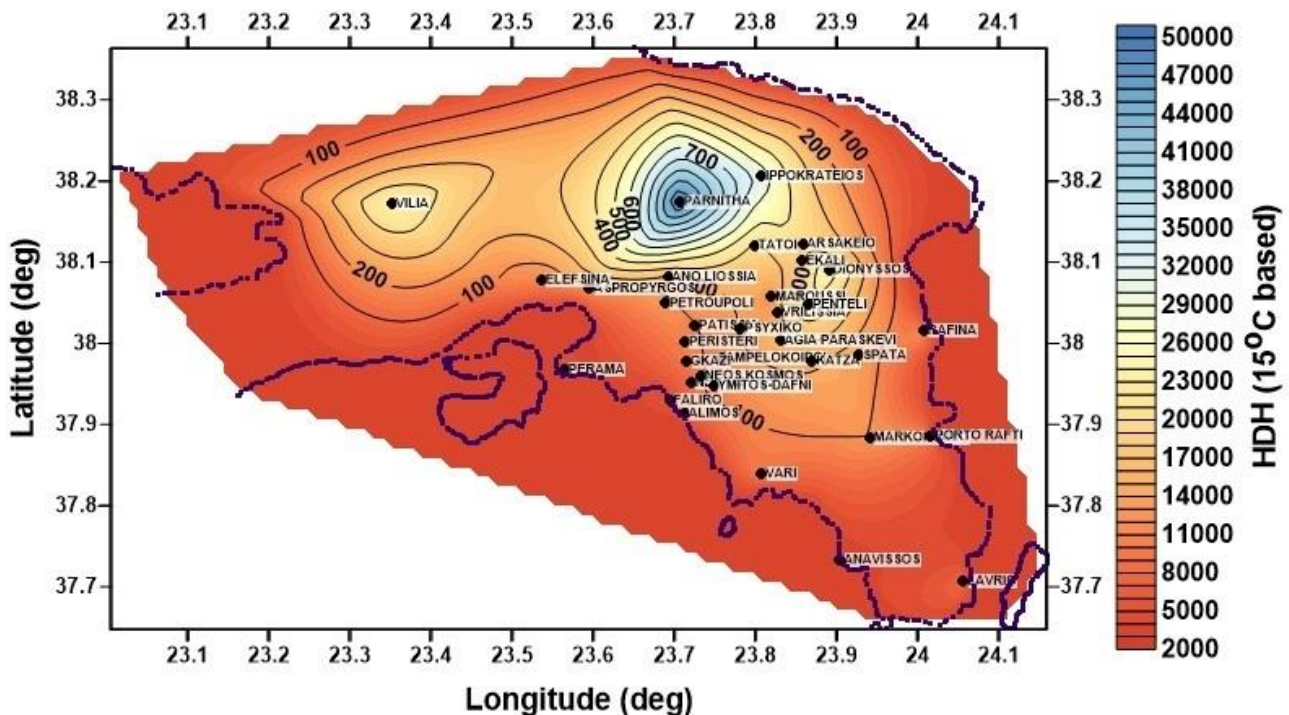


Διάγραμμα 1. Καμπύλη διασποράς μεταξύ των βαθμομερών θέρμανσης (βάση  $18^{\circ}\text{C}$ ) σε σχέση με το υψόμετρο.

Όπως φαίνεται στην παραπάνω καμπύλη, παρατηρείται μια ισχυρή γραμμική συσχέτιση ( $R^2=0.905$ ). Ειδικότερα, για κάθε 100m αύξησης του υψόμετρου, αυξάνονται αντίστοιχα κατά περίπου 423 οι βαθμώρες θέρμανσης. Ο ελάχιστος αριθμός βαθμωρών θέρμανσης είναι περίπου 17800 $^{\circ}\text{C}$ . Η γραμμική αυτή συσχέτιση είναι στατιστικά σημαντική και ερμηνεύει κατά 90.5% τη διασπορά των δεδομένων.

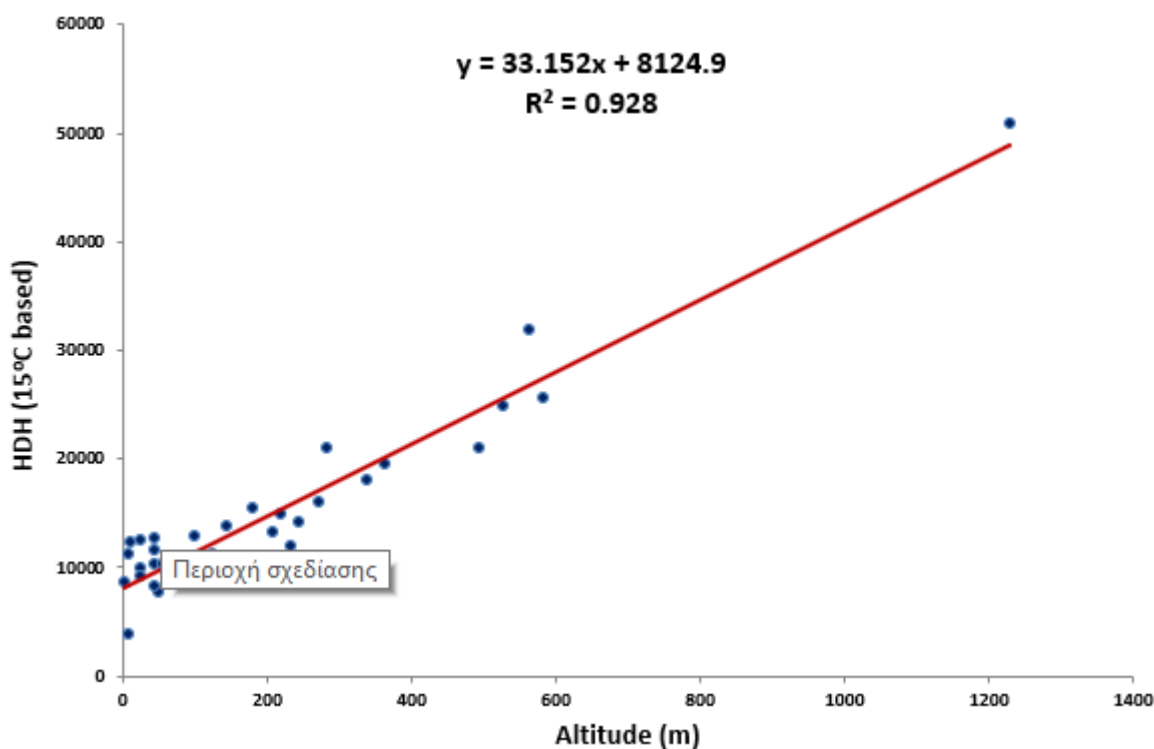


### 3.3.2 Χωρική κατανομή βαθμοωρών θέρμανσης με θερμοκρασία βάσης 15°C



Εικόνα 16. Χωρική κατανομή των ετήσιων βαθμοωρών θέρμανσης (HDH) με θερμοκρασία βάσης 15°C.

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η χωρική κατανομή των βαθμοωρών θέρμανσης (HDH) σε βαθμούς Celsius και με βάση υπολογισμό τη θερμοκρασία των 15°C στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής, με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία των 34 εξεταζόμενων αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών. Στην ίδια εικόνα φαίνονται και ισοϋψείς καμπύλες που αποδίδουν το υψόμετρο κάθε περιοχής από την στάθμη της θάλασσας. Βάσει του σχήματος παρατηρούμε ότι οι περιοχές που είναι κοντά στον αστικό ιστό όπως Πατήσια, Γκάζι, Περιστέρι, Ηλιούπολη, Αμπελόκηποι, Υμηττός-Δάφνη, Νέος Κόσμος και άλλες, με χαμηλό υψόμετρο ( $\leq 200\text{m}$ ) και οι παράκτιες περιοχές Λαύριο, Ραφήνα, Βάρη, Πόρτο Ράφτη, Ανάβυσσος κ.ά, εμφανίζουν μικρό αριθμό ετήσιων βαθμοωρών  $2000\text{ }^\circ\text{C} \leq \text{HDH} \leq 14000\text{ }^\circ\text{C}$  σε σύγκριση με τις περιοχές που έχουν μεγαλύτερο υψόμετρο ( $\leq 300\text{m}$ ) όπως είναι οι περιοχές Μαρούσι, Κηφισιά, Άνω Λιόσια, Αρσάκειο, Πεντέλη, Βριλήσσια ( $17000\text{ }^\circ\text{C} \leq \text{HDH} \leq 30000\text{ }^\circ\text{C}$ ) κ.ά. Αυτό συμβαίνει καθώς το χαμηλό υψόμετρο και η επίδραση του φαινομένου της θερμικής αστικής νησίδας έχουν ως αποτέλεσμα, η ανάγκη για θέρμανση να είναι μικρότερη σε σχέση με περιοχές που αναφέρθηκαν με μεγαλύτερο υψόμετρο. Οι περιοχές όπως η Πάρνηθα, η Ιπποκράτειος, Βίλια, Τατόι που έχουν φανερά μεγαλύτερο υψόμετρο  $400\sim 1000\text{m}$  και ετήσιες βαθμώρες ( $29000\text{ }^\circ\text{C} \leq \text{HDH} \leq 50000\text{ }^\circ\text{C}$ ), είναι περιοχές που έχουν φανερά περισσότερο ανάγκες θέρμανσης. Όπως προκύπτει και φαίνεται από εικόνα 16 εμφανίζεται ξανά η ανάγκη εύρεσης μιας μεθόδου που θα κατατάσσει τις περιοχές βάση των αναγκών για θέρμανση και όχι αποκλείστηκα με βάση τις γεωγραφικές συντεταγμένες.

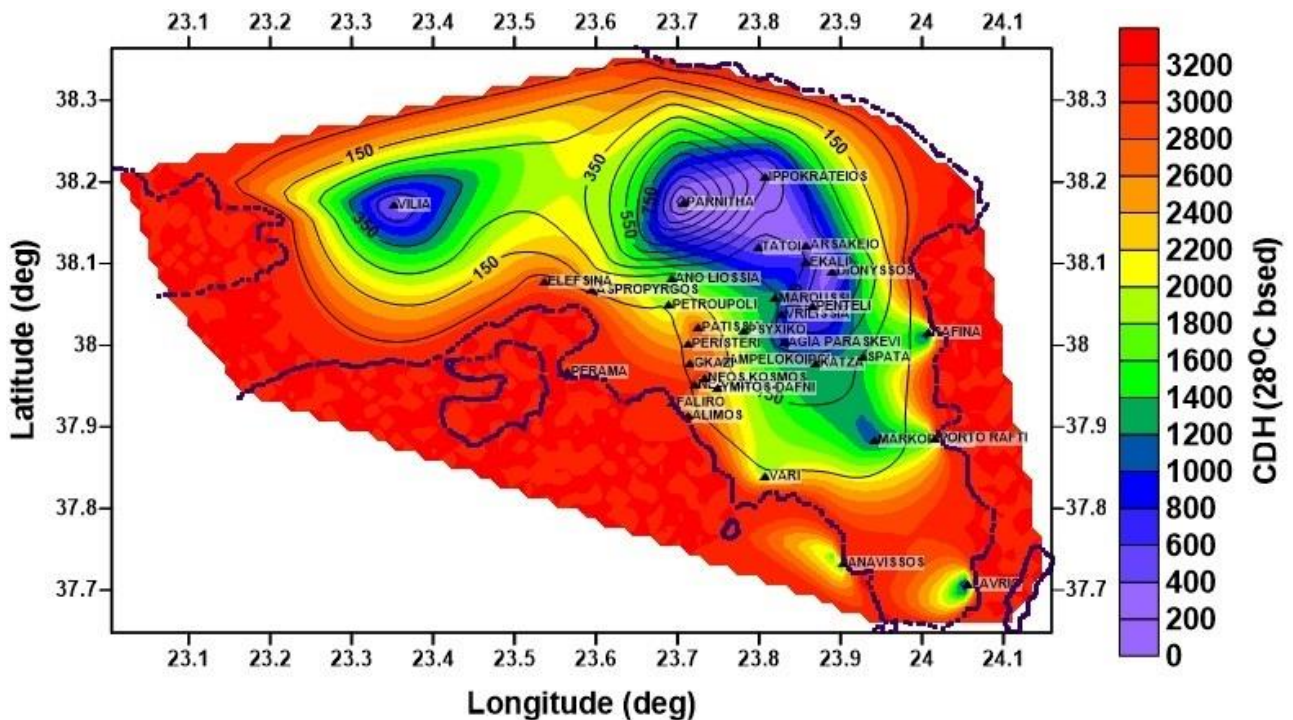


Διάγραμμα 2. Καμπύλη διασποράς μεταξύ των βαθμομερών θέρμανσης (βάση 15°C) σε σχέση με το υψόμετρο.

Με βάση την παραπάνω καμπύλη παρατηρείται μια ισχυρή γραμμική συσχέτιση ( $R^2=0.928$ ) Ειδικότερα, για κάθε 100m αύξησης του υψόμετρου, αυξάνονται αντίστοιχα κατά περίπου 331 οι βαθμώρες θέρμανσης. Ο ελάχιστος αριθμός βαθμοωρών θέρμανσης είναι περίπου 8124°C. Η γραμμική αυτή συσχέτιση είναι στατιστικά σημαντική και ερμηνεύει κατά 92.8% τη διασπορά των δεδομένων.

Τέλος, παρατηρούμε ότι το κλίμα της Ελλάδας κατά την χειμερινή περίοδο είναι σχετικά ήπιο, όπως φαίνεται στις παραπάνω εικόνες και διαγράμματα, αφού οι βαθμώρες θέρμανσης για θερμοκρασία βάσης 18°C παρουσιάζουν πιο ισχυρή γραμμική συσχέτιση με ελάχιστο αριθμό βαθμοωρών περίπου διπλάσιο απ'ότι στην περίπτωση των βαθμοωρών θέρμανσης με θερμοκρασία βάσης 15 °C, πράγμα που σημαίνει ότι η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα στο μεγαλύτερο μέρος της χειμερινής περιόδου είναι μεγαλύτερη από 15 °C και μικρότερη από 18°C κατά μέσο όρο

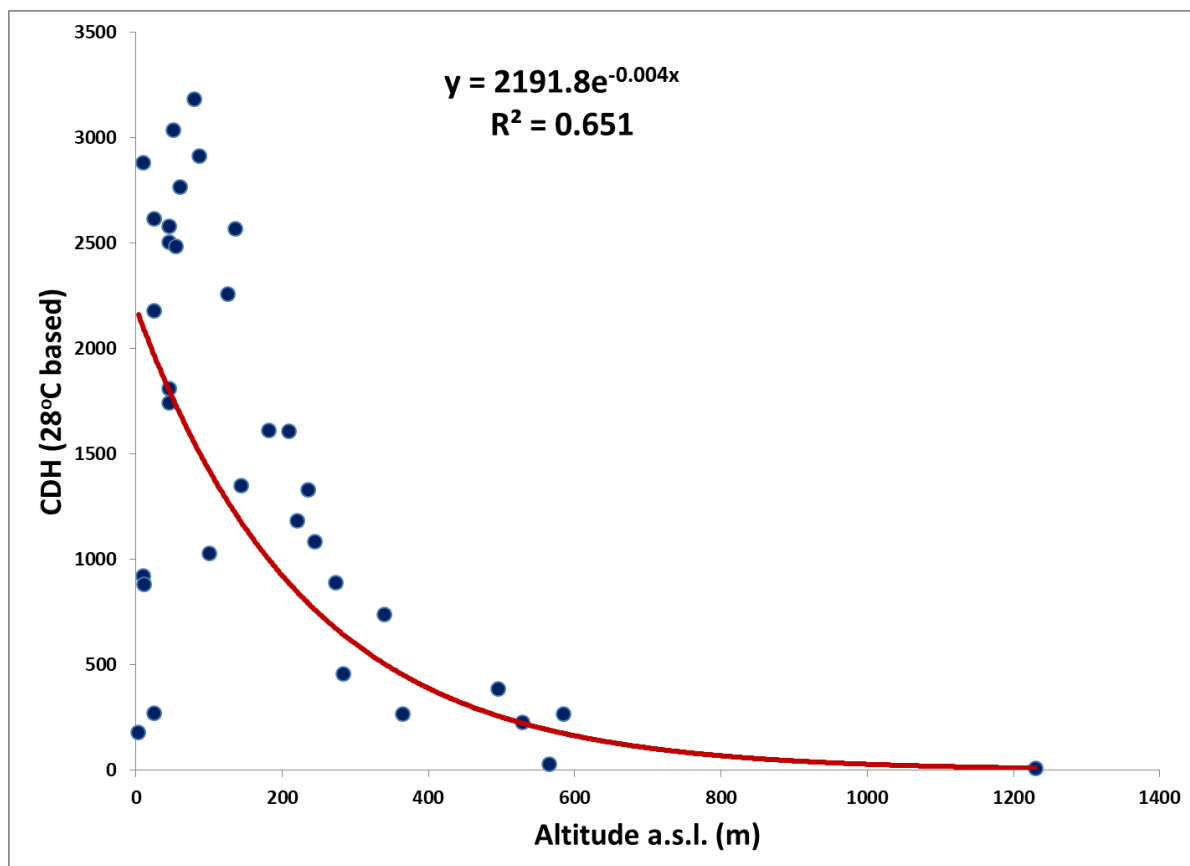
### 3.3.3 Χωρική κατανομή βαθμορών θέρμανσης για θερμοκρασία βάσης 28°C



Εικόνα 17. Χωρική κατανομή των ετήσιων βαθμορών ψύξης (CDH) με θερμοκρασία βάσης 28°C.

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η χωρική κατανομή των βαθμορών ψύξης (CDH) σε βαθμούς Celsius και με θερμοκρασία βάσης υπολογισμού τους 28°C στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία των 34 εξεταζόμενων αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών. Επίσης, εμφανίζονται οι ισούψεις καμπύλες που δείχνουν το υψόμετρο των εκάστοτε περιοχών από την στάθμη της θάλασσας. Με βάση την εικόνα αυτή παρατηρείται ότι οι παράκτιες περιοχές όπως Βάρη, Ανάβυσσος, Ραφήνα, Πόρτο Ράφτη, Λαύριο έχουν χαμηλό ετήσιο αριθμό βαθμορών ( $800^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 2000^{\circ}\text{C}$ ), το οποίο είναι αναμενόμενο καθώς η θερμοκρασία στις παράκτιες περιοχές είναι μικρότερη σε σχέση τις υπόλοιπες αφού το νερό της θάλασσας κατά την διάρκεια της ημέρας εξατμίζεται και έτσι υπάρχει ένας φυσικός δροσισμός. Οι περιοχές με μεγάλο υψόμετρο όπως Πάρνηθα, Βίλια, Τατόι, Αρσάκειο, Εκάλη, Διόνυσος, Μαρούσι, Πεντέλη κ.ά. ( $300\text{m} \leq \text{altitude} \leq 700\text{m}$ ) έχουν χαμηλό αριθμό ετήσιων βαθμορών ψύξης ( $150^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 250^{\circ}\text{C}$ ) καθώς η θερμοκρασία σε περιοχές μεγάλου υψομέτρου είναι χαμηλότερη σε σχέση με τις περιοχές σε χαμηλό υψόμετρο αφού το υψόμετρο είναι βασικός παράγοντας που επηρεάζει την θερμοκρασία του αέρα. Στην συνέχεια, οι αστικές περιοχές όπως Περιστέρι, Γκάζι, Αμπελόκηποι, Πατήσια Νέος Κόσμος, Δάφνη κ.ά. με ετήσιο αριθμό βαθμορών να κυμαίνεται  $2000^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 3100^{\circ}\text{C}$ , βρίσκονται πιο κοντά στο κέντρο απ' ό,τι οι προηγούμενες περιοχές, εμφανίζουν μεγάλο αριθμό βαθμορών ψύξης καθώς όπως αναλύθηκε προηγουμένως, αφού τις επηρεάζει το φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας, που αυξάνει την θερμοκρασία των αστικών περιοχών σε σχέση με τις περιοχές που είναι πιο μακριά από τον αστικό ιστό, δημιουργώντας έτσι μεγαλύτερη ανάγκη για ψύξη. Σε αυτό συμβάλλει και η έντονη ανθρωπογενής δραστηριότητα, καθώς το μπουτιλιάρισμα, η χρήση κλιματιστικών και η έλλειψη των ανοιχτών χώρων ενισχύουν το παραπάνω φαινόμενο.

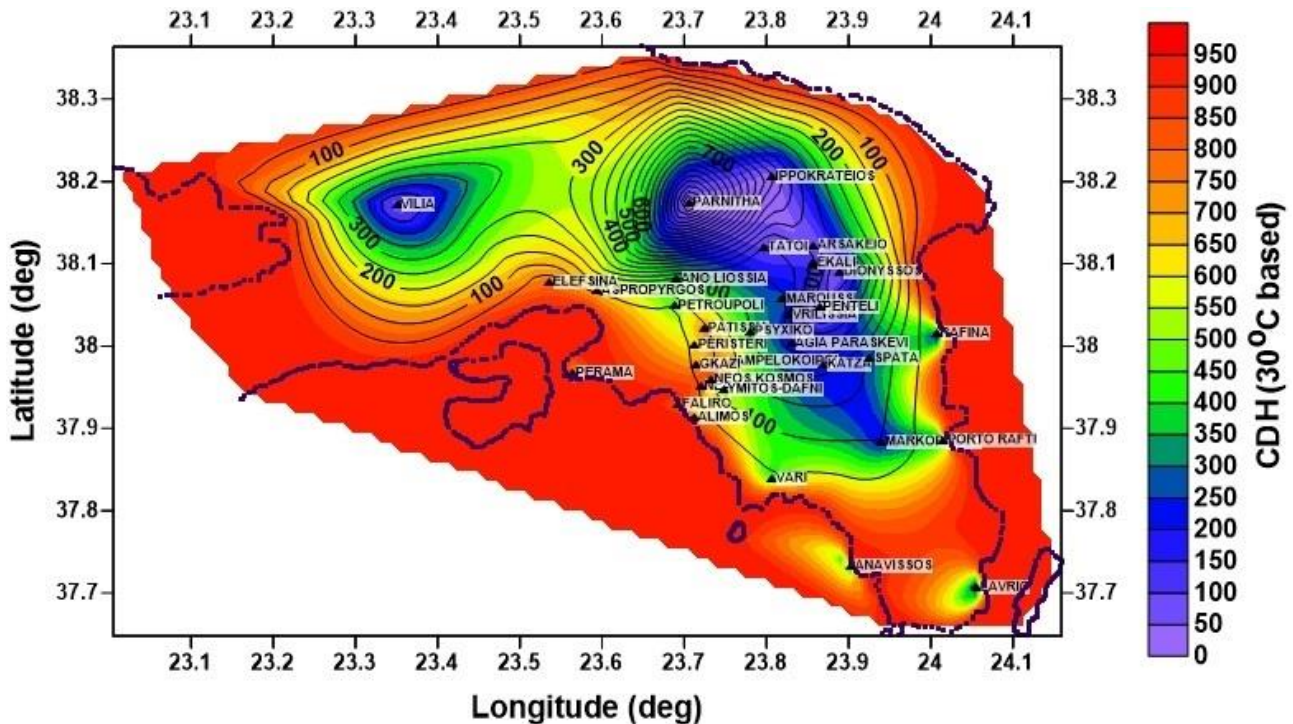
Έπειτα, στις παράκτιες περιοχές παρατηρείται μια μεγάλη διαφορά στις ετήσιες βαθμώρες ψύξης. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι παράκτιες περιοχές όπως Λαύριο, Ραφήνα, Ανάβυσσος κ.ά, έχουν χαμηλό ετήσιο αριθμό βαθμωρών ψύξης, αλλά παρατηρείται ότι παράκτιες περιοχές όπως Ασπρόπυργος, Πέραμα, Φάληρο, Άλιμος και Ελευσίνα, δεν παρουσιάζουν τα σύστοιχα αποτελέσματα έχοντας φανερά μεγαλύτερο αριθμό βαθμωρών ψύξης ( $2600 \text{ }^\circ\text{C} \leq \text{CDH} \leq 3200 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Αυτό συμβαίνει επειδή οι περιοχές Ελευσίνα, Ασπρόπυργος και Πέραμα έχουν έντονη βιομηχανική δραστηριότητα και οι περιοχές όπως Άλιμος και Φάληρο βρίσκονται κοντά στην αστική ζώνη σε σχέση με τις προαναφερθείσες περιοχές



Διάγραμμα 3. Καμπύλη διασποράς μεταξύ των βαθμωρών ψύξης (CDH-βάση 28°C) σε σχέση με το υψόμετρο.

Παρατηρείται μια ισχυρή γραμμική συσχέτιση  $R^2=0.651$ , το οποίο ερμηνεύει το 65,1% της διακύμανσης των δεδομένων. Επίσης φαίνεται η εκθετική σχέση μεταξύ του ύψους και των CDH με μείωση της θερμοκρασίας κατά 33% περίπου ανά 100 μέτρα

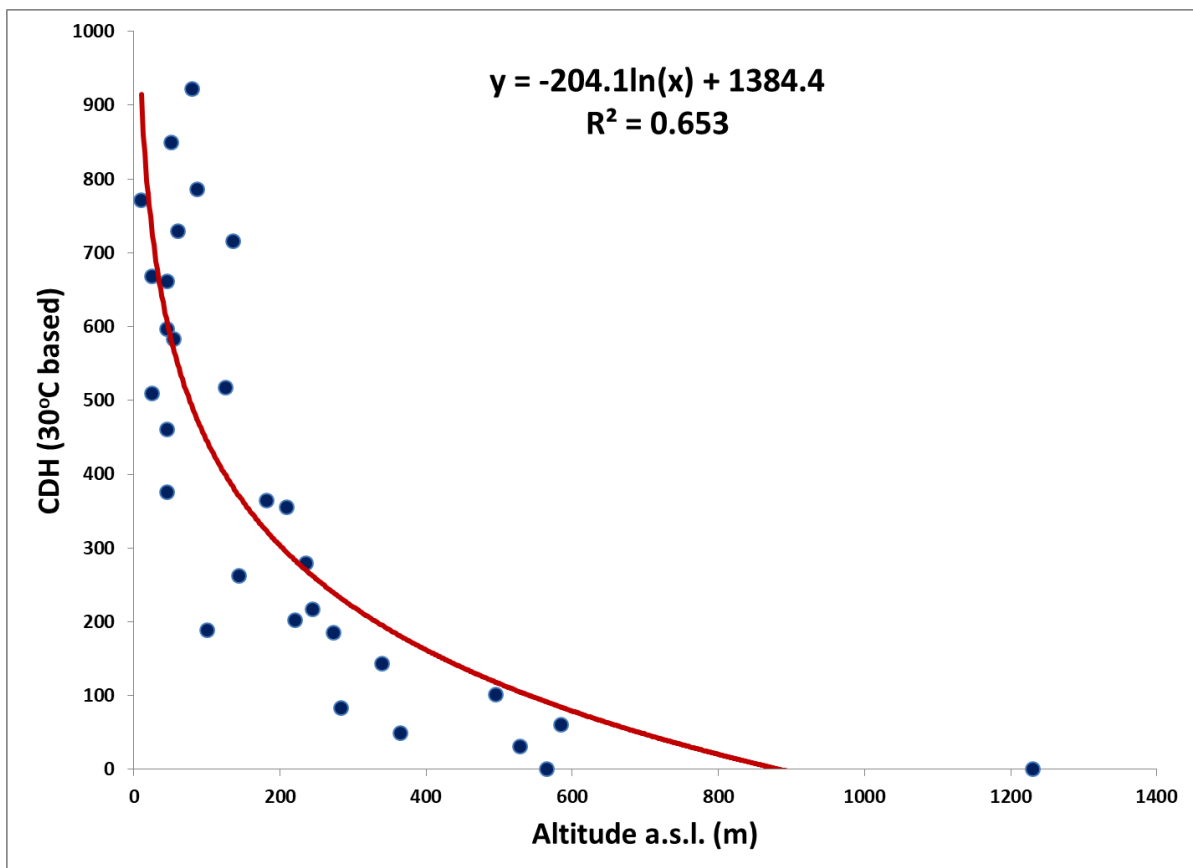
### 3.3.4 Χωρική κατανομή βαθμορών θέρμανσης για θερμοκρασία βάσης 30 °C



Εικόνα 18. Χωρική κατανομή των ετήσιων βαθμορών ψύξης (CDH) με θερμοκρασία βάσης 30°C.

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η χωρική κατανομή των βαθμορών ψύξης (CDH) σε βαθμούς Celsius και με θερμοκρασία βάσης υπολογισμού τους 30°C στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία των 34 εξεταζόμενων αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών. Στην χάρτη αυτό, εμφανίζονται επίσης, οι ισοϋψείς καμπύλες που δείχνουν το υψόμετρο των εκάστοτε περιοχών από την στάθμη της θάλασσας. Με βάση την εικόνα αυτή παρατηρείται ότι οι παράκτιες περιοχές όπως Βάρη, Ανάβυσσος, Ραφήνα, Πόρτο Ράφτη, Λαύριο έχουν χαμηλό ετήσιο αριθμό βαθμορών (350°C ≤ CDH ≤ 500°C), το οποίο είναι αναμενόμενο καθώς η θερμοκρασία στις παράκτιες περιοχές είναι μικρότερη σε σχέση τις υπόλοιπες αφού το νερό της θάλασσας κατά την διάρκεια της ημέρας εξατμίζεται και έτσι υπάρχει ένας φυσικός δροσισμός. Οι περιοχές με μεγάλο υψόμετρο όπως Πάρνηθα, Βίλια, Τατόι, Αρσάκειο, Εκάλη, Διόνυσος, Μαρούσι, Πεντέλη (300m ≤ altitude ≤ 700m), έχουν χαμηλό αριθμό ετήσιων βαθμορών ψύξης (0°C ≤ CDH ≤ 200°C) καθώς η θερμοκρασία σε περιοχές μεγάλου υψομέτρου είναι χαμηλότερη σε σχέση με τις περιοχές με χαμηλό υψόμετρο αφού το υψόμετρο είναι βασικός παράγοντας που επηρεάζει την θερμοκρασία του αέρα. Στην συνέχεια, οι αστικές περιοχές όπως Περιστέρι, Γκάζι, Αμπελόκηποι, Πατήσια Νέος Κόσμος, Δάφνη κ.ά, με ετήσιο αριθμό βαθμορών να κυμαίνεται σε 450°C ≤ CDH ≤ 950°C και βρίσκονται πιο κοντά στο κέντρο απ' ό,τι οι προηγούμενες περιοχές, εμφανίζουν μεγαλύτερο αριθμό βαθμορών ψύξης, καθώς όπως αναλύθηκε προηγουμένως τις επηρεάζει το φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας, το οποίο αυξάνει την θερμοκρασία των αστικών περιοχών σε σχέση με τις υπόλοιπες δημιουργώντας μεγαλύτερη ανάγκη για ψύξη. Σε αυτό συμβάλει και η έντονη ανθρωπογενής δραστηριότητα, καθώς το μποτιλιάρισμα η χρήση κλιματιστικών και η έλλειψη των ανοιχτών χώρων ενισχύουν το παραπάνω φαινόμενο.

Επίσης, στις παράκτιες περιοχές παρατηρείται μια μεγάλη διαφορά στις ετήσιες βαθμώρες ψύξης. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω οι παράκτιες περιοχές όπως Λαύριο, Ραφήνα, Ανάβυσσος κ.α. έχουν χαμηλό ετήσιο αριθμό βαθμωρών ψύξης, αλλά παρατηρείται ότι οι παράκτιες περιοχές όπως Ασπρόπυργος, Πέραμα, Φάληρο, Άλιμος και Ελευσίνα δεν παρουσιάζουν τα σύστοιχα αποτελέσματα έχοντας φανερά μεγαλύτερο αριθμό βαθμωρών ψύξης ( $700^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 950^{\circ}\text{C}$ ). Αυτό συμβαίνει επειδή οι περιοχές Ελευσίνα, Ασπρόπυργος και Πέραμα έχουν έντονη βιομηχανική δραστηριότητα και οι περιοχές όπως Άλιμος και Φάληρο βρίσκονται κοντά στην αστική ζώνη σε σχέση με τις προαναφερθείσες περιοχές .



Διάγραμμα 4. Καμπύλη διασποράς μεταξύ των βαθμωρών ψύξης (CDH-βάση 30 °C) σε σχέση με το υψόμετρο.

Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, υπάρχει μια λογαριθμική εξάρτηση μεταξύ των CDH και του ύψους και μια ισχυρή γραμμική συσχέτιση αφού ερμηνεύεται το 65,3% της διακύμανσης των δεδομένων

### 3.4 Μέσες μηνιαίες τιμές CDH&HDH

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι μηνιαίες μετρήσεις βαθμωρών θέρμανσης και ψύξης των 34 περιοχών της Αττικής

| a/a | Station        | Hasl(m) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 5775,30             | 7998,62             | 0,00                | 0,00                |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 4825,46             | 7046,30             | 0,00                | 0,00                |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 3543,30             | 5409,50             | 0,00                | 0,00                |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136,00  | 3620,80             | 5818,70             | 0,00                | 0,00                |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 1134,60             | 1441,50             | 0,00                | 0,00                |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 4780,20             | 6984,30             | 0,00                | 0,00                |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 4140,40             | 6350,40             | 0,00                | 0,00                |
| 8   | Βάρη           | 45      | 3427,05             | 5634,87             | 0,00                | 0,00                |
| 9   | Βίλια          | 528     | 6739,09             | 8971,09             | 0,00                | 0,00                |
| 10  | Βριλήσσια      | 245     | 4763,46             | 6988,33             | 0,00                | 0,00                |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 3333,43             | 5511,80             | 0,00                | 0,00                |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 6472,18             | 8704,18             | 0,00                | 0,00                |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 5217,30             | 7541,06             | 0,00                | 0,00                |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 4390,53             | 6622,53             | 0,00                | 0,00                |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 7313,83             | 9545,83             | 0,00                | 0,00                |
| 16  | Κάτζα          | 221     | 4398,28             | 6609,20             | 0,00                | 0,00                |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 2877,11             | 5022,93             | 0,00                | 0,00                |
| 18  | Μαρκόπουλο     | 100     | 3786,65             | 5979,28             | 0,00                | 0,00                |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 4445,40             | 6674,92             | 0,00                | 0,00                |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 2731,10             | 4872,58             | 0,00                | 0,00                |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 3158,90             | 5349,98             | 0,00                | 0,00                |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 10261,00            | 12493,00            | 0,00                | 0,00                |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 3401,94             | 5606,97             | 0,00                | 0,00                |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 5648,82             | 7880,82             | 0,00                | 0,00                |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 3299,33             | 5391,83             | 0,00                | 0,00                |
| 26  | Περιστέρι      | 55      | 3503,00             | 5710,51             | 0,00                | 0,00                |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 4399,83             | 6606,72             | 0,00                | 0,00                |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 3792,85             | 5970,60             | 0,00                | 0,00                |
| 29  | Ραφήνα         | 25      | 4162,99             | 6347,87             | 0,00                | 0,00                |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 4013,88             | 6220,15             | 0,00                | 0,00                |
| 31  | Τατόι          | 283     | 6078,17             | 8310,17             | 0,00                | 0,00                |
| 32  | Υμηττός-Δάφνη  | 125     | 4207,32             | 6439,32             | 0,00                | 0,00                |
| 33  | Φάληρο         | 25      | 2554,40             | 4498,10             | 0,00                | 0,00                |
| 34  | Ψυχικό         | 209     | 4109,05             | 6320,90             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 41. Μέσες μηνιαίες τιμές για τον Ιανουάριο

| a/a | Station        | Hasl(m) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 4010,72             | 6006,00             | 0,00                | 0,00                |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 3540,51             | 5710,82             | 0,00                | 0,00                |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 2139,20             | 4034,80             | 0,00                | 0,00                |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136,00  | 2372,44             | 4298,00             | 0,00                | 0,00                |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 826,00              | 1083,60             | 0,00                | 0,00                |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 3152,80             | 5129,60             | 0,00                | 0,00                |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 2506,00             | 4429,04             | 0,00                | 0,00                |
| 8   | Βάρη           | 45      | 2256,52             | 4198,32             | 0,00                | 0,00                |
| 9   | Βίλια          | 528     | 4959,08             | 6975,08             | 0,00                | 0,00                |
| 10  | Βρυλήσια       | 245     | 2733,08             | 4684,96             | 0,00                | 0,00                |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 2245,60             | 4222,68             | 0,00                | 0,00                |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 3778,59             | 5971,22             | 0,00                | 0,00                |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 3686,48             | 5753,44             | 0,00                | 0,00                |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 2126,88             | 4054,12             | 0,00                | 0,00                |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 5482,68             | 7491,40             | 0,00                | 0,00                |
| 16  | Κάτζα          | 221     | 3216,08             | 5193,44             | 0,00                | 0,00                |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 2030,00             | 3949,12             | 0,00                | 0,00                |
| 18  | Μαρκόπουλο     | 100     | 2930,48             | 4912,32             | 0,00                | 0,00                |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 328,72              | 5108,88             | 0,00                | 0,00                |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 1643,04             | 3445,96             | 0,00                | 0,00                |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 2101,68             | 3983,56             | 0,00                | 0,00                |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 8277,36             | 10293,36            | 0,00                | 0,00                |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 2059,96             | 3974,04             | 0,00                | 0,00                |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 4130,56             | 6123,04             | 0,00                | 0,00                |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 1660,12             | 3445,68             | 0,00                | 0,00                |
| 26  | Περιστερί      | 55      | 2167,20             | 4335,52             | 0,00                | 0,00                |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 2478,84             | 4387,60             | 0,00                | 0,00                |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 2579,92             | 4538,24             | 0,00                | 0,00                |
| 29  | Ραφήνα         | 25      | 2597                | 4570,44             | 0,00                | 0,00                |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 2979,48             | 4955,44             | 0,00                | 0,00                |
| 31  | Τατόι          | 283     | 4156,04             | 6163,92             | 0,00                | 0,00                |
| 32  | Υμηττός-Δάφνη  | 125     | 2535,12             | 4550,28             | 0,00                | 0,00                |
| 33  | Φάληρο         | 25      | 3203,20             | 3203,20             | 0,00                | 0,00                |
| 34  | Ψυχικό         | 209     | 2936,36             | 4897,20             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 42. Μέσες μηνιαίες τιμές για τον Φεβρουάριο



| a/a | Station        | Hasl(m) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 2855,10             | 5059,20             | 0,00                | 0,00                |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 2063,98             | 4175,39             | 0,00                | 0,00                |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 1032,30             | 2963,60             | 0,00                | 0,00                |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136,00  | 1386,63             | 3233,30             | 0,00                | 0,00                |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 663,40              | 1010,60             | 0,00                | 0,00                |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 1918,90             | 4014,50             | 0,00                | 0,00                |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 1289,60             | 3228,03             | 0,00                | 0,00                |
| 8   | Βάρη           | 45      | 1271,93             | 3306,77             | 0,00                | 0,00                |
| 9   | Βίλια          | 528     | 3809,90             | 6034,77             | 0,00                | 0,00                |
| 10  | Βριλήσσια      | 245     | 1565,81             | 3622,35             | 0,00                | 0,00                |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 1301,38             | 3165,72             | 0,00                | 0,00                |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 3778,59             | 5971,22             | 0,00                | 0,00                |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 2706,92             | 4935,51             | 0,00                | 0,00                |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 973,09              | 2863,78             | 0,00                | 0,00                |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 4913,19             | 6946,17             | 0,00                | 0,00                |
| 16  | Κάτζα          | 221     | 2138,69             | 4236,46             | 0,00                | 0,00                |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 1299,83             | 3275,15             | 0,00                | 0,00                |
| 18  | Μαρκόπουλο     | 100     | 1785,29             | 3859,81             | 0,00                | 0,00                |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 2066,77             | 4077,74             | 0,00                | 0,00                |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 851,26              | 2480,93             | 0,00                | 0,00                |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 1135,22             | 2851,07             | 0,00                | 0,00                |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 7596,24             | 9827,62             | 0,00                | 0,00                |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 1046,25             | 2832,47             | 0,00                | 0,00                |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 3180,29             | 5388,11             | 0,00                | 0,00                |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 685,41              | 2387,31             | 0,00                | 0,00                |
| 26  | Περιστέρι      | 55      | 1155,06             | 3027,46             | 0,00                | 0,00                |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 1583,17             | 3622,97             | 0,00                | 0,00                |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 1752,43             | 3816,41             | 0,00                | 0,00                |
| 29  | Ραφήνα         | 25      | 1678,96             | 3755,96             | 0,00                | 0,00                |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 1980,90             | 4064,72             | 0,00                | 0,00                |
| 31  | Τατόι          | 3       | 716,41              | 2441,56             | 0,00                | 0,00                |
| 32  | Υμηττός-Δάφνη  | 283     | 2886,10             | 5104,77             | 0,00                | 0,00                |
| 33  | Φάληρο         | 125     | 769,11              | 2598,73             | 0,00                | 0,00                |
| 34  | Ψυχικό         | 25      | 808,79              | 1960,44             | 0,00                | 0,00                |
| 35  | Ψυχικό         | 209     | 1739,72             | 3754,72             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 43. Μέσες μηνιαίες τιμές για τον Μάρτιο

| a/a | Station        | Hasl(m) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 40,20               | 100,50              | 0,00                | 0,00                |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 603,26              | 1830,86             | 0,00                | 0,00                |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 180,00              | 1083,00             | 0,00                | 0,00                |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136,00  | 201,00              | 1056,00             | 0,00                | 0,00                |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 207,00              | 663,00              | 0,00                | 0,00                |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 459,00              | 1599,00             | 0,00                | 0,00                |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 225,00              | 1095,00             | 0,00                | 0,00                |
| 8   | Βάρη           | 45      | 264,00              | 1349,10             | 0,00                | 0,00                |
| 9   | Βίλια          | 528     | 1393,50             | 3109,50             | 0,00                | 0,00                |
| 10  | Βριλήσσια      | 245     | 478,20              | 1572,00             | 0,00                | 0,00                |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 163,20              | 970,20              | 0,00                | 0,00                |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 1600,50             | 3258,30             | 0,00                | 0,00                |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 795,30              | 2229,30             | 0,00                | 0,00                |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 117,00              | 879,60              | 0,00                | 0,00                |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 2805,30             | 4124,70             | 0,00                | 0,00                |
| 16  | Κάτζα          | 221     | 558,90              | 1913,10             | 0,00                | 0,00                |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 218,70              | 1331,10             | 0,00                | 0,00                |
| 18  | Μαρκόπουλος    | 100     | 434,10              | 1693,20             | 0,00                | 0,00                |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 467,70              | 1623,30             | 0,00                | 0,00                |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 85,50               | 652,50              | 0,00                | 0,00                |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 134,40              | 849,90              | 0,00                | 0,00                |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 4589,70             | 6682,50             | 0,00                | 0,00                |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 125,40              | 848,70              | 0,00                | 0,00                |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 1118,40             | 2652,30             | 0,00                | 0,00                |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 134,70              | 870,30              | 0,00                | 0,00                |
| 26  | Περιστέρη      | 55      | 187,50              | 1038,00             | 0,00                | 0,00                |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 352,80              | 1311,90             | 0,00                | 0,00                |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 415,20              | 1619,40             | 0,00                | 0,00                |
| 29  | Ραφήνα         | 25      | 516,30              | 1943,10             | 0,00                | 0,00                |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 498,00              | 1762,20             | 0,00                | 0,00                |
| 31  | Τατόι          | 283     | 954,60              | 2454,00             | 0,00                | 0,00                |
| 32  | Υμηττός-Δάφνη  | 125     | 195,30              | 1150,50             | 0,00                | 0,00                |
| 33  | Φάληρο         | 25      | 93,00               | 396,00              | 0,00                | 0,00                |
| 34  | Ψυχικό         | 209     | 359,10              | 1439,10             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 44. Μέσες μηνιαίες τιμές για τον Απρίλιο

| a/a | Station        | Hasl(m) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 69,13               | 530,1               | 0,00                | 0,00                |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 13,02               | 260,09              | 0,00                | 0,00                |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 0,00                | 67,27               | 0,00                | 0,00                |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136,00  | 3,10                | 74,40               | 0,00                | 0,00                |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 0,00                | 84,00               | 0,00                | 0,00                |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 179,80              | 359,60              | 0,00                | 0,00                |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 0,00                | 71,30               | 0,00                | 0,00                |
| 8   | Βάρη           | 45      | 0,00                | 90,21               | 0,00                | 0,00                |
| 9   | Βίλια          | 528     | 187,55              | 978,67              | 0,00                | 0,00                |
| 10  | Βριλήσσια      | 245     | 6,82                | 194,37              | 0,00                | 0,00                |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 0,93                | 52,08               | 0,31                | 0,00                |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 244,90              | 952,94              | 0,00                | 0,00                |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 48,67               | 420,67              | 0,00                | 0,00                |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 117,00              | 879,60              | 0,00                | 0,00                |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 429,66              | 1554,03             | 0,00                | 0,00                |
| 16  | Κάτza          | 221     | 14,57               | 271,87              | 0,00                | 0,00                |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 0,00                | 86,18               | 0,00                | 0,00                |
| 18  | Μαρκόπουλο     | 100     | 5,27                | 171,74              | 0,00                | 0,00                |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 5,27                | 196,54              | 0,00                | 0,00                |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 0,31                | 22,94               | 0,00                | 0,00                |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 1,24                | 45,26               | 0,00                | 0,00                |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 2001,36             | 3876,55             | 0,00                | 0,00                |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 0,00                | 30,38               | 7,13                | 0,00                |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 110,36              | 689,44              | 0,00                | 0,00                |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 0,00                | 43,09               | 0,00                | 0,00                |
| 26  | Περιστέρι      | 55      | 0,00                | 38,75               | 0,00                | 0,00                |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 0,00                | 137,33              | 0,00                | 0,00                |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 5,27                | 140,43              | 0,00                | 0,00                |
| 29  | Ραφήνα         | 25      | 0,00                | 193,75              | 0,00                | 0,00                |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 10,23               | 195,92              | 0,00                | 0,00                |
| 31  | Τατόι          | 283     | 51,77               | 475,23              | 0,00                | 0,00                |
| 32  | Υμηττός-Δάφνη  | 125     | 0,00                | 87,11               | 0,00                | 0,00                |
| 33  | Φάληρο         | 25      | 0,00                | 23,56               | 0,00                | 0,00                |
| 34  | Ψυχικό         | 209     | 4,96                | 165,23              | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 45. Μέσες μηνιαίες τιμές για τον Μάιο

| a/a | Station        | Hasl(m) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 0,00                | 6,60                | 59,40               | 11,40               |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 0,00                | 0,00                | 188,48              | 57,66               |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 0,00                | 0,00                | 234,60              | 67,80               |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136,00  | 0,00                | 0,00                | 381,00              | 105,00              |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 0,00                | 0,00                | 99,00               | 27,00               |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 0,00                | 0,00                | 246,00              | 48,00               |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 0,00                | 0,00                | 384,00              | 100,80              |
| 8   | Βάρη           | 45      | 0,00                | 0,00                | 213,30              | 54,00               |
| 9   | Βίλια          | 528     | 6,30                | 89,10               | 10,20               | 2,10                |
| 10  | Βριλήσσια      | 245     | 0,00                | 0,00                | 203,40              | 56,10               |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 0,00                | 0,00                | 360,30              | 88,50               |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 6,00                | 83,10               | 79,50               | 25,80               |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 0,00                | 9,30                | 146,70              | 43,50               |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 0,00                | 0,00                | 443,40              | 109,80              |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 17,70               | 215,40              | 15,00               | 0,00                |
| 16  | Κάτζα          | 221     | 0,00                | 3,00                | 173,10              | 28,80               |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 0,00                | 0,00                | 65,40               | 6,90                |
| 18  | Μαρκόπουλο     | 100     | 0,00                | 1,20                | 186,00              | 51,60               |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 0,00                | 1,50                | 204,00              | 49,20               |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 0,00                | 0,00                | 445,80              | 112,20              |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 0,00                | 0,00                | 424,50              | 111,00              |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 453,00              | 1499,10             | 3,30                | 0,00                |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 0,00                | 0,00                | 449,70              | 138,90              |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 0,00                | 30,30               | 116,10              | 42,90               |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 0,00                | 0,00                | 307,80              | 77,40               |
| 26  | Περιστέρι      | 55      | 0,00                | 0,00                | 358,50              | 96,30               |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 0,00                | 0,00                | 320,10              | 106,20              |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 0,00                | 1,20                | 123,60              | 16,50               |
| 29  | Ραφήνα         | 25      | 0,00                | 2,40                | 29,40               | 0,00                |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 0,00                | 2,40                | 173,10              | 36,00               |
| 31  | Τατόι          | 283     | 0,00                | 6,30                | 83,40               | 12,90               |
| 32  | Υμηττός-Δάφνη  | 125     | 0,00                | 0,00                | 312,90              | 60,90               |
| 33  | Φάληρο         | 25      | 0,00                | 0,00                | 311,70              | 73,50               |
| 34  | Ψυχικό         | 209     | 0,00                | 0,60                | 263,10              | 57,60               |

Πίνακας 46. Μέσες μηνιαίες τιμές για τον Ιούνιο

| a/a | Station        | Hasl(m) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 0,00                | 0,00                | 128,65              | 31,31               |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 0,00                | 0,00                | 403,62              | 88,35               |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 0,00                | 0,00                | 811,27              | 151,28              |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136,00  | 0,00                | 0,00                | 1103,6              | 322,4               |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 0,00                | 0,00                | 347,20              | 74,40               |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 0,00                | 0,00                | 706,80              | 176,70              |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 0,00                | 0,00                | 1066,40             | 269,70              |
| 8   | Βάρη           | 45      | 0,00                | 0,00                | 601,71              | 101,68              |
| 9   | Βίλια          | 528     | 0,00                | 3,10                | 125,24              | 17,98               |
| 10  | Βριλήσσια      | 245     | 0,00                | 0,00                | 493,83              | 112,84              |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 0,00                | 0,00                | 1162,19             | 322,40              |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 0,00                | 1,55                | 111,29              | 28,21               |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 0,00                | 0,00                | 306,90              | 71,61               |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 0,00                | 0,00                | 1120,34             | 271,25              |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 0,00                | 5,27                | 12,40               | 0,00                |
| 16  | Κάτζα          | 221     | 0,00                | 0,00                | 489,18              | 83,70               |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 0,00                | 0,00                | 75,02               | 4,03                |
| 18  | Μαρκόπουλο     | 100     | 0,00                | 0,00                | 446,71              | 80,91               |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 0,00                | 0,00                | 577,22              | 128,03              |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 0,00                | 0,00                | 1208,69             | 349,68              |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 0,00                | 0,00                | 1337,96             | 420,67              |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 42,47               | 445,78              | 6,82                | 0,00                |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 0,00                | 0,00                | 1135,84             | 308,45              |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 0,00                | 0,00                | 168,33              | 50,53               |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 0,00                | 0,00                | 946,74              | 208,32              |
| 26  | Περιστέρι      | 55      | 0,00                | 0,00                | 925,66              | 204,91              |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 0,00                | 0,00                | 769,73              | 217,93              |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 0,00                | 0,00                | 384,09              | 61,07               |
| 29  | Ραφήνα         | 25      | 0,00                | 0,00                | 73,16               | 7,75                |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 0,00                | 0,00                | 584,66              | 114,70              |
| 31  | Τατόι          | 283     | 0,00                | 0,00                | 166,47              | 38,75               |
| 32  | Υμηττός-Δάφνη  | 125     | 0,00                | 0,00                | 964,10              | 225,68              |
| 33  | Φάληρο         | 25      | 0,00                | 0,00                | 987,66              | 232,50              |
| 34  | Ψυχικό         | 209     | 0,00                | 0,00                | 716,10              | 176,08              |

Πίνακας 47. Μέσες μηνιαίες τιμές για τον Ιούλιο

| a/a | Station        | Hasl(m) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 0,00                | 0,00                | 68,51               | 6,20                |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 0,00                | 0,00                | 257,61              | 38,44               |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 0,00                | 0,00                | 1050,90             | 282,10              |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136,00  | 0,00                | 0,00                | 1001,30             | 272,80              |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 0,00                | 0,00                | 455,70              | 139,50              |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 0,00                | 0,00                | 621,55              | 134,54              |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 0,00                | 0,00                | 1016,80             | 272,80              |
| 8   | Βάρη           | 45      | 0,00                | 0,00                | 879,16              | 214,21              |
| 9   | Βίλια          | 528     | 0,00                | 0,00                | 88,66               | 11,47               |
| 10  | Βριλήσσια      | 245     | 0,00                | 0,00                | 337,59              | 41,85               |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 0,00                | 0,00                | 1155,99             | 313,41              |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 0,00                | 0,00                | 53,01               | 1,24                |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 0,00                | 0,00                | 210,49              | 26,35               |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 0,00                | 0,00                | 1120,34             | 271,25              |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 0,00                | 0,62                | 0,00                | 0,00                |
| 16  | Κάτζα          | 221     | 0,00                | 0,00                | 492,28              | 86,18               |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 0,00                | 0,00                | 97,65               | 19,84               |
| 18  | Μαρκόπουλο     | 100     | 0,00                | 0,00                | 378,82              | 54,56               |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 0,00                | 0,00                | 522,35              | 98,89               |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 0,00                | 0,00                | 1284,33             | 373,86              |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 0,00                | 0,00                | 1276,58             | 370,45              |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 31,93               | 469,03              | 0,00                | 0,00                |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 0,00                | 0,00                | 1226,05             | 328,91              |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 0,00                | 0,00                | 84,01               | 5,89                |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 0,00                | 0,00                | 1124,68             | 287,37              |
| 26  | Περιστέρι      | 55      | 0,00                | 0,00                | 1118,48             | 270,63              |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 0,00                | 0,00                | 636,12              | 123,69              |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 0,00                | 0,00                | 351,85              | 44,64               |
| 29  | Ραφήνα         | 25      | 0,00                | 0,00                | 165,54              | 12,09               |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 0,00                | 0,00                | 552,73              | 104,47              |
| 31  | Τατόι          | 283     | 0,00                | 0,00                | 201,50              | 31,31               |
| 32  | Υμηττός-Δάφνη  | 125     | 0,00                | 0,00                | 926,90              | 226,92              |
| 33  | Φάληρο         | 25      | 0,00                | 0,00                | 1236,59             | 356,50              |
| 34  | Ψυχικό         | 209     | 0,00                | 0,00                | 602,95              | 119,66              |

Πίνακας 48. Μέσες μηνιαίες τιμές για τον Αύγουστο

| a/a | Station        | Hasl(m) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 4,20                | 138,30              | 9,00                | 0,00                |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 0,31                | 54,56               | 41,54               | 0,65                |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 0,00                | 10,50               | 84,00               | 7,80                |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136,00  | 0,30                | 6,00                | 81,00               | 15,00               |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 0,00                | 3,00                | 21,00               | 0,00                |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 105,00              | 147,00              | 39,00               | 5,40                |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 0,00                | 9,00                | 112,80              | 17,70               |
| 8   | Βάρη           | 45      | 0,00                | 7,50                | 50,70               | 6,30                |
| 9   | Βίλια          | 528     | 51,00               | 214,50              | 2,70                | 0,00                |
| 10  | Βρυλήσια       | 245     | 38,40               | 246,90              | 22,20               | 5,40                |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 0,00                | 3,90                | 89,10               | 5,10                |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 38,40               | 246,90              | 22,20               | 5,40                |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 1,80                | 61,50               | 77,40               | 1,80                |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 0,00                | 12,00               | 73,20               | 7,80                |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 102,30              | 514,50              | 0,00                | 0,00                |
| 16  | Κάτζα          | 221     | 0,00                | 32,10               | 27,30               | 3,90                |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 0,00                | 0,00                | 0,30                | 0,00                |
| 18  | Μαρκόπουλο     | 100     | 0,00                | 15,00               | 19,20               | 1,20                |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 0,00                | 26,70               | 27,60               | 3,30                |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 0,00                | 3,90                | 97,20               | 13,20               |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 0,00                | 4,50                | 142,80              | 19,80               |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 690,90              | 1919,40             | 0,00                | 0,00                |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 0,00                | 3,30                | 94,20               | 9,30                |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 19,50               | 151,80              | 18,60               | 1,50                |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 0,00                | 6,00                | 125,70              | 23,10               |
| 26  | Περιστερί      | 55      | 0,00                | 7,80                | 83,10               | 11,40               |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 0,00                | 36,90               | 85,50               | 12,90               |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 0,00                | 5,40                | 21,00               | 1,20                |
| 29  | Ραφήνα         | 25      | 0,00                | 4,50                | 4,20                | 0,00                |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 0,00                | 12,60               | 38,40               | 6,90                |
| 31  | Τατόι          | 283     | 1,80                | 85,80               | 5,70                | 0,00                |
| 32  | Υμηττός-Δάφνη  | 125     | 0,00                | 22,20               | 54,00               | 3,60                |
| 33  | Φάληρο         | 25      | 0,00                | 0,00                | 78,90               | 6,00                |
| 34  | Ψυχικό         | 209     | 0,00                | 42,90               | 27,30               | 2,10                |

Πίνακας 49. Μέσες μηνιαίες τιμές για τον Σεπτέμβριο

| a/a | Station        | Hasl(m) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 321,47              | 1302,93             | 0,00                | 0,00                |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 123,69              | 752,99              | 0,00                | 0,00                |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 0,00                | 196,54              | 0,00                | 0,00                |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136,00  | 71,30               | 446,40              | 0,00                | 0,00                |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 6,20                | 120,90              | 0,00                | 0,00                |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 283,65              | 778,10              | 0,00                | 0,00                |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 1,55                | 223,20              | 0,00                | 0,00                |
| 8   | Βάρη           | 45      | 12,40               | 284,58              | 0,00                | 0,00                |
| 9   | Βίλια          | 528     | 474,30              | 1555,27             | 0,00                | 0,00                |
| 10  | Βρυλήσια       | 245     | 73,47               | 509,33              | 0,00                | 0,00                |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 38,75               | 340,69              | 0,00                | 0,00                |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 778,72              | 2076,07             | 0,00                | 0,00                |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 345,96              | 1110,42             | 0,00                | 0,00                |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 0,62                | 149,42              | 0,00                | 0,00                |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 1067,02             | 2853,55             | 0,00                | 0,00                |
| 16  | Κάτζα          | 221     | 146,63              | 730,05              | 0,00                | 0,00                |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 14,26               | 235,91              | 0,00                | 0,00                |
| 18  | Μαρκόπουλο     | 100     | 92,69               | 574,43              | 0,00                | 0,00                |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 172,98              | 733,77              | 0,00                | 0,00                |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 1,24                | 179,18              | 0,00                | 0,00                |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 36,27               | 345,96              | 0,00                | 0,00                |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 3019,40             | 5072,84             | 0,00                | 0,00                |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 16,12               | 240,87              | 0,00                | 0,00                |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 376,34              | 1309,13             | 0,00                | 0,00                |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 0,00                | 137,02              | 0,00                | 0,00                |
| 26  | Περιστέρι      | 55      | 23,56               | 298,53              | 0,00                | 0,00                |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 28,83               | 384,40              | 0,00                | 0,00                |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 73,16               | 514,91              | 0,00                | 0,00                |
| 29  | Ραφίνα         | 25      | 19,53               | 377,58              | 0,00                | 0,00                |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 484,22              | 1124,37             | 0,00                | 0,00                |
| 31  | Υμηττός-Δάφνη  | 283     | 182,28              | 1036,33             | 0,00                | 0,00                |
| 32  | Φάληρο         | 125     | 3,72                | 200,88              | 0,00                | 0,00                |
| 33  | Ψυχικό         | 25      | 1,24                | 19,22               | 0,00                | 0,00                |
| 34  | Ψυχικό         | 209     | 127,10              | 628,99              | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 50. Μέσες μηνιαίες τιμές για τον Οκτώβριο



| a/a | Station        | Hasl(m) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 1646,40             | 3474,00             | 0,00                | 0,00                |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 1056,48             | 2772,64             | 0,00                | 0,00                |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 314,70              | 1263,00             | 0,00                | 0,00                |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136,00  | 588,00              | 1773,00             | 0,00                | 0,00                |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 22,50               | 624,00              | 0,00                | 0,00                |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 1083,00             | 2661,00             | 0,00                | 0,00                |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 375,00              | 1561,20             | 0,00                | 0,00                |
| 8   | Βάρη           | 45      | 414,00              | 1608,60             | 0,00                | 0,00                |
| 9   | Βίλια          | 528     | 1959,00             | 3964,50             | 0,00                | 0,00                |
| 10  | Βρυλήσια       | 245     | 747,90              | 2242,50             | 0,00                | 0,00                |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 435,90              | 1619,70             | 0,00                | 0,00                |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 2388,00             | 4312,50             | 0,00                | 0,00                |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 1297,50             | 3041,10             | 0,00                | 0,00                |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 460,20              | 1695,60             | 0,00                | 0,00                |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 3072,90             | 5158,80             | 0,00                | 0,00                |
| 16  | Κάτζα          | 221     | 1013,40             | 2588,10             | 0,00                | 0,00                |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 294,60              | 1302,60             | 0,00                | 0,00                |
| 18  | Μαρκόπουλο     | 100     | 833,40              | 2341,50             | 0,00                | 0,00                |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 1009,50             | 2592,90             | 0,00                | 0,00                |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 235,80              | 1156,20             | 0,00                | 0,00                |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 419,40              | 1448,10             | 0,00                | 0,00                |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 5299,50             | 7437,90             | 0,00                | 0,00                |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 374,10              | 1559,40             | 0,00                | 0,00                |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 2801,16             | 4937,06             | 0,00                | 0,00                |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 1556,70             | 3449,70             | 0,00                | 0,00                |
| 26  | Περιστερί      | 55      | 231,90              | 1034,40             | 0,00                | 0,00                |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 446,10              | 1644,00             | 0,00                | 0,00                |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 593,40              | 1919,10             | 0,00                | 0,00                |
| 29  | Ραφήνα         | 25      | 670,80              | 2072,67             | 0,00                | 0,00                |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 577,20              | 1976,70             | 0,00                | 0,00                |
| 31  | Τατόι          | 283     | 1662,00             | 3582,90             | 0,00                | 0,00                |
| 32  | Υμηττός-Δάφνη  | 125     | 496,80              | 1703,40             | 0,00                | 0,00                |
| 33  | Φάληρο         | 25      | 243                 | 711                 | 0                   | 0                   |
| 34  | Ψυχικό         | 209     | 810,90              | 2298,00             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 51. Μέσες μηνιαίες τιμές για τον Νοέμβριο

| a/a | Station        | Hasl(m) | Monthly HDH(15.0°C) | Monthly HDH(18.0°C) | Monthly CDH(28.0°C) | Monthly CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 4754,78             | 6961,67             | 0,00                | 0,00                |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 3799,36             | 5985,17             | 0,00                | 0,00                |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 2635,00             | 4739,90             | 0,00                | 0,00                |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136,00  | 2563,70             | 4635,43             | 0,00                | 0,00                |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 1029,20             | 1525,20             | 0,00                | 0,00                |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 3496,80             | 5685,40             | 0,00                | 0,00                |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 2966,70             | 5093,30             | 0,00                | 0,00                |
| 8   | Βάρη           | 45      | 2666,00             | 4760,05             | 0,00                | 0,00                |
| 9   | Βίλια          | 528     | 5305,96             | 7534,55             | 0,00                | 0,00                |
| 10  | Βριλήσσια      | 245     | 3696,44             | 5885,66             | 0,00                | 0,00                |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 2439,70             | 4474,54             | 0,00                | 0,00                |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 5398,34             | 7627,55             | 0,00                | 0,00                |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 4007,68             | 6284,63             | 0,00                | 0,00                |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 3101,55             | 5265,66             | 0,00                | 0,00                |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 6700,65             | 8932,65             | 0,00                | 0,00                |
| 16  | Κάτζα          | 221     | 3383,96             | 5510,25             | 0,00                | 0,00                |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 1913,32             | 3852,06             | 0,00                | 0,00                |
| 18  | Μαρκόπουλο     | 100     | 3008,86             | 5108,49             | 0,00                | 0,00                |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 3510,44             | 5664,94             | 0,00                | 0,00                |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 2171,86             | 4239,25             | 0,00                | 0,00                |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 2299,58             | 4328,53             | 0,00                | 0,00                |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 8519,42             | 10789,55            | 0,00                | 0,00                |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 2801,16             | 4937,06             | 0,00                | 0,00                |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 4746,72             | 6973,76             | 0,00                | 0,00                |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 2237,89             | 4220,03             | 0,00                | 0,00                |
| 26  | Περιστέρη      | 55      | 2864,71             | 5008,05             | 0,00                | 0,00                |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 3317,62             | 5502,19             | 0,00                | 0,00                |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 3012,89             | 5130,50             | 0,00                | 0,00                |
| 29  | Ραφήνα         | 25      | 3014,75             | 5145,07             | 0,00                | 0,00                |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 3037,07             | 5170,49             | 0,00                | 0,00                |
| 31  | Τατόι          | 283     | 4987,28             | 7196,34             | 0,00                | 0,00                |
| 32  | Υμηττός-Δάφνη  | 125     | 3020,33             | 5143,83             | 0,00                | 0,00                |
| 33  | Φάληρο         | 25      | 2227,35             | 4135,4              | 0                   | 0                   |
| 34  | Ψυχικό         | 209     | 3107,75             | 5232,80             | 0,00                | 0,00                |

Πίνακας 52. Μέσες μηνιαίες τιμές για τον Δεκέμβριο

### 3.5 Συνολικές ετήσιες τιμές για βαθμοώρες ψύξης και θέρμανσης των 34 σταθμών της Αττικής

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι μετρήσεις των συνολικών ετήσιων βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης για τις 34 περιοχές της Αττικής

| a/a | Station        | Hasl(m) | Annual HDH(15.0°C) | Annual HDH(18.0°C) | AnnualCDH(28.0°C) | Annual CDH(30.0°C) |
|-----|----------------|---------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| 1   | Αρσάκειο       | 365     | 19477,3            | 31577,92           | 265,56            | 48,91              |
| 2   | Αγία Παρασκευή | 273     | 16026,07           | 28588,82           | 891,25            | 185,101            |
| 3   | Άλιμος         | 25      | 9845               | 19768              | 2180              | 509                |
| 4   | Αμπελόκηποι    | 136     | 10807,27           | 21341,23           | 2566,9            | 715,2              |
| 5   | Ανάβυσσος      | 10      | 3888,9             | 6555,8             | 922,9             | 240,9              |
| 6   | Άνω Λιόσια     | 182     | 15459,15           | 27558,5            | 1613,35           | 364,64             |
| 7   | Ασπρόπυργος    | 45      | 11504,21           | 22060,42           | 2580              | 661                |
| 8   | Βάρη           | 45      | 10311,9            | 21240              | 1744,87           | 376,19             |
| 9   | Βίλια          | 528     | 24885,68           | 39430,13           | 226,8             | 31,55              |
| 10  | Βριλήσσια      | 245     | 14065,18           | 25741,8            | 1082,82           | 216,49             |
| 11  | Γκάζι          | 60      | 9958,89            | 20361,31           | 2767,89           | 729,41             |
| 12  | Διόνυσος       | 585     | 25649,87           | 40169,35           | 266               | 60,65              |
| 13  | Εκάλη          | 340     | 18107,61           | 31386,93           | 741,49            | 143,26             |
| 14  | Ελευσίνα       | 10      | 11169,87           | 21602,23           | 2882,21           | 771,39             |
| 15  | Ιπποκράτειος   | 565     | 31905,23           | 47342,92           | 27,4              | 0                  |
| 16  | Κάτζα          | 221     | 14870,51           | 27087,57           | 1181,86           | 202,58             |
| 17  | Λαύριο         | 3       | 8647,82            | 19055,05           | 178,67            | 23,87              |
| 18  | Μαρκόπουλο     | 100     | 12876,74           | 24656,97           | 1030,73           | 188,27             |
| 19  | Μαρούσι        | 235     | 12006,78           | 26701,19           | 1331,17           | 279,42             |
| 20  | Νέα Σμύρνη     | 51      | 7720,11            | 17053,44           | 3036,02           | 848,94             |
| 21  | Νεός Κόσμος    | 80      | 9286,69            | 19206,86           | 3181,84           | 921,92             |
| 22  | Πάρνηθα        | 1230    | 50782,28           | 70806,63           | 10,12             | 0,00               |
| 23  | Πατήσια        | 87      | 9824,93            | 20033,19           | 2912,92           | 785,66             |
| 24  | Πεντέλη        | 495     | 20887,69           | 34648,40           | 387,04            | 100,82             |
| 25  | Πέραμα         | 45      | 8249,35            | 17535,66           | 2504,92           | 596,19             |
| 26  | Περιστερί      | 55      | 10347,13           | 21108,62           | 2485,74           | 583,24             |
| 27  | Πετρούπολη     | 233     | 12754,49           | 23909,11           | 1811,45           | 460,72             |
| 28  | Πόρτο Ράφτη    | 11      | 12302,52           | 23809,76           | 880,54            | 123,41             |
| 29  | Ραφήνα         | 25      | 12566,73           | 24317,37           | 272,30            | 19,94              |
| 30  | Σπάτα          | 144     | 13731,28           | 25676,39           | 1348,89           | 262,70             |
| 31  | Τατόι          | 283     | 20960,04           | 34415,76           | 457,07            | 82,96              |
| 32  | Υμηττός-Δάφνη  | 125     | 11227,7            | 21896,25           | 2257,9            | 517,1              |
| 33  | Φάληρο         | 25      | 9130,98            | 14923,36           | 2614,85           | 668,50             |
| 34  | Ψυχικό         | 209     | 13194,94           | 24780,44           | 1609,45           | 355,44             |

Πίνακας 53. Συνολικές ετήσιες τιμές για βαθμώρες ψύξης και θέρμανσης των 34 σταθμών της Αττικής

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όσον αφορά το θεωρητικό μέρος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είδαμε το ιστορικό υπόβαθρο των βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης και αναλύοντας την θεωρητική διάσταση τους, ξεχωρίσαμε τους διάφορους τομείς όπου χρησιμοποιούνται σαν

εργαλείο, όπως η εκτίμηση της ενέργειας σε συνδυασμό με την τεχνητή νοημοσύνη, η ευημερία της γεωργίας, η ορθή αξιοποίηση της ενέργειας στις κτηριακές εγκαταστάσεις και η δημιουργία σεναρίων για την πρόβλεψη της πορείας της θερμοκρασίας και των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, όπως είδαμε στην ειδική περίπτωση της Κίνας. Επίσης παρατηρούμε την σημασία της θερμοκρασίας βάσης αφού είναι το κλειδί για τον υπολογισμό των βαθμοημερών καθιστώντας τις βαθμοημέρες το πιο εύκολο και εύχρηστο εργαλείο για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας, για την οριοθέτηση των ενεργειακών αναγκών στα κτήρια, δίνοντας μας την δυνατότητα για σωστή κατανομή και εξοικονόμηση της ενέργειας. Επιπροσθέτως, η ποικιλία των μεθόδων υπολογισμού βαθμοημερών ψύξης και θέρμανσης μας δίνει την δυνατότητα αξιοποίησής τους σε πιο εξειδικευμένες μελέτες και με βάση τα σφάλμα, μας παρέχουν μεγάλη αξιοπιστία στις αντίστοιχες έρευνες, εξειδικευμένες και μη. Όπως αναλύθηκε στο φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας, μας δίνεται η δυνατότητα να καταλάβουμε την κατανομή της θερμοκρασίας σε μια περιοχή λαμβάνοντας υπόψη πολλές παραμέτρους, όπως η πυκνότητα του αστικού ιστού, η ύπαρξη των χώρων πρασίνου, η αρχιτεκτονική των πόλεων, το υψόμετρο, η απόσταση από την θάλασσα και η πυκνότητα του πληθυσμού, με αποτέλεσμα να προσεγγίζουμε ορθότερα την εφαρμογή των βαθμοημερών ψύξης και θέρμανσης σε μια μεγάλη περιοχή όπως είναι η Αττική.

As σημειωθεί, ότι είδαμε τον αναλυτικό υπολογισμό των βαθμοημερών και την εύκολη μετατροπή σε βαθμοώρες, μια πρακτική που καθιστά τις βαθμοώρες ακόμα πιο αποτελεσματικές για τον υπολογισμό των ενεργειακών αναγκών. Μετά τον αναλυτικό υπολογισμό τους συμπεραίνουμε ότι οι βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης ή αλλιώς βαθμοώρες γίνονται εύχρηστες για πιο εμπειριστατωμένες μελέτες στα ζητήματα τις ενέργειας, βάσει των αναλυτικότερων υπολογισμών (βλέπε Κεφάλαιο 1). Τα αποτελέσματα των υπολογισμών (ετήσιες και μηνιαίες βαθμοώρες) μας δίνουν μια εικόνα για τις ενεργειακές ανάγκες των περιοχών της Αττικής με βάση την απόσταση από την θάλασσα, το υψόμετρο, την απόσταση από τον αστικό ιστό, παραμέτρους που μελετώνται στο φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας όπως αναφέρθηκε προηγουμένως (βλέπε κεφάλαιο 1 ενότητα 1.9)

Στην συνέχεια, συμπεραίνουμε ότι ο TOTEE με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ αναλύει τον ορθό σχεδιασμό συστημάτων θέρμανσης και ψύξης σε συνθήκες σχεδιασμού θέρους-χειμώνα και τον χωρισμό της Ελληνικής επικράτειας σε ζώνες βάσει των ενεργειακών αναγκών τους. Βάσει των χωρικών κατανομών, βλέπουμε ότι για θερμοκρασία βάσης 15°C, οι περιοχές με χαμηλό υψόμετρο όπως Πατήσια, Γκάζι, Περιστερί, Ηλιούπολη, Αμπελόκηποι, Υμηττός-Δάφνη, Νέος Κόσμος, Περιστερί, Άλιμος, Φάληρο, Πετρούπολη, Νέα Σμύρνη ( $\leq 200\text{m}$ ) και οι παράκτιες περιοχές Λαύριο, Ραφήνα, Βάρη, Πόρτο Ράφτη, Ανάβυσσος εμφανίζουν μικρό αριθμό ετήσιων βαθμοωρών ( $2000\text{ }^\circ\text{C} \leq \text{HDH} \leq 14000\text{ }^\circ\text{C}$ ). Αυτό συμβαίνει λόγω χαμηλού υψομέτρου και λόγω της απόστασης από τον αστικό ιστό, αφού επιδρά θετικά στην θερμοκρασία το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Επίσης, οι περιοχές όπως Ελευσίνα Ασπρόπυργος και Πέραμα εμφανίζουν σχετικά χαμηλές βαθμοώρες θέρμανσης ( $2000\text{ }^\circ\text{C} \leq \text{HDH} \leq 11000\text{ }^\circ\text{C}$ ), πράγμα που δικαιολογείται από την έντονη βιομηχανική δραστηριότητα στις εκάστοτε περιοχές. Σε περιοχές με μεγαλύτερο υψόμετρο όπως Ψυχικό, Πεντέλη, Μαρούσι, Κηφισιά, Βριλήσσια, Αγία Παρασκευή, Άνω Λιόσια, Τατόι, Αρσάκειο, Εκάλη, Διόνυσος Σπάτα, Κάντζα (από 200 έως 350 μέτρα) βάσει των χωρικών κατανομών παρατηρείται μια αύξηση των βαθμοωρών θέρμανσης καθώς απέχουν από τον

αστικό ιστό, σε συνδυασμό με την πληθώρα των χώρων πρασίνου και την αρχιτεκτονική των κτηρίων, μεγαλύτερες αποστάσεις και μείωση των φαραγγιών, με αποτέλεσμα το φαινόμενο θερμικής αστικής νησίδας να υποχωρεί, με διάστημα βαθμοωρών θέρμανσης  $17000\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \text{HDH} \leq 26000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Οι περιοχές που δείχνουν να έχουν πολύ περισσότερο ενεργειακή ανάγκη θέρμανσης είναι η Πάρνηθα (υψόμετρο 1230 μέτρα), η Ιπποκράτειος Πολιτεία (υψόμετρο 565 μέτρα) και τα Βίλια (υψόμετρο 528 μέτρα) καθώς το υψόμετρο είναι αρκετά υψηλό και η απόσταση από τον αστικό ιστό είναι μεγάλη, σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν τις απαιτήσεις των ενεργειακών αναγκών για θέρμανση, με τις βαθμώρες θέρμανσης να κυμαίνονται από  $20000\text{ }^{\circ}\text{C}$  έως  $50000\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Στην περίπτωση της θερμοκρασίας βάσης των  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  βλέπουμε μια αύξηση στις ετήσιες βαθμώρες καθώς οι περιοχές με χαμηλό υψόμετρο όπως Πατήσια, Γκάζι, Περιστέρι, Ηλιούπολη, Αμπελόκηποι, Υμηττός-Δάφνη, Νέος Κόσμος, Περιστέρι, Άλιμος, Φάληρο, Πετρούπολη, Νέα Σμύρνη ( $\leq 200\text{m}$ ) εμφανίζουν βαθμώρες θέρμανσης  $20000\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \text{HDH} \leq 25000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ενώ οι παράκτιες περιοχές Λαύριο, Ραφήνα, Βάρη, Πόρτο Ράφτη, Ανάβυσσος εμφανίζουν αριθμό ετήσιων βαθμοωρών θέρμανσης  $500\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \text{HDH} \leq 20000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως το χαμηλό υψόμετρο, η απόσταση από την θάλασσα και η απόσταση από τον αστικό ιστό μειώνουν το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας άρα η θερμοκρασία είναι πιο χαμηλή από τις περιοχές κοντά στο κέντρο της πόλης, όπως για παράδειγμα το Φάληρο και ο Άλιμος οι οποίες, παρόλο που είναι παράκτιες περιοχές δείχνουν περισσότερες βαθμώρες θέρμανσης απ' ό,τι οι παραπάνω παράκτιες περιοχές, αφού βρίσκονται πιο κοντά στο κέντρο της πόλης. Οι περιοχές όπως Ελευσίνα, Ασπρόπυργος και Πέραμα εμφανίζουν βαθμώρες θέρμανσης  $500\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \text{HDH} \leq 2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , το οποίο δικαιολογείται από την έντονη βιομηχανική δραστηριότητα που υπάρχει σε αυτές τις περιοχές, ένας παράγοντας που επιδρά θετικά στην θερμοκρασία τους χειμερινούς μήνες αφού η ανάγκη για θέρμανση είναι μειωμένη. Σε περιοχές με μεγαλύτερο υψόμετρο όπως Ψυχικό, Πεντέλη, Μαρούσι, Κηφισιά, Βριλήσσια, Αγία Παρασκευή, Άνω Λιόσια, Τατόι, Αρσάκειο, Εκάλη, Διόνυσος Σπάτα, Κάντζα (από 200 έως 350 μέτρα) βάση των χωρικών κατανομών παρατηρείται μια αύξηση των βαθμοωρών θέρμανσης καθώς είναι περιοχές με μεγαλύτερο υψόμετρο, απέχουν από τον αστικό ιστό, σε συνδυασμό με την πληθώρα των χώρων πρασίνου και την αρχιτεκτονική των κτηρίων, δηλαδή μεγαλύτερες αποστάσεις και μείωση των φαραγγιών, με αποτέλεσμα το φαινόμενο θερμικής αστικής νησίδας να υποχωρεί, έχοντας διάστημα βαθμοωρών θέρμανσης  $25000\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \text{HDH} \leq 35000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Οι περιοχές που έχουν αυξημένες ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση όπως είναι η Πάρνηθα (υψόμετρο 1230 μέτρα), η Ιπποκράτειος Πολιτεία (υψόμετρο 565 μέτρα) και τα Βίλια (υψόμετρο 528 μέτρα) με τις βαθμώρες θέρμανσης να κορυφώνονται στους  $40000\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \text{HDH} \leq 70000\text{ }^{\circ}\text{C}$  δείχνουν ότι παρόλο που εντάσσονται στην ζώνη Β βάσει του Κ.Εν.Α.Κ και επειδή έχουν υψόμετρο μεγαλύτερο από 500 μέτρα εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη ζώνη, έχουν πολύ μεγαλύτερες ανάγκες θέρμανσης απ' ό,τι οι υπόλοιπες περιοχές, διαπίστωση από την οποία απορρέει η ανάγκη εύρεσης ενός εργαλείου το οποίο θα κατατάσσει τις περιοχές στις αντίστοιχες κλιματικές ζώνες βάσει των ενεργειακών αναγκών για θέρμανση και βάσει του νομού όπου ανήκουν ή τις γεωγραφικές συντεταγμένες.

Όσον αφορά τις βαθμώρες ψύξης βλέπουμε ότι για θερμοκρασία βάσης  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$  οι παράκτιες περιοχές όπως Λαύριο, Ραφήνα, Βάρη, Πόρτο Ράφτη, Ανάβυσσος εμφανίζουν μικρό αριθμό ετήσιων βαθμοωρών ψύξης ( $1400\text{ }^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) σε σχέση με τις παράκτιες περιοχές όπως το Φάληρο και ο Άλιμος που έχουν ετήσιο αριθμό βαθμοωρών

ψύξης  $2400^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 2600^{\circ}\text{C}$ . Αυτό οφείλεται στο φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας αφού οι περιοχές Φάληρο και Άλιμος βρίσκονται πιο κοντά σε στο κέντρο της πόλης σε σχέση με τις υπόλοιπες ενώ οι περιοχές όπως Λαύριο, Ραφήνα, Βάρη, Πόρτο Ράφτη, Ανάβυσσος έχουν περισσότερους χώρους πρασίνου και μεγαλύτερη απόσταση από τον αστικό ιστό, άρα σωστά το Φάληρο και ο Άλιμος έχουν αυξημένη θερμοκρασία, το οποίο μεταφράζεται σε μεγαλύτερη ανάγκη για ψύξη. Οι περιοχές με μεγάλο υψόμετρο όπως η Πάρνηθα, η Ιπποκράτειος Πολιτεία και τα Βίλια ( $528 \text{ m} \leq \text{Altitude} \leq 1250 \text{ m}$ ), με χαμηλό ετήσιο αριθμό βαθμοωρών ψύξης ( $0^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 600^{\circ}\text{C}$ ), παρουσιάζουν πολύ χαμηλή ανάγκη για ψύξη καθώς η απόσταση από τον αστικό ιστό, η απόσταση από την θάλασσα και το μεγάλο υψόμετρο τείνουν να μειώνουν την ετήσια θερμοκρασία του αέρα. Στην συνέχεια, οι περιοχές όπως Ψυχικό, Πεντέλη, Μαρούσι, Κηφισιά, Βριλήσσια, Αγία Παρασκευή, Άνω Λιόσια, Τατόι, Αρσάκειο, Εκάλη, Διόνυσος Σπάτα, Κάντζα ( $200 \text{ m} \leq \text{Altitude} \leq 350 \text{ m}$ ) παρουσιάζουν χαμηλό αριθμό ετήσιων βαθμοωρών ψύξης ( $0^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 1200^{\circ}\text{C}$ ), αφού έχουν σχετικά μεγάλο υψόμετρο και η απόσταση από τον αστικό ιστό είναι μεγάλη, με αποτέλεσμα το φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας να υποχωρεί ενώ οι περιοχές που βρίσκονται κοντά στον αστικό ιστό, αλλά έχουν μικρότερο υψόμετρο όπως Πατήσια, Γκάζι, Περιστερί, Ηλιούπολη, Αμπελόκηποι, Υμηττός-Δάφνη, Νέος Κόσμος, Περιστερί, Άλιμος, Φάληρο, Πετρούπολη, Νέα Σμύρνη ( $\leq 200 \text{ m}$ ) έχουν φανερά μεγαλύτερες ανάγκες για ψύξη, αφού, πέρα από το χαμηλό υψόμετρο δημιουργείται η αστική θερμική νησίδα γύρω από αυτές τις περιοχές, με αποτέλεσμα να έχουν ετήσιες βαθμοώρες ψύξης  $1400^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 3000^{\circ}\text{C}$ . Οι περιοχές που βρίσκονται σχετικά κοντά στην παράκτια γραμμή όπως Πέραμα, Ελευσίνα και Ασπρόπυργος παρουσιάζουν αυξημένες βαθμοώρες ψύξης, το οποίο δικαιολογείται από την έντονη βιομηχανική δραστηριότητα που επικρατεί στις περιοχές αυτές ( $2400^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 3000^{\circ}\text{C}$ ).

Για τους υπολογισμούς με θερμοκρασία βάσης  $30^{\circ}\text{C}$  βλέπουμε ότι οι περιοχές με μεγάλο υψόμετρο όπως η Ιπποκράτειος Πολιτεία, η Πάρνηθα και τα Βίλια ( $528 \text{ m} \leq \text{Altitude} \leq 1250 \text{ m}$ ) έχουν ετήσιες βαθμοώρες ψύξης  $0^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 200^{\circ}\text{C}$  πολύ λιγότερες συγκριτικά με την περίπτωση των βαθμοημερών ψύξης για  $28^{\circ}\text{C}$ , με αποτέλεσμα στην προκείμενη περίπτωση να χρειάζονται ακόμα μικρότερη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη, καθώς οι συνθήκες και οι παράμετροι όπως υψόμετρο, χώροι πράσινου, απόσταση από την θάλασσα και τον αστικό ιστό να μην αυξάνουν την ετήσια θερμοκρασία κατά την θερινή περίοδο και να επιτυγχάνεται κατά κάποιον τρόπο εξοικονόμηση ενέργειας. Στην περίπτωση των περιοχών με χαμηλότερο υψόμετρο όπως Ψυχικό, Πεντέλη, Μαρούσι, Κηφισιά, Βριλήσσια, Αγία Παρασκευή, Άνω Λιόσια, Τατόι, Αρσάκειο, Εκάλη, Διόνυσος, Σπάτα, Κάντζα ( $200 \text{ m} \leq \text{Altitude} \leq 350 \text{ m}$ ) παρουσιάζεται μικρός αλλά ταυτόχρονα μεγαλύτερος ετήσιος αριθμός βαθμοωρών ψύξης ( $50^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 350^{\circ}\text{C}$ ) από τις προηγούμενες περιοχές, καθώς έχουν χαμηλότερο υψόμετρο και, όπως φαίνεται στον χάρτη χωρικής κατανομής η απόσταση από τον αστικό ιστό είναι μικρή, παράγοντες που επηρεάζουν την θερμοκρασία, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας την θερινή περίοδο και η ανάγκη ενέργειας για ψύξη είναι δικαιολογημένα μεγαλύτερη. Όπως βλέπουμε, οι παράκτιες περιοχές Λαύριο, Ραφήνα, Βάρη, Πόρτο Ράφτη, Ανάβυσσος εμφανίζουν ετήσιες βαθμοώρες ψύξης  $350^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 550^{\circ}\text{C}$ , ενώ οι παράκτιες περιοχές όπως το Φάληρο και ο Άλιμος έχουν ετήσιο αριθμό βαθμοωρών ψύξης  $750^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 800^{\circ}\text{C}$ . Αυτό οφείλεται στο φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας, αφού οι περιοχές Φάληρο και Άλιμος βρίσκονται πιο κοντά στον αστικό ιστό σε σχέση με τις περιοχές όπως Λαύριο, Ραφήνα, Βάρη, Πόρτο Ράφτη, Ανάβυσσος που

έχουν περισσότερους χώρους πρασίνου και μεγαλύτερη απόσταση από τον αστικό ιστό, άρα σωστά το Φάληρο και ο Άλιμος έχουν αυξημένη θερμοκρασία το οποίο μεταφράζεται σε μεγαλύτερη ανάγκη για ψύξη. Οι περιοχές με χαμηλό υψόμετρο που αποτελούν τον αστικό ιστό ( $\leq 200$  μέτρα) όπως Πατήσια, Γκάζι, Περιστερί, Ηλιούπολη, Αμπελόκηποι, Υμηττός-Δάφνη, Νέος Κόσμος, Περιστερί, Άλιμος, Φάληρο, Πετρούπολη, Νέα Σμύρνη έχουν ετήσιες βαθμώρες ψύξης  $400^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 900^{\circ}\text{C}$ , με το φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδα να είναι εμφανές και, σε συνδυασμό με την έλλειψη πρασίνου και το χαμηλό υψόμετρο, οι ενεργειακές ανάγκες για ψύξη αυξάνονται διαρκώς λόγω των υψηλών θερμοκρασιών. Οι περιοχές που εμφανίζουν αντίστοιχα αποτελέσματα είναι οι περιοχές όπου υπάρχει έντονη βιομηχανική δραστηριότητα σε συνδυασμό με το χαμηλό υψόμετρο ( $10 \text{ m} \leq \text{Altitude} \leq 45 \text{ m}$ ) και η θερμοκρασία έχει ανοδική τάση είναι οι περιοχές Ελευσίνα, Πέραμα και Ασπρόπυργος, με ετήσιες βαθμώρες θέρμανσης  $500^{\circ}\text{C} \leq \text{CDH} \leq 700^{\circ}\text{C}$ .

Τα διαγράμματα θερμοκρασίας-ύψους για θερμοκρασίες βάσης  $15^{\circ}\text{C}$  και  $18^{\circ}\text{C}$  δείχνουν την αύξηση θερμοκρασίας ανά 100 μέτρα έχοντας μια γραμμική εξάρτηση ενώ τα διαγράμματα θερμοκρασίας-ύψους για θερμοκρασίες βάσης  $28^{\circ}\text{C}$  και  $30^{\circ}\text{C}$  έχουν μια εκθετική και λογαριθμική εξάρτηση αντίστοιχα. Αυτό μας δείχνει ότι κατά την χειμερινή περίοδο η αύξηση της θερμοκρασίας σε σχέση με το ύψος παρουσιάζει μεγαλύτερη ομαλότητα σε σχέση με την αντίστοιχη αύξηση της θερμοκρασίας την θερινή περίοδο .

Κλείνοντας, φαίνεται ότι στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στο Λεκανοπέδιο της Αττικής έχουμε ήπιο χειμώνα και καλοκαίρι, χωρίς όμως να εξαλείφεται η ανάγκη για εύρεση ενός εργαλείου που θα κατατάσσει τις περιοχές στην αντίστοιχη θερμική ζώνη βάση των ενεργειακών αναγκών για θέρμανση και όχι βάση τον γεωγραφικό τόπο τους. Τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής έχουν τροποποιηθεί έτσι ώστε να είναι εύχρηστα σε πιο εξειδικευμένες μελέτες επιδιώκοντας να συμβάλλουν στην έρευνα καθώς, με την ραγδαία εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής φαίνεται επιτακτική ανάγκη η αναθεώρηση των ενεργειακών εγχειριδίων.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Prof. Tony Day (September 2006. The Chartered Institution of Building Services Engineers) Degree-days: theory and application. CIBSE Publications
2. Aleksandar Jankovic, Zorica Podračanin, and Vladimir Djurdjevic. (June 1 2018) Future climate change impacts on residential heating and cooling degree days in Serbia

3. Malcolm N. Mistry (2019). Historical global gridded degree-days: A high-spatial resolution database of CDD and HDD. Published by PANGEA, 2019
4. Δημήτρης Αλ. Κατσαπράκης , Μύρων Μονιάκης. (2015) Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων , ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ
5. Σάκης Τριανταφύλλου (Κοζάνη 2017, Εκδόσεις Θαλής). Αέρια Ρύπανση
6. Shi Ying, Zhang Dong-Feng, Xu Ying, Zhou Bo-Tao (26 June 2018). Changes of heating and cooling degree days over China in response to global warming of 1.5 °C, 2 °C, 1,5 °C and 4 °C. Published by Chinese Roots of global impact, 2018
7. Nan Zhang, Yuntao Zhou (12 August 2019) Climate-driven changes in CO<sub>2</sub> emissions associated with residential heating and cooling demand by end-century in China. Published by IOP Publishing Ltd, Environ. Res. Lett. 14 (2019)
8. International Panel on Climate Change (IPCC). Climate change 2013 the Physical Science Basis
9. K.P. Moustris & P.T. Nastos & A. Bartzokas & I.K. Larissi & P. T. Zacharia & A. G. Paliatsos (29 October 2014). Energy consumption based on heating/cooling degree days within the urban environment of Athens, Greece. Springer-Verlag ,Wien 2014
10. Mikdat Kadio ˘Glu, Levent S,aylan (28 February 2001). Trends of Growing Degree Days in Turkey, 2001 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
11. Ken Mix & Walter Rast, Vicente L. Lopes (8 May 2009) Increases in Growing Degree Days in the Alpine Desert of the San Luis Valley, Colorado. Springer Science + Business Media B.V. 2009
12. A.B. Frank and L. Hofmann (May, 1989) Relationship among grazing management, growing degree-days, and morphological development for native grasses on the Northern Great Plains
13. Onsinejad, R., & Abak K. (1999). *Determination of a suitable formula for the calculation of sum growing degree days in watermelon*
14. A.R. Day and T.G. Karayiannis Degree-days: Comparison of calculation methods. Buildings Serv ENG RES TECHNOL 1998
15. CIBSE, Degree-days: Theory and Application, TM41, Chartered Institution of Building Services Engineers, London, UK, 2006. CIBSE Publications
16. Gregory S. McMaster, W.W. Wilhelm (26 February 1997). Growing degree-days: one equation, two interpretations,
17. Huajing Shaa, Peng Xua, Chonghe Hub, Zhiling Lib, Yongbao Chena, Zhe Chena (2019). A simplified HVAC energy prediction method based on degree-day. Published by 2019 Elsevier Ltd.
18. Andreas Matzarakis and Christos Balafoutis (2004). Heating Degree-Days over Greece as an index of energy consumption. Published online in Wiley InterScience ([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)). DOI: 10.1002/joc.1107
19. YAN Cheng-wen YAO Jian. Application of ANN for the Prediction of Building Energy Consumption at Different Climate Zones with HDD and CDD. 2010 2nd International Conference on Future Computer and Communication
20. Γκιόκας Κωνσταντίνος Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Φεβρουάριος 2019). Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας στη δυτική Μητροπολιτική Αθήνα.



21. Barrak Alahmad, Linda Powers Tomasso, Ali Al-Hemoud, Peter James and Petros Koutrakis (26 April 2020). Spatial Distribution of Land Surface Temperatures in Kuwait: Urban Heat and Cool Islands. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2020
22. Lisa Gartland (LONDON 2008). HEAT ISLANDS UNDERSTANDING AND MITIGATING HEAT IN URBAN AREA. Published by Routledge, London
23. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. Αθήνα, Νοέμβριος 2014 Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010
24. Αθηνά Γαγλία, Αθανάσιος Αργυρίου, Ευάγγελος Διαλυνάς, Έφη Κωστοπούλου. Μάρτιος 2018 ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΩΝ. Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Γεωγραφίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
25. LI, Q., YIN, J., LIU, W., ZHOU, S., NIU (MAY 2012). *Determination of Optimum Growing Degree-Days (GDD) Range before winter for Wheat Cultivars with Different Growth Characteristics in North China Plain*. *Journal of Integrative Agriculture*,
26. Waldo Ojeda-Bustamante, Ernesto Sifuentes Ibara, Donald C. Slack, Mauricio C (2004) Generalization of irrigation scheduling parameters using the growing degree days concept: APPLICATION TO A POTATO CROP. Published online 23 June 2004 in Wiley InterScience ([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)). DOI: 10.1002/ird.134
27. Mayank Bhatnagar, Jyotirmay Mathur, Vishal Gar (25 March 2018). Determining base temperature for heating and cooling degree-days for India. *Journal of Building Engineering*, 2018

## Ηλεκτρονικές πηγές

Τα αρχικά δεδομένα βρίσκονται στην παρακάτω ιστοσελίδα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών

1. <http://meteosearch.meteo.gr/>