



Δημιουργία ψηφιακής βάσης δεδομένων
βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης για την
περιοχή της Πελοποννήσου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Υπεύθυνος Σπουδαστής:

Αλεφραγκής Λουκάς

A.M 18392149



Επιβλέπων Καθηγητής:

Δρ. Κωνσταντίνος Μουστρής

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Όνοματεπώνυμο	Υπογραφή
<p data-bbox="245 485 760 604">Δρ. Μουστράς Κωνσταντίνος (Καθηγητής)</p>	
<p data-bbox="258 806 745 926">Δρ. Σπυρόπουλος Γεώργιος (Ε.ΔΙ.Π.)</p>	
<p data-bbox="261 1272 743 1392">Δρ. Ζαφειράκης Δημήτριος (Επίκουρος Καθηγητής)</p>	

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Αλεφραγκής Λουκάς, Αιγάλεω, 2023-2024

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπόγραφα ότι η παρούσα εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα αποκλειστικά και ότι είμαι ο αποκλειστικός συγγραφέας του κειμένου της.

Η εργασία μου δεν προσβάλλει οποιασδήποτε μορφής δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας ή προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής ή λογοκλοπής.

Κάθε βοήθεια που έλαβα για την ολοκλήρωση της εργασίας είναι αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στο κείμενό της. Ειδικότερα, έχω αναφέρει ευδιάκριτα μέσα στο κείμενο και με την κατάλληλη παραπομπή όλες τις πηγές δεδομένων, κώδικα προγραμματισμού Η/Υ, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών που χρησιμοποιήθηκαν, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης, και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Επιπλέον, όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης κατά τα διεθνή πρότυπα.

Τέλος δηλώνω ενυπόγραφα ότι αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ημερομηνία 02/03/2024

Ο ΔΗΛΩΝ


Λουκάς Αλεφραγκής

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε από τον φοιτητή Αλεφραγκή Λουκά του τμήματος, Μηχανολόγων Μηχανικών κατά το ακαδημαϊκό έτος 2023 - 2024 υπό την επίβλεψη του καθηγητή μου Δρ. Κωνσταντίνου Μουστρή, στον οποίο θέλω να δηλώσω ένα μεγάλο ευχαριστώ για την πολύτιμη βοήθειά του καθ' όλη την διάρκεια της διπλωματικής μου.

Επίσης θα ήθελα να δηλώσω ένα ακόμα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου και στους φίλους που ήταν κ είναι πάντα δίπλα μου και με στηρίζουν σε οποιοδήποτε στόχο μου όπως με την διπλωματική μου εργασία αλλά και των σπουδών μου γενικότερα.

Κλείνοντας θα πω ότι αυτή η διπλωματική εργασία αφιερώνεται με πολύ αγάπη και με αμέριστο σεβασμό στον πατέρα μου Γιώργο και στην μητέρα μου Ελένη που τους ευχαριστώ από καρδιάς για όλα όσα μου πρόσφεραν και μου προσφέρουν και με στηρίζουν στην όποια επιλογή της ζωής μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων για τις βαθμομέρες θέρμανσης (Heating Degree Days-HDD) και ψύξης (Cooling Degree Days-CDD) στην Πελοπόννησο, χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά δεδομένα από πολλούς σταθμούς στην ευρύτερη περιοχή της Πελοποννήσου. Η εργασία περιλαμβάνει μια βιβλιογραφική ανασκόπηση των HDD και CDD, ανάλυση του ΚΕΝΑΚ και της κατηγοριοποίησης της χώρας σε κλιματικές ζώνες, καθώς και τη συλλογή και ανάλυση μετεωρολογικών δεδομένων από πολλούς σταθμούς στην Πελοπόννησο, με διαφορετικά γεωγραφικά και υψομετρικά χαρακτηριστικά ο καθένας.

Τα βασικά συμπεράσματα περιλαμβάνουν το γεγονός ότι οι ανάγκες σε θέρμανση είναι μεγαλύτερες στην κεντρική και ορεινή βόρεια Πελοπόννησο, ενώ οι ανάγκες σε ψύξη είναι υψηλότερες στις ανατολικές και νότιες περιοχές. Επιπλέον, παρατηρείται ισχυρή συσχέτιση των αναγκών σε θέρμανση με το υψόμετρο, ενώ οι ανάγκες σε ψύξη δεν φαίνεται να επηρεάζονται έντονα από το υψόμετρο, αλλά περισσότερο από την απόσταση από την θάλασσα.

Επιπλέον, προτείνεται η διαίρεση του νομού Αχαΐας σε δύο κλιματικές ζώνες (Β και Γ) για καλύτερη αντιπροσώπευση των αναγκών των διαφορετικών περιοχών του. Συνολικά, η έρευνα προσφέρει σημαντικές πληροφορίες για τις ενεργειακές ανάγκες στην περιοχή και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καλύτερη σχεδίαση και διαχείριση των ενεργειακών πόρων.

ABSTRACT

The present work focuses on the creation of a database for Heating Degree Days (HDD) and Cooling Degree Days (CDD) in the Peloponnese, using meteorological data from multiple stations across the region. The work includes a literature review of HDD and CDD, analysis of the KENAK (National Energy Efficiency Action Plan), classification of the country into climatic zones, as well as the collection and analysis of meteorological data from various stations in the Peloponnese with different characteristics.

The main conclusions include the fact that heating needs are higher in the central and mountainous northern Peloponnese, while cooling needs are higher in the eastern and southern areas. Furthermore, a strong correlation is observed between heating needs and altitude, while cooling needs do not seem to be strongly influenced by altitude but rather by maritime influences.

Additionally, the suggestion is made to divide the Achaia region into two different climatic zones for better representation of the needs of different areas. Overall, the research provides significant information about the energy needs in the region and can be used for better planning and management of energy resources.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
Περιεχόμενα	7
Πίνακας Εικόνων	9
Πίνακας Πινάκων.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Βαθμομέρες Ψύξης και Θέρμανσης	14
1.1 Εισαγωγή	14
1.2 Ιστορική αναδρομή βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης.....	14
1.3 Ορισμός Βαθμομέρας	16
1.3.1 Μετεωρολογικά Δεδομένα Θερμοκρασίας.....	17
1.3.2 Θερμοκρασία Βάσης.....	17
1.3.3 Μεθοδολογίες Υπολογισμού Βαθμομέρας.....	19
1.3.4 Μεθοδολογία Υπολογισμού Βαθμοωρών.....	21
1.3.5 Μεθοδολογία του «Metrological Office».....	22
1.3.6 Μεθοδολογία Μέσης Ημερήσιας Θερμοκρασίας	23
1.3.6 Μεθοδολογία Hitchin.....	24
1.4 Εφαρμογές Μεθοδολογιών Υπολογισμού Βαθμομερών.....	26
1.4.1 Εφαρμογή Βαθμομερών στην Ανάλυση Κλίματος	26
1.4.2 Εφαρμογή Βαθμομερών στη Διαχείριση Ενέργειας.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Μεθοδολογία και Δεδομένα	33
2.1 Εισαγωγή	33
2.2 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	33
2.3 Μεθοδολογία Υπολογισμών.....	36
2.3.1 Υπολογισμός ημερήσιας βαθμομέρας και βαθμοωρών	36

2.3.2	Υπολογισμός μέσων μηνιαίων βαθμωρών ψύξης και θέρμανσης	39
2.3.3	Υπολογισμός μέσων ετησίων βαθμωρών ψύξης και θέρμανσης.	39
2.4	Επεξεργασμένα Δεδομένα	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Διαγράμματα Υπολογισμών		43
3.1	Εισαγωγή	43
3.2	Διαχωρισμός Ζωνών Βάσει ΚΕΝΑΚ	43
3.3	Χωρικές Κατανομές.....	46
3.3.1	Μέθοδος Kriging	49
3.3.2	Χωρικές Κατανομές HDD (15°)	49
3.3.3	Χωρικές Κατανομές HDD (18°)	51
3.3.4	Χωρικές Κατανομές CDD (28°).....	52
3.3.5	Χωρικές Κατανομές CDD (30°).....	53
3.4	Διαγράμματα Βαθμωρών – Υψομέτρου	53
3.4.1	Διαγράμματα Βαθμωρών – Υψομέτρου HDH	54
3.4.2	Διαγράμματα Βαθμωρών – Υψομέτρου CDH	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ανασκόπηση - Συμπεράσματα		58
Βιβλιογραφία.....		60
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Πίνακες Μέσων Μηνιαίων Βαθμομερών ανά Σταθμό		62

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Διαχωρισμός Ελλάδας σε Κλιματικές Ζώνες (Gaglia, Dialynas, Argyriou, & Kostopoulou, 2018)	15
Εικόνα 2: Παραστατική απεικόνιση βαθμομερών και θερμοκρασίας βάσης.....	18
Εικόνα 3: Διάγραμμα Θερμοκρασίας Νο 1 (CIBSE, 2006)	20
Εικόνα 4: Διάγραμμα Θερμοκρασίας Νο 2 (CIBSE, 2006)	21
Εικόνα 5: Εξισώσεις υπολογισμού μεθοδολογία "Meteorological Office" για HDD (CIBSE, 2006).	23
Εικόνα 6: Εξισώσεις υπολογισμού μεθοδολογία "Meteorological Office" για CDD (CIBSE, 2006).	23
Εικόνα 7: Σφάλμα υπολογισμού βαθμομέρας (1) (CIBSE, 2006)	25
Εικόνα 8: Σφάλμα υπολογισμού βαθμομέρας (2) (CIBSE, 2006)	26
Εικόνα 9: Συσχέτιση αύξησης της παραγωγής CO ₂ και μέσης θερμοκρασίας	27
Εικόνα 10: Ρυμός μεταβολής HDD 1981-2010 (Spinoni , et al., 2018)	28
Εικόνα 11: Ρυμός μεταβολής CDD 1981-2010 (Spinoni , et al., 2018).....	28
Εικόνα 12: Ρυμός μεταβολής CDD 1981-2010 (Petri & Caldeira, 2015)	29
Εικόνα 13: Ρυμός μεταβολής HDD 1981-2010 (Petri & Caldeira, 2015).....	29
Εικόνα 14: Πρόβλεψη μεταβολής HDD και CDD (Petri & Caldeira, 2015)	30
Εικόνα 15: Παράδειγμα συσχέτισης μηνιαίας κατανάλωσης ενέργεια και βαθμομερών (CIBSE, 2006).....	31
Εικόνα 16: Συσχέτιση κλιματικών ζωνών και συντελεστή θερμοπερατότητας (ΥΠΕΝ, 2015).	32
Εικόνα 17: Δεδομένα σταθμού Άργους για τον μήνα Απρ του 2021	35
Εικόνα 18: Κλιματικές ζώνες στην ελληνική επικράτεια με βάση τον KENAK	44
Εικόνα 19: Κλιματικές ζώνες στην ελληνική επικράτεια με βάση τον KENAK (Πελοπόννησος) ...	45
Εικόνα 20: Επιλογή δεδομένων και ορισμός μεταβλητών.....	47
Εικόνα 21: Επιλογή βάσης χάρτη	47
Εικόνα 22: Ορισμός διαγραμμίσεων.....	48
Εικόνα 23: Τελική απεικόνιση του χάρτη	48
Εικόνα 23: Χωρική κατανομή των ετήσιων τιμών HDD με θερμοκρασία βάσης 15° C.....	50

Εικόνα 25: Χωρική κατανομή των ετήσιων τιμών HDD με θερμοκρασία βάσης 18° C.....	51
Εικόνα 26: Χωρική κατανομή των ετήσιων τιμών CDD με θερμοκρασία βάσης 28° C.	52
Εικόνα 23: Χωρική κατανομή των ετήσιων τιμών CDD με θερμοκρασία βάσης 30° C.	53
Εικόνα 28: Διάγραμμα HDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 15 °C.....	54
Εικόνα 29: Διάγραμμα HDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 18 °C.....	55
Εικόνα 30: Διάγραμμα CDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 28 °C με λογαριθμική παρεμβολή	56
Εικόνα 31: Διάγραμμα CDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 28 °C με πολυωνυμική παρεμβολή	56
Εικόνα 32: Διάγραμμα CDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 30 °C με λογαριθμική παρεμβολή	57
Εικόνα 33: Διάγραμμα CDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 30 °C με πολυωνυμική παρεμβολή	57

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1: Στοιχεία Μετεωρολογικών Σταθμών	34
Πίνακας 2: Υπολογισμός μέσης βαθμομέρας και ημερήσιων βαθμοωρών για τον μήνα Ιανουάριο 2019 για τον σταθμό Άργους	38
Πίνακας 3: Υπολογισμός μέσων μηνιαίων βαθμοωρών ψύξης για το έτος 2019 για τον σταθμό Άργους.....	39
Πίνακας 4: Υπολογισμός μέσων ετησίων βαθμοωρών για τον σταθμό Άργους.....	40
Πίνακας 5: Μέσες ετήσιες βαθμοώρες ψύξης και θέρμανσης για το σύνολο των σταθμών.....	41
Πίνακας 6: Μέσες ετήσιες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για το σύνολο των σταθμών. ..	42
Πίνακας 7: Κριτήρια κατηγοριοποίησης κλιματικών ζωνών	44
Πίνακας 8: Κατηγοριοποίηση νομών Ελλάδας σε κλιματικές ζώνες	45
Πίνακας 8: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Αλαγόνια	62
Πίνακας 9: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Αμαλιάδα	62
Πίνακας 10: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Αμόνι	63
Πίνακας 11: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Ανδρίτσαινα	63
Πίνακας 12: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Άνω Τρίκαλα	64
Πίνακας 13: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Άργος	64
Πίνακας 14: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Βαρθολομιό	65
Πίνακας 15: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Βύτινα	65
Πίνακας 16: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Γεράκι	66
Πίνακας 17: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Δερβένι	66
Πίνακας 18: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Δίδυμα	67
Πίνακας 19: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Ζαχάρο	67
Πίνακας 20: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Κάβος Μαλέα	68
Πίνακας 21: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Καλάβρυτα	68
Πίνακας 22: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Καλαμάτα	69

Πίνακας 23: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Καρδαμύλη	69
Πίνακας 24: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Κάτω Βλάσια	70
Πίνακας 25: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Κιάτο	70
Πίνακας 26: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Κοπανάκι	71
Πίνακας 27: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Κρανίδι	71
Πίνακας 28: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Κυπαρισσία	72
Πίνακας 29: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Λαγκάδια	72
Πίνακας 30: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Λαππά	73
Πίνακας 31: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Λουτράκι	73
Πίνακας 32: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Μεγαλόπολη	74
Πίνακας 33: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Μολάοι	74
Πίνακας 34: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Μονεμβασιά	75
Πίνακας 35: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Νεμέα	75
Πίνακας 36: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Παναχαϊκό ..	76
Πίνακας 37: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Παν. Πατρών	76
Πίνακας 38: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Πηνειά.....	77
Πίνακας 39: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Πύλος	77
Πίνακας 40: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Πύργος	78
Πίνακας 41: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Σπάρτη	78
Πίνακας 42: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Στεμνίτσα ...	79
Πίνακας 43: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Τακτικούπολη	79
Πίνακας 44: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Τρίπολη	80
Πίνακας 45: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Φιλιατρά	80
Πίνακας 46: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Ωλένη	81

Πίνακας 47: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Ωλενία.....81

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Βαθμομέρες Ψύξης και Θέρμανσης

1.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται μία σύντομη ιστορική αναδρομή της μεθοδολογίας των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης. Ο όρος βαθμομέρα ορίζεται, αναλύεται στα βασικά του χαρακτηριστικά και παρουσιάζονται μέθοδοι υπολογισμού του. Εν συνέχεια παρουσιάζονται κάποιες από τις εφαρμογές των βαθμομερών. Στο τέλος του κεφαλαίου γίνεται μία ανασκόπηση και παρουσιάζεται ο σκοπός της παρούσας εργασίας.

1.2 Ιστορική αναδρομή βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης

Οι βαθμομέρες αποτελούν έναν δείκτη ο οποίος έχει αναπτυχθεί από μηχανικούς ψύξης, αερισμού και θέρμανσης (heating, ventilation, and air-conditioning – HVAC), με στόχο την εκτίμηση των αναγκών της ενέργειας η οποία είναι απαραίτητη για την ψύξη ή θέρμανση κατοικιών και χώρων εργασίας (Vaughn, 2008). Η βαθμομέρα θέρμανσης χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των αναγκών ενέργειας θέρμανσης, ενώ αντίστοιχά η βαθμομέρα ψύξης των αναγκών ψύξης. Η αρχή λειτουργίας του δείκτη αποτελεί η σύγκριση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος με μία θερμοκρασία βάσης, και η εύρεση της διαφοράς τους. Η βαθμομέρα μπορεί να επεκταθεί χρονικά, με στόχο τον υπολογισμό μέσων μηνιαίων, ετησίων, αλλά και μεγαλύτερης διάρκειας βαθμομερών.

Η αρχική χρήση των βαθμομερών εισάχθηκε από το Richard Strachey, ο οποίος τις χρησιμοποίησε για την εκτίμηση των συνθηκών καλλιέργειας και ανάπτυξης φυτών (CIBSE, 2006). Κάθε είδος φυτού απαιτεί μία κατάλληλη ελάχιστη θερμοκρασία βάσης για την καλλιέργεια και λειτουργία του κύκλου ζωής του. Η θερμοκρασία αυτή χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό βαθμομερών καλλιέργειας, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως οδηγός για την αποτελεσματική εκτέλεση γεωργικών δραστηριοτήτων (Vaughn, 2008). Αυτή η ιδέα του Strachey εν συνέχεια επεκτάθηκε πέρα από τη γεωργία και σε άλλες δραστηριότητες της επιστήμης του μηχανικού αλλά και στη μετεωρολογία.

Σήμερα η χρήση των βαθμομερών έχει επεκταθεί και αποτελούν ένα αποδεκτό και τυποποιημένο εργαλείο για σημαντικούς οργανισμούς, όπως η Αμερικανική Εταιρεία

παρόλα αυτά τις χρησιμοποιούν ως ένα εργαλείο υποβοήθησης προβλέψεων και εκτιμήσεων (CIBSE, 2006):

- Εκτίμηση κατανάλωσης ενέργειας
- Σχεδιασμός και βελτιστοποίησης συστημάτων HVAC
- Γεωργία και καλλιέργεια
- Κατασκευή κατασκευών από σκυρόδεμα
- Εκτίμηση ασφαλειών και ρίσκου
- Προγράμματα ενεργειακής απόδοσης
- Ανάλυση καιρού και έρευνα για το κλίμα
- Διαχείριση κτιριακών εγκαταστάσεων

1.3 Ορισμός Βαθμομέρας

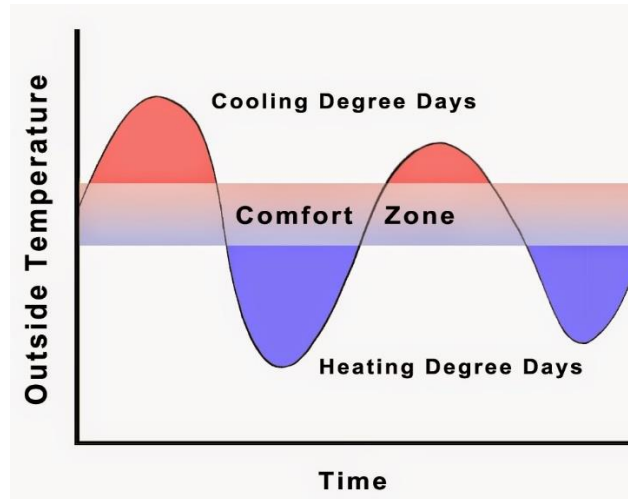
Δεν υφίσταται ένας διεθνώς αποδεκτός ορισμός της βαθμομέρας. Παρόλα όλοι οι ορισμοί συμφωνούν ότι η βαθμομέρα αποτελεί έναν ποσοτικό δείκτη που εκφράζει τη διαφορά της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος από μία θερμοκρασία βάσης και κατά συνέπεια την ανάγκη για ψύξη ή θέρμανση του κτιρίου με βάση τη διαφορά αυτή. Η EUROSTAT περιγράφει τη βαθμομέρα ως «ένας τεχνικός δείκτης βασισμένος σε μετεωρολογικά δεδομένα σχεδιασμένος να περιγράφει την ανάγκη για ενέργεια θέρμανσης ή ψύξης ενός κτιρίου» (EUROSTAT, 2019). Ο ASHRAE δίνει έναν ποιο τεχνικό ορισμό ως: «Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας ενός 24ώρου και μίας θερμοκρασίας βάσης» (ASHRAE, 2005) ενώ ο CIBSE τις ορίζει ως: «το άθροισμα ή ολοκλήρωμα της διαφοράς μεταξύ της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και μίας καθορισμένης θερμοκρασίας βάσης (CIBSE, 2006). Ανεξάρτητα από τον ορισμό, γίνεται κατανοητό ότι ο υπολογισμός της βαθμομέρας απαιτεί και επηρεάζεται από τα παρακάτω τρία στοιχεία: μετεωρολογικά δεδομένα θερμοκρασίας της περιοχής προς διερεύνηση, η θερμοκρασία βάσης, και μία μεθοδολογία υπολογισμού.

1.3.1 Μετεωρολογικά Δεδομένα Θερμοκρασίας

Μετεωρολογικά δεδομένα θερμοκρασίας συλλέγονται από μετεωρολογικούς σταθμούς οι οποίοι υπάγονται σε διάφορες υπηρεσίες και οργανισμούς. Δύο παραδείγματα όσον αφορά τον ελληνικό χώρο είναι αυτό του δικτύου σταθμών της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσία (ΕΜΥ) και το δίκτυο σταθμών του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Οι σταθμοί αυτοί συλλέγουν και αποθηκεύουν εκτός άλλων, δεδομένα θερμοκρασίας, όπως π.χ. η ελάχιστη, μέγιστη, και μέση θερμοκρασία κάθε ημέρας. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της βαθμομέρας στην περιοχή του σταθμού.

1.3.2 Θερμοκρασία Βάσης

Η θερμοκρασία βάσης αποτελεί παράγοντα κεντρικής σημασίας για τον υπολογισμό της βαθμομέρας (CIBSE, 2006). Σύμφωνα με τον ορισμό του ASHRAE (2005), κάθε κτήριο το οποίο θερμαίνεται ή ψύχεται χάνει ή δέχεται θερμότητα από το περιβάλλον. Στην περίπτωση της θέρμανσης, θερμότητα χάνεται προς το περιβάλλον μέσω του κελύφους, ενώ στην περίπτωση της ψύξης θερμότητα μεταφέρεται μέσω του κελύφους εντός του κτιρίου. Η θερμοκρασία βάσης είναι η θερμοκρασία αυτή, που λαμβάνοντας υπόψη της αναφερθείσα μεταφορά θερμότητας, αλλά και την παραγωγή θερμότητας εντός των κτιρίων, κάτω από την οποία στην περίπτωση της ψύξης και πάνω από την οποία στην περίπτωση της θέρμανσης δεν απαιτείται η ενεργοποίηση του συστήματος ψύξης ή θέρμανσης αντίστοιχα. Στην ουσία το διάστημα μεταξύ θερμοκρασίας βάσης θέρμανσης και ψύξης περιγράφει μία ζώνη θερμοκρασιών στην οποία ο άνθρωπος μπορεί να ζήσει με άνεση. Αυτό περιγράφεται παραστατικά στην Εικόνα



Εικόνα 2: Παραστατική απεικόνιση βαθμομερών και θερμοκρασίας βάσης.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η θερμοκρασία βάσης μπορεί να εκτιμηθεί με χρήση των Εξισώσεων (1) και (2) . Οι εξισώσεις αυτές περιγράφουν την συσχέτιση της απαιτούμενης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη με τις απώλειες θερμότητας του κτιρίου, τον βαθμό απόδοσης των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης, την θερμοκρασία περιβάλλοντος και τέλος τη θερμοκρασία βάσης (Κατσαπράκης & Μονιάκης , 2015).

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

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

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
- η_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
- (θ) , είναι η ώρα της ημέρας σε hours

Στην πράξη οι Εξισώσεις (1) και (2) δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας βάσης, καθώς σύμφωνα με αυτές θα πρέπει να μεταβάλλεται και όχι να είναι σταθερή. Για τον λόγο αυτό, μία πιο πρακτική μέθοδος για τον υπολογισμό σταθερής θερμοκρασίας βάσης που βασίζεται στα τοπικά δεδομένα και τις ιδιότητες των κτηρίων περιγράφεται στην Εξίσωση (3) (Κατσαπράκης & Μονιάκης, 2015).

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

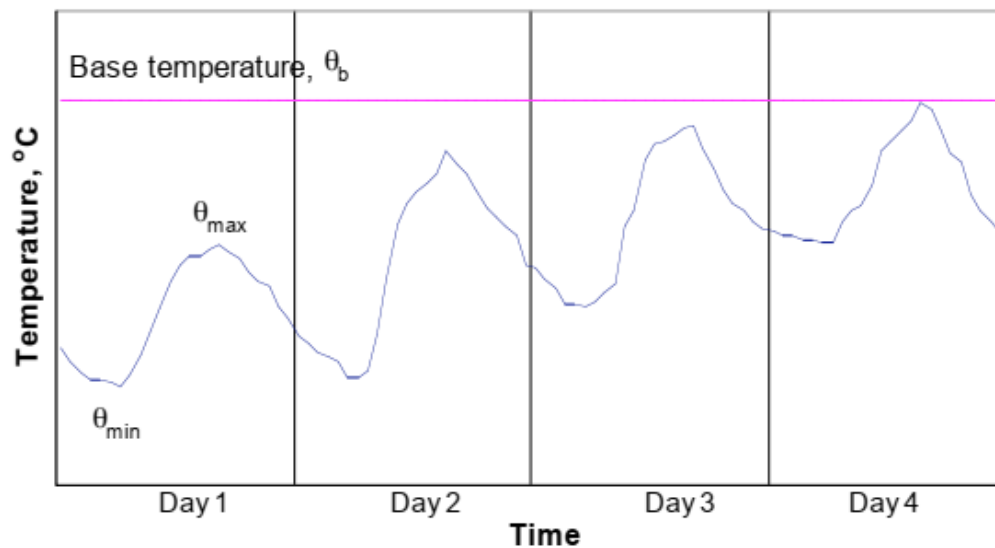
Όπου:

- $T_{thermostat}$, είναι η θερμοκρασία που ορίζεται ο θερμοστάτης σε $^{\circ}\text{C}$
- Q_{ihg} , είναι ο εσωτερικός ρυθμός παραγωγής θερμότητας λόγω χωρητικότητας εξοπλισμού ανά τετραγωνικό μέτρο σε W/m^2
- Q_{sol} , είναι τα θερμικά κέρδη από την ηλιακή ενέργεια σε W/m^2
- Q_{bldg} , είναι ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας στο κέλυφος του κτηρίου σε $\text{W}/^{\circ}\text{C m}^2$

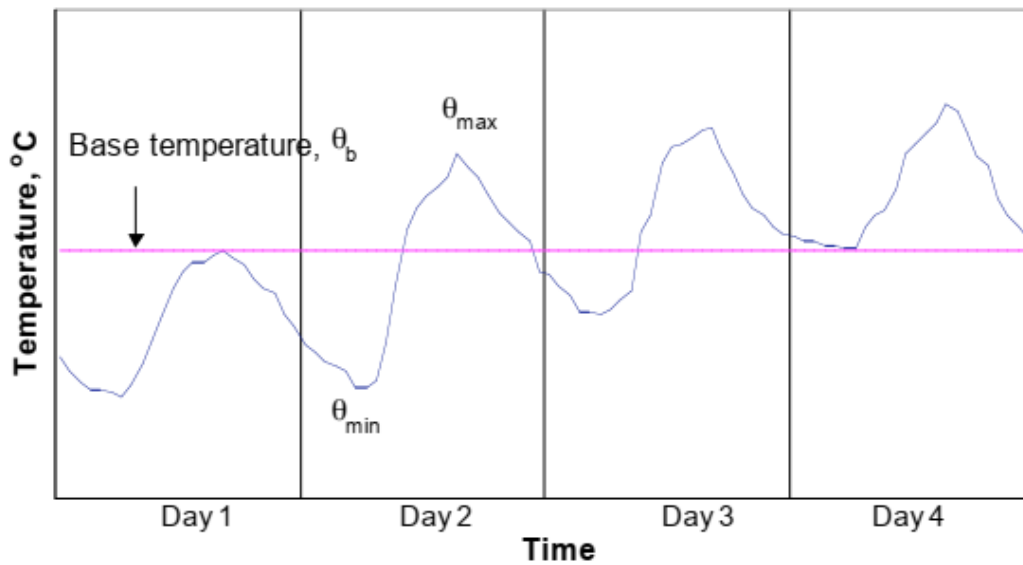
1.3.3 Μεθοδολογίες Υπολογισμού Βαθμομέρας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η βαθμομέρα θέρμανσης (Heat Degree Day – HDD) εκφράζει το άθροισμα ή την ολοκλήρωση των διαφορών της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας βάσης, όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μικρότερη της θερμοκρασίας βάσης θέρμανσης. Αντίστοιχα η βαθμομέρα ψύξης (Cooling Degree Day – CDD) εκφράζει το άθροισμα ή την ολοκλήρωση των διαφορών της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας βάσης, όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη της θερμοκρασίας βάσης ψύξης.

Στις εικόνες (3) και (4) παρουσιάζεται ένα διάστημα τεσσάρων ημερών στο οποίο στην πρώτη περίπτωση η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι συνεχώς κάτω από τη θερμοκρασία βάσης θέρμανσης. Στην περίπτωση αυτή ο υπολογισμός της βαθμομέρας θέρμανσης θα υπολογιστεί από όλες τις διαφορές. Αντίθετα με την πρώτη, στη δεύτερη περίπτωση η θερμοκρασία περιβάλλοντος αυξάνεται πάνω από τη θερμοκρασία βάσης. Στην περίπτωση αυτή οι διαφορές άνω της θερμοκρασίας βάσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη ως μηδενικές.



Εικόνα 3: Διάγραμμα Θερμοκρασίας Νο 1 (CIBSE, 2006)



Εικόνα 4: Διάγραμμα Θερμοκρασίας No 2 (CIBSE, 2006)

Για τον υπολογισμό των βαθμοημερών ψύξης και θέρμανσης υφίστανται ένας σημαντικός αριθμός μεθοδολογιών, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τη θερμοκρασία βάσης και τα μετεωρολογικά δεδομένα, και που θα αναλυθούν στα παρακάτω υποκεφάλαια.

1.3.4 Μεθοδολογία Υπολογισμού Βαθμοημερών

Η πλέον ακριβής μέθοδος για τον υπολογισμό των βαθμοημερών είναι αυτή της άθροισης και εξαγωγής του μέσου όρου των ημερήσιων βαθμοημερών (CIBSE, 2006). Η μέθοδος αυτή παρέχει σημαντική ακρίβεια καθώς λαμβάνει υπόψη τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας σε επίπεδο ώρα (ή και μικρότερο). Παρόλα αυτά απαιτεί την ύπαρξη ωριαίων δεδομένων, κάτι που δεν είναι πάντα δεδομένο, ενώ επιπρόσθετα είναι απαιτητική και υπολογιστικά. Επιπρόσθετα η αυξημένη ακρίβεια δεν είναι απαραίτητο ότι προσφέρει μια ακόμη χρήσιμη πληροφορία.

Ο υπολογισμός των βαθμοημερών θέρμανσης και ψύξης μέσω χρήσης βαθμοημερών επιτυγχάνεται με τη χρήση των Εξισώσεων (4) και (5) αντίστοιχα.

$$HDD = \frac{\sum_{j=1}^{24}(T_b - T_{o,j})}{24} \quad \forall T_b > T_{o,j} \quad (4)$$

$$CDD = \frac{\sum_{j=1}^{24}(T_b - T_{o,j})}{24} \quad \forall T_b > T_{o,j} \quad (5)$$

Όπου:

- T_b η θερμοκρασία βάσης
- $T_{o,j}$ η ωριαία θερμοκρασία για την ώρα j

1.3.5 Μεθοδολογία του «Metrological Office»

Η μέθοδος αυτή για τον υπολογισμό της βαθμομέρας έχει ως στόχο την εκτίμηση της τιμής της ολοκλήρωσης των διαφορών θερμοκρασίας βάσης και περιβάλλοντος για μία ημέρα, όπως αυτή περιγράφεται στην Εξίσωση (6).

$$Dd = \int_0^t (T_b - T_o) dt \quad (6)$$

Η προσέγγιση του ολοκληρώματος της Εξίσωσης (6) επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής των παρακάτω τεσσάρων περιπτώσεων, και της χρήσης των εξισώσεων που περιγράφονται στις Εικόνες 5 και 6 (CIBSE, 2006):

- 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

Case	Condition	Daily heating degree-days
1	$\theta_{\max} \leq \theta_b$	$\theta_b - \frac{1}{2}(\theta_{\max} + \theta_{\min})$
2	$\theta_{\min} < \theta_b$; and $(\theta_{\max} - \theta_b) < (\theta_b - \theta_{\min})$	$\frac{1}{2}(\theta_b - \theta_{\min}) - \frac{1}{4}(\theta_{\max} - \theta_b)$
3	$\theta_{\max} > \theta_b$; and $(\theta_{\max} - \theta_b) > (\theta_b - \theta_{\min})$	$\frac{1}{4}(\theta_b - \theta_{\min})$
4	$\theta_{\min} \geq \theta_b$	0

Εικόνα 5: Εξισώσεις υπολογισμού μεθοδολογία "Meteorological Office" για HDD (CIBSE, 2006).

Case	Condition	Daily cooling degree-days
1	$\theta_{\min} \geq \theta_b$	$\frac{1}{2}(\theta_{\max} + \theta_{\min}) - \theta_b$
2	$\theta_{\max} > \theta_b$; and $(\theta_{\max} - \theta_b) > (\theta_b - \theta_{\min})$	$\frac{1}{2}(\theta_{\max} - \theta_b) - \frac{1}{4}(\theta_b - \theta_{\min})$
3	$\theta_{\min} < \theta_b$; and $(\theta_{\max} - \theta_b) < (\theta_b - \theta_{\min})$	$\frac{1}{4}(\theta_{\max} - \theta_b)$
4	$\theta_{\max} \leq \theta_b$	0

Εικόνα 6: Εξισώσεις υπολογισμού μεθοδολογία "Meteorological Office" για CDD (CIBSE, 2006).

1.3.6 Μεθοδολογία Μέσης Ημερήσιας Θερμοκρασίας

Η μέθοδος της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της βαθμομέρας τη μέση ημερήσια θερμοκρασία που έχει καταγραφεί και υπολογίζει τη διαφορά της από τη θερμοκρασία βάσης. Η μέθοδος αυτή είναι ευρέως διαδεδομένη (ASHRAE, 2005) καθώς απαιτεί μόνο δεδομένα ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας ημέρας, ενώ παρέχει ικανοποιητική ακρίβεια για την πλειοψηφία των εφαρμογών. Η μέθοδος αυτή υπολογίζει τη μέση HDD και CDD μέσω των Εξισώσεων (7) και (8).

$$HDD = (T_b - T_m) \forall T_b > T_m \quad (7)$$

$$CDD = (T_m - T_b) \forall T_m > T_b \quad (8)$$

Όπου:

- T_b η θερμοκρασία βάσης
- T_m η μέση θερμοκρασία της ημέρας

1.3.6 Μεθοδολογία Hitchin

Η μέθοδος Hitchin αποτελεί μία από τις μεθόδους που επιχειρούν να υπολογίσουν τις βαθμοημέρες μέσω στατιστικής ανάλυσης θερμοκρασιακών διαφορών. Η μέθοδοι αυτοί βασίζονται σε μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες και τυπικές αποκλίσεις, με βασικό χαρακτηριστικό τους λόγο αυτής της εξάρτησης τους σε συγκεκριμένα δεδομένα, την δυνατότητα χρήσης τους μόνο στην περιοχή από την οποία προήλθαν τα δεδομένα (CIBSE, 2006). Ο Hitchin στη μέθοδό του χρησιμοποίησε δεδομένα από τη Μεγάλη Βρετανία και εκτίμησε ότι η μέση μηνιαία βαθμοημέρα μπορεί να υπολογισθεί μέσω της εξίσωσης (9).

$$D_m = \frac{N_m (T_b - T_{o,mean})}{1 - e^{-k(T_b - T_{o,mean})}} \quad (9)$$

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 $k = \frac{2.5}{\sigma_t}$, σ_t η τυπική απόκλιση των θερμοκρασιών σε μία συγκεκριμένη περιοχή.

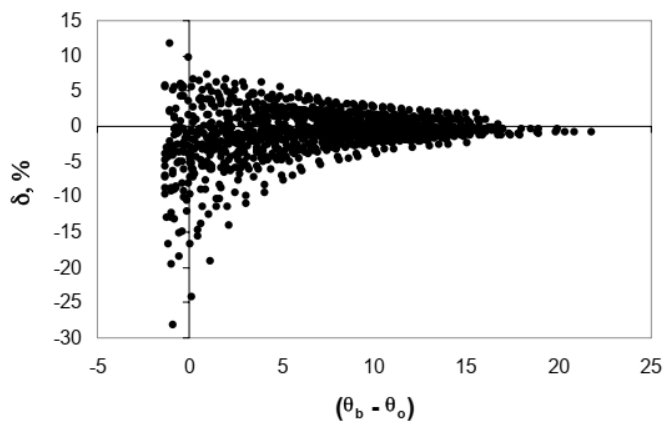
1.3.7 Σφάλμα Υπολογισμού Βαθμοημέρας

Όλες οι μέθοδοι που αναφέρθηκαν παραπάνω αποτελούν προσεγγίσεις τις βαθμοημέρας μέσω της χρήσης μεθοδολογιών που εκμεταλλεύονται υπάρχοντα μετεωρολογικά δεδομένα. Για τον λόγο αυτό οι εκτιμώμενες βαθμοημέρες απέχουν από την πραγματική βαθμοημέρα και για τον λόγο αυτό δημιουργείται ένα σφάλμα υπολογισμού της βαθμοημέρας. Το σφάλμα εκφράζεται

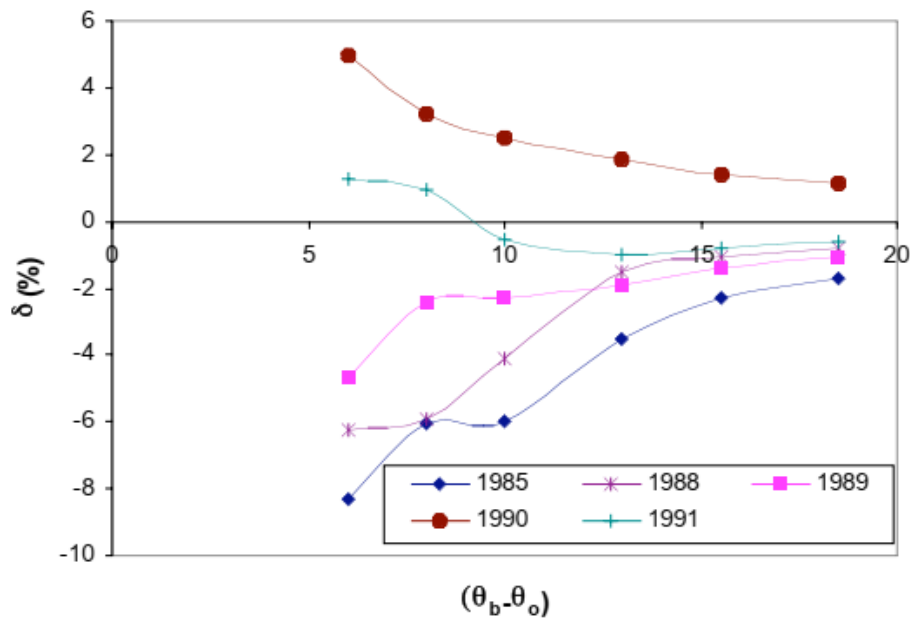
ως το ποσοστιαίο σφάλμα της πραγματικής τιμής της βαθμομέρας από την εκτιμώμενη, σύμφωνα με την Εξίσωση (10), όπου δ η βαθμομέρα.

$$\delta = \frac{D_{actual} - D_{approx}}{D_{actual}} * 100\% \quad (10)$$

Σύμφωνα με το CISBE (2006), το σφάλμα δ είναι μικρότερο για μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές (θερμοκρασίας περιβάλλοντος με βάση), ενώ αυξάνεται όσο η θερμοκρασία περιβάλλοντος πλησιάζει τη θερμοκρασία βάσης. Στις Εικόνες 7 και 8 παρουσιάζεται το σφάλμα για δύο περιπτώσεις. Παρατηρείται η χαρακτηριστική μείωση του σφάλματος με την αύξηση της διαφοράς θερμοκρασίας βάσης και περιβάλλοντος.



Εικόνα 7: Σφάλμα υπολογισμού βαθμομέρας (1) (CIBSE, 2006)



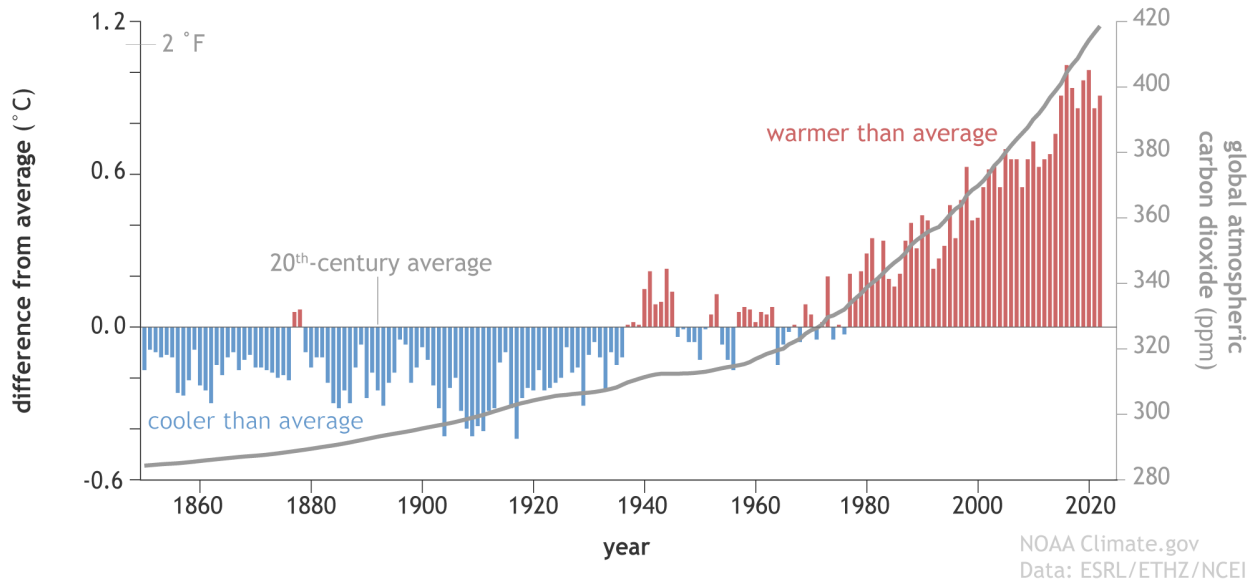
Εικόνα 8: Σφάλμα υπολογισμού βαθμομέρας (2) (CIBSE, 2006)

1.4 Εφαρμογές Μεθοδολογιών Υπολογισμού Βαθμομερών

Όπως αναφέρθηκε ήδη οι βαθμομέρες χρησιμοποιούνται σε ένα μεγάλο εύρος τεχνικών και μη εφαρμογών. Στο υποκεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν δύο από τις βασικές εφαρμογές του, αυτή της ανάλυσης του κλίματος και συγκεκριμένα την αύξηση των θερμοβαθμίδων ψύξης και μείωσης των θερμοβαθμίδων θέρμανσης ως συνέπεια της κλιματικής αλλαγής, και η εφαρμογή τους στην διαχείριση ενέργειας.

1.4.1 Εφαρμογή Βαθμομερών στην Ανάλυση Κλίματος

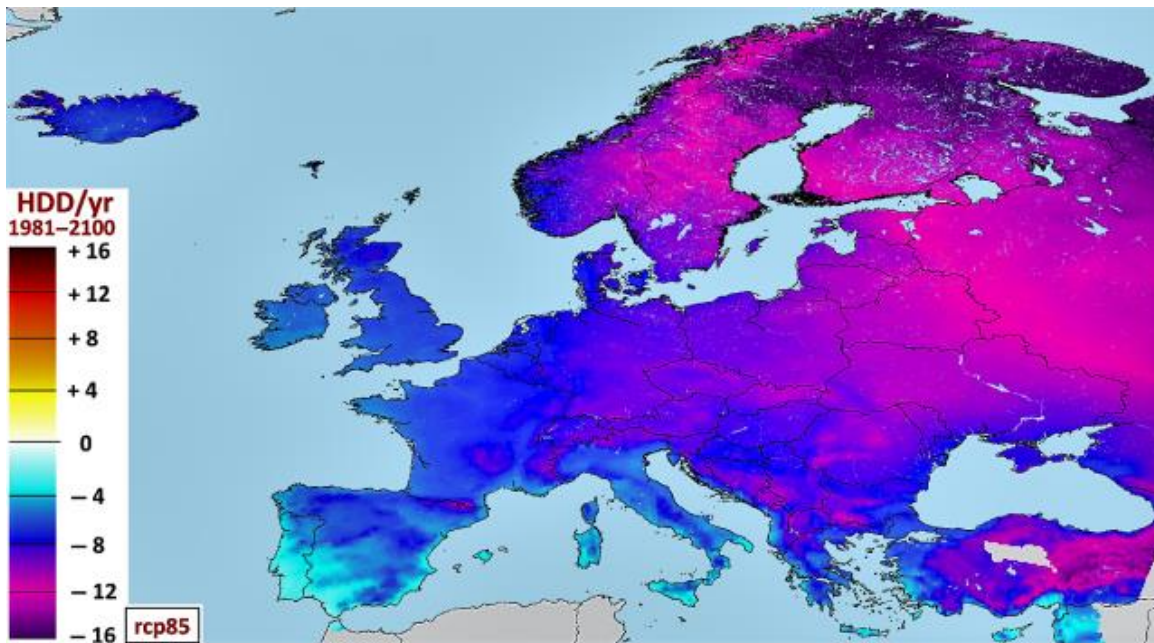
Η εκθετική αύξηση της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης μέχρι και σήμερα έχει οδηγήσει στη συσσώρευσή τους στην ατμόσφαιρα και τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αυτό σταδιακά οδηγεί στην σταδιακή αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη.



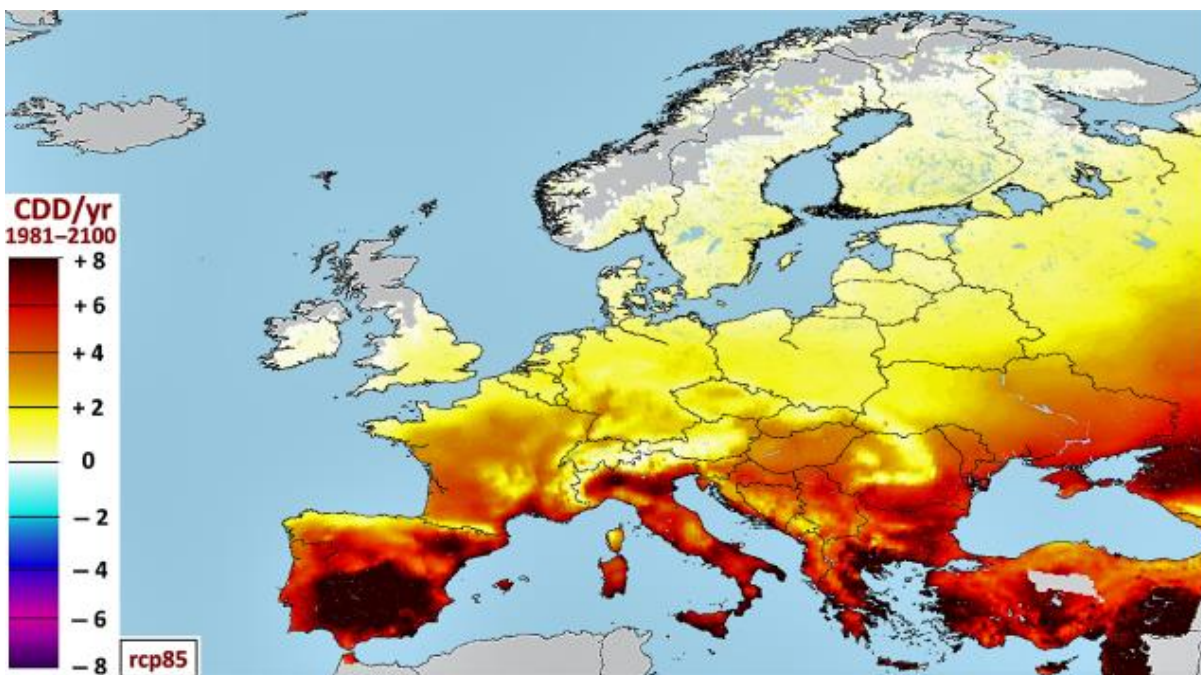
Εικόνα 9: Συσχέτιση αύξησης της παραγωγής CO2 και μέσης θερμοκρασίας .

Η αύξηση αυτή της μέσης θερμοκρασίας οδηγεί στην αύξηση της διαφοράς της θερμοκρασίας περιβάλλοντος σε σχέση με την θερμοκρασία βάσης ψύξης και σε αντίστοιχη μείωση της διαφοράς μεταξύ θερμοκρασίας περιβάλλοντος και θερμοκρασίας βάσης θέρμανσης. Συνολικά η σταδιακή παρατηρούμενη μείωση των βαθμομερών θέρμανσης και αύξηση των βαθμομερών ψύξης αποτελεί μία ισχυρή ένδειξη για την αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας.

Οι Spinoni et al (2018) μελέτησαν την μεταβολή αυτή χρησιμοποιώντας δεδομένα για την Ευρώπη και για το χρονικό διάστημα από το 1981 έως το 2010. Τα αποτελέσματα της έρευνάς του έδειξαν μία μείωση των βαθμομερών θέρμανσης , ειδικά στη Σκανδιναβία και τη Ρωσία και μία αύξηση της βαθμομέρας ψύξης στη Μεσόγειο. Αυτές οι τάσεις παρουσιάζονται στις Εικόνες 10 και 11. Στην Εικόνα 10 παρατηρείται η τάση μείωσης του HDD, με τον υψηλότερο ρυθμό ανά έτος να παρουσιάζεται στην Ανατολική Ευρώπη και Σκανδιναβία. Στην Εικόνα 11 παρατηρεί η τάση αύξησης της CDD, ιδιαίτερα στη Νότια Ευρώπη και Μεσόγειο

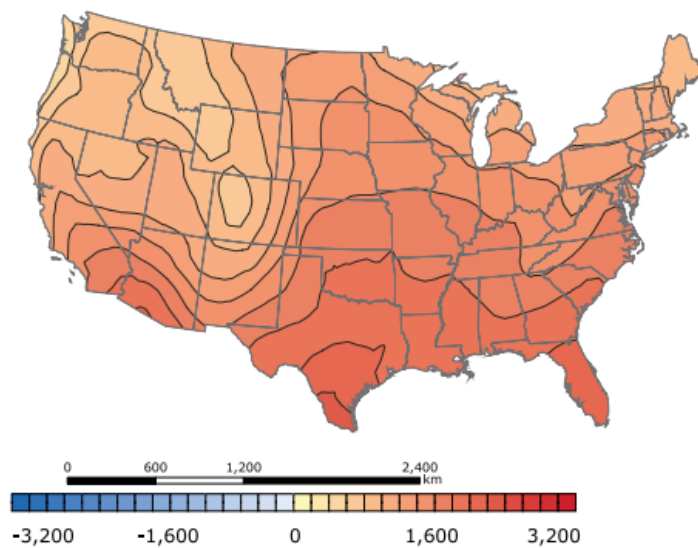


Εικόνα 10: Ρυθμός μεταβολής HDD 1981-2100 (Spinoni , et al., 2018)

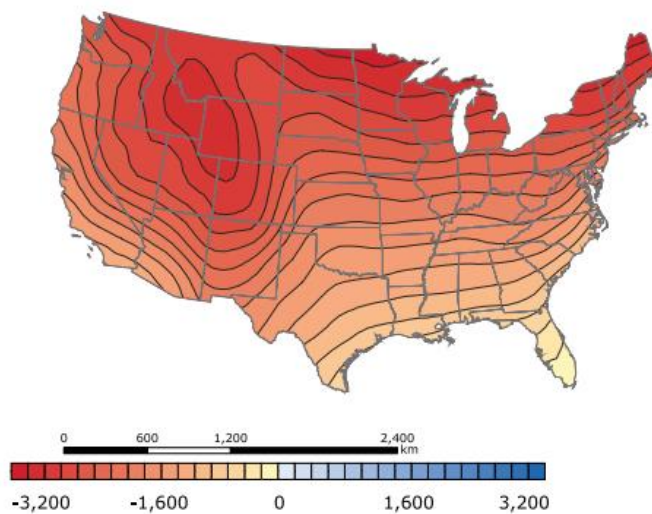


Εικόνα 11: Ρυθμός μεταβολής CDD 1981-2100 (Spinoni , et al., 2018)

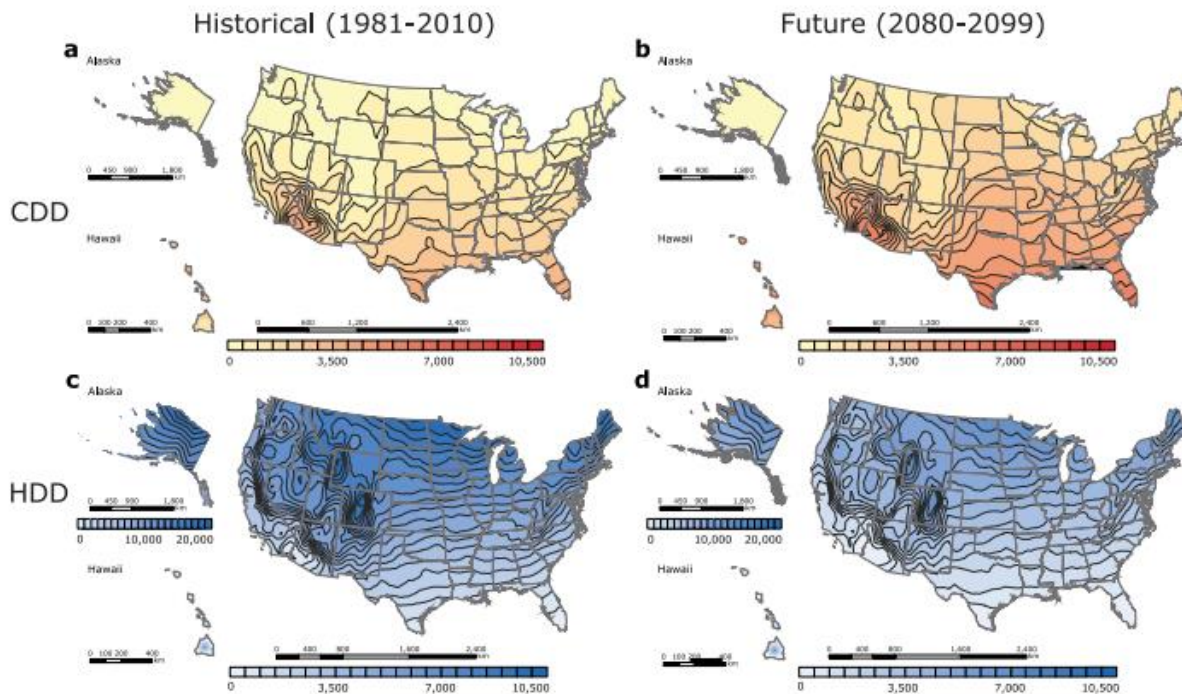
Όσον αφορά τις Ηνωμένες Πολιτείες, οι Petri and Caldeira (2015) χρησιμοποίησαν δεδομένα της NOAA και υπολόγισαν τον ρυθμό μεταβολής του HDD και του CDD από το 1981 έως το 2010 καθώς και εκτιμήσεις για την μεταβολή των HDD και CDD μέχρι το τέλος του αιώνα. Τα βασικά συμπεράσματα είναι παρόμοια με αυτά των Srinoni et al (2018), προβλέποντας αύξηση των αναγκών για ενέργεια ψύξης και μείωση αυτών για θέρμανση.



Εικόνα 12: Ρυθμός μεταβολής CDD 1981-2010 (Petri & Caldeira, 2015)



Εικόνα 13: Ρυθμός μεταβολής HDD 1981-2010 (Petri & Caldeira, 2015)



Εικόνα 14: Πρόβλεψη μεταβολής HDD και CDD (Petri & Caldeira, 2015)

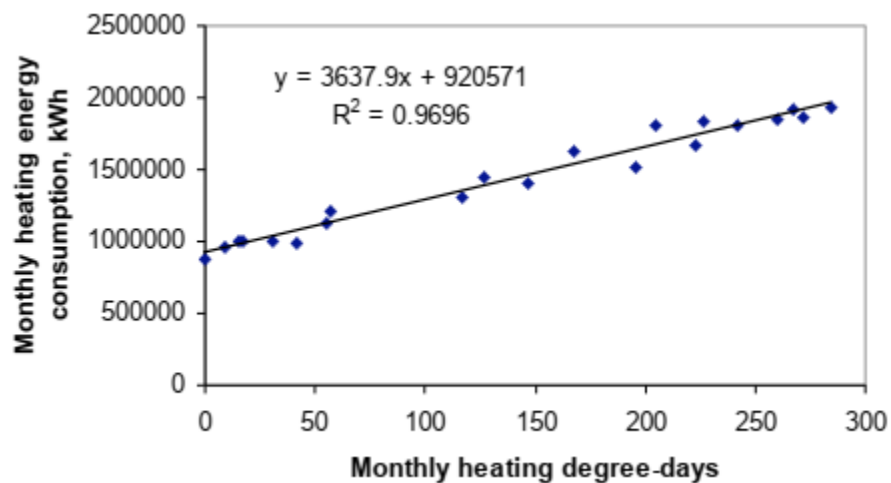
1.4.2 Εφαρμογή Βαθμομερών στη Διαχείριση Ενέργειας

Η εφαρμογή των βαθμομερών στη διαχείριση ενέργειας αποτελεί μία από τις πλέον διαδεδομένες χρήσεις της μεθοδολογίας αυτής. Οι βαθμομέρες συνδράμουν με στόχο η σύγκριση της κατανάλωσης ενέργειας να γίνεται με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα, εξετάζοντας την συσχέτιση κατανάλωσης ενέργειας και θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μία κανονικοποίηση των δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας και κατά συνέπεια η σύγκρισή του υπό ίσους όρους.

Μία από τις μεθόδους που χρησιμοποιεί την παραπάνω λογική είναι η κανονικοποίηση της ενεργειακής απόδοσης ως προς το περιβάλλον. Η μέθοδος αυτή κανονικοποιεί την κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με τις συνθήκες περιβάλλοντος και παράγει μία κανονικοποιημένη κατανάλωση που επιτρέπει συγκρίσεις μεταξύ διαφορετικών περιοχών. Η μέθοδος αυτή

επιτρέπει π.χ. την εκτίμηση των αναγκών ενεργειακής αναβάθμισης σπιτιών λαμβάνοντας υπόψη το τοπικό κλίμα και όχι μόνο την κατανάλωση ενέργειας.

Μία άλλη μέθοδος συσχέτισης της κατανάλωσης ενέργειας ενός σπιτιού ή ενός χώρου εργασίας σε συσχέτιση με τις κατά διαστήματα μετεωρολογικές συνθήκες. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει την εξαγωγή μίας γραμμής τάσης συσχέτισης της κατανάλωσης ενέργειας και των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης και να εξάγει συμπεράσματα σχετικά με τυχόν αποκλείσεις από τη γραμμή αυτή. Στην ουσία μία τιμή κατανάλωσης ενέργειας είναι αποδεκτή αν βρίσκεται κοντά στη γραμμή τάσης. Μία η οποία απομακρύνεται αποτελεί μία ισχυρή ένδειξη για μη ορθή χρήση ή βλάβη των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης, η μη αποτελεσματική μόνωση.



Εικόνα 15: Παράδειγμα συσχέτισης μηνιαίας κατανάλωσης ενέργεια και βαθμομερών (CIBSE, 2006).

Στην Ελλάδα όπως έχει ήδη αναφερθεί, με βάση την ανάλυση βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης, η χώρα έχει χωριστεί σε τέσσερις κλιματικές ζώνες (Α έως Δ). Με τον τρόπο αυτό το ΥΠΕΝ έχει ορίσει τους μέγιστους επιτρεπόμενους συντελεστές θερμοπερατότητας κτηρίων. Όπως παρουσιάζεται και στις Εικόνες 1 και 16, στις ζώνες με υψηλότερες βαθμομέρες θέρμανσης (Ζώνη Δ) ο συντελεστής είναι μικρότερος, άρα οι απαιτήσεις για μόνωση μεγαλύτερες. Η εφαρμογή αυτή αποτελεί μία σαφή απεικόνιση των πλεονεκτημάτων που προσδίδει η χρήση

της μεθοδολογίας των βαθμομερών σε εφαρμογές διαχείρισης ενέργεια και κανονικοποίησης ενεργειακών δεδομένων.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² K)]			
		Κλιματική Ζώνη			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _R	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _T	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _{FA}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί χώροι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U _{TU}	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U _{TB}	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _{FU}	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U _{FB}	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U _w	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U _{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Εικόνα 16: Συσχέτιση κλιματικών ζωνών και συντελεστή θερμοπερατότητας (ΥΠΕΝ, 2015).

1.5 Σκοπός Εργασίας

Όπως έχει γίνει κατανοητό με την μέχρι και τώρα ανάλυση της μεθοδολογίας των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης και των εφαρμογών τους, η χρήση τους απαιτεί την ύπαρξη εκτενών βάσεων δεδομένων υπολογισμού της HDD και CDD με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη χρονική αλλά και γεωγραφική ακρίβεια. Για τον λόγο αυτό, η παρούσα εργασία καλείται να παράγει μία βάση δεδομένων των βαθμομερών HDD και CDD χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά δεδομένα από έναν μεγάλο αριθμό σταθμών σε όλη την έκταση της Πελοποννήσου. Το αποτέλεσμα της εργασίας αυτής θα παρέχει σε μετέπειτα ερευνητές αλλά και μηχανικούς ένα σημαντικό εργαλείο για την αξιοποίηση των δυνατοτήτων της μεθοδολογίας αυτής, ενώ η σύγκριση του με τα δεδομένα του KENAK δύναται να παρέχει σημαντικά συμπεράσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Μεθοδολογία και Δεδομένα

2.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε καθώς και πίνακες δεδομένων για την:

- Συλλογή των μετεωρολογικών δεδομένων.
- Εξαγωγή των βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης.
- Υπολογισμό των μέσων μηνιαίων, ετησίων, και πολυετών τιμών των βαθμομερών ψύξης και θέρμανση.

2.2 Μετεωρολογικά δεδομένα

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 1, σκοπός της παρούσας εργασίας αποτελεί η παραγωγή μίας βάσης δεδομένων βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης για την γεωγραφική περιοχή της Πελοποννήσου. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού συλλέχθηκαν δεδομένα από το δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Τα δεδομένα αυτά είναι διαθέσιμα σε ιστοσελίδα του Αστεροσκοπείου (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2023). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα στοιχεία των σταθμών του δικτύου του οποίου χρησιμοποιήθηκαν καθώς και τα έτη, τα δεδομένα των οποίων χρησιμοποιήθηκαν. Ο συνολικός αριθμός των σταθμών ανέρχεται σε σαράντα (40) και χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα τουλάχιστον τεσσάρων ετών.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα των σταθμών είναι διαθέσιμα σε μορφή .txt για κάθε μήνα και περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την μέγιστη, ελάχιστη, και μέση θερμοκρασία κάθε ημέρας. Ενδεικτικά η μορφή των δεδομένων παρουσιάζεται για έναν σταθμό στην Εικόνα 17. Τα απαραίτητα δεδομένα για κάθε σταθμό (μέγιστη, ελάχιστη, και μέση θερμοκρασία ημέρας) εισάχθηκαν σε ένα αρχείο excel για περαιτέρω επεξεργασία.

Πίνακας 1: Στοιχεία Μετεωρολογικών Σταθμών

Α/Α	ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΤΗ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	Γ. ΠΛΑΤΟΣ	Γ. ΜΗΚΟΣ
1	Αλαγόνια	2019-2022	765	37.1067	22.2442
2	Αμαλιάδα	2019-2022	26	37.8025	21.3283
3	Αμόνι	2019-2022	55	37.8289	23.1406
4	Ανδρίτσαινα	2019-2022	731	37.5000	21.9000
5	Άνω Τρίκαλα	2019-2022	1077	38.0000	22.5000
6	Άργος	2019-2022	38	37.6000	22.7000
7	Βαρθολομιό	2019-2022	15	37.9000	21.2000
8	Βύτινα	2019-2022	1013	37.7000	22.2000
9	Γεράκι	2019-2022	330	36.9964	22.6978
10	Δερβένι	2019-2022	5	36.1000	22.4000
11	Δίδυμα	2019-2022	175	37.4667	23.1753
12	Ζαχάρο	2019-2022	5	37.5000	21.6000
13	Κάβος Μαλέα	2019-2022	161	36.4756	23.1014
14	Καλάβρυτα	2019-2022	781	38.0000	22.1000
15	Καλαμάτα	2019-2022	5	37.0000	22.1000
16	Καρδαμύλη	2019-2022	2	38.5408	26.1150
17	Κάτω Βλασία	2019-2022	773	38.0097	21.9261
18	Κιάτο	2018-2022	15	38.0000	22.7000
19	Κοπανάκι	2018-2022	184	37.2892	21.8172
20	Κρανίδι	2018-2022	110	37.6000	23.3000
21	Κυπαρισσία	2019-2022	36	37.2000	21.7000
22	Λαγκάδια	2018-2022	970	37.7000	22.0000
23	Λαππά	2018-2022	15	38.2000	21.7000
24	Λουτράκι	2018-2022	24	38.0000	23.0000
25	Μεγαλόπολη	2018-2022	432	37.4000	22.1400
26	Μολάοι	2018-2022	129	36.8019	22.8461
27	Μονεμβασιά	2018-2022	4	36.7000	23.0000
28	Νεμέα	2018-2022	290	37.8000	22.7000
29	Παναχαϊκό	2018-2022	1588	38.3000	21.9000
30	Πανεπιστήμιο Π.	2018-2022	74	38.2897	21.7892
31	Πηνειά	2018-2022	184	37.8000	21.6000
32	Πύλος	2018-2022	16	36.9000	21.7000
33	Πύργος	2018-2022	22	37.7000	21.4000
34	Σπάρτη	2018-2022	204	37.1000	22.4000
35	Στεμνίτσα	2018-2022	1094	37.6000	22.1000
36	Τακτικούπολη	2018-2022	15	37.3000	23.2000
37	Τρίπολη	2018-2022	646	37.5094	22.4178
38	Φιλιατρά	2018-2022	65	37.1500	21.5833
39	Ωλένη	2018-2022	61	37.7000	21.5000
40	Ωλενία	2018-2022	34	38.1000	21.8000

MONTHLY CLIMATOLOGICAL SUMMARY for APR. 2021

NAME: Argos

ELEV: 38 m

LAT: 37deg 36min

LONG: 22deg 42min

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

DAY	MEAN		HIGH		LOW		MAX	MIN	RAIN	AVG		DOM DIR
	TEMP	HIGH	TIME	LOW	TIME	RH	RH	WIND SPEED		HIGH	TIME	
01	11.4	15.9	13:00	7.1	23:50	88	46	0.0	3.6	30.6	00:20	N
02	12.1	20.1	15:50	2.4	07:20	92	35	0.2	2.4	19.3	14:30	S
03	15.8	22.9	12:20	8.1	07:30	81	36	0.0	3.0	25.7	14:20	SSW
04	18.0	24.7	19:10	10.9	05:40	83	29	0.0	3.7	51.5	19:10	SSE
05	17.5	22.0	00:00	14.5	23:20	89	44	0.2	5.2	25.7	14:00	S
06	17.0	23.3	17:20	13.0	07:50	90	39	0.0	4.1	32.2	17:20	SW
07	17.0	24.3	15:20	8.7	05:40	70	28	0.0	4.8	38.6	14:40	WSW
08	14.7	19.9	15:20	9.0	23:50	72	26	0.0	7.2	48.3	17:10	NW
09	10.8	16.2	16:40	3.8	07:30	77	21	0.0	6.9	32.2	12:30	WNW
10	10.2	18.0	14:50	2.1	05:50	67	19	0.0	3.6	25.7	16:20	SSE
11	11.6	18.4	13:00	3.9	05:50	83	37	0.0	3.2	25.7	15:50	SSE
12	13.0	19.7	12:40	5.9	07:40	87	40	0.0	3.1	25.7	16:30	S
13	14.2	20.9	15:30	8.3	06:50	86	42	0.0	1.6	14.5	14:20	S
14	15.5	22.4	18:40	6.8	07:00	79	26	0.0	3.1	29.0	15:10	S
15	14.9	21.4	12:40	8.3	06:40	86	30	0.0	4.6	24.1	13:50	SSE
16	15.1	19.8	12:50	10.3	06:30	85	56	0.0	3.5	25.7	13:50	SSE
17	17.0	22.3	13:40	13.7	05:20	86	48	0.0	3.3	22.5	14:20	S
18	15.9	19.3	11:50	13.3	08:10	91	70	0.0	1.7	16.1	14:50	S
19	16.4	23.3	13:50	9.3	06:50	93	27	0.2	4.8	37.0	16:10	SW
20	16.4	22.8	14:50	9.3	07:00	71	25	0.0	5.1	40.2	14:20	E
21	14.3	21.8	13:30	6.9	05:10	82	29	0.0	3.9	29.0	14:30	SSE
22	14.8	21.7	11:50	7.6	07:40	87	37	0.0	3.2	22.5	13:20	S
23	16.5	22.7	12:30	10.0	07:00	88	40	0.0	2.7	22.5	14:20	S
24	14.5	16.3	01:00	12.2	04:40	93	59	14.0	7.1	25.7	18:40	NW
25	15.9	19.8	15:50	13.5	06:00	82	50	0.0	8.3	37.0	10:10	NW
26	15.3	23.6	12:50	7.7	07:00	89	35	0.0	3.4	24.1	13:30	SSE
27	16.0	21.3	14:20	11.3	03:30	91	55	0.0	2.9	20.9	15:10	SSE
28	19.2	26.4	22:50	11.1	06:50	89	30	0.0	3.3	27.4	11:50	S
29	20.3	26.6	11:10	13.8	07:00	79	36	0.0	2.3	17.7	14:40	S
30	20.4	26.2	12:30	14.1	05:20	84	44	0.0	2.4	17.7	16:50	S
	15.4	26.6	29	2.1	10	84.0	38.0	14.6	3.9	51.5	4	S

Εικόνα 17: Δεδομένα σταθμού Άργους για τον μήνα Απρ του 2021

2.3 Μεθοδολογία Υπολογισμών

Μετά την μεταφορά των μετεωρολογικών δεδομένων σε αρχείο excel ακολούθησε η επεξεργασία τους για την εξαγωγή των απαιτούμενων τιμών. Τα βήματα τα οποία ακολουθήθηκαν και τα οποία αναλύονται στην συνέχεια είναι τα παρακάτω:

- Υπολογισμός ημερήσιας βαθμομέρας και βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης για κάθε ημέρα.
- Υπολογισμός μέσων μηνιαίων βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης.
- Υπολογισμός μέσων ετησίων βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης.
- Υπολογισμός μέσων βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης για το σύνολο των ετών.

Ο υπολογισμός των βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης έγινε για τιμές βάσης 15 και 18 °C για τη βαθμομέρα θέρμανσης και 28 και 30 °C για τη βαθμομέρα ψύξης.

2.3.1 Υπολογισμός ημερήσιας βαθμομέρας και βαθμοωρών

Για τον υπολογισμό της βαθμομέρας, λαμβάνοντας υπόψη ότι δεν υπήρχαν διαθέσιμα δεδομένα θερμοκρασίας για κάθε ώρα παρά μόνο ημερήσια, έγινε με χρήση της μεθοδολογίας της Μέσης Ημερήσιας Θερμοκρασίας, όπως αυτή αναλύθηκε στο κεφάλαιο 1. Η μεθοδολογία αυτή απαιτεί για τον υπολογισμό της βαθμομέρας μόνο τη μέση ημερήσια θερμοκρασία και τη θερμοκρασία βάσης. Για λόγους πληρότητας επαναλαμβάνονται οι Εξισώσεις υπολογισμού της HDD και CDD (7) και (8).

$$HDD = (T_b - T_m) \forall T_b > T_m \quad (7)$$

$$CDD = (T_m - T_b) \forall T_m > T_b \quad (8)$$

Όπου:

- T_b η θερμοκρασία βάσης
- T_m η μέση θερμοκρασία της ημέρας

Η υλοποίηση των εξισώσεων (7) και (8) στο αρχείο excel έγινε εφαρμόζοντας τους για κάθε ημέρα και με την χρήση των δύο θερμοκρασιών βάσης για κάθε περίπτωση. Στην περίπτωση που δεν τηρείται η συνθήκη $T_b > T_m$ και $T_m > T_b$ για της HDD και CDD αντίστοιχα, το αποτέλεσμα είναι αρνητικό. Για την απόρριψη των αποτελεσμάτων αυτών υλοποιήθηκε συνάρτηση, η οποία μηδένιζε κάθε τιμή μικρότερη του μηδενός, με στόχο την μη εισαγωγή εσφαλμένων δεδομένων.

Κατόπιν του υπολογισμού της μέσης βαθμοημέρας έγινε υπολογισμός των ημερήσιων βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης έγινε χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις (11) και (12) για κάθε θερμοκρασία βάσης. Για κάθε ημέρα η μέση βαθμοημέρα πολλαπλασιάζεται με το σύνολο των ωρών της ημέρας και έτσι υπολογίζεται το σύνολο των ημερήσιων βαθμοωρών. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζεται ενδεικτικά μέρος φύλου του αρχείου excel με τους παρακάτω υπολογισμούς.

$$\text{Daily HDH} = \text{HDD} \times 24 \quad (11)$$

$$\text{Daily CDH} = \text{CDD} \times 24 \quad (12)$$

Πίνακας 2: Υπολογισμός μέσης βαθμομέρας και ημερήσιων βαθμοωρών για τον μήνα Ιανουάριο 2019 για τον σταθμό Άργους

DAY	YEAR	MONTH	MEAN TEMP	HIGH	LOW	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)
1/1/2019	2019	1	7.6	9.4	5.8	7.4	10.4	0	0	177.6	249.6	0	0
1/2/2019	2019	1	8.5	11.7	5.7	6.5	9.5	0	0	156	228	0	0
1/3/2019	2019	1	6.3	9.3	3.8	8.7	11.7	0	0	208.8	280.8	0	0
1/4/2019	2019	1	4.9	9.7	0.6	10.1	13.1	0	0	242.4	314.4	0	0
1/5/2019	2019	1	3.6	8.8	-0.6	11.4	14.4	0	0	273.6	345.6	0	0
1/6/2019	2019	1	4.1	10.6	-2.3	10.9	13.9	0	0	261.6	333.6	0	0
1/7/2019	2019	1	5.1	8.8	2.8	9.9	12.9	0	0	237.6	309.6	0	0
1/8/2019	2019	1	3.5	7.8	-0.7	11.5	14.5	0	0	276	348	0	0
1/9/2019	2019	1	4.1	8.8	-1.9	10.9	13.9	0	0	261.6	333.6	0	0
1/10/2019	2019	1	11.4	16.3	8.5	3.6	6.6	0	0	86.4	158.4	0	0
1/11/2019	2019	1	10.3	13.7	8.2	4.7	7.7	0	0	112.8	184.8	0	0
1/12/2019	2019	1	6.8	8.9	4.6	8.2	11.2	0	0	196.8	268.8	0	0
1/13/2019	2019	1	8.7	12.8	6.2	6.3	9.3	0	0	151.2	223.2	0	0
1/14/2019	2019	1	8.7	12.7	4.1	6.3	9.3	0	0	151.2	223.2	0	0
1/15/2019	2019	1	7.9	11.6	4.8	7.1	10.1	0	0	170.4	242.4	0	0
1/16/2019	2019	1	5.8	12.5	-1.6	9.2	12.2	0	0	220.8	292.8	0	0
1/17/2019	2019	1	6.6	14.2	0.9	8.4	11.4	0	0	201.6	273.6	0	0
1/18/2019	2019	1	8.6	16.0	2.4	6.4	9.4	0	0	153.6	225.6	0	0
1/19/2019	2019	1	8.5	12.8	3.3	6.5	9.5	0	0	156	228	0	0
1/20/2019	2019	1	9.6	14.4	6.8	5.4	8.4	0	0	129.6	201.6	0	0
1/21/2019	2019	1	10.9	16.5	6.6	4.1	7.1	0	0	98.4	170.4	0	0
1/22/2019	2019	1	10.4	13.8	7.7	4.6	7.6	0	0	110.4	182.4	0	0
1/23/2019	2019	1	10.9	14.1	8.1	4.1	7.1	0	0	98.4	170.4	0	0
1/24/2019	2019	1	9.8	15.0	5.2	5.2	8.2	0	0	124.8	196.8	0	0
1/25/2019	2019	1	9.3	12.2	7.9	5.7	8.7	0	0	136.8	208.8	0	0
1/26/2019	2019	1	9.9	14.8	5.4	5.1	8.1	0	0	122.4	194.4	0	0
1/27/2019	2019	1	9.3	15.7	4.7	5.7	8.7	0	0	136.8	208.8	0	0
1/28/2019	2019	1	10.0	15.2	4.3	5	8	0	0	120	192	0	0
1/29/2019	2019	1	12.3	17.1	9.4	2.7	5.7	0	0	64.8	136.8	0	0
1/30/2019	2019	1	11.3	16.9	7.9	3.7	6.7	0	0	88.8	160.8	0	0
1/31/2019	2019	1	10.9	15.2	7.9	4.1	7.1	0	0	98.4	170.4	0	0

2.3.2 Υπολογισμός μέσων μηνιαίων βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης

Για τον υπολογισμό των μέσων μηνιαίων βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης υπολογίσθηκε ο μέσος όρος των ημερήσιων βαθμοωρών και πολλαπλασιάστηκε με τον αριθμό των ημερών κάθε μήνα, σύμφωνα με τις Εξισώσεις (13) και (14). Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται ενδεικτικά μέρος φύλλου του αρχείου excel με τους από κάτω υπολογισμούς.

$$\text{Monthly HDH} = [M.O (\text{Daily HDH})] * \text{DAYS OF MONTH} \quad (13)$$

$$\text{Monthly CDH} = [M.O (\text{Daily CDH})] * \text{DAYS OF MONTH} \quad (14)$$

Πίνακας 3: Υπολογισμός μέσων μηνιαίων βαθμοωρών ψύξης για το έτος 2019 για τον σταθμό Άργους

Month	Monthly HDH (15°C)	Monthly HDH (18°C)	Monthly CDH (28°C)	Monthly CDH(30°C)
1	5025.6	7257.6	0	0
2	3439.2	5455.2	0	0
3	1596	3784.8	0	0
4	580.8	2304	0	0
5	0	386.4	0	0
6	0	0	256.8	0
7	0	0	405.6	14.4
8	0	0	1036.8	280.8
9	0	0	0	0
10	0	12	0	0
11	103.2	1164	0	0
12	2474.4	4641.6	0	0

2.3.3 Υπολογισμός μέσων ετησίων βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης.

Για τον υπολογισμό των μέσων ετησίων βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης αθροίστηκαν για κάθε έτος οι τιμές των μέσων μηνιαίων βαθμοωρών, σύμφωνα με τις Εξισώσεις (15) και (16). Για τον υπολογισμό των μέσων ετησίων βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης για το σύνολο των ετών,

υπολογίσθηκε ο μέσος όρος των μέσων ετησίων βαθμοωρών για τα έτη αυτά. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται ενδεικτικά μέρος φύλλου του αρχείου excel με τους υπόψη υπολογισμούς.

$$Annual\ HDH = \sum Monthly\ HDH \quad (15)$$

$$Annual\ CDH = \sum Monthly\ CDH \quad (16)$$

Πίνακας 4: Υπολογισμός μέσων ετησίων βαθμοωρών για τον σταθμό Άργους

Year	Annual HDH (15°C)	Annual HDH (18°C)	Annual CDH (28°C)	Annual CDH(30°C)
2019	13219.2	25005.6	1699.2	295.2
2020	11349.6	23323.2	1147.2	189.6
2021	11834.4	23505.6	2630.4	828
2022	15002.4	26167.2	1766.4	232.8

2.4 Επεξεργασμένα Δεδομένα

Μέσω της διαδικασίας επεξεργασίας των δεδομένων, όπως αυτή περιεγράφηκε παραπάνω, έγινε εξαγωγή σημαντικού αριθμού δεδομένων. Στον Πίνακα 5 και 6 παρουσιάζονται οι μέσες ετήσιες βαθμώρες και βαθμοημέρες αντίστοιχα για όλους του σταθμούς και για το σύνολο των εξεταζόμενων ετών. Αυτές θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των χωρικών κατανομών για βαθμώρες ψύξης και θέρμανσης, όπως αυτές θα παρουσιασθούν στο επόμενο κεφάλαιο. Επιπρόσθετα των δεδομένων του Πίνακα 5 και 6, στο Παραρτήματα «Α» παρουσιάζονται σε αντίστοιχους πίνακες οι μέσοι όροι των μέσων μηνιαίων βαθμοωρών ανά σταθμό, οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

Πίνακας 5: Μέσες ετήσιες βαθμώρες ψύξης και θέρμανσης για το σύνολο των σταθμών.

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΤΗ	HDH (15°C)	HDH (18°C)	CDH (28°C)	CDH(30°C)
1	Αλαγόνα	2019-2022	27039	42487	214	43
2	Αμαλιάδα	2019-2022	12087	23892	422	44
3	Αμόνι	2019-2022	8673	19079	3181	925
4	Ανδρίτσαινα	2019-2022	26664	42110	261	60
5	Άνω Τρίκαλα	2019-2022	40867	58249	80	11
6	Άργος	2019-2022	12851	24500	1811	386
7	Βαρθολομιό	2019-2022	11285	20919	199	13
8	Βύτινα	2019-2022	43418	62019	0	0
9	Γεράκι	2019-2022	13645	25798	1363	408
10	Δερβένι	2019-2022	9719	20803	1854	342
11	Δίδυμα	2019-2022	15766	28223	1659	395
12	Ζαχάρο	2019-2022	10882	22501	113	6
13	Κάβος Μαλέα	2019-2022	5846	15664	1427	386
14	Καλάβρυτα	2019-2022	36607	53640	31	0
15	Καλαμάτα	2019-2022	6074	15746	1211	231
16	Καρδαμύλη	2019-2022	7342	17906	107	20
17	Κάτω Βλασία	2019-2022	35754	53098	19	0
18	Κιάτο	2018-2022	11261	22672	1125	166
19	Κοπανάκι	2018-2022	15985	28500	166	26
20	Κρανίδι	2018-2022	9476	20078	1800	403
21	Κυπαρισσία	2019-2022	9032	19982	207	16
22	Λαγκάδια	2018-2022	32137	48316	116	19
23	Λαππά	2018-2022	12088	23723	664	93
24	Λουτράκι	2018-2022	9446	19786	2619	564
25	Μεγαλόπολη	2018-2022	21418	35747	108	13
26	Μολάοι	2018-2022	8825	19496	1960	483
27	Μονεμβασιά	2018-2022	5525	14604	1542	282
28	Νεμέα	2018-2022	23328	37824	250	49
29	Παναχαικό	2018-2022	62034	83742	0	0
30	Πανεπιστήμιο Π.	2018-2022	13081	24888	1055	259
31	Πηνειά	2018-2022	15218	27876	382	79
32	Πύλος	2018-2022	5899	15653	306	44
33	Πύργος	2018-2022	8708	19050	1012	182
34	Σπάρτη	2018-2022	16951	29748	844	177
35	Στεμνίτσα	2018-2022	35356	52570	43	5
36	Τακτικούπολη	2018-2022	14022	26025	849	115
37	Τρίπολη	2018-2022	32952	49567	54	25
38	Φιλιατρά	2018-2022	8640	19440	202	34
39	Ωλένη	2018-2022	17293	30216	178	30
40	Ωλενία	2018-2022	14498	26949	324	47

Πίνακας 6: Μέσες ετήσιες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για το σύνολο των σταθμών.

A/A	ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΤΗ	HDH (15°C)	HDH (18°C)	CDH (28°C)	CDH(30°C)
1	Αλαγόνα	2019-2022	901.30	1416.24	7.12	1.44
2	Αμαλιάδα	2019-2022	402.90	796.40	14.08	1.48
3	Αμόνι	2019-2022	289.11	635.98	106.03	30.84
4	Ανδρίτσαινα	2019-2022	888.79	1403.65	8.70	2.00
5	Άνω Τρίκαλα	2019-2022	1362.24	1941.62	2.68	0.36
6	Άργος	2019-2022	429.03	927.34	271.34	28.47
7	Βαρθολομιό	2019-2022	376.16	697.31	6.64	0.44
8	Βύτινα	2019-2022	1447.28	2067.32	0.00	0.00
9	Γεράκι	2019-2022	454.82	859.94	45.44	13.60
10	Δερβένι	2019-2022	323.98	693.44	61.80	11.40
11	Δίδυμα	2019-2022	525.52	940.77	55.31	13.16
12	Ζαχάρο	2019-2022	362.72	750.05	3.78	0.20
13	Κάβος Μαλέα	2019-2022	194.86	522.12	47.56	12.88
14	Καλάβρυτα	2019-2022	1220.22	1788.01	1.02	0.00
15	Καλαμάτα	2019-2022	202.48	524.88	40.38	7.70
16	Καρδαμύλη	2019-2022	244.74	596.86	3.58	0.66
17	Κάτω Βλασία	2019-2022	1191.81	1769.93	0.62	0.00
18	Κιάτο	2018-2022	375.38	755.74	37.50	5.54
19	Κοπανάκι	2018-2022	532.84	950.00	5.54	0.86
20	Κρανίδι	2018-2022	315.86	669.26	60.02	13.42
21	Κυπαρισσία	2019-2022	301.06	666.05	6.90	0.54
22	Λαγκάδια	2018-2022	1071.24	1610.53	3.86	0.64
23	Λαππά	2018-2022	402.93	790.77	22.12	3.11
24	Λουτράκι	2018-2022	314.86	659.54	87.31	18.80
25	Μεγαλόπολη	2018-2022	713.92	1191.55	3.60	0.45
26	Μολάοι	2018-2022	294.16	649.86	65.33	16.11
27	Μονεμβασιά	2018-2022	184.16	486.78	51.39	9.41
28	Νεμέα	2018-2022	777.60	1260.80	8.34	1.65
29	Παναχαϊκό	2018-2022	2067.81	2791.39	0.00	0.00
30	Πανεπιστήμιο Π.	2018-2022	436.03	829.62	35.18	8.64
31	Πηνεία	2018-2022	507.28	929.20	12.72	2.65
32	Πύλος	2018-2022	196.64	521.76	10.19	1.47
33	Πύργος	2018-2022	290.27	634.99	33.73	6.06
34	Σπάρτη	2018-2022	565.04	991.58	28.12	5.91
35	Στεμνίτσα	2018-2022	1178.53	1752.35	1.44	0.18
36	Τακτικούπολη	2018-2022	467.39	867.51	28.30	3.82
37	Τρίπολη	2018-2022	1098.42	1652.22	1.81	0.84
38	Φιλιατρά	2018-2022	288.00	648.02	6.72	1.14
39	Ωλένη	2018-2022	576.44	1007.20	5.92	1.01
40	Ωλενία	2018-2022	483.26	898.32	10.79	1.55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Διαγράμματα Υπολογισμών

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιασθεί η ανάλυση κατανομής γεωγραφικών ζωνών βάση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) όπου θα περιγράφει την μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των χωρικών κατανομών για βαθμώρες ψύξης και θέρμανσης, με βάση τα δεδομένα του Πίνακα 5. Επιπρόσθετα θα παρουσιασθούν τα υπόψιν χωρικά διαγράμματα καθώς και διαγράμματα συσχέτισης των μέσων Βαθμωρών με το υψόμετρο.

3.2 Διαχωρισμός Ζωνών Βάσει ΚΕΝΑΚ

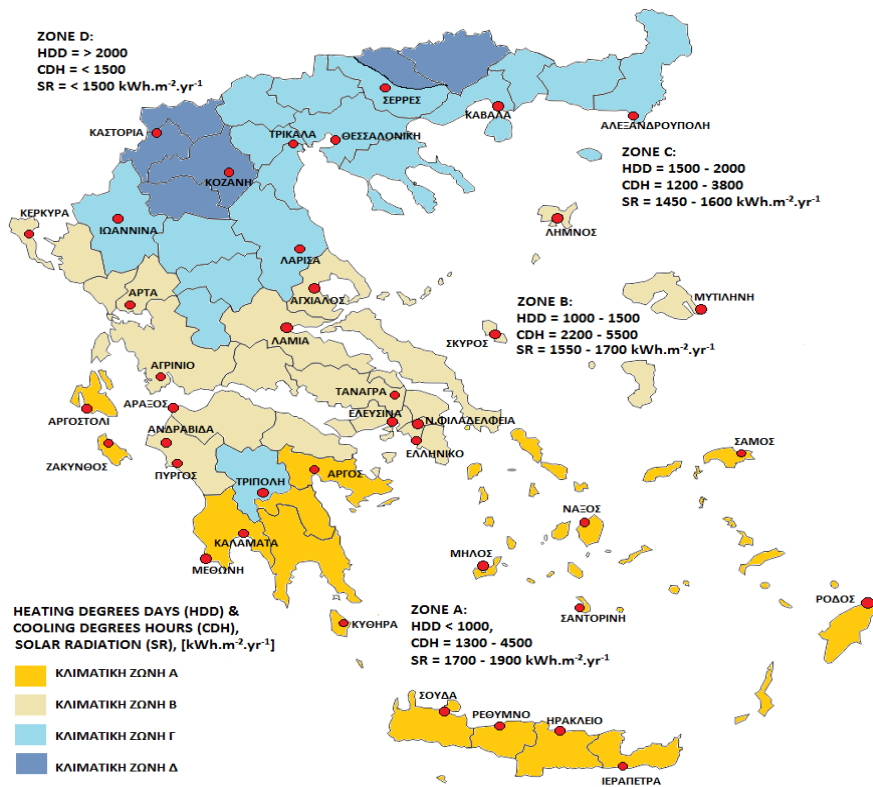
Το Τεχνικό Επιμελητήριο της Ελλάδας (ΤΕΕ) έχει εκδώσει την Τεχνική Οδηγία 20701-3/2010, καθορίζοντας ότι τα κλιματολογικά δεδομένα που συλλέγονται από το Εθνικό Αστεροσκοπείο της Αθήνας αποτελούν το σημείο αναφοράς για τον σχεδιασμό συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Αυτά τα δεδομένα, επεξεργαζόμενα με διάφορα εργαλεία και εμπειρικά και θεωρητικά μοντέλα, μετατράπηκαν σε μηνιαίες μέσες τιμές. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκαν ως βάση για τον υπολογισμό των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων στην Ελλάδα, σύμφωνα με το ΚΕΝΑΚ (ΥΠΕΝ, 2015).

Όπως έχει αναφερθεί και στο Κεφάλαιο 1, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ η χώρα χωρίζεται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης, σύμφωνα με τα κριτήρια του Πίνακα 7. Παρατηρούμε ότι μόνο τα κριτήρια βαθμομερών θέρμανσης δεν επικαλύπτονται και μπορούν να οδηγήσουν σε σαφή διαχωρισμό των ζωνών. Επιπρόσθετα, οι περιοχές στις οποίες το υψόμετρο ξεπερνά τα 500 μέτρα, εντάσσονται στην ανώτερη (πιο ψυχρή) ζώνη από αυτή που ανήκουν, με προφανή εξαίρεση τη ζώνη Δ, η οποία είναι η πλέον ψυχρή. Για παράδειγμα, ενώ ο νομός Σερρών ανήκει στη Ζώνη Γ, η βορειοανατολική του πλευρά, στην οποία το υψόμετρο ξεπερνά τα 500 μέτρα, κατηγοριοποιείται στη Ζώνη Δ.

Πίνακας 7: Κριτήρια κατηγοριοποίησης κλιματικών ζωνών

Κλιματική Ζώνη	Εύρος μέσων HDD	CDD
A	< 1000	1300 – 4500
B	1000 – 1500	2200 – 5500
Γ	1500 – 2000	1200 – 3800
Δ	> 2000	< 1500

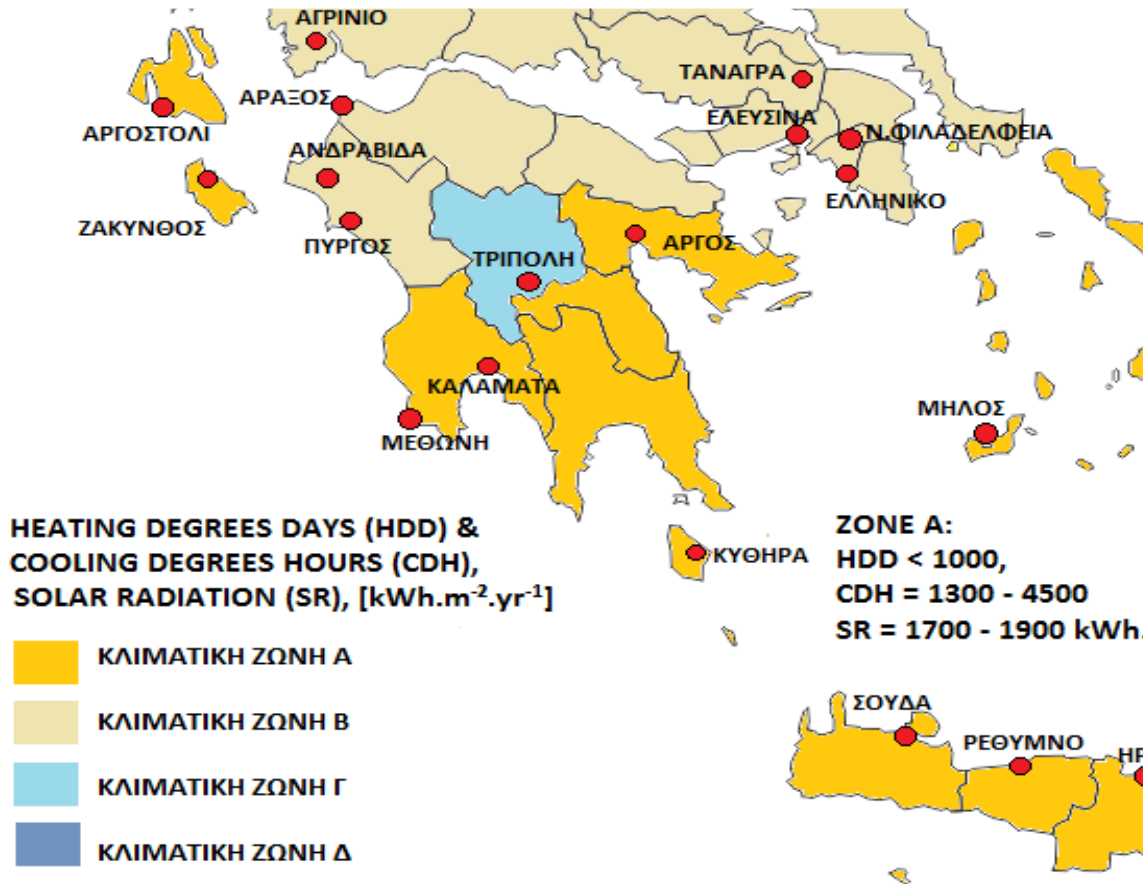
Στην Εικόνα 18 παρουσιάζεται εκ νέου για λόγους πληρότητας ο χάρτης διαχωρισμού της Ελλάδας σε τέσσερις ζώνες, συνοδευόμενος από τον Πίνακα 8, στον οποίο παρουσιάζεται η κατηγοριοποίηση των νομών στις ζώνες Α έως Δ. Επιπρόσθετα στην Εικόνα 19 παρουσιάζεται ο λεπτομέρεια της Εικόνας 18, επικεντρωμένη στην περιοχή της Πελοποννήσου, την οποία η παρούσα εργασία μελετά.



Εικόνα 18: Κλιματικές ζώνες στην ελληνική επικράτεια με βάση τον ΚΕΝΑΚ

Πίνακας 8: Κατηγοριοποίηση νομών Ελλάδας σε 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 Κυθέρων & 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



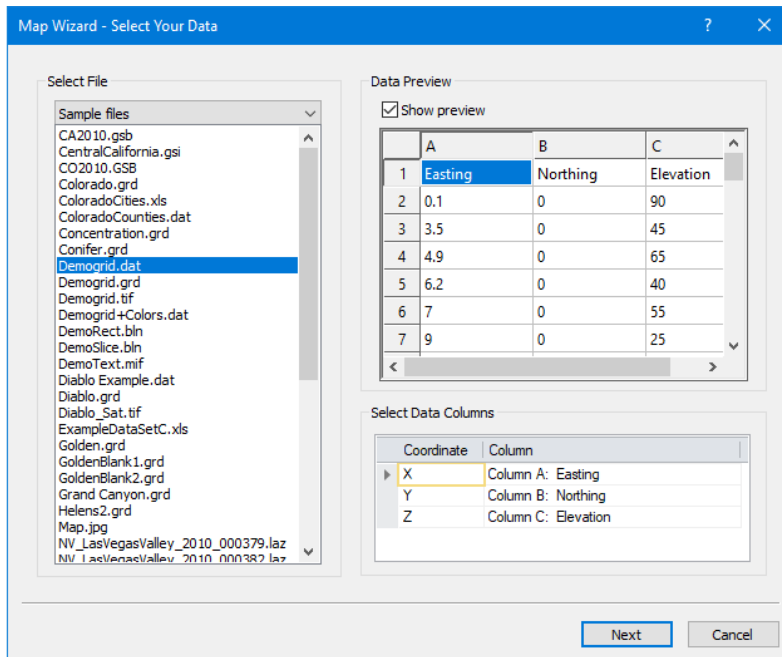
Εικόνα 19: Κλιματικές ζώνες στην ελληνική επικράτεια με βάση τον ΚΕΝΑΚ (Πελοπόννησος)

Στην Εικόνα 19 παρατηρούμε ότι η εξεταζόμενη περιοχή (Πελοπόννησος) περιλαμβάνει τρεις κλιματικές ζώνες (Α, Β, και Γ). βόρεια και βορειοδυτική πλευρά της, η οποία βρέχεται από τον Κορινθιακό κόλπο και το Ιόνιο Πέλαγος κατατάσσεται στην κλιματική ζώνη Β. Η δυτική, νότια, και νοτιοδυτική πλευρά, η οποία βρέχεται από το Αιγαίο και Μυρτώο πέλαγος κατατάσσεται στην κλιματική ζώνη Α. Τέλος το κέντρο της Πελοποννήσου (νομός Αρκαδίας) κατατάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ. Η κατάταξη αυτή είναι κατανοητή αν ληφθούν υπόψιν οι ιδιαιτερότητες των κόλπων και πελάγων που περικλείουν την Πελοπόννησο, αλλά και η ορεογραφία της με ορεινούς όγκους να κυριαρχούν τον νομό Αρκαδίας αλλά και το εσωτερικό των βορείων και βορειοδυτικών ακτών (οδηγώντας σε κλιματικές ζώνες Γ και Β αντίστοιχα).

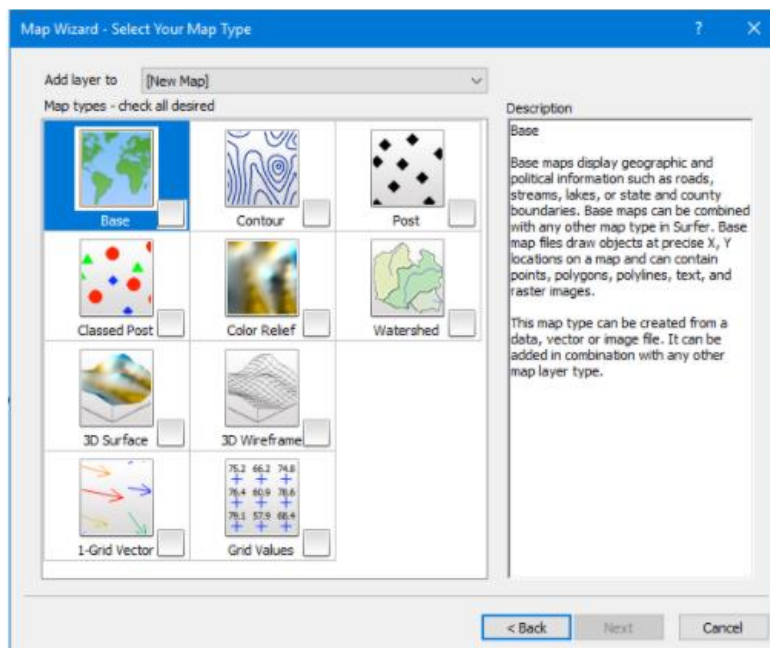
3.3 Χωρικές Κατανομές

Οι χωρικές κατανομές παρουσιάζουν την κατανομή των μέσων ετησίων βαθμοωρών ψύξης και θέρμανσης ως συνάρτηση του υψομέτρου. Για την δημιουργία των κατανομών χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο λογισμικό το οποίο χρησιμοποιεί τη μέθοδο Kriging ώστε να απεικονίσει δεδομένα επί χαρτών.

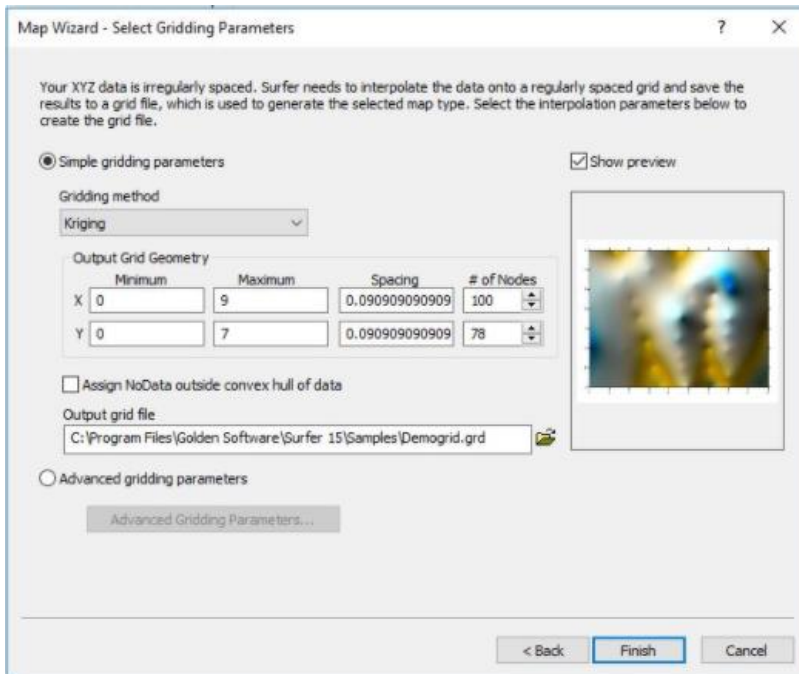
Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας τα δεδομένα τα οποία εισήχθησαν ήταν οι μέσες ετήσιες βαθμοώρες ψύξης και θέρμανσης, το υψόμετρο, και οι συντεταγμένες του κάθε σταθμού, ενώ οι βαθμοώρες παρουσιάζονται ως χρωματική κλίμακα επί του χάρτη και το υψόμετρο ως διαγραμμίσεις (contours). Τα δεδομένα μεταξύ των σταθμών εκτιμώνται με χρήση της προαναφερθείσας μεθόδου, η λειτουργία της οποίας αναλύεται στη συνέχεια. Ενδεικτικά βήματα χρήσης του προγράμματος κατασκευής των διαγραμμάτων παρουσιάζονται στις Εικόνες 20 έως 23.



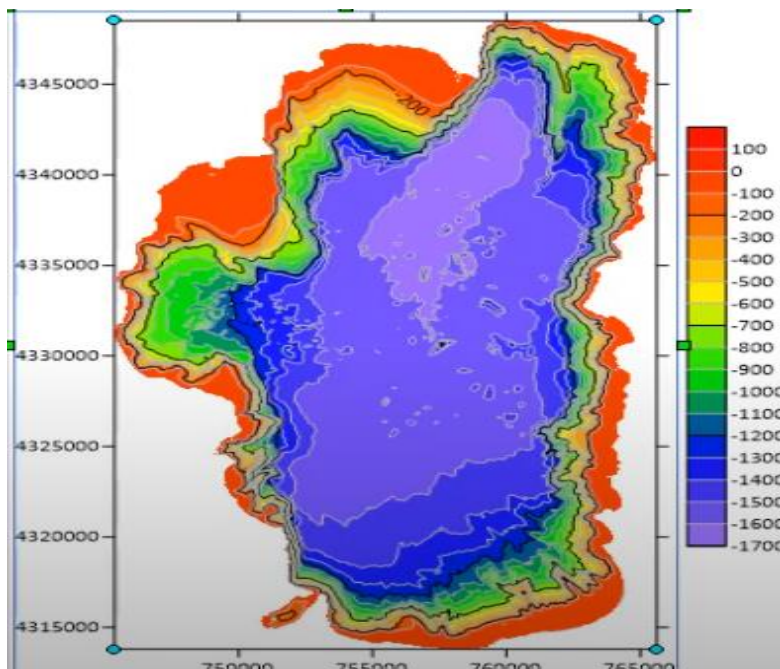
Εικόνα 20: Επιλογή δεδομένων και ορισμός μεταβλητών



Εικόνα 21: Επιλογή βάσης χάρτη



Εικόνα 22: Ορισμός διαγραμμίσεων



Εικόνα 23: Τελική απεικόνιση του χάρτη

3.3.1 Μέθοδος Kriging

Η μέθοδος Kriging αποτελεί έναν τρόπο χωρικής παρεμβολής που χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει τιμές σε ένα συνεχές χωρικό πεδίο, βασιζόμενη σε περιορισμένα δεδομένα που έχουν συλλεγεί δειγματικά. Αντί για υποθετικά μοντέλα χωρικής κατανομής, η Kriging εκμεταλλεύεται τη χωρική συσχέτιση μεταξύ των σημείων δειγματοληψίας. Αυτό σημαίνει ότι λαμβάνει υπόψη την πραγματική κατανομή των παρατηρήσεων, προσφέροντας έτσι πιο ακριβείς εκτιμήσεις. Η χωρική συσχέτιση αυτή οδηγεί στον υπολογισμό βαρών για την παρεμβολή τιμών, ενώ παράλληλα παρέχει εκτιμήσεις της αβεβαιότητας που σχετίζεται με κάθε παρεμβολή (Stein, 1999).

Σε ευρύτερη προοπτική, τα βάρη στο Kriging υπολογίζονται έτσι ώστε τα σημεία που βρίσκονται πιο κοντά στην τοποθεσία ενδιαφέροντος, να έχουν μεγαλύτερη επίδραση, ενώ λαμβάνεται υπόψη η ομαδοποίηση σημείων για να μειωθεί η επίδραση των ομάδων λόγω της μικρότερης πληροφόρησης που παρέχουν. Η ακρίβεια της μεθόδου είναι υψηλή, εκτός εάν ο αριθμός των δειγματοληπτικών παρατηρήσεων είναι περιορισμένος. Τα δεδομένα έχουν περιορισμένη χωρική κάλυψη ή δεν υπάρχει πραγματική χωρική συσχέτιση μεταξύ τους (Yang, 2009).

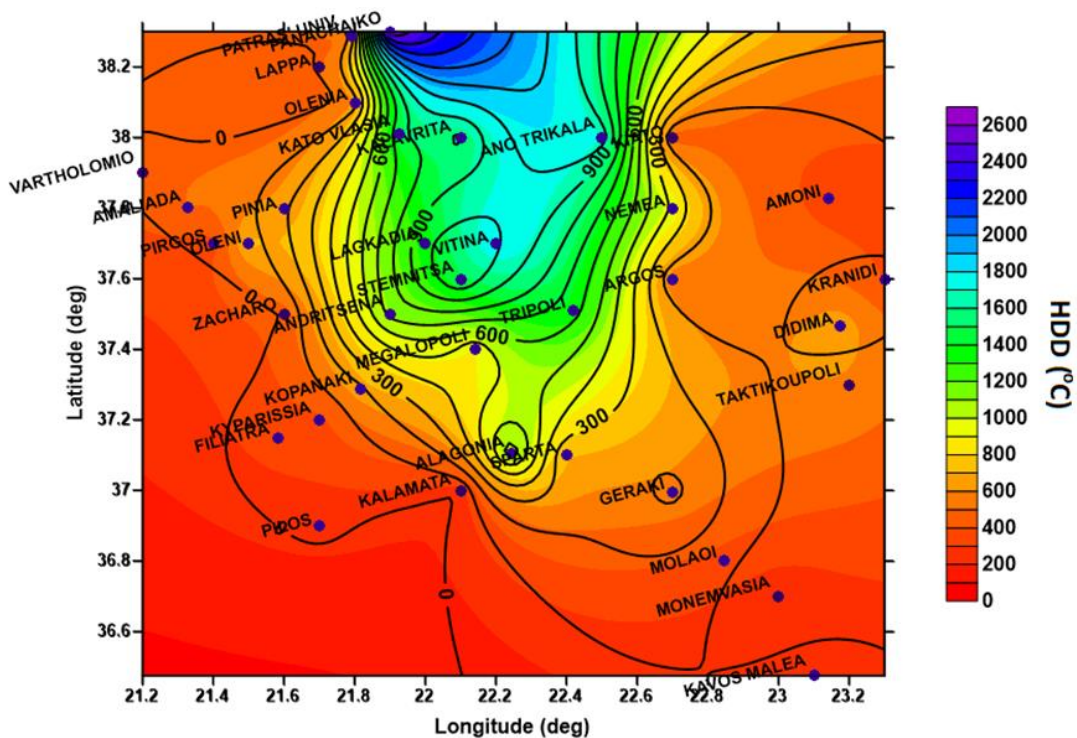
3.3.2 Χωρικές Κατανομές HDD (15°)

Στην Εικόνα 24 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των ετήσιων τιμών HDD με θερμοκρασία βάσης 15° C, με βάση τα στοιχεία των εξεταζόμενων σταθμών. Επιπρόσθετα παρουσιάζονται οι ισοϋψής καμπύλες που περιγράφουν την μεταβολή του υψομέτρου. Η τιμή των μέσων ετήσιων βαθμομερών παρουσιάζεται χρωματικά μέσω χρωματικού κώδικα, ο οποίος αναλύεται στα δεξιά του σχήματος.

Παρατηρούμε ότι υφίσταται μία γενική συσχέτιση του αριθμού των βαθμομερών θέρμανσης με το υψόμετρο, με την αύξηση του υψομέτρου να οδηγεί σε αύξηση των βαθμομερών. Εκ συνεχεία παρατηρείται ότι, όσον αφορά τις βαθμομέρες θέρμανσης δεν υφίσταται σημαντική διαφορά μεταξύ των παράλιων περιοχών της Πελοποννήσου. Παρόλα αυτά το υψόμετρο

επηρεάζει το εσωτερικό των παραθαλάσσιων νομών. Η μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται στις ορεινές περιοχές της βόρειας Πελοποννήσου, όπου και υπάρχει το μεγαλύτερο υψόμετρο.

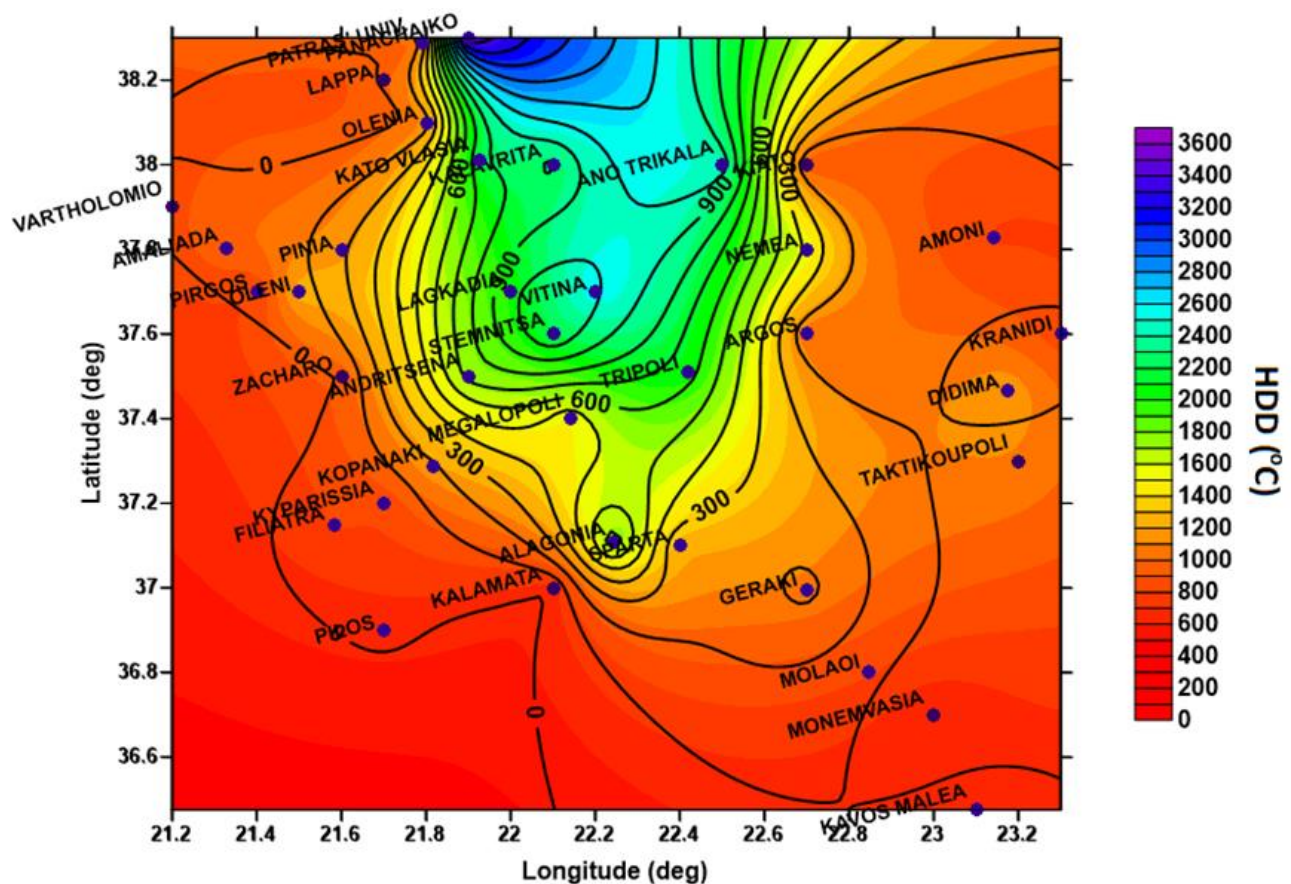
Η εικόνα που παρουσιάζεται στο διάγραμμα συμφωνεί γενικά με τις κλιματικές ζώνες, όπως αυτές έχουν ορισθεί κατά νομούς στον ΚΕΝΑΚ. Γίνεται κατανοητό ότι ο διαχωρισμός του ΚΕΝΑΚ δεν δύναται να αποτυπώσει τις τοπικές ιδιαιτερότητες που αποτυπώνονται στο διάγραμμα, καθώς τα δεδομένα του αποτελούν την αποτύπωση μέσων όρων νομών και όχι τοπικών στοιχείων από του σταθμούς. Παρόλα αυτά παρουσιάζει την πραγματική εικόνα, και αυτή έχει προκύψει από την παρούσα ανάλυση με σημαντική ακρίβεια. Η μόνη σημαντική διαφορά έγκειται στον νομό Αχαΐας, ο οποίος παρουσιάζει τιμές HDD που τον εντάσσουν και στις τέσσερις ζώνες (τιμές από 0 στα παράλια έως 2600 στις κορυφές των ορεινών όγκων). Η κατηγοριοποίηση της από τον ΚΕΝΑΚ στην ζώνη Β κρίνεται ότι δεν αποτυπώνει ορθά τον μέσο όρο της περιοχής, και για τον λόγο αυτό ο διαχωρισμός της σε δύο ζώνες (Β και Γ) με στόχο την αποτύπωση των υψηλών τιμών βαθμομερών θέρμανσής στους ορεινούς της όγκους και των χαμηλών τιμών στα παραλιακά μέρη θα μας έδινε ουσιαστικό αποτέλεσμα κατά τη σχεδίαση συστημάτων ψύξης και θέρμανσης.



Εικόνα 24: Χωρική κατανομή των ετήσιων τιμών HDD με θερμοκρασία βάσης 15° C.

3.3.3 Χωρικές Κατανομές HDD (18°)

Στην Εικόνα 25 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των ετήσιων τιμών HDD με θερμοκρασία βάσης 18° C. Με τα στοιχεία των εξεταζόμενων σταθμών. Η εικόνα που παρουσιάζει το διάγραμμα είναι όμοια με αυτή του διαγράμματος της Εικόνας 24. Η βασική τους διαφορά είναι η αύξηση των μέγιστων τιμών των βαθμομερών θέρμανσης, λόγω χρήσης μεγαλύτερης θερμοκρασίας βάσης. Πέρα από αυτή τη διαφορά, η εικόνα που παρουσιάζεται είναι η ίδια, με το υψόμετρο να είναι ο κύριος παράγοντας διαμόρφωσης των βαθμομερών. Επιπρόσθετα τα δεδομένα είναι σε συμφωνία με τον διαχωρισμό κλιματικών ζωνών κατά νομό, όπως αυτός έχει καθοριστεί από το ΚΕΝΑΚ, λαμβάνοντας υπόψη τις παρατηρήσεις για τον νομό Αχαΐας που έχουν ήδη αναφερθεί.

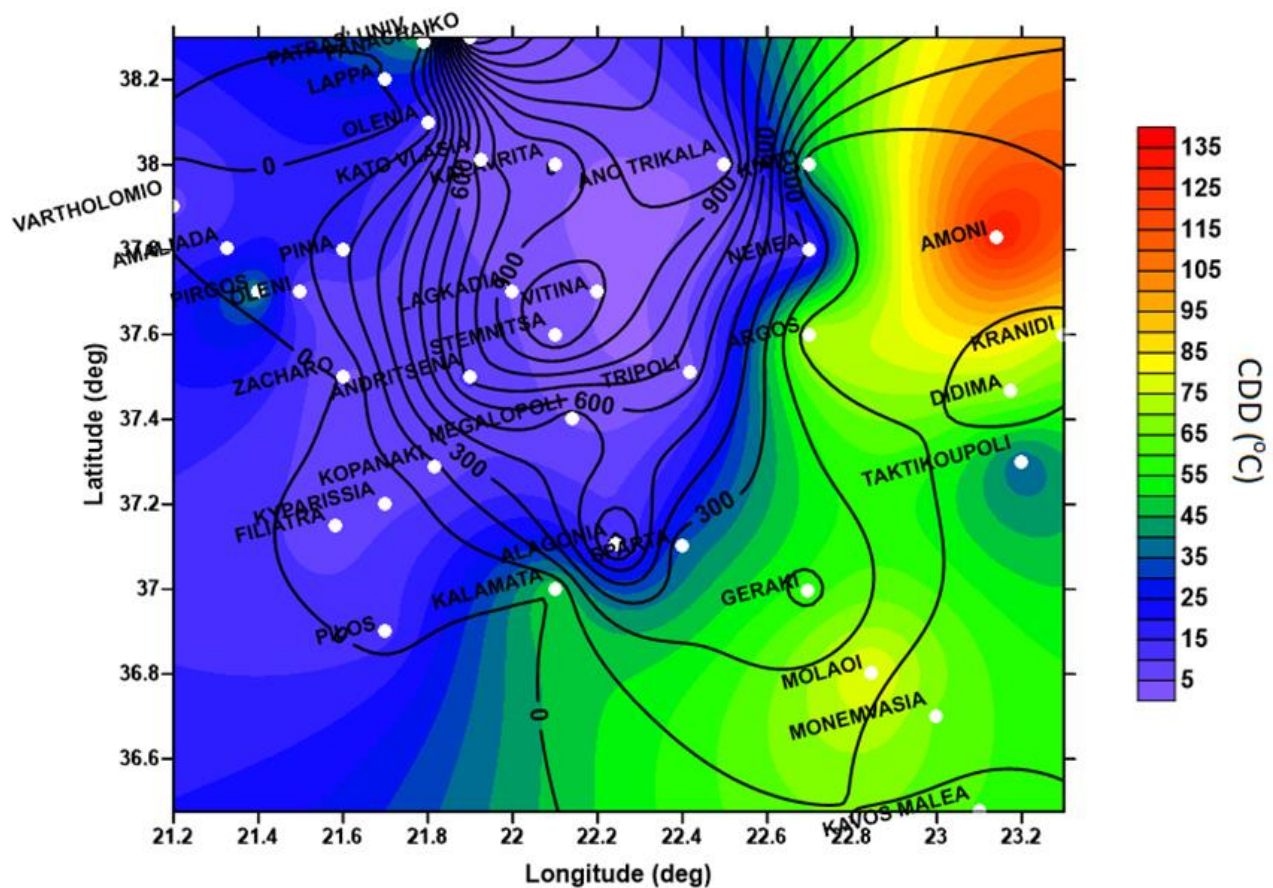


Εικόνα 25: Χωρική κατανομή των ετήσιων τιμών HDD με θερμοκρασία βάσης 18° C.

3.3.4 Χωρικές Κατανομές CDD (28°)

Στην Εικόνα 26 παρουσιάζεται η χωρική κατανομή των ετήσιων τιμών CDD με θερμοκρασία βάσης 28° C. Με τα στοιχεία των εξεταζόμενων σταθμών. Η κατανομή των βαθμομερών ψύξης δεν παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση με το υψόμετρο. Εκτιμάται ότι επηρεάζεται ισχυρότερα από την περιοχή της θάλασσας η οποία βρέχει τα παράλια της Πελοποννήσου.

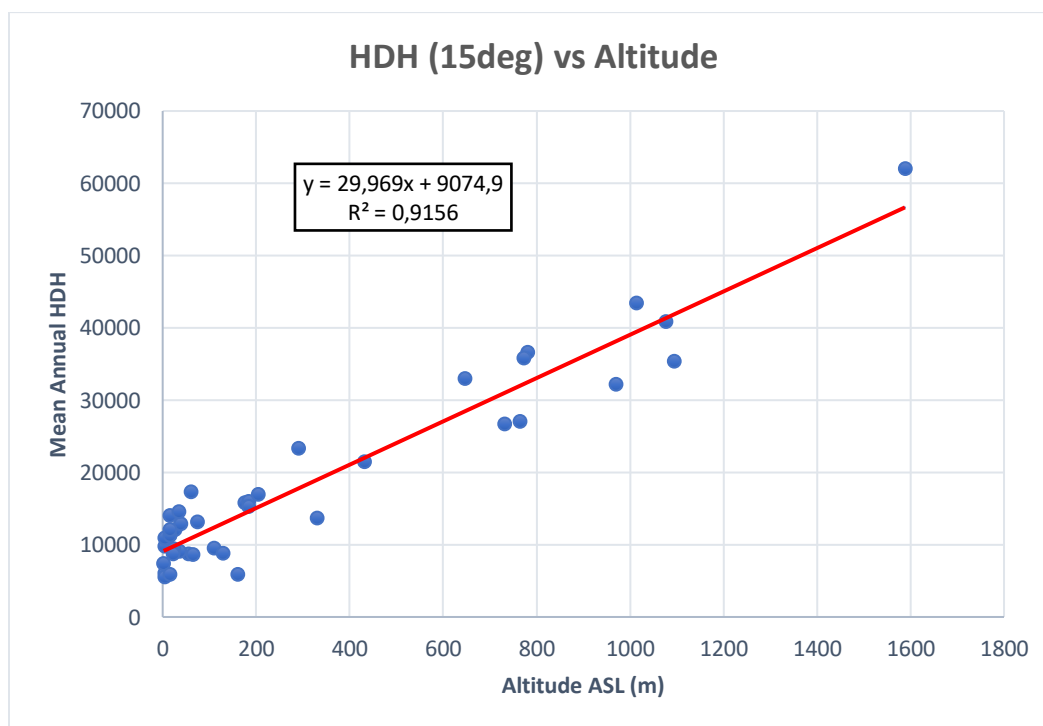
Η εικόνα που παρουσιάζεται στο διάγραμμα έρχεται σε συνάρτηση με τον διαχωρισμό σε κλιματικές ζώνες, όπως αυτός έχει γίνει στον KENAK. Τις μεγαλύτερες τιμές βαθμομερών ψύξης παρουσιάζουν οι ανατολικές και νότιες ακτές, οι οποίες όπως έχει αναφερθεί κατατάσσονται στη Ζώνη Α. Ακολουθούν οι βόρειες και βορειοδυτικές ακτές, οι οποίες κατατάσσονται στην Ζώνη Β, με μικρότερες έως μηδενικές να είναι αυτές στο κεντρικό τμήμα της Πελοποννήσου, οι οποίες εντάσσονται στη Ζώνη Γ.



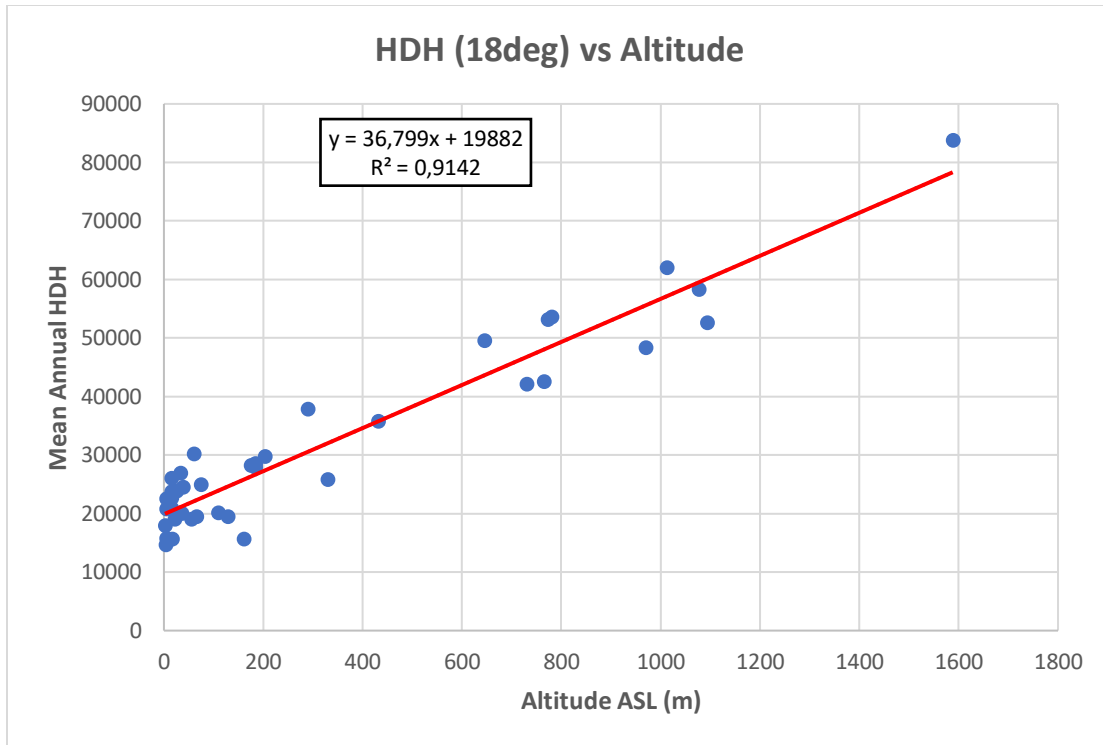
Εικόνα 26: Χωρική κατανομή των ετήσιων τιμών CDD με θερμοκρασία βάσης 28° C

3.4.1 Διαγράμματα Βαθμοωρών – Υψομέτρου HDH

Στις Εικόνες 28 και 29 παρουσιάζονται τα διαγράμματα Βαθμοωρών HDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 15 και 18 °C αντίστοιχα. Και στις δύο περιπτώσεις προσαρμόστηκε γραμμική καμπύλη διασποράς. Εδώ παρατηρούμε ότι η γραμμική συσχέτιση των βαθμοωρών θέρμανσης με το υψόμετρο παρουσιάζουν ισχυρή συσχέτιση (συντελεστής προσδιορισμού R^2 ίσος με 0.9156 και 0.9142 αντίστοιχα). Αυτό αποτελεί μία ισχυρή ένδειξη ότι ο κυρίαρχος παράγοντας προσδιορισμού των μέσων ετήσιων βαθμοωρών θέρμανσης είναι το υψόμετρο, και άλλους παράγοντες όπως η απόσταση από τη θάλασσα ή το τοπικό μικρόκλιμα να διαδραματίζουν δευτερεύοντα ρόλο. Με τον τρόπο αυτό επιβεβαιώνεται η παρατήρηση σε σχέση με τη συσχέτιση υψομέτρου και βαθμομερών θέρμανσης, η οποία έγινε από την ανάγνωση των χωρικών κατανομών.



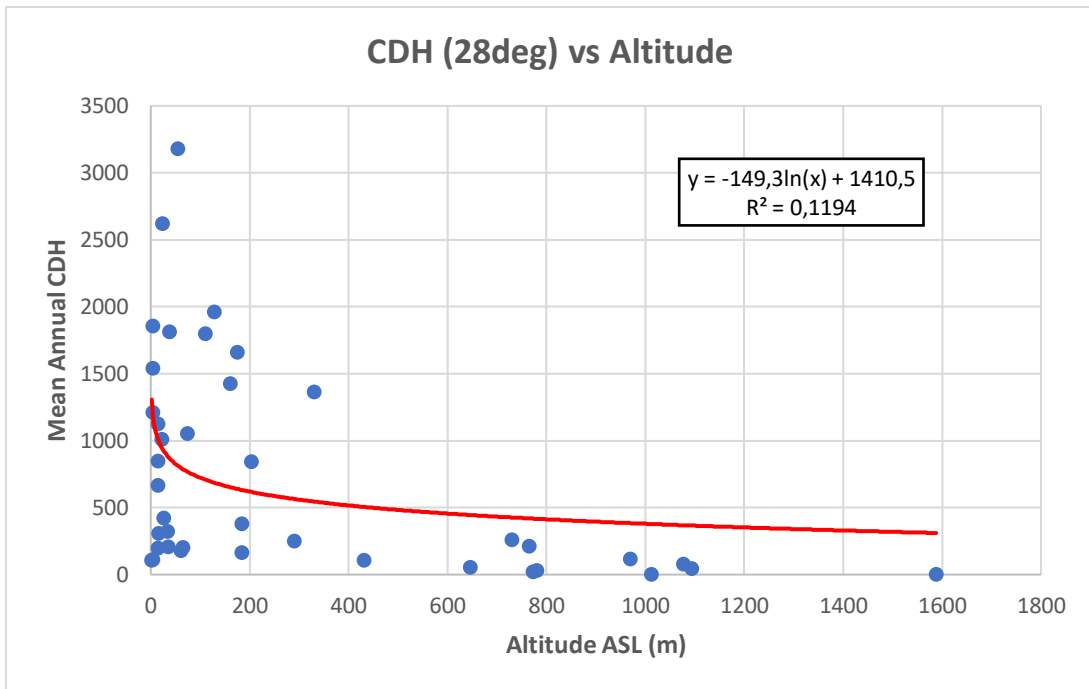
Εικόνα 28: Διάγραμμα HDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 15 °C



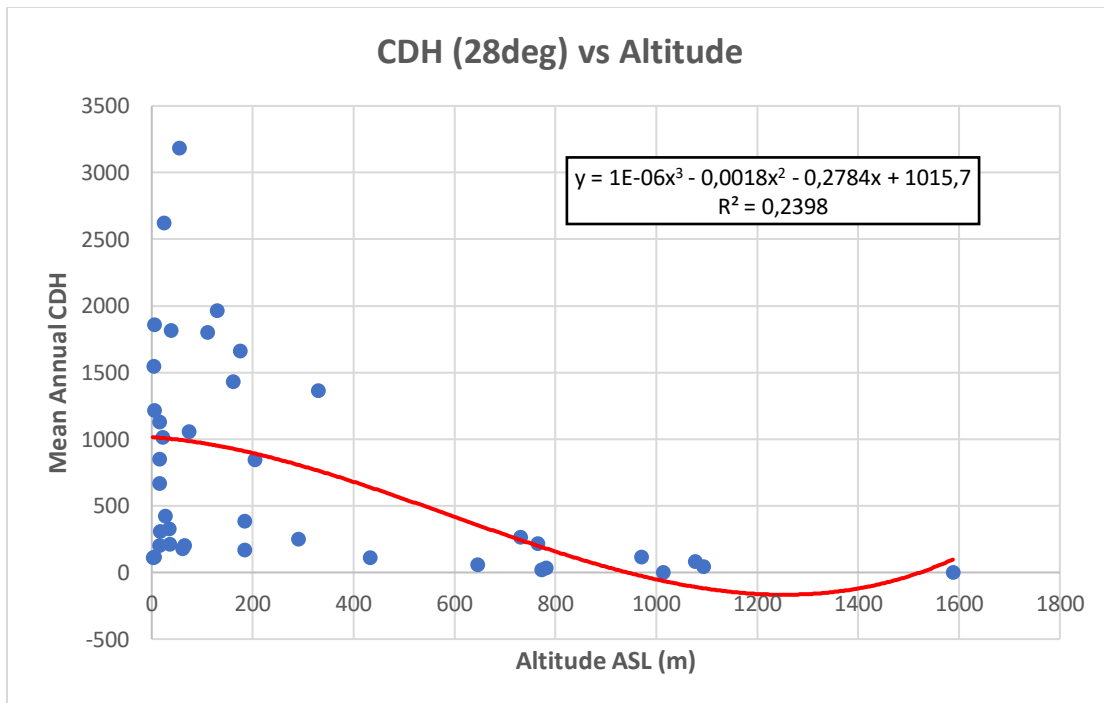
Εικόνα 29: Διάγραμμα HDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 18 °C

3.4.2 Διαγράμματα Βαθμοωρών – Υψομέτρου CDH

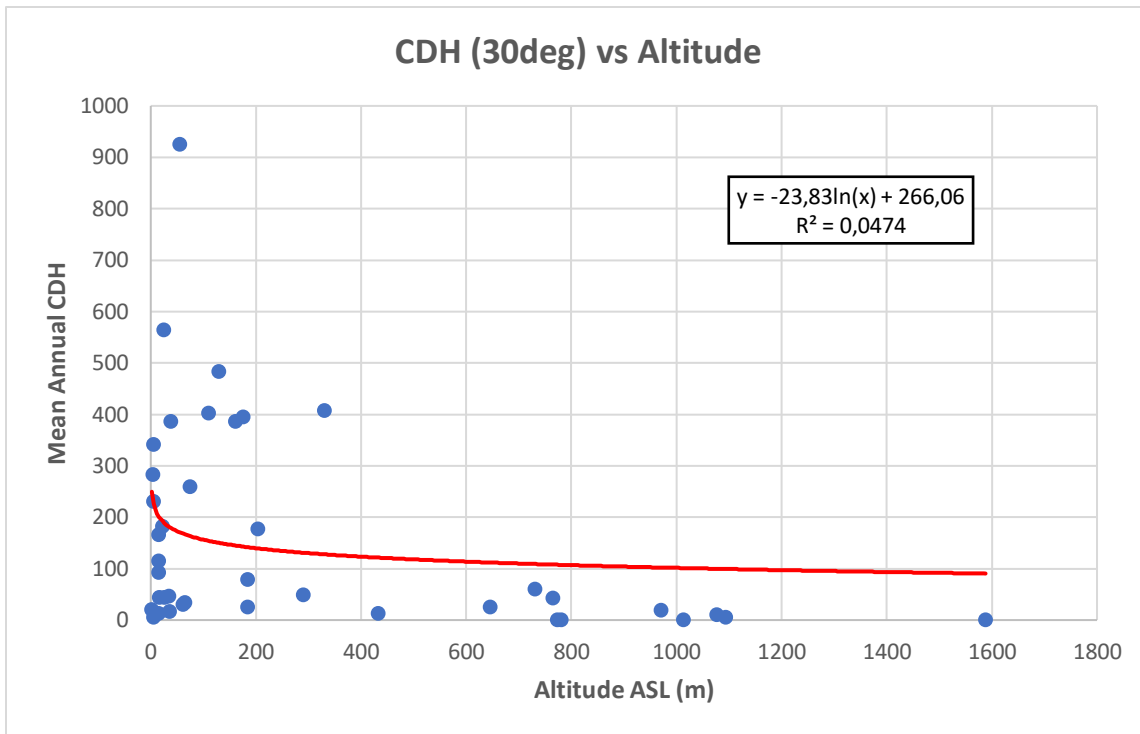
Στις Εικόνες 30 έως 33 παρουσιάζονται τα διαγράμματα Βαθμοωρών CDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 28 και 30 °C αντίστοιχα. Και στις δύο περιπτώσεις προσαρμόστηκε καμπύλη διασποράς λογαριθμική και πολυωνυμική 3^{ης} τάξης. Παρατηρούμε ότι η συσχέτιση των βαθμοωρών θέρμανσης με το υψόμετρο για τις δύο περιπτώσεις παρουσιάζει ασθενή συσχέτιση (συντελεστής προσδιορισμού $R^2 < 0.25$). Αυτό αποτελεί μία ισχυρή ένδειξη ότι ο κυρίαρχος παράγοντας προσδιορισμού των μέσων ετήσιων βαθμοωρών ψύξης δεν είναι το υψόμετρο. Με τον τρόπο αυτό επιβεβαιώνεται η παρατήρηση σε σχέση με τη συσχέτιση υψομέτρου και βαθμομερών ψύξης, η οποία έγινε από την ανάγνωση των χωρικών κατανομών, και το συμπέρασμα ότι δεν επηρεάζεται σημαντικά από αυτή.



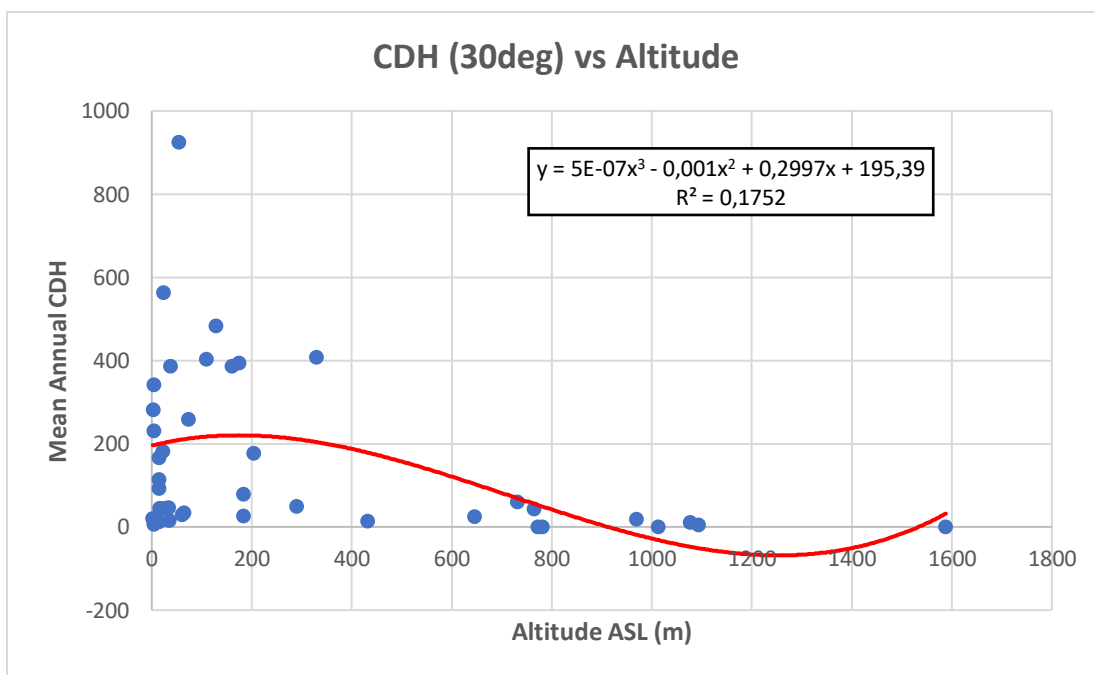
Εικόνα 30: Διάγραμμα CDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 28 °C με λογαριθμική παρεμβολή



Εικόνα 31: Διάγραμμα CDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 28 °C με πολυωνυμική παρεμβολή



Εικόνα 32: Διάγραμμα CDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 30 °C με λογαριθμική παρεμβολή



Εικόνα 33: Διάγραμμα CDH – Υψομέτρου για θερμοκρασία βάσης 30 °C με πολυωνυμική παρεμβολή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ανασκόπηση - Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παραγωγή μίας βάσης δεδομένων των βαθμομερών θέρμανσης (HDD) και ψύξης (CDD) χρησιμοποιώντας μετεωρολογικά δεδομένα από έναν μεγάλο αριθμό σταθμών σε όλη την έκταση της Πελοποννήσου. Για την επίτευξη του στόχου αυτού υλοποιήθηκαν τα παρακάτω:

- Βιβλιογραφική και ιστορική ανασκόπηση των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης κατά την οποία αναλύθηκαν οι διάφορες μέθοδοι υπολογισμού τους καθώς και η χρήση τους σε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών.
- Ανάλυση του ΚΕΝΑΚ και της κατηγοριοποίησης της χώρας σε κλιματικές ζώνες.
- Συλλογή δεδομένων από σαράντα (40) μετεωρολογικούς σταθμούς σε όλη την Πελοπόννησο. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν για εύρος τουλάχιστον τεσσάρων διαδοχικών ετών. Σε σημαντικό αριθμό σταθμών συλλέχθηκαν για πέντε διαδοχικά έτη.
- Ανάλυση των δεδομένων και παραγωγή των βαθμομερών ψύξης και θέρμανσης για διάφορες θερμοκρασίες βάσης. Στη φάση αυτή έγινε ο υπολογισμός μέσω ημερήσιων, μηνιαίων, ετήσιων και πολυετών βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης.
- Αποτύπωση των μέσων πολυετών βαθμομερών σε χωρικές κατανομές
- Εξαγωγή συμπερασμάτων.

Τα σημαντικότερα συμπεράσματα τα οποία εξάχθηκαν από την παρούσα εργασία για την περιοχή της Πελοποννήσου είναι τα παρακάτω:

- Η ανάγκες σε θέρμανση (αριθμός βαθμομερών θέρμανσης) είναι μεγαλύτερες στην περιοχή της Αρκαδίας και νότιας Αχαΐας (κεντρική και ορεινή βόρεια Πελοπόννησος), ακολουθούμενη από την βόρεια – βορειοδυτική Πελοπόννησο και τέλος την ανατολική και νότια πλευρά της.
- Οι ανάγκες αυτές έρχονται σε συμφωνία με την κατανομή της Πελοποννήσου σε κλιματικές ζώνες από το ΚΕΝΑΚ. Μοναδική διαφορά αποτελεί ο Νομός Αχαΐας, ο οποίος έχει μικρές ανάγκες θέρμανσης στα παραλιακά ενώ πιο μεγάλες έχει το νότιο ορεινό του τμήμα.

- Εκτιμάτε ότι ο νομός Αχαΐας πρέπει να διαχωρισθεί σε δύο κλιματικές ζώνες (Β και Γ) για να αντιπροσωπεύονται καλύτερα οι ανάγκες των ορεινών του περιοχών.
- Οι ανάγκες σε θέρμανση (βαθμομέρες θέρμανσης) παρουσιάζουν ισχυρή συσχέτιση με το υψόμετρο.
- Οι ανάγκες σε ψύξη (αριθμός βαθμομερών ψύξης) είναι μεγαλύτερες στις ανατολικές και νότιες περιοχές της Πελοποννήσου, ακολουθούμενες από την βόρεια και βορειοδυτική πλευρά της, και την κεντρική Πελοπόννησο.
- Οι ανάγκες αυτές έρχονται σε συμφωνία με την κατανομή της Πελοποννήσου σε κλιματικές ζώνες από το ΚΕΝΑΚ.
- Οι ανάγκες σε ψύξη (βαθμομέρες ψύξης) δεν παρουσιάζουν ισχυρή συσχέτιση με το υψόμετρο. Για την περιοχή της Πελοποννήσου εκτιμάται ότι επηρεάζονται από τις θαλάσσιες περιοχές από τις οποίες βρέχονται.

Βιβλιογραφία

ASHRAE. (2005). *Handbook - Fundamentals*. Atlanta: ASHRAE.

CIBSE. (2006). *Degree-days: Theory and Applications*. Londond: CIBSE.

EUROSTAT. (2019, 02 27). *Energy Statistics - Cooling and Heating Degree Days*. Ανάκτηση 2023, από [www.ec.europa.eu/eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg_chdd_esms.htm](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg_chdd_esms.htm)

Gaglia, A., Dialynas, E., Argyriou, A., & Kostopoulou, E. (2018). Heating Degree Days in Greece - Classification by Building Operation Profile. *Hellenic National Conferece for the Renewable Energy Sources*. Thessalonica.

International Organization for Standarization,. (2004). *Hygrothermal performance of buildings — Calculation and presentation of climatic data — Part 5: Data for design heat load for space heating*. Geneve: ISO.

Petri, Y., & Caldeira, K. (2015). *Impacts of global warming on residential heating and cooling degree-days in the United States*. New York: Nature.

Spinoni , J., Vogt, J., Barbosa, P., Dosio, A., McCormick, N., Bigano, A., & Fussek, H.-M. (2018). Changes of heating and cooling degree-days in Europe from. *International Journal of Climatology*, 38(1), 191-208.

Stein, M. (1999). *Interpolation of Spatial Data: Some Theory for Kriging*. New York: Springer.

Vaughn, D. M. (2008). Degree Days. Στο J. E. Oliver, *Encyclopedia of World Climatology* (σσ. 315-318). Dordrecht: Springer.

Yang, X. (2009). Spatial Interpolation. Στο Y. Bedard, M. Duckham, & M. Gould, *Geoinformatics* (σσ. 129-136). IGI Global.

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. (2023). *Meteo*. Ανάκτηση 2023, από Μετεωρολογικοί Σταθμοί Δικτύου: <https://www.meteo.gr/Gmap.cfm>

Κατσαπράκης, Δ., & Μονιάκης, Μ. (2015). *Θέρμανση - Ψύξη - Κλιματισμός*. Ρέθυμνο: ΤΕΙ Κρήτης.

ΤΕΕ. (2010). *Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών*. Αθήνα: ΤΕΕ.

ΥΠΕΝ. (2015). *Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων*. Αθήνα: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Πίνακες Μέσων Μηνιαίων Βαθμομερών ανά Σταθμό

Πίνακας 9: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Αλαγόνια

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	227.78	301.52	0.00	0.00
Φεβρουάριος	170.74	238.54	0.00	0.00
Μάρτιος	169.50	243.58	0.00	0.00
Απρίλιος	70.74	132.80	0.00	0.00
Μάιος	14.26	49.54	0.68	0.00
Ιούνιος	1.08	8.66	0.74	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	1.90	0.28
Αύγουστος	0.00	0.00	3.80	1.16
Σεπτέμβριος	0.26	6.38	0.00	0.00
Οκτώβριος	16.18	62.64	0.00	0.00
Νοέμβριος	75.80	143.22	0.00	0.00
Δεκέμβριος	154.96	229.36	0.00	0.00

Πίνακας 10: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Αμαλιάδα

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	136.58	208.60	0.00	0.00
Φεβρουάριος	92.10	157.92	0.00	0.00
Μάρτιος	77.62	150.28	0.00	0.00
Απρίλιος	15.86	67.40	0.00	0.00
Μάιος	0.90	11.38	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.12	0.72	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	6.00	0.44
Αύγουστος	0.00	0.00	7.36	1.04
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.00	0.00
Οκτώβριος	0.00	11.00	0.00	0.00
Νοέμβριος	14.64	56.70	0.00	0.00
Δεκέμβριος	65.20	133.00	0.00	0.00

Πίνακας 11: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Αμόνι

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	107.44	178.80	0.00	0.00
Φεβρουάριος	67.48	133.10	0.00	0.00
Μάρτιος	60.54	130.01	0.00	0.00
Απρίλιος	12.72	54.90	0.00	0.00
Μάιος	0.11	3.39	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	13.54	1.98
Ιούλιος	0.00	0.00	45.50	15.56
Αύγουστος	0.00	0.00	42.72	12.92
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	4.27	0.38
Οκτώβριος	0.00	2.62	0.00	0.00
Νοέμβριος	4.92	32.50	0.00	0.00
Δεκέμβριος	35.90	100.66	0.00	0.00

Πίνακας 12: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Ανδρίτσαινα

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	224.08	297.82	0.00	0.00
Φεβρουάριος	170.13	237.93	0.00	0.00
Μάρτιος	165.92	240.30	0.00	0.00
Απρίλιος	67.90	128.84	0.00	0.00
Μάιος	16.76	53.63	0.62	0.00
Ιούνιος	0.34	6.96	1.28	0.00
Ιούλιος	0.00	0.26	2.20	0.26
Αύγουστος	0.00	0.00	4.60	1.74
Σεπτέμβριος	0.04	4.62	0.00	0.00
Οκτώβριος	28.90	77.30	0.00	0.00
Νοέμβριος	66.92	134.26	0.00	0.00
Δεκέμβριος	147.80	221.74	0.00	0.00

Πίνακας 13: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Άνω Τρίκαλα

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	294.26	368.46	0.00	0.00
Φεβρουάριος	227.62	295.42	0.00	0.00
Μάρτιος	238.06	312.44	0.00	0.00
Απρίλιος	129.60	198.04	0.00	0.00
Μάιος	38.44	85.22	0.00	0.00
Ιούνιος	4.64	22.12	0.02	0.00
Ιούλιος	0.14	1.38	0.68	0.00
Αύγουστος	0.00	0.78	1.98	0.36
Σεπτέμβριος	9.32	31.62	0.00	0.00
Οκτώβριος	60.88	122.88	0.00	0.00
Νοέμβριος	138.48	208.06	0.00	0.00
Δεκέμβριος	220.80	295.20	0.00	0.00

Πίνακας 14: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Άργος

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	145.74	217.84	0.00	0.00
Φεβρουάριος	94.94	162.16	0.00	0.00
Μάρτιος	83.74	156.44	0.00	0.00
Απρίλιος	18.98	68.54	0.00	0.00
Μάιος	0.00	7.10	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.06	5.04	0.08
Ιούλιος	0.00	0.00	28.52	6.50
Αύγουστος	0.00	0.00	25.82	6.30
Σεπτέμβριος	0.00	0.08	0.98	0.00
Οκτώβριος	0.10	5.88	0.00	0.00
Νοέμβριος	13.44	55.78	0.00	0.00
Δεκέμβριος	71.44	142.80	0.00	0.00

Πίνακας 15: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Βαρθολομιό

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	150.54	222.60	0.00	0.00
Φεβρουάριος	113.48	180.96	0.00	0.00
Μάρτιος	101.18	174.96	0.00	0.00
Απρίλιος	28.33	90.45	0.00	0.00
Μάιος	0.11	13.84	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.86	0.20	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	3.70	0.20
Αύγουστος	0.00	0.00	3.54	0.24
Σεπτέμβριος	0.00	0.32	0.00	0.00
Οκτώβριος	0.84	16.48	0.00	0.00
Νοέμβριος	27.68	82.72	0.00	0.00
Δεκέμβριος	84.56	154.22	0.00	0.00

Πίνακας 16: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Βύτινα

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	307.18	381.58	0.00	0.00
Φεβρουάριος	238.48	306.28	0.00	0.00
Μάρτιος	239.62	314.02	0.00	0.00
Απρίλιος	131.82	201.96	0.00	0.00
Μάιος	50.70	106.84	0.00	0.00
Ιούνιος	8.34	34.62	0.00	0.00
Ιούλιος	0.00	2.62	0.00	0.00
Αύγουστος	0.00	2.40	0.00	0.00
Σεπτέμβριος	8.14	38.16	0.00	0.00
Οκτώβριος	75.56	145.00	0.00	0.00
Νοέμβριος	152.78	224.78	0.00	0.00
Δεκέμβριος	234.66	309.06	0.00	0.00

Πίνακας 17: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Γεράκι

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	147.62	221.02	0.00	0.00
Φεβρουάριος	98.70	166.30	0.00	0.00
Μάρτιος	88.66	160.74	0.00	0.00
Απρίλιος	22.50	71.24	0.00	0.00
Μάιος	0.84	12.42	2.30	0.68
Ιούνιος	0.00	0.44	6.16	1.52
Ιούλιος	0.00	0.00	19.58	5.44
Αύγουστος	0.00	0.00	16.38	5.88
Σεπτέμβριος	0.00	0.18	1.02	0.08
Οκτώβριος	0.46	9.18	0.00	0.00
Νοέμβριος	18.04	67.50	0.00	0.00
Δεκέμβριος	78.00	150.92	0.00	0.00

Πίνακας 18: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Δερβένη

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	111.04	183.08	0.00	0.00
Φεβρουάριος	72.74	138.76	0.00	0.00
Μάρτιος	63.52	136.46	0.00	0.00
Απρίλιος	13.52	63.42	0.00	0.00
Μάιος	0.00	4.30	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	4.26	0.08
Ιούλιος	0.00	0.00	28.56	6.38
Αύγουστος	0.00	0.00	28.22	4.94
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.76	0.00
Οκτώβριος	0.00	2.08	0.00	0.00
Νοέμβριος	19.38	51.92	0.00	0.00
Δεκέμβριος	43.78	113.42	0.00	0.00

Πίνακας 19: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Δίδυμα

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	163.92	236.58	0.00	0.00
Φεβρουάριος	120.08	187.40	0.00	0.00
Μάρτιος	103.55	176.43	0.00	0.00
Απρίλιος	32.51	89.02	0.00	0.00
Μάιος	0.31	10.14	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.26	6.16	0.62
Ιούλιος	0.00	0.00	25.57	6.40
Αύγουστος	0.00	0.00	22.90	6.14
Σεπτέμβριος	0.00	0.56	0.68	0.00
Οκτώβριος	0.22	11.84	0.00	0.00
Νοέμβριος	16.72	67.15	0.00	0.00
Δεκέμβριος	88.21	161.39	0.00	0.00

Πίνακας 20: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Ζάχαρο

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	120.64	192.68	0.00	0.00
Φεβρουάριος	85.12	151.10	0.00	0.00
Μάρτιος	75.42	147.40	0.00	0.00
Απρίλιος	15.90	68.30	0.00	0.00
Μάιος	0.62	12.40	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.04	0.27	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	0.73	0.00
Αύγουστος	0.00	0.00	2.78	0.20
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.00	0.00
Οκτώβριος	0.00	6.25	0.00	0.00
Νοέμβριος	8.82	46.64	0.00	0.00
Δεκέμβριος	56.20	125.24	0.00	0.00

Πίνακας 21: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Κάβος Μαλέα

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	78.65	149.80	0.00	0.00
Φεβρουάριος	43.38	91.84	0.00	0.00
Μάρτιος	31.02	100.14	0.00	0.00
Απρίλιος	12.34	57.98	0.00	0.00
Μάιος	0.00	6.98	2.30	0.78
Ιούνιος	0.00	0.00	5.28	1.22
Ιούλιος	0.00	0.00	18.38	3.78
Αύγουστος	0.00	0.00	20.64	7.10
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.86	0.00
Οκτώβριος	0.00	2.16	0.10	0.00
Νοέμβριος	1.52	24.50	0.00	0.00
Δεκέμβριος	27.95	88.72	0.00	0.00

Πίνακας 22: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Καλάβρυτα

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	283.24	357.22	0.00	0.00
Φεβρουάριος	217.20	285.00	0.00	0.00
Μάρτιος	214.24	288.64	0.00	0.00
Απρίλιος	106.32	175.28	0.00	0.00
Μάιος	26.51	73.69	0.00	0.00
Ιούνιος	2.80	14.76	0.00	0.00
Ιούλιος	0.00	0.08	0.44	0.00
Αύγουστος	0.00	0.16	0.58	0.00
Σεπτέμβριος	2.50	15.00	0.00	0.00
Οκτώβριος	43.62	109.00	0.00	0.00
Νοέμβριος	118.59	189.58	0.00	0.00
Δεκέμβριος	205.20	279.60	0.00	0.00

Πίνακας 23: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Καλαμάτα

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	83.70	154.32	0.00	0.00
Φεβρουάριος	48.30	114.34	0.00	0.00
Μάρτιος	42.42	112.12	0.00	0.00
Απρίλιος	3.44	39.44	0.00	0.00
Μάιος	0.00	2.70	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	3.10	0.46
Ιούλιος	0.00	0.00	14.54	1.78
Αύγουστος	0.00	0.00	21.30	5.34
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	1.44	0.12
Οκτώβριος	0.00	0.26	0.00	0.00
Νοέμβριος	1.34	19.84	0.00	0.00
Δεκέμβριος	23.28	81.86	0.00	0.00

Πίνακας 24: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Καρδαμύλη

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	86.98	157.98	0.00	0.00
Φεβρουάριος	60.90	126.82	0.00	0.00
Μάρτιος	55.88	127.16	0.00	0.00
Απρίλιος	9.00	54.88	0.00	0.00
Μάιος	0.00	8.46	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	0.00	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	0.48	0.00
Αύγουστος	0.00	0.00	3.10	0.66
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.00	0.00
Οκτώβριος	0.00	0.86	0.00	0.00
Νοέμβριος	2.48	29.00	0.00	0.00
Δεκέμβριος	29.50	91.70	0.00	0.00

Πίνακας 25: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Κάτω Βλάσια

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	270.57	344.41	0.00	0.00
Φεβρουάριος	210.34	278.14	0.00	0.00
Μάρτιος	211.50	285.90	0.00	0.00
Απρίλιος	111.08	180.16	0.00	0.00
Μάιος	32.42	84.18	0.00	0.00
Ιούνιος	4.50	21.04	0.00	0.00
Ιούλιος	0.00	0.30	0.08	0.00
Αύγουστος	0.00	0.52	0.54	0.00
Σεπτέμβριος	3.22	17.78	0.00	0.00
Οκτώβριος	40.86	105.84	0.00	0.00
Νοέμβριος	111.80	181.88	0.00	0.00
Δεκέμβριος	195.52	269.78	0.00	0.00

Πίνακας 26: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Κιάτο

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	129.25	202.27	0.00	0.00
Φεβρουάριος	85.55	153.42	0.00	0.00
Μάρτιος	67.44	139.70	0.00	0.00
Απρίλιος	14.40	58.98	0.00	0.00
Μάιος	0.03	5.33	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	4.38	0.14
Ιούλιος	0.00	0.00	19.92	3.31
Αύγουστος	0.00	0.00	12.93	2.08
Σεπτέμβριος	0.00	0.18	0.27	0.00
Οκτώβριος	0.00	4.16	0.00	0.00
Νοέμβριος	12.03	53.28	0.00	0.00
Δεκέμβριος	66.67	138.43	0.00	0.00

Πίνακας 27: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Κοπανάκι

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	161.18	234.48	0.00	0.00
Φεβρουάριος	119.06	187.22	0.00	0.00
Μάρτιος	90.02	148.96	0.00	0.00
Απρίλιος	27.07	74.80	0.00	0.00
Μάιος	2.35	20.90	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.96	0.27	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	1.82	0.13
Αύγουστος	0.00	0.00	3.44	0.74
Σεπτέμβριος	0.00	0.37	0.00	0.00
Οκτώβριος	0.26	17.73	0.00	0.00
Νοέμβριος	28.91	87.97	0.00	0.00
Δεκέμβριος	103.98	176.61	0.00	0.00

Πίνακας 28: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Κρανίδι

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	111.14	183.17	0.00	0.00
Φεβρουάριος	72.27	139.09	0.00	0.00
Μάρτιος	55.31	123.07	0.00	0.00
Απρίλιος	12.42	49.42	0.00	0.00
Μάιος	0.10	3.26	0.32	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	6.75	0.59
Ιούλιος	0.00	0.00	26.62	6.48
Αύγουστος	0.00	0.00	24.32	6.35
Σεπτέμβριος	0.00	0.19	2.00	0.00
Οκτώβριος	0.00	3.34	0.00	0.00
Νοέμβριος	9.90	44.67	0.00	0.00
Δεκέμβριος	54.72	123.04	0.00	0.00

Πίνακας 29: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Κυπαρισσία

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	103.52	174.70	0.00	0.00
Φεβρουάριος	70.72	135.93	0.00	0.00
Μάρτιος	67.26	137.50	0.00	0.00
Απρίλιος	12.36	63.44	0.00	0.00
Μάιος	0.18	9.92	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	0.44	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	2.64	0.06
Αύγουστος	0.00	0.00	3.68	0.48
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.12	0.00
Οκτώβριος	0.00	2.12	0.02	0.00
Νοέμβριος	4.76	34.98	0.00	0.00
Δεκέμβριος	42.26	107.46	0.00	0.00

Πίνακας 30: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Λαγκάδια

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	253.25	327.60	0.00	0.00
Φεβρουάριος	200.11	267.79	0.00	0.00
Μάρτιος	191.61	266.01	0.00	0.00
Απρίλιος	84.16	145.49	0.00	0.00
Μάιος	26.43	68.74	0.10	0.00
Ιούνιος	3.73	20.40	0.29	0.00
Ιούλιος	0.00	0.27	0.85	0.03
Αύγουστος	0.00	0.10	2.62	0.61
Σεπτέμβριος	2.78	14.08	0.00	0.00
Οκτώβριος	25.17	74.86	0.00	0.00
Νοέμβριος	95.77	162.58	0.00	0.00
Δεκέμβριος	188.22	262.60	0.00	0.00

Πίνακας 31: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Λατπά

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	131.30	203.79	0.00	0.00
Φεβρουάριος	93.28	160.02	0.00	0.00
Μάρτιος	70.96	141.98	0.00	0.00
Απρίλιος	13.65	60.93	0.00	0.00
Μάιος	0.53	7.31	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	1.52	0.02
Ιούλιος	0.00	0.00	8.93	1.34
Αύγουστος	0.00	0.00	11.28	1.75
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.40	0.00
Οκτώβριος	0.00	7.58	0.00	0.00
Νοέμβριος	13.94	58.37	0.00	0.00
Δεκέμβριος	79.28	150.78	0.00	0.00

Πίνακας 32: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Λουτράκι

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	114.99	186.99	0.00	0.00
Φεβρουάριος	73.47	138.29	0.00	0.00
Μάρτιος	50.19	116.64	0.00	0.00
Απρίλιος	8.42	41.84	0.00	0.00
Μάιος	0.00	1.78	0.18	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	8.94	1.06
Ιούλιος	0.00	0.00	36.16	8.72
Αύγουστος	0.00	0.00	38.38	8.85
Σεπτέμβριος	0.00	0.11	3.65	0.18
Οκτώβριος	0.02	3.01	0.00	0.00
Νοέμβριος	9.34	43.60	0.00	0.00
Δεκέμβριος	58.43	127.28	0.00	0.00

Πίνακας 33: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Μεγαλόπολη

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	196.54	270.58	0.00	0.00
Φεβρουάριος	143.44	211.12	0.00	0.00
Μάρτιος	125.98	200.35	0.00	0.00
Απρίλιος	41.52	98.62	0.00	0.00
Μάιος	3.95	26.67	0.00	0.00
Ιούνιος	0.02	2.05	0.30	0.00
Ιούλιος	0.00	0.02	0.93	0.00
Αύγουστος	0.00	0.00	2.37	0.45
Σεπτέμβριος	0.00	2.40	0.00	0.00
Οκτώβριος	5.42	41.44	0.00	0.00
Νοέμβριος	55.63	122.61	0.00	0.00
Δεκέμβριος	141.41	215.70	0.00	0.00

Πίνακας 34: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Μολάοι

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	105.23	177.79	0.00	0.00
Φεβρουάριος	67.02	133.65	0.00	0.00
Μάρτιος	52.58	120.64	0.00	0.00
Απρίλιος	9.12	44.88	0.00	0.00
Μάιος	0.00	5.02	0.70	0.10
Ιούνιος	0.00	0.00	6.43	0.82
Ιούλιος	0.00	0.00	28.14	7.23
Αύγουστος	0.00	0.00	27.52	7.71
Σεπτέμβριος	0.00	0.05	2.53	0.26
Οκτώβριος	0.00	2.54	0.00	0.00
Νοέμβριος	10.11	46.61	0.00	0.00
Δεκέμβριος	50.10	118.67	0.00	0.00

Πίνακας 35: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Μονεμβασιά

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	70.06	140.35	0.00	0.00
Φεβρουάριος	45.04	108.00	0.00	0.00
Μάρτιος	36.35	95.47	0.00	0.00
Απρίλιος	6.24	37.69	0.00	0.00
Μάιος	0.00	1.81	0.18	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	4.64	0.50
Ιούλιος	0.00	0.00	21.48	4.66
Αύγουστος	0.00	0.00	22.01	3.98
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	3.09	0.27
Οκτώβριος	0.00	0.97	0.00	0.00
Νοέμβριος	1.78	19.63	0.00	0.00
Δεκέμβριος	24.69	82.86	0.00	0.00

Πίνακας 36: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Νεμέα

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	215.31	288.38	0.00	0.00
Φεβρουάριος	153.73	221.35	0.00	0.00
Μάρτιος	132.22	204.93	0.00	0.00
Απρίλιος	43.15	99.12	0.00	0.00
Μάιος	2.94	23.34	0.00	0.00
Ιούνιος	0.08	1.41	1.44	0.06
Ιούλιος	0.00	0.00	2.86	0.37
Αύγουστος	0.00	0.00	4.03	1.22
Σεπτέμβριος	0.19	8.67	0.00	0.00
Οκτώβριος	10.56	53.63	0.00	0.00
Νοέμβριος	65.23	132.10	0.00	0.00
Δεκέμβριος	154.18	227.87	0.00	0.00

Πίνακας 37: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Παναχαϊκό

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	376.08	450.48	0.00	0.00
Φεβρουάριος	318.13	385.81	0.00	0.00
Μάρτιος	327.57	401.97	0.00	0.00
Απρίλιος	200.18	271.82	0.00	0.00
Μάιος	106.67	171.86	0.00	0.00
Ιούνιος	38.24	85.58	0.00	0.00
Ιούλιος	3.47	27.60	0.00	0.00
Αύγουστος	1.57	25.90	0.00	0.00
Σεπτέμβριος	41.63	98.93	0.00	0.00
Οκτώβριος	129.46	200.62	0.00	0.00
Νοέμβριος	213.90	285.50	0.00	0.00
Δεκέμβριος	310.91	385.31	0.00	0.00

Πίνακας 38: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Παν. Πατρών

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	133.41	206.18	0.00	0.00
Φεβρουάριος	91.95	158.59	0.00	0.00
Μάρτιος	77.89	149.50	0.00	0.00
Απρίλιος	19.34	66.13	0.00	0.00
Μάιος	1.38	10.88	0.14	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	3.42	0.43
Ιούλιος	0.00	0.00	11.30	2.14
Αύγουστος	0.00	0.00	18.71	5.97
Σεπτέμβριος	0.00	1.01	1.60	0.10
Οκτώβριος	0.00	8.85	0.00	0.00
Νοέμβριος	18.58	61.89	0.00	0.00
Δεκέμβριος	93.49	166.59	0.00	0.00

Πίνακας 39: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Πηνειά

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	156.92	229.85	0.00	0.00
Φεβρουάριος	110.61	177.09	0.00	0.00
Μάρτιος	91.81	163.70	0.00	0.00
Απρίλιος	25.84	77.42	0.00	0.00
Μάιος	1.90	16.96	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	1.09	0.96	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	4.59	0.70
Αύγουστος	0.00	0.00	7.17	1.94
Σεπτέμβριος	0.00	0.54	0.00	0.00
Οκτώβριος	0.18	17.20	0.00	0.00
Νοέμβριος	25.01	78.66	0.00	0.00
Δεκέμβριος	95.01	166.69	0.00	0.00

Πίνακας 40: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Πύλος

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	74.43	145.34	0.00	0.00
Φεβρουάριος	49.62	115.17	0.00	0.00
Μάρτιος	40.16	108.22	0.00	0.00
Απρίλιος	3.79	40.46	0.06	0.00
Μάιος	0.00	4.14	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	0.61	0.10
Ιούλιος	0.00	0.00	2.50	0.18
Αύγουστος	0.00	0.00	6.75	1.20
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.02	0.00
Οκτώβριος	0.00	0.14	0.26	0.00
Νοέμβριος	1.74	22.14	0.00	0.00
Δεκέμβριος	26.90	86.13	0.00	0.00

Πίνακας 41: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Πύργος

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	104.93	177.09	0.00	0.00
Φεβρουάριος	76.93	143.86	0.00	0.00
Μάρτιος	46.53	114.51	0.00	0.00
Απρίλιος	4.88	40.54	0.00	0.00
Μάιος	0.06	4.22	0.48	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	3.10	0.34
Ιούλιος	0.00	0.00	13.78	2.37
Αύγουστος	0.00	0.00	16.10	3.36
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.27	0.00
Οκτώβριος	0.00	0.70	0.00	0.00
Νοέμβριος	5.86	36.56	0.00	0.00
Δεκέμβριος	51.09	117.50	0.00	0.00

Πίνακας 42: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Σπάρτη

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	171.47	244.91	0.00	0.00
Φεβρουάριος	117.42	184.88	0.00	0.00
Μάρτιος	88.82	161.33	0.00	0.00
Απρίλιος	23.41	72.34	0.00	0.00
Μάιος	0.61	10.37	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.43	3.63	0.53
Ιούλιος	0.00	0.00	13.21	2.34
Αύγουστος	0.00	0.00	10.11	3.02
Σεπτέμβριος	0.00	0.78	1.17	0.02
Οκτώβριος	1.90	19.95	0.00	0.00
Νοέμβριος	41.38	102.59	0.00	0.00
Δεκέμβριος	120.03	194.00	0.00	0.00

Πίνακας 43: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Στεμνίτσα

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	264.10	338.50	0.00	0.00
Φεβρουάριος	211.31	278.99	0.00	0.00
Μάρτιος	203.26	277.66	0.00	0.00
Απρίλιος	95.98	161.74	0.00	0.00
Μάιος	32.37	78.54	0.00	0.00
Ιούνιος	4.53	25.63	0.00	0.00
Ιούλιος	0.00	0.66	0.13	0.00
Αύγουστος	0.00	0.56	1.31	0.18
Σεπτέμβριος	4.25	21.05	0.00	0.00
Οκτώβριος	38.10	100.62	0.00	0.00
Νοέμβριος	116.18	185.54	0.00	0.00
Δεκέμβριος	208.45	282.85	0.00	0.00

Πίνακας 44: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Τακτικούπολη

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	145.86	217.26	0.00	0.00
Φεβρουάριος	105.89	172.51	0.00	0.00
Μάρτιος	88.62	160.08	0.00	0.00
Απρίλιος	26.95	80.89	0.00	0.00
Μάιος	0.32	10.16	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.11	2.62	0.18
Ιούλιος	0.00	0.00	11.28	1.41
Αύγουστος	0.00	0.00	14.14	2.24
Σεπτέμβριος	0.00	0.22	0.26	0.00
Οκτώβριος	0.27	9.97	0.00	0.00
Νοέμβριος	16.27	63.57	0.00	0.00
Δεκέμβριος	83.20	152.74	0.00	0.00

Πίνακας 45: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Τρίπολη

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	261.97	336.00	0.00	0.00
Φεβρουάριος	197.52	265.20	0.00	0.00
Μάρτιος	177.23	251.63	0.00	0.00
Απρίλιος	84.00	151.94	0.00	0.00
Μάιος	18.86	58.08	0.00	0.00
Ιούνιος	1.28	10.38	0.00	0.00
Ιούλιος	0.00	0.18	0.69	0.06
Αύγουστος	0.00	0.11	1.12	0.78
Σεπτέμβριος	2.11	13.84	0.00	0.00
Οκτώβριος	36.06	99.26	0.00	0.00
Νοέμβριος	115.20	187.02	0.00	0.00
Δεκέμβριος	204.18	278.58	0.00	0.00

Πίνακας 46: Μέσες μηνιαίες βαθμομέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Φιλιατρά

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	99.14	171.14	0.00	0.00
Φεβρουάριος	68.82	134.62	0.00	0.00
Μάρτιος	55.54	124.24	0.00	0.00
Απρίλιος	9.04	53.41	0.00	0.00
Μάιος	0.14	7.04	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	0.53	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	1.90	0.03
Αύγουστος	0.00	0.00	4.19	1.10
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.00	0.00
Οκτώβριος	0.00	2.69	0.10	0.00
Νοέμβριος	6.93	40.83	0.00	0.00
Δεκέμβριος	48.40	114.05	0.00	0.00

Πίνακας 47: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Ωλένη

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	172.32	245.52	0.00	0.00
Φεβρουάριος	122.58	189.25	0.00	0.00
Μάρτιος	99.78	172.49	0.00	0.00
Απρίλιος	27.24	78.50	0.00	0.00
Μάιος	0.00	8.77	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.45	0.46	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	2.66	0.29
Αύγουστος	0.00	0.00	2.80	0.72
Σεπτέμβριος	0.00	1.07	0.00	0.00
Οκτώβριος	1.50	28.62	0.00	0.00
Νοέμβριος	34.54	90.78	0.00	0.00
Δεκέμβριος	118.48	191.74	0.00	0.00

Πίνακας 48: Μέσες μηνιαίες βαθμοημέρες ψύξης και θέρμανσης για τον σταθμό Ωλενία

Μήνας	HDD (15°C)	HDD (18°C)	CDD (28°C)	CDD (30°C)
Ιανουάριος	146.18	218.79	0.00	0.00
Φεβρουάριος	105.36	172.78	0.00	0.00
Μάρτιος	87.07	158.18	0.00	0.00
Απρίλιος	22.38	73.39	0.00	0.00
Μάιος	1.41	14.79	0.10	0.00
Ιούνιος	0.00	0.48	1.57	0.22
Ιούλιος	0.00	0.00	2.40	0.16
Αύγουστος	0.00	0.00	6.56	1.17
Σεπτέμβριος	0.00	0.30	0.16	0.00
Οκτώβριος	2.24	17.15	0.00	0.00
Νοέμβριος	25.92	77.86	0.00	0.00
Δεκέμβριος	92.68	164.58	0.00	0.00