

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΩΝ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΓΙΑ
ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

TITLE

DEVELOPMENT OF COOLING AND HEATING DEGREE DAYS
DATABASE FOR REPRESENTATIVE REGIONS OF
THESSALONIKI

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ

ΔΡΟΣΗΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ ΑΜ:04263

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Δρ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΜΟΥΣΤΡΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ 2021

Τριμελής εξεταστική επιτροπή

<u>A/A</u>	<u>Όνοματεπώνυμο</u>	<u>Υπογραφή</u>
1	Μουστρής Κωνσταντίνος	
2	Νίκας Κωνσταντίνος-Στέφανος	
3	Ντούρου Κλεοπάτρα	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΔΡΟΣΗΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ του ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ, με αριθμό μητρώου 04263 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/Η Δηλών/ούσα



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ	8
1.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ	9
1.3 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΑ	9
1.4 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΑΣΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ	10
1.5 ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΥΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΟΙ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ	13
1.6 ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	14
1.7 ΤΡΟΠΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΩΝ	17
1.7.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΣΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ	17
1.7.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΣΩΝ ΒΑΘΜΟΩΡΩΝ	18
1.7.3 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ	19
1.7.4 ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑ HITCHIN	20
1.8 ΣΦΑΛΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΩΝ	20
1.9 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ	21
1.10 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	23
1.11 ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΑΠΟΘΕΜΑ ΕΛΛΑΔΑΣ	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	26
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	26
2.1 ΣΤΑΘΜΟΙ ΛΗΨΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	26
2.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	28
2.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	29
2.4 ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	33
2.4.1 ΜΕΘΟΔΟΣ KRIGING	33
2.4.2 ΧΑΡΤΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ	35
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	43
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	43

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

3. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ	43
3.1 ΜΕΣΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ	43
3.2 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	46
3.3 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	47
3.4 ΜΑΡΤΙΟΣ	48
3.5 ΑΠΡΙΛΙΟΣ	49
3.6 ΜΑΪΟΣ	50
3.7 ΙΟΥΝΙΟΣ	51
3.8 ΙΟΥΛΙΟΣ	52
3.9 ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	53
3.10 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	54
3.11 ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	55
3.12 ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	56
3.13 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	58
ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	61

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία ασχολείται με τον υπολογισμό βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης (heating degree days & cooling degree days) για δεδομένα που συλλέχθηκαν από δέκα σταθμούς στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Οι χρόνοι έναρξης καταγραφής δεδομένων ποικίλουν από σταθμό σε σταθμό και αυτό οφείλεται στο γεγονός πως η λειτουργία κάθε σταθμού ξεκίνησε διαφορετική χρονική περίοδο. Σε πρώτη φάση αναφέρονται κάποιες εισαγωγικές έννοιες όπως τι είναι βαθμομέρα ψύξης και θέρμανσης και που μπορούν να βρουν εφαρμογή. Αναφορά γίνεται με ακόμα στο φαινόμενο αστικής θερμονησίδας που εμφανίζεται στα κέντρα των μεγάλων πόλεων. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά και επεξήγηση στους τρόπους εύρεσης των βαθμομερών καθώς και ανάλυση των υπολογισμών που γίνονται στην πορεία της εργασίας. Έπειτα παραθέτονται στοιχεία τόσο από την Ευρωπαϊκή Ένωση που αφορούν μελέτες και προσομοιώσεις για την εξέλιξη των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης και κατ' επέκταση την εξέλιξη της θερμοκρασίας στον Ευρωπαϊκό Χώρο. Παραθέτονται στοιχεία από τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων που σχετίζονται με τις κλιματικές ζώνες που χωρίζεται η Ελλάδα. Μικρή αναφορά γίνεται στο κτιριακό απόθεμα της Ελλάδας. Παρουσιάζονται διαγράμματα διασποράς τα οποία αφορούν την αλληλεπίδραση μεταξύ υψομέτρου και βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης καθώς και ποια μέθοδος χρησιμοποιήθηκε για να δημιουργηθούν οι χάρτες που βοηθούν στην κατανόηση των διαγραμμάτων. Έπειτα ακολουθεί ο σχολιασμός τους. Εν συνεχεία παρουσιάζονται πίνακες και διαγράμματα που αφορούν τις μέσες ετήσιες τιμές για κάθε σταθμό καθώς και οι τιμές βαθμομερών βάση τον μήνα. Προκύπτει το συμπέρασμα πως η περιοχή της Θεσσαλονίκης έχει ανάγκη από περισσότερη θέρμανση στα προάστια της σε σχέση με το κέντρο της πόλης λόγω της υψηλής δόμησης που υπάρχει. Η ανάγκη που υπάρχει για ψύξη είναι μικρή καθώς βοηθάει η γεωγραφική της θέση και συναντάμε σε μικρό βαθμό υψηλές θερμοκρασίες.

ABSTRACT

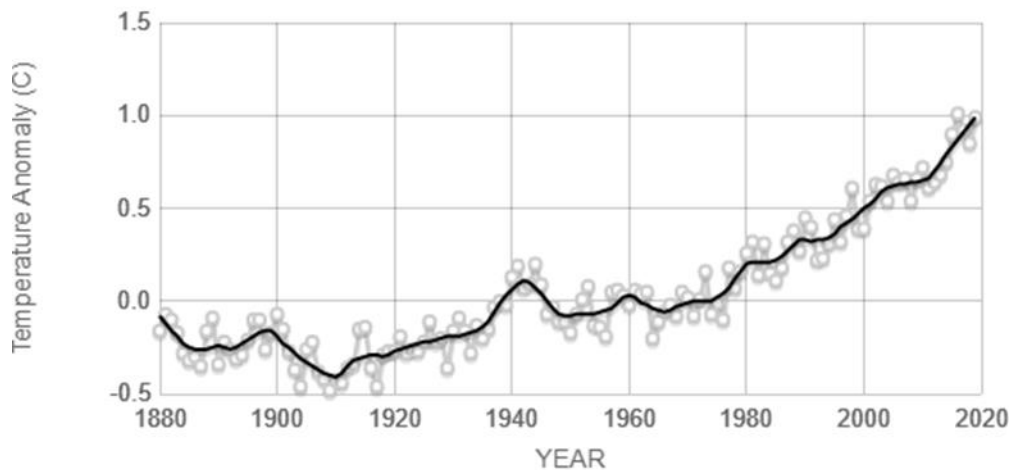
In the dissertation the calculation of heating degree days & cooling degree days from data that were collected from ten stations in the area of Thessaloniki is presented. The start times of data entry vary from station to station. This occurs due to the fact that each station started its operation at different time period. Firstly, some introductory concepts, such as cooling and heating degree days are mentioned and where they can be applied. Urban heat island phenomenon that occurs in urban centers is also mentioned. Also techniques how to detect degree days are referred and explained, as well as calculation analysis that was implemented in the dissertation. Afterwards data from the European Union that refers to studies and simulations of evolution of heating and cooling degree days and consequently temperature in the European area are presented. After that, data from the Energy Performance of Buildings Directive related to the climatic zones that Greece is divided into, can be found. Short reference is made to the building stock of Greece. Scatter diagrams which relate to the interaction between altitude and degrees of heating and cooling days as well as the method that was used to create maps are presented. The maps help to understand better the diagrams. The commentary of those diagrams follows. After that there are tables and charts regarding to the average annual prices for each station as well as the daily degree prices based on the month. The conclusion is that the area of Thessaloniki needs more heating in its suburbs than in the city center due to the high construction. Because of its geographical location the need of cooling is scant and the high temperatures degree is not that often.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Το 1878 ο Sir Richard Strachey μέσα από το έργο του έδωσε έμπνευση για να δημιουργηθεί η έννοια των βαθμομερών. Στην προσπάθεια του να βρει τη σωστή θερμοκρασία με σκοπό να γίνει μια καλλιέργεια πιο αποδοτική αναφέρθηκε σε όρους όπως βαθμομέρες και θερμοκρασία βάσης. Αρκετά χρόνια αργότερα το 1939 οι βαθμομέρες χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά σε κτιριακή μελέτη στην περιοχή του Λονδίνου. Με το πέρασ των χρόνων ο άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί καλύτερα πως μπορεί να αξιοποιήσει το εργαλείο αυτό και έκανε όλο και πιο εντατικές μελέτες πάνω στην μελέτη κτιρίων κυρίως για τον υπολογισμό απωλειών αλλά και μονώσεων. Τον 20^ο αιώνα και πιο συγκεκριμένα από την μέση και έπειτα παρατηρείται εντονότερα το φαινόμενο της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Αυτό συμβαίνει διότι έχουν αυξηθεί σε μεγάλο οι ανθρώπινες δραστηριότητες όπως μετακινήσεις και αύξηση της παραγωγικής δραστηριότητας. Σε συνδυασμό με την συγκέντρωση όλο και περισσότεροι πληθυσμού στα αστικά κέντρα καταλαβαίνει κανείς πως η θερμοκρασία στα κέντρα των μεγάλων πόλεων αναμένεται να είναι αυξημένη σε σχέση με περιοχές που βρίσκονται γύρω από αυτές (φαινόμενο αστικής θερμονησίδας). Επομένως η αξιοποίηση των βαθμομερών έγινε επιτακτική ανάγκη στην μελέτη των κτιρίων [1].

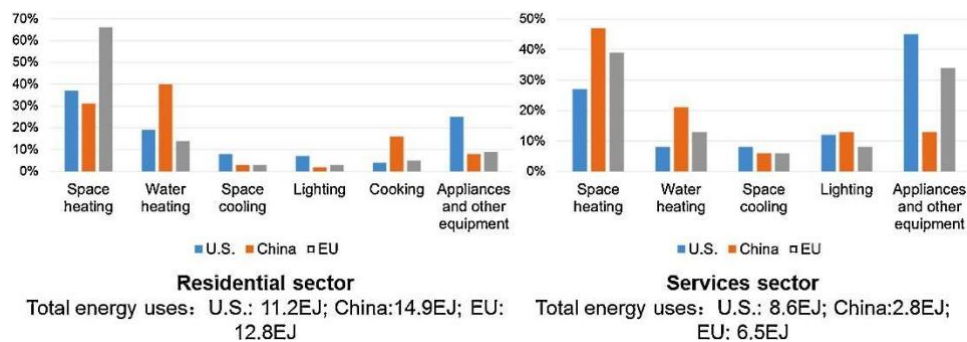


Source: climate.nasa.gov

Σχήμα 1:Ετήσια καταγραφή θερμοκρασίας του πλανήτη[nasa.org]

1.2 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ανθρώπων αυτή τη στιγμή βρίσκεται το 90% της ζωής του σε εσωτερικούς χώρους βασισμένοι στην μηχανική θέρμανση και ψύξη. Με αυτό τον τρόπο τα κτίρια αποτελούν την μεγαλύτερη πηγή κατανάλωσης ενέργειας στον πλανήτη. Σε διάστημα 30 χρόνων (1980-2010) η κατανάλωση των κτιρίων απο 33.7% έφτασε στο 41.1% στις Η.Π.Α. Ο παγκόσμιος οργανισμός ενέργειας προέβλεψε πως αυτή η αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης θα μειωνόταν εξαιτίας της οικονομικής κρίσης μέχρι το 2016 αλλά παραμένει σταθερή μέχρι το 2035. Η ενέργεια που δαπανάται για θέρμανση είναι το μεγαλύτερο ποσοστό στην συνολική κατανάλωση ενέργειας βάσει δεδομένων της Διεθνούς Υπηρεσίας Ενέργειας το 2010 για τις Η.Π.Α , Κίνα , Ε.Ε [2].



Σχήμα 2 : Κατανομή των τελικών χρήσεων ενέργειας των κτιρίων στις Η.Π.Α , την Ευρωπαϊκή Ένωση και την Κίνα το 2010

1.3 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΑ

Οι έννοιες των βαθμοημερών ψύξης και θέρμανσης (HEAT DEGREE DAYS –HDD & COOLING DEGREE DAYS –CDD) αντίστοιχα κατασκευάστηκαν με σκοπό την μελέτη του ρυθμού που αναπτύσσονται τα φυτά και τα έντομα την περίοδο της σποράς και ύστερα χρησιμοποιήθηκαν για την ποσοτικοποίηση των αναγκών ενός κτιρίου για θέρμανση ή ψύξη αλλά. Για να υπολογιστούν οι παραπάνω δείκτες χρειάζεται να ορίσουμε μια θερμοκρασία βάσης για τον εσωτερικό χώρο καθώς και να ξέρουμε την εξωτερική θερμοκρασία. Ως θερμοκρασία βάσης στα κτίρια ορίζουμε εκείνη την θερμοκρασία όπου το κτίριο δεν έχει ανάγκη ψύξη και θέρμανση για να επικρατούν συνθήκες άνεσης στον εσωτερικό χώρο. Μπορούμε να καταλάβουμε εύκολα πως αυτοί οι δείκτες επηρεάζονται από την γεωγραφική θέση που βρίσκεται η περιοχή που μελετάμε, για παράδειγμα ένα κτίριο στο βουνό έχει περισσότερη ανάγκη από θέρμανση σε σχέση με ένα κτίριο το οποίο βρίσκεται στο κέντρο μιας πόλης. Πιο συγκεκριμένα η βαθμομέρα θέρμανσης είναι η διαφορά της θερμοκρασίας βάσης με την εξωτερική θερμοκρασία ενώ για να υπολογίσουμε την βαθμομέρα ψύξης αφαιρούμε την θερμοκρασία βάσης από την εξωτερική [1].

Για να γίνει πιο κατανοητό ακολουθεί παράδειγμα,

$$T_b = 18^\circ\text{C} \text{ (θερμοκρασία βάσης)}$$

$$T_a = 10^\circ\text{C} \text{ (εξωτερική θερμοκρασία)}$$

$$HDD = T_b - T_a = 18 - 10 = 8^\circ\text{C} \text{ ,δηλαδή υπάρχει ανάγκη να θερμανθεί ο χώρος ακόμη } 8^\circ\text{C}.$$

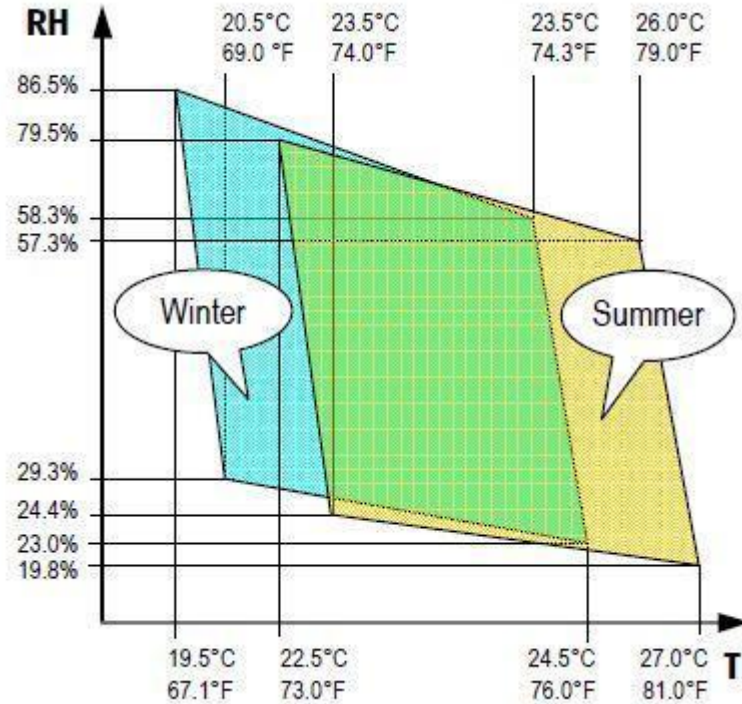
$$\text{Αν } T_a = 25^\circ\text{C}$$

$$CDD = T_a - T_b = 25 - 18 = 7^\circ\text{C} \text{ ,δηλαδή υπάρχει ανάγκη να ψυχθεί ο χώρος ακόμη } 7^\circ\text{C}.$$

1.4 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΑΣΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ

- ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΒΑΣΗΣ

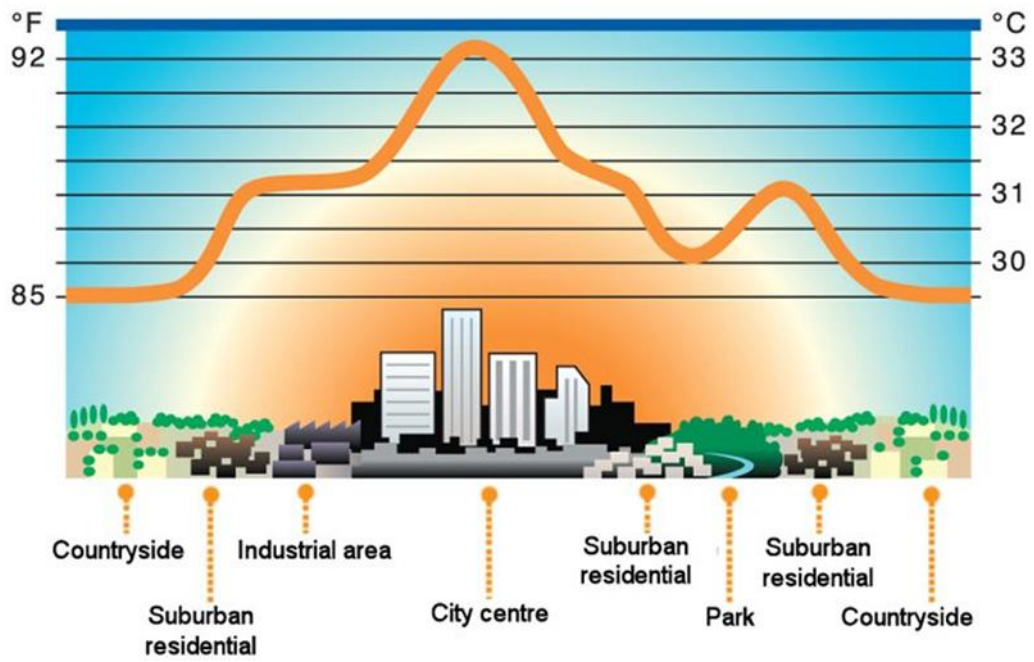
Πρόκειται για την θερμοκρασία εκείνη όπου ένα κτίριο δεν έχει ανάγκη από θέρμανση και ψύξη. Υπάρχει ένα περιθώριο $\pm 1-3^\circ\text{C}$ σε σχέση με την θερμοκρασία που επιθυμούμε και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι εκτός από τα συστήματα ψύξης ή θέρμανσης που χρησιμοποιούμε για να ρυθμίσουμε την θερμοκρασία προστίθενται σε αυτά κάποια θερμικά κέρδη που αφορούν τους ανθρώπους, τον φωτισμό καθώς και οι συσκευές που βρίσκονται στον εκάστοτε χώρο. Λαμβάνοντας υπόψη μας όλα τα θερμικά κέρδη είμαστε σε θέση να δημιουργήσουμε μια θερμοκρασία πλησίον της θερμοκρασίας που θέσαμε ως θερμοκρασία βάσης καθώς όλα τα θερμικά κέρδη ισοδυναμούν με τις θερμικές απώλειες του κτιρίου. Για να καταφέρουμε να έχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια στους υπολογισμούς μας πρέπει να πρέπει να γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά του κτιρίου που μας ενδιαφέρει (θερμομόνωση, τύπος παραθύρων, ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν). Επιπλέον γνωρίζοντας πως τα θερμικά κέρδη διαφέρουν από εποχή σε εποχή ακόμα και από μέρα σε μέρα κυρίως λόγω της μεταβολής του καιρού πρέπει να υπολογίσουμε και το σφάλμα το οποίο μπορεί να προκύψει αλλά ταυτόχρονα να θέσουμε θερμοκρασία βάσης λαμβάνοντας τις μέσες τιμές των μετρήσεων μας για μεγαλύτερη ακρίβεια. [3], [4]



Σχημα 3 : Ζώνες Θερμικής άνεσης

- ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΑΣΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ

Πρόκειται για φαινόμενο που παρουσιάζεται σε αστικές περιοχές και αφορά την εμφάνιση υψηλότερων θερμοκρασιών σε σχέση με τις κοντινές περιαστικές περιοχές. Αφορά είτε επιφανειακές θερμοκρασίες είτε για θερμοκρασίες στον αέρα. Η ενεργειακή ισορροπία μεταξύ της ακτινοβολίας που εισέρχεται και εκείνης που εξέρχεται είναι εκείνη η οποία δημιουργεί αυτό το φαινόμενο. Όταν υπάρχει θετικό θερμικό ισοζύγιο στις αστικές περιοχές τότε υπάρχουν υψηλές θερμοκρασίες στο αστικό περιβάλλον. Το θετικό θερμικό ισοζύγιο οφείλεται συνήθως στην ανθρώπινη δραστηριότητα, έλλειψη πρασίνου. Στην ένταση του φαινομένου συμβάλουν ακόμη η υψηλή θερμοχωρητικότητα οικοδομικών υλικών που αυξάνει την αποθήκευση θερμότητας και ο χαμηλός συντελεστής ανάκλασης. Σημαντικό για την αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού είναι η δημιουργία χώρων πρασίνου στα αστικά κέντρα καθώς και η δημιουργία πράσινων οροφών σε κτίρια ύψους μικρότερα των 10 μέτρων και σε συνδυασμό με χρήση ψυχρών υλικών έχει αποδειχθεί πως μειώνει την κατανάλωση ενέργειας και αναβαθμίζουν την ποιότητα του αέρα. [5] , [6]



Σχήμα 4 : Φαινόμενο αστικής θερμνησίδας[geonews.gr]

1.5 ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΥΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΟΙ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ

Οι βαθμοημέρες μας βοηθάνε σε κτιριακές μελέτες για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε την ανάγκη σε ενέργεια που χρειάζεται ένα κτίριο για να θερμανθεί και να ψυχθεί κατάλληλα. Χρησιμοποιούνται ακόμη και στις αγροτικές καλλιέργειες κυρίως για την εύρεση του ρυθμού ανάπτυξης των αγαθών που καλλιεργούνται. Αναλυτικότερα:

- ΧΡΗΣΗ ΣΤΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Λόγω της ανάγκης δημιουργήθηκε για τον υπολογισμό της χρονικής διάρκειας που έπρεπε να έχουν οι σπορές καθώς και για την χρονική περίοδο που αυτές πρέπει να γίνονται βάση των θερμοκρασιών που υπάρχουν κάθε εποχή δημιουργήθηκε ο όρος βαθμοημέρες ανάπτυξης (Growing Degree Days). Οι βαθμοημέρες ανάπτυξης υπολογίζονται γνωρίζοντας την μέση θερμοκρασία του αέρα η οποία προκύπτει από το ημίθροισμα της μέγιστης και της ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας και αφαιρώντας το από την θερμοκρασία βάσης (Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφέρουμε πως κάθε φυτό ή καρπός έχει διαφορετική θερμοκρασία βάσης).

$$\sum_{i=1}^m = (T_i - T_{base}) \quad [1.5]$$

$$T_i = (T_{max} + T_{min})/2 \quad [1.5.1]$$

Όπου:

T_i = Μέση θερμοκρασία

T_{base} = Θερμοκρασία βάσης

$i=1,2,..,m$, ημέρες

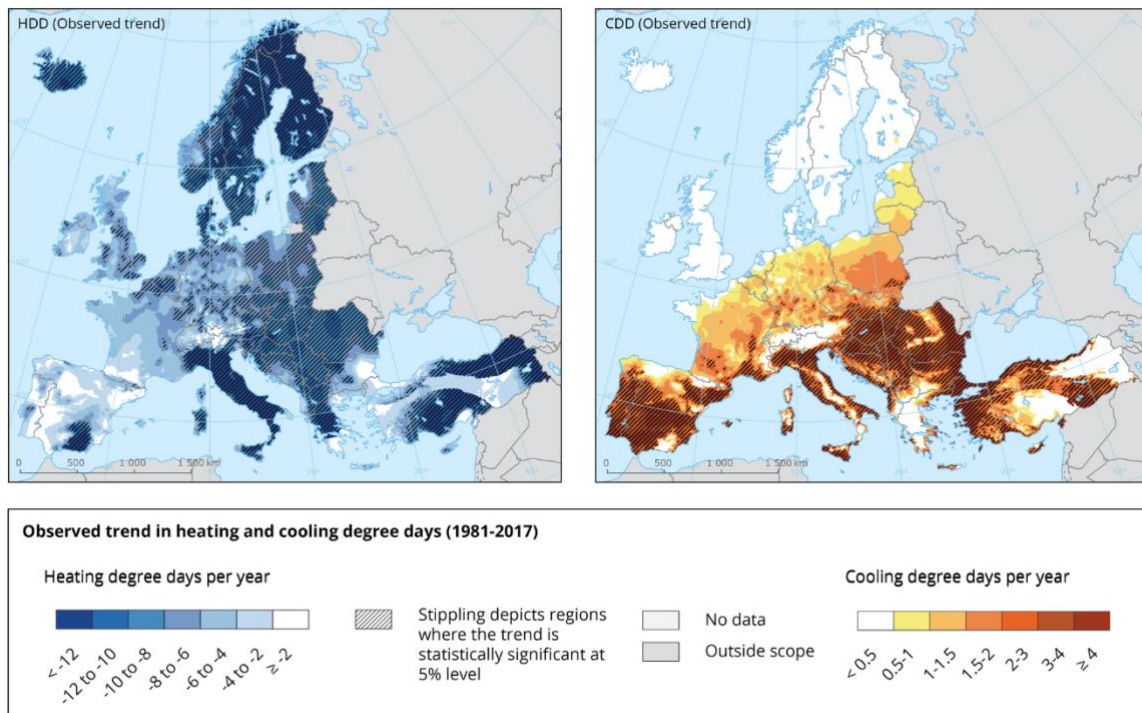
Ο υπολογισμός αφορά μόνο θετικές τιμές και μέσω αυτού του υπολογισμού είμαστε σε θέση να γνωρίσουμε τον ακριβή χρόνο όπου τα φυτά , καρποί θα είναι αρκετά ώριμα καθώς και ποιες εποχές είναι κατάλληλες για το καθένα βάση των θερμοκρασιών που επικρατούν. [7]

- ΧΡΗΣΗ ΣΤΙΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Η προτιμότερη μέθοδος για να υπολογίσουμε την ενεργειακή ανάγκη ενός κτιρίου είναι η θερμική προσομοίωση αλλά λόγω της πολυπλοκότητας των κτιρίων υπάρχουν αρκετοί παράγοντες οι οποίοι καθιστούν των υπολογισμό υψηλό σε δυσκολία και αρκετά χρονοβόρο. Οι βαθμομέρες απο την άλλη χρειάζονται λιγότερο όγκο δεδομένων και σημαντικά μειωμένο χρόνο ώστε να εξάγουμε συμπεράσματα ως προς την ενεργειακή κατανάλωση. Σίγουρα η ακρίβεια αυτής της μεθόδου είναι λιγότερο ακριβής σε σχέση με την ακριβή προσομοίωση αλλά ταυτόχρονα και σημαντικά απλούστερη. Ακόμη υπάρχει η δυνατότητα μέσω των βαθμομερών και του συντελεστή θερμικών απωλειών να υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες ενός κτιρίου. Για να έχουμε τα σωστά αποτελέσματα σχετικά με των υπολογισμό των απωλειών αλλά και την ενεργειακή κατανάλωση πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας και τα εσωτερικά θερμικά κέρδη που υπάρχουν και αφορούν τους ανθρώπους που υπάρχουν μέσα στο κτίριο, τις ηλεκτρικές συσκευές και των φωτισμό. Υπάρχουν όμως και τα ηλιακα κέρδη τα οποία αφορούν τη ηλιακή ακτινοβολία η οποία εισέρχεται μέσα από τις διάφανες επιφάνειες (παράθυρα , θύρες) είτε εισέρχεται έμμεσα μέσα από τα δοκάρια και τους τοίχους. Αυτά τα θερμικά κέρδη επηρεάζουν την εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου και είναι σημαντικό για τους υπολογισμούς να τα γνωρίζουμε και να τα λάβουμε υπόψιν μας [8].

1.6 ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

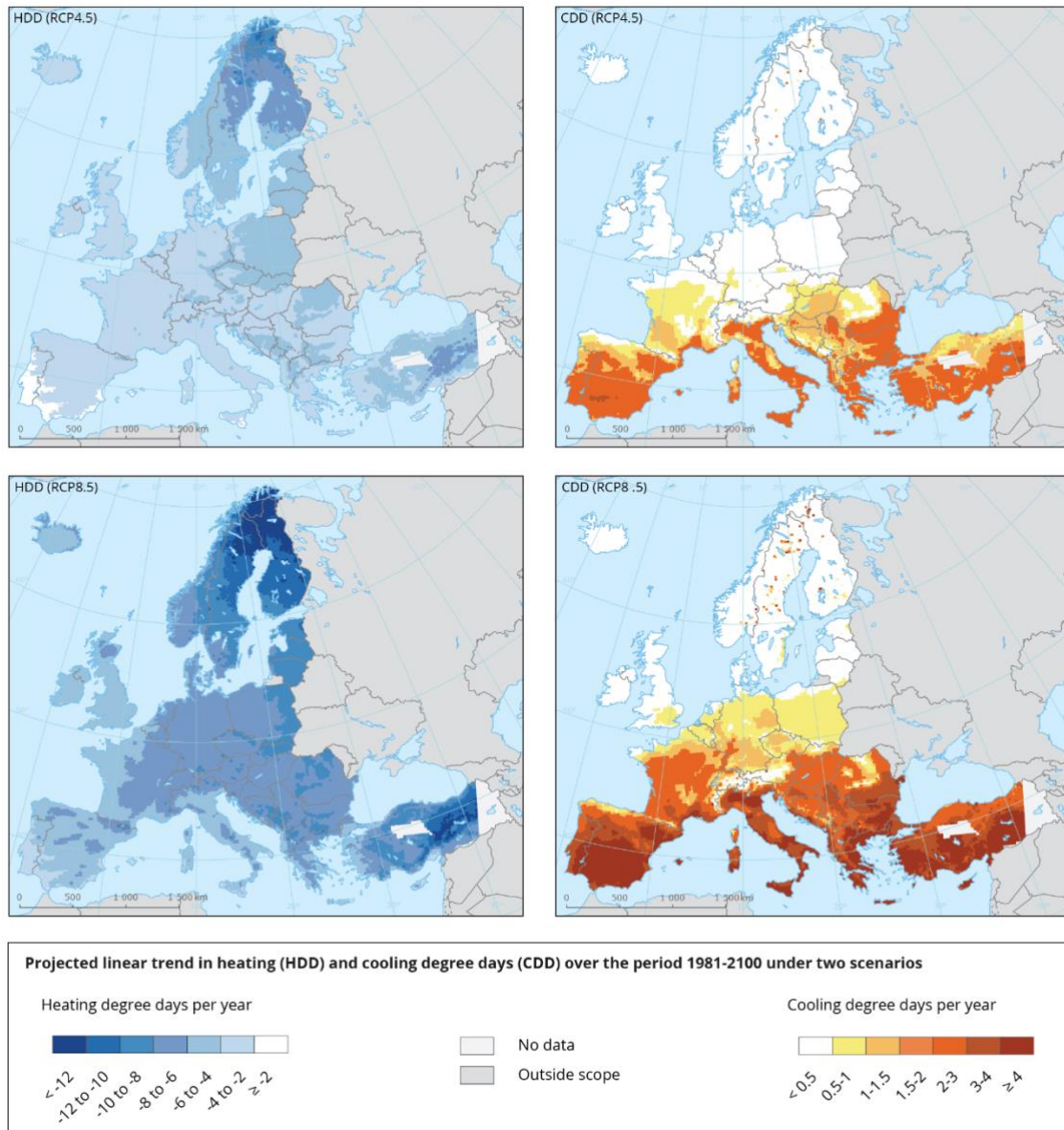
Στις τελευταίες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα και στις αρχές του 21^{ου} παρατηρούνται όλο και συχνότερα ακραία καιρικά φαινόμενα στην Ευρώπη συνέπεια της κλιματικής αλλαγής καθώς προκαλούνται φυσικές καταστροφές όπως κυκλώνες, υπερχειλίση ποταμών λόγω καταρρακτώδους βροχής. Αυτά τα φαινόμενα έχουν συνέπειες τόσο στο περιβάλλον όσο και στην οικονομία της Ευρώπης και στο μέλλον τα προβλήματα αναμένεται να αυξηθούν εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας. Στο παρακάτω γράφημα φαίνεται πως έχει διαμορφωθεί η κατάσταση για τις ανάγκες κάθε περιοχής της Ευρώπης για θέρμανση και ψύξη από το 1981 έως το 2017 σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή υπηρεσία περιβάλλοντος όπου αντιπροσωπεύεται και η ανάγκη της Ευρώπης για ενέργεια.



Σχήμα 5 : Βαθμομέρες Ευρώπης (1981-2017)(www.eea.europa.eu)

Παρατηρούμε πως στα βόρεια της Ευρώπης η ανάγκη για θέρμανση είναι υψηλή ενώ έχουμε χαμηλή ανάγκη για ψύξη. Αυξημένη ανάγκη για ψύξη παρουσιάζεται στην Ιβηρική χερσόνησο καθώς και σε κάποιες περιοχές των Βαλκανίων.

Η ίδια Ευρωπαϊκή υπηρεσία ακολουθώντας μοντέλα προσομοίωσης αποτύπωσε ακόμα 2 σενάρια τα οποία μας δείχνουν την ενδεχόμενη εξέλιξη που θα έχουν οι βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης στην Ευρώπη.



Σχήμα 6 : Σενάρια για εξέλιξη βαθμομερών μέχρι το 2100

Πρόκειται για σενάρια όπου είναι συνδεδεμένα με την κλιματική αλλαγή, την αύξηση των αερίων ρύπων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Κανένα από τα δύο σενάρια δεν είναι σύμφωνο με τους στόχους που έχουν τεθεί από την Ε.Ε. Αναφορικά με την πρόβλεψη RCP 4.5 είναι μια αισιόδοξη πρόβλεψη και αυτό το αντιλαμβανόμαστε διότι σε σχέση με την εικόνα όπου αφορά το σήμερα αρκετές περιοχές με υψηλό αριθμό βαθμομερών ψύξης έχουν πλέον χαμηλότερο αριθμό βαθμομερών ψύξης. Αυτό έρχεται σε αντιδιαστολή με την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας. Παρατηρώντας την πρόβλεψη RCP 8.5 καταλαβαίνουμε ότι υπάρχει μεγάλη ανάγκη στην Ευρώπη για ψύξη καθώς όλη η νότια Ευρώπη έχει σημαντικά ανεβασμένο τον αριθμό των βαθμομερών ψύξης και χαμηλό αριθμό βαθμομερών θέρμανσης που πρακτικά σημαίνει πως το κλίμα έχει αλλάξει και έχει γίνει αρκετά θερμό. Πρόκειται για ακραίο σενάριο καθώς γίνεται παγκόσμια και όχι μόνο Ευρωπαϊκή προσπάθεια για τον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας [9].

1.7 ΤΡΟΠΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΩΝ

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να υπολογίσει κανείς τις βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης. Μερικοί από αυτούς ονομαστικά είναι οι ακόλουθοι

- Με τις μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες
- Με την μέθοδο μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών
- Μέσες βαθμοώρες (ωριαία μέτρηση της θερμοκρασίας)
- Μέθοδος μηνιαίων βαθμοημερών

Ακολουθεί ανάλυση των ανωτέρω τρόπων υπολογισμού των βαθμοημερών.

1.7.1 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΣΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

Σε αυτή την μεθοδολογία μπορούμε να υπολογίζουμε τις βαθμομέρες με τους τύπους που βρίσκονται παρακάτω όπου στην πορεία θα αναλυθούν κιόλας:

$$\bullet \quad CDD = \sum(T_m - T_b) \quad [^{\circ}C] \quad [1.7.1\alpha]$$

Αποδεκτές μόνο θετικές τιμές σε διαφορετική περίπτωση

$$CDD = 0$$

$$\bullet \quad HDD = \sum(T_b - T_m) \quad [^{\circ}C] \quad [1.7.1\beta]$$

Αποδεκτές μόνο θετικές τιμές σε διαφορετική περίπτωση

$$HDD = 0$$

T_m : Πρόκειται για την μέση ημερήσια θερμοκρασία.

T_b : Πρόκειται για την θερμοκρασία βάσης την οποία έχουμε θέσει.

Στην πραγματικότητα χρησιμοποιώντας αυτούς τους τύπους κάνουμε μια αφαίρεση. Στην περίπτωση της βαθμομέρας ψύξης αφαιρούμε από την μέση θερμοκρασία την θερμοκρασία βάσης. Στην αντίθετη περίπτωση που ψάχνουμε την θερμοκρασία θέρμανσης η πράξη που κάνουμε είναι να αφαιρέσουμε την μέση θερμοκρασία από την θερμοκρασία βάσης [1].

1.7.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΣΩΝ ΒΑΘΜΟΩΡΩΝ

Πρόκειται για μια από τις πιο αξιόπιστες και με μεγαλύτερη ακρίβεια μεθόδους όσον αφορά τον τρόπο που υπολογίζουμε τις βαθμοημέρες. Σε αυτή την μέθοδο προσθέτουμε τις θερμοκρασίες κάθε ώρας της ημέρας και αφαιρούμε την θερμοκρασία βάσης, αν πρόκειται για βαθμοημέρα θέρμανσης, στην περίπτωση που υπολογίζουμε βαθμοημέρα ψύξης αφαιρούμε την θερμοκρασία βάσης από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος και το σύνολο αυτό το διαιρούμε με τις ώρες της ημέρας. Σε περίπτωση όπου κάποια αφαίρεση μας δίνει αρνητικό αποτέλεσμα λογίζεται ίση με 0.

- Βαθμοημέρες θέρμανσης

$$HDD = \frac{\sum_{j=1}^{24} (T_b - T_{\pi,j})}{24} \text{ [}^\circ\text{C/h]} \text{ [1.7.2\alpha]}$$

- Βαθμοημέρες ψύξης

$$CDD = \frac{\sum_{j=1}^{24} (\pi_{,j} - T_b)}{24} \text{ [}^\circ\text{C/h]} \text{ [1.7.2\beta]}$$

- DD : βαθμοημέρες σε $^\circ\text{C/h}$
- $T_{\pi,j}$: θερμοκρασία περιβάλλοντος σε μια ώρα της ημέρας j σε $^\circ\text{C}$
- T_b : θερμοκρασία βάσης σε $^\circ\text{C}$

Με αυτή την μέθοδο μπορούμε να υπολογίσουμε βαθμοημέρες για ένα μεγάλο διάστημα όπως για παράδειγμα για μήνες ή και χρόνια , αυτό φυσικά απαιτεί μεγάλο χώρο αποθήκευσης καθώς ο όγκος των δεδομένων που θα έχουν συλλεχθεί σε αυτό το διάστημα είναι μεγάλος. Αυτό σημαίνει πως σε μια μελέτη ίσως προτιμήσουμε άλλο τρόπο υπολογισμού προκειμένου να απαλλαγούμε από τον χειρισμό του μεγάλου όγκου δεδομένων [1].

1.7.3 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

Η ιδέα αυτού του τρόπου υπολογισμού ξεκίνησε την περίοδο όπου οι υπολογιστές βρίσκονταν σε πρώιμο επίπεδο και έπρεπε να βρεθεί ο τρόπος με τον οποίο οι υπολογιστές θα δεχόντουσαν ως δεδομένα την μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία. Πρόκειται για την προσέγγιση του ολοκληρώματος [1]

$$DD = \int_0^t (T_b - T_{\pi}) dt \quad [1.7.3]$$

Υπάρχουν 4 πιθανοί τρόποι συσχέτισης της ημερήσιας θερμοκρασίας με την θερμοκρασία βάσης, τους οποίους θα αναλύσουμε παρακάτω.

1. Η θερμοκρασία βάσης να υπερβαίνει την μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία.
2. Η διαφορά της μέγιστης θερμοκρασίας περιβάλλοντος με την θερμοκρασία βάσης να είναι μικρότερη σε σχέση με την διαφορά της θερμοκρασίας βάσης με την ελάχιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος.
3. Η διαφορά της μέγιστης θερμοκρασίας περιβάλλοντος με την θερμοκρασία βάσης είναι μεγαλύτερη από την διαφορά της θερμοκρασίας βάσης με την ελάχιστη θερμοκρασία.
4. Όταν η ελάχιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος υπερβαίνει την θερμοκρασία βάσης οι βαθμομέρες είναι ίσες με το μηδέν.

Ακολουθούν οι μαθηματικές σχέσεις που διέπουν τα όσα ειπώθηκαν άνωθεν καθώς και οι εξισώσεις που χρειάζονται για τον υπολογισμό βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης.

Συνδυασμός	Συνθήκη	Βαθμομέρα θέρμανσης
1	$T_b > T_{\pi, \max}$	$T_b - 1/2(T_{\pi, \max} + T_{\pi, \min})$
2	$T_b > T_{\pi, \min}$ & $(T_{\pi, \max} - T_b) < (T_b - T_{\pi, \min})$	$1/2(T_b - T_{\pi, \min}) - 1/4(T_{\pi, \max} - T_b)$
3	$T_{\pi, \max} > T_b$ & $(T_{\pi, \max} - T_b) > (T_b - T_{\pi, \min})$	$1/4(T_b - T_{\pi, \min})$
4	$T_{\pi, \min} > T_b$	0

Συνδυασμός	Συνθήκη	Βαθμομέρα ψύξης
1	$T_{\pi, \min} > T_b$	$1/2(T_{\pi, \max} + T_{\pi, \min}) - T_b$
2	$T_{\pi, \max} > T_b$ $(T_{\pi, \max} - T_b) > (T_b - T_{\pi, \min})$	$1/2(T_{\pi, \max} - T_b) - 1/4(T_b - T_{\pi, \min})$
3	$T_b > T_{\pi, \min}$ και $(T_{\pi, \max} - T_b) < (T_b - T_{\pi, \min})$	$1/4(T_{\pi, \max} - T_b)$
4	$T_{\pi, \min} < T_b$	0

1.7.4 ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑ HITCHIN

Κατά καιρούς στο παρελθόν οι άνθρωποι στην προσπάθεια τους να βρουν ένα τρόπο ώστε να είναι σε θέση να γνωρίσουν τις βαθμομημέρες με ελάχιστα μετεωρολογικά δεδομένα.

Δοκίμασαν διάφορους τρόπους αλλά κυρίως είχαν εστιάσει την προσοχή τους σε μεθόδους που απαιτούσαν μηνιαίες θερμοκρασίες καθώς ,τις διακυμάνσεις τους στην χρονική περίοδο κάθε μήνα καθώς και τον τόπο που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις.Ο Hitchin το έτος 1983 παρέθεσε την ακόλουθη εξίσωση για τον υπολογισμό των βαθμομημερών θέρμανσης

$$D_m = \frac{N_m (T_b - T_{o,mean})}{1 - e^{-k(T_b - T_{o,mean})}} \quad [^{\circ}C] \quad [1.7.4]$$

Όπου :

- D_m , βαθμομημέρες σε $^{\circ}C$
- T_b , θερμοκρασία βάσης σε $^{\circ}C$
- $T_{o,mean}$, μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος σε $^{\circ}C$

K , σταθερά τοποθεσίας και ο τρόπος που υπολογίζεται είναι $K = \frac{2.5}{\sigma_{\tau}}$ με σ_{τ} να πρόκειται για την τυπική απόκλιση των θερμοκρασιών του εκάστοτε μήνα.[1]

1.8 ΣΦΑΛΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΩΝ

Κάθε μέτρηση ενός μεγέθους που λαμβάνει χώρα υπόκειται σε πειραματικό σφάλμα. Το συγκεκριμένο σφάλμα δεν οφείλεται σε λάθος κατά την διαδικασία του πειράματος αλλά σχετίζεται κυρίως με εξωτερικούς παράγοντες που συνήθως μπορεί να είναι και μη εξελείψιμοι. Όπως για παράδειγμα η ακρίβεια του οργάνου που χρησιμοποιείται για την κάθε μέτρηση.

Στην περίπτωση των βαθμοωρών το σφάλμα υπολογίζεται ως την διαφορά του μέσου όρου των βαθμοωρών με τον μέσο όρο της μεθοδολογίας υπολογισμού Συνεπώς η σχέση που διέπει το σφάλμα στις βαθμομημέρες είναι η ακόλουθη [4].

$$DDE = \frac{D_{davg} - D_{mavg}}{D_{davg}} \times 100\% \quad [1.8]$$

- D_{davg} = Μέσος όρος βαθμοωρών
- D_{mavg} = Μέσος όρος Μεθοδολογίας
- DDE = Σφάλμα βαθμοημέρας

1.9 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Σε παγκόσμιο επίπεδο τα κτίρια αντιπροσωπεύουν πάνω από το 33% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και το 50% του συνόλου της ηλεκτρικής ενέργειας. Δεδομένου ότι το βιοτικό επίπεδο στις ανεπτυγμένες χώρες τείνει να αυξηθεί όσο αυξάνεται και ο παγκόσμιος πληθυσμός τόσο θα αυξάνεται και η ενεργειακή κατανάλωση των σπιτιών και κατ' επέκταση και τα αέρια του θερμοκηπίου. Για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω τα τελευταία χρόνια γίνονται προσπάθειες σε παγκόσμιο επίπεδο έτσι ώστε να μειωθεί η ενέργεια που καταναλώνουν τα κτίρια. [2] , [9].

Η Ευρωπαϊκή Ένωση συμμετέχοντας ενεργά στην προσπάθεια για μείωση των ρύπων που δημιουργούνται από τα κτίρια και θέλοντας να κάνει τα κτίρια πιο φιλικά στο περιβάλλον έχει εκδώσει οδηγίες προς τα κράτη μέλη της για να πετύχει τον σκοπό αυτό.

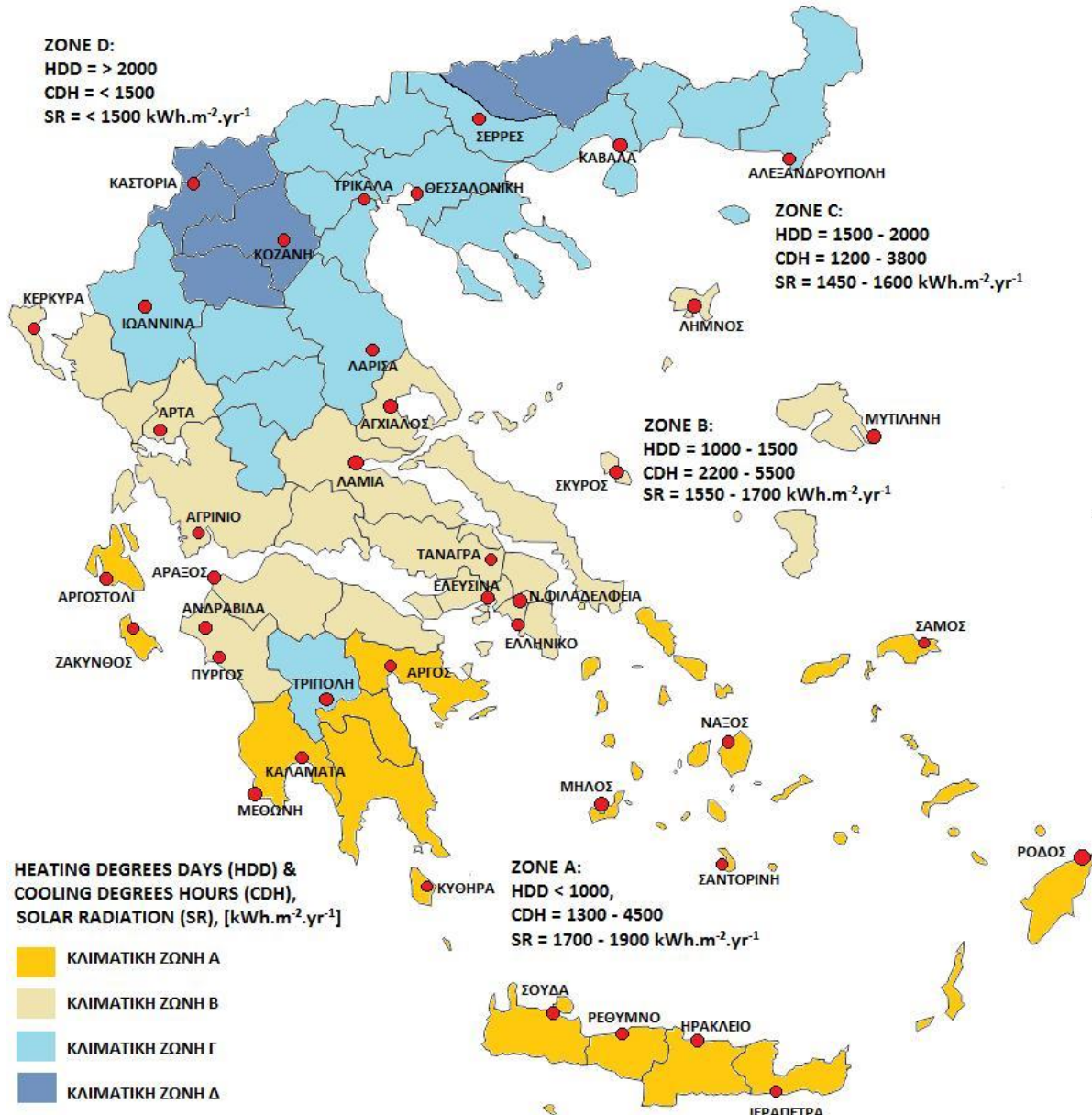
Στο πλαίσιο της κοινοτικής οδηγίας 91/2002/ΕΚ (για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων) η χώρα μας ήταν υποχρεωμένη να εφαρμόσει νομοθετικές διατάξεις έτσι ώστε να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων της χώρας μας, για αυτό τον λόγο εκδόθηκε ο Κ.Εν.Α.Κ. στον οποίο, μεταξύ άλλων, θα πρέπει να καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινισμένου, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων αποτελεί υποχρέωση της χώρας τόσο απέναντι στην Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και απέναντι στους πολίτες της προσφέροντας τους την απαραίτητη ασφάλεια αλλά παράλληλα και εξοικονόμηση χρημάτων μέσω της μείωσης ενέργειας που χρειάζεται να δαπανήσουν είτε για θέρμανση είτε για ψύξη. Στην συνέχεια το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ) αξιοποιώντας τα μέλη του ανέπτυξε κάποιες Τεχνικές Οδηγίες οι οποίες φέρνουν διάφορα πρότυπα μελετών και επιθεωρήσεων στα Ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Παράλληλα το ΤΕΕ ανέπτυξε ένα λογισμικό το οποίο ονομάζεται ΤΕΕ-Κ.Εν.Α.Κ. και αφορά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης (βαθμονόμησης) των κτιρίων, τόσο κατά την διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων, όσο και κατά την εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης [10] , [12].

Η Ελλάδα ακολουθώντας τις οδηγίες της Ε.Ε (Ευρωπαϊκή Ένωση) (οδηγία 2012/27/ΕΕ) περί ενεργειακής απόδοσης η οποία έχει θέσει ως στόχο την μείωση κατανάλωσης ενέργειας τουλάχιστον κατά 27% έως το 2030 στην χρήση πρωτογενούς ενέργειας λαμβάνοντας μετρά για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης δημιούργησε ένα πρόγραμμα με το όνομα Εξοικονομώ κατ' οίκον και ο σκοπός του είναι η αναβάθμιση των κατοικιών. Πρόκειται για μια μορφή επιδότησης ανάλογα με το εισόδημα του κάθε πολίτη για να αναβαθμίσουν ενεργειακά την κατοικία τους. Πρώτη φορά διενεργήθηκε το 2010 και συγκέντρωσε μεγάλο ενδιαφέρον. Οι επεμβάσεις που δικαιούται να κάνει ο δικαιούχος είναι οι ακόλουθες [12].

- Αντικατάσταση κουφωμάτων.
- Τοποθέτηση/αναβάθμιση θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου.
- Αναβάθμιση συστήματος θέρμανσης και παροχής ζεστού νερού χρήσης αξιοποιώντας Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

1.10 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Οι κλιματικές ζώνες στις οποίες χωρίζεται η χώρα μας βάση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων είναι 4 και διαμορφώνονται σύμφωνα τις βαθμομέρες θέρμανσης. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι νομοί της Ελλάδας καθώς και σε ποιά ζώνη ανήκουν σε κάθε ζώνη ξεκινώντας από την θερμότερη (ζώνη Α) προς την ψυχρότερη (ζώνη Δ).



Σχήμα 7 :κλιματικές ζώνες Ελλάδας Κ.Εν.Α.Κ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

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

Σχήμα 8 : περιοχές ανά κλιματικές ζώνες Ελλάδα σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ.

Περιοχές άνω των 500 m εντάσσονται στην αμέσως επόμενη ψυχρότερη κατηγορία σε σχέση με αυτή που ανήκουν. Στην τελευταία ζώνη όλες οι περιοχές βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.[17]

1.11 ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΑΠΟΘΕΜΑ ΕΛΛΑΔΑΣ

Σύμφωνα με την τελευταία καταγραφή κτιρίων στην χώρα που έγινε το 2011 από την ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ (ΕΛ.ΣΤΑΤ.) παρουσιάζονται στοιχεία τα οποία αφορούν τους ορόφους κάθε κτιρίου καθώς επίσης πόσα κτίρια αφορούν κατοικίες , το έτος ανέγερσης τους, είδος οροφής και υλικά κατασκευής. Εμάς στην παρούσα εργασία μας ενδιαφέρει κυρίως το έτος ανέγερσης των κτιρίων κυρίως εκείνων που βρίσκονται στην περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Καταγράφηκαν 4.105.637 κτίρια σε όλη την χώρα με το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών να βρίσκεται στην περιοχή της Αττικής. Στην Κεντρική Μακεδονία ο αριθμός των κτιρίων ανέρχεται στις 600.436 με το μεγαλύτερο ποσοστό να πρόκειται για κτίρια χωρίς όροφο(310.282).

Ενδιαφέρον στατιστικό στοιχείο είναι το έτος ανέγερσης των κτιρίων.Ακολουθεί πίνακας με την αντίστοιχη καταγραφή.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΕΤΟΣ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ								
	ΠΡΙΝ ΤΟ 1970	1971-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006 ΚΑΙ ΜΕΤΑ	ΥΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	226.942	113.242	59.756	47.107	39.756	38.120	38.073	31.124	6.35

Σχήμα 9: Στοιχεία από ΕΛ.ΣΤΑΤ για έτος ανέγερσης κτιρίων στην περιοχή της Κεντρικής Μακεδονίας.

Το μεγαλύτερο ποσοστό κτιρίων στην περιοχή ανεγέρθη πριν το 1970 και περνώντας τα χρόνια παρατηρείται μείωση των ανεγερθέντων κτιρίων κάτι που είναι αναμενόμενο. Αυτό που πρέπει να μας προβληματίσει είναι αν και κατα πόσο τα κτίρια αυτά έχουν ανακαινιστεί και εφοδιαστεί με κατάλληλα μονωτικά, κουφώματα, νεότερης τεχνολογίας συστημάτων θέρμανσης. Ένας τόσο παλαιωμένο κτιριακό απόθεμα καταναλώνει μεγαλύτερη ενέργεια για τις ανάγκες τόσο θέρμανσης όσο και ψύξης καθώς δεν έχει μεγάλη ενεργειακή αποδοτικότητα [19].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

2.1 ΣΤΑΘΜΟΙ ΛΗΨΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



Εικόνα 10 : Σταθμός μέτρησης Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών στο Νόησις (vorlia.gr)

Η παρούσα εργασία αφορά την περιοχή της Θεσσαλονίκης και συλλέχθηκαν δεδομένα από τον ιστότοπο του meteo (όπου αποτελεί μια πιο απλή και κατανοητή εκδοχή της ιστοσελίδας του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών) για τους παρακάτω 10 σταθμούς :

ΟΝΟΜΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	LATITUDE	LONGITUDE
ΧΑΛΑΣΤΡΑ	1	40°36'0.00"B	22°48'0.00"A
ΣΙΝΔΟΣ	4	40°42'0.00"B	22°48'0.00"A
ΚΑΛΑΜΑΡΙΑ	5	40°35'7.00"B	22°56'15.00"A
ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ	16	40°27'59.08"B	22°51'24.63"A
ΑΣΠΡΟΒΑΛΤΑ	20	40°42'0.00"B	23°41'60.00"A
ΔΕΘ	29	40°37'41.95"B	22°57'19.86"A
ΚΟΡΔΕΛΙΟ	37	40°42'0.00"B	22°53'60.00"A
ΝΟΗΣΙΣ	60	40°33'49.50"B	22°59'41.29"A
ΛΑΓΚΑΔΑΣ	87	40°43'43.25"B	23° 5'25.58"A
ΕΠΤΑΠΥΡΓΙΟ	175	40°38'40.00"B	22°57'28.00"A

Πίνακας 11 : Ονομασίες σταθμών μέτρησης και συντεταγμένες σταθμών.



Σχήμα 12 : Χάρτης με τη θέση κάθε σταθμού [meteo.gr]

Στην παραπάνω εικόνα διακρίνουμε τις ακριβείς τοποθεσίες των σταθμών που μελετάμε. Πέντε σταθμοί βρίσκονται πιο κοντά στο κέντρο της πόλης ενώ οι υπόλοιποι βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από το κέντρο με εξαίρεση τον σταθμό που βρίσκεται στα Ασπροβάλτα όπου είναι σε αρκετά μεγάλη απόσταση. Ένα ακόμη στοιχείο που πρέπει να αναφερθεί είναι πως δεν έχουμε σταθμούς σε μεγάλα υψόμετρα (>200m). Το μεγαλύτερο υψόμετρο που βρίσκεται σταθμός μελέτης μας είναι τα 175 m. [13].

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

2.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Οι πληροφορίες οι οποίες δίνονται από τον ιστότοπο βρίσκονται αρχικά στην ακόλουθη μορφή όπου στην συνέχεια καλούμαστε να τροποποιήσουμε για έρθει στην τελική του μορφή.

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for NOV. 2015

NAME: ASPROVALTA CITY: STATE:
ELEV: 20 m LAT: 40° 42' 00" N LONG: 23° 42' 00" E

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

	MEAN					HEAT	COOL		AVG			DOM
DAY	TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	DEG	DEG	RAIN	SPEED	HIGH	TIME	DIR
1	12.2	16.5	12:30	6.9	5:00	6.2	0.0	0.0	3.4	24.1	0:30	NNE
2	10.0	16.5	14:20	3.7	6:40	8.3	0.0	0.0	0.8	9.7	0:10	WSW
3	10.8	18.8	14:00	5.9	7:10	7.6	0.0	0.0	0.0	4.8	0:20	W
4	10.8	18.2	14:10	4.2	6:50	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---
5	10.7	17.9	14:30	4.7	7:20	7.6	0.0	0.0	0.3	9.7	13:40	W
6	11.2	18.0	13:00	5.3	6:50	7.2	0.0	0.0	0.5	9.7	20:20	W
7	11.5	17.4	13:10	7.1	6:20	6.8	0.0	0.0	0.6	9.7	20:00	WSW
8	11.6	18.6	13:50	6.1	7:00	6.7	0.0	0.0	0.5	11.3	13:50	W
9	14.4	23.6	14:40	8.6	2:10	4.8	0.8	0.0	1.0	19.3	13:20	WNW
10	19.6	24.5	12:10	14.1	0:30	0.4	1.7	0.0	4.7	41.8	15:40	NW
11	17.7	26.4	12:50	13.1	23:50	1.8	1.2	0.0	3.7	30.6	12:20	SSW
12	14.1	19.9	13:20	10.0	23:30	4.5	0.2	0.0	0.3	8.0	12:00	E
13	13.1	19.4	13:30	8.9	6:30	5.3	0.1	0.2	0.3	11.3	11:00	W
14	13.1	19.2	13:40	8.2	5:50	5.3	0.1	0.2	0.3	9.7	23:50	NW
15	12.7	17.1	12:50	8.4	00:00	5.7	0.0	0.0	0.5	9.7	0:40	W
16	14.6	22.8	14:50	7.6	3:00	4.7	1.0	0.2	3.5	43.5	14:30	NW
17	13.1	18.1	12:10	8.6	6:20	5.2	0.0	0.0	0.8	14.5	11:50	NNW
18	12.2	19.4	13:50	7.4	7:10	6.2	0.0	0.0	0.6	16.1	11:20	W
19	11.9	18.0	13:10	7.2	7:30	6.4	0.0	0.2	0.3	8.0	11:50	W
20	12.6	16.2	14:00	8.8	0:10	5.8	0.0	0.0	0.6	11.3	6:20	WSW
21	11.7	14.4	12:20	8.3	1:20	6.7	0.0	0.2	0.0	6.4	10:20	WSW
22	17.4	24.1	14:00	11.1	0:10	2.0	1.1	0.0	1.9	24.1	13:50	NW
23	17.2	20.7	0:10	12.9	21:50	1.4	0.3	0.0	0.3	14.5	0:10	WNW
24	16.0	19.7	12:00	12.6	00:00	2.5	0.1	0.0	0.6	11.3	12:10	W
25	15.2	18.8	12:20	11.9	0:20	3.1	0.0	24.8	1.1	24.1	20:10	W
26	13.4	17.3	13:20	8.9	7:10	4.9	0.0	16.4	0.6	11.3	13:50	W
27	13.6	16.2	13:20	11.3	00:00	4.8	0.0	51.0	0.2	16.1	7:00	NNW
28	12.3	17.5	14:40	6.6	00:00	6.1	0.0	0.2	0.0	1.6	0:30	SW
29	10.3	14.2	14:00	5.6	7:20	8.1	0.0	0.0	2.4	56.3	17:30	SW
30	7.5	13.6	14:20	2.3	7:10	10.8	0.0	0.0	0.0	0.0	---	---

	13.1	26.4	11	2.3	30	164.3	6.5	93.4	1.0	56.3	29	W

Max >= 32.0: 0
Max <= 0.0: 0
Min <= 0.0: 0
Min <= -18.0: 0
Max Rain: 51.00 ON 27/11/15
Days of Rain: 9 (> .2 mm) 3 (> 2 mm) 2 (> 20 mm)
Heat Base: 18.3 Cool Base: 18.3 Method: Integration

Σχήμα 13 : Μηνιαίες τιμές για Νοέμβριο 2015 από τον σταθμό Ασπροβάλτα

Παρατηρώντας τον άνωθεν πίνακα μπορεί κάποιος να διακρίνει πως λαμβάνουμε πληροφορίες για την μέση, μέγιστη, ελάχιστη θερμοκρασία καθώς και την ώρα την οποία έχει καταγραφεί αυτή, διακρίνεται επίσης η βροχόπτωση που μπορεί να έχει υπάρξει καθώς και η ταχύτητα (μέση και μέγιστη) και την διεύθυνση του ανέμου. Στο κάτω μέρος μας διευκρινίζει πως η θερμοκρασία βάσης έχει ληφθεί ως 18,3°C την οποία στην παρούσα εργασία τροποποιήσαμε στους 18°C.

2.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Από τις μεθόδους που αναφέραμε παραπάνω στο κεφάλαιο 1 επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών διότι βάση των δεδομένων μας έχουμε μια αρκετά καλή ακρίβεια της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας καθώς επίσης αξιοποιώντας αυτή την μέθοδο παίρνουμε σε μεγάλο βαθμό ικανοποιητικά αποτελέσματα σε σύντομο χρόνο.

Για την επεξεργασία των τιμών που συλλέξαμε από τους σταθμούς μεταφέραμε τις όλα τα δεδομένα στο EXCEL διότι μέσω αυτού του προγράμματος ο μεγάλος όγκος δεδομένων γίνεται εύκολα διαχειρίσιμος και υπάρχει μεγάλη ακρίβεια στους υπολογισμούς. Όλοι τα δεδομένα από όλους τους σταθμούς έχουν την ακόλουθη μορφή.

DATE	DAY	year	month	hasl(m)	lat	lot	mean T	max T	low T
1/2/2012	1	2012	2	5	40,6	22,9	6	10,8	2,2
2/2/2012	2	2012	2	5	40,6	22,9	6,9	12	2,3
3/2/2012	3	2012	2	5	40,6	22,9	13,8	18,2	8,2
4/2/2012	4	2012	2	5	40,6	22,9	9,2	12,9	5,7
5/2/2012	5	2012	2	5	40,6	22,9	7,7	12,1	4,4
6/2/2012	6	2012	2	5	40,6	22,9	8,3	9,9	6,9
7/2/2012	7	2012	2	5	40,6	22,9	7,5	9,4	6
8/2/2012	8	2012	2	5	40,6	22,9	6,4	7,2	5,5
9/2/2012	9	2012	2	5	40,6	22,9	7,3	8,6	6,3
10/2/2012	10	2012	2	5	40,6	22,9	7,4	8,7	6,1
11/2/2012	11	2012	2	5	40,6	22,9	4,8	6,3	3,8
12/2/2012	12	2012	2	5	40,6	22,9	6,4	9	4,4
13/2/2012	13	2012	2	5	40,6	22,9	7,5	10,8	4,9

Σχήμα 14 : Δεδομένα από τον σταθμό της Καλαμαριάς.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

HDD(15°C)	HDD(18°C)	CDD(28°C)	CDD(30°C)	daily HDH(15°C)	daily HDH(18°C)	daily CDH(28°C)	daily CDH(30°C)
9	12	0	0	216	288	0	0
8,1	11,1	0	0	194,4	266,4	0	0
1,2	4,2	0	0	28,8	100,8	0	0
5,8	8,8	0	0	139,2	211,2	0	0
7,3	10,3	0	0	175,2	247,2	0	0
6,7	9,7	0	0	160,8	232,8	0	0
7,5	10,5	0	0	180	252	0	0
8,6	11,6	0	0	206,4	278,4	0	0
7,7	10,7	0	0	184,8	256,8	0	0
7,6	10,6	0	0	182,4	254,4	0	0
10,2	13,2	0	0	244,8	316,8	0	0
8,6	11,6	0	0	206,4	278,4	0	0
7,5	10,5	0	0	180	252	0	0

Σχήμα 15: Δεδομένα από τον σταθμό της Καλαμαριάς.

RAIN	mean WS(Km/h)	max WS(km/h)	WD
0.0	2.7	20.9	E
0.0	3.7	27.4	WSW
0.0	20.3	51.5	NW
0.0	7.2	38.6	SW
0.0	0.7	9.7	SW
0.0	0.8	11.3	SW
5.4	4.1	22.5	WNW
12.8	1.8	17.7	W
15.0	2.1	12.9	WSW
0.2	2.5	17.7	SW
6.4	6.3	20.9	WNW
0.8	7.7	35.4	NNW
0.0	6.2	29.0	NW

Σχήμα 16 : Δεδομένα από τον σταθμό της Καλαμαριάς.

Στους άνωθεν πίνακες δίνεται ένα πλήθος πληροφοριών όπως :

- Ημερομηνία καταγραφής κάθε μέτρησης
- Γεωγραφικό πλάτος και μήκος του σταθμού
- Υψόμετρο του σταθμού
- Βροχόπτωση
- Μέση , μέγιστη ταχύτητα ανέμου
- Διεύθυνση ανέμου

Κυρίως μας ενδιαφέρουν οι ακόλουθες τιμές με τις οποίες και δουλέψαμε

- Μέση θερμοκρασία
- Ελάχιστη θερμοκρασία
- Μέγιστη θερμοκρασία
- Βαθμοημέρες θέρμανσης
- Βαθμοημέρες ψύξης

Γνωρίζοντας τις παραπάνω τιμές και θέτοντας ως θερμοκρασίες βάσης για τις βαθμοημέρες θέρμανσης (HDD) τους 15°C, 18°C και για τις βαθμοημέρες ψύξης (CDD) 18°C, 28°C, 30°C.

Χρησιμοποιώντας την μέθοδο των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών και τις εξισώσεις 1.1 & 1.2 και τις θερμοκρασίες βάσης που αναφέρθηκαν στην παραπάνω παράγραφο βρήκαμε τις βαθμοημέρες θέρμανσης και ψύξης.

Οι στήλες με τις ημερήσιες βαθμοώρες (Degree Hours) βρέθηκαν πραγματοποιώντας τους παρακάτω υπολογισμούς.

Daily HDH (15°C) = HDD(15°C) * 24 (2.1) , όπου ο αριθμός 24 αναφέρεται στις ώρες μιας ημέρας.

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και από τις υπόλοιπες θερμοκρασίες βάσης χωρίς να υπάρχει διαφοροποίηση αν πρόκειται για ψύξη ή θέρμανση.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

year	month	days of month	avg daily HDH 15°C	avg daily HDH 18°C	avg daily CDH 28°C	avg daily CDH 30°C
2012	1	31				
	2	29	115,9448276	186,9517241	0	0
	3	31	34,52903226	85,39354839	0	0
	4	30	0	4,48	0	0
	5	31	0	0	6,580645161	0,309677419
	6	30	0	0	31,6	6,56
	7	31	0	0	19,04516129	4,103225806
	8	31	0	0	0	0
	9	30	0	2,08	0	0
	10	31	26,16774194	85,85806452	0	0
	11	30	188,96	260,4	0	0
	12	31	179,3032258	251,3032258	0	0

Σχήμα 17: Δεδομένα από τον σταθμό της Καλαμαριάς

avg daily CDH 30°C	monthly HDH 15°C	monthly HDH 18°C	monthly CDH 28°C	monthly CDH 30°C
	4387,8	6615,6	0	0
0	3362,4	5421,6	0	0
0	1070,4	2647,2	0	0
0	0	134,4	0	0
0,309677419	0	0	204	9,6
6,56	0	0	948	196,8
4,103225806	0	0	590,4	127,2
0	0	0	0	0
0	0	62,4	0	0
0	811,2	2661,6	0	0
0	5668,8	7812	0	0
0	5558,4	7790,4	0	0
annual	20859	33145,2	1742,4	333,6

Σχήμα 18: Δεδομένα από τον σταθμό της Καλαμαριάς

Το επόμενο βήμα ήταν να βρούμε τις μηνιαίες τιμές των βαθμοωρών για να το καταφέρουμε αυτό έπρεπε να βρεθεί ο Μ.Ο. των ημερήσιων βαθμοωρών και στην συνέχεια να πολλαπλασιαστεί με τις ημέρες του μήνα.

$$\text{MONTHLY HDH (15°C)} = \text{AVG DAILY HDD (15°C)} * \text{DAYS OF MONTH (2.2)}$$

Όπως προηγουμένως έτσι και σε αυτή την περίπτωση η παραπάνω πράξη γίνεται για κάθε θερμοκρασία βάσης χωρίς αν έχει σημασία αν είναι βαθμοώρα ψύξης ή θέρμανσης.

Τέλος όπως φαίνεται στον Πίνακα 5 η χρωματιστή γραμμή αποτυπώνει το ετήσιο άθροισμα των βαθμωρών για την κάθε θερμοκρασία βάσης.

$$\text{Annual HDH (15}^\circ\text{C)} = \sum_1^{12} \text{MONTHLY HDH (15}^\circ\text{C)} \quad (2.3)$$

Για κάθε θερμοκρασία βάσης ισχύει και το αντίστοιχο άθροισμα.

2.4 ΧΩΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΧΑΡΤΩΝ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Στην προσπάθεια δημιουργίας χαρτών όπου να απεικονίζουν την εικόνα της θερμοκρασίας στην περιοχή μελέτης μας χρησιμοποιούμε την μέθοδο της χωρικής παρεμβολής. Χωρική παρεμβολή είναι η διαδικασία όπου μπορούμε να προβλέψουμε τιμές ειδικών χαρακτηριστικών σε τοποθεσίες όπου δεν έχει υπάρξει δειγματοληψία λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές στα σημεία όπου υπάρχουν δεδομένα (Isaaks and Srivastava, 1990, Schloeder et al ,2001). Σκοπός της χωρικής ανάλυσης είναι να μπορέσουμε να αντιληφθούμε την διαφοροποίηση του χαρακτηριστικού που μας ενδιαφέρει σε ολόκληρη την περιοχή ενδιαφέροντος με βάση τις τιμές από τους σταθμούς που πήραμε τα δεδομένα μας. Το λογισμικό το οποίο χρησιμοποιούμε με σκοπό την δημιουργία των χαρτών έχει την ονομασία Surfer. Τέλος η μέθοδος η οποία χρησιμοποιήθηκε για την ολοκλήρωση της διαδικασίας είναι η μέθοδος Kriging [13].

2.4.1 ΜΕΘΟΔΟΣ KRIGING

Η θεωρία του Kriging ήρθε στο φως από την απόπειρα ενός μηχανικού ορυχείων (D. G. Krige) καθώς προσπαθούσε να υπολογίσει εναπομεινάντα κοιτάσματα χρυσού στη Νότια Αφρική ως δεδομένα έλαβε την περιεκτικότητα χρυσού σε γεωτρήσεις. Η μέθοδος αυτή πήρε το όνομα του εμπνευστή της. Πρόκειται μία γεωστατιστική μέθοδος πλέγματος χρήσιμη και αρκετά διαδεδομένη σε πολλά πεδία. Δύναται να οπτικοποιήσει χάρτες λαμβάνοντας δεδομένα ακανόνιστων αποστάσεων. Αναφορικά με την λειτουργία της, κάθε τιμή κόμβου πλέγματος βασίζεται στα γνωστά σημεία δεδομένων που είναι γειτονικά του κόμβου. Κάθε σημείο δεδομένων υπολογίζεται βάσει την απόσταση από τον κόμβο και έχει και ανάλογη βαρύτητα στον υπολογισμό του κόμβου. Παραδείγματος χάρη για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε την τιμή Z στον κόμβο A χρησιμοποιούμε την ακόλουθη εξίσωση [13] , [14].

$$Z_a = \sum w_i z_i \quad (2.4.1)$$

Όπου

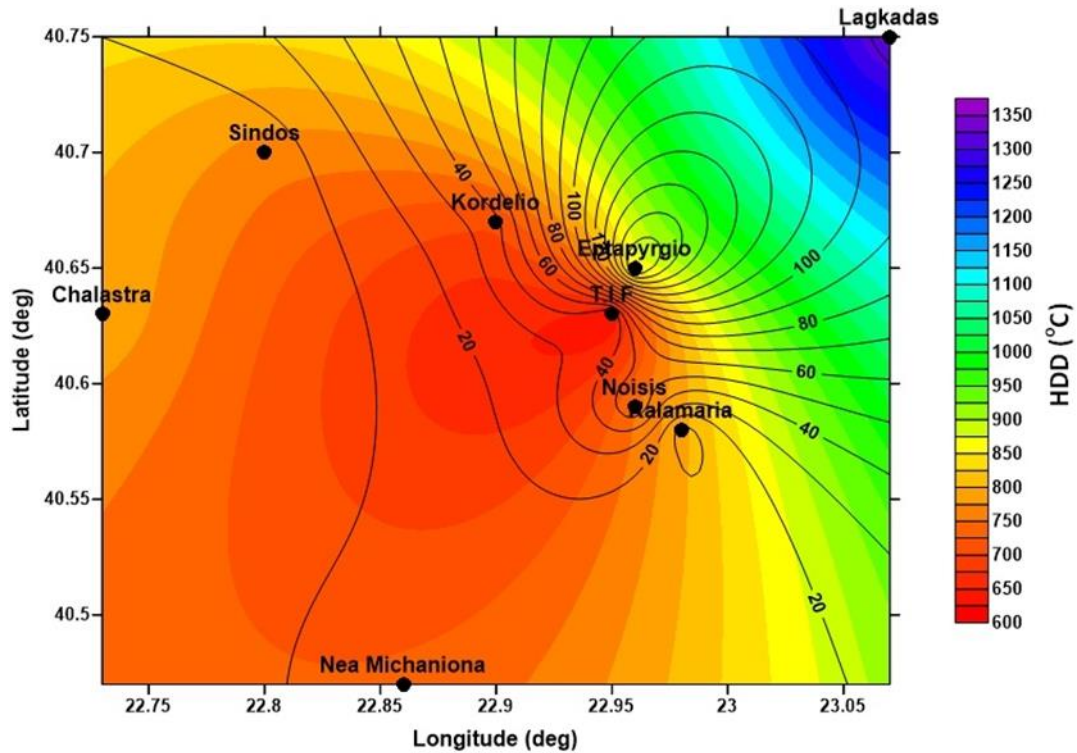
Z : είναι η εκτιμώμενη τιμή του κόμβου A

N : ο αριθμός δεδομένων που χρησιμοποιούνται στην εκτίμηση

Z_i : η τιμή στην θέση i με βάρος w_i

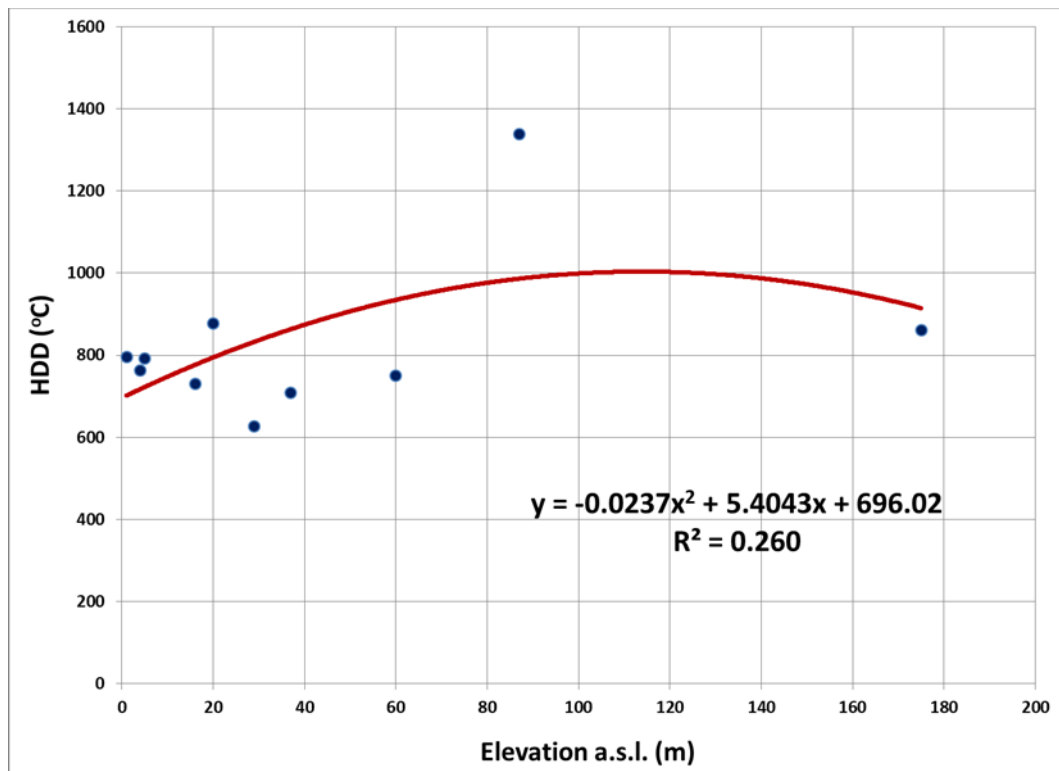
W_i : βάρος που είναι ίσο με 1 για να μην υπάρχει επιβάρυνση ως προς σημεία συγκεντρωμένων δεδομένων.

2.4.2 ΧΑΡΤΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ



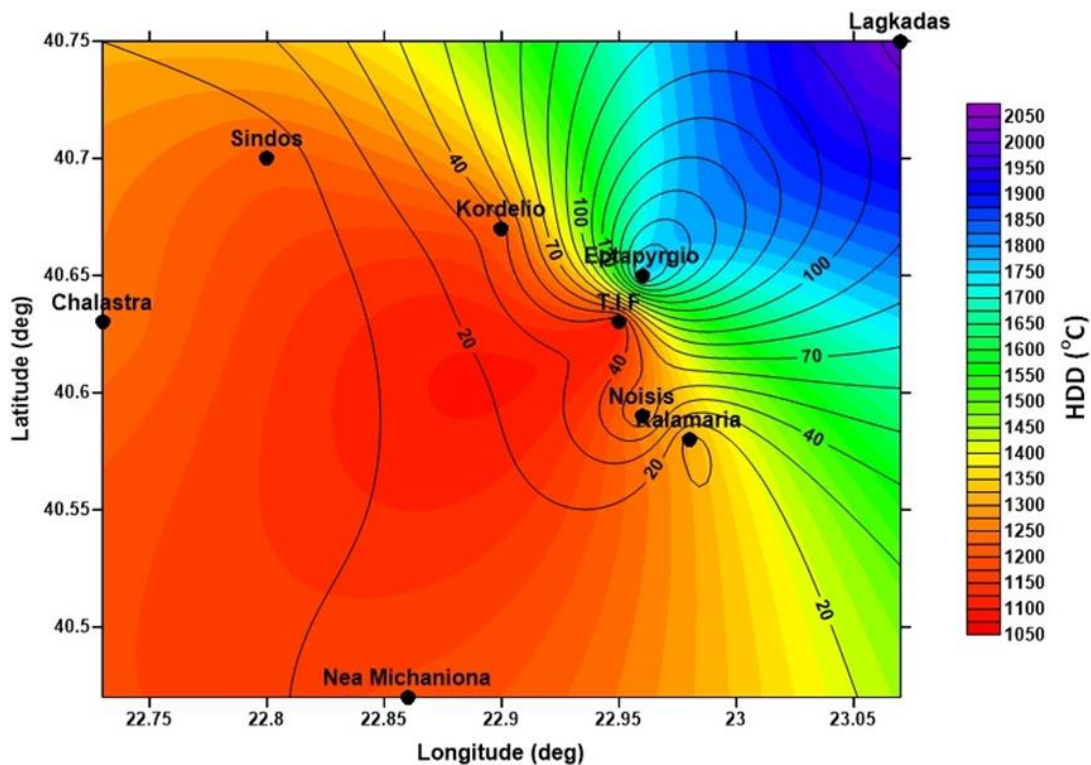
Σχήμα 19: Χωρική κατανομή των HDD με βάση τους 15.0 °C. Οι γραμμές αντιπροσωπεύουν τις ισοϋψείς (από το επίπεδο της θάλασσας) σε m.

Στον παραπάνω χάρτη αποτυπώνεται η περιοχή της Θεσσαλονίκης μαζί με τους σταθμούς μέτρησης. Το κόκκινο χρώμα αντιπροσωπεύει περιοχές με χαμηλή ανάγκη για θέρμανση ενώ όσο η ανάγκη για θέρμανση αυξάνεται το χρώμα τείνει προς το σκούρο μπλε. Χαμηλότερη τιμή βαθμομερών θέρμανσης για τους 15°C που συναντάμε είναι 600 και η υψηλότερη τιμή είναι 1350. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως βάσει του σχήματος 7 η Θεσσαλονίκη ανήκει στην Γ κλιματική ζώνη αλλά παρατηρώντας τα όρια των ζωνών και σύμφωνα με τις μετρήσεις μας υπάρχουν οι Α κλιματική ζώνη μέχρι 1000 HDD και η Β κλιματική ζώνη από 1000-1500 HDD.



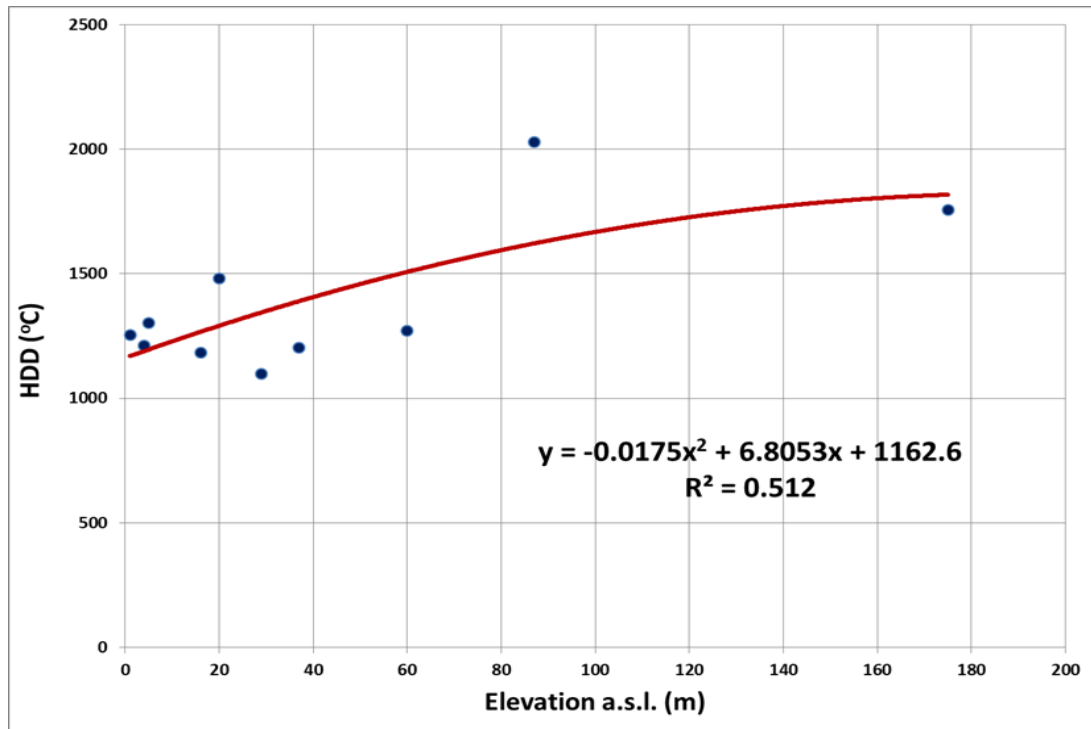
Σχήμα 20: Διάγραμμα διασποράς των HDD (με βάση τους 15.0 °C) σε συνάρτηση με το υψόμετρο του τόπου, πάνω από το επίπεδο της θάλασσας σε m.

Το Σχήμα 20 μας δείχνει την συσχέτιση μεταξύ υψομέτρου και βαθμομερών θέρμανσης για τους 15°C. Ο δείκτης συσχέτισης αγγίζει μόλις το 26% αυτό σημαίνει πως κατά αυτό το ποσοστό ακολουθούν οι τιμές των βαθμομερών θέρμανσης το υψόμετρο. Ιδανικά για τις μελέτες προσπαθούμε να πετύχουμε υψηλότερο ποσοστό διότι προσδίδει μεγαλύτερη ακρίβεια και αξιοπιστία.



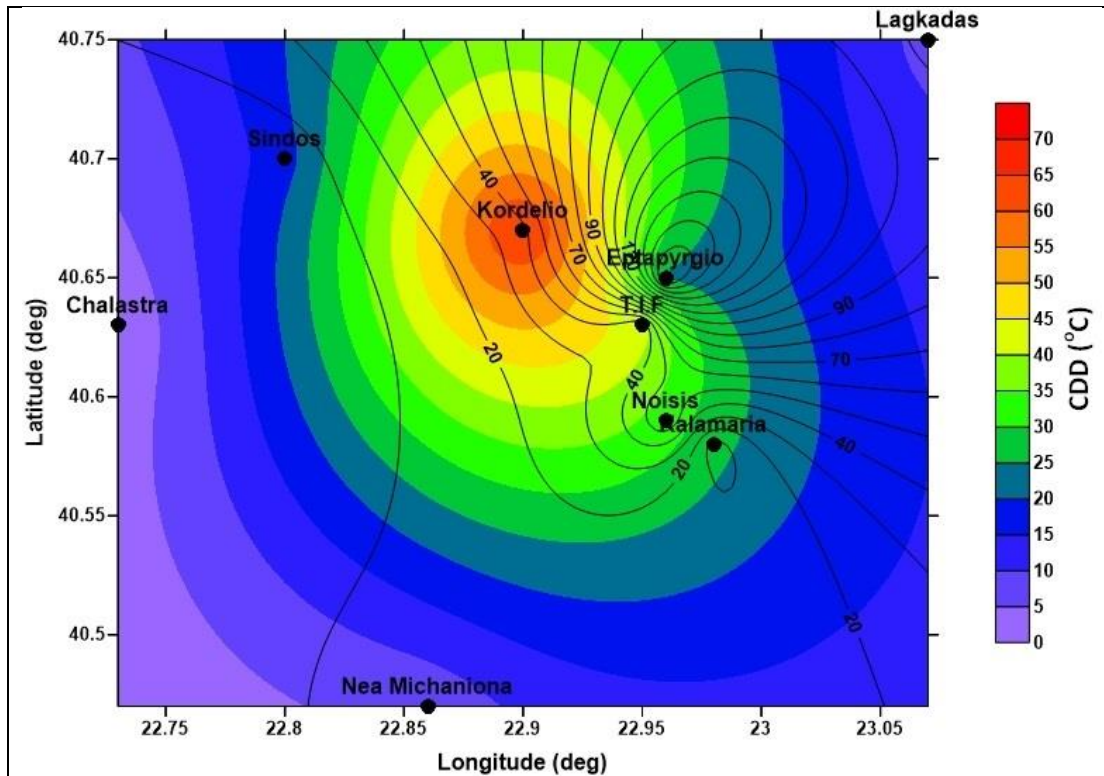
Σχήμα 21: Χωρική κατανομή των HDD με βάση τους 18.0 °C. Οι γραμμές αντιπροσωπεύουν τις ισοϋψείς (από το επίπεδο της θάλασσας) σε m.

Για βάση τους 18°C παρατηρούμε παρόμοιο χάρτη σε σχέση με τους 15°C με την διαφορά πως τώρα ελάχιστη τιμή βαθμομερών είναι 1050 και μέγιστη 2050. Και σε αυτή την περίπτωση παρατηρούνται πάνω από μια κλιματικές ζώνες. Οι κλιματικές ζώνες που παρατηρούνται είναι η Β που ξεκινάει από τις 1000 βαθμομέρες θέρμανσης και φτάνουμε οριακά μέχρι και την ζώνη Δ όπου ελάχιστη τιμή είναι 2000 βαθμομέρες θέρμανσης.



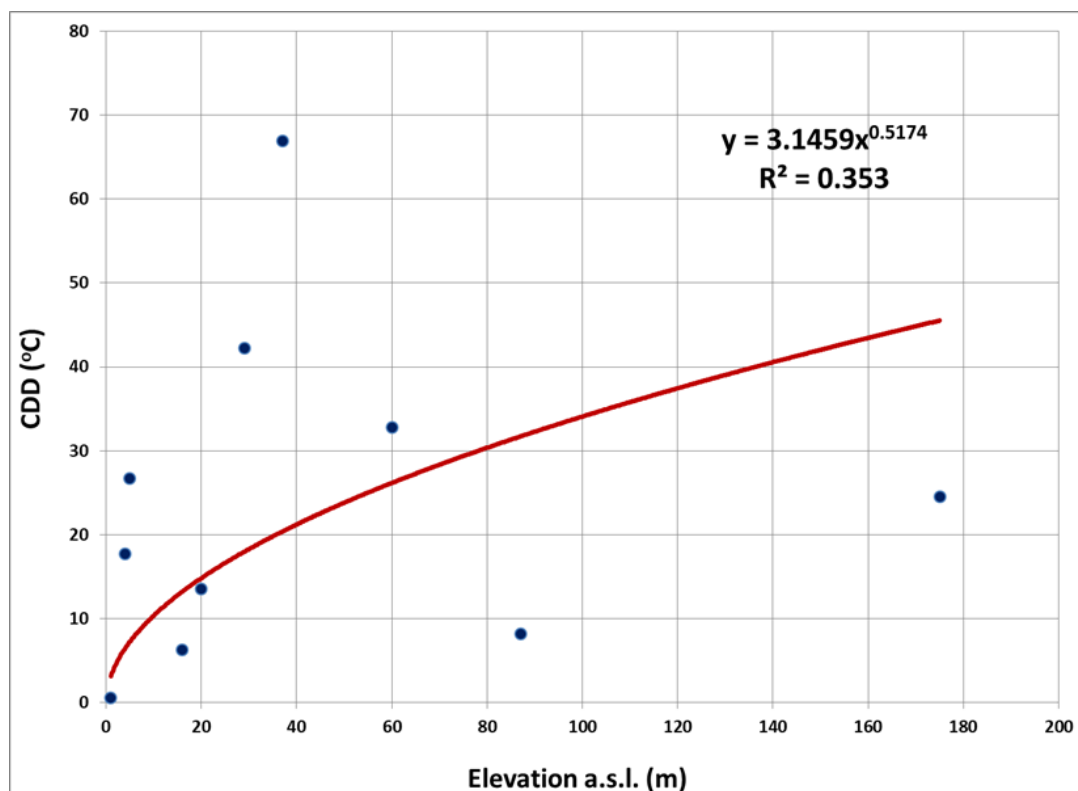
Σχήμα 22: Διάγραμμα διασποράς των HDD (με βάση τους 18.0 °C) σε συνάρτηση με το υψόμετρο του τόπου, πάνω από το επίπεδο της θάλασσας σε m.

Στο παραπάνω διάγραμμα διακρίνουμε όπως και πριν την σχέση μεταξύ υψομέτρου και βαθμομερών θέρμανσης. Για θερμοκρασία βάσης τους 18 βαθμούς υπάρχει μια καλύτερη συσχέτιση σε σχέση με τους 15°C καθώς ο δείκτης βρίσκεται στο 51.2% . Προκύπτει το συμπέρασμα πως με βάση τους 18°C παίρνουμε πιο αξιόπιστες μετρήσεις.



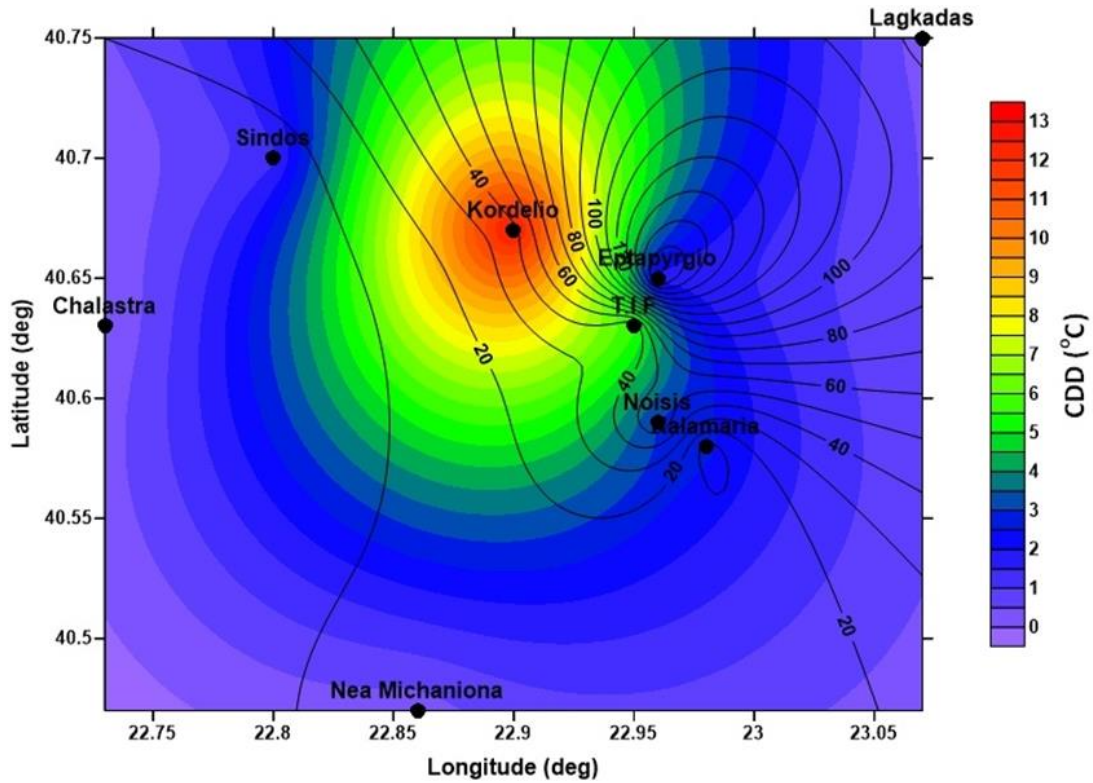
Σχήμα 23: Χωρική κατανομή των CDD με βάση τους 28.0 °C. Οι γραμμές αντιπροσωπεύουν τις ισοψείς (από το επίπεδο της θάλασσας) σε m.

Μιλώντας για τις βαθμομέρες ψύξης στην περιοχή μελέτης και θέτοντας ως θερμοκρασία βάσης τους 28°C λαμβάνουμε το σχήμα 23. Σε περιοχές μακριά από το κέντρο της πόλης της Θεσσαλονίκης δεν υπάρχει ανάγκη για ψύξη όμως όσο πλησιάζουμε το κέντρο της Πόλης η ανάγκη για θέρμανση αυξάνεται. Την μέγιστη τιμή την συναντάμε στην περιοχή του Κορδελιού καθώς χαρακτηρίζεται από πυκνή δόμηση όπου κάνει την εμφάνιση του το φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας. Για να μπορέσουμε να διαβάσουμε σωστά τον χάρτη χρειάζεται να μετατρέψουμε τις βαθμομέρες ψύξης σε βαθμοώρες καθώς στο σχήμα 7 μας αναφέρει βαθμοώρες ψύξης. Σύμφωνα με την μετατροπή η μέγιστη τιμή είναι 1800 CDH.



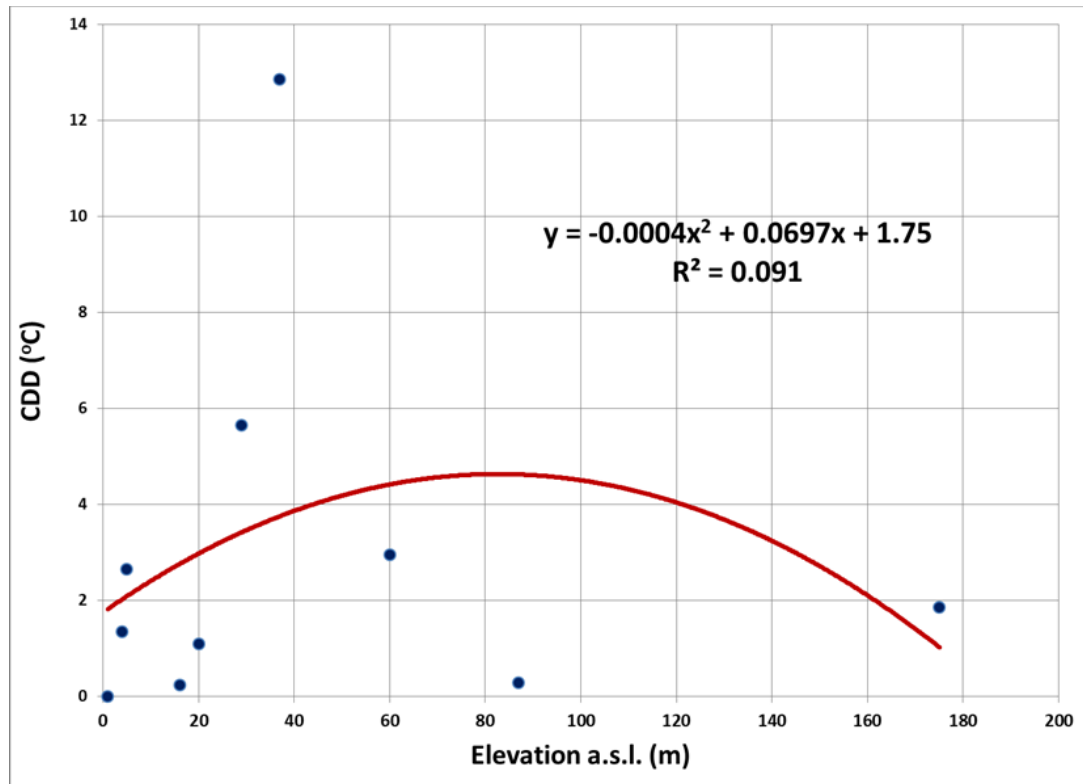
Σχήμα 24: Διάγραμμα διασποράς των CDD (με βάση τους 28.0 °C) σε συνάρτηση με το υψόμετρο του τόπου, πάνω από το επίπεδο της θάλασσας σε m.

Ο δείκτης συσχέτισης για τους 28°C βρίσκεται στο 35,3%. Παρατηρώντας κανείς τις μέσες θερμοκρασίες που επικρατούν την καλοκαιρινή περίοδο στην περιοχή της Θεσσαλονίκης θα διαπιστώσει πως η θερμοκρασία δεν υπερβαίνει συχνά τους 28°C. Αυτό σημαίνει πως έχουμε μικρό όγκο δεδομένων για να μπορέσουμε να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για το πως το υψόμετρο επηρεάζει την ανάγκη για ψύξη.



Σχήμα 25: Χωρική κατανομή των CDD με βάση τους 30.0 °C. Οι γραμμές αντιπροσωπεύουν τις ισοϋψείς (από το επίπεδο της θάλασσας) σε m.

Όπως και στο προηγούμενο σχήμα έτσι και στο σχήμα 25 παρουσιάζεται παρόμοιο μοτίβο με την περιοχή του Κορδελιού να αποτελεί την περιοχή με την μεγαλύτερη ανάγκη για ψύξη. Χαμηλός αριθμός βαθμοημερών ψύξης παρουσιάζεται και σε αυτή την περίπτωση. Η κοντινή απόσταση της πόλης της Θεσσαλονίκης από την θάλασσα αλλά και η γεωγραφική της θέση βοηθάνε στο να μην σημειώνονται υψηλές μέσες ημερήσιες θερμοκρασίες.



Σχήμα 26: Διάγραμμα διασποράς των CDD (με βάση τους 30.0 °C) σε συνάρτηση με το υψόμετρο του τόπου, πάνω από το επίπεδο της θάλασσας σε m.

Το σχήμα 26 δεν μπορούμε να το λάβουμε υπόψη μας καθώς το ποσοστό συσχέτισης υψόμετρου-βαθμοημερών είναι μηδενικό. Η μικρή διαφορά υψόμετρου μεταξύ των σταθμών αλλά και η έλλειψη δεδομένων μας έδωσαν αυτό το αποτέλεσμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

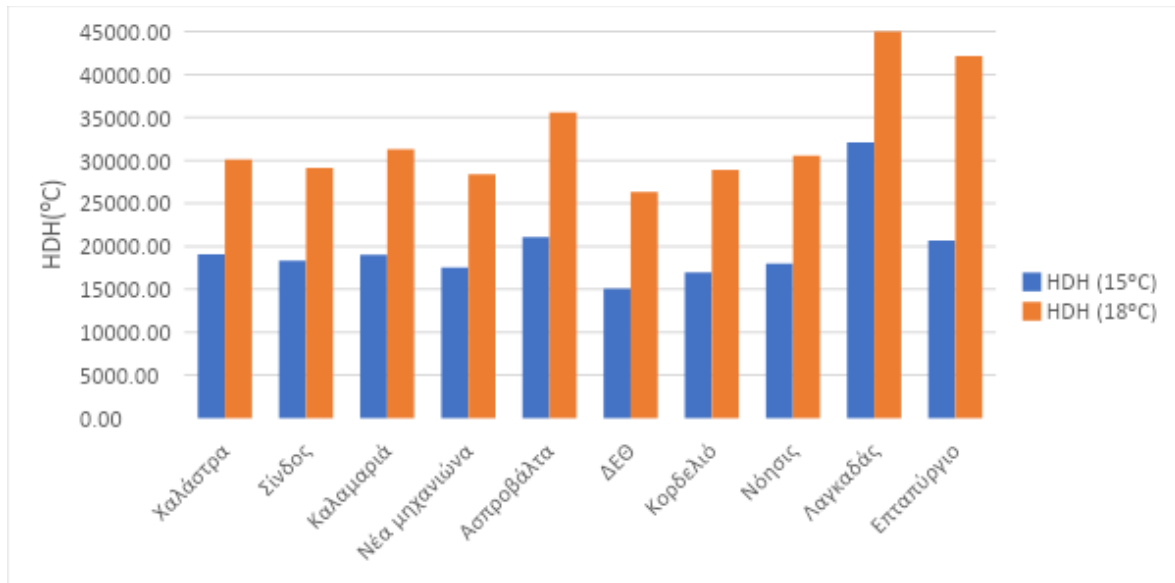
Εφόσον έλαβαν χώρα οι απαραίτητοι υπολογισμοί τοποθετήθηκαν σε πίνακες με βάση μέσες μηνιαίες τιμές από όλα τα έτη που λειτουργεί ο κάθε σταθμός και δημιουργήθηκαν τα απαραίτητα διαγράμματα για την ευκολότερη κατανόηση των περιεχομένων των πινάκων. Στην συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας με τις μέσες ετήσιες τιμές για όλους τους σταθμούς και εν συνεχεία οι πίνακες με τις μέσες μηνιαίες τιμές κάθε σταθμού.

3.1 ΜΕΣΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΤΙΜΕΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	ANNUAL HDH(15°C)	ANNUAL HDH(18°C)	ANNUAL CDH(28°C)	ANNUAL CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,6	22,8	19093,89	30082,34	12,80	0
2	Σίνδος	4	40,7	22,8	18328,22	29104,98	425,60	32,40
3	Καλαμαριά	5	40,6	22,9	19023,08	31286,95	640,34	63,44
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,5	22,8	17544,38	28376,91	151,20	5,60
5	Ασπροβάλτα	20	42,6	23,7	21046,72	35579,19	323,71	26,10
6	ΔΕΘ	29	40,6	29,0	15056,11	26357,71	1014,09	135,60
7	Κορδελιό	37	42,6	22,9	16979,46	28885,86	1605,60	308,40
8	Νόησις	60	40,6	23,0	18004,20	30541,80	787,20	70,80
9	Λαγκαδάς	87	40,7	23,1	32116,36	48732,16	195,02	6,80
10	Επταπύργιο	175	40,6	22,9	20670,00	42189,00	589,20	44,40

Πίνακας 9 : Μέσες ετήσιες τιμές όλων των σταθμών

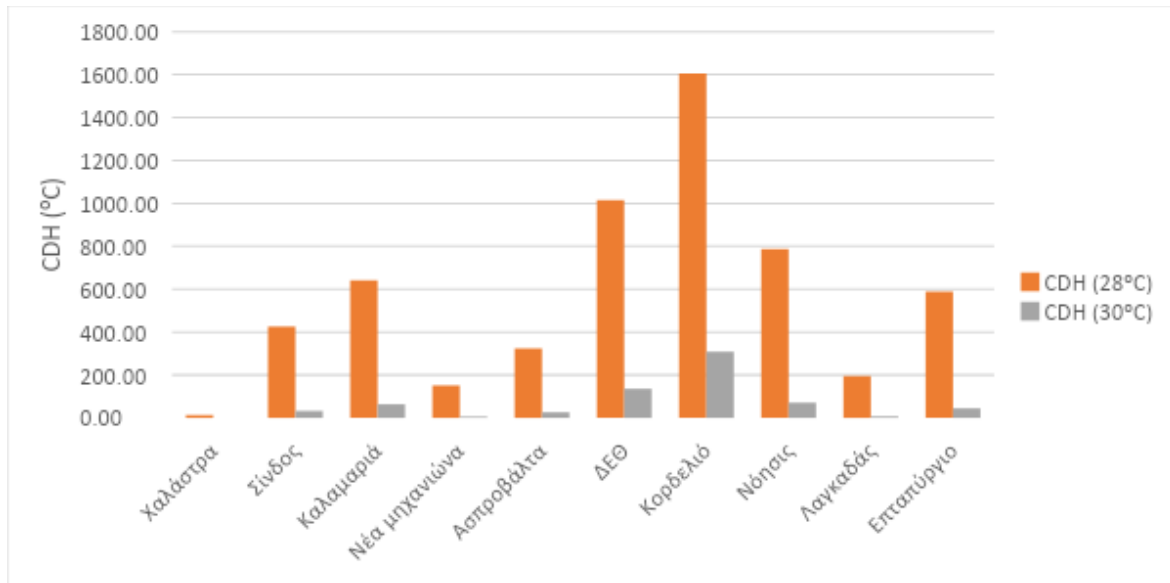
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



Γράφημα 1: Παρουσίαση βαθμοωρών θέρμανσης

Στο παραπάνω σχήμα παρατηρούμε τις μέσες ετήσιες τιμές βαθμομερών θέρμανσης για κάθε σταθμό για όλα τα χρόνια λειτουργίας του. Μπορούμε εύκολα να καταλάβουμε πως οι ανάγκες για θέρμανση είναι σε κοντινά μεταξύ τους επίπεδα κάτι που ήταν αναμενόμενο διότι είναι γειτονικές περιοχές χωρίς μεγάλη διαφορά υψομέτρου. Ξεχωρίζουν οι σταθμοί που βρίσκονται στα Ασπροβάλτα, το Επταπύργιο και τον Λαγκαδά. Αυτό συμβαίνει επειδή τα Ασπροβάλτα είναι μια παραθαλάσσια περιοχή μακριά από την πόλη της Θεσσαλονίκης έπειτα ο Λαγκαδάς βρίσκεται βορειότερα από τους υπόλοιπους σταθμούς κοντά στην λίμνη Κορώνεια επομένως είναι αναμενόμενο να υπάρχουν μεγαλύτερες ανάγκες για θέρμανση στην περιοχή. Τέλος ο σταθμός στο Επταπύργιο Θεσσαλονίκης έχει το μεγαλύτερο υψόμετρο (175m) σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς που μελετάμε και για αυτό περιμέναμε να υπάρχει μια μικρή αύξηση των βαθμομερών θέρμανσης στην περιοχή αυτή.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



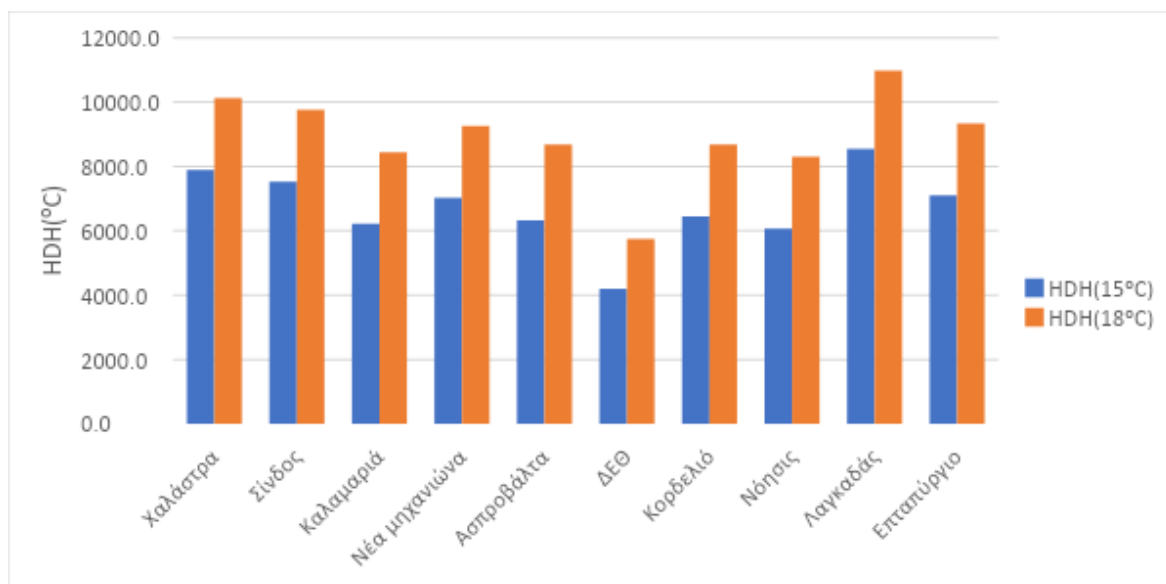
Γράφημα 2: Παρουσίαση βαθμωρών ψύξης

Στο σχήμα άνωθεν αποτυπώνονται μέσες βαθμομέρες ψύξης για τους σταθμούς μελέτης. Διακρίνουμε πως δεν υπάρχουν μεγάλες απαιτήσεις για ψύξη στην ευρύτερη περιοχή καθώς η μεγαλύτερη τιμή που παίρνουμε για τους 28°C είναι μόλις 1600 CDH ενώ για τους 30°C η μέγιστη τιμή παρατηρείται στις 500 CDH στον ίδιο σταθμό στον σταθμό του Κορδελιού Θεσσαλονίκης. Ανάγκη για ψύξη έχουν περιοχές πυκνοκατοικημένες κυρίως στο κέντρο της πόλης όπου υπάρχει σε μεγάλο βαθμό και το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Παρατηρούμε ακόμη πως όσο απομακρυνόμαστε από το κέντρο της πόλης η ανάγκη για ψύξη μειώνεται. Το γεγονός πως το Κορδελιό έχει αρκετά υψηλό βαθμομερών ψύξης σε σχέση με τα δεδομένα των άλλων σταθμών είναι πιθανό να οφείλεται πως βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από βιομηχανική περιοχή. Αξίζει να αναφέρουμε πως στο σταθμό που βρίσκεται στο Επταπύργιο όντας η περιοχή με το μεγαλύτερο υψόμετρο αναμέναμε να έχει λιγότερες βαθμομέρες ψύξης καθώς όμως κοιτάμε την περιοχή στον χάρτη βλέπουμε πως είναι μια περιοχή με αρκετά κτίρια τα οποία συμβάλλουν θετικά στην αύξηση της θερμοκρασίας σε εκείνη την περιοχή.

3.2 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	MONTHLY HDH (15°C)	MONTHLY HDH (18°C)	MONTHLY CDH (28°C)	MONTHLY CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,60	22,80	7889,5	10122	0	0
2	Σίνδος	4	40,70	22,80	7528,0	9760,0	0	0
3	Καλαμαριά	5	40,60	22,90	6222,15	8436,15	0	0
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,47	22,80	7026,24	9253,92	0	0
5	Ασπροβάλτα	20	42,60	23,70	6325,2	8688,00	0	0
6	ΔΕΘ	29	40,60	29,00	4204,14	5752,14	0	0
7	Κορδελιό	37	42,60	22,90	6448,8	8680,8	0	0
8	Νόησις	60	40,60	23,00	6062,4	8294,4	0	0
9	Λαγκαδάς	87	40,70	23,10	8548,0	10975,6	0	0
10	Επταπύργιο	175	40,64	22,90	7107,6	9339,6	0	0

Πίνακας 10: Μέσες μηνιαίες τιμές για τον μήνα Ιανουάριο.



Πίνακας 11: Βαθμοώρες Θέρμανσης κάθε σταθμού για τον μήνα Ιανουάριο.

Αναφορικά με τον μήνα Ιανουάριο είναι εύκολο να διακρίνουμε πως δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των περιοχών καθώς κυμαινόμαστε από 6.000-8.000 HDH σε σχέση με τους 15 °C και στις 8.000-10.000 αναφορικά με τους 18°C. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η Διεθνής Έκθεση Θεσσαλονίκης όπου παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές βαθμοημερών θέρμανσης μόλις 4.200 για τους 15 °C και 5.700 για τους 18°C. Οι χαμηλές τιμές του σταθμού μπορούν να αποδοθούν στο γεγονός πως βρίσκεται σε κεντρικό σημείο της πόλης επομένως τοπικά να έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας λόγω καυσαερίων των διερχόμενων οχημάτων σε συνδυασμό με την αυξημένη δόμηση στην περιοχή αυτή.

Σχήμα για την παρουσίαση των βαθμοημερών ψύξης δεν κρίνεται απαραίτητο καθώς μιλώντας για τον Ιανουάριο καταλαβαίνουμε πως οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές. Παρουσίαση των

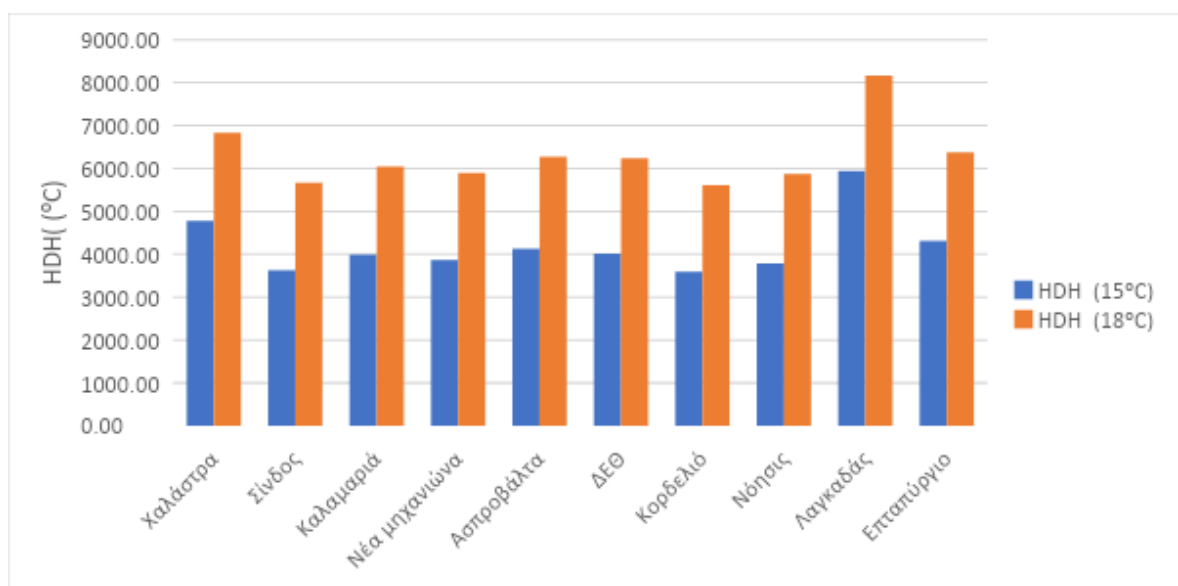
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

βαθμομερών ψύξης θα γίνει απαραίτητη όσο ανεβαίνουν οι θερμοκρασίες που επικρατούν δηλαδή τους καλοκαιρινούς μήνες.

3.3 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	MONTHLY HDH (15°C)	MONTHLY HDH (18°C)	MONTHLY CDH (28°C)	MONTHLY CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,60	22,80	4776,00	6828,00	0	0
2	Σίνδος	4	40,70	22,80	3631,52	5663,28	0	0
3	Καλαμαριά	5	40,60	22,90	3993,39	6041,11	0	0
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,47	22,80	3865,74	5894,70	0	0
5	Ασπροβάλτα	20	42,60	23,70	4130,10	6269,40	0	0
6	ΔΕΘ	29	40,60	29,00	4009,20	6241,20	0	0
7	Κορδελιό	37	42,60	22,90	3595,86	5611,86	0	0
8	Νόησις	60	40,60	23,00	3784,80	5872,80	0	0
9	Λαγκαδάς	87	40,70	23,10	5942,55	8167,32	0	0
10	Επταπύργιο	175	40,64	22,90	4316,40	6368,40	0	0

Πίνακας 12: Μέσες μηνιαίες τιμές για τον μήνα Φεβρουάριο.



Πίνακας 13: Βαθμώρες Θέρμανσης για τον μήνα Φεβρουάριο.

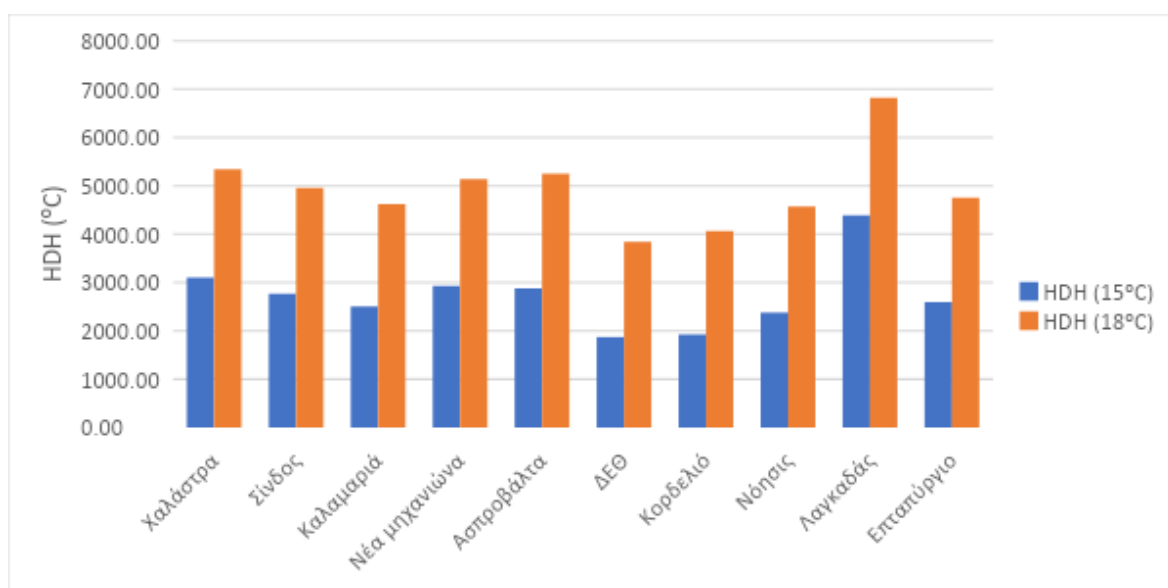
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τον μήνα Φεβρουάριο παρατηρούμε μια ομοιομορφία για τις βαθμομέρες θέρμανσης. Πρακτικά αυτό σημαίνει πως σε όλη την ευρύτερη περιοχή επικρατούν οι ίδιες θερμοκρασίες και συνεπώς υπάρχει η ίδια ανάγκη για θέρμανση. Η περιοχή του Λαγκαδά δεν πρέπει να μας προβληματίζει που παρουσιάζει υψηλότερες τιμές καθώς όπως έχει αναφερθεί στο σημείο που βρίσκεται είναι λογικό να δίνει υψηλότερες τιμές. Σε αυτό το σημείο να σημειωθεί πως σχέση με τον προηγούμενο μήνα τον Ιανουάριο επικρατεί μείωση των βαθμομερών θέρμανσης που απαιτούνται και είναι απολύτως λογικό καθώς ο καιρός βελτιώνεται και οι θερμοκρασίες αυξάνονται οδεύοντας προς την καλοκαιρινή περίοδο.

3.4 ΜΑΡΤΙΟΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	MONTHLY HDH (15°C)	MONTHLY HDH (18°C)	MONTHLY CDH (28°C)	MONTHLY CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,60	22,80	3105,60	5337,60	0	0
2	Σίνδος	4	40,70	22,80	2764,40	4961,60	0	0
3	Καλαμαριά	5	40,60	22,90	2504,60	4623,68	0	0
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,47	22,80	2930,40	5140,00	0	0
5	Ασπροβάλτα	20	42,60	23,70	2883,90	5245,50	0	0
6	ΔΕΘ	29	40,60	29,00	1872,37	3845,17	0	0
7	Κορδελιό	37	42,60	22,90	1926,00	4069,20	0	0
8	Νόησις	60	40,60	23,00	2378,40	4569,60	0	0
9	Λαγκαδάς	87	40,70	23,10	4385,60	6820,80	0	0
10	Επταπύργιο	175	40,64	22,90	2600,40	4754,40	0	0

Πίνακας 14: Μέσες μηνιαίες τιμές για τον μήνα Μάρτιο.



Πίνακας 15: Βαθμοώρες θέρμανσης για τον μήνα Μάρτιο.

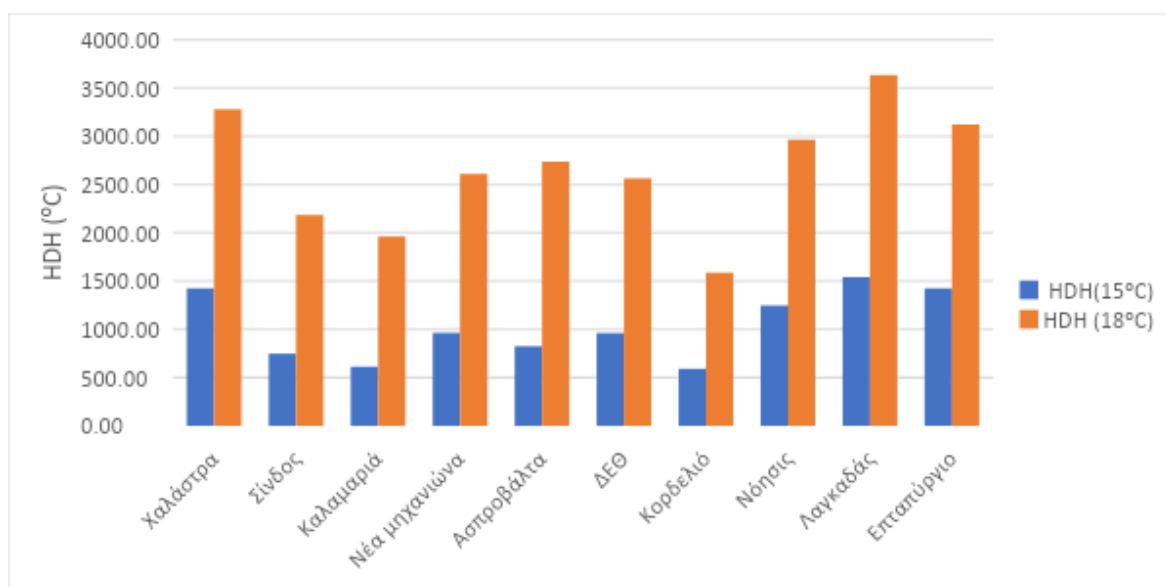
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Παρατηρούμε περαιτέρω μείωση των βαθμομερών θέρμανσης όπως ήταν αναμενόμενο(από τις 3.500 - 4.000 HDH τον προηγούμενο μήνα μειώθηκαν στις 2.500 κατα μέσο όρο αναφορικά με τους 15°C). Ελαφρά μειωμένη ανάγκη για θέρμανση παρουσιάζουν οι σταθμοί Δ.Ε.Θ και Κορδελιό.

3.5 ΑΠΡΙΛΙΟΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	MONTHLY HDH (15°C)	MONTHLY HDH (18°C)	MONTHLY CDH (28°C)	MONTHLY CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,60	22,80	1423,20	3278,40	0	0
2	Σίνδος	4	40,70	22,80	748,00	2184,00	0	0
3	Καλαμαριά	5	40,60	22,90	612,61	1963,03	0	0
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,47	22,80	963,60	2608,40	0	0
5	Ασπροβάλτα	20	42,60	23,70	824,40	2735,40	0	0
6	ΔΕΘ	29	40,60	29,00	961,20	2566,80	0	0
7	Κορδελιό	37	42,60	22,90	591,20	1588,00	0	0
8	Νόησις	60	40,60	23,00	1246,80	2966,40	0	0
9	Λαγκαδάς	87	40,70	23,10	1541,50	3631,44	0	0
10	Επταπύργιο	175	40,64	22,90	1425,60	3122,40	0	0

Πίνακας 16: Μέσες μηνιαίες τιμές για τον μήνα Απρίλιο.



Πίνακας 17: Βαθμοώρες Θέρμανσης για τον μήνα Απρίλιο.

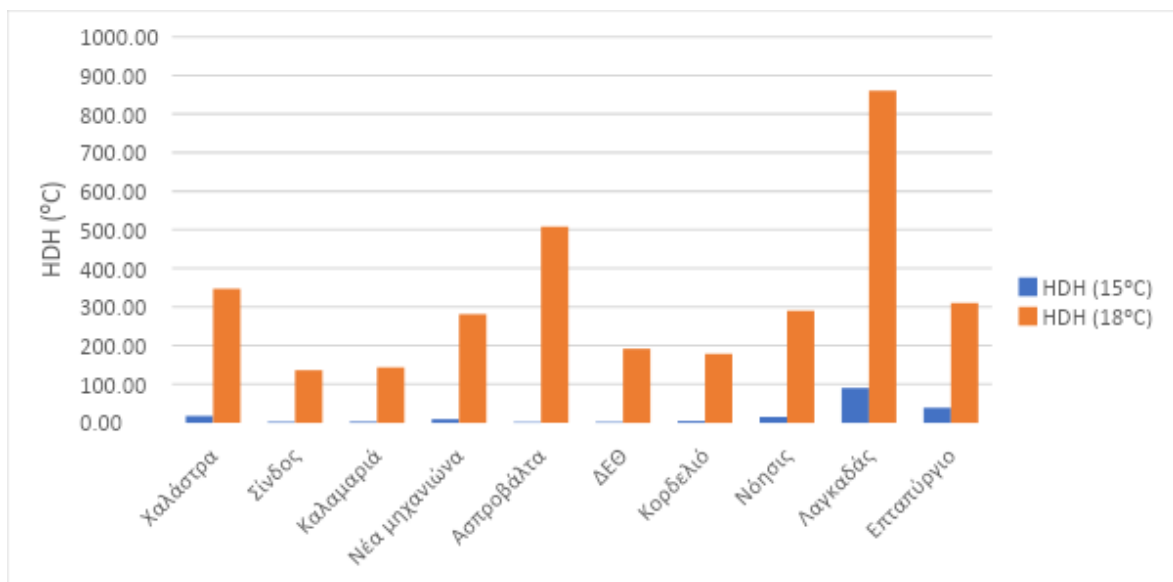
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Η μέση ημερήσια θερμοκρασία αυξάνεται μήνα με τον μήνα και αυτό αποτυπώνεται στα σχήματα που μας υποδεικνύουν την ανάγκη κάθε περιοχής για θέρμανση. Υψηλή ανάγκη για θέρμανση έχουν οι περιοχές Χαλάστρα, Λαγκαδάς και Επταπύργιο καθώς τον μήνα Απρίλιο οι βαθμοώρες που χρειάζονται ξεπερνούν τις 3.000. Αυτό που μας κάνει εντύπωση στο παραπάνω σχήμα είναι το Κορδελιό καθώς δεν συμβαδίζουν οι τιμές του με των υπολοίπων περιοχών. Αυτό οφείλεται το ότι βρίσκεται σε βιομηχανική περιοχή επομένως υπάρχει τοπική αύξηση της θερμοκρασίας σε εκείνη την περιοχή.

3.6 ΜΑΪΟΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	MONTHLY HDH (15°C)	MONTHLY HDH (18°C)	MONTHLY CDH (28°C)	MONTHLY CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,60	22,80	18,00	346,80	0,00	0,00
2	Σίνδος	4	40,70	22,80	2,80	136,40	0,00	0,00
3	Καλαμαριά	5	40,60	22,90	3,20	143,70	22,67	1,07
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,47	22,80	9,60	281,60	0,00	0,00
5	Ασπροβέλλα	20	42,60	23,70	2,10	507,90	0,00	0,00
6	ΔΕΘ	29	40,60	29,00	2,40	192,00	0,00	0,00
7	Κορδελιό	37	42,60	22,90	4,80	178,80	0,00	0,00
8	Νόησις	60	40,60	23,00	15,60	290,40	0,00	0,00
9	Λαγκαδάς	87	40,70	23,10	90,39	859,83	0,00	0,00
10	Επταπύργιο	175	40,64	22,90	39,20	310,45	0,00	0,00

Πίνακας 18: Μέσες μηνιαίες τιμές για τον μήνα Μάιο.



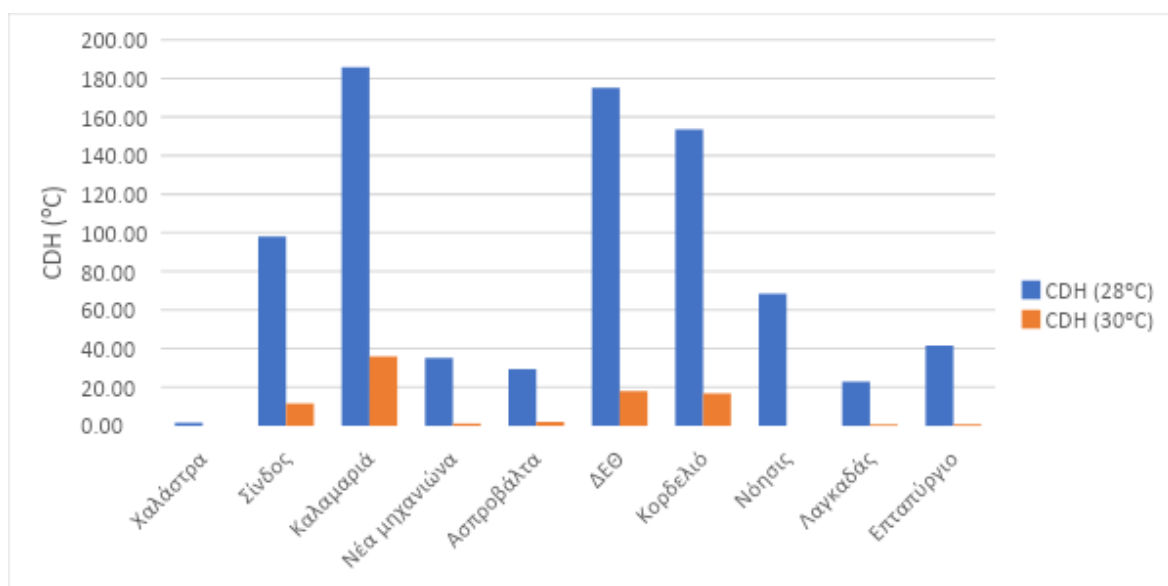
Πίνακας 19: Βαθμοώρες Θέρμανσης για τον μήνα Μάιο.

Στην προσπάθεια μας να διαβάσουμε το παραπάνω σχήμα είμαστε σε θέση να εξάγουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα. Η θερμοκρασία έχει ανέβει επίπεδα και αυτό το καταλαβαίνουμε βλέποντας να είναι πολύ χαμηλές έως και μηδενικές οι τιμές των βαθμοωρών θέρμανσης για τους 15 βαθμούς κελσίου. Αρκετά μειωμένες είναι και οι βαθμοώρες για τους 18 βαθμούς κελσίου εκτός από περιοχές που βρίσκονται μακριά από την πόλη της Θεσσαλονίκης (Χαλάστρα, Ασπροβάλτα, Λαγκαδάς). Παράλληλα ρίχνοντας μια ματιά στον πίνακα με τα δεδομένα του Μαΐου στον σταθμό της Καλαμαριάς διακρίνουμε πως υπάρχει και μια μικρή ανάγκη για ψύξη καθώς οι βαθμοημέρες ψύξης δεν είναι πλέον ίσες με το μηδέν.

3.7 ΙΟΥΝΙΟΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	MONTHLY HDH (15°C)	MONTHLY HDH (18°C)	MONTHLY CDH (28°C)	MONTHLY CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,60	22,80	0,00	0,00	1,60	0,00
2	Σίνδος	4	40,70	22,80	0,00	0,00	98,00	11,60
3	Καλαμαριά	5	40,60	22,90	0,00	0,83	185,69	35,97
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,47	22,80	0,00	0,00	35,20	1,20
5	Ασπροβάλτα	20	42,60	23,70	0,00	61,50	29,40	2,10
6	ΔΕΘ	29	40,60	29,00	0,00	0,00	175,20	18,00
7	Κορδελιό	37	42,60	22,90	0,00	0,00	153,60	16,80
8	Νόησις	60	40,60	23,00	0,00	0,00	68,40	0,00
9	Λαγκαδάς	87	40,70	23,10	0,00	41,72	22,89	0,74
10	Επταπύργιο	175	40,64	22,90	0,00	0,00	41,60	0,80

Πίνακας 20: Μέσες μηνιαίες τιμές για τον μήνα Ιούνιο.



Πίνακας 21: Βαθμοώρες ψύξης για τον μήνα Ιούνιο.

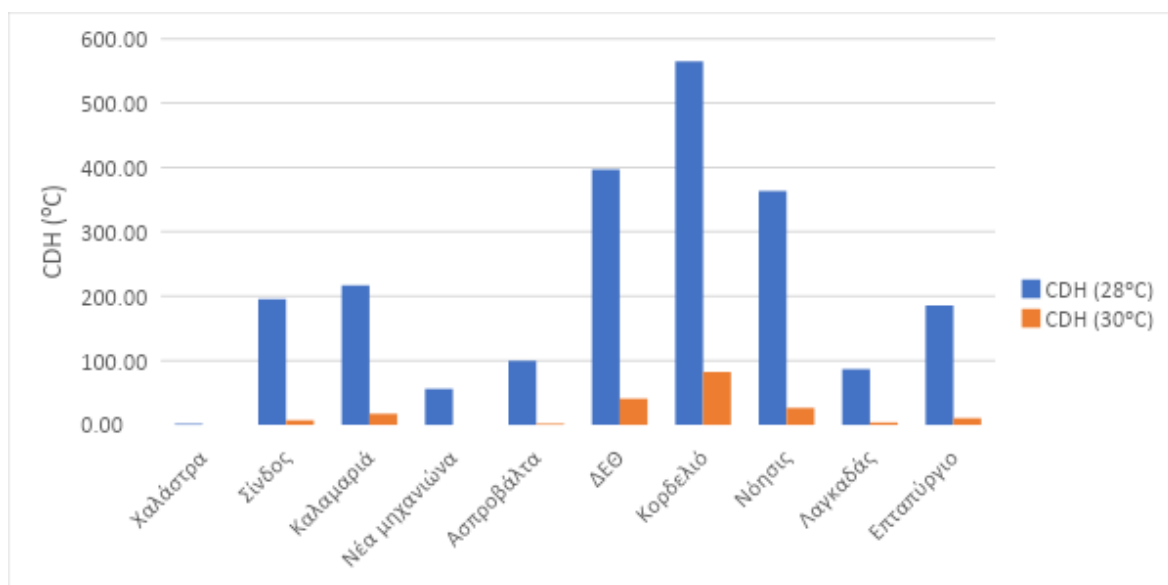
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Φτάσαμε στο σημείο όπου δεν υπάρχει ανάγκη για θέρμανση στις περιοχές που μελετάμε εκτός από τα Ασπροβάλτα και τον Λαγκαδά που δίνουν χαμηλες τιμές HDH 18°C όπου κρίνονται αμελητέες. Στο σχήμα για τις βαθμομέρες ψύξης άνωθεν. Καταλαβαίνουμε πως δεν υπάρχουν μεγάλες απαιτήσεις για ψύξη στην περιοχή αφού μόλις η μέγιστη τιμή είναι 180 CDH για 28°C στον σταθμό Καλαμαριά όπου πρόκειται για πυκνοκατοικημένη περιοχή στο κέντρο της πόλης της Θεσσαλονίκης. Όσο απομακρυνόμαστε από τον αστικό κύκλο οι ανάγκες ψύξης μειώνονται με αποκορύφωμα στην περιοχή της Χαλάστρας να μην υπάρχει ανάγκη για ψύξη.

3.8 ΙΟΥΛΙΟΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	MONTHLY HDH (15°C)	MONTHLY HDH (18°C)	MONTHLY CDH (28°C)	MONTHLY CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,60	22,80	0,00	0,00	1,60	0,00
2	Σίνδος	4	40,70	22,80	0,00	2,40	195,20	7,20
3	Καλαμαριά	5	40,60	22,90	0,00	0,00	217,07	17,33
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,47	22,80	0,00	3,20	56,00	0,00
5	Ασπροβάλτα	20	42,60	23,70	0,00	1,20	99,60	1,80
6	ΔΕΘ	29	40,60	29,00	0,00	0,00	397,20	40,80
7	Κορδελιό	37	42,60	22,90	0,00	0,00	564,93	82,17
8	Νόησις	60	40,60	23,00	0,00	0,00	363,60	26,40
9	Λαγκαδάς	87	40,70	23,10	0,00	14,40	86,61	3,69
10	Επταπύργιο	175	40,64	22,90	0,00	0,00	185,60	10,40

Πίνακας 22: Μέσες μηνιαίες τιμές για τον μήνα Ιούλιο.



Πίνακας 23: Βαθμοώρες ψύξης για τον μήνα Ιούλιο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

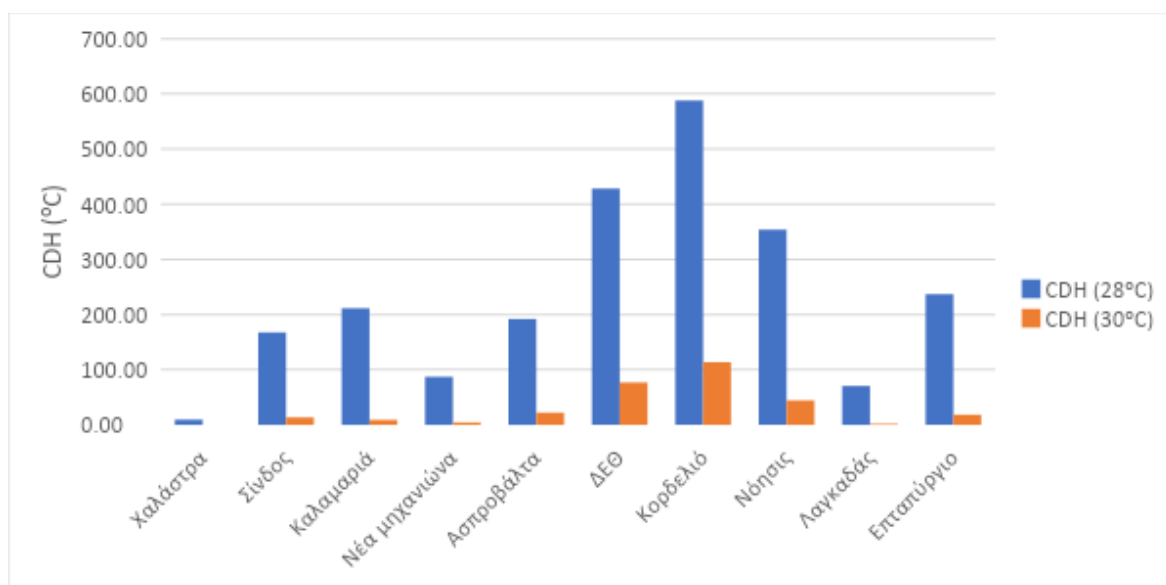
Σε σχέση με τον προηγούμενο μήνα παρατηρείται αύξηση των βαθμοωρών ψύξης κυρίως στις περιοχές που βρίσκονται στο κέντρο και στα προάστια της πόλης της Θεσσαλονίκης. Ιδιαίτερη αύξηση σημειώνεται στην Νόησις από τις 80 CDH 28°C τον μήνα Ιούνιο βρίσκεται στις 350 CDH 28°C. Η περιοχή της Χαλάστρας παραμένει σε χαμηλά επίπεδα βαθμοωρών ψύξης. Μελετώντας την περιοχή της Χαλάστρας συμπεραίνουμε ότι βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από τον Αξιό ποταμό και σε αγροτική περιοχή χωρίς δόμηση Επομένως κυμαίνεται σε επίπεδα θερμοκρασίας χαμηλότερα από εκείνα που έχουμε θέσει εμείς ως θερμοκρασία βάσης.

3.9 ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	MONTHLY HDH (15°C)	MONTHLY HDH (18°C)	MONTHLY CDH (28°C)	MONTHLY CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,60	22,80	0,00	0,00	9,60	0,00
2	Σίνδος	4	40,70	22,80	0,00	0,00	167,60	13,60
3	Καλαμαριά	5	40,60	22,90	0,00	0,00	211,45	9,07
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,47	22,80	0,00	0,00	87,20	4,40
5	Ασπροβάλτα	20	42,60	23,70	0,00	0,90	192,01	22,20
6	ΔΕΘ	29	40,60	29,00	0,00	0,00	428,40	76,80
7	Κορδελιό	37	42,60	22,90	0,00	0,00	588,00	113,60
8	Νόησις	60	40,60	23,00	0,00	0,00	354,00	44,40
9	Λαγκαδάς	87	40,70	23,10	0,00	2,03	70,52	1,85
10	Επταπύργιο	175	40,64	22,90	0,00	0,00	236,80	18,40

Πίνακας 24: Μέσες μηνιαίες τιμές για τον μήνα Αύγουστο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



Πίνακας 25: Βαθμοημέρες ψύξης για τον μήνα Αύγουστο.

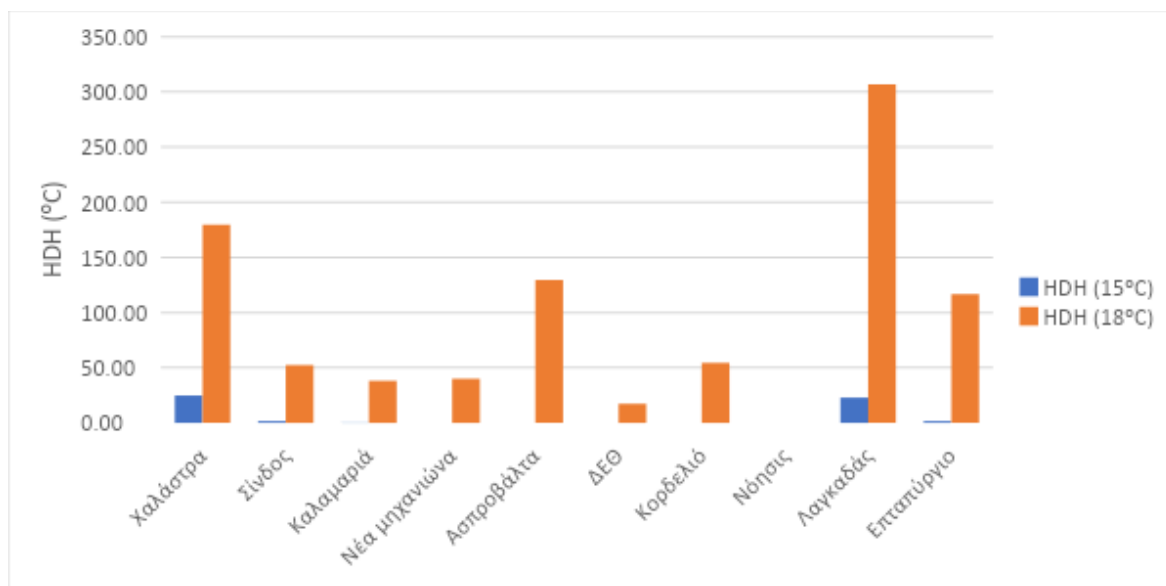
Ο μήνας Αύγουστος ακολουθεί το μοτίβο του προηγούμενου μήνα με τις τιμές να βρίσκονται στα ίδια επίπεδα. Μια παρατήρηση που είναι σημαντικό να γίνει είναι πως στην περιοχή της Θεσσαλονίκης δεν αναπτύσσονται ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και αυτό προκύπτει από τον αρκετά μειωμένο αριθμό βαθμοωρών ψύξης για τους 30°C σε σχέση με τον αριθμό των βαθμοωρών για τους 28°C.

3.10 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	MONTHLY HDH (15°C)	MONTHLY HDH (18°C)	MONTHLY CDH (28°C)	MONTHLY CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,60	22,80	24,80	179,59	0,00	0,00
2	Σίνδος	4	40,70	22,80	1,60	52,40	0,80	0,00
3	Καλαμαριά	5	40,60	22,90	0,27	38,13	3,47	0,00
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,47	22,80	0,00	40,00	0,40	0,00
5	Ασπροβάλτα	20	42,60	23,70	0,00	129,60	2,70	0,00
6	ΔΕΘ	29	40,60	29,00	0,00	17,33	9,66	0,00
7	Κορδελιό	37	42,60	22,90	0,00	54,40	54,40	0,00
8	Νόησις	60	40,60	23,00	0,00	0,00	1,20	0,00
9	Λαγκαδάς	87	40,70	23,10	22,89	306,81	0,00	0,00
10	Επταπύργιο	175	40,64	22,90	1,60	116,80	5,60	0,00

Πίνακας 26: Μέσες μηνιαίες τιμές για τον μήνα Σεπτέμβριο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



Πίνακας 27: Βαθμοώρες θέρμανσης για τον μήνα Σεπτέμβριο.

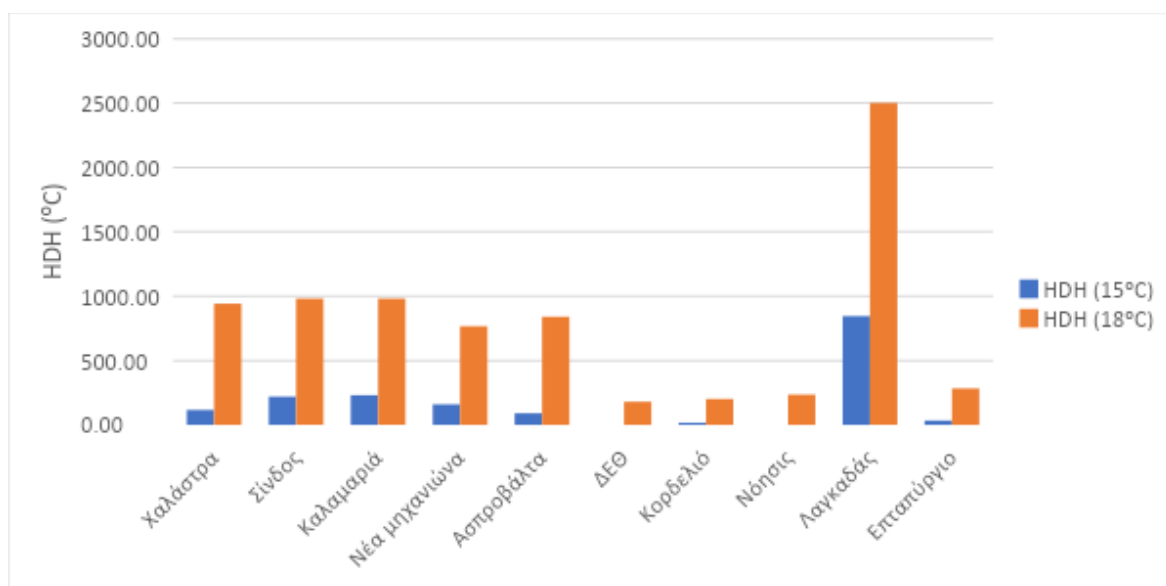
Η θερμοκρασία τον Σεπτέμβριο δεν ξεπερνά σε καμία από τις παραπάνω περιοχές τους 30°C ενώ ελάχιστες φορές ξεπερνάει τους 28°C με αποτέλεσμα οι τιμές να μην είναι επαρκής για την δημιουργία διαγράμματος βαθμοωρών ψύξης. Σε αντίθετη περίπτωση οι τιμές για τις βαθμοώρες θέρμανσης μακριά από τον αστικό ιστό (Χαλάστρα, Ασπροβάλτα, Λαγκαδάς) καθώς και στα 175m που βρίσκεται ο σταθμός του Επταπυργίου έχουν μια σημαντική διαφορά στις βαθμοώρες θέρμανσης σε σχέση με περιοχές που βρίσκονται στον αστικό κύκλο.

3.11 ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	MONTHLY HDH (15°C)	MONTHLY HDH (18°C)	MONTHLY CDH (28°C)	MONTHLY CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,60	22,80	116,48	941,60	0,00	0,00
2	Σίνδος	4	40,70	22,80	219,60	980,80	0,00	0,00
3	Καλαμαριά	5	40,60	22,90	230,65	979,77	0,00	0,00
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,47	22,80	159,60	766,40	0,00	0,00
5	Ασπροβάλτα	20	42,60	23,70	90,24	840,06	0,00	0,00
6	ΔΕΘ	29	40,60	29,00	0,00	180,00	0,00	0,00
7	Κορδελιό	37	42,60	22,90	16,80	201,60	0,00	0,00
8	Νόησις	60	40,60	23,00	0,00	235,20	0,00	0,00
9	Λαγκαδάς	87	40,70	23,10	845,19	2501,98	0,00	0,00
10	Επταπύργιο	175	40,64	22,90	33,60	283,20	0,00	0,00

Πίνακας 28: Μέσες μηνιαίες τιμές για τον μήνα Οκτώβριο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



Πίνακας 29: Βαθμοώρες θέρμανσης για τον μήνα Οκτώβριο.

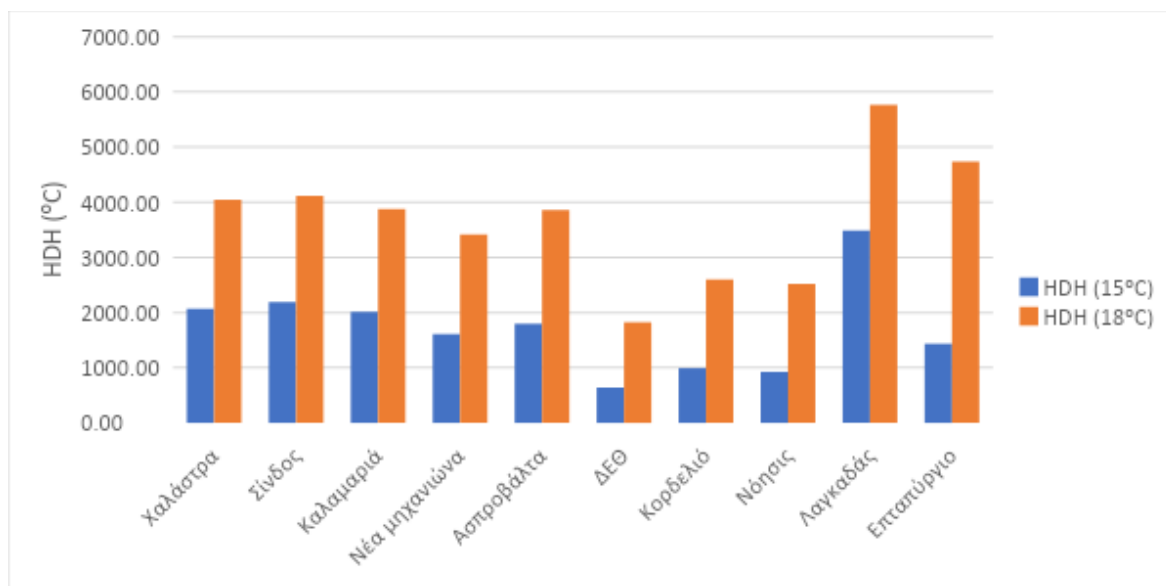
Τον Οκτώβριο παρατηρείται πως κινούμαστε σε 3 ταχύτητες. Ο Λαγκαδάς που δίνει τις υψηλότερες τιμές HDH 18°C. Έπειτα ακολουθούν οι περιοχές Χαλάστρα, Ασπροβάλτα, Νέα Μηχανιώνα που είναι μακριά από τον αστικό κύκλο. Στα ίδια επίπεδα κινείται η Καλαμαριά και η Σίνδος. Τέλος ακολουθούν οι υπόλοιπες περιοχές με αρκετά χαμηλότερα τιμές για HDH 18°C.

3.12 ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	MONTHLY HDH (15°C)	MONTHLY HDH (18°C)	MONTHLY CDH (28°C)	MONTHLY CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,60	22,80	2068,50	4045,05	0,00	0,00
2	Σίνδος	4	40,70	22,80	2190,21	4114,23	0,00	0,00
3	Καλαμαριά	5	40,60	22,90	2013,33	3876,27	0,00	0,00
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,47	22,80	1609,33	3414,27	0,00	0,00
5	Ασπροβάλτα	20	42,60	23,70	1797,30	3861,30	0,00	0,00
6	ΔΕΘ	29	40,60	29,00	641,08	1823,87	0,00	0,00
7	Κορδελιό	37	42,60	22,90	992,00	2596,80	0,00	0,00
8	Νόησις	60	40,60	23,00	925,20	2516,40	0,00	0,00
9	Λαγκαδάς	87	40,70	23,10	3486,46	5761,48	0,00	0,00
10	Επταπύργιο	175	40,64	22,90	1434,40	4736,42	0,00	0,00

Πίνακας 30: Μέσες Μηνιαίες τιμές για τον μήνα Νοέμβριο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



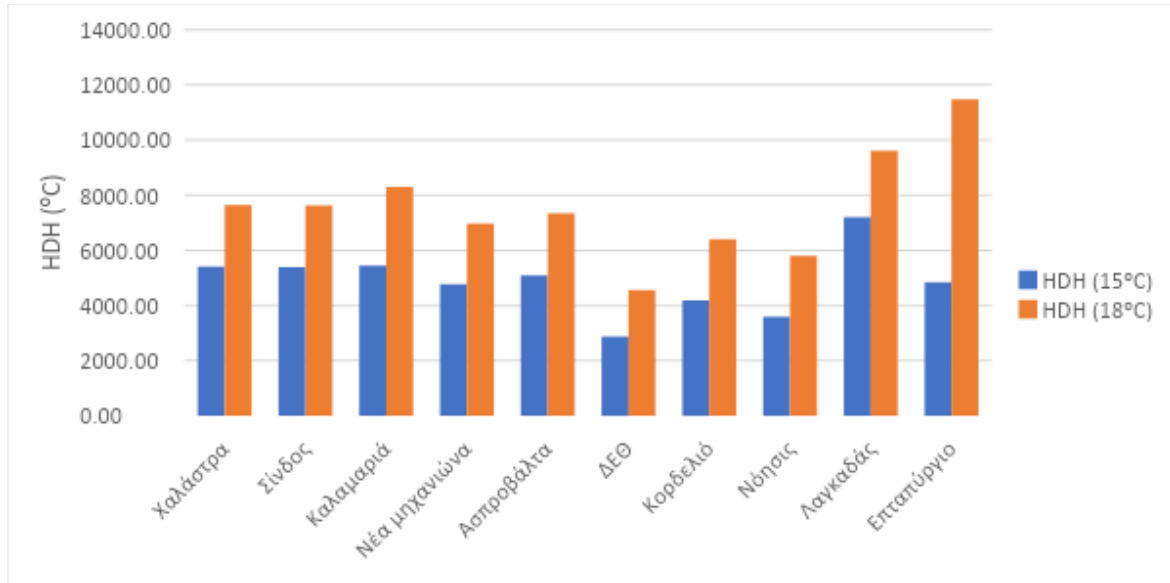
Πίνακας 31: Βαθμοώρες θέρμανσης για τον μήνα Νοέμβριο.

Ανάλογη συμπεριφορά με τον μήνα Οκτώβριο παρατηρείται και τον Νοέμβριο με τον σταθμό του Επταπύργιου να έχει αυξημένες τιμές σε σχέση με τον προηγούμενο μήνα κάτι που περιμέναμε εξαιτίας της υψομετρικής διαφοράς που έχει έναντι των υπολοίπων σταθμών.

3.13 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	HASL (m)	LAT	LOT	MONTHLY HDH (15°C)	MONTHLY HDH (18°C)	MONTHLY CDH (28°C)	MONTHLY CDH (30°C)
1	Χαλάστρα	1	40,60	22,80	5408,91	7640,91	0,00	0,00
2	Σίνδος	4	40,70	22,80	5396,80	7620,80	0,00	0,00
3	Καλαμαριά	5	40,60	22,90	5448,87	8304,60	193,60	37,07
4	Νέα μηχανιώνα	16	40,47	22,80	4772,40	6980,80	0,00	0,00
5	Ασπροβάλτα	20	42,60	23,70	5096,25	7339,76	0,00	0,00
6	ΔΕΘ	29	40,60	29,00	2875,20	4567,20	0,00	0,00
7	Κορδελιό	37	42,60	22,90	4186,40	6403,20	0,00	0,00
8	Νόησις	60	40,60	23,00	3591,60	5797,20	0,00	0,00
9	Λαγκαδάς	87	40,70	23,10	7201,94	9617,29	0,00	0,00
10	Επταπύργιο	175	40,64	22,90	4838,40	11471,31	0,00	0,00

Πίνακας 32: Μέσες μηνιαίες τιμές για τον μήνα Δεκέμβριο.



Πίνακας 33: Βαθμοώρες θέρμανσης για τον μήνα Δεκέμβριο.

Τον Δεκέμβριο οι μετρήσεις φαίνονται πιο ισορροπημένες με τους σταθμούς ΔΕΘ, Κορδελιό, Νόησις να έχουν ελαφρά λιγότερες βαθμοώρες θέρμανσης σε σχέση με τους υπόλοιπους σταθμούς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Αρχικά είναι σημαντικό πριν εξάγουμε τα συμπεράσματα βάση των παραπάνω πινάκων να περιγράψουμε πιο αναλυτικά τη θέση κάθε σταθμού. Αυτό μας βοηθάει να κατανοήσουμε σε μεγαλύτερο βαθμό τους αριθμούς που παρουσιάζονται στους πίνακες γνωρίζοντας πως επιδρά το φαινόμενο της αστικής θερμονησίδας και πως επιδρά στις μετρήσεις η απόσταση που έχει κάθε σταθμός από την θάλασσα το υψόμετρο αλλά και η δόμηση στην περιοχή.

Όλοι οι σταθμοί που μελετήθηκαν ανήκουν στην ίδια κλιματική ζώνη την Γ βάσει της περιοχής και του υψομέτρου όπου βρίσκονται. Μερικοί σταθμοί ανάλογα με τις βαθμομέρες θέρμανσης ή ψύξης που παρουσιάζουν συγκαταλέγονται σε διαφορετικές κλιματικές ζώνες.

Ανακεφαλαιώνοντας στην παρούσα διπλωματική εργασία αναφερθήκαμε και εξοικειωθήκαμε με όρους όπως την βαθμομέρα ψύξης και θέρμανσης το πως επινοήθηκαν, πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν εργαλεία σε κτιριακές μελέτες για αποδοτικότερες κατοικίες καθώς και σε εκτιμήσεις ενεργειακής κατανάλωσης, σε καλλιέργειες, σε προβλέψεις που αφορούν το παγκόσμιο κλίμα και θερμοκρασία του πλανήτη. Ακόμη μιλήσαμε για όρους όπως η θερμοκρασία βάσης που παίζει σημαντικό ρόλο στην άνεση των ατόμων που βρίσκονται μέσα στο κτίριο αλλά ταυτόχρονα είναι και η θερμοκρασία εκείνη όπου το κτίριο έχει μηδενικό

ισοζύγιο κατανάλωσης ενέργειας. Το φαινόμενο αστικής θερμνησίδας είναι ιδιαίτερα σημαντικό στον υπολογισμό των βαθμομερών καθώς η πυκνή δόμηση επηρεάζει την θερμοκρασία μιας ολόκληρης περιοχής. Παρουσιάστηκαν δεδομένα όπου μας δείχνουν πόσο σημαντικό ρόλο παίζουν τα κτίρια στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας και σε συνδυασμό με το κτιριακό απόθεμα της χώρας μας όπου είναι αρκετά παλαιωμένο μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα πως καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια κυρίως εξαιτίας της έλλειψης μονώσεων και σύγχρονων κουφωμάτων. Προχωρώντας παρουσιάζονται διάφοροι τρόποι υπολογισμού των βαθμομερών μεταξύ των οποίων και εκείνος των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών όπου και χρησιμοποιήσαμε επειδή πρόκειται για γρήγορο και αξιόπιστο τρόπο υπολογισμού. Λαμβάνοντας τα δεδομένα από τους σταθμούς που μας ενδιαφέρουν για την εκπόνηση της διπλωματικής μεταβήκαμε στην επεξεργασία τους. Μετατρέποντας τις βαθμομέρες σε Βαθμοώρες μπορούμε να εξάγουμε ασφαλέστερα συμπεράσματα προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια ενεργειακή μελέτη. Έχοντας πραγματοποιήσει τις απαραίτητες πράξεις και μετατροπές στα δεδομένα αποκτάμε μια καλύτερη εικόνα για την ενεργειακή ανάγκη στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης. Αυτό επιτυγχάνεται πλήρως γνωρίζοντας και συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του κάθε σταθμού ξεχωριστά όπως το υψόμετρο, την απόσταση από την θάλασσα, το αν βρίσκεται σε βιομηχανική ζώνη και αν υπάρχει πυκνή δόμηση πλησίον του. Πιο κοντά στο κέντρο της Θεσσαλονίκης βρίσκονται οι σταθμοί: Κορδελιό, Επταπύργιο, Δ.Ε.Θ, Καλαμαριά. Ο σταθμός στο Επταπύργιο έχει σημαντική διαφορά στο υψόμετρο σε σχέση με τους υπόλοιπους καθώς βρίσκεται στα 175m και ο σταθμός που βρίσκεται σε μικρότερη απόσταση από την θάλασσα είναι αυτός της Καλαμαριάς. Λίγο έξω από το κέντρο της Θεσσαλονίκης βρίσκονται οι σταθμοί: Νόησις, Νέα Μηχανιώνα και Σίνδος με την τελευταία να βρίσκεται κοντά σε βιομηχανική περιοχή. Μεταξύ των τριών αυτών σταθμών ο σταθμός της Νέας Μηχανιώνας να βρίσκεται πιο κοντά στην θάλασσα. Δεν υπάρχει υψομετρική διαφορά η οποία χρήζει σχολιασμού. Τέλος υπάρχει ένας αριθμός κτιρίων γύρω από αυτούς τους σταθμούς σαφώς μικρότερος από τον αριθμό των κτιρίων που βρίσκεται στο κέντρο της Θεσσαλονίκης. Οι σταθμοί που είναι αρκετά έξω από την Θεσσαλονίκη είναι οι σταθμοί Ασπροβάλτα, Λαγκαδάς και Χαλάστρα. Δεν συναντάμε ούτε ανάμεσα σε αυτούς τους σταθμούς κάποια υψομετρική διαφοροποίηση. Γύρω από αυτούς τους σταθμούς υπάρχουν ελάχιστα σπίτια. Αξίζει να αναφέρουμε πως ο σταθμός του Λαγκαδά βρίσκεται κοντά στην λίμνη της Κορώνειας καθώς και ο σταθμός της Χαλάστρας είναι κοντά στο δέλτα του ποταμού Αξιού. Συμβουλευόμενοι από τον Κ.Εν.Α.Κ παρατηρούμε πως όλοι οι σταθμοί με βάση την νομό και το υψόμετρο όπου βρίσκονται ανήκουν στην κλιματική ζώνη Γ. Με βάση τις βαθμομέρες όπου υπάρχουν όμως στον κάθε σταθμό υπάρχει διαφοροποίηση όπως αναφέρεται στη ενότητα 2.4.2 στον σχολιασμό των χαρτών και των διαγραμμάτων. Η δημιουργία των χαρτών μας βοηθάει να οπτικοποιήσουμε τα δεδομένα που συλλέξαμε στους πίνακες δεδομένων με αποτέλεσμα να μπορούμε να εξάγουμε με μεγαλύτερη ευκολία και ασφάλεια τα συμπεράσματά μας.

Σύμφωνα με τους πίνακες από τις μέσες τιμές βαθμοωρών για κάθε έτος και μήνα αντιλαμβανόμαστε πως υπάρχει ανάγκη για θέρμανση στην περιοχή της θεσσαλονίκης καθώς οι βαθμοώρες θέρμανσης κυμαίνονται από 16.000 μέχρι 20.000 με εξαίρεση τον σταθμό του Λαγκαδά όπου αγγίζει τις 30.000 για τους 15°C. Όταν πρόκειται για τους 18°C οι τιμές των βαθμοωρών είναι μεγαλύτερες κυμαίνονται από 25.000 μέχρι 30.000 με εξαίρεση τον σταθμό του Λαγκαδά που φτάνει τις 45.000 βαθμοώρες θέρμανσης. Αυτά που αναγράφουν οι πίνακες στο 3^ο κεφάλαιο οπτικοποιούνται και γίνονται πιο κατανοητά στους χάρτες που δημιουργήσαμε.

Στον αντίποδα μελετώντας τις βαθμοώρες ψύξης παρατηρούμε μικρές τιμές με μεγάλη διαφοροποίηση από σταθμό σε σταθμό. Αυτό συμβαίνει διότι από περιοχή σε περιοχή υπάρχει

διαφορετική βιομηχανική δραστηριότητα και πυκνότερη ή αραιότερη δόμηση. Η επιλογή της κατάλληλης θερμοκρασίας βάσης έχει σημασία καθώς βλέπουμε πώς για τους 30°C ελάχιστες είναι οι μέρες που ξεπέρασαν την μέση θερμοκρασία των 30 βαθμών. Επομένως μπορεί τα αποτελέσματα να μην συμβαδίζουν με την πραγματικότητα.

Επισυνάπτοντας όλα τα παραπάνω μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα πως σύμφωνα με τις μετρήσεις μας ο χειμώνας στην Θεσσαλονίκη είναι βαρύς και το καλοκαίρι αρκετά ήπιο. Με την παρούσα διπλωματική δίνεται η δυνατότητα μέσω του κατάλληλου λογισμικού να ομαδοποιηθούν περιοχές μελέτης και σύμφωνα με τις ανάγκες τους για θέρμανση ή αντίστοιχα για ψύξη να προταθεί η κατάλληλη λύση ώστε να παρέχει την ιδανική θερμοκρασία στα κτίρια των περιοχών αυτών με τον αποδοτικότερο τρόπο.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Κωνσταντίνο Μουστρή για την καθοδήγηση που μου πρόσφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας καθώς και τους δικούς μου ανθρώπους για την συνεχή στήριξή τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

1. Prof. Tony Day (September 2006. The Chartered Institution of Building Services Engineers) Degree-days: theory and application
2. lea.org (διεθνής ενεργειακός οργανισμός, δεδομένα για κατανάλωση κτίριων)
3. Aleksandar Jankovic, Zorica Podračanin, and Vladimir Djurdjevic. (June 1 2018) Future climate change impacts on residential heating and cooling degree days in Serbia
4. Δημήτρης Αλ. Κατσαπράκης , Μύρων Μονιάκης. (2015) Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων , ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ
5. Memon R. A. et al. 2009 An investigation of urban heat island intensity (UHII) as an indicator of urban heating. Atmospheric Research, vol.94, pp.491-500
6. Santamouris, M. 2012. Cooling the cities - A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. Solar Energ. 2012, Vol. 55, pp. 66-76
7. Analysis of growing degree-days as climate impact indicator in a region with extreme annual air temperature amplitude(July 2010).Elena Grigorieva, Andreas Matzarakis, Christopher R De Freitas
8. K.P. Moustiris, 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. Theoretical and Applied Climatology, 122, 3, pp. 517-529.
9. 2017 The Authors. *International Journal of Climatology* published by John Wiley & Sons Ltd on behalf of the Royal Meteorological Society
10. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής , Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. Αθήνα, Νοέμβριος 2014 Τεχνική Οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010
11. Energy Efficiency Office, Degree-days Fuel Efficiency Booklet No. 7, London UK,1993, 11-29]
12. Degree-day based non-domestic building energy analytics and modelling should use building and type specific base temperatures, QinglongMeng , Monjur Mourshed, 2017
13. Χριστόπουλος, Δ., 2004β, *Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Εισαγωγής Στην Έρευνα Κοιτασμάτων*, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά.
14. Επεξήγηση τρόπου λειτουργίας της μεθόδου στο υπολογιστικό πρόγραμμα http://surferhelp.goldensoftware.com/griddata/idd_grid_data_kriging.htm
15. Εθνικό Αστεροσκοπείο δεδομένα σταθμών : <http://meteosearch.meteo.gr/>
16. Δεδομένα από τον ιστότοπο της nasa για την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας :<https://climate.nasa.gov/>
17. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος πληροφορίες για Κ.Εν.Α.Κ http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak
18. Υπουργείο Ενέργειας πρόγραμμα Εξοικονομώ κατ' οίκον :<https://exoikonomisi.ypen.gr/>

19. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία δεδομένα για κτιριακό απόθεμα
Ελλάδας <https://www.statistics.gr/el/census-buildings-2011>