



Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Βιώσιμου
Σχεδιασμού

ΠΜΣ Βιώσιμος Σχεδιασμός Εσωτερικού Περιβάλλοντος
Κτιρίων

Διπλωματική Εργασία

“Χρονική εξέλιξη των βαθμοημερών Ψύξης στις χώρες της
Ευρωπαϊκής Ένωσης και σενάρια κατανάλωσης ενέργειας”

Τρέβλια Καλλιόπη

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Γαρείου Ζωή

Πάτρα, Ιούνιος, 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Τρέβλια Καλλιόπης («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



“Χρονική εξέλιξη των βαθμολογιών Ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής
Ένωσης”

Τρέβλια Καλλιόπη

Επιτροπή Επίβλεψης Πτυχιακής / Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής/Επιβλέπουσα
Καθηγήτρια:

ΓΑΡΕΙΟΥ ΖΩΗ

Καθηγήτρια/ Ελληνικό Ανοικτό
Πανεπιστήμιο

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής/Συν-
Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

ΝΙΚΟΛΑΣ ΜΙΣΕΛ ΦΙΛΙΠ ΡΕΜΙ

Καθηγητής/ Πολυτεχνική Σχολή της
Νάντης (Γαλλία)

Πάτρα, Ιούνιος, 2026

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν με κάθε τρόπο στην ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, την κυρία Γαρείου Ζωή για την πολύτιμη καθοδήγηση, τη διαρκή υποστήριξη, την υπομονή και τις εύστοχες παρατηρήσεις που βελτίωσαν ουσιαστικά την διπλωματική μου εργασία. Η συμβολή της υπήρξε καθοριστική σε κάθε στάδιο εκπόνησης της εργασίας. Ευχαριστώ επίσης τα μέλη της επιτροπής, για τον χρόνο που αφιέρωσαν, καθώς και για τις επικοινωνητικές τους επισημάνσεις και συμβουλές. Επίσης, ευχαριστώ τους συμφοιτητές και φίλους μου για την ενθάρρυνση, την υποστήριξη και τις στιγμές συνεργασίας κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την αμέριστη αγάπη, την κατανόηση και τη στήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια της ακαδημαϊκής μου πορείας, καθώς υπήρξαν αρωγός. Χωρίς τη δική τους πίστη στις δυνατότητές μου, η ολοκλήρωση αυτής της εργασίας δεν θα ήταν δυνατή.

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τη χρονική εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης (Cooling Degree Days – CDD) στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι βαθμοημέρες ψύξης αποτελούν έναν από τους πιο αποτελεσματικούς δείκτες για την εκτίμηση των αναγκών ψύξης σε κτίρια, καθώς ποσοτικοποιούν το θερμικό φορτίο που απαιτείται για τη διατήρηση συνθηκών θερμικής άνεσης. Η ανάλυση των CDD είναι ιδιαίτερα κρίσιμη σε μια περίοδο όπου η κλιματική αλλαγή επιφέρει σημαντικές μεταβολές στις θερμοκρασιακές συνθήκες και, κατά συνέπεια, αυξάνει τις ανάγκες για τεχνητή ψύξη. Η έρευνα εστιάζει σε δεδομένα των τελευταίων δεκαετιών, με στόχο να αποτυπώσει τις τάσεις αύξησης των CDD στις διαφορετικές κλιματικές ζώνες της Ευρώπης. Ειδικότερα, καταγράφονται έντονες ανοδικές μεταβολές στις Μεσογειακές χώρες, όπου οι υψηλές θερινές θερμοκρασίες έχουν οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των ενεργειακών απαιτήσεων για ψύξη. Παράλληλα, ακόμη και χώρες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης παρουσιάζουν αυξημένες τιμές CDD, λόγω της γενικότερης ανόδου της μέσης θερμοκρασίας και της συχνότερης εμφάνισης καυσώνων. Ταυτόχρονα, εξετάζεται η θερινή θερμική δυσφορία στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας μέσω του δείκτη Thom, με σκοπό την αποτύπωση της διαφοροποίησης ως προς τις συνθήκες θερμικής άνεσης και δυσφορίας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι χώρες της Νότιας Ευρώπης και οι θερμότερες κλιματικές ζώνες της Ελλάδας εμφανίζουν αυξημένες ανάγκες ψύξης και μεγαλύτερη συχνότητα ημερών θερμικής δυσφορίας σε σχέση με τις βορειότερες χώρες. Συνολικά, η μελέτη καταδεικνύει ότι η συνεχιζόμενη αύξηση των βαθμοημερών ψύξης στην Ευρώπη αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που θα επηρεάσουν σημαντικά τον ενεργειακό σχεδιασμό και τη λειτουργία των κτιρίων, καθιστώντας απαραίτητη την προσαρμογή των πολιτικών, των υποδομών και του κτιριακού σχεδιασμού στις νέες κλιματικές συνθήκες.

Λέξεις – Κλειδιά

Βαθμοημέρες ψύξης, Κλιματική αλλαγή, Ενεργειακή κατανάλωση, Ενεργειακή απόδοση, Θερμική δυσφορία, Κλιματικές ζώνες Ελλάδας, Ευρωπαϊκή Ένωση.

Temporal Evolution of Cooling Degree Days in the Countries of the European Union and Energy Consumption Scenarios

Trevlia Kalliopi

Abstract

This study examines the temporal evolution of Cooling Degree Days (CDD) across the countries of the European Union. Cooling Degree Days are among the most effective indicators for estimating cooling requirements in buildings, as they quantify the thermal load required to maintain indoor thermal comfort conditions. The analysis of CDD is particularly important in a period during which climate change is causing significant changes in temperature patterns and, consequently, increasing the demand for artificial cooling. The research focuses on data from recent decades in order to identify trends in the evolution of CDD across different climatic regions of Europe. In particular, significant increases are observed in Mediterranean countries, where high summer temperatures have led to a substantial rise in cooling energy demand. At the same time, countries in Central and Northern Europe also exhibit increasing CDD values, mainly due to the overall rise in average temperatures and the more frequent occurrence of heat waves. In addition, summer thermal discomfort is examined in the four climatic zones of Greece using the Thom Discomfort Index, aiming to highlight differences in thermal comfort and discomfort conditions. The results indicate that Southern European countries and the warmer climatic zones of Greece experience higher cooling requirements and a greater frequency of thermal discomfort days compared to northern countries and cooler climatic zones. Overall, the study demonstrates that the continuous increase in Cooling Degree Days across Europe is a key factor affecting building energy planning and operation, highlighting the need to adapt policies, infrastructure, and building design practices to evolving climatic conditions.

Keywords

Cooling Degree Days (CDD), Climate Change, Energy Consumption, Energy Efficiency, Thermal Discomfort, Greek Climatic Zones, European Union.

Περιεχόμενα

Περίληψη	v
Abstract	vi
Περιεχόμενα	vii
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	ix
Κατάλογος Πινάκων	xi
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	xiii
Εισαγωγή	1
1. Εισαγωγή στις βαθμομέρες και την ενεργειακή κατανάλωση	2
1.1 Βαθμομέρες και ενεργειακή κατανάλωση	3
1.2 Μέθοδοι υπολογισμού βαθμομερών	4
1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τις βαθμομέρες	6
1.4 Κλιματικά χαρακτηριστικά της Ευρωπαϊκής Ένωσης	8
1.5 Βαθμομέρες ψύξης στην Ευρώπη	9
1.6 Περιορισμοί των βαθμομερών	10
1.7 Σύνοψη κεφαλαίου	12
2. Ανάλυση βαθμομερών ψύξης και ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρώπη	13
2.1 Εισαγωγή	13
2.2 Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Ευρώπη	14
2.3 Σχέση βαθμομερών ψύξης και ενεργειακής κατανάλωσης	15
2.4 Περιφερειακές διαφοροποιήσεις στην Ευρώπη	16
2.5 Δείκτης Θερμικής Δυσφορίας Thom	17
2.6 Σύνοψη κεφαλαίου	18
3. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα	19
3.1 Σκοπός της έρευνας	19
3.2 Ερευνητικά ερωτήματα	20
4. Μεθοδολογία της έρευνας	22
4.1 Μεθοδολογική προσέγγιση	22
4.2 Συλλογή δεδομένων	25
4.3 Επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων	26
5. Αποτελέσματα και ανάλυση δεδομένων	29
5.1 Συγκριτική ανάλυση βαθμομερών ψύξης μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης	29
5.2 Διαχρονική εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης	32
5.2.1. Χώρες Κεντρικής Ευρώπης	32
5.2.1.9 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Κεντρικής Ευρώπης	48
5.2.2 Χώρες Βόρειας Ευρώπης	49
5.2.2.8 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Βόρειας Ευρώπης	62
5.2.3 Χώρες Νότιας Ευρώπης	63
5.2.3.8 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Νότιας Ευρώπης	76
5.2.4 Χώρες Δυτικής Ευρώπης	77
5.2.4.3 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Δυτικής Ευρώπης	80
5.2.5 Χώρες Ανατολικής Ευρώπης	81

5.2.5.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Ανατολικής Ευρώπης.....	87
5.3 Εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στην Ελλάδα για την χρονική περίοδο 1980- 2025.....	87
5.3.1 Συγκριτική αξιολόγηση των βαθμομερών ψύξης στις γεωγραφικές περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης.....	90
5.4 Ανάλυση της θερινής θερμικής δυσφορίας μέσω του δείκτη Thom στις κλιματικές ζώνες της Ελλάδος.....	90
5.4.1 Κλιματική Ζώνη Α.....	90
5.4.2 Κλιματική Ζώνη Β.....	102
5.4.3 Κλιματική Ζώνη Γ.....	117
5.4.4 Κλιματική Ζώνη Δ.....	130
5.4.5 Συνολική σύγκριση των κλιματικών ζωνών ως προς τη θερμική δυσφορία....	144
6 Συμπεράσματα.....	145
Βιβλιογραφία.....	149

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Διάγραμμα 4.1: Μέσος όρος βαθμοημερών ψύξης σε επιλεγμένες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την περίοδο 1980-2025.....	30
Διάγραμμα 5.2.1: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στο Βέλγιο για την περίοδο 1980-2025.....	33
Διάγραμμα 5.2.2: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στη Γερμανία για την περίοδο 1980-2025.....	35
Διάγραμμα 5.2.3: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στην Αυστρία για την περίοδο 1980-2025.....	37
Διάγραμμα 5.2.4: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στην Πολωνία για την περίοδο 1980-2025.....	39
Διάγραμμα 5.2.5: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στην Τσεχία για την περίοδο 1980-2025.....	41
Διάγραμμα 5.2.6: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στη Σλοβακία για την περίοδο 1980-2025.....	43
Διάγραμμα 5.2.7: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στην Ουγγαρία για την περίοδο 1980-2025.....	45
Διάγραμμα 5.2.8: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στο Λουξεμβούργο για την περίοδο 1980-2025.....	47
Διάγραμμα 5.2.9: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στη Δανία για την περίοδο 1980-2025.....	49
Διάγραμμα 5.2.10: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στη Σουηδία για την περίοδο 1980-2025.....	51
Διάγραμμα 5.2.11: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στη Φινλανδία για την περίοδο 1980-2025.....	53
Διάγραμμα 5.2.12: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στην Ιρλανδία για την περίοδο 1980-2025.....	55
Διάγραμμα 5.2.13: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στην Εσθονία για την περίοδο 1980-2025.....	57
Διάγραμμα 5.2.14: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στη Λετονία για την περίοδο 1980-2025.....	59
Διάγραμμα 5.2.15: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στη Λιθουανία για την περίοδο 1980-2025.....	61
Διάγραμμα 5.2.16: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στην Ελλάδα για την περίοδο 1980-2025.....	63
Διάγραμμα 5.2.17: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στην Ισπανία για την περίοδο 1980-2025.....	65
Διάγραμμα 5.2.18: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στην Ιταλία για την περίοδο 1980-2025.....	67
Διάγραμμα 5.2.19: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στην Πορτογαλία για την περίοδο 1980-2025.....	69

Διάγραμμα 5.2.20: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Κύπρο για την περίοδο 1980-2025.	71
Διάγραμμα 5.2.21: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Μάλτα για την περίοδο 1980-2025.	73
Διάγραμμα 5.2.22: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Κροατία για την περίοδο 1980-2025.	75
Διάγραμμα 5.2.23: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Γαλλία για την περίοδο 1980-2025.	77
Διάγραμμα 5.2.24: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Ολλανδία για την περίοδο 1980-2025.	79
Διάγραμμα 5.2.25: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Βουλγαρία για την περίοδο 1980-2025.	81
Διάγραμμα 5.2.26: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Ρουμανία για την περίοδο 1980-2025.	83
Διάγραμμα 5.2.27: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Σλοβενία για την περίοδο 1980-2025.	85
Διάγραμμα 5.3 Εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στην Ελλάδα για την χρονική περίοδο 1980-2025.	88
Διάγραμμα 5.4.1: Διαχρονική εξέλιξη των ημερών θερμικής δυσφορίας σύμφωνα με τις κατηγορίες του δείκτη Thom στην κλιματική ζώνη Α κατά την περίοδο (1955-2021).	101
Διάγραμμα 5.4.2: Διαχρονική εξέλιξη των κατηγοριών του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην κλιματική ζώνη Β (1955-2021).	115
Διάγραμμα 5.4.3: Διαχρονική εξέλιξη των κατηγοριών του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην κλιματική ζώνη Γ (1959-2021).	128
Διάγραμμα 5.4.4: Διαχρονική εξέλιξη των κατηγοριών του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην κλιματική ζώνη Δ (1955-2021).	143

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 5.1: Κατανομή ημερών ανά κατηγορία του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην κλιματική ζώνη Α (1955–2021).....	90
Πίνακας 5.2: Κατανομή ημερών ανά κατηγορία του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην κλιματική ζώνη Β (1955–2021).....	102
Πίνακας 5.3: Κατανομή ημερών ανά κατηγορία του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην κλιματική ζώνη Γ (1959–2021).....	117
Πίνακας 5.4: Κατανομή ημερών ανά κατηγορία του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην κλιματική ζώνη Δ (1955–2021).....	130

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

CDD	Cooling Degree Days (Βαθμομέρες ψύξης)
EU	European Union (Ευρωπαϊκή Ένωση)
Thom DI	Thom Discomfort Index (Δείκτης Θερμικής Δυσφορίας Thom)

Εισαγωγή

Η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα στον τομέα της ενέργειας, καθώς συνδέεται άμεσα με τις κλιματικές συνθήκες και τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης. Τα τελευταία χρόνια, η κλιματική αλλαγή έχει επηρεάσει σημαντικά τις θερμοκρασιακές συνθήκες, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τις μεταβολές στις ενεργειακές απαιτήσεις των κτιρίων, ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες. Για τον λόγο αυτό, οι βαθμοημέρες αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για την εκτίμηση της σχέσης μεταξύ κλίματος και ενεργειακής κατανάλωσης. Με τη χρήση των βαθμοημερών είναι εφικτή η ποσοτικοποίηση των αναγκών για ψύξη, αλλά και η ανάλυση των διαφορών που παρατηρούνται μεταξύ των χωρών και των περιοχών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση της Ευρώπης, όπου οι κλιματικές συνθήκες διαφοροποιούνται σημαντικά μεταξύ βόρειων και νότιων περιοχών. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των βαθμοημερών ψύξης στην Ευρώπη και η διερεύνηση της σχέσης τους με την ενεργειακή κατανάλωση, καθώς και η αξιολόγηση της θερινής θερμικής δυσφορίας μέσω του δείκτη Thom. Αναλύοντας με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα, επιδιώκεται η κατανόηση των τάσεων που παρατηρούνται, καθώς και η ανάδειξη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων. Η εργασία οργανώνεται σε έξι κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο των βαθμοημερών, οι μέθοδοι υπολογισμού τους, οι παράγοντες που τις επηρεάζουν, καθώς και τα κλιματικά χαρακτηριστικά της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης στην Ευρώπη και η σχέση τους με την ενεργειακή κατανάλωση, ενώ επίσης εξετάζονται και οι περιφερειακές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών, ενώ παράλληλα αναλύεται η θερινή θερμική δυσφορία μέσω του δείκτη Thom. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται ο σκοπός της έρευνας και τα ερευνητικά ερωτήματα. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας, η συλλογή των δεδομένων και η διαδικασία επεξεργασίας και ανάλυσής τους. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας, τα οποία αφορούν τη διαχρονική εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης στην Ελλάδα και στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και την ανάλυση της θερινής θερμικής δυσφορίας στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας μέσω του

δείκτη Thom. Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα της μελέτης και οι διαπιστώσεις που προκύπτουν από την ανάλυση των αποτελεσμάτων.

1. Εισαγωγή στις βαθμομέρες και την ενεργειακή κατανάλωση

Η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που έχουν αντίκτυπο στη συνολική ενεργειακή ζήτηση, κυρίως σε περιοχές με έντονες κλιματικές μεταβολές. Οι κλιματικές συνθήκες και κυρίως η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ανάγκη για θέρμανση και ψύξη, και αυτό γιατί καθορίζουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων (Mourshed, 2012).

Στην συνέχεια, οι βαθμομέρες είναι ένας δείκτης ευρέως χρησιμοποιούμενος και γνωστός για την εκτίμηση της σχέσης μεταξύ κλίματος και ενεργειακής κατανάλωσης. Οι βαθμομέρες βασίζονται στη διαφορά μεταξύ της εξωτερικής θερμοκρασίας και μιας θερμοκρασίας βάσης και δίνουν τον βαθμό ανάγκης για θέρμανση ή ψύξη σε μία περιοχή (Badescu & Zamfir, 1999).

Οι διαφοροποιήσεις αυτές είναι ιδιαίτερα εμφανείς σε ευρωπαϊκό επίπεδο, όπου παρατηρούνται ποικίλες διαφοροποιήσεις μεταξύ των χωρών, τόσο ως προς το κλίμα όσο και ως προς την ενεργειακή κατανάλωση. Η αύξηση των θερμοκρασιών σε πολλές περιοχές της Ευρώπης συσχετίζεται με την αύξηση των βαθμομερών ψύξης, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα, την ανάγκη για ηλεκτρική ενέργεια (Pangsy-Kania et al, 2024).

Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι να δοθεί και να παρουσιαστεί η έννοια των βαθμομερών και της σχέσης τους με την ενεργειακή κατανάλωση, δίνοντας έμφαση στις βαθμομέρες ψύξης. Επιπρόσθετα, δίνονται και οι μέθοδοι υπολογισμού τους, οι παράγοντες που τις επηρεάζουν, αλλά και τα κλιματικά χαρακτηριστικά της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αφορούν την ενεργειακή ζήτηση (Ramsebner et al, 2021).

Εν κατακλείδι, το κεφάλαιο αυτό αποτελεί τα «θεμέλια» για το θεωρητικό υπόβαθρο με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της ανάλυσης που ακολουθεί, για να γίνει κατανοητή η σχέση μεταξύ κλίματος και ενεργειακής κατανάλωσης, αλλά και των προκλήσεων που δημιουργούνται κατά την ενεργειακή μετάβαση (Mourshed, 2012; Castaño-Rosa et al, 2021).

1.1 Βαθμοημέρες και ενεργειακή κατανάλωση

Οι βαθμοημέρες αποτελούν έναν από τους πιο γνωστούς δείκτες για την εκτίμηση της επίδρασης των κλιματικών συνθηκών στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Η αρχή του δείκτη αυτού αφορά την συσχέτιση της εξωτερικής θερμοκρασίας με την ανάγκη για θέρμανση ή ψύξη, προσφέροντας την δυνατότητα ποσοτικοποίησης των ενεργειακών αναγκών σε μία συγκεκριμένη περιοχή και μία συγκεκριμένη περίοδο (Badescu & Zamfir, 1999).

Πιο συγκεκριμένα, οι βαθμοημέρες απεικονίζουν τη διαφορά μεταξύ της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας και μίας προκαθορισμένης θερμοκρασίας βάσης, η οποία αφορά το επίπεδο θερμικής άνεσης. Για να γίνει πιο κατανοητό, όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αποκλίνει από τη θερμοκρασία βάσης, δημιουργείται αντίστοιχα και η ανάγκη για χρήση συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης (Mourshed, 2012).

Στη συνέχεια, οι βαθμοημέρες διακρίνονται σε βαθμοημέρες θέρμανσης και ψύξης. Οι βαθμοημέρες θέρμανσης χρησιμοποιούνται όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία βάσης και σχετίζονται με την ανάγκη για θέρμανση, ενώ οι βαθμοημέρες ψύξης χρησιμοποιούνται όταν η θερμοκρασία υπερβαίνει τη θερμοκρασία βάσης και σχετίζονται με την ανάγκη για ψύξη. Η διαφοροποίηση αυτή δίνει την δυνατότητα κατανόησης της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες (Mourshed, 2012).

Η χρήση των βαθμοημερών στη βιβλιογραφία χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό, καθώς προσφέρουν έναν απλοποιημένο και πρακτικό τρόπο ανάλυσης της ενεργειακής κατανάλωσης. Με τη χρήση των βαθμοημερών, δίνεται η δυνατότητα σύγκρισης διαφορετικών περιοχών ή χρονικών περιόδων, κάτι το οποίο βοηθά στη μελέτη των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην ενεργειακή ζήτηση (Castaño-Rosa et al, 2021).

Επίσης, οι βαθμοημέρες χρησιμοποιούνται και ως μοντέλα πρόβλεψης της ενεργειακής κατανάλωσης, αυτό γιατί μπορούν να συνδυαστούν με δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας για την εκτίμηση μελλοντικών αναγκών. Λόγω της χρήσης τους, προσφέρουν στον ενεργειακό σχεδιασμό και στη λήψη αποφάσεων που σχετίζονται με την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων και των ενεργειακών συστημάτων (Ramsebner et al, 2021).

Τέλος, οι βαθμομέρες αποτελούν ένα αξιοσημείωτο εργαλείο για την κατανόηση της σχέσης μεταξύ κλίματος και ενεργειακής κατανάλωσης. Πέρα από το γεγονός ότι είναι ένας δείκτης εύκολος στην χρήση, παρέχει και σημαντικές πληροφορίες για την ανάλυση της ενεργειακής ζήτησης και χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο στην έρευνα όπου χρειάζεται όσο και στον ενεργειακό σχεδιασμό (Mourshed, 2012, Castaño-Rosa et al.2021).

1.2 Μέθοδοι υπολογισμού βαθμομερών

Ο υπολογισμός των βαθμομερών ψύξης αποτελεί βασικό στάδιο για την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου ή μιας περιοχής. Η ιδέα των βαθμομερών ψύξης είναι απλή, παρόλα αυτά στην βιβλιογραφία μας έχουν δοθεί διαφορετικές μεθοδολογίες υπολογισμού, οι οποίες διαφοροποιούνται ως προς το ποσοστό ακρίβειας και τα δεδομένα τα οποία είναι απαραίτητα (Badescu & Zamfir,1999).

Οι βαθμομέρες ψύξης (Cooling Degree Days – CDD) βασίζονται στη σύγκριση της εξωτερικής θερμοκρασίας με μια συγκεκριμένη θερμοκρασία αναφοράς, η οποία ονομάζεται θερμοκρασίας βάσης. Όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία βάσης, θεωρείται ότι υπάρχει ανάγκη για ψύξη. Η διαφορά μεταξύ των δύο τιμών εκφράζει το μέγεθος της θερμικής επιβάρυνσης. Σε ημερήσια βάση, οι βαθμομέρες ψύξης υπολογίζονται ως η διαφορά μεταξύ της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας βάσης, μόνο για τις ημέρες κατά τις οποίες η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη αυτής της θερμοκρασίας βάσης. Το άθροισμα αυτών των διαφορών για μία χρονική περίοδο, όπως για παράδειγμα ένας μήνας ή ένα έτος, δίνει τη συνολική τιμή των βαθμομερών ψύξης για την περίοδο αυτή. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι η πιο απλή και χρησιμοποιείται ευρέως σε μελέτες μεγάλης κλίμακας, καθώς δεν χρειάζεται πληθώρα δεδομένων και δίνει την δυνατότητα σύγκρισης διαφορετικών περιοχών (Badescu & Zamfir,1999). Η επιλογή της θερμοκρασίας βάσης αποτελεί σημαντικό παράγοντα στον υπολογισμό των βαθμομερών. Η θερμοκρασία αυτή δείχνει το βαθμό στον οποίο ένα κτίριο δεν χρειάζεται ψύξη για να διατηρήσει συνθήκες άνεσης οι οποίες είναι αποδεκτές. Στην βιβλιογραφία που εξετάζουμε και χρησιμοποιούμε, παρουσιάζονται συχνά σταθερές τιμές θερμοκρασίας βάσης, προκειμένου να διασφαλιστεί η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών περιοχών. Παρόλα αυτά, η

πραγματική τιμή της θερμοκρασίας βάσης μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του κτιρίου, όπως η θερμομόνωση, τα εσωτερικά φορτία και οι συνήθειες των χρηστών. Είναι άξιο λόγου να αναφερθεί ότι, η επιλογή διαφορετικής θερμοκρασίας βάσης μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα διαφορετικές τιμές βαθμοημερών. Για τον λόγο αυτό είναι επιτακτική η ανάγκη να χρησιμοποιείται σταθερή μεθοδολογία, κυρίως σε μελέτες που συγκρίνουν και μελετούν δεδομένα μεταξύ χωρών ή χρονικών περιόδων (Mourshed, 2012).

Η πιο γνωστή μέθοδος υπολογισμού είναι η μέθοδος των ημερήσιων βαθμοημερών (Degree Days). Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται η μέση ημερήσια θερμοκρασία, η οποία υπολογίζεται, κατά βάση, ως ο μέσος όρος της μέγιστης και της ελάχιστης θερμοκρασίας της ημέρας. Για κάθε ημέρα κατά την οποία η μέση θερμοκρασία είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία βάσης, υπολογίζεται η διαφορά μεταξύ αυτών των δύο τιμών. Το άθροισμα αυτών των διαφορών για μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο δίνει τις συνολικές βαθμοημέρες ψύξης. Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική σε μελέτες και κατά επέκταση σε αναλύσεις που καλύπτουν μεγάλες γεωγραφικές περιοχές ή μεγάλες χρονικές περιόδους. Επιπρόσθετα, τα δεδομένα τα οποία χρειάζονται είναι συνήθως διαθέσιμα, κάτι το οποίο καθιστά τη μέθοδο αυτή εύκολη στην εφαρμογή. Ωστόσο, η χρήση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια πληροφοριών, καθώς δεν λαμβάνει υπόψη τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια της ημέρας. Πιο συγκεκριμένα, μία ημέρα με υψηλές θερμοκρασίες, κατά την διάρκεια της ημέρας, αλλά χαμηλότερες κατά την διάρκεια της νύχτας μπορεί να δώσει μία τιμή κοντά στη θερμοκρασία βάσης, παρότι υπάρχει μεγάλη ανάγκη για ψύξη κατά τη διάρκεια της ημέρας (Durmaz et al., 2000).

Για την αντιμετώπιση των περιορισμών της ημερήσιας προσέγγισης, έχει προταθεί η χρήση της μεθόδου των βαθμοωρών (Degree Hours). Κατά την μέθοδο αυτή ο υπολογισμός γίνεται σε ωριαία βάση, χρησιμοποιώντας δεδομένα θερμοκρασίας ανά ώρα. Για κάθε ώρα κατά την οποία η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από αυτήν της θερμοκρασίας βάσης, υπολογίζεται η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών τιμών. Το άθροισμα αυτών των διαφορών για το σύνολο των ωρών μιας περιόδου δίνει τις συνολικές βαθμοώρες ψύξης. Επιπλέον, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι αυτή η μέθοδος προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια, καθώς λαμβάνει υπόψη τη μεταβολή της θερμοκρασίας μέσα στην ημέρα. Είναι μία μέθοδος αρκετά πρακτική και χρήσιμη σε μελέτες που εξετάζουν τη

λειτουργία των κτιρίων σε μικρό χρονικό διάστημα ή σε μελέτες που σχετίζονται με τη ζήτηση ενέργειας κατά τις ώρες αιχμής (Coskun, 2010). Παρόλα αυτά, η χρήση αυτής της μεθόδου απαιτεί λεπτομερή δεδομένα θερμοκρασίας, τα οποία δεν είναι πάντα διαθέσιμα. Επίσης, η επεξεργασία των δεδομένων είναι πιο περίπλοκη σε σχέση με τη μέθοδο των ημερήσιων βαθμοημερών (Durmaz et al, 2000).

Οι δύο βασικές προσεγγίσεις, δηλαδή αυτές των βαθμοημερών και των βαθμοωρών, έχουν κάποιες διαφοροποιήσεις ως προς την λεπτομέρεια και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Η μέθοδος των βαθμοημερών είναι πιο απλή και κατάλληλη για γενικές αναλύσεις, κυρίως όταν εξετάζονται μεγάλες χρονικές περιόδους ή μεγάλες γεωγραφικές περιοχές. Αντιθέτως, η μέθοδος των βαθμοωρών προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια, αλλά χρειάζεται περισσότερα δεδομένα και πιο πολυσύνθετη επεξεργασία. Στη βιβλιογραφία, οι βαθμοημέρες χρησιμοποιούνται πιο συχνά σε μελέτες που εξετάζουν τη σχέση μεταξύ κλίματος και ενεργειακής κατανάλωσης σε ευρεία κλίμακα, ενώ οι βαθμοώρες χρησιμοποιούνται κυρίως σε πιο σύνθετες αναλύσεις (Mourshed, 2012).

1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τις βαθμοημέρες

Οι βαθμοημέρες ψύξης επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, οι οποίοι συσχετίζονται τόσο με τις κλιματικές συνθήκες όσο και με τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος. Η κατανόηση αυτών των παραγόντων είναι υψίστης σημασίας, καθώς βοηθά στην εξήγηση των διαφορών που παρατηρούνται μεταξύ περιοχών και στη σωστή αξιοποίηση των βαθμοημερών σε ενεργειακές αναλύσεις (Badescu & Zamfir, 1999; Mourshed, 2012).

Ο σημαντικότερος παράγοντας που επηρεάζει τις βαθμοημέρες ψύξης είναι το κλίμα μιας περιοχής. Η μέση θερμοκρασία, η διάρκεια των θερμών περιόδων και η συχνότητα εμφάνισης καυσώνων καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την ανάγκη για ψύξη. Σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες κατά τις θερινές περιόδους, οι βαθμοημέρες ψύξης είναι κατά βάση πιο αυξημένες, και αυτό γιατί η θερμοκρασία υπερβαίνει τη θερμοκρασία βάσης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Τα τελευταία χρόνια, η επίδραση της κλιματικής αλλαγής έχει γίνει πιο εμφανής. Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας και η μεγαλύτερη διάρκεια των θερμών περιόδων οδηγούν σε αύξηση των βαθμοημερών ψύξης σε πολλές περιοχές της Ευρώπης (Ortiz-Beviá et al, 2012; Mourshed, 2012).

Η γεωγραφική θέση μιας περιοχής επηρεάζει άμεσα τις τιμές των βαθμομερών ψύξης. Περιοχές που βρίσκονται σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη, όπως οι χώρες της Μεσογείου, απορροφούν μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία και έχουν υψηλότερες θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Αυτό οδηγεί σε αυξημένες τιμές βαθμομερών ψύξης. Στον αντίποδα, οι περιοχές της Βόρειας Ευρώπης χαρακτηρίζονται από χαμηλότερες θερμοκρασίες και μικρότερη διάρκεια θερμών περιόδων, κάτι το οποίο οδηγεί σε χαμηλότερες τιμές βαθμομερών ψύξης. Παρόλα αυτά, λόγω της κλιματικής αλλαγής και αυτές οι περιοχές εμφανίζουν αυξημένες βαθμομέρες ψύξης τα τελευταία χρόνια (Pangsy-Kania et al,2024).

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τις βαθμομέρες ψύξης είναι η αστικοποίηση. Στα αστικά κέντρα παρατηρείται συχνά το φαινόμενο της θερμικής νησίδας, σύμφωνα με το οποίο οι θερμοκρασίες στο εσωτερικό των πόλεων είναι υψηλότερες σε σχέση με τις αγροτικές περιοχές. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως οι πυκνοκατοικημένες περιοχές, η χρήση υλικών που απορροφούν θερμότητα και η περιορισμένη βλάστηση. Για αυτούς τους λόγους οι πόλεις εμφανίζουν αυξημένες θερμοκρασίες ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της νύχτας, κάτι το οποίο οδηγεί σε αύξηση των βαθμομερών ψύξης. Το φαινόμενο της αστικοποίησης είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε μεγάλες πόλεις, όπου η ανάγκη για ψύξη είναι αυξημένη σε σχέση με τις λιγότερο πυκνοκατοικημένες περιοχές (Mourshed,2012).

Τα χαρακτηριστικά των κτιρίων επηρεάζουν άμεσα την πραγματική ανάγκη για ψύξη και συνεπώς, τη σχέση μεταξύ βαθμομερών-ενεργειακής κατανάλωσης. Παράγοντες όπως η θερμομόνωση, τα υλικά κατασκευής, ο προσανατολισμός του κτιρίου και τα ανοίγματα επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο ένα κτίριο αντιδρά στις εξωτερικές θερμοκρασίες. Πιο συγκεκριμένα, ένα κτίριο με καλή θερμομόνωση μπορεί να περιορίσει τη θερμική επιβάρυνση κατά τη διάρκεια των θερινών περιόδων και να μειώσει την ανάγκη για χρήση κλιματισμού. Αντίθετα, ένα κτίριο με ανεπαρκή θερμομόνωση μπορεί να παρουσιάζει αυξημένες ανάγκες για ψύξη, ακόμα και όταν οι βαθμομέρες δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές. Για τους παραπάνω λόγους, οι βαθμομέρες αποτελούν έναν γενικό δείκτη και δεν δίνουν πλήρως την πραγματική ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων (Kim et al,2010).

Η συμπεριφορά των χρηστών είναι ένας αρκετά σημαντικός παράγοντας που κάποιες φορές αψηφάτε στον υπολογισμό των βαθμομερών, αλλά επηρεάζει σημαντικά την κατανάλωση

ενέργειας. Οι συνήθειες των χρηστών, όπως η χρήση ή μη των κλιματιστικών, οι ρυθμίσεις θερμοκρασίας, και ο χρόνος λειτουργίας αυτών, μπορούν να αλλάξουν τα δεδομένα της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας. Για παράδειγμα, δύο κτίρια στην ίδια περιοχή με ίδιες τιμές βαθμομερών μπορεί να παρουσιάζουν σημαντική διαφορά στην κατανάλωση ενέργειας, σχετιζόμενα με τον τρόπο χρήσης. Τα δεδομένα αυτά μας δείχνουν ότι οι βαθμομέρες δίνουν γενική εκτίμηση και δεν συμπεριλαμβάνει τη συμπεριφορά των χρηστών (Mourshed, 2012; Ramsebner et al,2021).

Οι βαθμομέρες ψύξης δεν επηρεάζονται από έναν παράγοντα αλλά από όλους τους παράγοντες που προαναφέρθηκαν παραπάνω. Το κλίμα, η γεωγραφική θέση, η αστικοποίηση, τα χαρακτηριστικά των κτιρίων και η συμπεριφορά των χρηστών συνδέονται άρρηκτα και καθορίζουν τη συνολική ανάγκη για ψύξη. Για αυτό το λόγο, η χρήση των βαθμομερών πρέπει να γίνεται με προσοχή για να δοθούν σωστά αποτελέσματα. Είναι χρήσιμος δείκτης για την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών, αλλά δεν μπορεί να αποδώσει τις πραγματικές συνθήκες. Η χρήση του είναι παρόλα αυτά σημαντική καθώς επιτρέπει τη σύγκριση διαφορετικών περιοχών και τη μελέτη του κλίματος σε μεγάλη κλίμακα (Kim et al,2010; Mourshed,2012).

1.4 Περιορισμοί των βαθμομερών

Παρόλο που οι βαθμομέρες αποτελούν ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο εργαλείο για την εκτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης, παρουσιάζουν ορισμένους περιορισμούς που είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψιν. Το βασικό μειονέκτημα τους είναι ότι βασίζονται κατά βάση στη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη άλλους σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων (Mourshed,2012).

Ένας από τους βασικούς περιορισμούς είναι ότι οι βαθμομέρες δεν αποτυπώνουν πλήρως τα χαρακτηριστικά των κτιρίων, όπως η θερμομόνωση, ο προσανατολισμός ή η ποιότητα των υλικών κατασκευής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, δύο κτίρια με τις ίδιες βαθμομέρες να παρουσιάζουν διαφορετική κατανάλωση ενέργειας, γεγονός που περιορίζει την ακρίβεια της μεθόδου (Ramsebner et al,2021).

Επιπρόσθετα, οι βαθμομέρες δεν λαμβάνουν υπόψη τη συμπεριφορά των χρηστών, η οποία μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας. Η χρήση ή μη των συστημάτων ψύξης, οι ρυθμίσεις θερμοκρασίας και οι καθημερινές συνήθειες των χρηστών αποτελούν παράγοντες που δεν αποτυπώνονται στον δείκτη των βαθμομερών (Castaño-Rosa et al.2021).

Ένας ακόμη περιορισμός είναι ότι οι βαθμομέρες βασίζονται σε μια σταθερή θερμοκρασία αναφοράς, η οποία δεν είναι σε κάθε περίπτωση κατάλληλη για όλες τις περιοχές ή για όλα τα κτίρια. Η επιλογή διαφορετικής θερμοκρασίας βάσης μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικά αποτελέσματα, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την επιρροή στην σύγκριση των δεδομένων (Badescu & Zamfir,1999).

Τέλος, οι βαθμομέρες αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο για την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών, κυρίως λόγω της απλότητας και της ευκολίας ως προς την εφαρμογή τους. Παρόλα αυτά, για πιο ακριβείς εκτιμήσεις, είναι σημαντικό να συνδυάζονται με άλλες μεθόδους και δεδομένα, έτσι ώστε να λαμβάνονται υπόψη περισσότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση (Mourshed, 2012; Castaño-Rosa et al,2021).

1.5 Κλιματικά χαρακτηριστικά της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η Ευρωπαϊκή Ένωση χαρακτηρίζεται από σημαντική ποικιλομορφία ως προς τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις χώρες από τις οποίες αποτελείται. Οι διαφορές αυτές οφείλονται κυρίως στο γεωγραφικό πλάτος, τη μορφολογία του εδάφους και την επίδραση θαλάσσιων και ηπειρωτικών κλιματικών συστημάτων. Για τον λόγο αυτό παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις στις θερμοκρασίες και στα κλιματικά χαρακτηριστικά μεταξύ των περιοχών της Ευρώπης (Ortiz-Beviá et al., 2012).

Αρχικά, στις βόρειες χώρες της Ευρώπης επικρατούν χαμηλότερες θερμοκρασίες κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του χρόνου, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ανάγκη για θέρμανση και μικρότερες ανάγκες για ψύξη. Αντίθετα, στις νότιες χώρες και κυρίως στις μεσογειακές περιοχές, οι θερμοκρασίες είναι υψηλότερες, κυρίως κατά τους θερινούς μήνες, γεγονός που αυξάνει σημαντικά τη ζήτηση για ψύξη και τη χρήση συστημάτων κλιματισμού (Mourshed, 2012).

Η εποχικότητα αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό του ευρωπαϊκού κλίματος. Κατά τη χειμερινή περίοδο, οι χαμηλές θερμοκρασίες οδηγούν σε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση, ενώ αντίστοιχα κατά τη θερινή περίοδο, κυρίως στις νότιες και κεντρικές περιοχές, οι υψηλές θερμοκρασίες αυξάνουν την ανάγκη για ψύξη. Η εναλλαγή αυτή επηρεάζει σε υψηλό βαθμό την κατανομή της ενεργειακής κατανάλωσης μέσα στο χρόνο (Ramsebner et al, 2021).

Στη συνέχεια, τα τελευταία χρόνια, η κλιματική αλλαγή έχει επηρεάσει σημαντικά τις θερμοκρασιακές συνθήκες στην Ευρώπη. Παρατηρείται αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, καθώς εμφανίζονται όλο και περισσότερο ακραία φαινόμενα, όπως οι καύσωνες. Οι αλλαγές αυτές οδηγούν σε όλο ένα και μεγαλύτερη αύξηση της ανάγκης για ψύξη και επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τη συνολική ενεργειακή ζήτηση (Pangsy-Kania et al, 2024).

Οι διαφορές μεταξύ βόρειας και νότιας Ευρώπης, σε συνδυασμό με τις εποχικές μεταβολές της θερμοκρασίας, καθιστούν απαραίτητη την προσαρμογή των ενεργειακών συστημάτων στις τοπικές συνθήκες. Η κατανόηση αυτών των κλιματικών χαρακτηριστικών αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επεξήγηση των βαθμομερών ψύξης και της ενεργειακής κατανάλωσης σε ευρωπαϊκό επίπεδο (Castaño-Rosa et al, 2021).

1.6 Βαθμομέρες ψύξης στην Ευρώπη

Με βάση τα κλιματικά χαρακτηριστικά που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι βαθμομέρες ψύξης παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι βαθμομέρες ψύξης παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των χωρών της Ευρώπης, αυτό γιατί οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε διάφορες περιοχές τις ηπείρου είναι διαφορετικές. Η Ευρώπη χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλία κλιμάτων, τα οποία επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης των κτιρίων. Για τον λόγο αυτό, οι βαθμομέρες αποτελούν έναν σημαντικό δείκτη για την κατανόηση των διαφορών στις ενεργειακές ανάγκες μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών (Ortiz-Beviá et al., 2012). Στις χώρες της Μεσογείου, όπως είναι η Ελλάδα, η Ιταλία και η Ισπανία, οι βαθμομέρες ψύξης εμφανίζουν συνήθως υψηλότερες τιμές. Αυτό συμβαίνει γιατί οι συγκεκριμένες περιοχές έχουν ως χαρακτηριστικό τα θερμά και συχνά παρατεταμένα καλοκαίρια. Κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών οι θερμοκρασίες μπορούν να παραμένουν υψηλές για μεγάλα χρονικά διαστήματα, γεγονός

που καθιστά επιτακτική την ανάγκη για χρήση συστημάτων κλιματισμού στα κτίρια. Αντιθέτως, στις χώρες της Βόρειας Ευρώπης οι θερμοκρασίες είναι κατά βάση χαμηλότερες και οι ανάγκες για ψύξη είναι πιο περιορισμένες (Mourshed,2012). Παρόλα αυτά, τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί σταδιακή μεταβολή αυτών των δεδομένων. Πληθώρα μελετών δείχνουν ότι οι βαθμοημέρες ψύξης αυξάνονται σε πολλές περιοχές της Ευρώπης, ακόμη και σε χώρες όπου στο παρελθόν η ανάγκη για ψύξη ήταν σχετικά μικρή. Η αλλαγή αυτή αφορά κυρίως την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας και τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης θερμών περιόδων και καυσώνων. Η αύξηση των θερμοκρασιών οδηγεί σε μεγαλύτερη ανάγκη για χρήση κλιματιστικών συστημάτων και, κατά συνέπεια, σε αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τους θερινούς μήνες (Pangsy-Kania et al,2024). Η αύξηση των βαθμοημερών ψύξης έχει σημαντικές επιπτώσεις για το ενεργειακό σύστημα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Όσο μεγαλύτερη είναι η χρήση των κλιματιστικών συστημάτων τόσο αυξημένη είναι αντίστοιχα η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας, κυρίως τις θερμές περιόδους του καλοκαιριού.

Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις η ζήτηση αυτή μπορεί να δημιουργήσει πιέσεις στα ενεργειακά δίκτυα, ιδιαίτερα κατά τις ώρες αιχμής, όταν η χρήση κλιματισμού είναι πιο έντονη (Ramsebner et al. 2021). Ταυτόχρονα, η εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης επηρεάζει και τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται τα κτίρια στην Ευρώπη. Επειδή οι ανάγκες για ψύξη αυξάνονται, δίνεται μεγαλύτερη προσοχή σε στρατηγικές που μειώνουν τη θερμική επιβάρυνση των κτιρίων, όπως η βελτίωση της θερμομόνωσης, η χρήση σκίασης και ο παθητικός δροσισμός. Οι στρατηγικές αυτές βοηθούν στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και στην καλύτερη προσαρμογή των κτιρίων στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες (Castaño-Rosa et al,2021). Η μελέτη των βαθμοημερών ψύξης στην Ευρώπη είναι συνεπώς πολύ σημαντική, καθώς επιτρέπει την κατανόηση των τάσεων που συσχετίζονται με το κλίμα και την ενεργειακή κατανάλωση. Μέσα από την μελέτη των βαθμοημερών και τα δεδομένα που αντλούνται είναι δυνατό να εντοπιστούν μεταβολές στις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων και να εκτιμηθούν οι πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον κτιριακό τομέα (Pangsy-Kania et al,2024). Εν κατακλείδι, οι βαθμοημέρες ψύξης αποτελούν έναν σημαντικό δείκτη για την ανάλυση των κλιματικών και των ενεργειακών συνθηκών στην Ευρώπη. Η εξέλιξή τους προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες για τη μεταβολή των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων και αποτελεί αρωγό στην ανάπτυξη πολιτικών και στρατηγικών που

συνεισφέρουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας (Ortiz-Beviá et al., 2012; Pangsy-Kania et al, 2024).

1.7 Σύνοψη κεφαλαίου

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκε το θεωρητικό πλαίσιο που αφορά τις βαθμομέρες και τη σχέση τους με την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Αρχικά, αναλύθηκε η έννοια των βαθμομερών και οι βασικές μέθοδοι υπολογισμού τους, καθώς και οι παράγοντες που τις επηρεάζουν. Στη συνέχεια, εξετάστηκαν οι περιορισμοί του δείκτη, δείχνοντας ότι, παρά τη χρησιμότητά του, δεν αποτυπώνει πλήρως την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση. Επιπρόσθετα, παρουσιάστηκαν τα βασικά κλιματικά χαρακτηριστικά της Ευρωπαϊκής Ένωσης και οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται μεταξύ των χωρών, καθώς και η εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στην Ευρώπη. Τέλος, το κεφάλαιο αυτό επισήμανε τη σημασία των βαθμομερών ως εργαλείου για την κατανόηση της σχέσης μεταξύ κλίματος και ενεργειακής κατανάλωσης, θέτοντας τα θεμέλια για την ανάλυση που ακολουθεί στα επόμενα κεφάλαια της εργασίας.

2. Ανάλυση βαθμομερών ψύξης και ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρώπη

2.1 Εισαγωγή

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκε το θεωρητικό υπόβαθρο που σχετίζεται με τις βαθμομέρες ψύξης και τη σχέση αυτών με την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Πιο συγκεκριμένα, αναλύθηκαν οι βασικές έννοιες, οι μέθοδοι υπολογισμού και οι παράγοντες που επηρεάζουν τις βαθμομέρες, καθώς επίσης και τα κλιματικά χαρακτηριστικά της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μέσα από αυτήν την προσέγγιση έγινε σαφές ότι βαθμομέρες ψύξης αποτελούν έναν δείκτη που χρησιμοποιείται ευρέως για τη συσχέτιση των κλιματικών συνθηκών με τη ζήτηση ενέργειας (Mourshed,2012).

Στο παρόν κεφάλαιο, δίνεται βάση πιο συγκεκριμένα στις βαθμομέρες ψύξης στην Ευρώπη και στη σχέση τους με την κατανάλωση ενέργειας. Περισσότερη έμφαση θα δοθεί στις μεταβολές που έχουν παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια, καθώς και στις διαφοροποιήσεις μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι διαφορές αυτές σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με τις κλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής και επηρεάζουν την ανάγκη για ψύξη (Castaño-Rosa et al,2021).

Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας και η εντονότερη εμφάνιση περιόδων με υψηλές θερμοκρασίες έχουν οδηγήσει σε αύξηση των βαθμομερών ψύξης σε ποικίλες ευρωπαϊκές χώρες. Η εξέλιξη αυτή συνδέεται με την κλιματική αλλαγή και έχει άμεση επίδραση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, κατά βάση τους θερινούς μήνες, λόγω της υψηλής χρήσης συστημάτων κλιματισμού (Pangsy-Kania et al,2024).

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι να παρουσιαστεί η εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στην Ευρώπη και να αναλυθεί η σχέση τους με την ενεργειακή κατανάλωση. Σκοπός της συγκεκριμένης ανάλυσης είναι να παρουσιαστούν οι βασικές τάσεις που παρατηρούνται, αλλά και η σημασία των βαθμομερών ως εργαλείο κατανόησης των ενεργειακών αναγκών (Mourshed, 2012; Castaño-Rosa et al,2021).

2.2 Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Ευρώπη

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντική μεταβολή στις θερμοκρασίες τις οποίες επικρατούν στην Ευρώπη, η οποία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις βαθμομέρες ψύξης. Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη διάρκεια περιόδων με υψηλές θερμοκρασίες, κάτι το οποίο οδηγεί σε αύξηση των αναγκών για ψύξη. Οι μεταβολές αυτές συνδέονται άμεσα με την κλιματική αλλαγή και αποτελούν βασικό αντικείμενο μελέτης στη διεθνή βιβλιογραφία (Pangsy-Kania et al,2024).

Στη συνέχεια, η εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης δεν παρουσιάζει ίδια δεδομένα σε όλες τις χώρες τη Ευρωπαϊκή Ένωσης. Στις νότιες και μεσογειακές περιοχές, όπου η θερμοκρασίες είναι ήδη υψηλότερες, παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση των βαθμομερών ψύξης σε σύγκριση με τις βορειότερες χώρες. Στον αντίποδα, στις βόρειες περιοχές, οι ανάγκες για ψύξη είναι χαμηλότερες, παρά το γεγονός ότι και σε αυτές τις χώρες καταγράφεται σταδιακή αύξηση λόγω της ανόδου της θερμοκρασίας (Mourshed,2012).

Επιπρόσθετα, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης και η συχνότητα εμφάνισης ακραίων φαινομένων, όπως οι καύσωνες. Οι περίοδοι παρατεταμένων υψηλών θερμοκρασιών οδηγούν σε απότομη αύξηση των βαθμομερών ψύξης μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα, επηρεάζοντας σε μεγάλο βαθμό τη συνολική ετήσια τιμή τους (Pangsy-Kania et al,2024).

Επιπλέον, οι αλλαγές στις βαθμομέρες ψύξης σχετίζονται και με τις μακροχρόνιες τάσεις της θερμοκρασίας και την αύξηση που παρατηρείται όσον αναφορά την αστικοποίηση. Σε αστικές περιοχές, λόγω του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, οι θερμοκρασίες είναι υψηλότερες σε σχέση με τις αγροτικές περιοχές, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τις αυξημένες τιμές βαθμομερών ψύξης και αντίστοιχα τις μεγαλύτερες ανάγκες για ψύξη (Castaño-Rosa et al,2021). Εν κατακλείδι, η εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στην Ευρώπη δείχνει μια αυξητική τάση, η οποία φαίνεται ότι θα συνεχιστεί και τα επόμενα χρόνια. Το φαινόμενο αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις τόσο στην ενεργειακή κατανάλωση όσο και στον σχεδιασμό των ενεργειακών συστημάτων, καθώς αυξάνει τη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια κατά τους θερινούς μήνες (Mourshed,2012; Pangsy-Kania et al,2024).

2.3 Σχέση βαθμομερών ψύξης και ενεργειακής κατανάλωσης

Στην Ευρώπη, η σχέση μεταξύ βαθμομερών ψύξης και ενεργειακής κατανάλωσης αποτελεί βασικό αντικείμενο μελέτης στη διεθνή βιβλιογραφία. Οι βαθμομέρες ψύξης χρησιμοποιούνται ως ένας δείκτης που επιτρέπει την εκτίμηση της ανάγκης για ψύξη σε ένα κτίριο ή σε μια ευρύτερη περιοχή. Όσο αυξάνεται η τιμή των βαθμομερών ψύξης, τόσο αυξάνεται και η ανάγκη για χρήση συστημάτων κλιματισμού, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τα μεγαλύτερα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας (Mourshed,2012).

Στην Ευρώπη, η αύξηση των βαθμομερών ψύξης τα τελευταία χρόνια συνδέεται με την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας κατά τους θερινούς μήνες. Η αυξανόμενη χρήση συστημάτων κλιματισμού, κυρίως στις νότιες χώρες, οδηγεί σε αυξημένη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, κυρίως σε περιόδους υψηλών θερμοκρασιών. Η ανάγκη αυτή επηρεάζει τη λειτουργία των ενεργειακών συστημάτων και δημιουργεί μεγαλύτερες ανάγκες κάλυψης της ζήτησης σε περιόδους αιχμής (Castaño-Rosa et al,2021).

Η σχέση μεταξύ βαθμομερών ψύξης και ενεργειακής κατανάλωσης επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες. Τα χαρακτηριστικά των κτιρίων, η ενεργειακή τους απόδοση και η συμπεριφορά των χρηστών διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο και επηρεάζουν άμεσα. Για παράδειγμα, κτίρια με καλύτερη θερμομόνωση ή με συστήματα ψύξης μεγάλης απόδοσης παρουσιάζουν μικρότερη αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας, ακόμη και σε περιπτώσεις όπου οι βαθμομέρες ψύξης είναι υψηλές (Ramsebner et al,2021).

Επίσης, η αυξημένη ζήτηση για ψύξη επηρεάζει και τη λειτουργία των ενεργειακών δικτύων. Σε περιόδους όπου επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, η ταυτόχρονη χρήση πολλών συστημάτων κλιματισμού οδηγεί σε σημαντική αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία προβλημάτων πίεσης στα δίκτυα ηλεκτροδότησης και κατ' επέκταση στην αξιοπιστία του ενεργειακού συστήματος (Pangsy-Kania et al,2024).

Τέλος, οι βαθμομέρες ψύξης αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για την εκτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης, και αυτό γιατί οι βαθμομέρες ψύξης συνδέουν τις κλιματικές συνθήκες με τη ζήτηση ενέργειας. Η χρήση αυτών βοηθά στην καλύτερη κατανόηση των

ενεργειακών αναγκών και στη δημιουργία κατάλληλων μεθόδων με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας (Mourshed, 2012; Castaño-Rosa et al,2021).

2.4 Περιφερειακές διαφοροποιήσεις στην Ευρώπη

Οι βαθμομέρες ψύξης παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς επικρατούν διαφορετικές κλιματικές συνθήκες σε κάθε περιοχή. Οι διαφορές αυτές σχετίζονται κυρίως με το γεωγραφικό πλάτος, την απόσταση από τη θάλασσα αλλά και τα τοπικά κλιματικά χαρακτηριστικά, τα οποία επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τις θερμοκρασίες (Mourshed, 2012).

Πιο συγκεκριμένα, στις νότιες Ευρωπαϊκές χώρες, και κυρίως στις μεσογειακές περιοχές, οι θερμοκρασίες είναι υψηλότερες, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αυξημένες τιμές βαθμομερών ψύξης και γίνεται επιτακτική η ανάγκη για χρήση συστημάτων κλιματισμού. Αντίθετα, στις βόρειες Ευρωπαϊκές χώρες, οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες, κάτι το οποίο περιορίζει τις ανάγκες για ψύξη, αν και τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σταδιακή αύξηση λόγω της κλιματικής αλλαγής (Castaño-Rosa et al,2021).

Επίσης, σημαντικές διαφοροποιήσεις παρατηρούνται και μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών. Στις πόλεις, λόγω του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, οι θερμοκρασίες είναι υψηλότερες σε σχέση με τις γύρω περιοχές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τις αυξημένες τιμές βαθμομερών ψύξης και την μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση για ψύξη, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες (Ramsebner et al,2021).

Οι περιφερειακές αυτές διαφορές επηρεάζουν σημαντικά την ενεργειακή κατανάλωση και καθιστούν απαραίτητη την προσαρμογή των ενεργειακών πολιτικών στις τοπικές συνθήκες. Σε περιοχές με υψηλές τιμές βαθμομερών ψύξης, είναι ανάγκη να λαμβάνονται μέτρα που στοχεύουν στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, όπως η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και η χρήση αποδοτικότερων συστημάτων ψύξης (Pangsy-Kania et al,2024).

Τέλος, οι διαφοροποιήσεις στις βαθμομέρες ψύξης μεταξύ των χωρών της Ευρώπης αναδεικνύουν τη σημασία της τοπικής προσέγγισης στον ενεργειακό σχεδιασμό. Η κατανόηση των διαφορών αυτών είναι σημαντική και βοηθά στη διαμόρφωση πιο αποτελεσματικών πολιτικών για τη

διαχείριση της ενεργειακής ζήτησης και την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (Mourshed, 2012; Castaño-Rosa et al, 2021).

Εκτός από τις επιπτώσεις που καταγράφονται στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων, η αύξηση των θερμοκρασιών επηρεάζει και τις συνθήκες θερμικής άνεσης των ανθρώπων. Οι υψηλές θερμοκρασίες και τα υψηλά επίπεδα υγρασίας μπορεί να οδηγήσουν σε συνθήκες θερμικής δυσφορίας, οι οποίες επηρεάζουν την ευημερία, την υγεία και την καθημερινή δραστηριότητα των ανθρώπων. Για την αξιολόγηση αυτών των συνθηκών έχουν αναπτυχθεί διάφοροι βιοκλιματικοί δείκτες, μεταξύ των οποίων είναι και ο δείκτης θερμικής δυσφορίας. Ο δείκτης αυτός βασίζεται στον συνδυασμό θερμοκρασίας αέρα και σχετικής υγρασίας και χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των επιπέδων θερμικής δυσφορίας (Psiloglou et al, 2025).

2.5 Δείκτης θερμικής δυσφορίας Thom

Ο δείκτης θερμικής δυσφορίας Thom (Thom Discomfort Index-TDI) αποτελεί έναν απλό βιοκλιματικό δείκτη που συνδυάζει τη θερμοκρασία αέρα και τη σχετική υγρασία, με σκοπό να επιτευχθεί η εκτίμηση του επιπέδου θερμικής επιβάρυνσης που βιώνει ο άνθρωπος. Η διαδεδομένη χρήση του οφείλεται στην απλή μεθοδολογία υπολογισμού του και στη δυνατότητα ταξινόμησης των συνθηκών θερμικής άνεσης σε συγκεκριμένες κατηγορίες δυσφορίας (Psiloglou et al, 2025).

Υπολογισμός δείκτη:

Ο δείκτης υπολογίζεται από την εξής σχέση:

$$D.I.=T_{air}-(0.55-0.0055 \cdot R.H) \cdot (T_{air}-14.5)$$

Όπου:

T_a: θερμοκρασία αέρα (°C)

RH: σχετική υγρασία

Η τιμή του δείκτη αυξάνεται όσο αυξάνεται η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την εντονότερη αίσθηση θερμικής δυσφορίας που βιώνουν οι άνθρωποι υπό θερμές και υγρές συνθήκες. Η αυξημένη θερμική δυσφορία οδηγεί σε μεγαλύτερη χρήση

συστημάτων κλιματισμού, με αποτέλεσμα την αύξηση των ενεργειακών αναγκών για ψύξη, κυρίως κατά τους θερινούς μήνες. (Psiloglou et al, 2025).

Κατηγορίες θερμικής δυσφορίας:

Περιγραφή	Κατηγορία DI	Εύρος [°C]
Απουσία Δυσφορίας	A	< 21
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32

2.6 Σύνοψη κεφαλαίου

Η ανάλυση των βαθμομερών ψύξης στην Ευρώπη δείχνει ότι οι μεταβολές των κλιματικών συνθηκών επηρεάζουν άμεσα την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Η αύξηση της θερμοκρασίας και η συχνότερη εμφάνιση θερμών περιόδων έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των βαθμομερών ψύξης, γεγονός που ενισχύει τη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια, κυρίως κατά τους θερινούς μήνες. Ταυτόχρονα, οι σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης δείχνουν ότι οι ενεργειακές ανάγκες δεν είναι ίδιες σε όλες τις περιοχές, αλλά εξαρτώνται άμεσα από τις τοπικές κλιματικές συνθήκες. Η σχέση μεταξύ βαθμομερών ψύξης και ενεργειακής κατανάλωσης δεν είναι απόλυτη, καθώς επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες όπως τα χαρακτηριστικά των κτιρίων και η συμπεριφορά των χρηστών. Παρόλα αυτά, οι βαθμομέρες παραμένουν ένα χρήσιμο εργαλείο για την κατανόηση των τάσεων της ενεργειακής ζήτησης και για την εκτίμηση των μελλοντικών αναγκών. Εν κατακλείδι, η ανάλυση αυτή αναδεικνύει τη σημασία της προσαρμογής των ενεργειακών πολιτικών στις νέες κλιματικές συνθήκες και θεμελιώνει τη βάση για την περαιτέρω διερεύνηση του θέματος στα επόμενα κεφάλαια της εργασίας.

3 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

3.1 Σκοπός της έρευνας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως βασικό σκοπό τη διερεύνηση της εξέλιξης των βαθμομερών ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την ανάλυση της σχέσης τους με την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Οι βαθμομέρες ψύξης αποτελούν έναν ευρέως χρησιμοποιούμενο δείκτη για την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών που σχετίζονται με την ψύξη, καθώς συνδέουν άμεσα τις κλιματικές συνθήκες με τη ζήτηση ενέργειας (Mourshed, 2012).

Η σημασία της μελέτης αυτής είναι σημαντική και ενισχύεται από τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τόσο την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, όσο και τη συχνότερη εμφάνιση ακραίων θερμικών φαινομένων. Οι μεταβολές αυτές οδηγούν στην αύξηση των βαθμομερών ψύξης σε πολλές περιοχές της Ευρώπης, κάτι το οποίο έχει αντίκτυπο, σε μεγάλο βαθμό, στην ενεργειακή κατανάλωση ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες (Pangsy-Kania et al, 2024).

Ταυτόχρονα, η Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς τις κλιματικές συνθήκες, με αποτέλεσμα να υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις ανάγκες για ψύξη μεταξύ των χωρών. Οι μεσογειακές χώρες εμφανίζουν υψηλότερες τιμές βαθμομερών ψύξης σε σχέση με τις βόρειες χώρες, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη για ανάλυση των διαφορών αυτών σε περιφερειακό επίπεδο.

Στο πλαίσιο αυτό, η εργασία επιδιώκει να εξετάσει τη διαχρονική εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, δίνοντας έμφαση στις τελευταίες δεκαετίες. Επιπρόσθετα, διερευνάται η σχέση μεταξύ βαθμομερών ψύξης και ενεργειακής κατανάλωσης.

Επιπλέον, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην περίπτωση της Ελλάδας, μέσω της ανάλυσης της διαχρονικής εξέλιξης των βαθμομερών ψύξης και της θερινής θερμικής δυσφορίας στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της χώρας. Η ανάλυση αυτή βοηθά στην καλύτερη κατανόηση των επιπτώσεων των κλιματικών συνθηκών στις ανάγκες ψύξης και στις συνθήκες θερμικής άνεσης του ελληνικού χώρου.

Η διερεύνηση των παραπάνω ζητημάτων δεν περιορίζεται μόνο στην καταγραφή των μεταβολών των βαθμομερών ψύξης, αλλά επεκτείνεται και στην ερμηνεία των επιπτώσεων τους στον ενεργειακό τομέα. Η ανάλυση αυτή επιτρέπει τη σύνδεση των κλιματικών δεδομένων με τις πραγματικές ανάγκες των κτιρίων, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη μιας πιο ολοκληρωμένης προσέγγισης για την κατανόηση της ενεργειακής κατανάλωσης σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Παράλληλα, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην περίπτωση της Ελλάδας, προκειμένου να αναδειχθούν οι ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η εξέταση αυτή είναι υψίστης σημασίας, καθώς η Ελλάδα ανήκει στις χώρες με αυξημένες ανάγκες για ψύξη, γεγονός που επηρεάζει σημαντικά την ενεργειακή κατανάλωση και τον ενεργειακό σχεδιασμό.

Τέλος, η έρευνα αφορά επίσης και την αξιολόγηση της θερινής θερμικής δυσφορίας στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας μέσω του δείκτη Thom (Thom Discomfort Index). Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των συνθηκών θερμικής άνεσης και δυσφορίας, λαμβάνοντας υπόψη την αλληλεπίδραση μεταξύ θερμοκρασίας του αέρα και της σχετικής υγρασίας. Η χρήση αυτού του δείκτη αποσκοπεί στην διαφοροποίηση των συνθηκών θερμικής δυσφορίας μεταξύ των κλιματικών ζωνών της χώρας και στην διερεύνηση των πιθανών επιπτώσεων της κλιματικής μεταβολής στην ανθρώπινη θερμική άνεση, καθώς και στις ενεργειακές ανάγκες για ψύξη των κτιρίων. Η αύξηση της θερμικής δυσφορίας κατά τη θερινή περίοδο μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη χρήση συστημάτων κλιματισμού και κατ'επέκταση, σε αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (Psiloglou et al, 2025).

3.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Με βάση τον σκοπό της έρευνας και το θεωρητικό πλαίσιο που παρουσιάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, διατυπώνονται τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- Πώς έχουν εξελιχθεί οι βαθμομέρες ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα τελευταία 30-50 χρόνια;
- Ποιές είναι οι βασικές διαφορές στις βαθμομέρες ψύξης μεταξύ των μεσογειακών και των βόρειων χωρών της Ευρώπης;

- Ποιές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης παρουσιάζουν τις υψηλότερες και τις χαμηλότερες τιμές βαθμομερών ψύξης κατά την περίοδο μελέτης;
- Ποιές γεωγραφικές περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη και τη μικρότερη αύξηση των βαθμομερών ψύξης κατά την περίοδο μελέτης;
- Ποιές διαφοροποιήσεις εμφανίζονται στις βαθμομερές ψύξης μεταξύ των χωρών και των γεωγραφικών περιοχών της Ευρωπαϊκής Ένωσης;
- Ποιές διαφορές παρατηρούνται στη θερινή δυσφορία μεταξύ των τεσσάρων κλιματικών ζωνών της Ελλάδας σύμφωνα με τον δείκτη Thom;
- Ποιές κλιματικές ζώνες της Ελλάδας παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα ημερών θερμικής δυσφορίας κατά τη θερινή περίοδο και πώς αυτό σχετίζεται με τις ενεργειακές ανάγκες για ψύξη;

4. Μεθοδολογία της έρευνας

4.1 Μεθοδολογική προσέγγιση

Η παρούσα έρευνα βασίζεται σε ποσοτική μεθοδολογική προσέγγιση, με στόχο τη διερεύνηση της εξέλιξης των βαθμομερών ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τη σύγκριση των τιμών τους μεταξύ διαφορετικών κλιματικών περιοχών, καθώς οι βαθμομέρες ψύξης αποτελούν έναν βασικό δείκτη εκτίμησης των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων. Η ανάλυση εστιάζει στη μελέτη των διαχρονικών μεταβολών των βαθμομερών ψύξης, αλλά και στον εντοπισμό διαφοροποιήσεων που σχετίζονται με τα κλιματικά χαρακτηριστικά κάθε χώρας (Mourshed,2012).

Για τη διεκπεραίωση του στόχου αυτού, οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατηγοριοποιούνται με βάση τα κλιματικά τους χαρακτηριστικά. Η κατηγοριοποίηση αυτή στηρίζεται σε βασικούς παράγοντες οι οποίοι είναι οι εξής:

- Η μέση ετήσια θερμοκρασία
- Η ένταση των θερμών περιόδων
- Η διάρκεια των θερμών περιόδων
- Η συχνότητα εμφάνισης των καυσώνων

Με βάση τα παραπάνω, οι χώρες διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: μεσογειακές, κεντρικές και βόρειες.

Στην κατηγορία των μεσογειακών χωρών περιλαμβάνονται οι εξής χώρες:

- Η Ελλάδα
- Η Ιταλία
- Η Ισπανία
- Η Πορτογαλία
- Η Κύπρος
- Η Μάλτα
- Η Κροατία

- Η Σλοβενία

οι οποίες χαρακτηρίζονται από υψηλές θερμοκρασίες κατά τους θερινούς μήνες, μεγάλη διάρκεια θερμών περιόδων και αυξημένες ανάγκες για ψύξη (Mourshed, 2012; Ortiz-Beviá et al, 2012). Οι χώρες αυτές παρουσιάζουν τις υψηλότερες τιμές βαθμομερών ψύξης σε σύγκριση με τις υπόλοιπες περιοχές της Ευρώπης.

Στη συνέχεια, στις χώρες των κεντρικών χωρών περιλαμβάνονται οι εξής χώρες:

- Η Γερμανία
- Η Γαλλία
- Η Αυστρία
- Η Πολωνία
- Το Βέλγιο
- Η Ολλανδία
- Το Λουξεμβούργο
- Η Τσεχία
- Η Σλοβακία
- Η Ουγγαρία
- Η Ρουμανία
- Η Βουλγαρία
- Η Ιρλανδία

όπου στις συγκεκριμένες χώρες επικρατούν ηπιότερες κλιματικές συνθήκες (Castaño-Rosa et al., 2021, Papakostas & Kyriakis, 2005). Στις περιοχές αυτές, οι θερμοκρασίες είναι μέτριες και οι ανάγκες για ψύξη είναι περιορισμένες σε σχέση με τις μεσογειακές χώρες, παρότι τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση των βαθμομερών ψύξης λόγω της κλιματικής αλλαγής.

Τέλος, στην κατηγορία των βόρειων χωρών περιλαμβάνονται οι εξής χώρες:

- Η Σουηδία
- Η Φινλανδία
- Η Δανία
- Η Εσθονία
- Η Λετονία
- Η Λιθουανία

οι οποίες χαρακτηρίζονται από χαμηλές θερμοκρασίες και μικρή διάρκεια θερμών περιόδων. Στις χώρες αυτές, οι ανάγκες για ψύξη είναι σημαντικά χαμηλότερες, με αποτέλεσμα οι τιμές των βαθμομερών ψύξης να είναι περιορισμένες (Papakostas & Kyriakis, 2005, Pangsy-Kania et al, 2024).

Η κατηγοριοποίηση των χωρών σε κλιματικές ζώνες επιτρέπει την μέθοδο της σύγκρισης των βαθμομερών ψύξης και συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των διαφορών που παρατηρούνται στην ενεργειακή κατανάλωση μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ταυτόχρονα, η ξεχωριστή ανάλυση των τεσσάρων κλιματικών ζωνών της Ελλάδας μέσω του δείκτη Thom δίνει την δυνατότητα αξιολόγησης των συνθηκών θερινής θερμικής δυσφορίας και την ανάδειξη των διαφοροποιήσεων που παρατηρούνται μεταξύ των ελληνικών περιοχών. Μέσω αυτού του τρόπου καθίσταται δυνατός ο εντοπισμός και η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την επίδραση των κλιματικών συνθηκών στις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων.

Επιπλέον, για την αξιολόγηση της θερινής θερμικής δυσφορίας στις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης θερμικής δυσφορίας Thom (Thom Discomfort Index). Ο δείκτης υπολογίζεται με βάση δεδομένα που αφορούν την θερμοκρασία του αέρα και της σχετικής υγρασίας και είναι ευρέως διαδεδομένη για την εκτίμηση των συνθηκών θερμικής άνεσης του ανθρώπου. Στην παρούσα εργασία εφαρμόστηκε στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας, με σκοπό να καταγραφεί η συχνότητα εμφάνισης διαφορετικών επιπέδων θερμικής δυσφορίας και η διερεύνηση της διαχρονικής εξέλιξής τους κατά την εξεταζόμενη περίοδο (Psiloglou et al, 2025).

4.2 Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων για την παρούσα έρευνα βασίζεται σε δευτερογενή δεδομένα, τα οποία προέρχονται από τη βάση δεδομένων της Eurostat. Η Eurostat αποτελεί την επίσημη στατιστική υπηρεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και παρέχει σωστά δομημένα, αξιόπιστα και συγκρίσιμα δεδομένα για τα κράτη-μέλη, κάτι το οποίο την καθιστά κατάλληλη πηγή για την ανάλυση των βαθμομερών ψύξης σε ευρωπαϊκό επίπεδο (Eurostat,2024).

Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται δεδομένα που αφορούν τις βαθμομέρες ψύξης (Colling Degree Days), όπως αυτά καταγράφονται στη βάση δεδομένων της Eurostat. Τα δεδομένα αυτά είναι διαθέσιμα μέσω του πίνακα «Cooling degree days by country» και προσφέρουν πληροφορίες για τον αριθμό των βαθμομερών ψύξης σε ετήσια βάση για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Eurostat,2024).

Στην ανάλυση περιλαμβάνονται οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ-27), με σκοπό την εξαγωγή αποτελεσμάτων τα οποία δίνουν την δυνατότητα σύγκρισης σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Ταυτόχρονα, για την σωστή ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων, επιλέγονται χώρες από διαφορετικές κλιματικές ζώνες με σκοπό την συλλογή πιο αντιπροσωπευτικών δεδομένων. Συγκεκριμένα, από τη μεσογειακή ζώνη εξετάζονται χώρες όπως η Ελλάδα, η Ιταλία, η Ισπανία και η Πορτογαλία, από την κεντρική Ευρώπη χώρες όπως η Γαλλία, η Γερμανία, η Αυστρία και η Πολωνία, ενώ από τη βόρεια Ευρώπη περιλαμβάνονται χώρες όπως η Σουηδία, η Φινλανδία και η Δανία.

Τα δεδομένα αυτά συλλέγονται σε ετήσια βάση, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την δυνατότητα μελέτης διαχρονικών μεταβολών των βαθμομερών ψύξης. Η χρονική περίοδος που εξετάζεται αφορά το χρονικό διάστημα από το 1980 έως το 2025, καθώς για το συγκεκριμένο διάστημα υπάρχει επαρκής διαθεσιμότητα δεδομένων για τις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η επιλογή του συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος επιτρέπει την ανάλυση τάσεων που συσχετίζονται με την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της στις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην περίπτωση της Ελλάδας, για την οποία πραγματοποιείται πιο αναλυτική μελέτη των δεδομένων. Αυτή η επιλογή οφείλεται στο γεγονός ότι η Ελλάδα ανήκει στις

μεσογειακές χώρες με υψηλές θερμοκρασίες και αυξημένες ανάγκες για ψύξη, κάτι το οποίο την καθιστά κατάλληλη για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των βαθμομερών ψύξης και της ενεργειακής κατανάλωσης.

Η χρήση της Eurostat ως πηγής δεδομένων εξασφαλίζει την αξιοπιστία και τη δυνατότητα σύγκρισης των στοιχείων, αυτό γιατί τα δεδομένα συλλέγονται με ενιαία μεθοδολογία για όλα τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Επίσης, η δυνατότητα επιλογής συγκεκριμένων χωρών και χρονικών περιόδων επιτρέπει την ευελιξία στην ανάλυση και τη διαμόρφωση κατάλληλων συγκρίσεων μεταξύ κλιματικών ζωνών (Eurostat, 2024).

Συγκεκριμένα, η Ελλάδα, παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς τις κλιματικές συνθήκες μεταξύ των τεσσάρων κλιματικών ζωνών της. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες που καταγράφονται στις θερμότερες ζώνες της χώρας συνδέονται με τις αυξημένες ανάγκες ψύξης και συχνότερη εμφάνιση συνθηκών θερμικής δυσφορίας κατά τη θερινή περίοδο. Για τον λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία εξετάζονται ξεχωριστά οι τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας μέσω του δείκτη Thom, με σκοπό να αναδειχθούν οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται στις συνθήκες θερμικής άνεσης και δυσφορίας μεταξύ των ελληνικών περιοχών. Τα δεδομένα για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας προήλθαν από μετεωρολογικούς σταθμούς της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (EMY) και χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του δείκτη Thom.

4.3 Επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων

Μετά τη συλλογή των δεδομένων από τη βάση δεδομένων της Eurostat, ακολουθεί η διαδικασία επεξεργασίας και ανάλυσής τους, με βασικό στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τη σχέση τους με τις κλιματικές συνθήκες και την ενεργειακή κατανάλωση.

Αρχικά, τα δεδομένα οργανώνονται και καταχωρούνται σε υπολογιστικά φύλλα Excel, έτσι ώστε να είναι εφικτή η συστηματική επεξεργασία και η συγκριτική τους ανάλυση. Για κάθε χώρα καταγράφονται οι ετήσιες τιμές των βαθμομερών ψύξης για το χρονικό διάστημα 1980-2025, ενώ στη συνέχεια πραγματοποιείται ομαδοποίηση των χωρών με βάση τις κλιματικές κατηγορίες που

αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, συγκεκριμένα μεσογειακές, κεντρικές και βόρειες χώρες.

Στο πλαίσιο της ανάλυσης, δημιουργούνται διαγράμματα και γραφήματα, τα οποία δίνουν την δυνατότητα απεικόνισης της εξέλιξης των βαθμομερών ψύξης στο χρόνο. Μέσα από τα διαγράμματα αυτά καθίσταται δυνατή η παρατήρηση των τάσεων που εμφανίζονται στις διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και η σύγκριση μεταξύ των μεσογειακών και των βόρειων χωρών, καθώς οι θερμοκρασιακές διαφορές επηρεάζουν σημαντικά τις ανάγκες για ψύξη.

Επιπρόσθετα, πραγματοποιείται συγκριτική ανάλυση μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με σκοπό να εντοπιστούν οι χώρες που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες μεταβολές στις βαθμομερές ψύξης κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο. Μέσα από τη διαδικασία αυτή επιδιώκεται η κατανόηση των διαφοροποιήσεων που παρατηρούνται σε ευρωπαϊκό επίπεδο και η σύνδεσή τους με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Όπως έχει προαναφερθεί μεγαλύτερη έμφαση θα δοθεί στην περίπτωση της Ελλάδας, όπου πραγματοποιείται πιο αναλυτική εξέταση των δεδομένων. Για την Ελλάδα λαμβάνονται υπόψη οι κλιματικές ζώνες που χρησιμοποιούνται στον ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων, προκειμένου να δοθούν οι διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται μεταξύ των περιοχών της χώρας. Η ανάλυση αυτή δίνει την δυνατότητα να γίνει πιο κατανοητή η ανάγκη για ψύξη στις διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας και της επίδρασής τους στην ενεργειακή κατανάλωση.

Ταυτόχρονα, εξετάζεται η διαχρονική μεταβολή των βαθμομερών ψύξης στην Ελλάδα σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, με στόχο να αναδειχθεί η θέση της χώρας σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης. Η σύγκριση αυτή θα βοηθήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις επιπτώσεις των κλιματικών μεταβολών στις ανάγκες ψύξης και στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων.

Τέλος, τα αποτελέσματα της ανάλυσης ερμηνεύονται με βάση τα κλιματικά χαρακτηριστικά των χωρών και τις τάσεις που παρουσιάζονται στα δεδομένα των βαθμομερών ψύξης. Η διαδικασία αυτή επιδιώκει την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την διαχρονική εξέλιξη των αναγκών για ψύξη στην Ευρώπη, καθώς και την κατανόηση των επιπτώσεων που μπορεί να έχουν οι μεταβολές αυτές στον ενεργειακό σχεδιασμό και στην κατανάλωση ενέργειας. Για την καλύτερη

οπτικοποίηση και ανάλυση των δεδομένων, θα δημιουργηθούν διαγράμματα και συγκριτικοί πίνακες, τα οποία θα παρουσιαστούν και θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο της εργασίας. Παράλληλα, αναλύονται τα αποτελέσματα του δείκτη Thom στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας, με σκοπό την αξιολόγηση των συνθηκών θερινής θερμικής δυσφορίας και την ανάδειξη των διαφοροποιήσεων που παρατηρούνται μεταξύ των ελληνικών περιοχών.

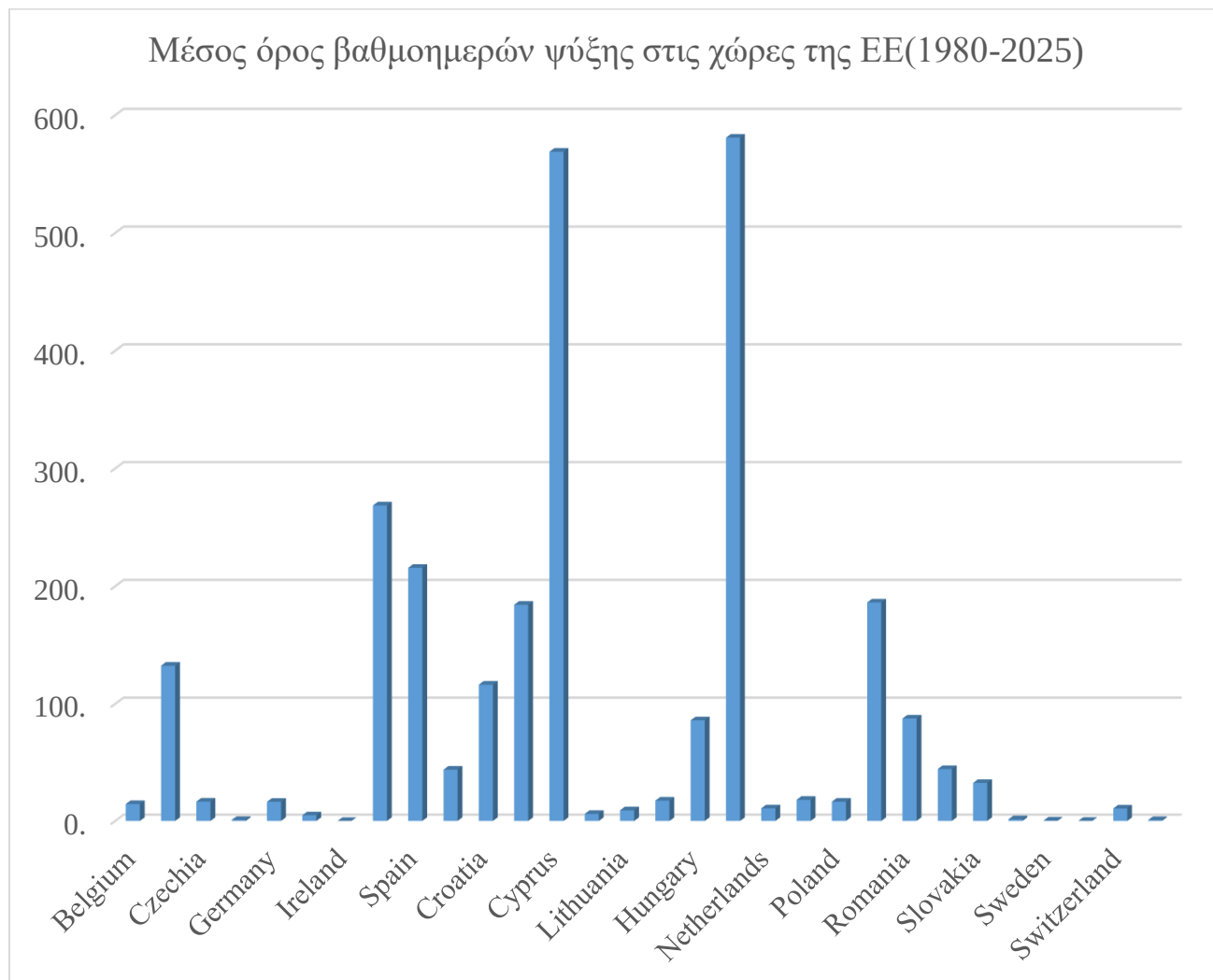
5. Αποτελέσματα και ανάλυση δεδομένων

5.1 Συγκριτική ανάλυση βαθμομερών ψύξης μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συγκριτικής ανάλυσης των βαθμομερών ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την περίοδο 1980-2025, με βάση δεδομένα της Eurostat. Για την αποτύπωση των διαφοροποιήσεων μεταξύ των χωρών υπολογίστηκε ο μέσος όρος των βαθμομερών ψύξης για κάθε χώρα και δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα χρονοσειρών.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αρχικά συγκεντρωτικά και στη συνέχεια αναλύονται ξεχωριστά για κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με στόχο την αποτύπωση της διαχρονικής εξέλιξης των βαθμομερών ψύξης κατά την εξεταζόμενη περίοδο. Σε ορισμένες χώρες καταγράφονται σταθερά υψηλότερες τιμές βαθμομερών ψύξης, ενώ σε άλλες οι τιμές παραμένουν περιορισμένες σε όλη τη χρονική περίοδο. Παράλληλα, σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρείται αυξητική τάση των τιμών κατά τα τελευταία έτη της ανάλυσης.

Με αυτό τον τρόπο, δηλαδή μέσα από τη συγκριτική αυτή ανάλυση, παρουσιάζονται οι σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ευρωπαϊκών χωρών, αλλά και η αυξημένη ενεργειακή επιβάρυνση που παρατηρείται κυρίως στις θερμότερες περιοχές της Ευρώπης. Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει τον μέσο όρο των βαθμομερών ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την περίοδο 1980-2025.



Διάγραμμα 4.1: Μέσος όρος βαθμομερών ψύξης σε επιλεγμένες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Από το παραπάνω διάγραμμα 4.1 παρουσιάζεται ο μέσος όρος των βαθμομερών ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την χρονική περίοδο 1980-2025, αναδεικνύοντας σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των κρατών. Οι διαφοροποιήσεις αυτές σχετίζονται κυρίως με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή της Ευρώπης, καθώς οι χώρες με θερμότερο κλίμα εμφανίζουν αυξημένες ανάγκες ψύξης κατά τους θερινούς μήνες.

Από την ανάλυση των δεδομένων προκύπτει ότι οι υψηλότερες τιμές βαθμομερών ψύξης καταγράφονται κυρίως στις χώρες της Νότιας Ευρώπης και ιδιαίτερα στην Κύπρο και τη Μάλτα, οι οποίες παρουσιάζουν εξαιρετικά αυξημένες ανάγκες ψύξης λόγω των υψηλών θερμοκρασιών και της μεγάλης διάρκειας των θερμών περιόδων. Επίσης, υψηλές τιμές εμφανίζουν χώρες όπως η Ελλάδα, η Ισπανία, η Πορτογαλία και η Ιταλία, κάτι το οποίο επιβεβαιώνει ότι οι μεσογειακές χώρες επηρεάζονται περισσότερο από τις αυξημένες θερμοκρασίες και την εντονότερη ανάγκη για κλιματισμό κατά τις θερινές περιόδους.

Αντιθέτως, οι χώρες της Βόρειας Ευρώπης, όπως η Σουηδία, η Φινλανδία και η Νορβηγία, παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαμηλές τιμές βαθμομερών ψύξης, κάτι το οποίο δείχνει τις περιορισμένες ανάγκες ψύξης στα κτίρια. Οι χαμηλές αυτές τιμές συνδέονται με τις χαμηλότερες θερινές θερμοκρασίες που επικρατούν στις βόρειες περιοχές της Ευρώπης, αλλά και με τη μικρότερη διάρκεια θερμών περιόδων κατά τη διάρκεια του έτους.

Ταυτόχρονα, οι χώρες της Κεντρικής Ευρώπης, όπως η Γερμανία, η Αυστρία και η Γαλλία, εμφανίζουν ενδιάμεσες τιμές βαθμομερών ψύξης, γεγονός που επιβεβαιώνει τις ηπιότερες κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις περιοχές αυτές. Παρά το γεγονός ότι οι ανάγκες ψύξης στις χώρες αυτές είναι μικρότερες σε συγκριτικά με τις χώρες της Νότιας Ευρώπης, παρατηρείται σταδιακή αύξηση της χρήσης συστημάτων κλιματισμού, κυρίως κατά τις θερμότερες περιόδους των τελευταίων δεκαετιών.

Η Ελλάδα παρουσιάζει από τις υψηλότερες τιμές μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, γεγονός που επιβεβαιώνει τη σημαντική επίδραση των υψηλών θερινών θερμοκρασιών στις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων. Η αυξημένη ζήτηση για ψύξη συνδέεται άμεσα με τη μεγαλύτερη χρήση συστημάτων κλιματισμού, κυρίως στις αστικές περιοχές και κατά τις περιόδους καύσωνα.

Τέλος, τα αποτελέσματα του διαγράμματος δείχνουν τη σαφή διαφοροποίηση μεταξύ των κλιματικών ζωνών της Ευρώπης και επιβεβαιώνουν ότι οι ανάγκες για ψύξη αυξάνονται σημαντικά στις θερμότερες περιοχές της ηπείρου. Η εξέλιξη αυτή συνδέεται άμεσα με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και αναμένεται να επηρεάσει ολόένα και περισσότερο τον ενεργειακό σχεδιασμό, την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και τις απαιτήσεις ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων στις ευρωπαϊκές χώρες.

5.2 Διαχρονική εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης

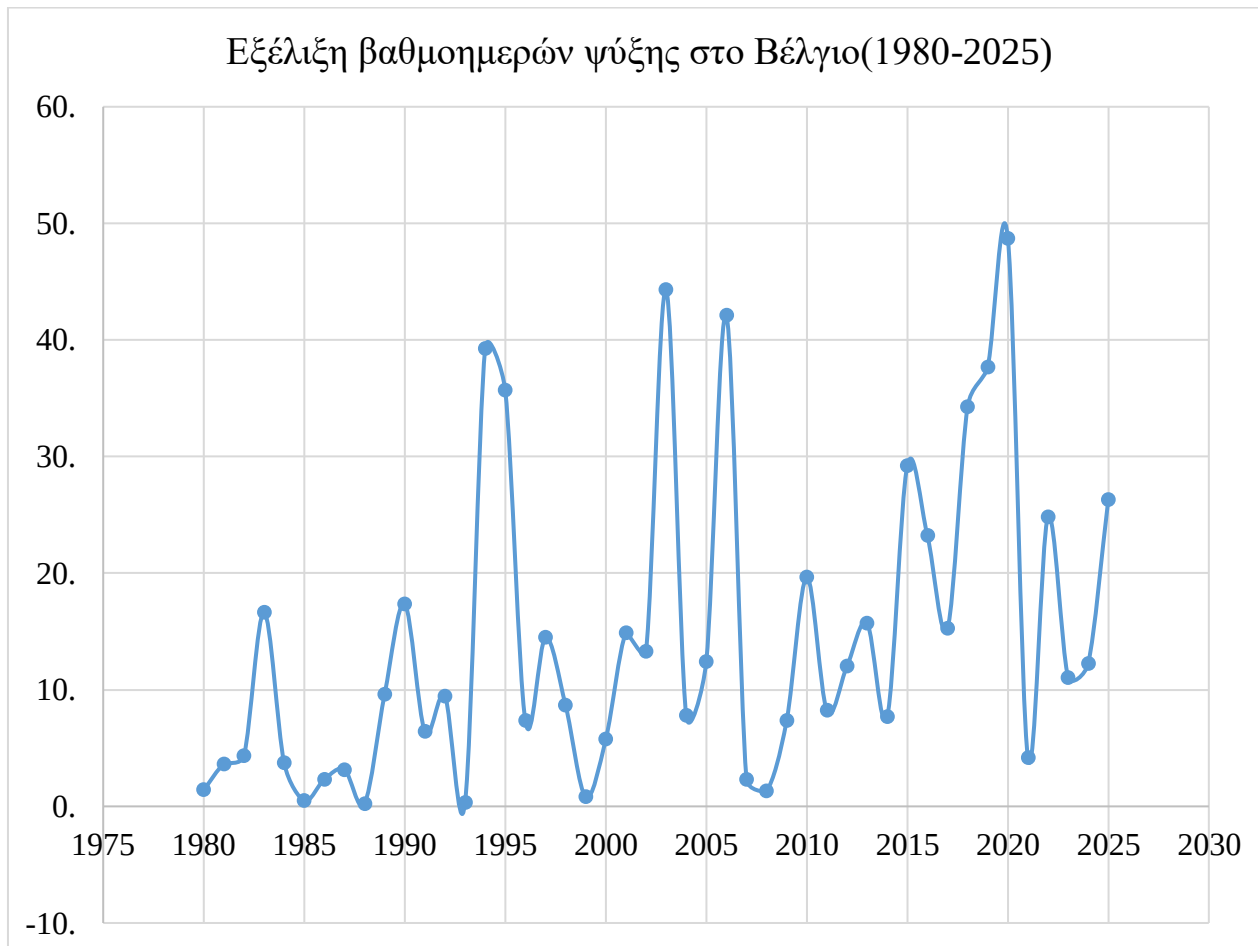
5.2.1 Χώρες Κεντρικής Ευρώπης

5.2.1.1 Βέλγιο

Στην παρούσα υποενότητα παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης για κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης ξεχωριστά, με βάση τα δεδομένα της Eurostat για την χρονική περίοδο 1980-2025. Η ανάλυση πραγματοποιείται μέσω διαγραμμάτων για κάθε χώρα ξεχωριστά, στα οποία αποτυπώνονται οι μεταβολές των βαθμοημερών ψύξης κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου.

Για κάθε χώρα παρουσιάζεται ξεχωριστό διάγραμμα χρονοσειράς, στο οποίο αποτυπώνεται η εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης κατά την περίοδο 1980-2025. Μέσα από τα διαγράμματα καταγράφονται οι διακυμάνσεις των τιμών, οι χρονικές μεταβολές που εμφανίζονται ανά έτος, καθώς και οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με ενιαία μορφή για όλες τις χώρες, ενώ μετά από κάθε διάγραμμα παρατίθεται συνοπτικός σχολιασμός των βασικών μεταβολών που προκύπτουν από τα δεδομένα της Eurostat.



Διάγραμμα 5.2.1: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στο Βέλγιο για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat(2024)

Από την ανάλυση του διαγράμματος προκύπτει ότι το Βέλγιο παρουσιάζει σχετικά χαμηλές τιμές βαθμοημερών ψύξης κατά την περίοδο 1980-2025, γεγονός που σχετίζεται με τις ήπιες κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα σε σχέση με τις χώρες της Νότιας Ευρώπης. Παρά το γεγονός ότι οι ανάγκες για ψύξη στο Βέλγιο παραμένουν περιορισμένες, παρατηρούνται διακυμάνσεις των τιμών κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, καθώς και τάσεις αύξησης σε ορισμένα έτη.

Κατά τις πρώτες δεκαετίες της περιόδου μελέτης, οι τιμές των βαθμοημερών ψύξης εμφανίζονται ιδιαίτερα χαμηλές, κάτι το οποίο υποδηλώνει περιορισμένη ανάγκη χρήσης συστημάτων κλιματισμού στα κτίρια. Παρόλα αυτά, από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 και κυρίως μετά το 2000, παρατηρείται συχνότερη εμφάνιση υψηλότερων τιμών, γεγονός που συνδέεται με την αύξηση των θερινών θερμοκρασιών και την εμφάνιση θερμότερων περιόδων στην Κεντρική Ευρώπη.

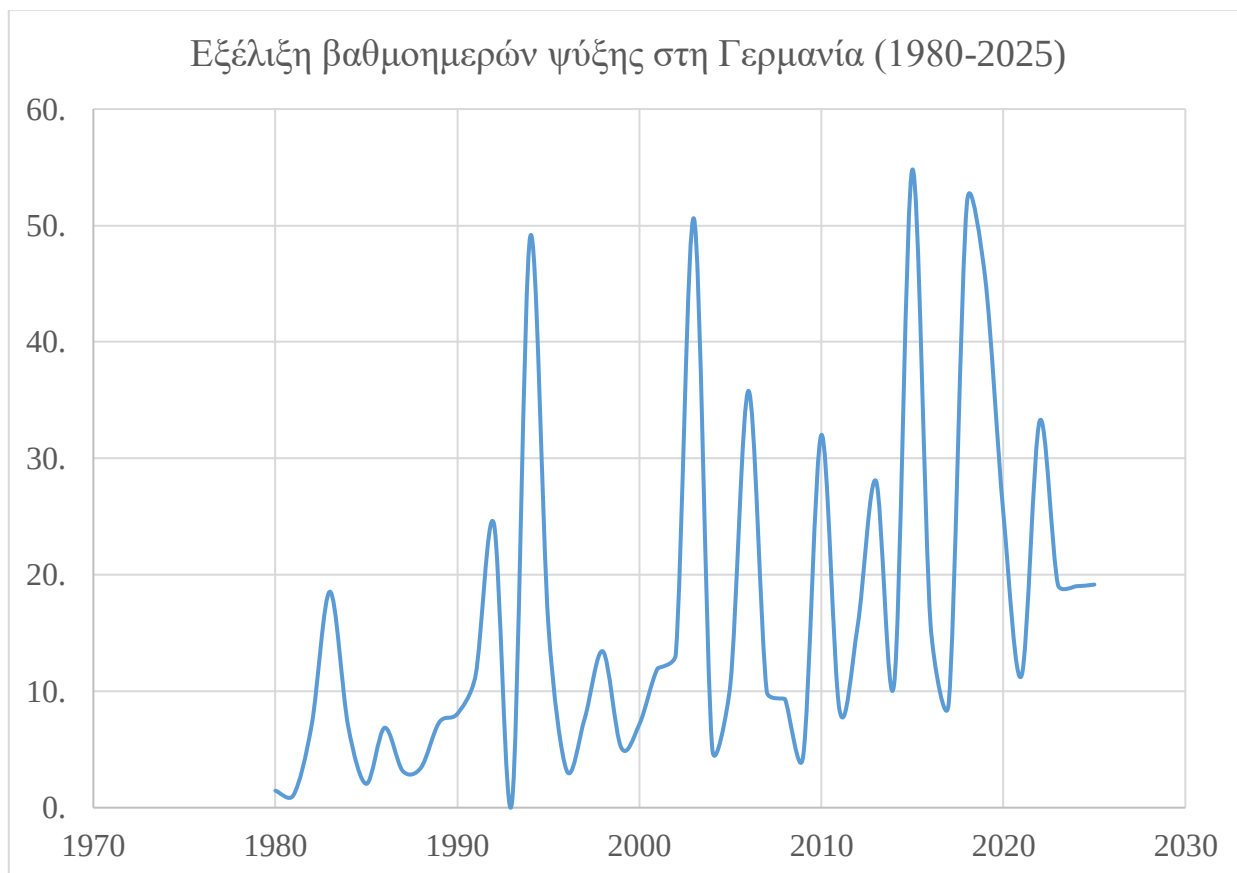
Επίσης, στο διάγραμμα διακρίνονται ορισμένα έτη με σημαντικές αυξήσεις των βαθμοημερών ψύξης, τα οποία πιθανόν συνδέονται με περιπτώσεις υψηλών θερμοκρασιών και καυσώνων που επηρέασαν μεγάλο μέρος της Ευρώπης. Η εμφάνιση αυτών των μεταβολών δείχνει ότι ακόμη και χώρες όπου συνηθίζουν να έχουν χαμηλές ανάγκες για ψύξη επηρεάζονται σταδιακά από τις μεταβολές κλιματικών συνθηκών.

Παρά το γεγονός ότι οι τιμές του Βελγίου παραμένουν σημαντικά χαμηλότερες σε σχέση με τις μεσογειακές χώρες, η συνολική εικόνα του διαγράμματος υποδηλώνει μια σταδιακή αύξηση των αναγκών ψύξης σε βάθος χρόνου. Η εξέλιξη αυτή είναι πιθανόν να επηρεάσει μελλοντικά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και τη χρήση συστημάτων κλιματισμού, κυρίως στις αστικές περιοχές και στα κτίρια γραφείων.

Τέλος, το διάγραμμα δείχνει ότι το Βέλγιο, αν και ανήκει στις χώρες με σχετικά χαμηλές ανάγκες ψύξης, εμφανίζει μεταβολές που συνδέονται με τη γενικότερη αύξηση των θερμοκρασιών στην Ευρώπη. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν το πόσο σημαντική είναι η ενεργειακή προσαρμογή των κτιρίων και της εφαρμογής μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας ακόμη και σε χώρες με ηπιότερο κλίμα.

5.2.1.2 Γερμανία

Παρακάτω παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στη Γερμανία για την περίοδο 1980-2025. Το διάγραμμα βασίζεται σε στοιχεία της Eurostat και αποτυπώνει τις μεταβολές του δείκτη κατά της εξεταζόμενη χρονική περίοδο.



Διάγραμμα 5.2.2: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Γερμανία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

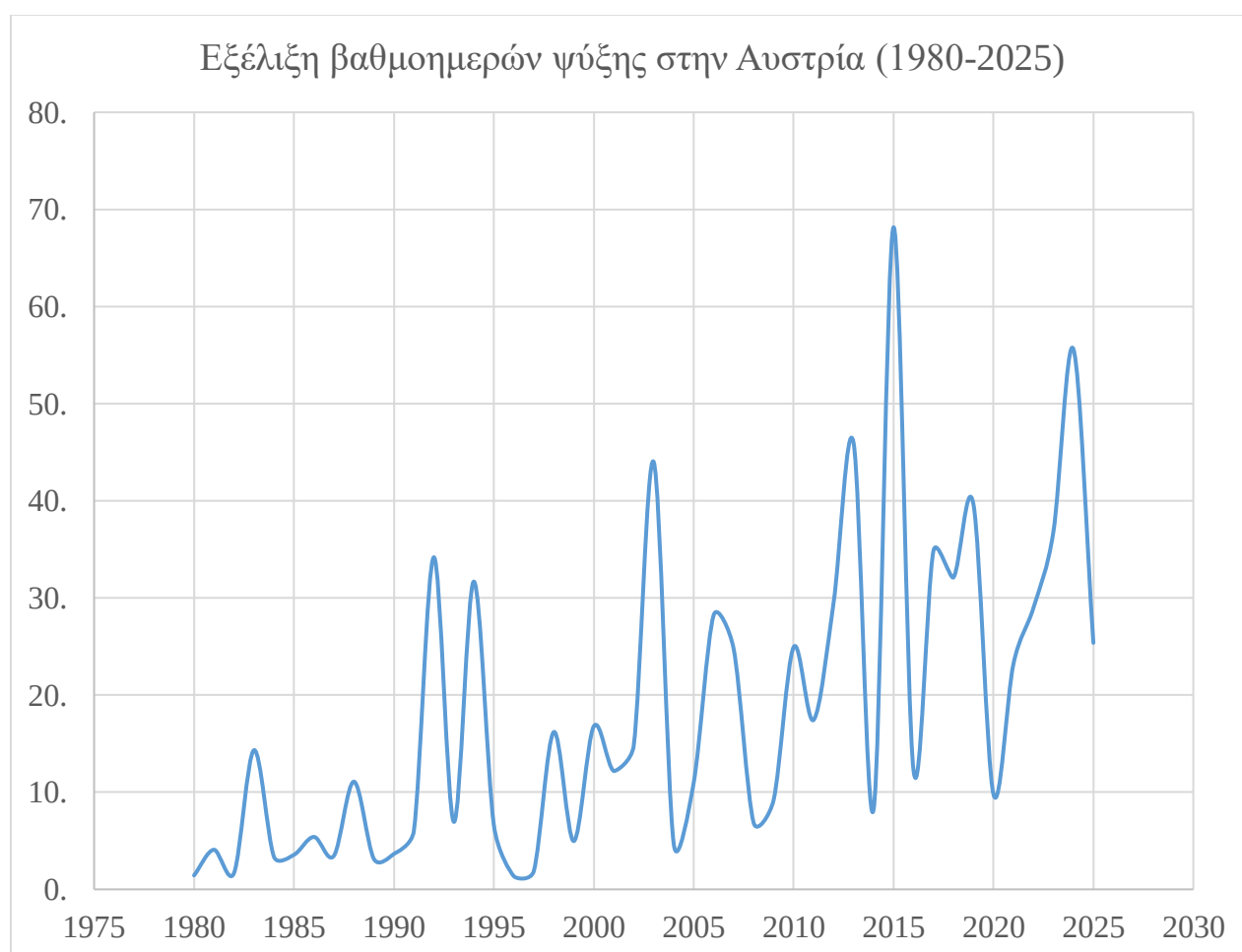
Το διάγραμμα 5.3.2 παρουσιάζει τη διαχρονική εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης στη Γερμανία για την περίοδο 1980-2025. Παρατηρείται ότι οι τιμές των βαθμοημερών ψύξης εμφανίζουν σημαντικές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, χωρίς όμως να ακολουθούν σταθερή γραμμική πορεία. Κατά τις πρώτες δεκαετίες της περιόδου καταγράφονται σχετικά χαμηλές τιμές, κάτι το οποίο υποδηλώνει τις χαμηλές ανάγκες για ψύξη. Παρόλα αυτά, από τη δεκαετία του 1990 και έπειτα παρατηρούνται συχνότερες αυξήσεις και μεγαλύτερες κορυφώσεις στις τιμές των βαθμοημερών ψύξης.

Ιδιαίτερα κατά τα έτη μετά το 2000 εμφανίζονται αρκετές περίοδοι με αυξημένες τιμές, ενώ ορισμένα έτη παρουσιάζουν έντονες κορυφές που ξεπερνούν σημαντικά τις προηγούμενες καταγραφές. Η απεικόνιση αυτή δείχνει ότι κατά τα τελευταία χρόνια οι ανάγκες ψύξης στη Γερμανία έχουν αυξηθεί αισθητά σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες. Ταυτόχρονα, εξακολουθούν να παρατηρούνται ετήσιες διακυμάνσεις, γεγονός που συνδέεται με τις μεταβολές των θερμοκρασιακών συνθηκών από έτος σε έτος.

Επιπρόσθετα, το διάγραμμα παρουσιάζει ότι, παρά το γεγονός που η Γερμανία ανήκει στις χώρες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης, παρουσιάζονται πλέον συχνότερα έτη με αυξημένες ανάγκες ψύξης, κυρίως κατά τις θερμότερες περιόδους. Η παρουσίαση των τάσεων τις τελευταίες δεκαετίες δείχνει σταδιακή ενίσχυση των βαθμοημερών ψύξης, κάτι το οποίο δείχνει τη μεταβολή των κλιματικών συνθηκών και την αυξανόμενη ανάγκη χρήσης συστημάτων ψύξης στα κτίρια.

5.2.1.3 Αυστρία

Στο ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης. Η απεικόνιση των δεδομένων επιτρέπει την παρακολούθηση των μεταβολών στις ανάγκες ψύξης κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου.



Διάγραμμα 5.2.3: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Αυστρία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Το διάγραμμα 5.3.3 παρουσιάζει τη διαχρονική εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης στην Αυστρία για την περίοδο 1980-2025. Από το διάγραμμα διαπιστώνεται ότι οι τιμές των βαθμοημερών ψύξης εμφανίζουν έντονες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, ενώ παράλληλα παρατηρείται γενική αυξητική τάση, κυρίως μετά τη δεκαετία του 1990. Κατά τα πρώτα έτη της περιόδου οι τιμές παραμένουν σχετικά χαμηλές, κάτι το οποίο δείχνει τις χαμηλές ανάγκες για ψύξη στα κτίρια.

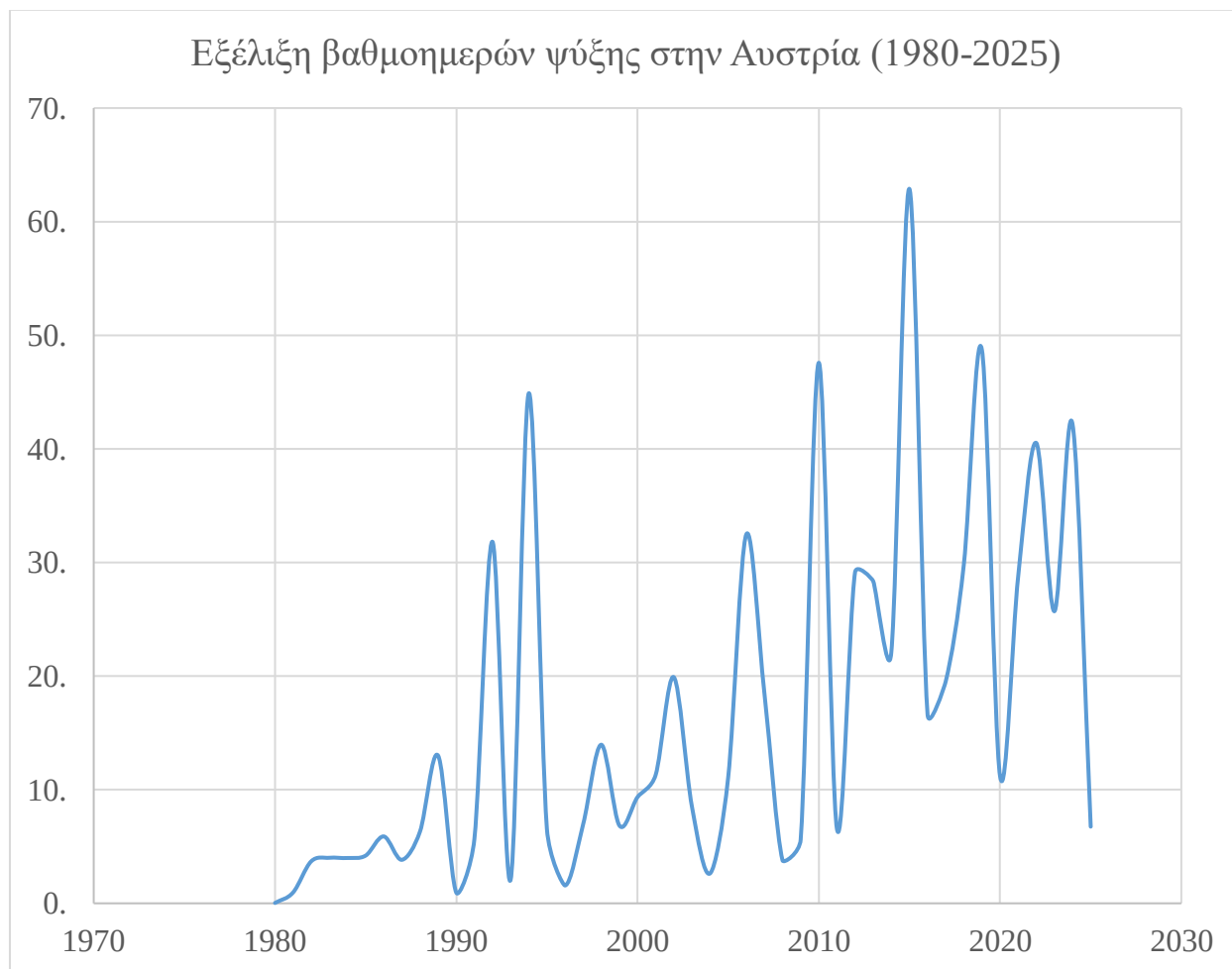
Στη συνέχεια, παρατηρούνται αρκετές χρονιές με σημαντικές αυξήσεις στις τιμές των βαθμοημερών ψύξης, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις καταγράφονται αρκετά υψηλές τιμές. Οι αυξημένες αυτές τιμές εμφανίζονται κυρίως μετά το 2000 και γίνονται ακόμη πιο συχνές κατά την τελευταία δεκαετία της εξεταζόμενης περιόδου. Αυτό δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στην Αυστρία παρουσιάζουν σταδιακή ενίσχυση σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες, γεγονός που συνδέεται με την εμφάνιση θερμότερων περιόδων κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών.

Ταυτόχρονα, το διάγραμμα δείχνει ότι οι διακυμάνσεις από έτος σε έτος είναι ιδιαίτερα έντονες, καθώς παρατηρούνται τόσο χαμηλές όσο και πολύ υψηλές τιμές σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα. Αυτό δείχνει σημαντικές μεταβολές στις κλιματικές συνθήκες της χώρας και διαφοροποίηση των αναγκών ψύξης ανάλογα με τις θερμοκρασιακές συνθήκες κάθε έτους.

Επίσης, αν και η Αυστρία χαρακτηρίζεται γενικά από ηπιότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τις χώρες της Νότιας Ευρώπης, τα αποτελέσματα του διαγράμματος δείχνουν ότι κατά τα τελευταία χρόνια καταγράφονται τακτικά αυξημένες τιμές βαθμοημερών ψύξης. Η εξέλιξη αυτή δείχνει τη γενικότερη αύξηση των αναγκών ψύξης στα κτίρια και τη μεταβολή των κλιματικών συνθηκών που παρατηρείται σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες κατά τις τελευταίες δεκαετίες.

5.2.1.4 Πολωνία

Η Πολωνία χαρακτηρίζεται από ηπειρωτικό κλίμα, με σημαντικές εποχικές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Το διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζει τη διαχρονική εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στη χώρα για την περίοδο 1980-2025, όπως καταγράφεται στα στοιχεία της Eurostat.



Διάγραμμα 5.2.4: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Πολωνία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Όπως και στα προηγούμενα διαγράμματα έτσι και στο διάγραμμα 5.3.4 παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στην Πολωνία για την περίοδο 1980-2025. Από το διάγραμμα διαπιστώνεται ότι κατά τις πρώτες δεκαετίες της εξεταζόμενης περιόδου οι τιμές των βαθμομερών ψύξης παραμένουν σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα, με μικρές σχετικά διακυμάνσεις από χρόνο σε χρόνο. Η εικόνα αυτή δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στην Πολωνία ήταν περιορισμένες κατά τα πρώτα χρόνια της περιόδου μελέτης.

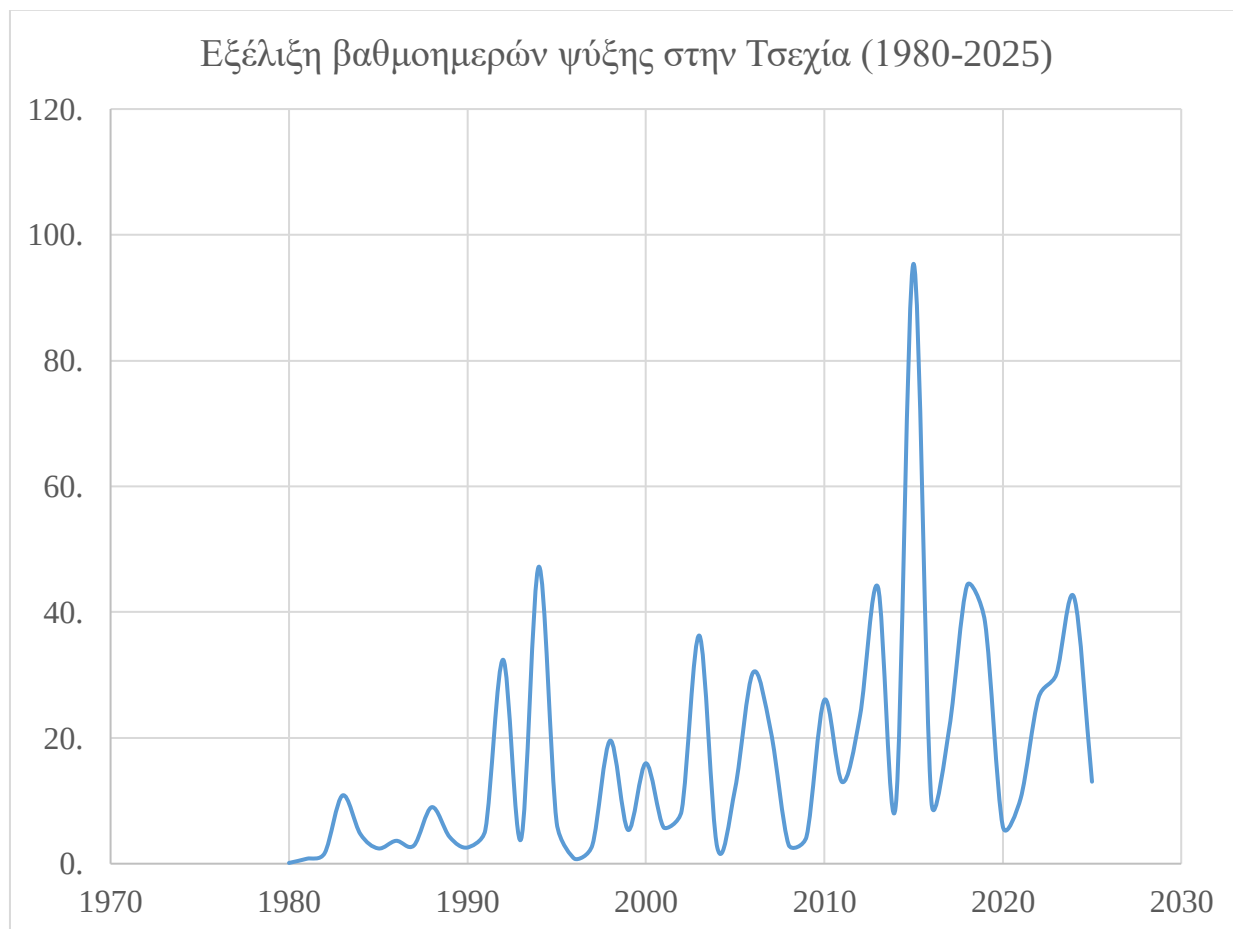
Από τη δεκαετία του 1990 και μετά αρχίζουν να εμφανίζονται συχνότερες αυξήσεις στις τιμές των βαθμομερών ψύξης, ενώ μετά το 2000 οι μεταβολές γίνονται πιο έντονες. Παρά το γεγονός ότι συνεχίζουν να καταγράφονται αρκετά έτη με χαμηλές τιμές, εμφανίζονται πλέον και ορισμένες χρονιές με σημαντικές κορυφώσεις, κάτι το οποίο δείχνει αυξημένες ανάγκες ψύξης κατά τις θερμότερες περιόδους.

Κυρίως κατά τα τελευταία έτη της εξεταζόμενης περιόδου παρατηρείται μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης υψηλότερων τιμών σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες. Παρόλα αυτά, σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, οι τιμές στην Πολωνία παραμένουν σε γενικές γραμμές πιο περιορισμένες, γεγονός που αφορά τις ηπιότερες θερμοκρασιακές συνθήκες της χώρας.

Τέλος, το διάγραμμα δείχνει ότι οι βαθμομέρες ψύξης στην Πολωνία παρουσιάζουν σταδιακή αύξηση με την πάροδο του χρόνου, χωρίς όμως να εμφανίζουν τόσο έντονη και σταθερή ανοδική πορεία όσο σε θερμότερες χώρες της Ευρώπης.

5.2.1.5 Τσεχία

Η Τσεχία αποτελεί μία από τις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης όπου οι ανάγκες ψύξης παρουσιάζουν σημαντικές μεταβολές κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης για την περίοδο 1980-2025.



Διάγραμμα 5.2.5: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Τσεχία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Το διάγραμμα 5.3.5 παρουσιάζει τη διαχρονική εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης στην Τσεχία για την περίοδο 1980-2025. Από την απεικόνιση του διαγράμματος φαίνεται ότι κατά τα πρώτα χρόνια της εξεταζόμενης περιόδου οι τιμές των βαθμοημερών ψύξης διατηρούνται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, με περιορισμένες διακυμάνσεις. Η εικόνα αυτή υποδηλώνει ότι οι ανάγκες ψύξης στα κτίρια ήταν αρχικά μικρές και εμφανίζονταν κυρίως σε μεμονωμένες θερμότερες χρονιές.

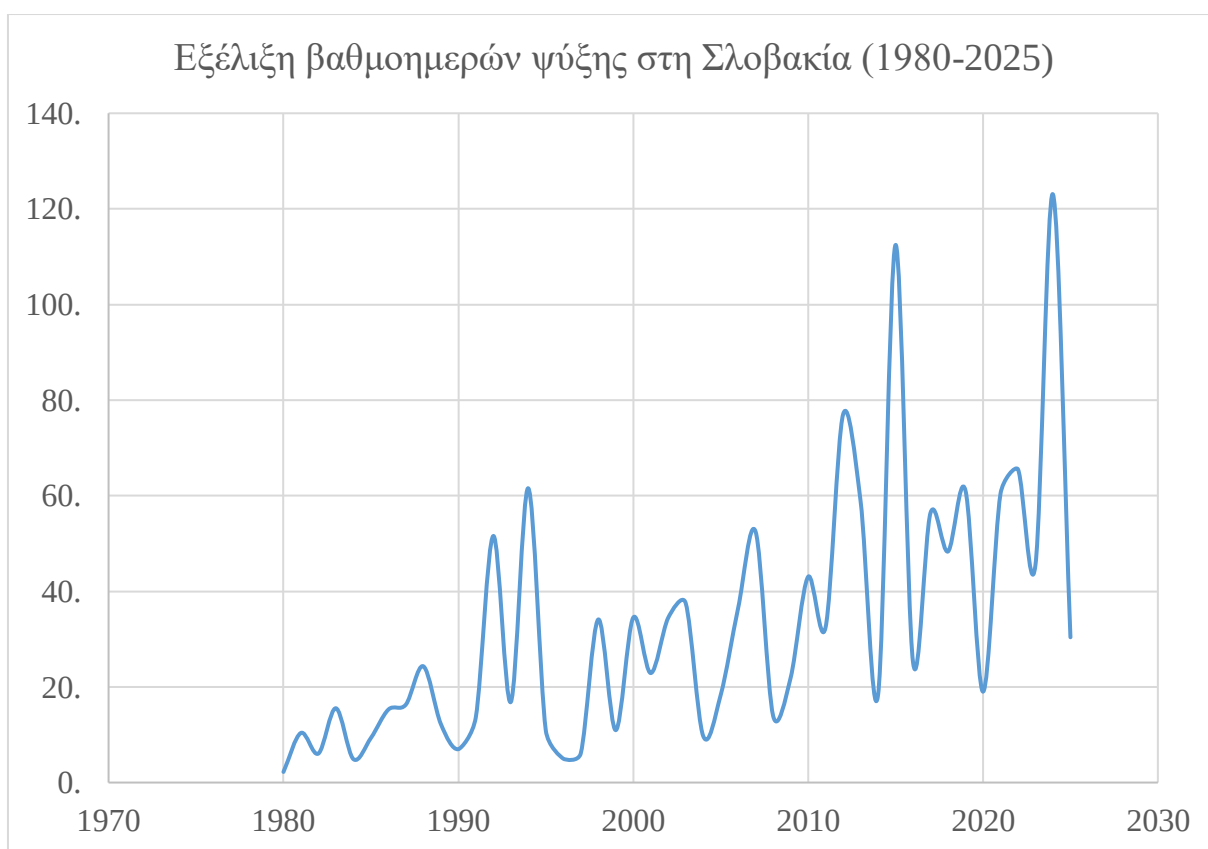
Από τη δεκαετία του 1990 και μετά φαίνεται εντονότερη διακύμανση στις τιμές των βαθμοημερών ψύξης, καθώς εμφανίζονται συχνότερες αυξήσεις και αρκετές έντονες κορυφώσεις. Κυρίως μετά το 2000, οι διακυμάνσεις γίνονται πιο εμφανείς και καταγράφονται αρκετά έτη με σημαντικά αυξημένες τιμές. Τα δεδομένα αυτά δείχνουν ότι οι ανάγκες ψύξης στην Τσεχία παρουσιάζουν σταδιακή αύξηση κατά τις τελευταίες δεκαετίες.

Επιπρόσθετα, στο διάγραμμα διακρίνεται μία ιδιαίτερα υψηλή κορύφωση κατά την περίοδο μετά το 2010, η οποία ξεχωρίζει σε σχέση με τις υπόλοιπες τιμές του χρόνου διαγράμματος. Η παρουσία τόσο υψηλών τιμών δείχνει την παρουσία θερμών περιόδων, οι οποίες οδήγησαν σε αυξημένες ανάγκες χρήσης συστημάτων ψύξης. Παράλληλα, μετά την έντονη αύξηση συνεχίζουν και καταγράφονται σημαντικές διακυμάνσεις, γεγονός που δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης επηρεάζονται άμεσα από τις μεταβολές των θερμοκρασιακών συνθηκών κάθε έτους.

Συμπερασματικά, το διάγραμμα της Τσεχίας παρουσιάζει πιο έντονη ανοδική τάση σε σχέση με προηγούμενες δεκαετίες, ενώ οι αυξημένες κορυφώσεις των τελευταίων ετών δείχνουν ότι οι ανάγκες ψύξης στα κτίρια γίνονται ολοένα και πιο σημαντικές. Παρά το γεγονός ότι οι τιμές παραμένουν χαμηλότερες σε σχέση με θερμότερες χώρες της Νότιας Ευρώπης, η εξέλιξη των δεδομένων υποδηλώνει ενίσχυση των βαθμοημερών ψύξης κατά την εξεταζόμενη περίοδο.

5.2.1.6 Σλοβακία

Η Σλοβακία παρουσιάζει ενδιαφέρον ως προς τη μελέτη των βαθμομερών ψύξης, καθώς οι κλιματικές συνθήκες της χώρας έχουν μεταβληθεί αισθητά κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Όπως και στα παραπάνω διαγράμματα ακολουθεί η διαχρονική εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης για την περίοδο 1980-2025.



Διάγραμμα 5.2.6: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Σλοβακία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Το διάγραμμα 5.3.6 παρουσιάζει την εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στη Σλοβακία για την περίοδο 1980-2025. Κατά τα πρώτα χρόνια της εξεταζόμενης περιόδου οι τιμές παραμένουν σχετικά χαμηλές, ενώ οι μεταβολές από έτος σε έτος είναι περιορισμένες. Παρόλα αυτά, από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 αρχίζουν να εμφανίζονται ορισμένες έντονες αυξήσεις, κάτι το οποίο επηρεάζει την πορεία του διαγράμματος στο μέλλον.

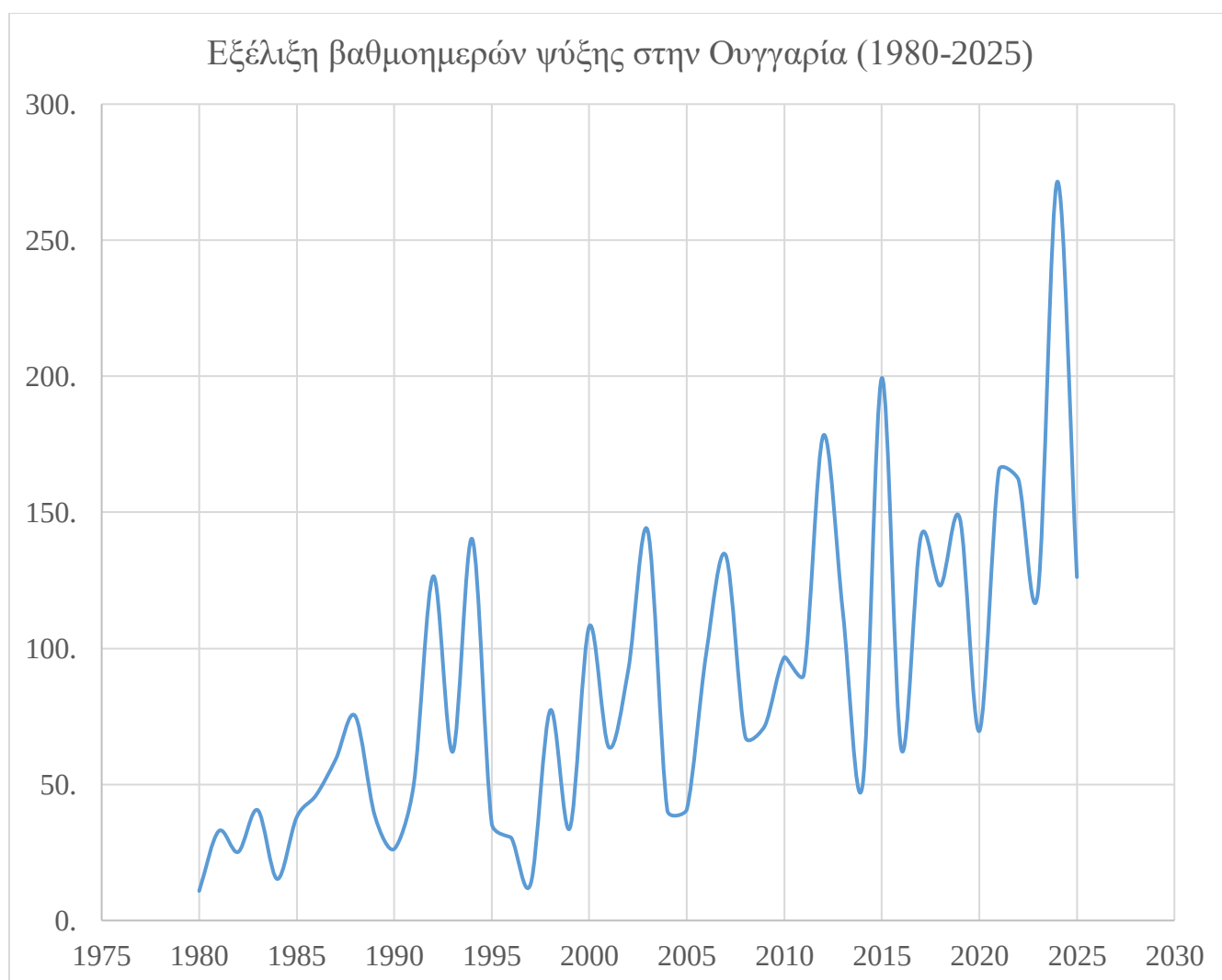
Από τη δεκαετία του 1990 και κυρίως μετά το 2000 παρατηρείται σημαντική διακύμανση στις βαθμομέρες ψύξης. Η χρονοσειρά των δεδομένων δείχνει συχνές και απότομες κορυφώσεις, ενώ αρκετές χρονιές εμφανίζουν υψηλότερες τιμές συγκριτικά με τα προηγούμενα χρόνια. Αυτό δείχνει ότι οι ανάγκες για ψύξη στη Σλοβακία γίνονται όλο ένα και πιο έντονες, κυρίως κατά τις θερμότερες⁴ περιόδους.

Σημαντικά χαρακτηριστική είναι η πολύ υψηλή κορύφωση που καταγράφεται μετά το 2010, η οποία ξεπερνά σε μεγάλο βαθμό τις προηγούμενες τιμές του διαγράμματος. Ταυτόχρονα, και τα επόμενα χρόνια διατηρούν τις υψηλές αυτές τιμές βαθμομερών ψύξης, χωρίς να φαίνεται οι τιμές αυτές να μειώνονται σε αυτές των πρώτων χρόνων. Το στοιχείο αυτό δείχνει μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης θερμών ετών και αυξημένων αναγκών ψύξης στα κτίρια.

Τέλος, η διαχρονική εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στη Σλοβακία παρουσιάζει έντονη μεταβλητότητα αλλά και ανοδική τάση, κυρίως κατά τις τελευταίες δεκαετίες της εξεταζόμενης περιόδου. Συγκριτικά με τα πρώτα χρόνια, οι πρόσφατες τιμές εμφανίζονται αρκετά αυξημένες, γεγονός που αποτυπώνει την εντονότερη εμφάνιση θερμών συνθηκών στη χώρα.

5.2.1.7 Ουγγαρία

Η Ουγγαρία αποτελεί μία από τις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης όπου οι βαθμομέρες ψύξης παρουσιάζουν αξιοσημείωτες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου. Στο παρακάτω διάγραμμα εξετάζονται τα δεδομένα των βαθμομερών ψύξης για την περίοδο 1980-2025.



Διάγραμμα 5.2.7: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Ουγγαρία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Το διάγραμμα 5.3.7 παρουσιάζει την εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης στην Ουγγαρία για την περίοδο 1980-2025. Σε αντίθεση με άλλες χώρες της Κεντρικής Ευρώπης, στο συγκεκριμένο διάγραμμα παρατηρούνται ήδη από τις πρώτες δεκαετίες αρκετές χρονιές με σχετικά αυξημένες τιμές, γεγονός που δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης εμφανίζονταν νωρίτερα και με μεγαλύτερη ένταση.

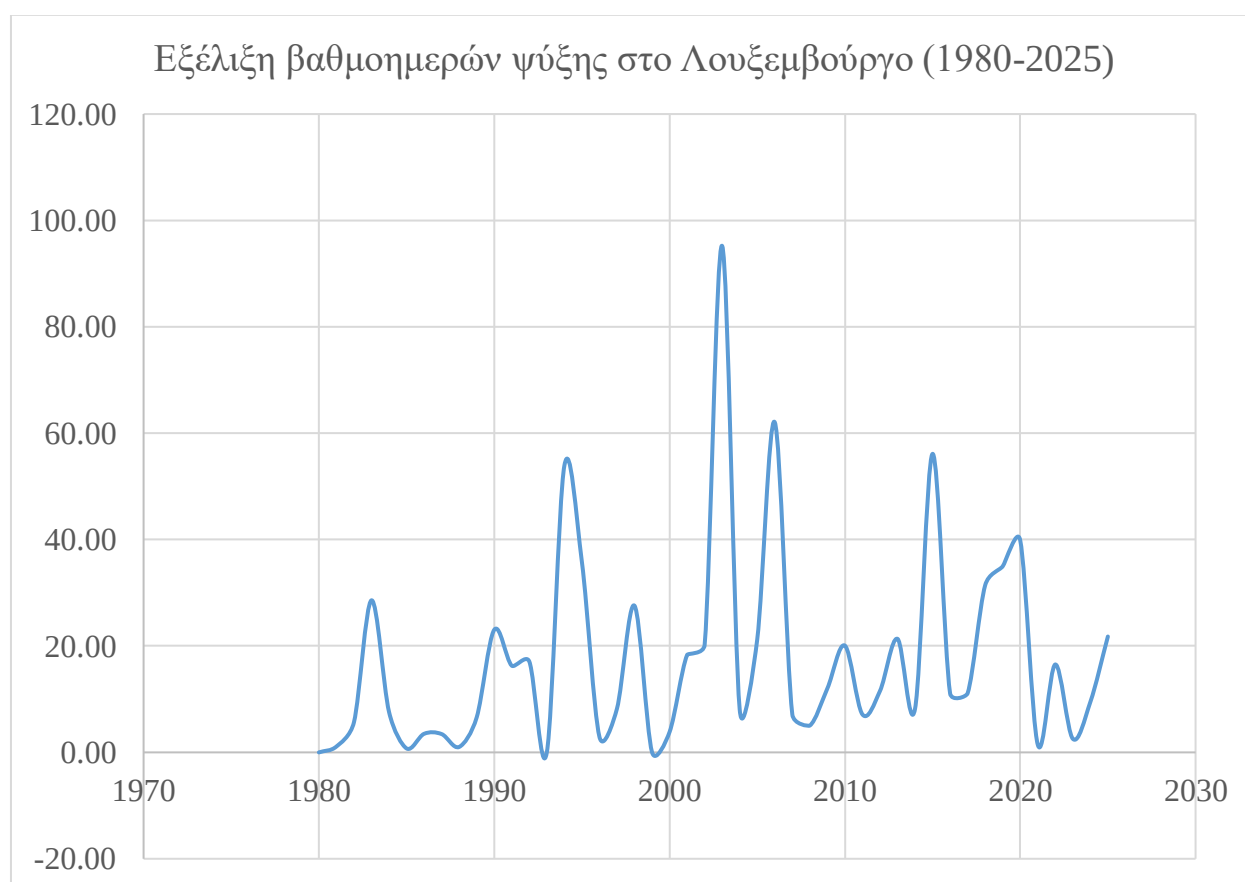
Κατά τη δεκαετία του 1990 οι διακυμάνσεις γίνονται πιο έντονες, με αρκετές απότομες αυξήσεις και σημαντικές κορυφώσεις. Το διάγραμμα δεν ακολουθεί σταθερή πορεία, αλλά παρουσιάζει συνεχείς διακυμάνσεις μεταξύ χαμηλότερων και υψηλότερων τιμών, κάτι το οποίο δείχνει τη μεγάλη μεταβλητότητα των θερμοκρασιακών συνθηκών στη χώρα. Παράλληλα, αρκετά έτη εμφανίζουν αισθητά αυξημένες τιμές σε σχέση με την αρχική περίοδο της χρονοσειράς.

Κυρίως μετά το 2000 διακρίνεται εμφανής ενίσχυση των βαθμοημερών ψύξης, ενώ μετά το 2010 εμφανίζονται οι υψηλότερες κορυφώσεις ολόκληρης της περιόδου. Τα τελευταία έτη παρουσιάζεται πολύ μεγάλη αύξηση και οι τιμές φτάνουν σε επίπεδα σημαντικά υψηλότερα από τις προηγούμενες δεκαετίες. Τα δεδομένα αυτά δείχνουν ότι οι ανάγκες ψύξης στα κτίρια της Ουγγαρίας είναι πλέον επιτακτικής ανάγκης.

Επίσης, ακόμη και στα έτη που παρατηρείται μείωση των τιμών, οι βαθμοημέρες ψύξης παραμένουν υψηλότερες σε σχέση με τις πρώτες δεκαετίες της εξεταζόμενης περιόδου. Η εικόνα αυτή δείχνει την ανοδική τάση της χώρας, με ολοένα και συχνότερη εμφάνιση θερμότερων περιόδων και αυξημένων αναγκών χρήσης συστημάτων ψύξης.

5.2.1.8 Λουξεμβούργο

Το Λουξεμβούργο παρά τη μικρή του γεωγραφική έκταση, παρουσιάζει ενδιαφέρον ως προς τη διαχρονική εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης. Η άντληση δεδομένων από την Eurostat επιτρέπει την καταγραφή των μεταβολών για το αναφερόμενο χρονικό διάστημα.



Διάγραμμα 5.2.8: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στο Λουξεμβούργο για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Όπως και τα προηγούμενα διαγράμματα έτσι και το διάγραμμα 5.3.8 παρουσιάζει τη διαχρονική εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στο Λουξεμβούργο για την περίοδο 1980-2025. Από την παρατήρηση του διαγράμματος διαπιστώνεται ότι οι τιμές εμφανίζουν έντονες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, χωρίς να ακολουθούν ομαλή ή σταθερή πορεία. Κατά τα πρώτα χρόνια, όπως φαίνεται στο διάγραμμα, οι βαθμομέρες ψύξης παραμένουν σε πολύ χαμηλά επίπεδα, ενώ μόνο σε ορισμένα έτη εμφανίζονται μεμονωμένες αυξήσεις.

Στη συνέχεια, από τις αρχές του 1990 παρατηρούνται πιο συχνές και εντονότερες μεταβολές. Χαρακτηριστικές είναι συγκεκριμένες κορυφώσεις που διαφοροποιούνται από τις γειτονικές τιμές του διαγράμματος. Αυτό δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στο Λουξεμβούργο δεν αυξάνονται με σταθερό ρυθμό, αλλά επηρεάζονται σημαντικά από συγκεκριμένες θερμές χρονιές.

Η μεγαλύτερη κορύφωση του διαγράμματος εμφανίζεται στις αρχές της δεκαετίας του 2000, όπου οι βαθμομέρες ψύξης φτάνουν σε ιδιαίτερα υψηλό επίπεδο σε σχέση με ολόκληρη την προηγούμενη περίοδο. Μετά από αυτό το σημείο συνεχίζονται οι έντονες διακυμάνσεις, με αυξήσεις και μειώσεις, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβλητότητα στις θερμοκρασιακές συνθήκες της χώρας.

Επιπρόσθετα, κατά τα τελευταία έτη της εξεταζόμενης περιόδου παρατηρούνται αρκετές χρονιές με σχετικά αυξημένες τιμές σε σχέση με τις πρώτες δεκαετίες της χρονοσειράς, παρά το γεγονός ότι εξακολουθούν να εμφανίζονται και ορισμένες χαμηλές τιμές. Γενικά, το διάγραμμα του Λουξεμβούργου παρουσιάζει αυξημένη μεταβλητότητα και τάση εμφάνισης συχνότερων θερμών ετών μετά το 1990, χωρίς όμως να υπάρχει συνεχής ανοδική πορεία σε σχέση με άλλες χώρες της Κεντρικής Ευρώπης.

5.2.1.9 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Κεντρικής Ευρώπης

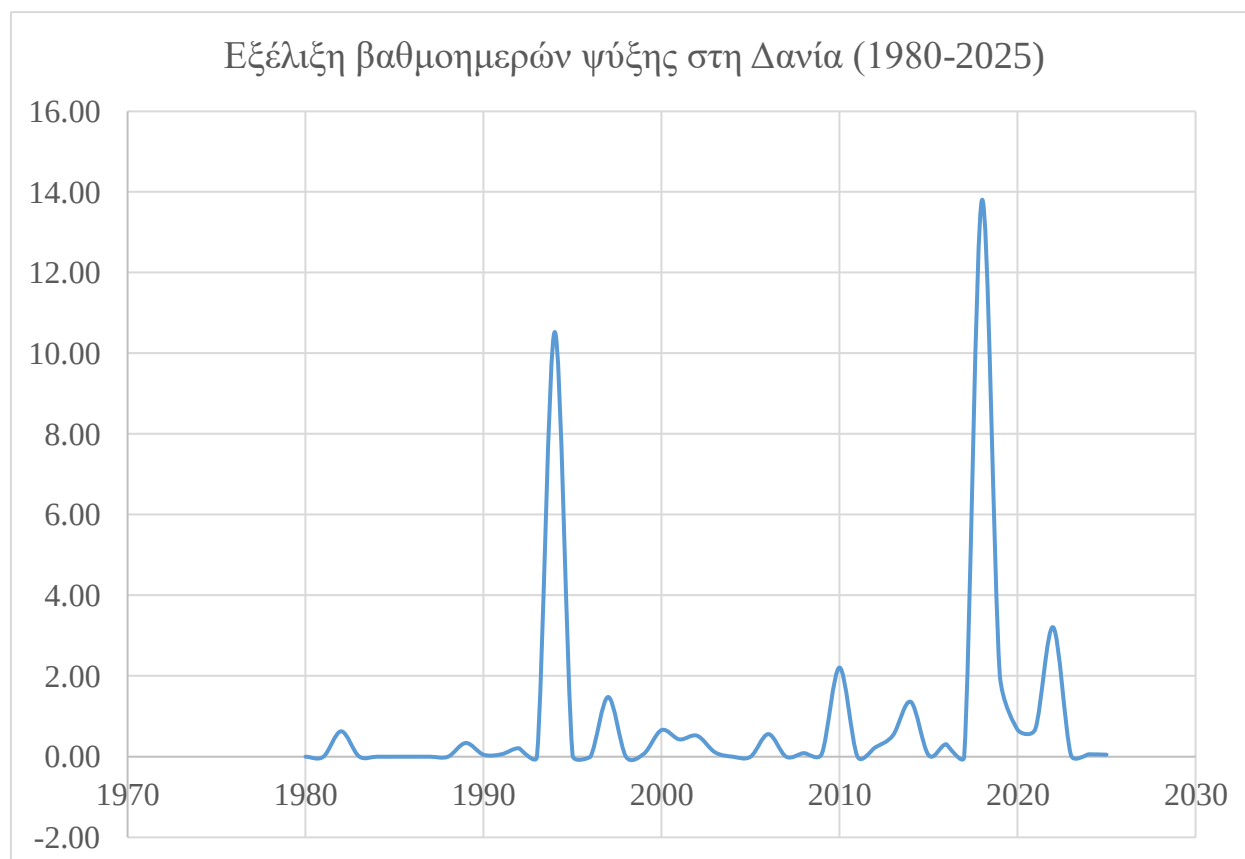
Συνολικά, οι χώρες της Κεντρικής Ευρώπης παρουσιάζουν ενδιάμεσες τιμές βαθμομερών ψύξης σε σχέση με τις μεσογειακές και τις βόρειες χώρες της Ευρώπης. Η ανάλυση των χρονοσειρών δείχνει αυξητική τάση κατά τις τελευταίες δεκαετίες, αν και η ένταση της μεταβολής διαφοροποιείται από χώρα σε χώρα. Ταυτόχρονα, παρατηρείται αυξημένη μεταβλητότητα στις ετήσιες τιμές, γεγονός που δείχνει εμφάνιση ετών με υψηλότερες τιμές βαθμομερών ψύξης. Οι

διαφοροποιήσεις αυτές δείχνουν την επίδραση των τοπικών κλιματικών χαρακτηριστικών στις βαθμομέρες ψύξης και στις ενεργειακές απαιτήσεις στις χώρες της Κεντρικής Ευρώπης.

5.2.2 Χώρες Βόρειας Ευρώπης

5.2.2.1 Δανία

Η Δανία ανήκει στις χώρες της Βόρειας Ευρώπης και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως προς την εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης, λόγω των κλιματικών χαρακτηριστικών που τη διαφοροποιούν από τις χώρες της Νότιας Ευρώπης. Η ανάλυση των δεδομένων επιτρέπει την διατύπωση της διαχρονικής πορείας του δείκτη κατά την περίοδο 1980-2025.



Διάγραμμα 5.2.9: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Δανία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Από το παραπάνω διάγραμμα διαπιστώνεται ότι οι τιμές των βαθμοημερών ψύξης παραμένουν σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα σχεδόν καθ' όλη τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου. Στα περισσότερα έτη καταγράφονται πολύ μικρές μεταβολές, άτι το οποίο δείχνει περιορισμένες ανάγκες ψύξης στα κτίρια της χώρας.

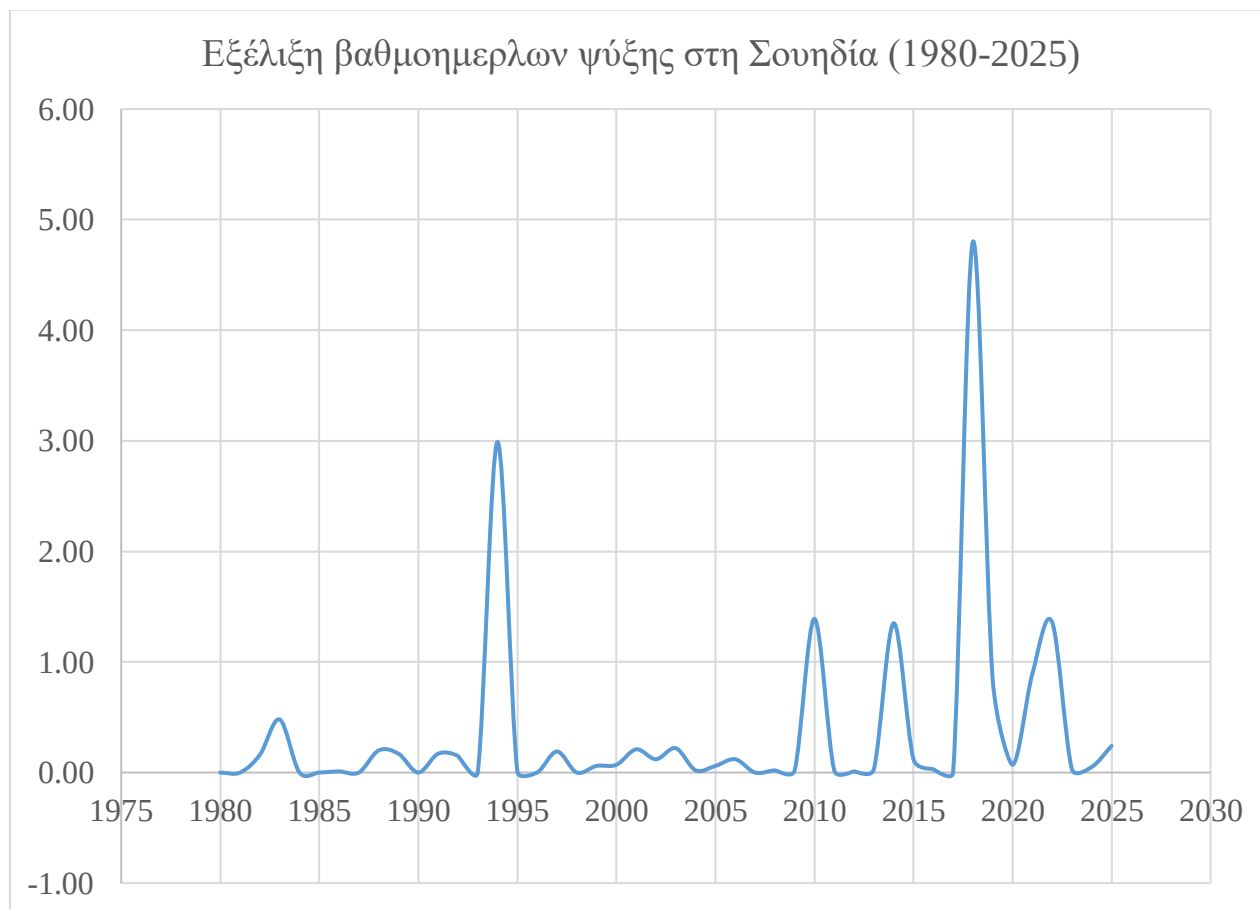
Παρά το γεγονός ότι αποτυπώνονται χαμηλές τιμές, εμφανίζονται ορισμένες μεμονωμένες και έντονες κορυφώσεις που διαφοροποιούνται αισθητά από την υπόλοιπη χρονοσειρά. Η πρώτη σημαντική αύξηση παρατηρείται στα μέσα της δεκαετίας του 1990, ενώ μεγαλύτερη κορύφωση αποτυπώνεται μετά το 2015, όπου οι βαθμοημέρες ψύξης φτάνουν στο υψηλότερο επίπεδο ολόκληρης της περιόδου. Οι αυξήσεις αυτές αφορούν συγκεκριμένες θερμότερες χρονιές, χωρίς συνεχή ανοδική πορεία των τιμών.

Επίσης, μετά την αύξηση των τελευταίων ετών παρατηρείται ξανά μείωση των τιμών, κάτι το οποίο δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στη Δανία μεταβάλλονται συνεχώς μέσα στο χρόνο. Σε αντίθεση με χώρες της Νότιας ή Κεντρικής Ευρώπης, δεν διαμορφώνεται σταθερά υψηλό επίπεδο βαθμοημερών ψύξης, αλλά μόνο σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές.

Τέλος, το διάγραμμα της Δανίας αποτυπώνει ότι οι βαθμοημέρες ψύξης παραμένουν γενικά χαμηλές κατά την περίοδο 1980-2025, με λίγες αλλά έντονες μεταβολές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι παρά την εμφάνιση θερμότερων ετών οι συνολικές ανάγκες για ψύξη είναι περιορισμένες συγκριτικά με άλλα ευρωπαϊκά κράτη.

5.2.2.2 Σουηδία

Στην περίπτωση της Σουηδίας εξετάζεται η εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης κατά την περίοδο 1980-2025. Η ανάλυση των δεδομένων επιτρέπει την αποτύπωση των μεταβολών του δείκτη σε μία χώρα με ιδιαίτερα βόρεια γεωγραφική θέση.



Διάγραμμα 5.2.10: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Σουηδία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι οι τιμές παραμένουν εξαιρετικά χαμηλές σχεδόν σε ολόκληρη τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου. Στα περισσότερα έτη οι βαθμοημέρες ψύξης κινούνται πολύ κοντά στο μηδέν, γεγονός που δείχνει τις περιορισμένες ανάγκες για ψύξη στα κτίρια της χώρας.

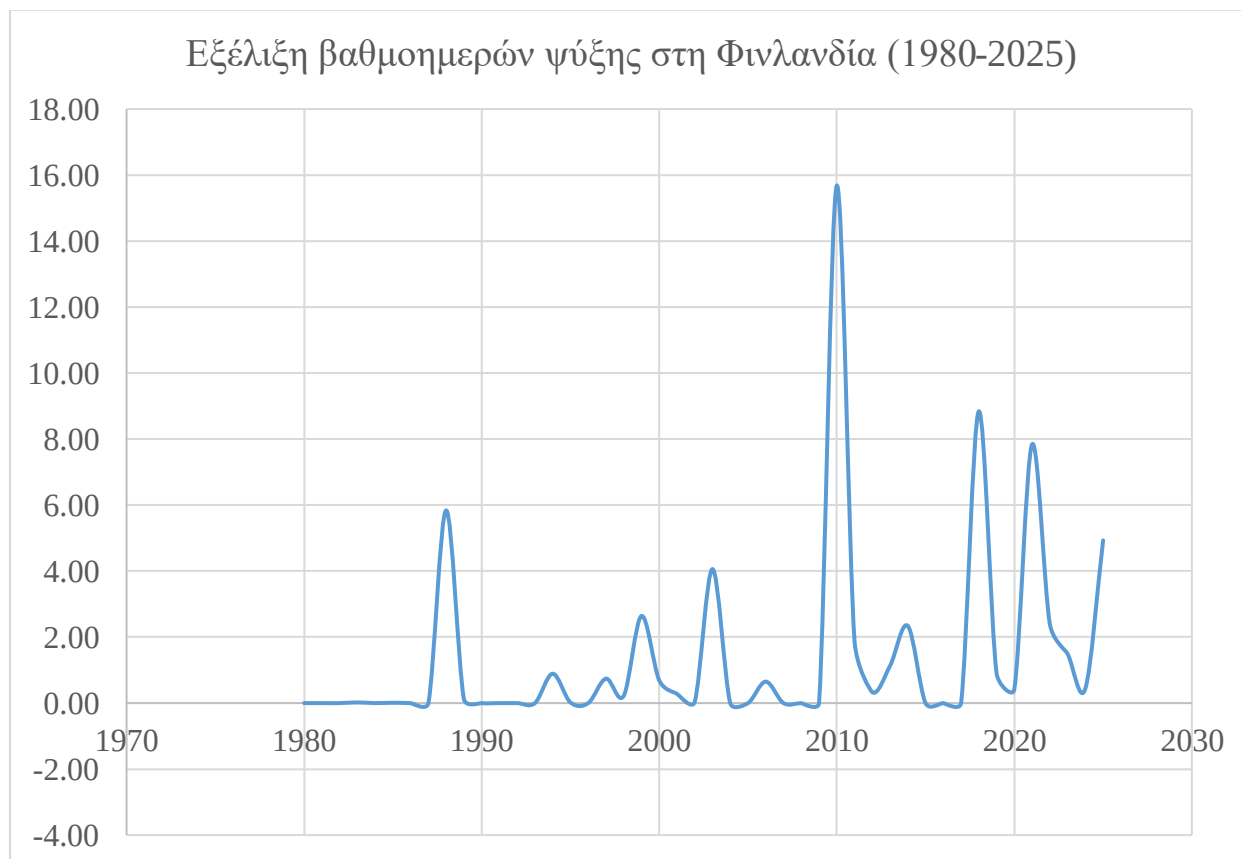
Παρά τη σταθερή εικόνα, εμφανίζονται ορισμένες μεμονωμένες χρονιές με έντονες αυξήσεις, οι οποίες ξεχωρίζουν αισθητά από τις υπόλοιπες τιμές του διαγράμματος. Χαρακτηριστική είναι η κορύφωση που καταγράφεται στα μέσα της δεκαετίας του 1990, καθώς και η ακόμη υψηλότερη αύξηση εμφανίζεται μετά το 2015. Οι συγκεκριμένες μεταβολές αφορούν τα θερμότερα έτη που επηρέασαν προσωρινά τις ανάγκες ψύξης στη Σουηδία.

Επίσης, το 2010 παρατηρείται μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης αυξημένων τιμών σε σχέση με τις πρώτες δεκαετίες της χρονοσειράς. Παρά το γεγονός ότι οι τιμές παραμένουν χαμηλές σε σχέση με τις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, η εικόνα του διαγράμματος δείχνει ότι ακόμη και σε χώρες της Βόρειας Ευρώπης εμφανίζονται πλέον συχνότερα θερμές περίοδοι με αυξημένες ανάγκες ψύξης.

Συνολικά, το διάγραμμα της Σουηδίας παρουσιάζει χαμηλά επίπεδα βαθμοημερών ψύξης αλλά με ορισμένες έντονες μεταβολές κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Αυτό δείχνει ότι οι θερμότερες κλιματικές συνθήκες εμφανίζονται πλέον συχνότερα ακόμη και σε βορειότερες χώρες της Ευρώπης, χωρίς όμως να τροποποιούνται οι ανάγκες ψύξης στη χώρα.

5.2.2.3 Φινλανδία

Η γεωγραφική θέση και οι κλιματικές συνθήκες της Φινλανδίας δημιουργούν ένα ιδιαίτερο πλαίσιο ως προς τις ανάγκες ψύξης των κτιρίων. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στη χώρα για την περίοδο 1980-2025.



Διάγραμμα 5.2.11: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Φινλανδία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Από το παραπάνω διάγραμμα γίνεται αντιληπτό ότι κατά το μεγαλύτερο μέρος της εξεταζόμενης περιόδου οι τιμές παραμένουν πολύ χαμηλές, κάτι το οποίο δείχνει τις περιορισμένες ανάγκες ψύξης λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών που επικρατούν στη χώρα.

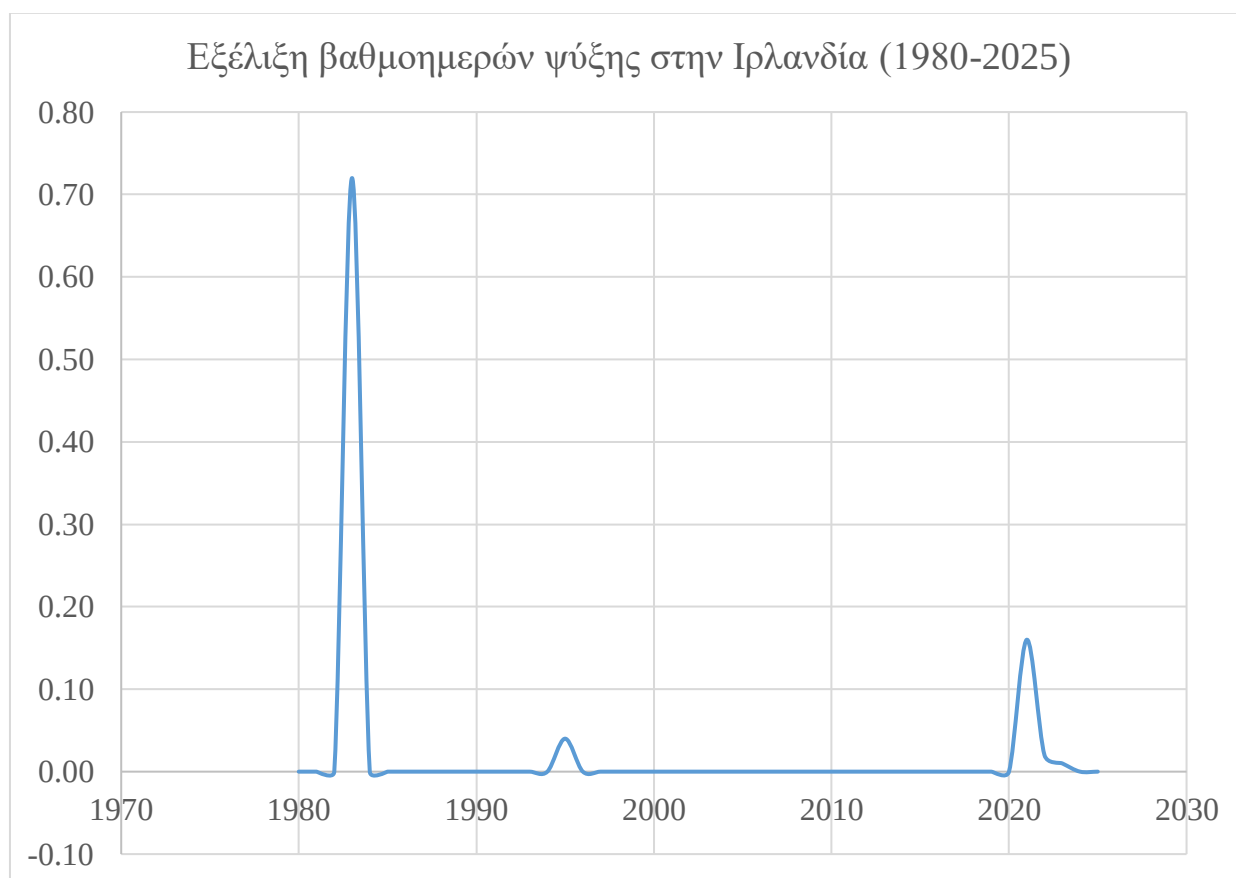
Ωστόσο, παρά τις χαμηλές τιμές, εμφανίζονται ορισμένες έντονες και απότομες αυξήσεις που διαφοροποιούνται σημαντικά από τις υπόλοιπες τιμές. Η πρώτη αύξηση παρατηρείται στα τέλη της δεκαετίας του 1980, ενώ η σημαντικότερη αύξηση εμφανίζεται περίπου μετά το 2010, όπου οι βαθμομέρες ψύξης φτάνουν στο υψηλότερο επίπεδο ολόκληρης της περιόδου. Αυτό δείχνει ότι συγκεκριμένες θερμές χρονιές επηρέασαν τις ανάγκες ψύξης στη Φινλανδία.

Κατά τα τελευταία χρόνια της εξεταζόμενης περιόδου παρατηρείται συχνότερη εμφάνιση αυξημένων τιμών σε σχέση με τις πρώτες δεκαετίες. Παρότι οι κορυφώσεις αυτές δεν διατηρούνται σταθερά κάθε έτος, η παρουσία τους γίνεται πιο συχνή μετά το 2000, κάτι το οποίο δείχνει μεταβλητότητα στις θερμοκρασιακές συνθήκες της χώρας.

Το διάγραμμα της Φινλανδίας παρουσιάζει μια σειρά από χαμηλές βαθμομέρες ψύξης αλλά με έντονες αυξήσεις τις τελευταίες δεκαετίες. Αυτό δείχνει ότι ακόμη και σε χώρες με ψυχρότερο κλίμα καταγράφονται πλέον θερμότερες περίοδοι που αυξάνουν τις ανάγκες ψύξης στα κτίρια.

5.2.2.4 Ιρλανδία

Η ανάλυση των δεδομένων της Ιρλανδίας συμβάλλει στην καταγραφή των μεταβολών των βαθμομερών ψύξης κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου. Ακολουθεί η παρουσίαση της διαχρονικής εξέλιξης του δείκτη για τα έτη 1980-2025.



Διάγραμμα 5.2.12: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Ιρλανδία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Για το συγκεκριμένο διάγραμμα παρατηρείται ότι οι τιμές των βαθμομερών ψύξης παραμένουν σχεδόν μηδενικές κατά το μεγαλύτερο μέρος της εξεταζόμενης περιόδου. Αυτό δείχνει ότι οι ανάγκες για ψύξη στα κτίρια της Ιρλανδίας είναι εξαιρετικά περιορισμένες, γεγονός που συνδέεται με το ήπιο και ωκεάνιο κλίμα της χώρας.

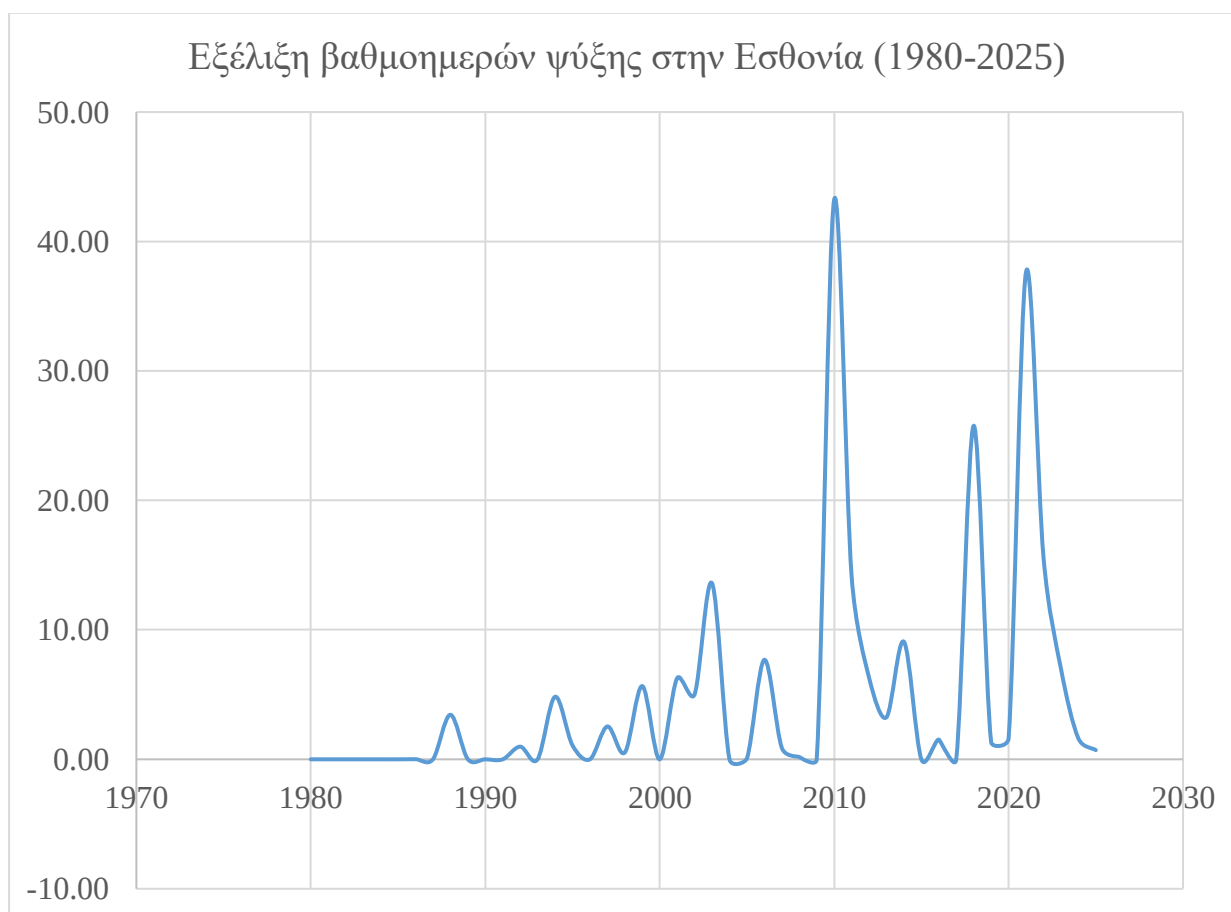
Παρά τη γενικά σταθερή εικόνα, καταγράφονται ορισμένες μεμονωμένες αυξήσεις που διαφοροποιούνται έντονα από τις υπόλοιπες τιμές της χρονοσειράς. Η μεγαλύτερη αύξηση παρουσιάζεται στις αρχές της δεκαετίας του 1980, όπου οι βαθμομέρες ψύξης παρουσιάζουν απότομη αλλά βραχύχρονη αύξηση. Μετά το συγκεκριμένο έτος, οι τιμές επανέρχονται και πάλι στα χαμηλά επίπεδα όπως ήταν με μηδενικές τιμές για αρκετές δεκαετίες.

Επίσης, μικρότερες αυξήσεις παρατηρούνται στα μέσα της δεκαετίας του 1990 και κυρίως μετά το 2020, χωρίς όμως να παρουσιάζεται σημαντική μεταβολή και στην εικόνα του διαγράμματος. Οι μεταβολές αυτές συνδέονται με μεμονωμένες θερμότερες περιόδους και όχι με σταθερή ανοδική τάση των βαθμομερών ψύξης.

Εν κατακλείδι, το διάγραμμα της Ιρλανδίας παρουσιάζει χαμηλές και σταθερές τιμές βαθμομερών ψύξης σε σύγκριση με τις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες. Παρά την εμφάνιση διακυμάνσεων οι ανάγκες για ψύξη παραμένουν περιορισμένες κατά την εξεταζόμενη περίοδο.

5.2.2.5 Εσθονία

Η καταγραφή των βαθμομερών ψύξης στην Εσθονία συμβάλλει στην κατανόηση των μεταβολών που σημειώνονται στις ανάγκες ψύξης κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Ακολουθεί η παρουσίαση της χρονοσειράς για την περίοδο 1980-2025.



Διάγραμμα 5.2.13: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Εσθονία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Από το διάγραμμα της Εσθονίας παρατηρείται ότι οι τιμές παραμένουν σχεδόν μηδενικές, γεγονός που δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στα κτίρια ήταν ιδιαίτερα περιορισμένες. Μέχρι και τις αρχές δεκαετίας του 1990 καταγράφονται μόνο μικρές αυξήσεις, χωρίς έντονες διακυμάνσεις.

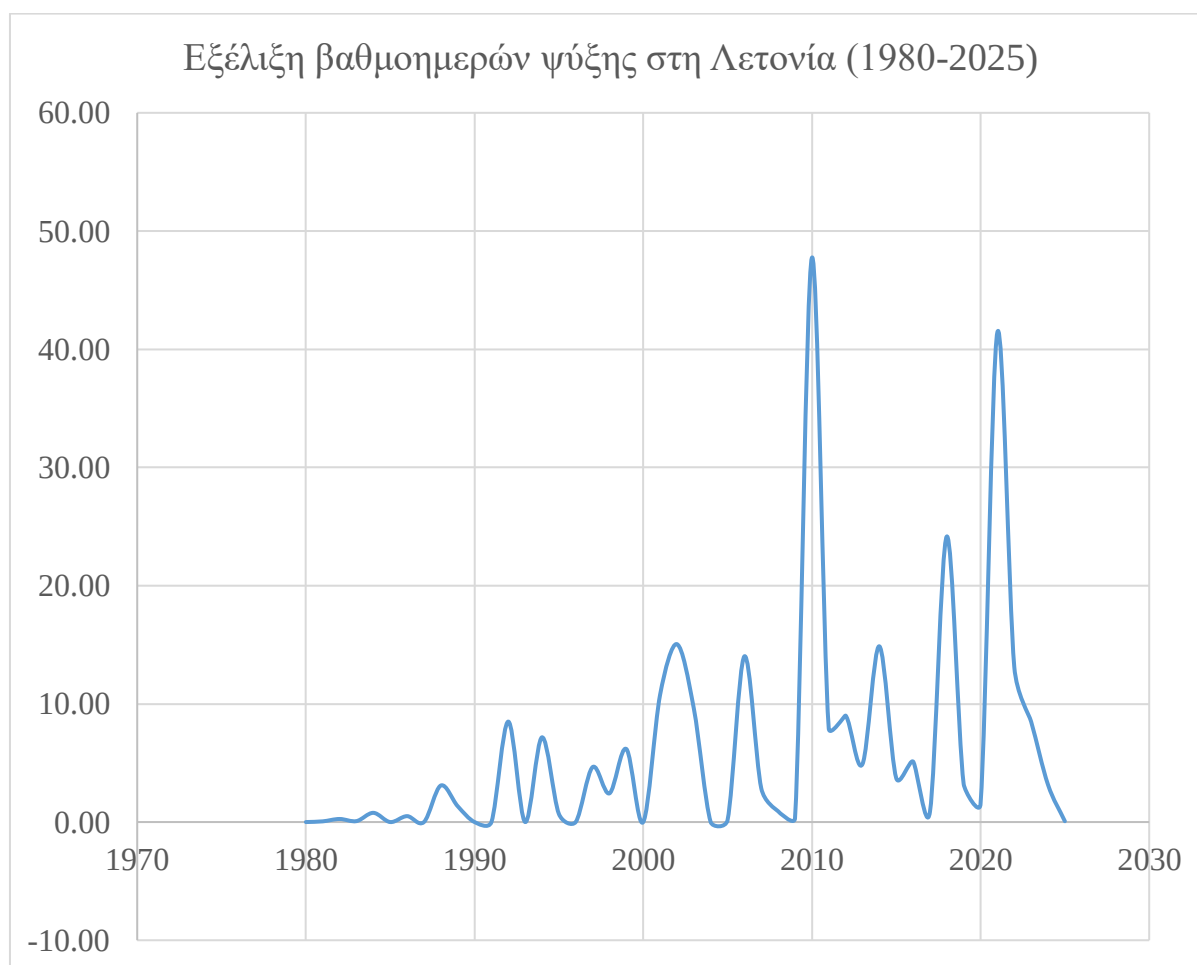
Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 και κυρίως μετά το 2000 αρχίζει να εμφανίζεται μεγαλύτερη μεταβλητότητα στις τιμές των βαθμομερών ψύξης. Στο διάγραμμα φαίνονται περισσότερες αυξήσεις και συχνότερες κορυφώσεις, κάτι το οποίο δείχνει ότι σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους οι θερινές θερμοκρασίες ήταν αισθητά υψηλότερες σε σχέση με προηγούμενες δεκαετίες. Η μεταβολή αυτή επηρεάζει και την πορεία του διαγράμματος μελλοντικά, από την σταθερή εικόνα που επικρατούσε.

Έντονη είναι η κορύφωση που εμφανίζεται κυρίως το 2010, όπου οι βαθμομέρες ψύξης αυξάνονται απότομα και φτάνουν στις υψηλότερες τιμές στο διάγραμμα. Αντίστοιχα, αυξημένες τιμές παρατηρούνται και στα τέλη της δεκαετίας του 2010 καθώς και στις αρχές της δεκαετίας του 2020. Οι συγκεκριμένες αυξήσεις δείχνουν ότι στην Εσθονία εμφανίζονται πλέον συχνότερα θερμότερα καλοκαίρια, τα οποία έχουν ως απόρροια τις αυξημένες ανάγκες ψύξης στα κτίρια.

Παρά τις έντονες διακυμάνσεις σε συγκεκριμένα έτη, οι τιμές εξακολουθούν να παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις και δεν διατηρούνται σταθερά υψηλές. Αυτό δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στην Εσθονία παραμένουν χαμηλότερες συγκριτικά με θερμότερες ευρωπαϊκές χώρες, παρόλα αυτά η εμφάνιση συχνότερων και εντονότερων αυξήσεων κατά τις τελευταίες δεκαετίες δείχνει μεταβολή των θερμοκρασιακών συνθηκών της χώρας.

5.2.2.6 Λετονία

Για την Λετονία εξετάζεται η πορεία των βαθμομερών ψύξης κατά την περίοδο 1980-2025, με στόχο την καταγραφή των διακυμάνσεων και των μεταβολών του δείκτη μέσα στον χρόνο.



Διάγραμμα 5.2.14: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Λετονία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Σύμφωνα με το διάγραμμα κατά τις πρώτες δεκαετίες οι τιμές παραμένουν σε πολύ χαμηλά επίπεδα, με μικρές μόνο διακυμάνσεις. Η εικόνα αυτή δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στα κτίρια ήταν αρχικά περιορισμένες και εμφανίζονταν μεμονωμένα σε θερμότερα έτη.

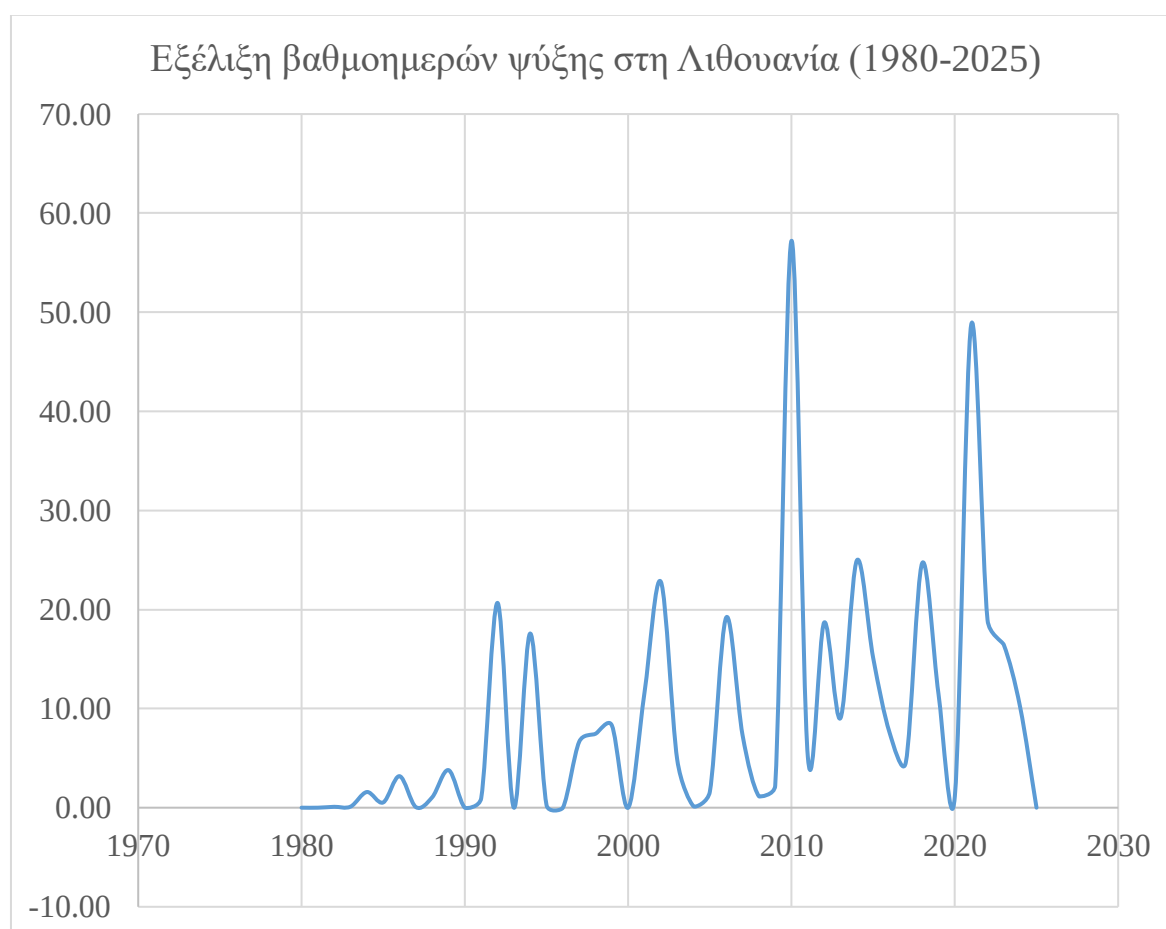
Μετά τις αρχές της δεκαετίας του 1990 αρχίζουν να καταγράφονται συχνότερες αυξήσεις στις βαθμοημέρες ψύξης, ενώ οι μεταβολές στο διάγραμμα γίνονται εντονότερες. Κυρίως από το 2000 και έπειτα παρατηρούνται περισσότερες μεταβολές, κάτι το οποίο δείχνει ότι οι θερινές θερμοκρασίες παρουσιάζουν μεγαλύτερες διακυμάνσεις σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες.

Η πιο σημαντική κορύφωση εμφανίζεται περίπου το 2010, όπου οι βαθμοημέρες ψύξης αυξάνονται απότομα και φτάνουν στη μεγαλύτερη τιμή της περιόδου. Παρόμοια έντονη αύξηση καταγράφεται και στις αρχές της δεκαετίας του 2020. Οι συγκεκριμένες κορυφώσεις διαφοροποιούνται αισθητά από τις υπόλοιπες τιμές του διαγράμματος και δείχνουν την εμφάνιση θερμών θερινών περιόδων, οι οποίες οδήγησαν σε αυξημένες ανάγκες χρήσης συστημάτων ψύξης.

Ταυτόχρονα, μετά το 2010 παρατηρείται ότι οι τιμές δεν επιστρέφουν στα χαμηλά επίπεδα των πρώτων ετών. Αντίθετα, καταγράφονται ολοένα και περισσότερα έτη με μέτριες ή αυξημένες τιμές βαθμοημερών ψύξης, κάτι το οποίο δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στη Λετονία παρουσιάζουν σταδιακή ενίσχυση κατά τις τελευταίες δεκαετίες της εξεταζόμενης περιόδου.

5.2.2.7 Λιθουανία

Η εξέταση των βαθμομερών ψύξης στη Λιθουανία συμβάλλει στην καταγραφή των μεταβολών που σημειώνονται στις ανάγκες ψύξης των κτιρίων με την πάροδο του χρόνου. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η πορεία του δείκτη κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο.



Διάγραμμα 5.2.15: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Λιθουανία για την περίοδο 1980-2025

Πηγή: Eurostat (2024)

Το διάγραμμα 5.3.15 δείχνει ότι κατά τα πρώτα χρόνια της εξεταζόμενης περιόδου οι τιμές εμφανίζονται ιδιαίτερα χαμηλές, με μικρές μόνο αυξήσεις και περιορισμένες διακυμάνσεις. Η εικόνα αυτή δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στα κτίρια ήταν αρχικά μικρές και εμφανίζονταν κυρίως σε μεμονωμένα θερμότερα έτη.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 αρχίζουν να παρουσιάζονται πιο αισθητές μεταβολές στις βαθμομέρες ψύξης. Στο διάγραμμα παρατηρούνται αρκετές αυξήσεις με κάποιες πτώσεις, κάτι το οποίο δείχνει μεγαλύτερη μεταβλητότητα των θερινών θερμοκρασιών. Σε αντίθεση με τις πρώτες δεκαετίες, μετά το 2000 οι αυξήσεις γίνονται πιο συχνές και εντονότερες.

Χαρακτηριστική είναι η αρκετά υψηλή κορύφωση που εμφανίζεται κυρίως το 2010, όπου οι βαθμομέρες ψύξης φτάνουν στη μεγαλύτερη τιμή τους. Ταυτόχρονα, σημαντική αύξηση παρατηρείται και στις αρχές της δεκαετίας του 2020. Οι έντονες αυτές διακυμάνσεις διαφοροποιούνται σε σχέση με τις προηγούμενες τιμές και δείχνουν την εμφάνιση θερμών θερινών περιόδων στη χώρα.

Επιπρόσθετα, μετά το 2010 οι τιμές παραμένουν υψηλότερες σε σχέση με τις πρώτες δεκαετίες της εξεταζόμενης περιόδου, ακόμη και όταν παρουσιάζονται μειώσεις. Αυτό δείχνει ότι οι ανάγκες για ψύξη στη Λιθουανία εμφανίζονται πιο συχνά και με μεγαλύτερη ένταση τα τελευταία χρόνια.

Τέλος, το διάγραμμα παρουσιάζει ακόμη μεγαλύτερες διακυμάνσεις και αυξημένη συχνότητα υψηλών τιμών βαθμομερών ψύξης κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Παρά το ότι οι ανάγκες για ψύξη παραμένουν χαμηλότερες σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, η εξέλιξη της χρονοσειράς δείχνει ότι στη Λιθουανία παρατηρείται σταδιακή αύξηση των θερμότερων θερινών περιόδων.

5.2.2.8 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Βόρειας Ευρώπης

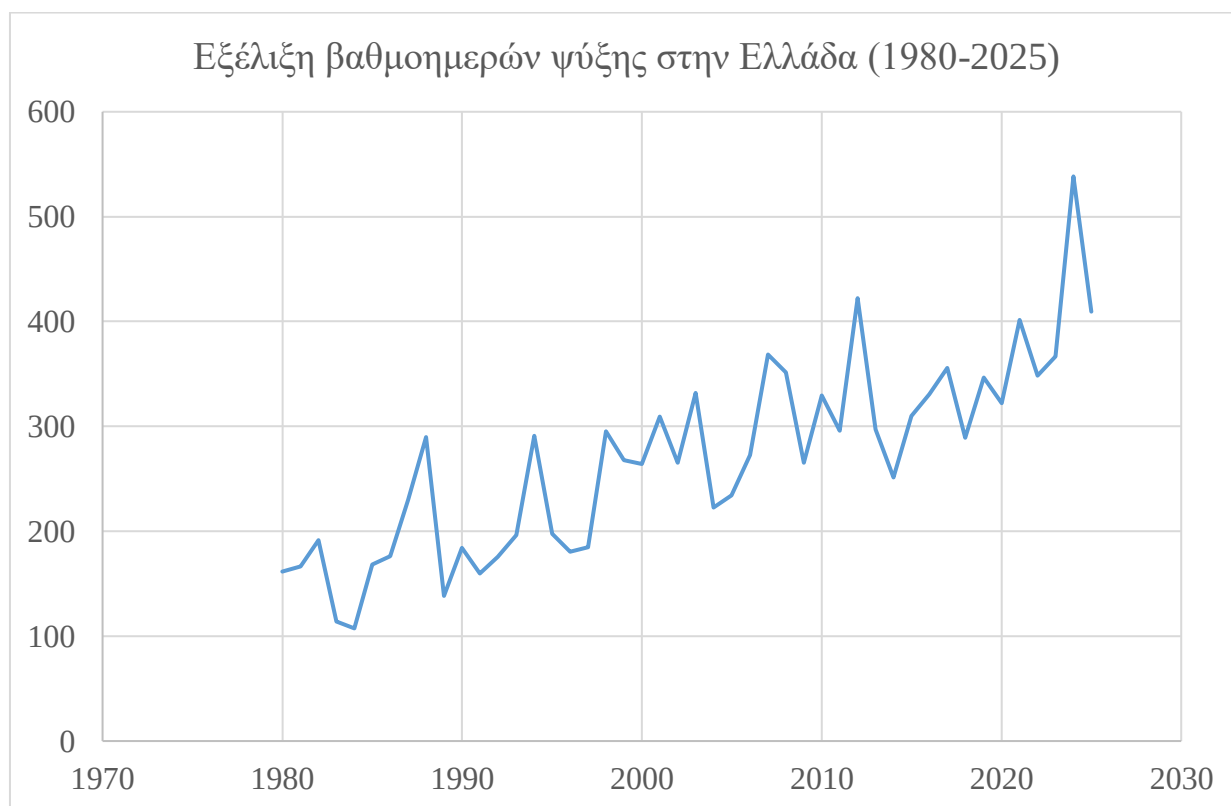
Οι χώρες της Βόρειας Ευρώπης παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές βαθμομερών ψύξης σε σχέση με τις χώρες της Νότιας Ευρώπης, γεγονός που συνδέεται με τις ψυχρότερες κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις περιοχές αυτές. Παρά τις διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των χωρών όσο αναφορά το επίπεδο και τη διακύμανση των τιμών, οι περισσότερες χρονοσειρές εμφανίζουν αυξημένες τιμές τις τελευταίες δεκαετίες. Η εικόνα αυτή δείχνει ότι ακόμη και στις βορειότερες περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπάρχει σταδιακή ενίσχυση των αναγκών ψύξης. Επίσης, οι

διακυμάνσεις που παρατηρούνται μεταξύ των χωρών επιβεβαιώνουν την επίδραση των τοπικών κλιματικών χαρακτηριστικών στη διαμόρφωση των βαθμομερών ψύξης. Συγκριτικά με τις υπόλοιπες γεωγραφικές περιοχές, η Βόρεια Ευρώπη συνεχίζει να εμφανίζει τις χαμηλότερες απαιτήσεις ψύξης, χωρίς όμως να παραμένει ανεπηρέαστη από τις μεταβολές που συνδέονται με την κλιματική αλλαγή.

5.2.3 Χώρες Νότιας Ευρώπης

5.2.3.1 Ελλάδα

Ως χώρα την Νότιας Ευρώπης με έντονα θερμές θερινές περιόδους, η Ελλάδα αποτελεί χαρακτηριστική περίπτωση για τη μελέτη των βαθμομερών ψύξης. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη του δείκτη κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο.



Διάγραμμα 5.2.16: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Ελλάδα για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

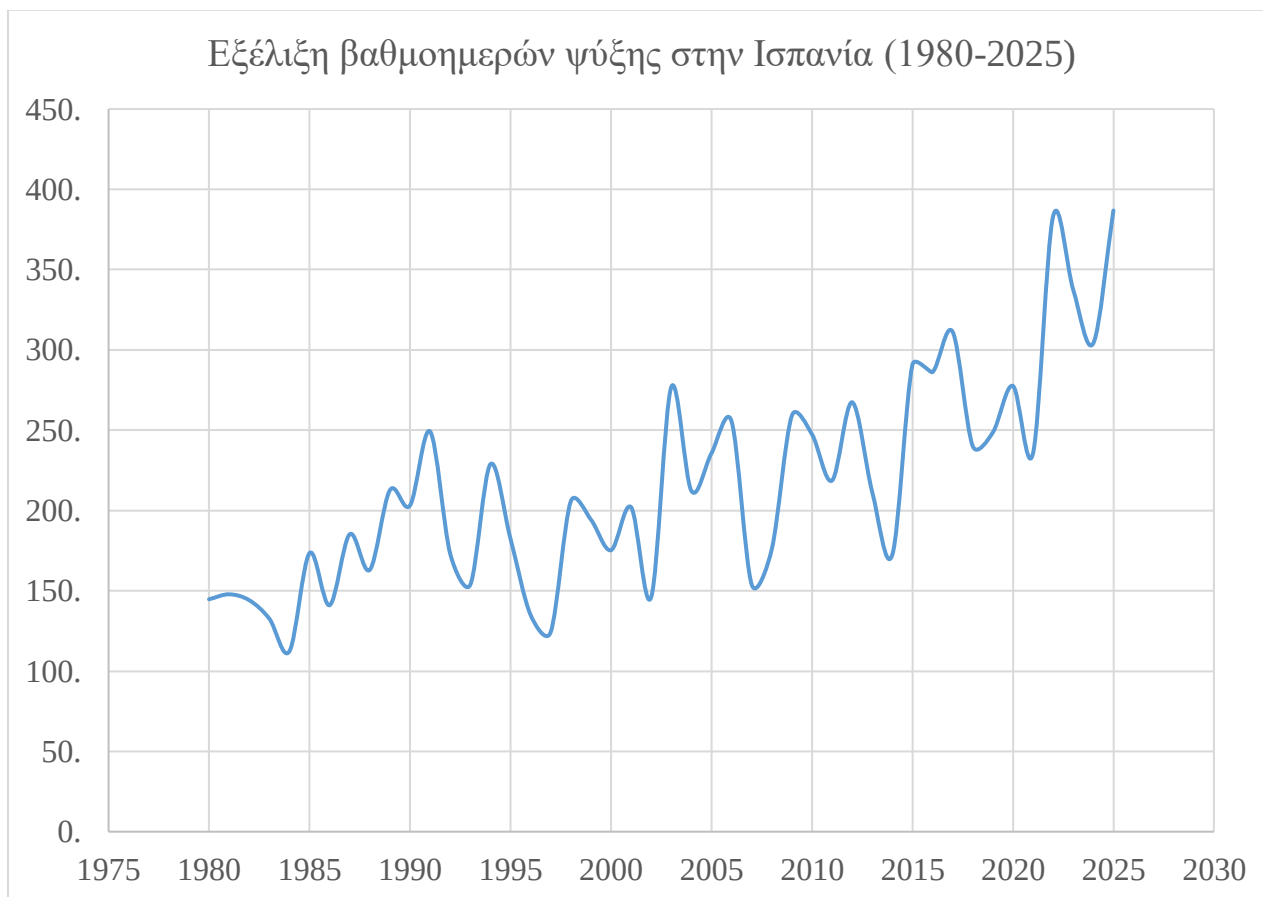
Από το παραπάνω διάγραμμα διακρίνονται οι μεταβολές των θερμοκρασιακών συνθηκών και κυρίως η ένταση των θερμών περιόδων που εμφανίζονται κατά τους θερινούς μήνες. Σε αρκετά έτη καταγράφονται αυξημένες τιμές βαθμομερών ψύξης, κάτι το οποίο δείχνει αυξημένες ανάγκες χρήσης συστημάτων ψύξης στα κτίρια.

Επίσης, παρατηρείται ότι από τις αρχές της δεκαετίας του 2000 και μετά οι τιμές εμφανίζονται γενικά υψηλότερες σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες. Παρά το γεγονός ότι καταγράφονται διακυμάνσεις από έτος σε έτος, η συνολική εικόνα του διαγράμματος δείχνει ενίσχυση των αναγκών ψύξης κατά τα πιο πρόσφατα χρόνια της εξεταζόμενης περιόδου. Οι υψηλότερες τιμές διακρίνονται κυρίως τις τελευταίες δεκαετίες, γεγονός που δείχνει τη συχνότερη εμφάνιση θερμότερων θερινών περιόδων.

Επιπρόσθετα, η εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης δεν παρουσιάζει σταθερή πορεία, καθώς σε ορισμένα έτη εμφανίζονται έντονες αυξήσεις, ενώ σε άλλα παρατηρούνται μικρότερες μεταβολές. Αυτό δείχνει τη μεταβλητότητα των κλιματικών συνθηκών κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου. Ταυτόχρονα, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η Ελλάδα περιλαμβάνεται στις χώρες με αυξημένες ανάγκες ψύξης, κυρίως κατά τις θερμότερες περιόδους του έτους.

5.2.3.2 Ισπανία

Η μελέτη της Ισπανίας παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς πρόκειται για μία χώρα όπου οι υψηλές θερινές θερμοκρασίες επηρεάζουν σημαντικά τη ζήτηση για ψύξη. Ακολουθεί η παρουσίαση της διαχρονικής πορείας των βαθμομερών ψύξης από το 1980-2025.



Διάγραμμα 5.2.17: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Ισπανία για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

Οι τιμές των βαθμομερών ψύξης είναι ιδιαίτερα υψηλές σε όλη τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, γεγονός που δείχνει τις αυξημένες ανάγκες ψύξης που εμφανίζονται λόγω των υψηλών θερινών θερμοκρασιών της χώρας.

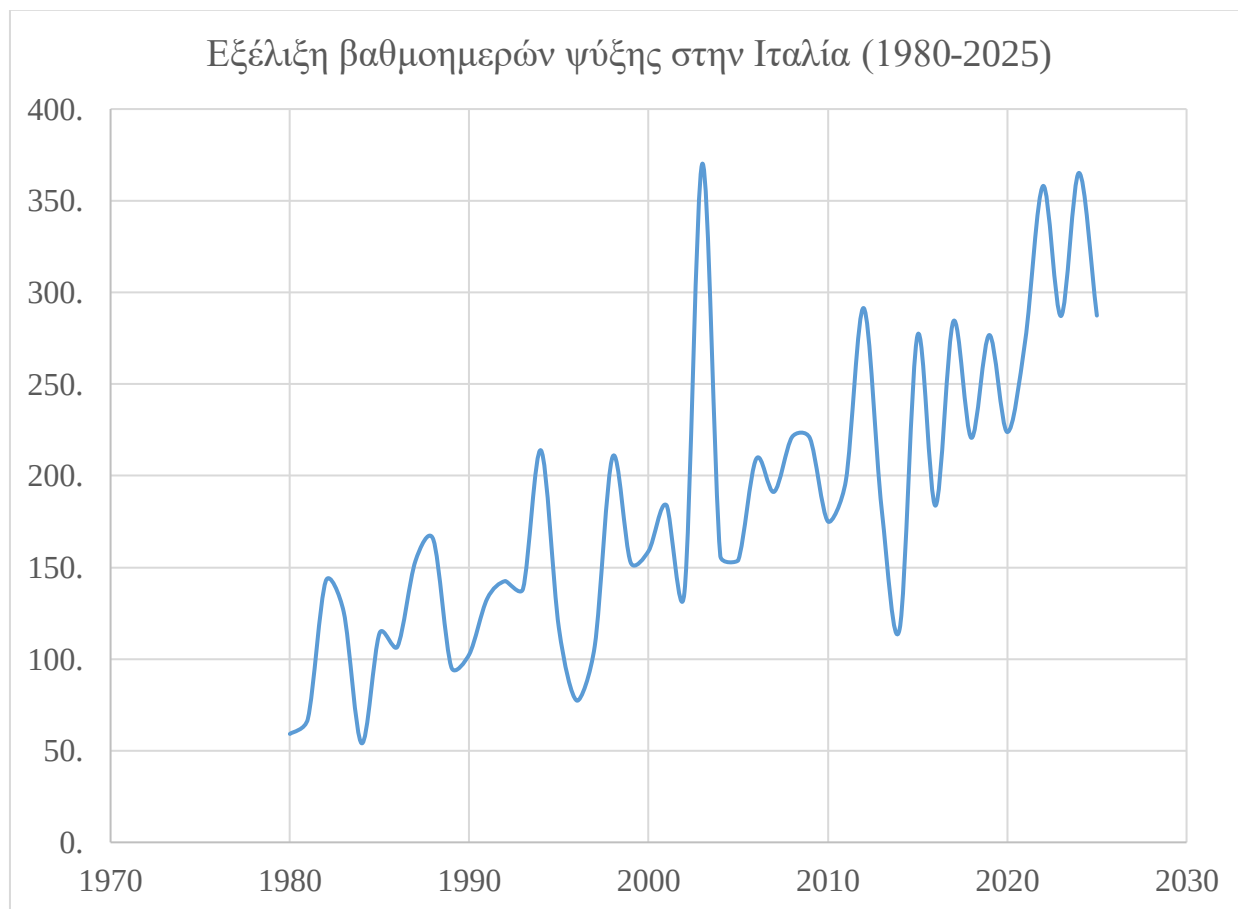
Κατά τις πρώτες δεκαετίες της περιόδου οι τιμές παρουσιάζουν διακυμάνσεις, παραμένοντας όμως σε σχετικά υψηλά επίπεδα σε σχέση με πολλές άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 και κυρίως μετά το 2000 παρατηρείται σταδιακή ενίσχυση των βαθμομερών ψύξης, με πιο συχνές κορυφώσεις και υψηλότερες τιμές σε σχέση με τα προηγούμενα έτη.

Κυρίως μετά το 2015 το διάγραμμα εμφανίζει πιο έντονη ανοδική πορεία. Οι βαθμομέρες ψύξης αυξάνονται σημαντικά και σε αρκετά έτη ξεπερνούν εμφανώς τις προηγούμενες τιμές στο υπόλοιπο διάγραμμα. Οι υψηλότερες κορυφώσεις καταγράφονται κατά τα τελευταία έτη της εξεταζόμενης περιόδου, όπου οι τιμές προσεγγίζουν τα μέγιστα επίπεδα του διαγράμματος. Η εξέλιξη αυτή δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στην Ισπανία γίνονται ολοένα και μεγαλύτερες, κυρίως κατά τις πιο θερμές θερινές περιόδους.

Παράλληλα, οι συνεχείς διακυμάνσεις που εμφανίζονται από έτος σε έτος δείχνουν ότι οι κλιματικές συνθήκες παρουσιάζουν σημαντική μεταβλητότητα. Ωστόσο, παρά τις μειώσεις σε ορισμένα έτη, η συνολική πορεία του διαγράμματος παραμένει ανοδική. Η εικόνα της χρονοσειράς καταδεικνύει ότι η Ισπανία αποτελεί μία από τις χώρες με τις υψηλότερες ανάγκες ψύξης στην Ευρώπη, ενώ οι αυξημένες τιμές των τελευταίων δεκαετιών δείχνουν ενίσχυση των θερμών περιόδων και μεγαλύτερη ενεργειακή απαίτηση για κλιματισμό στα κτίρια.

5.2.3.3 Ιταλία

Η διαχρονική παρακολούθηση των βαθμομερών ψύξης στην Ιταλία συμβάλλει στην κατανόηση των μεταβολών που σημειώνονται στις ανάγκες ψύξης του κτιριακού τομέα. Παρακάτω παρουσιάζονται τα δεδομένα για την περίοδο 1980-2025.



Διάγραμμα 5.2.18: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Ιταλία για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

Όπως παρατηρείται από το διάγραμμα οι τιμές των βαθμομερών ψύξης παραμένουν σε υψηλά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, γεγονός που δείχνει τις αυξημένες ανάγκες ψύξης που εμφανίζονται λόγω των θερμών θερινών συνθηκών της χώρας.

Κατά τη διάρκεια του 1980 οι τιμές παρουσιάζουν αρκετές διακυμάνσεις, παρόλα αυτά παραμένουν χαμηλότερες σε σχέση με τις επόμενες δεκαετίες. Από τη δεκαετία του 1990 και κυρίως μετά το 2000 παρατηρείται σταδιακή αύξηση των βαθμομερών ψύξης, ενώ οι διακυμάνσεις γίνονται πιο έντονες. Στο διάγραμμα εμφανίζονται αρκετές κορυφώσεις, κάτι το οποίο δείχνει ότι ορισμένα έτη χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα αυξημένες ανάγκες ψύξης.

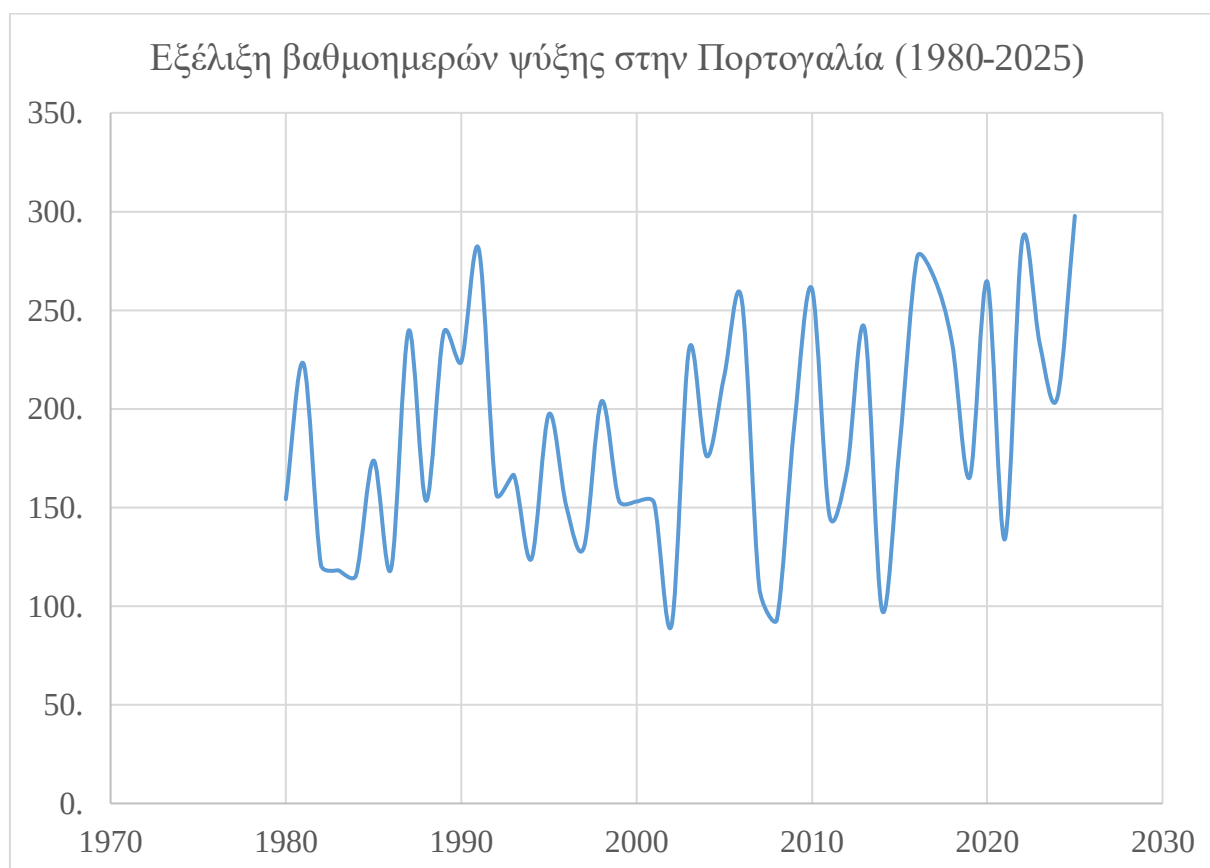
Εξαιρετικά έντονη είναι η κορύφωση που εμφανίζεται στις αρχές της δεκαετίας του 2000, όπου οι τιμές αυξάνονται απότομα και φτάνουν σε αρκετά υψηλά επίπεδα σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια. Αντίστοιχα υψηλές τιμές καταγράφονται και κατά την τελευταία δεκαετία της χρονικής εξέλιξης του διαγράμματος, με τις τιμές μετά το 2020 να παραμένουν αυξημένες. Η εικόνα αυτή δείχνει ότι οι θερμές θερινές περίοδοι εμφανίζονται πιο εντατικά και με μεγαλύτερη ένταση τα τελευταία χρόνια.

Επίσης, ακόμα και στις περιόδους όπου παρουσιάζονται μειώσεις, οι τιμές δεν επιστρέφουν στα χαμηλά επίπεδα των πρώτων ετών της ανάλυσης. Αυτό δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στην Ιταλία παραμένουν σε υψηλά επίπεδα και παρουσιάζουν συνεχώς ανοδική πορεία κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου.

Τέλος, το διάγραμμα δείχνει ότι η Ιταλία αποτελεί μία από τις χώρες της Νότιας Ευρώπης με σημαντικές ανάγκες ψύξης, ενώ οι αυξανόμενες υψηλές τιμές κατά τις τελευταίες δεκαετίες αποτυπώνουν την εντονότερη εμφάνιση θερμών περιόδων και κατ'επέκταση τη μεγαλύτερη ενεργειακή απαίτηση για χρήση συστημάτων κλιματισμού.

5.2.3.4 Πορτογαλία

Η περίπτωση της Πορτογαλίας παρουσιάζεται στη συνέχεια, με στόχο την αποτύπωση της εξέλιξης των βαθμομερών ψύξης κατά την εξεταζόμενη περίοδο.



Διάγραμμα 5.2.19: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Πορτογαλία για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

Από την ανάλυση του διαγράμματος διαπιστώνεται ότι οι τιμές των βαθμομερών ψύξης παραμένουν καθ' όλη τη διάρκεια σε σχετικά υψηλά επίπεδα, κάτι το οποίο συνδέεται με τις θερμές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα, ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980 παρατηρούνται έντονες διακυμάνσεις, με διαδοχικές αυξομειώσεις στις τιμές των βαθμομερών ψύξης. Οι τιμές αυτές συνεχίζονται και κατά τις επόμενες δεκαετίες, χωρίς να εμφανίζεται μια απόλυτα σταθερή πορεία. Ωστόσο, παρά τις διακυμάνσεις, διακρίνεται σταδιακή ενίσχυση των τιμών κυρίως μετά το 2000, όπου αρκετά έτη εμφανίζουν ιδιαίτερα αυξημένες κορυφώσεις.

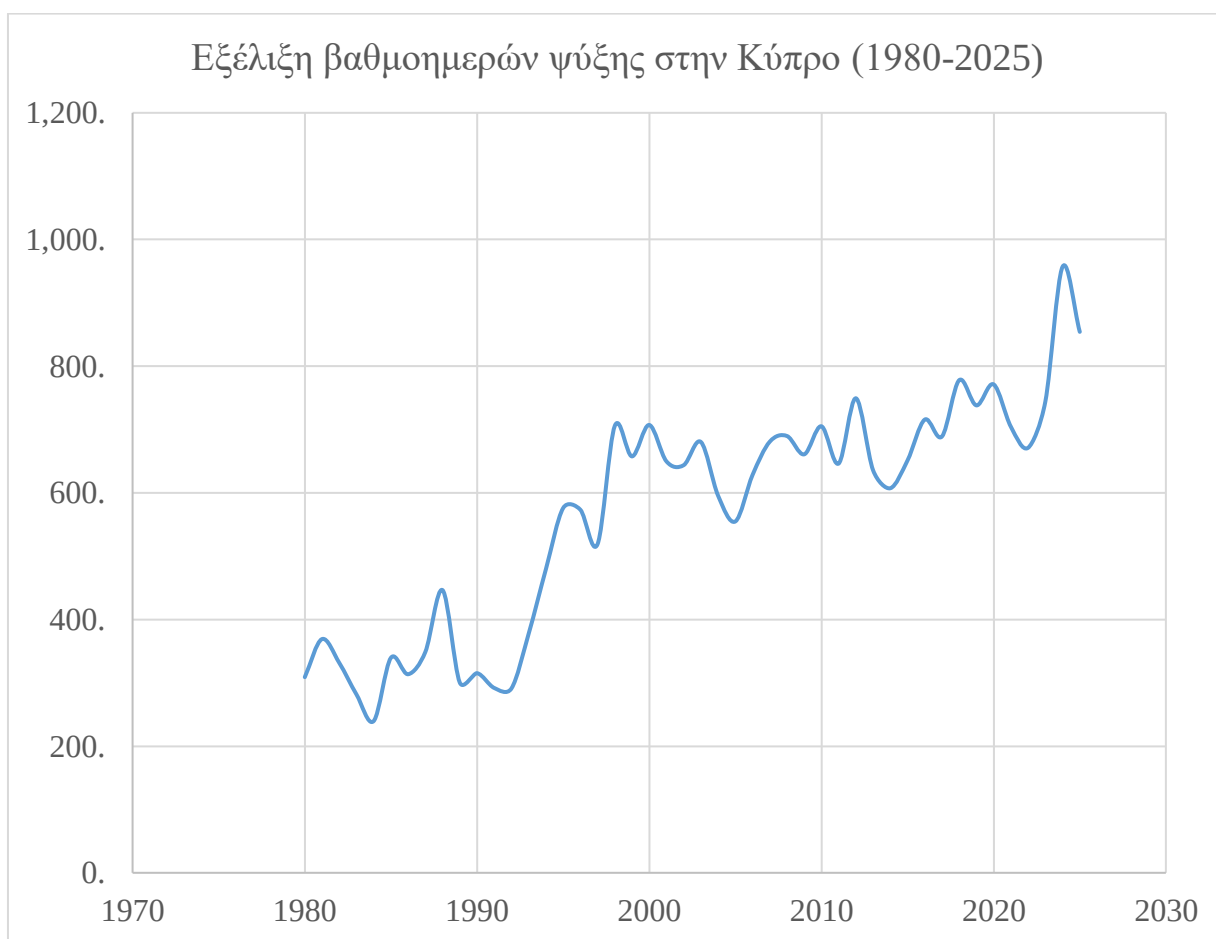
Υπάρχουν περίοδοι κατά τις οποίες οι τιμές αυξάνονται σημαντικά και φτάνουν ή ξεπερνούν τα 250-300 επίπεδα βαθμομερών ψύξης. Οι υψηλές αυτές τιμές δείχνουν την εμφάνιση εντονότερων θερμών περιόδων και αυξημένων αναγκών χρήσης συστημάτων ψύξης στα κτίρια. Ταυτόχρονα, παρατηρούνται ορισμένα έτη με αισθητή μείωση των τιμών, γεγονός που δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης επηρεάζονται άμεσα από τις ετήσιες μεταβολές των κλιματικών συνθηκών.

Τα τελευταία έτη της εξεταζόμενης περιόδου οι τιμές εμφανίζονται υψηλότερες σε σχέση με τα πρώτα χρόνια της χρονοσειράς. Παρά τις έντονες διακυμάνσεις, η συνολική εικόνα του διαγράμματος δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στην Πορτογαλία διατηρούνται σε αυξημένα επίπεδα και παρουσιάζουν ανοδική πορεία τις τελευταίες δεκαετίες.

Τέλος, το διάγραμμα δείχνει ότι η Πορτογαλία, ως χώρα της Νότιας Ευρώπης με θερμότερο κλίμα, παρουσιάζει σημαντικές απαιτήσεις ψύξης κατά τη θερινή περίοδο. Η αύξηση των υψηλών τιμών τα τελευταία έτη δείχνουν την εντονότερη παρουσία θερμών περιόδων και τη σταδιακή αύξηση της ενεργειακής ζήτησης για ψύξη.

5.2.3.5 Κύπρος

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η διαχρονική πορεία των βαθμομερών ψύξης στην Κύπρο, στο παρακάτω διάγραμμα όπου παρουσιάζονται οι υψηλές τιμές.



Διάγραμμα 5.2.20: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Κύπρο για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

Όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα η Κύπρος εμφανίζει ιδιαίτερα υψηλές τιμές βαθμοημερών ψύξης σε όλη τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, κάτι το οποίο συνδέεται με το θερμό μεσογειακό κλίμα και τις αυξημένες θερμοκρασίες που επικρατούν κατά τους θερινούς μήνες.

Κατά τις πρώτες δεκαετίες του διαγράμματος οι τιμές κυμαίνονται ήδη σε υψηλά επίπεδα, κυρίως μεταξύ 250 και 450 βαθμοημερών ψύξης. Η εικόνα αυτή δείχνει ότι ακόμη και στα αρχικά έτη της περιόδου οι ανάγκες χρήσης συστημάτων ψύξης στην Κύπρο ήταν σημαντικές. Επίσης, παρατηρούνται συνεχείς διακυμάνσεις από έτος σε έτος, χωρίς όμως να εμφανίζονται πολύ χαμηλές τιμές, όπως συμβαίνει σε βορειότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

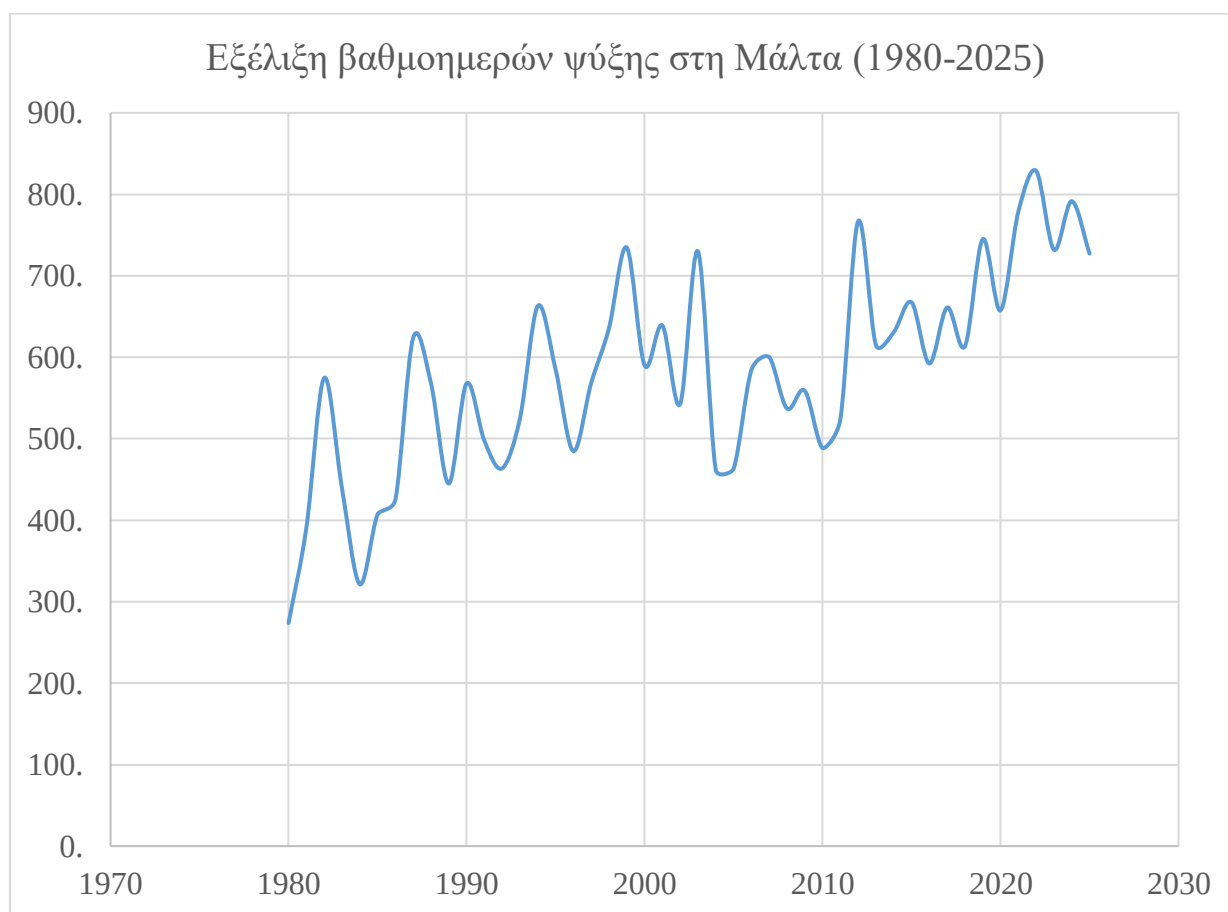
Από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 και κυρίως μετά το 2000 καταγράφεται υψηλότερες τιμές. Οι περισσότερες τιμές διαμορφώνονται πλέον πάνω από τις 600 βαθμοημέρες ψύξης, ενώ αρκετές χρονιές παρουσιάζουν ακόμη μεγαλύτερες κορυφώσεις. Αυτό δείχνει την υψηλή ανάγκη για ψύξη και την αυξημένη διάρκεια ή ένταση των θερμών περιόδων.

Κυρίως κατά τα τελευταία έτη της εξεταζόμενης περιόδου εμφανίζονται οι υψηλότερες τιμές ολόκληρης της περιόδου. Η έντονη κορύφωση που παρατηρείται στο τέλος της περιόδου προσεγγίζει τις 1000 βαθμοημέρες ψύξης, κάτι το οποίο διαφοροποιεί την Κύπρο από πολλές άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παρά τις ετήσιες μειώσεις, η συνολική εικόνα παραμένει ανοδική.

Εν κατακλείδι, το διάγραμμα δείχνει ότι η Κύπρος παρουσιάζει από τις υψηλότερες ανάγκες ψύξης μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η αύξηση των βαθμοημερών ψύξης και οι υψηλές τιμές των τελευταίων ετών δείχνουν τα επίπεδα θερμικής επιβάρυνσης της χώρας και την αυξημένη ζήτηση για ψύξη στα κτίρια.

5.2.3.6 Μάλτα

Η Μάλτα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω των υψηλών τιμών βαθμομερών ψύξης που καταγράφονται διαχρονικά στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 5.2.21: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Μάλτα για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

Από το διάγραμμα διαπιστώνεται ότι η χώρα εμφανίζει σταθερά πολύ υψηλές τιμές βαθμομερών ψύξης σε ολόκληρη τη χρονική περίοδο, κάτι το οποίο συνδέεται άμεσα με το ιδιαίτερα θερμό μεσογειακό κλίμα και τις αυξημένες ανάγκες ψύξης κατά τους θερινούς μήνες.

Κατά τα πρώτα έτη της εξεταζόμενης περιόδου οι τιμές κυμαίνονται ήδη σε υψηλά επίπεδα, κυρίως μεταξύ 300 και 600 βαθμομερών ψύξης. Σε αντίθεση με πολλές χώρες της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης, στη Μάλτα δεν παρατηρούνται πολύ χαμηλές τιμές, κάτι το οποίο δείχνει ότι οι ανάγκες χρήσης κλιματισμού ήταν σημαντικές ήδη από τη δεκαετία του 1980.

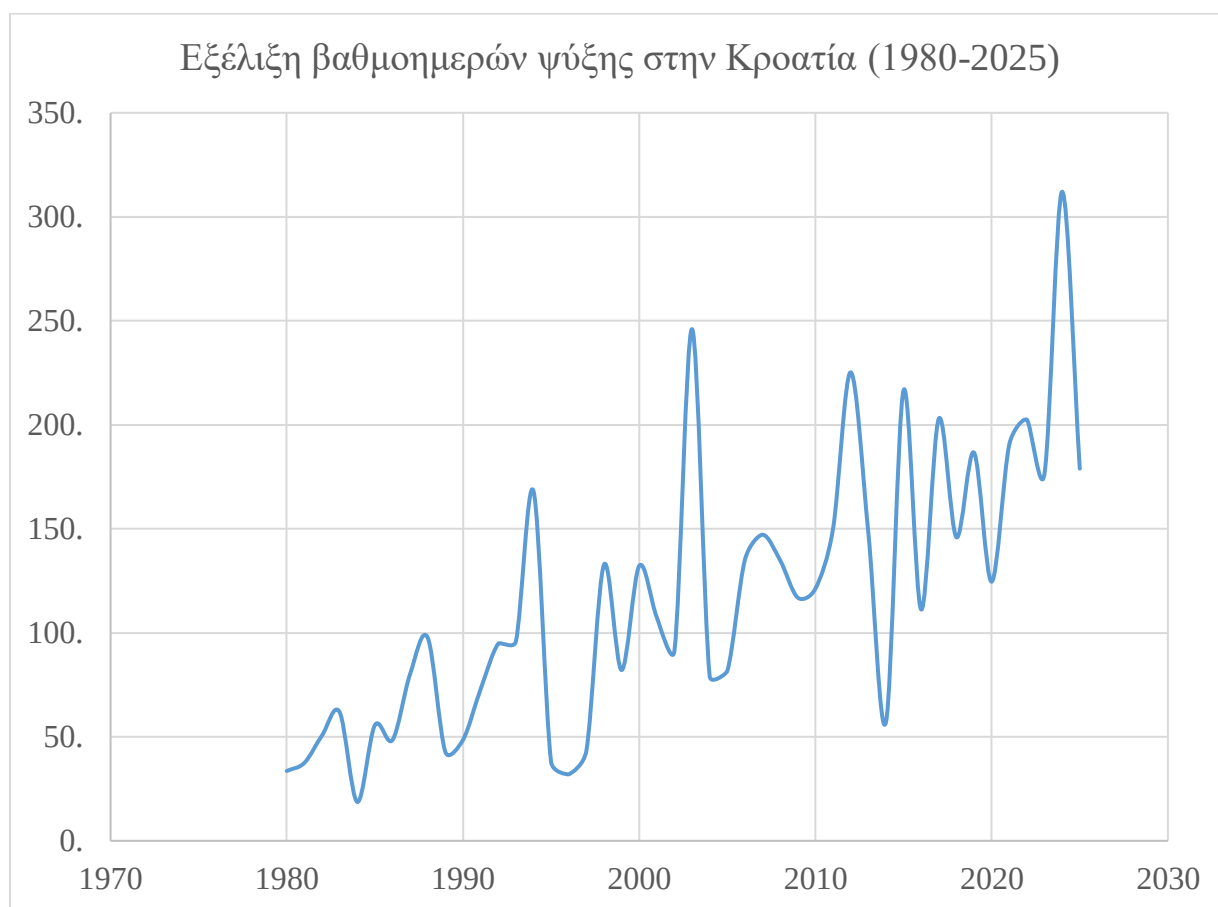
Στο διάγραμμα παρατηρείται έντονη μεταβλητότητα, με διαδοχικές αυξήσεις και μειώσεις σχεδόν σε όλη τη διάρκεια της περιόδου. Παρόλα αυτά, παρά τις διακυμάνσεις, η συνολική πορεία του διαγράμματος είναι ανοδική. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 και μετά οι περισσότερες τιμές διαμορφώνονται πάνω από τις 500 βαθμομέρες ψύξης, ενώ μετά το 2010 καταγράφονται ακόμη υψηλότερα επίπεδα.

Κυρίως κατά την τελευταία δεκαετία εμφανίζονται οι υψηλότερες τιμές της χρονοσειράς, με ορισμένες να φτάνουν και να ξεπερνούν τις 800 βαθμομέρες ψύξης. Τα δεδομένα αυτά δείχνουν εντονότερες θερμές περιόδους και σημαντική αύξηση των αναγκών ψύξης στα κτίρια. Παράλληλα, ακόμα και τα έτη με χαμηλότερες τιμές παραμένουν σε σχετικά υψηλά επίπεδα, γεγονός το οποίο διαφοροποιεί τη Μάλτα από τις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η Μάλτα αποτελεί μία από τις χώρες με τις μεγαλύτερες ανάγκες ψύξης στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η συνεχής παρουσία υψηλών τιμών και η αύξηση των κορυφώσεων κατά τα τελευταία έτη αποδεικνύουν τις αυξημένες ανάγκες ενέργειας για ψύξη λόγω των υψηλών θερμοκρασιών.

5.2.3.7 Κροατία

Η Κροατία παρουσιάζει διαφοροποιήσεις στις τιμές των βαθμοημερών ψύξης κατά την εξεταζόμενη περίοδο, οι οποίες αποτυπώνονται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 5.2.22: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στην Κροατία για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

Από την ανάλυση του διαγράμματος προκύπτει ότι οι τιμές των βαθμομερών ψύξης παρουσιάζουν έντονες μεταβολές κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, ενώ παράλληλα διακρίνεται γενική ανοδική τάση, κυρίως μετά το 2000.

Τα πρώτα χρόνια οι τιμές παραμένουν σε σχετικά μέτρια επίπεδα, με αρκετές διακυμάνσεις μεταξύ των ετών. Στη δεκαετία του 1980 και στις αρχές της δεκαετίας του 1990 εμφανίζονται περίοδοι με χαμηλότερες τιμές, γεγονός που δείχνει τις περιορισμένες ανάγκες ψύξης σε σχέση με τα επόμενα έτη. Παρόλα αυτά, ακόμα και σε αυτή την περίπτωση παρατηρούνται ορισμένες απότομες αυξήσεις που δείχνουν τις θερμότερες καλοκαιρινές περιόδους.

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 και κατά βάση μετά το 2000 οι διακυμάνσεις γίνονται πιο έντονες και οι τιμές εμφανίζονται αυξημένες με μεγαλύτερη συχνότητα. Το διάγραμμα παρουσιάζει αρκετές υψηλές κορυφώσεις, ιδιαίτερα στις αρχές της δεκαετίας του 2000 και κατά τα τελευταία έτη της εξεταζόμενης περιόδου. Οι αυξημένες τιμές δείχνουν τις μεγαλύτερες ανάγκες χρήσης συστημάτων ψύξης και αυξημένη θερμική επιβάρυνση κατά τους θερινούς μήνες.

Άξιο λόγου είναι να αναφερθεί ότι μετά το 2010 οι περισσότερες τιμές διαμορφώνονται σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες. Παρά τις έντονες ετήσιες μεταβολές, η συνολική εικόνα του διαγράμματος δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στην Κροατία έχουν ενισχυθεί σημαντικά κατά το πέρασμα του χρόνου. Η πολύ υψηλή τιμή που παρουσιάζεται σχεδόν στο τέλος του διαγράμματος αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες τιμές ολόκληρης της περιόδου.

Συμπερασματικά, το διάγραμμα αναδεικνύει ότι η Κροατία παρουσιάζει αυξανόμενες ανάγκες ψύξης κατά τις τελευταίες δεκαετίες, με ολοένα και συχνότερες εμφανίσεις υψηλών τιμών βαθμομερών ψύξης. Η εξέλιξη αυτή αφορά τις μεταβολές των κλιματικών συνθηκών και την αυξημένη παρουσία θερμών περιόδων στη χώρα.

5.2.3.8 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Νότιας Ευρώπης

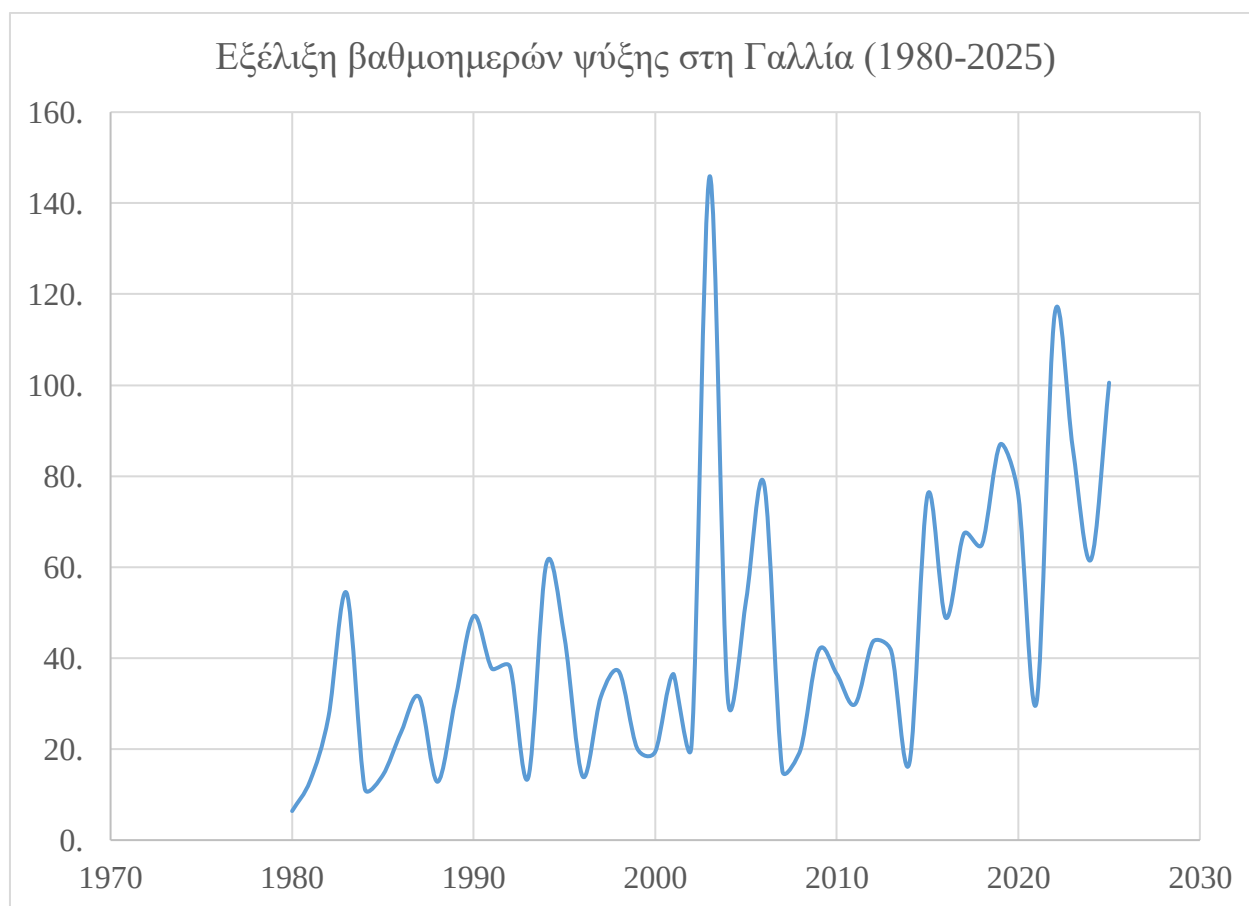
Οι χώρες της Νότιας Ευρώπης εμφανίζουν τις υψηλότερες τιμές βαθμομερών ψύξης και τις εντονότερες αυξητικές τάσεις κατά την περίοδο μελέτης. Τα αποτελέσματα δείχνουν αυξανόμενες ανάγκες ψύξης και μεγαλύτερη ενεργειακή ζήτηση κατά τους θερινούς μήνες, κάτι το οποίο συνδέεται με τις υψηλότερες θερμοκρασίες που επικρατούν στην περιοχή. Παρά τις διαφορές

μεταξύ των χωρών, η Νότια Ευρώπη αποτελεί τη γεωγραφική περιοχή με τη μεγαλύτερη επιβάρυνση ως προς τις ανάγκες ψύξης στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

5.2.4 Χώρες Δυτικής Ευρώπης

5.2.4.1 Γαλλία

Η θέση της Γαλλίας μεταξύ της Βόρειας και της Νότιας Ευρώπης καθιστά ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα τη μελέτη των βαθμομερών ψύξης κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, οι τιμές δίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 5.2.23: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Γαλλία για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει ότι οι τιμές των βαθμομερών ψύξης εμφανίζουν σημαντικές διακυμάνσεις από χρόνο σε χρόνο, ενώ παράλληλα διακρίνεται σταδιακή αύξηση των τιμών κατά τις τελευταίες δεκαετίες.

Από την περίοδο του 1980 έως τα μέσα της δεκαετίας του 1990 οι τιμές βρίσκονται σε χαμηλά έως μέτρια επίπεδα, με ορισμένες μεμονωμένες αυξήσεις. Οι μεταβολές αυτές δείχνουν τις περιορισμένες ανάγκες της Γαλλίας για ψύξη τα πρώτα χρόνια της εξεταζόμενης περιόδου, παρά το γεγονός ότι ανά διαστήματα εμφανίζονταν θερμότερες χρονιές με αυξημένες απαιτήσεις χρήσης κλιματισμού.

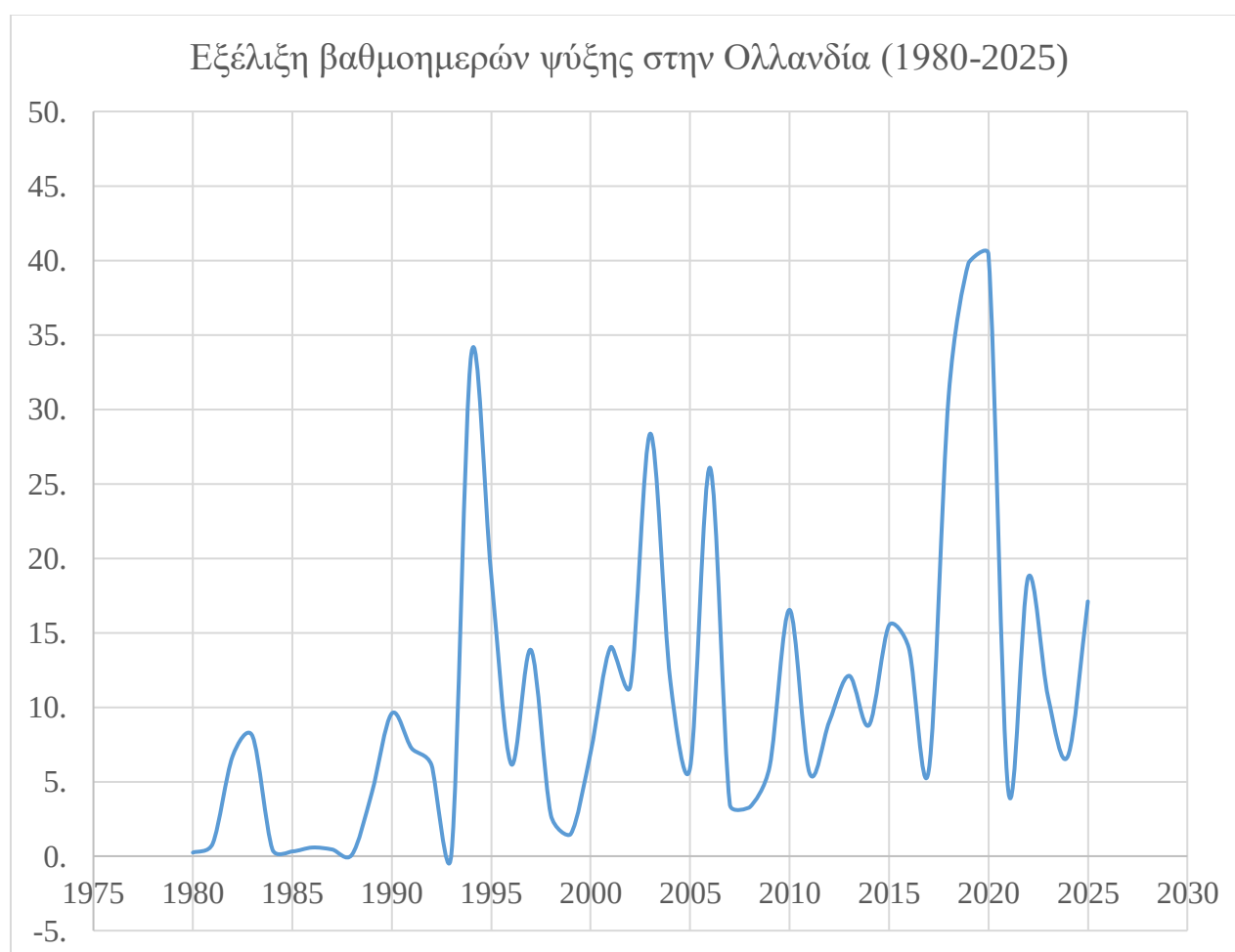
Έντονη διαφοροποίηση παρατηρείται στις αρχές της δεκαετίας του 2000, όπου φαίνεται μία υψηλή κορύφωση, μεγαλύτερη από τις υπόλοιπες τιμές του διαγράμματος. Η απότομη αύξηση δείχνει την εμφάνιση εξαιρετικά θερμής περιόδου με αυξημένες ανάγκες ψύξης στα κτίρια. Μετά την αύξηση αυτή οι τιμές μειώνονται προσωρινά, ωστόσο η μεταβλητότητα παραμένει έντονη.

Από το 2010 και έπειτα παρατηρείται συχνότερη εμφάνιση υψηλών τιμών βαθμομερών ψύξης. Σε αρκετά έτη, οι τιμές είναι αρκετά υψηλότερες σε σχέση με τις πρώτες δεκαετίες της ανάλυσης, ενώ πιο πρόσφατα οι τιμές παραμένουν γενικά αυξημένες. Η εικόνα αυτή δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στη Γαλλία ενισχύονται σταδιακά με την πάροδο του χρόνου.

Η Γαλλία παρουσιάζει αυξημένη μεταβλητότητα στις βαθμομέρες ψύξης, αλλά και αυξημένες ανάγκες ψύξης κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Η συχνότερη εμφάνιση υψηλών τιμών υποδηλώνει εντονότερες θερμές περιόδους και αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση για ψύξη.

5.2.4.2 Ολλανδία

Η διαχρονική πορεία των βαθμοημερών ψύξης στην Ολλανδία παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς επιτρέπει την παρακολούθηση των μεταβολών που σημειώνονται κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου.



Διάγραμμα 5.2.24: Εξέλιξη βαθμοημερών ψύξης στην Ολλανδία για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι οι τιμές για την Ολλανδία παραμένουν σε χαμηλά έως και μέτρια επίπεδα και αυτό λόγω του ηπιότερου και ψυχρότερου κλίματος της χώρας σε σχέση με τις άλλες χώρες της Νότιας Ευρώπης.

Τη δεκαετία του 1980 οι περισσότερες τιμές είναι ιδιαίτερα χαμηλές, ενώ σε αρκετά έτη οι βαθμομέρες ψύξης βρίσκονται πολύ κοντά στο μηδέν. Η εικόνα αυτή δείχνει ότι οι ανάγκες για ψύξη στα κτίρια ήταν περιορισμένες κατά τα πρώτα χρόνια της εξεταζόμενης περιόδου. Παρόλα αυτά, παρουσιάζονται ορισμένες μεμονωμένες αυξήσεις που δείχνουν την παρουσία θερμότερων θερινών περιόδων.

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 και μετέπειτα οι τιμές παρουσιάζουν μεγαλύτερη μεταβλητότητα, με πιο συχνές αυξήσεις και εντονότερες διακυμάνσεις μεταξύ των ετών. Χαρακτηριστικές είναι ορισμένες απότομες κορυφώσεις που εμφανίζονται σε συγκεκριμένες χρονιές, οι οποίες διαφοροποιούνται σε μεγάλο βαθμό από γειτονικές τιμές. Αυτό συνδέεται με τις αυξημένες θερμοκρασίες και τις μεγαλύτερες ανάγκες ψύξης.

Μετά το 2015 παρατηρείται συχνότερη εμφάνιση υψηλότερων τιμών σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες. Ειδικά στα τέλη της εξεταζόμενης περιόδου εμφανίζεται μία από τις υψηλότερες κορυφώσεις του διαγράμματος, γεγονός που δείχνει την ενίσχυση των θερμών περιόδων ακόμη και σε χώρες της Βορειοδυτικής Ευρώπης όπως η Ολλανδία. Παρόλα αυτά οι τιμές παραμένουν χαμηλότερες σε σχέση με χώρες της Μεσογείου.

Από αυτό προκύπτει ότι οι ανάγκες ψύξης στην Ολλανδία εμφανίζουν σταδιακή ενίσχυση κατά τις τελευταίες δεκαετίες και με έντονες ετήσιες διακυμάνσεις. Η εξέλιξη αυτή επηρεάζει τις θερμοκρασιακές συνθήκες και τη συχνότερη εμφάνιση θερμότερων καλοκαιρινών περιόδων στη χώρα.

5.2.4.3 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Δυτικής Ευρώπης

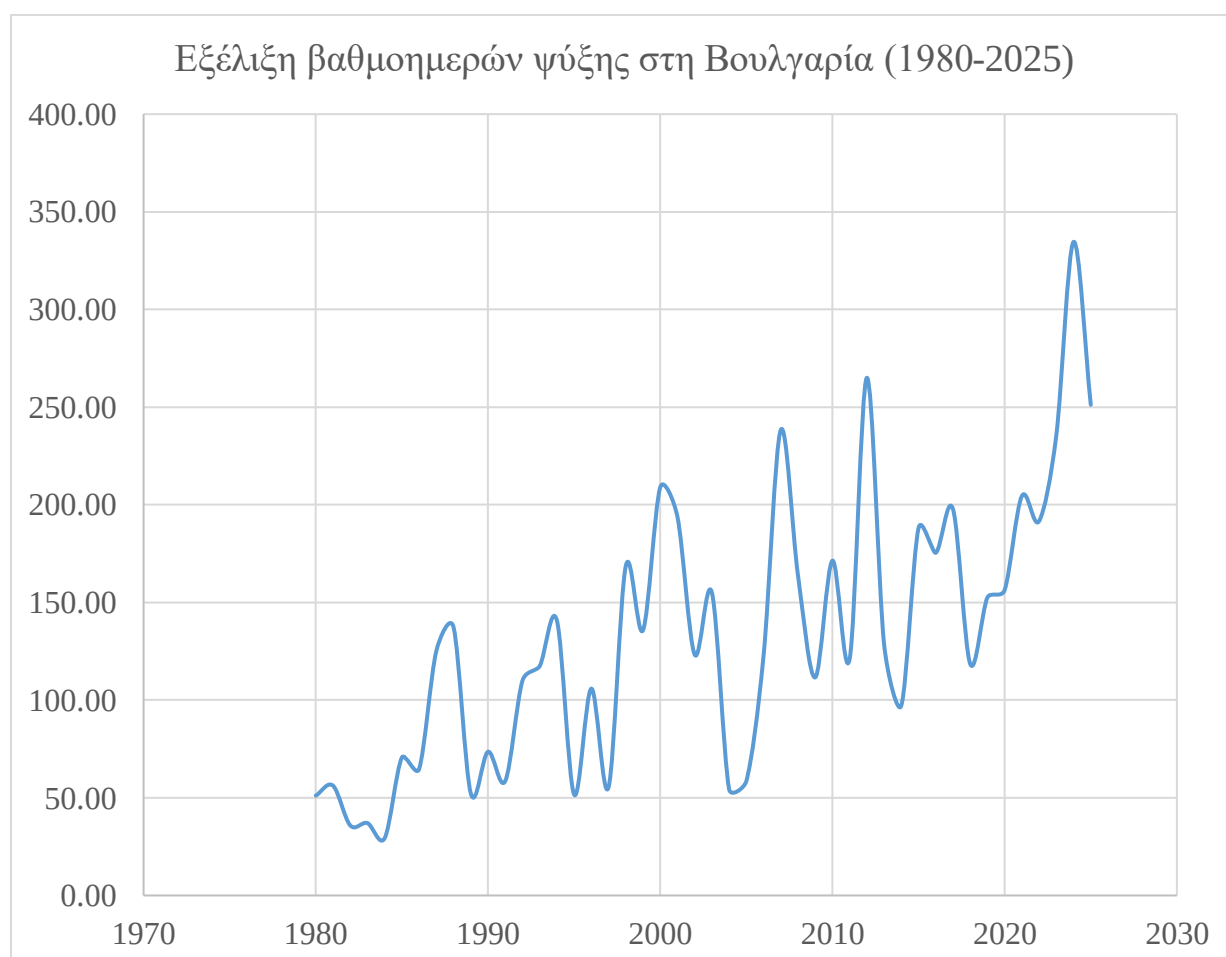
Οι χώρες της Δυτικής Ευρώπης παρουσιάζουν ενδιάμεσα επίπεδα βαθμομερών ψύξης σε σχέση με τις υπόλοιπες γεωγραφικές περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι περισσότερες χώρες εμφανίζουν αυξητική τάση κατά την εξεταζόμενη περίοδο, κάτι το οποίο δείχνει σταδιακή ενίσχυση των αναγκών ψύξης και της θερινής ενεργειακής ζήτησης. Παρά τις διαφορές μεταξύ των χωρών,

παρουσιάζεται αυξανόμενη επίδραση των θερμότερων κλιματικών συνθηκών στις ανάγκες ψύξης της περιοχής.

5.2.5 Χώρες Ανατολικής Ευρώπης

5.2.5.1 Βουλγαρία

Η Βουλγαρία παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές στις τιμές των βαθμομερών ψύξης κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, γεγονός που καθιστά χρήσιμη τη διαχρονική εξέταση του δείκτη. Παρακάτω δίνεται το αντίστοιχο διάγραμμα.



Διάγραμμα 5.2.25: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Βουλγαρία για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

Όπως παρατηρείται από το διάγραμμα οι τιμές των βαθμομερών ψύξης ακολουθούν ανοδική πορεία, αν και ακολουθούν σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των ετών. Η εξέλιξη αυτή δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στα κτίρια έχουν ενισχυθεί με την πάροδο του χρόνου.

Τη δεκαετία του 1980 οι τιμές παραμένουν σχετικά χαμηλές, με λίγες μεταβολές και λίγες περιπτώσεις αισθητής αύξησης. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 η εικόνα αλλάζει, καθώς οι βαθμομέρες ψύξης εμφανίζουν συχνότερες και εντονότερες αυξομειώσεις, κάτι το οποίο δείχνει μεταβλητότητα των θερινών θερμοκρασιακών συνθηκών.

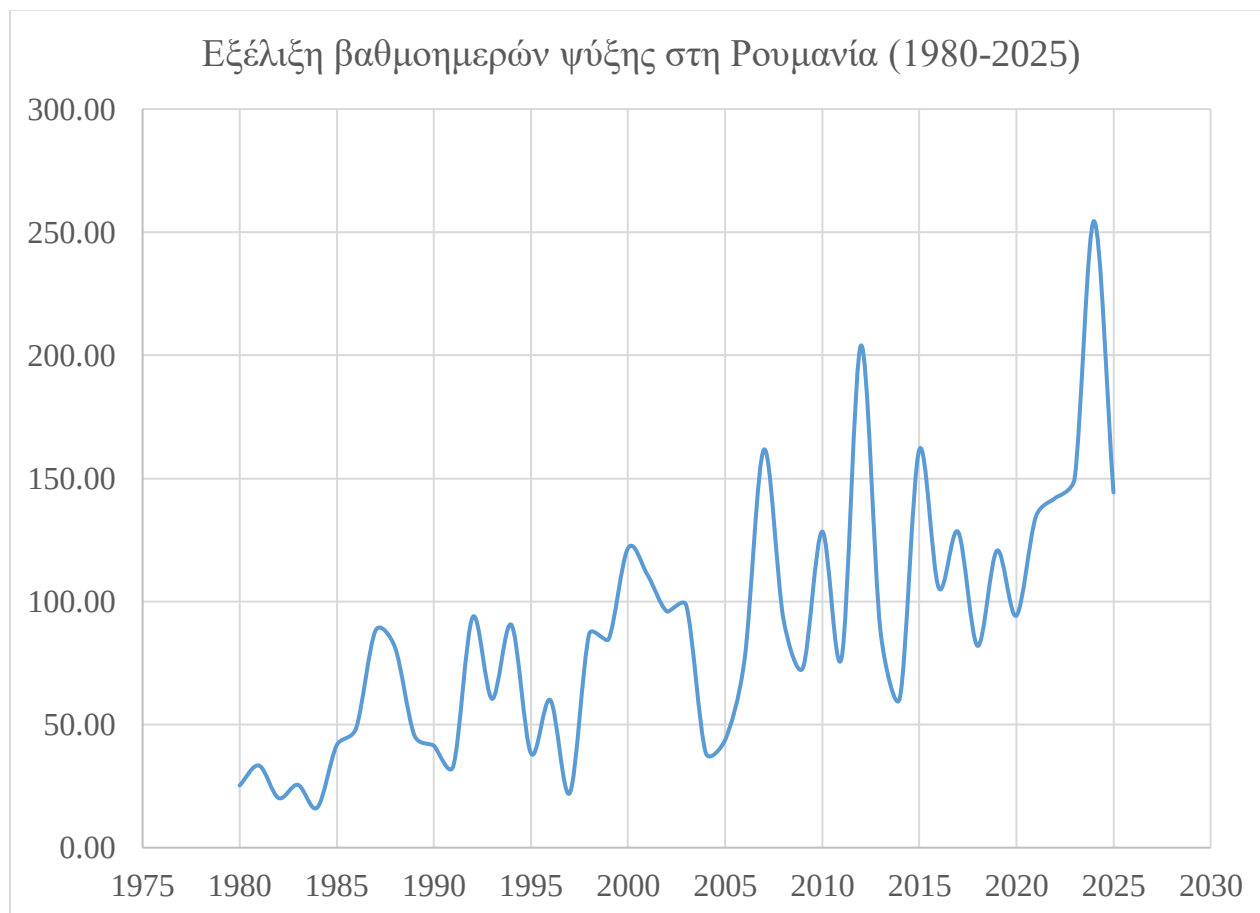
Σημαντική παρατήρηση στο διάγραμμα αποτελεί η εμφάνιση διαδοχικών υψηλών κορυφώσεων μετά το 2000. Η παρουσία αυτών των κορυφώσεων είναι επαναλαμβανόμενη σε διάφορες χρονικές στιγμές, γεγονός που δείχνει τις αυξανόμενες ανάγκες ψύξης με την πάροδο του χρόνου. Επίσης, ακόμη και μετά από περιόδους με χαμηλότερες τιμές, οι τιμές του διαγράμματος επανέρχονται ταχύτατα σε υψηλά επίπεδα, χωρίς να επιστρέφουν στις χαμηλές τιμές των πρώτων δεκαετιών.

Κατά τα τελευταία χρόνια της εξεταζόμενης περιόδου παρατηρείται η υψηλότερη τιμή ολόκληρου του διαγράμματος, η οποία ξεπερνά τις υπόλοιπες καταγραφές. Η εξέλιξη αυτή δείχνει ότι οι θερμές περίοδοι έχουν γίνει εντονότερες και ότι οι απαιτήσεις ψύξης στη Βουλγαρία παρουσιάζουν σαφή ενίσχυση σε σχέση με το παρελθόν.

Τέλος, το διάγραμμα αποτυπώνει μια μακροχρόνια τάση αύξησης των βαθμομερών ψύξης στη Βουλγαρία, με έντονη μεταβλητότητα αλλά και ολοένα υψηλότερες κορυφώσεις κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Η εικόνα αυτή δείχνει τις υψηλές ανάγκες ψύξης στον κτιριακό τομέα της χώρας.

5.2.5.2 Ρουμανία

Η πορεία των βαθμομερών ψύξης στη Ρουμανία χαρακτηρίζεται από σημαντικές μεταβολές, οι οποίες καταγράφονται κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 5.2.26: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Ρουμανία για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

Οι τιμές των βαθμοημερών ψύξης, στο παραπάνω διάγραμμα, ακολουθούν ανοδική πορεία, με σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των ετών. Η εξέλιξη αυτή δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στα κτίρια της χώρας αυξάνονται κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου.

Κατά τις δεκαετίες του 1980 και του 1990 οι τιμές παραμένουν κατά βάση σε χαμηλά έως μέτρια επίπεδα, αν και παρουσιάζονται ορισμένες αυξήσεις. Η μεταβλητότητα είναι αισθητή, παρόλα αυτά οι κορυφώσεις παραμένουν περιορισμένες σε σχέση με τις τιμές που καταγράφονται αργότερα. Η εικόνα αυτή δείχνει ότι τα θερμά καλοκαίρια εμφανίζονταν με μικρότερη συχνότητα κατά τα πρώτα χρόνια της χρονοσειράς.

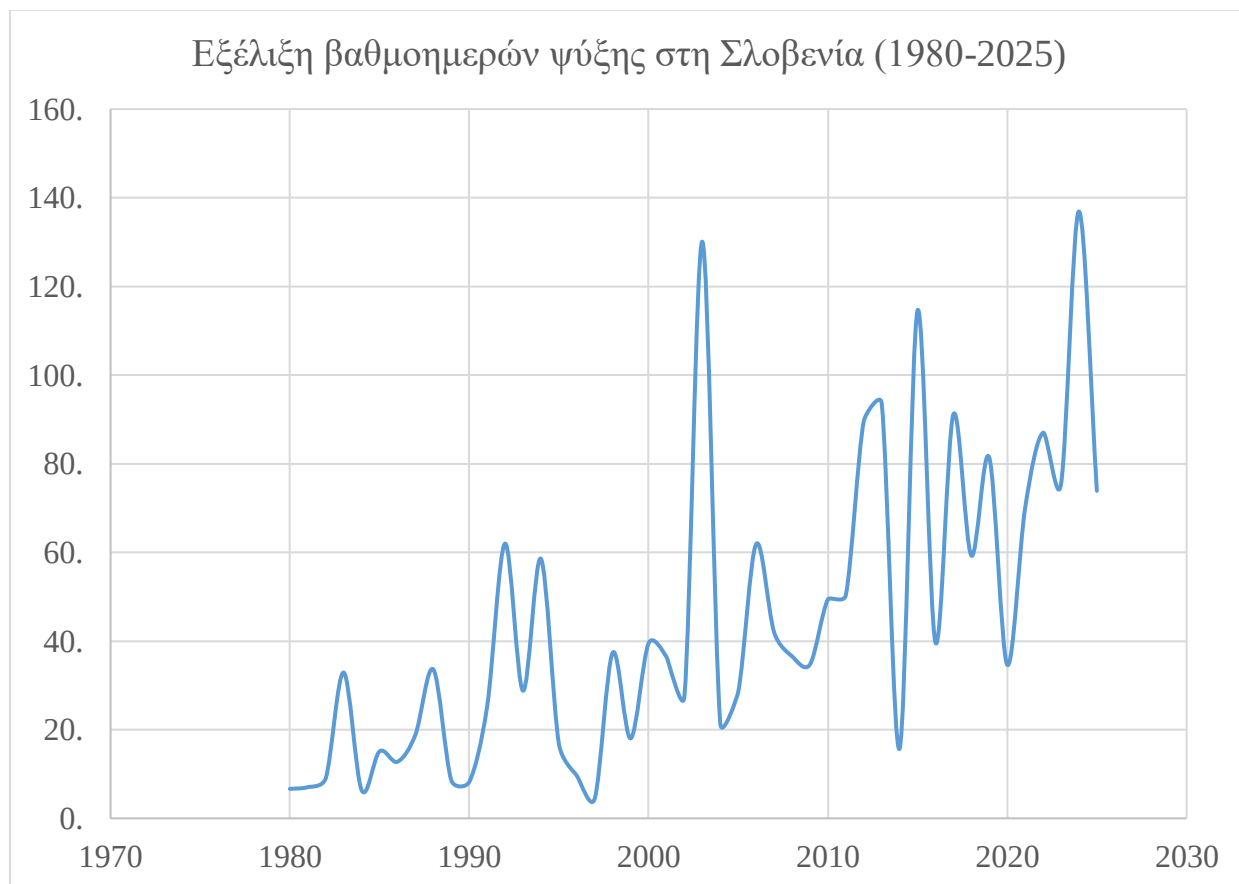
Από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 και κυρίως μετά το 2005 παρατηρείται σημαντική ενίσχυση των διακυμάνσεων. Στο διάγραμμα διακρίνονται αρκετές έντονες κορυφώσεις, με ορισμένες χρονιές να ξεπερνούν προηγούμενες τιμές. Χαρακτηριστικό στοιχείο για την συγκεκριμένη χώρα είναι οι υψηλές τιμές σε διαφορετικά έτη, γεγονός που δείχνει μεγάλη μεταβλητότητα των θερινών θερμοκρασιακών συνθηκών.

Κατά την τελευταία δεκαετία της εξεταζόμενης περιόδου οι βαθμοημέρες ψύξης διατηρούνται σε υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες. Κυρίως στο τέλος του διαγράμματος καταγράφεται η υψηλότερη τιμή ολόκληρης της περιόδου, κάτι το οποίο δείχνει ότι τα τελευταία έτη παρουσιάζουν και αυξημένες ανάγκες ψύξης. Παρά το γεγονός ότι παρατηρείται μερική υποχώρηση, παραμένουν σημαντικά υψηλότερες από εκείνες των πρώτων δεκαετιών.

Από το διάγραμμα της Ρουμανίας παρουσιάζεται μια μακροχρόνια αύξηση των βαθμοημερών ψύξης, συνάμα με έντονη ετήσια μεταβλητότητα. Η συχνότερη εμφάνιση υψηλών τιμών μετά το 2000 και η κορύφωση των τελευταίων ετών υποδηλώνουν αυξανόμενες απαιτήσεις ψύξης και μεγαλύτερη επίδραση των θερμών περιόδων στον κτιριακό τομέα της χώρας.

5.2.5.3 Σλοβενία

Η Σλοβενία παρουσιάζει μια ενδιαφέρουσα εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης, με αισθητές μεταβολές κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, κάτι το οποίο απεικονίζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 5.2.27: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στη Σλοβενία για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

Το διάγραμμα απεικονίζει έντονες διακυμάνσεις, ενώ παράλληλα παρουσιάζεται γενική τάση αύξησης των τιμών κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου. Οι μεταβολές αυτές δείχνουν ότι οι ανάγκες ψύξης στη χώρα δεν εξελίσσονται ομαλά, αλλά επηρεάζονται σημαντικά από την εμφάνιση θερμότερων ετών.

Κατά τις πρώτες δεκαετίες οι βαθμοημέρες ψύξης παραμένουν κυρίως σε χαμηλά έως μέτρια επίπεδα. Παρότι εμφανίζονται ορισμένες μεμονωμένες αυξήσεις στις αρχές της δεκαετίας του 1990, οι περισσότερες τιμές δεν διαφοροποιούνται σημαντικά από τον μέσο όρο της περιόδου. Αυτό δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης ήταν περιορισμένες στα πρώτα χρόνια της ανάλυσης.

Ένα σημείο του διαγράμματος το οποίο είναι άξιο λόγου να αναφερθεί, είναι η απότομη κορύφωση που καταγράφεται στις αρχές της δεκαετίας του 2000, η οποία διαφοροποιείται έντονα από άλλες γειτονικές χρονιές. Μετά την κορύφωση αυτή παρατηρείται πτώση, κάτι το οποίο δείχνει τη μεγάλη μεταβλητότητα των θερινών θερμοκρασιών στη Σλοβενία. Δεν παρατηρείται σταθερή αύξηση αντιθέτως, παρατηρούνται εναλλαγές μεταξύ των ετών με υψηλές και χαμηλότερες τιμές.

Από το 2010 και έπειτα παρατηρούνται υψηλότερα επίπεδα. Οι περισσότερες τιμές παραμένουν σημαντικά αυξημένες σε σχέση με τις πρώτες δεκαετίες, ενώ καταγράφονται επαναλαμβανόμενες κορυφώσεις υπερβαίνοντας προηγούμενες καταγραφές. Η υψηλότερη τιμή της περιόδου εμφανίζεται σχεδόν στο τέλος του διαγράμματος, κάτι το οποίο αποδεικνύει ότι τα πιο πρόσφατα έτη συνοδεύονται από εντονότερες ανάγκες ψύξης.

Συμπερασματικά, το διάγραμμα της Σλοβενίας αποτυπώνει μια πορεία σταδιακής ενίσχυσης των βαθμοημερών ψύξης, με έντονη μεταβλητότητα και ακραία έτη. Η συχνότερη εμφάνιση υψηλών τιμών μετά το 2010 και η κορύφωση των τελευταίων ετών δείχνουν ότι οι θερμές περίοδοι επηρεάζουν σημαντικά τον κτιριακό και ενεργειακό τομέα της χώρας.

Είναι άξιο λόγου να αναφερθεί για όλες τις χώρες ότι τα αποτελέσματα της παρούσας ανάλυσης δείχνουν ότι στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης παρατηρείται αυξητική τάση των βαθμοημερών ψύξης κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Η εξέλιξη αυτή δείχνει τις αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες για ψύξη των κτιρίων, καθώς οι υψηλότερες τιμές βαθμοημερών συνδέονται με μεγαλύτερη διάρκεια και ένταση θερμών περιόδων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξανόμενη χρήση συστημάτων κλιματισμού και μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τους

θερινούς μήνες. Η τάση αυτή παρουσιάζεται εντονότερα στις χώρες της Νότιας Ευρώπης και στις θερμότερες κλιματικές ζώνες της Ελλάδας, όπου καταγράφηκαν υψηλότερες τιμές βαθμοημερών ψύξης.

5.2.5.4 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Ανατολικής Ευρώπης

Οι χώρες της Ανατολικής Ευρώπης παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στις τιμές βαθμοημερών ψύξης, δείχνοντας την ποικιλιότητα των κλιματικών συνθηκών της περιοχής. Παρά τις διαφορές μεταξύ των χωρών, οι περισσότερες τιμές εμφανίζουν αύξηση κατά την εξεταζόμενη περίοδο, γεγονός που δείχνει την ενίσχυση των αναγκών ψύξης και της θερινής ενεργειακής ζήτησης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζουν ότι οι επιπτώσεις της αύξησης της θερμοκρασίας γίνονται εμφανείς και στις χώρες της Ανατολικής Ευρώπης.

5.3 Εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης στην Ελλάδα για την χρονική περίοδο 1980-2025

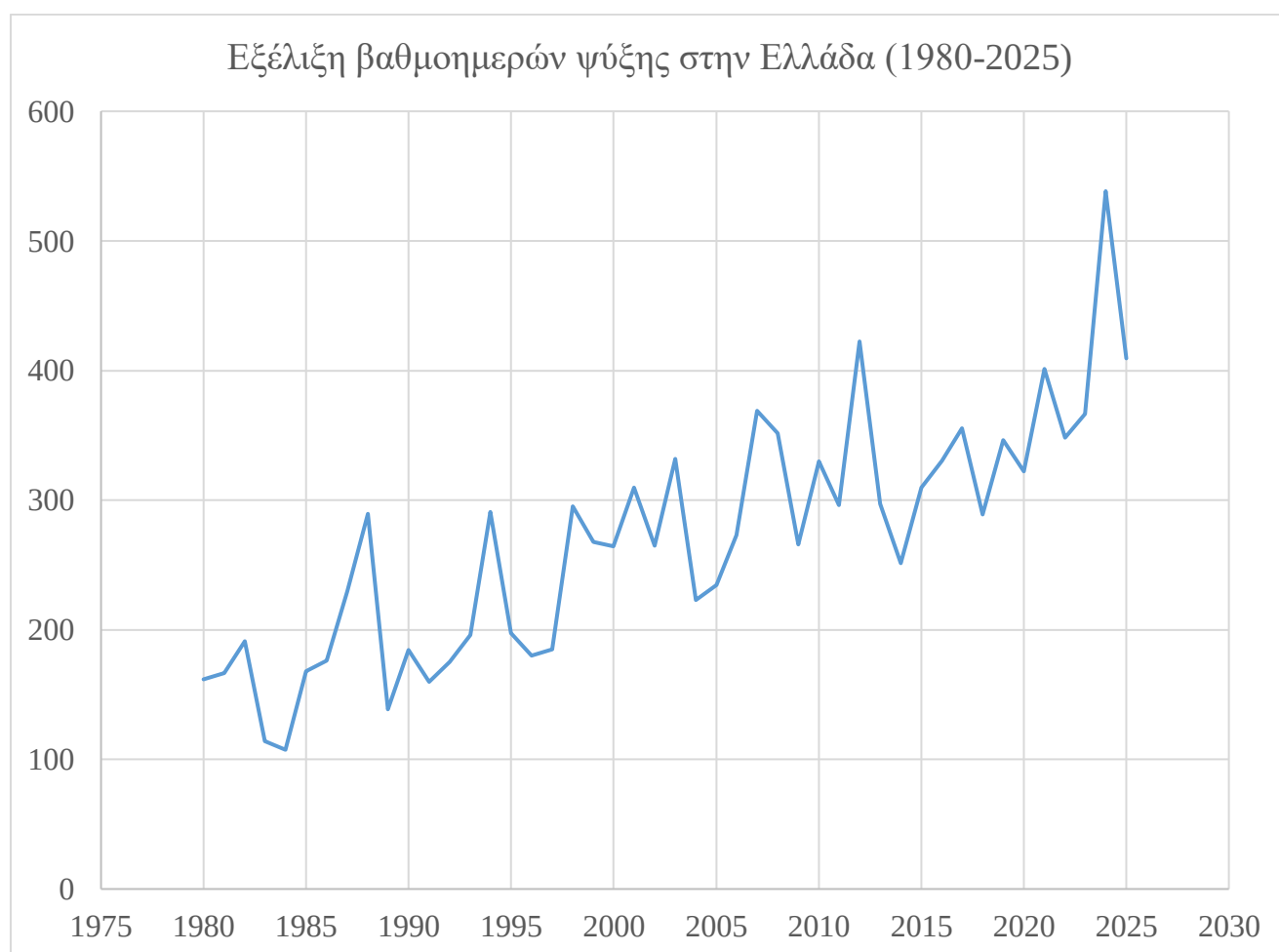
Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα της έρευνας που αφορούν την εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης στην Ελλάδα για την περίοδο 1980-2025, με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τη βάση δεδομένων της Eurostat.

Η ανάλυση των δεδομένων για την Ελλάδα κατά την περίοδο 1980-2025 δείχνει ότι οι βαθμοημέρες ψύξης παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις διαχρονικά. Σε αρκετές χρονικές περιόδους καταγράφονται αυξημένες τιμές, κάτι το οποίο υποδηλώνει μεγαλύτερες ανάγκες ψύξης κατά τους θερινούς μήνες. Ταυτόχρονα, παρατηρείται γενική τάση αύξησης των βαθμοημερών ψύξης τα τελευταία έτη, με ορισμένες χρονιές να εμφανίζουν ιδιαίτερα υψηλές τιμές σε σύγκριση με τις προηγούμενες δεκαετίες. Η εξέλιξη αυτή αποτυπώνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί και συνδέεται με τη μεταβολή των θερμοκρασιών συνθηκών κατά την εξεταζόμενη περίοδο.

Επιπλέον, κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο παρατηρούνται έντονες ετήσιες μεταβολές στις τιμές των βαθμοημερών ψύξης, γεγονός που αποτυπώνει τη διαφοροποίηση των κλιματικών συνθηκών από έτος σε έτος. Οι υψηλότερες τιμές εμφανίζονται κυρίως κατά τα τελευταία έτη της ανάλυσης, ενώ σε παλαιότερες περιόδους οι τιμές παρουσιάζονται συγκριτικά χαμηλότερες. Η

διαχρονική αυτή μεταβολή αποτυπώνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί και παρουσιάζει την εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στην Ελλάδα για την περίοδο 1980-2025.

Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει την εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης στην Ελλάδα για την περίοδο 1980-2025, όπως προκύπτει από τα δεδομένα της Eurostat.



Διάγραμμα 5.3: Εξέλιξη βαθμομερών ψύξης στην Ελλάδα για την περίοδο 1980-2025.

Πηγή: Eurostat (2024)

Από την ανάλυση του διαγράμματος παρατηρείται ότι οι βαθμοημέρες ψύξης στην Ελλάδα παρουσιάζουν διακυμάνσεις κατά τη μακροχρόνια εξεταζόμενη χρονική περίοδο 1980-2025. Πιο συγκεκριμένα, οι διαφοροποιήσεις αυτές συνδέονται με τις μεταβολές των θερμοκρασιακών συνθηκών και με την ένταση των θερμών περιόδων που καταγράφονται κατά τους θερινούς μήνες. Σε συγκεκριμένα έτη παρατηρούνται αυξημένες τιμές βαθμοημερών ψύξης, κάτι το οποίο δείχνει τις αυξημένες ανάγκες για ψύξη και την αυξημένη χρήση συστημάτων κλιματισμού.

Τα δεδομένα της έρευνας δείχνουν ότι κατά τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται αύξηση των βαθμοημερών ψύξης στην Ελλάδα, κυρίως μετά το 2000. Οι μεταβολές αυτές συνοδεύονται από σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των ετών, γεγονός που αποτυπώνει τη διαφοροποίηση των κλιματικών συνθηκών κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο. Παράλληλα, οι υψηλότερες τιμές εμφανίζονται κυρίως τα τελευταία έτη της ανάλυσης, κάτι το οποίο δείχνει την αυξητική τάση των αναγκών ψύξης.

Επιπλέον, οι μεταβολές που καταγράφονται στις βαθμοημέρες ψύξης παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις τόσο ως προς την ένταση όσο και ως προς τη χρονική τους εξέλιξη. Σε ορισμένες περιόδους παρατηρούνται απότομες αυξήσεις των τιμών, ενώ σε άλλες εμφανίζονται μικρότερες διακυμάνσεις. Η εικόνα αυτή δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης δεν παραμένουν σταθερές διαχρονικά, κατά την εξεταζόμενη περίοδο. Παράλληλα, τα αποτελέσματα αναδεικνύουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης ως προς το επίπεδο και τη διακύμανση των βαθμοημερών ψύξης. Οι διαφορές αυτές έχουν άμεσες επιπτώσεις στον ενεργειακό τομέα, καθώς όσο υψηλότερες είναι οι τιμές των βαθμοημερών ψύξης τόσο αυξάνονται και οι ανάγκες ψύξης των κτιρίων με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη χρήση συστημάτων κλιματισμού. Στις περιοχές όπου καταγράφονται υψηλότερες τιμές ή εντονότερη αύξηση βαθμοημερών ψύξης αναμένεται και μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τους θερινούς μήνες. Στον αντίποδα, οι περιοχές με χαμηλότερες τιμές παρουσιάζουν μικρότερες ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι η διαχρονική αύξηση των βαθμοημερών ψύξης οδηγεί σε περαιτέρω ενίσχυση ηλεκτρικής ενέργειας στο μέλλον, καθιστώντας αναγκαία την εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας και προσαρμογής των κτιρίων στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες.

5.3.1 Συγκριτική αξιολόγηση των βαθμοημερών ψύξης στις γεωγραφικές περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η συγκριτική αξιολόγηση των γεωγραφικών περιοχών της Ευρωπαϊκής Ένωσης έδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις στο επίπεδο και στη χρονική εξέλιξη των βαθμοημερών ψύξης. Οι υψηλότερες τιμές και οι εντονότερες αυξητικές τάσεις παρατηρούνται κυρίως στις νοτιότερες περιοχές της Ευρώπης, ενώ οι βορειότερες περιοχές παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές και μικρότερες μεταβολές κατά την εξεταζόμενη περίοδο. Οι περιοχές της Κεντρικής, Δυτικής και Ανατολικής Ευρώπης εμφανίζουν ενδιάμεσα χαρακτηριστικά, και διαφοροποιήσεις που αφορούν τις κλιματικές συνθήκες κάθε χώρας.

Οι διαφορές αυτές έχουν άμεση επίδραση στις ενεργειακές ανάγκες για ψύξη. Η αύξηση των βαθμοημερών ψύξης σχετίζεται με μεγαλύτερη ζήτηση για κλιματισμό κατά τη θερινή περίοδο με αποτέλεσμα την αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια. Έτσι, οι περιοχές που παρουσιάζουν ψηλότερες τιμές και εντονότερη αύξηση των βαθμοημερών ψύξης θα έχουν μεγαλύτερες ενεργειακές απαιτήσεις στο μέλλον, με αποτέλεσμα ο ενεργειακός σχεδιασμός και η εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας να είναι αναγκαία.

5.4 Ανάλυση της Θερινής Θερμικής Δυσφορίας μέσω του Δείκτη Thom στις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας

5.4.1 Κλιματική Ζώνη Α

Στην παρούσα υποενότητα εξετάζεται η διαχρονική εξέλιξη του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στο Ηράκλειο Κρήτης, το οποίο ανήκει στην κλιματική ζώνη Α. Μέσω των διαθέσιμων μετεωρολογικών δεδομένων υπολογίστηκε ο αριθμός των ημερών που αντιστοιχεί σε κάθε κατηγορία θερμικής δυσφορίας για κάθε έτος της εξεταζόμενης περιόδου. Τα αποτελέσματα παραθέτονται στους πίνακες που ακολουθούν, απεικονίζοντας τις μεταβολές θερμικής άνεσης και δυσφορίας στη θερμότερη κλιματική ζώνη της Ελλάδας.

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1955	1956	1957	1958	1959
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	6	12	18	10	18
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	76	73	62	77	65
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	10	7	12	5	9
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης	F	≥32	0	0	0	0	0

ιατρικής ανάγκης							
---------------------	--	--	--	--	--	--	--

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1960	1961	1962	1963	1964
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	12	12	10	13	7
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	65	76	74	55	77
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	15	4	8	24	8
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1965	1966
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	7	10
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	71	50

Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	14	32
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1967	1968	1969	1970	1971
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	14	6	18	12	14
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	65	73	72	76	78
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	13	13	2	4	0
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0

Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32	0	0	0	0	0
--	---	-----------	---	---	---	---	---

Περιγραφή	Κατηγορ.	Εύρος DI (°C)	1972	1973	1974	1975	1976
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	11	15	17	16	23
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	60	66	69	75	68
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	21	11	6	1	1
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1977	1978
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	10	13
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	77	75
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	5	4
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	9	17	16	21	25	29
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	73	72	72	65	60	63
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	10	3	4	6	7	0
Η πλειοψηφία του πληθυσμού	D	27-28,99	0	0	0	0	0	0

αισθάνεται δυσφορία								
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	8	10	18	7	22	8
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	81	72	62	67	68	84
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	3	10	12	18	2	0
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	18	21	12	16	6	17
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	64	69	74	65	75	65
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	10	2	6	11	11	10
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	10	8	3	14	13	7
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	73	56	54	67	50	55

Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	9	28	35	11	29	29
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0	1
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	2003	2004	2010	2011	2012	2013
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	9	9	6	4	6	7
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21- 23,99	54	69	28	53	35	59
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24- 26,99	29	14	57	35	51	26
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27- 28,99	0	0	1	0	0	0

Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29- 31,99	0	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	6	11	5	0	0	6
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	42	53	29	52	40	46
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	44	28	58	40	51	40
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	2020	2021
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	10	10
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	50	13
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	32	58
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	10
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	1
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0

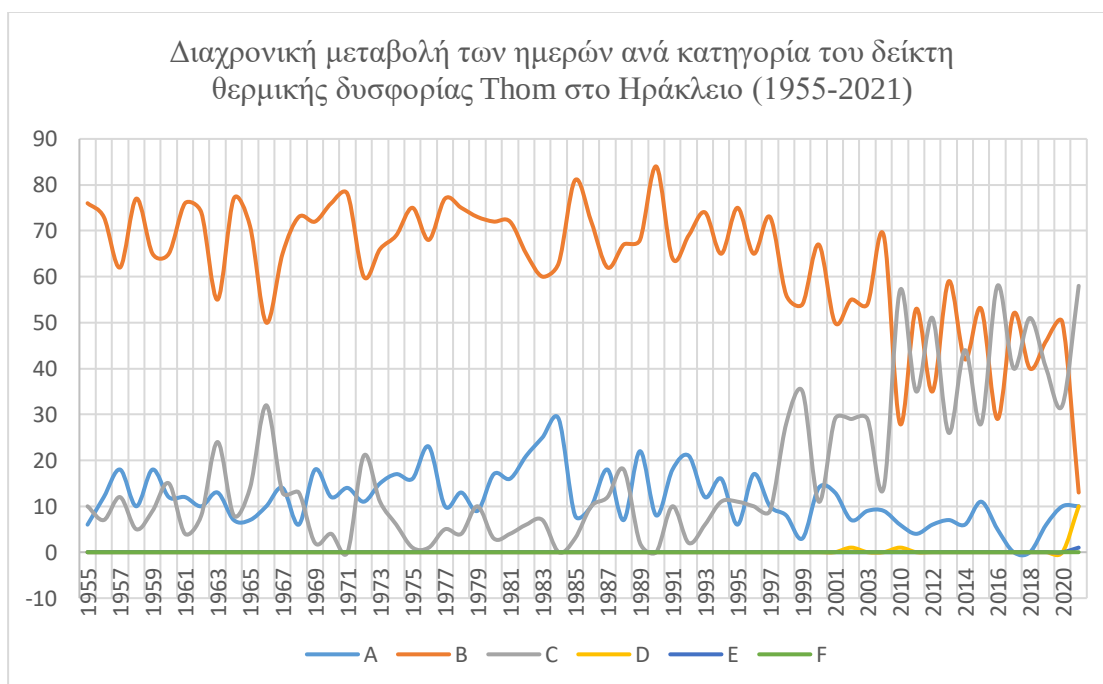
**Πίνακας 5.1: Κατανομή ημερών ανά κατηγορία του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην
κλιματική ζώνη Α (1955–2021)**

Τα αποτελέσματα του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom για το Ηράκλειο, το οποίο ανήκει στην κλιματική ζώνη Α, παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με τις υπόλοιπες κλιματικές ζώνες της χώρας. Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται από υψηλότερες θερινές θερμοκρασίες, κάτι το οποίο αποδεικνύεται από την αυξημένη συχνότητα εμφάνισης ημερών με συνθήκες θερμικής δυσφορίας.

Από την ανάλυση των πινάκων προκύπτει ότι οι κατηγορίες Β και C συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό των θερινών ημερών κατά το μεγαλύτερο μέρος της εξεταζόμενης περιόδου. Η κατηγορία Β εμφανίζεται συστηματικά σε όλα τα έτη, ενώ η κατηγορία C παρουσιάζει επίσης υψηλές συχνότητες εμφάνισης, γεγονός που δείχνει την επικράτηση θερμικής δυσφορίας. Ταυτόχρονα, οι ημέρες της κατηγορίας Α εμφανίζονται με λιγότερη συχνότητα σε σχέση με τις υπόλοιπες κλιματικές ζώνες, δείχνοντας ότι επικρατούν περιορισμένες συνθήκες θερμικής άνεσης.

Επίσης, σε αρκετά έτη καταγράφεται και η παρουσία των κατηγοριών D και E, οι οποίες αντιστοιχούν σε υψηλότερα επίπεδα θερμικής δυσφορίας. Η εμφάνιση των κατηγοριών αυτών εμφανίζεται ολοένα και περισσότερο τις τελευταίες δεκαετίες της περιόδου μελέτης, κάτι το οποίο δείχνει αυξημένη θερμική επιβάρυνση του πληθυσμού. Αντίθετα, η κατηγορία F εμφανίζεται εξαιρετικά σπάνια ή απουσιάζει πλήρως, κάτι το οποίο δείχνει ότι οι ακραίες συνθήκες θερμικής δυσφορίας παραμένουν περιορισμένες. Είναι σημαντικό επίσης να σημειωθεί ότι για ορισμένα έτη δεν ήταν διαθέσιμα πλήρη μετεωρολογικά δεδομένα.

Με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων του πίνακα, παρουσιάζεται παρακάτω η γραφική απεικόνιση της κατανομής των ημερών ανά κατηγορία του δείκτη Thom στην κλιματική ζώνη A. Μέσω του διαγράμματος επιτρέπεται η αναγνώριση των μεταβολών και των τάσεων της θερμικής δυσφορίας κατά τη θερινή περίοδο στην περιοχή του Ηρακλείου.



Διάγραμμα 5.4.1: Διαχρονική εξέλιξη των κατηγοριών του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην κλιματική ζώνη A (1955-2021)

Το διάγραμμα δείχνει ότι η κατηγορία B κυριαρχεί σε ολόκληρη την εξεταζόμενη περίοδο, γεγονός το οποίο δείχνει ότι οι συνθήκες ήπιας θερμικής δυσφορίας αποτελούν το συχνότερο χαρακτηριστικό των θερινών μηνών στο Ηράκλειο. Ταυτόχρονα, η κατηγορία C εμφανίζεται

αντίστοιχα αυξητική τάση, κυρίως τις τελευταίες δεκαετίες, ενώ η κατηγορία Α παρουσιάζει γενικά χαμηλότερες τιμές, δείχνοντας πόσο περιορισμένη είναι η θερμική άνεση. Οι κατηγορίες D και E εμφανίζονται ανά διαστήματα και κατά βάση στα πιο πρόσφατα έτη, χωρίς όμως να έχουν σημαντική συχνότητα, ενώ η κατηγορία F δεν παρατηρείται σχεδόν καθόλου σε όλη την εξεταζόμενη περίοδο. Τέλος, το διάγραμμα δείχνει μια σταδιακή ενίσχυση των συνθηκών θερμικής δυσφορίας στο Ηράκλειο κατά τη διάρκεια της περιόδου 1955-2021. Η αυξημένη παρουσία των κατηγοριών B και C, αλλά και η σταδιακή ενίσχυση των συνθηκών θερμικής δυσφορίας τις τελευταίες δεκαετίες δείχνει αυξημένες ανάγκες ψύξης κατά τη θερινή περίοδο. Η τάση αυτή συνδέεται με τη μεγαλύτερη χρήση συστημάτων κλιματισμού και την αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στον κτιριακό τομέα.

5.4.2 Κλιματική Ζώνη B

Για την αξιολόγηση των συνθηκών θερμικής άνεσης στην περιοχή της Νέας Φιλαδέλφειας, η οποία ανήκει στην κλιματική ζώνη B, υπολογίστηκε ο δείκτης δυσφορίας για τη θερινή περίοδο κάθε έτους. Οι ημέρες ταξινομήθηκαν σε έξι κατηγορίες δυσφορίας, όπως προβλέπεται από τα όρια του δείκτη. Στους πίνακες που ακολουθούν παρατίθεται η ετήσια κατανομή των ημερών ανά κατηγορία δυσφορίας για το χρονικό διάστημα 1955-2021.

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1955	1956	1957	1958	1959
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	11	12	9	12	20
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	68	46	50	56	62
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	13	34	31	24	10

Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	2	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1960	1961	1962	1963	1964
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	15	14	9	11	6
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	63	65	30	24	54
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	14	13	52	53	32
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	1	4	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0

Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0
--	---	-----	---	---	---	---	---

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1965	1966
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	15	13
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	58	44
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	19	35
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1967	1968	1969	1970	1971
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	15	19	23	15	11

Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	61	61	66	62	56
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	16	12	3	15	25
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1972	1973	1974	1975	1976
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	8	6	5	11	14
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	50	66	60	60	67
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	34	18	27	21	5

Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	2	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1977	1978
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	5	7
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	34	48
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	52	37
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	1	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0

Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32	0	0
--	---	-----------	---	---

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1979	1980	1981	1982	1983
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	5	7	3	10	11
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	48	25	57	37	56
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	39	56	31	43	25
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	4	1	2	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1984	1985	1986	1987	1988
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	12	0	4	8	3
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	65	61	46	40	36
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	15	31	42	35	48
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	9	4
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	1
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1989	1990
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	2	5
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	37	37
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	51	50

Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	2	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1991	1992	1993	1994	1995
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	5	3	0	4	0
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	37	42	44	35	29
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	50	46	46	52	63
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	1	2	1	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0

Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0
--	---	-----	---	---	---	---	---

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1996	1997	1998	1999	2000
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	2	6	0	0	5
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	42	30	23	21	29
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	45	54	58	63	49
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	2	2	10	8	9
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	1	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	2001	2002
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	2	0

Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	15	34
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	48	54
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	9	4
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	2003	2004	2010	2011	2012
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	0	0	2	10	3
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	24	31	21	58	27
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	65	47	51	21	9

Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	3	3	16	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγορ.	Εύρος DI (°C)	2013	2014	2015	2016	2017
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	14	6	20	6	12
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	65	62	54	36	50
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	13	24	18	19	30
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0

Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	2018	2019
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	1	5
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	43	52
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	11	35
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	2020	2021
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	7	12

Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	66	35
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	19	45
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0

**Πίνακας 5.2: Κατανομή ημερών ανά κατηγορία του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην
κλιματική ζώνη B (1955–2021)**

Τα αποτελέσματα του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom για την κλιματική ζώνη B δείχνουν ότι κατά τη θερινή περίοδο επικρατούν οι κατηγορίες B και C. Ιδιαίτερα, η κατηγορία B εμφανίζει τα υψηλότερα ποσοστά στις περισσότερες χρονολογίες της εξεταζόμενης περιόδου. Ταυτόχρονα, η κατηγορία C παρουσιάζει σημαντική συχνότητα εμφάνισης, κυρίως από τη δεκαετία του 1980 και μετά.

Η κατηγορία A εμφανίζεται με μικρότερη συχνότητα σε σχέση με την κατηγορία B, ενώ παρουσιάζει μείωση τις τελευταίες δεκαετίες της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν αύξηση των ημερών και μεγαλύτερη θερμική επιβάρυνση κατά τους θερινούς μήνες.

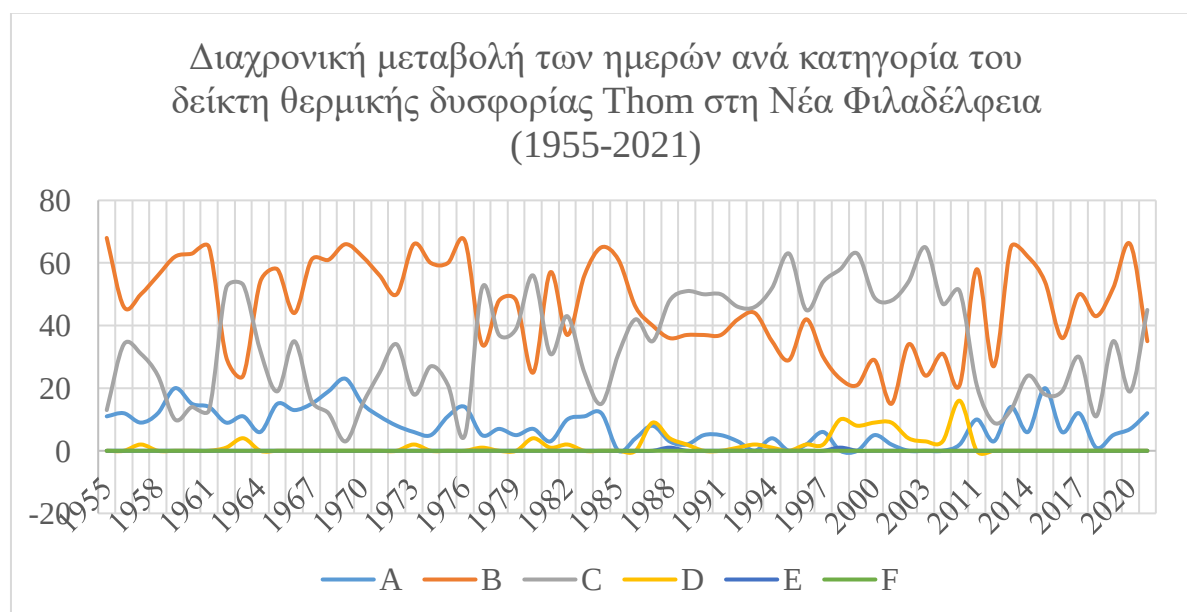
Επιπρόσθετα, οι κατηγορίες D και E, οι οποίες αντιστοιχούν σε εντονότερα επίπεδα δυσφορίας, εμφανίζονται κυρίως από τη δεκαετία του 1980 και έπειτα. Παρότι η συχνότητα τους είναι περιορισμένη, η παρουσία τους σε αρκετά έτη δείχνει ότι το φαινόμενο της θερμικής καταπόνησης

γίνεται όλο και πιο συχνό. Αντίθετα, η κατηγορία F, η οποία αντιστοιχεί σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης, δεν εμφανίζεται κατά την εξεταζόμενη περίοδο.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για ορισμένα έτη δεν κατέστη δυνατός ο υπολογισμός του δείκτη λόγω ελλειπών μετεωρολογικών δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, τα έτη 2005-2008 δεν περιλήφθηκαν στην ανάλυση, λόγω μη διαθέσιμων τιμών της σχετικής υγρασίας για τη θερινή περίοδο. Επίσης, σε ορισμένα έτη υπήρχε περιορισμένος αριθμός διαθέσιμων ημερών.

Τέλος, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η κλιματική ζώνη B χαρακτηρίζεται κατά βάση από συνθήκες ήπιας έως μέτριας θερμικής δυσφορίας κατά τη θερινή περίοδο. Παράλληλα, η αυξημένη παρουσία των κατηγοριών C, D, E τις τελευταίες δεκαετίες δείχνει ενίσχυση της θερμικής επιβάρυνσης, κάτι το οποίο σχετίζεται με τις μεταβολές των κλιματικών συνθηκών που παρατηρούνται στην Αττική.

Για την καλύτερη απεικόνιση της διαχρονικής μεταβολής του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στη Νέα Φιλαδέλφεια, παρουσιάζεται το ακόλουθο διάγραμμα. Μέσα από το διάγραμμα παρουσιάζεται η κατανομή των ημερών ανά κατηγορία θερμικής δυσφορίας κατά τη θερινή περίοδο για τα έτη της μελέτης, έτσι ώστε να παρακολουθούνται οι μεταβολές των συνθηκών θερμικής άνεσης και δυσφορίας στην περιοχή.



Διάγραμμα 5.4.2: Διαχρονική εξέλιξη των κατηγοριών του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην κλιματική ζώνη B (1955-2021)

Όπως παρατηρείται από το διάγραμμα υπάρχει σημαντική διαχρονική μεταβολή σε κάθε κατηγορία του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom. Κατά τις πρώτες δεκαετίες της περιόδου μελέτης (1955-1975), κυριαρχούν οι κατηγορίες Α και Β, κάτι το οποίο δείχνει ότι οι συνθήκες θερμικής άνεσης ή ήπιας δυσφορίας ήταν οι συνηθέστερες κατά τη θερινή περίοδο. Παρόλα αυτά, από τα τέλη της δεκαετίας του 1970 και κυρίως μετά το 1980 παρατηρείται σταδιακή μείωση των ημερών της κατηγορίας Α και ταυτόχρονη αύξηση των ημερών της κατηγορίας Γ.

Το φαινόμενο αυτό γίνεται εντονότερο κατά τις δεκαετίες του 1990 και του 2000, όπου η κατηγορία C εμφανίζει υψηλές τιμές, ενώ παράλληλα αυξάνεται η εμφάνιση ημερών και στις κατηγορίες D και E. Αυτό δείχνει αύξηση της θερμικής δυσφορίας κατά τους θερινούς μήνες επηρεάζοντας σημαντικό μέρος του πληθυσμού.

Είναι άξιο λόγου να αναφερθεί ότι η περίοδος μετά το 1990, παρουσιάζει εντονότερες διακυμάνσεις σε σχέση με τις προηγούμενες δεκαετίες. Παράλληλα, οι ημέρες της κατηγορίας Α εμφανίζονται με μικρότερη συχνότητα, κάτι το οποίο δείχνει περιορισμό στις συνθήκες θερμικής άνεσης. Στον αντίποδα, οι ακραίες συνθήκες θερμικής δυσφορίας παραμένουν περιορισμένες, καθώς η κατηγορία F δεν εμφανίζεται κατά βάση την εξεταζόμενη περίοδο.

Τέλος, το διάγραμμα παρουσιάζει αλλαγές από τις συνθήκες θερμικής άνεσης προς τις συνθήκες αυξημένης θερμικής δυσφορίας με την πάροδο του χρόνου, κάτι το οποίο σχετίζεται με τη γενικότερη αύξηση της θερμοκρασίας που έχει καταγραφεί στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής τις τελευταίες δεκαετίες. Η συχνότερη εμφάνιση συνθηκών θερμικής δυσφορίας στη Νέα Φιλαδέλφεια, κυρίως κατά τις θερμότερες περιόδους του έτους, δείχνει και αυξημένες ανάγκες ψύξης κατά τη θερινή περίοδο. Οι τιμές αυτές σχετίζονται με τη μεγαλύτερη χρήση συστημάτων κλιματισμού οπότε και αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια, χωρίς όμως να είναι στα επίπεδα των χωρών των θερμότερων κλιματικών ζωνών.

5.4.3 Κλιματική Ζώνη Γ

Για την εκτίμηση της θερμικής δυσφορίας κατά τη θερινή περίοδο χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης δυσφορίας Thom, ο οποίος υπολογίστηκε με βάση τις τιμές της θερμοκρασίας αέρα και της σχετικής υγρασίας. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο, αξιοποιώντας τα διαθέσιμα μετεωρολογικά δεδομένα, τα οποία αντιστοιχούν στην Κλιματική Ζώνη Γ. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά οι ημερήσιες τιμές του δείκτη για κάθε έτος της εξεταζόμενης περιόδου.

Περιγραφή	Κατηγορ.	Εύρος	1959	1960	1961	1962
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	17	21	17	16
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	61	62	65	48
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	14	9	10	28
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥ 32	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγορ.	Εύρος	1963	1964	1965	1966
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	19	21	32	26

<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	51	63	50	47
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	22	8	10	19
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	1967	1968	1969	1970
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	28	26	25	20
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	50	58	64	64
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	14	8	3	8
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0

Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0
----------------------------------	---	-----	---	---	---	---

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	1971	1972	1973	1974	1975
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	30	26	29	30	25
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	58	50	53	57	59
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	4	16	10	5	8
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	1976	1977	1978	1979	1980
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	51	17	31	21	33
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	41	69	59	59	53
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	0	6	2	12	6
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0

Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	1981	1982
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	23	27
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	65	60
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	4	5
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	1983	1984	1985	1986	1987
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	29	50	23	17	27
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	56	41	62	71	52
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	7	1	7	4	13

Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	1988	1989	1990	1991	1992
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	13	31	19	24	23
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	50	59	69	56	62
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	28	2	4	12	7
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	1	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	1993	1994
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	24	17
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	61	59

>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	7	16
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	1995	1996	1997	1998	1999
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	4	17	18	9	4
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	76	62	62	48	54
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	12	13	12	35	34
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	2000	2001	2002	2003	2004
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	15	11	12	3	12
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	57	49	50	45	69
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	20	32	30	44	11
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	2005	2006
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	15	18
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	53	47
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	24	27
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0

Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	2007	2008	2009	2010	2011
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	12	11	10	14	14
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	42	48	64	34	58
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	38	33	18	44	20
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	2011	2017	2018	2019
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	14	14	8	7
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	58	55	68	39
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	20	23	15	46

Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος	2020	2021
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	10	14
<50% αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	60	27
>50% αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	22	51
Πλειοψηφία αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ανάγκης	F	≥32	0	0

**Πίνακας 5.3: Κατανομή ημερών ανά κατηγορία του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην
κλιματική ζώνη Γ (1959–2021)**

Η ανάλυση του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom για την κλιματική ζώνη Γ κατά τη θερινή περίοδο (Ιούνιος-Αύγουστος) των ετών 1959-2021, με εξαίρεση τα έτη 2012-2016 λόγω ελλειπών δεδομένων, έδειξε σημαντικές μεταβολές και διακυμάνσεις στη συχνότητα εμφάνισης συνθηκών θερμικής δυσφορίας. Η ταξινόμηση των ημερών πραγματοποιήθηκε με βάση τις κατηγορίες του

δείκτη Thom, οι οποίες δείχνουν το επίπεδο θερμικής επιβάρυνσης που βιώνει ο ανθρώπινος πληθυσμός.

Από τα αποτελέσματα που προκύπτουν διαπιστώνεται ότι κατά τις πρώτες δεκαετίες της περιόδου μελέτης οι περισσότερες ημέρες του καλοκαιριού ήταν στις κατηγορίες Α και Β. Η κατηγορία Α αφορά στις συνθήκες απουσίας δυσφορίας, ενώ η κατηγορία Β αφορά σε συνθήκες όπου λιγότερο από το 50% του πληθυσμού αισθάνεται θερμική δυσφορία. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα είναι τα έτη 1959, 1960 και 1961, όπου οι ημέρες της κατηγορίας Α κυμαίνονται από 17 έως και 21 ημέρες, ενώ οι ημέρες της κατηγορίας Β ξεπερνούν τις 60. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι οι θερινές συνθήκες ήταν σχετικά ήπιες και οι ημέρες έντονης θερμικής επιβάρυνσης είναι περιορισμένες.

Στη συνέχεια, όπως παρατηρείται υπάρχει σταδιακή μείωση της κατηγορίας Α ενώ παρατηρείται αύξηση των ημερών της κατηγορίας C, η οποία αφορά συνθήκες όπου περισσότερο από το 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία. Η μεταβολή αυτή δείχνει ένδειξη αυξημένης θερμικής επιβάρυνσης κατά τους θερινούς μήνες. Στις δεκαετίες του 1960 και του 1970 οι ημέρες της κατηγορίας C συνήθως δεν ξεπερνούσαν τις 20 ανά θερινή περίοδο, στα νεότερα έτη παρατηρούνται σημαντικά υψηλότερες τιμές.

Κυρίως μετά τα έτη του 2000 η συχνότητα εμφάνισης της κατηγορίας C αυξάνεται αισθητά. Το 2003 καταγράφονται 44 ημέρες στην κατηγορία C, το 2007 καταγράφονται 38, ενώ το 2010 εμφανίζονται επίσης 44. Ακόμη μεγαλύτερες τιμές παρατηρούνται το 2019 και το 2021, με 46 και 51 τιμές αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές δείχνουν ότι σχεδόν το μισό καλοκαίρι παρουσιάζει συνθήκες στις οποίες περισσότερο από το 50% του πληθυσμού αισθάνεται θερμική δυσφορία.

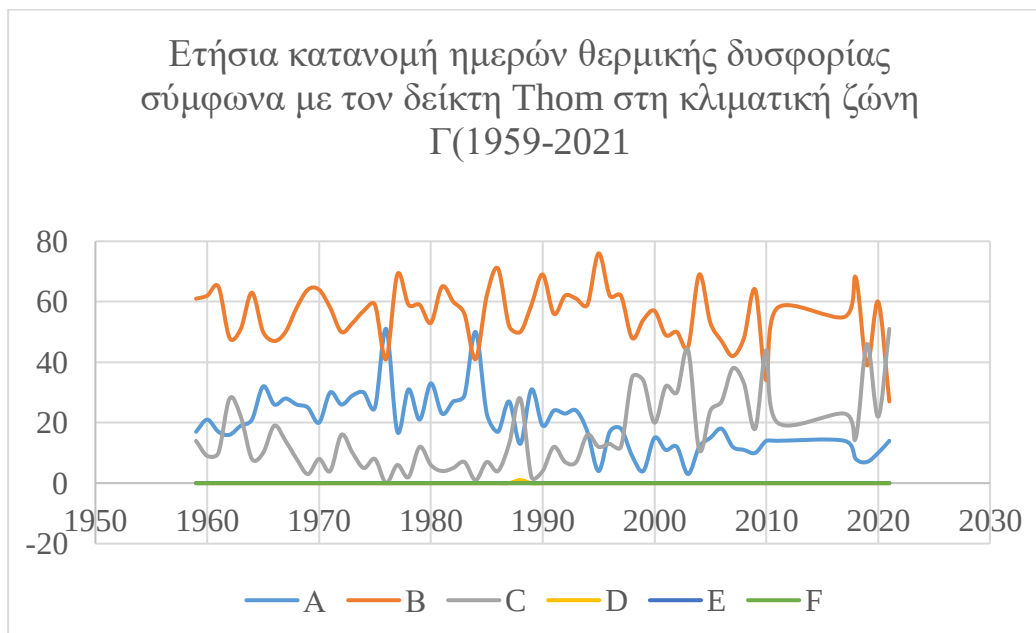
Επιπρόσθετα, οι ημέρες της κατηγορίας Α παρουσιάζουν προφανή πτωτική τάση. Ενώ σε αρκετά έτη των πρώτων δεκαετιών δεν καταγράφεται μεγάλη δυσφορία στα νεότερα έτη παρουσιάζεται. Παράδειγμα αποτελεί το έτος 2003, όπου καταγράφονται τιμές 8 και 7 αντίστοιχα. Η μείωση αυτή δείχνει ότι οι περίοδοι θερμικής άνεσης κατά τους θερινούς μήνες γίνονται ολοένα και πιο περιορισμένες.

Είναι άξιο λόγου να αναφερθεί ότι οι κατηγορίες D,E και F εμφανίζονται εξαιρετικά σπάνια. Κατά τη διάρκεια ολόκληρης της εξεταζόμενης περιόδου παρατηρείται 1 τιμή στη κατηγορία D το έτος 1988, ενώ οι κατηγορίες E και F δεν εμφανίζονται στα διαθέσιμα δεδομένα. Αυτό δείχνει ότι παρότι

η θερμική δυσφορία έχει αυξηθεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου, οι ακραίες συνθήκες θερμικής επιβάρυνσης που αντιστοιχούν στις ανώτερες κατηγορίες του δείκτη Thom παραμένουν περιορισμένες στην συγκεκριμένη κλιματική ζώνη με βάση τις ημερήσιες μέσες τιμές θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας.

Τέλος, τα αποτελέσματα δείχνουν μεταβολή συνθηκών θερμικής άνεσης κατά τη θερινή περίοδο στην κλιματική ζώνη Γ. Παρατηρείται σταδιακή μείωση των ημερών χωρίς δυσφορία και αντίστοιχη αύξηση των ημερών κατά τις οποίες περισσότερο από το μισό του πληθυσμού αισθάνεται θερμική δυσφορία. Η μεγαλύτερη θερμική επιβάρυνση εμφανίζεται στα τελευταία έτη της χρονοσειράς, με κορυφαίο το 2021, όπου παρουσιάζεται η μεγαλύτερη καταγραφή. Τα δεδομένα αυτά δείχνουν ότι οι θερινές συνθήκες στην περιοχή παρουσιάζουν τάση ενίσχυσης της θερμικής δυσφορίας με την πάροδο του χρόνου, κάτι το οποίο σχετίζεται με τις ευρύτερες μεταβολές που έχουν καταγραφεί στο κλίμα της Ανατολικής Μεσογείου κατά τις τελευταίες δεκαετίες.

Για την καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων του πίνακα, παρακάτω παρουσιάζεται με τη μορφή διαγράμματος η διαχρονική εξέλιξη των ημερών θερμικής δυσφορίας στη κλιματική ζώνη Γ για την περίοδο 1959-2021, σύμφωνα με τον δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom. Οι ημέρες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το επίπεδο θερμικής άνεσης ή δυσφορίας που προκαλούν στον πληθυσμό, επιτρέποντας έτσι την απεικόνιση των μεταβολών των συνθηκών θερμικής άνεσης κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου.



Διάγραμμα 5.4.3: Διαχρονική εξέλιξη των ημερών θερμικής δυσφορίας σύμφωνα με τις κατηγορίες του δείκτη Thom στη κλιματική ζώνη Γ κατά την περίοδο 1959-2021

Όπως παρατηρείται από το παραπάνω διάγραμμα η κατηγορία B(κάτω από το 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία) επικρατεί καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου 1959-2021, παρουσιάζοντας τις υψηλότερες τιμές στις περισσότερες χρονολογίες. Αυτό δείχνει ότι οι ημέρες με ήπια θερμική δυσφορία αποτελούν το συχνότερο χαρακτηριστικό των θερινών συνθηκών στη κλιματική ζώνη Γ. Αντίθετα, η κατηγορία A που αφορά την απουσία της δυσφορίας παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των ετών, κάτι το οποίο δείχνει τις μεταβολές στις συνθήκες θερμικής άνεσης κατά την εξεταζόμενη περίοδο.

Ταυτόχρονα, η κατηγορία C που αφορά το 50% και άνω του πληθυσμού που αισθάνεται δυσφορία παρουσιάζει μικρότερη συχνότητα εμφάνισης σε σχέση με την κατηγορία B, παρόλα αυτά σε κάποια έτη καταγράφονται αυξήσεις αξίες λόγω να αναφερθούν. Οι αυξήσεις αυτές συνοδεύονται συνήθως από μείωση όσον αναφορά την κατηγορία A, κάτι το οποίο δείχνει εντονότερες συνθήκες θερμικής καταπόνησης. Επίσης, οι κατηγορίες D,E και F εμφανίζονται σε μικρό βαθμό έως και

καθόλου κατά την περίοδο μελέτης, γεγονός που δείχνει ότι οι ακραίες συνθήκες θερμικής δυσφορίας ήταν σπάνιες στη συγκεκριμένη κλιματική ζώνη.

Τέλος, το διάγραμμα δείχνει τη διαχρονική μεταβολή των συνθηκών θερμικής άνεσης και δυσφορίας, καθώς και τη σταδιακή αύξηση της εμφάνισης εντονότερων θερμικών επιβαρύνσεων σε ορισμένες περιόδους. Τα δεδομένα αυτά σχετίζονται με τα αποτελέσματα του πίνακα 5.4.1 και δείχνει μεταβολές των βιοκλιματικών συνθηκών της περιοχής κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Η αυξημένη εμφάνιση θερμικής δυσφορίας στη Λάρισα δείχνει ότι κατά τη θερινή περίοδο οι ανάγκες ψύξης είναι σημαντικά υψηλότερες σε σχέση με τις ψυχρότερες κλιματικές ζώνες της χώρας. Όπως και στις προηγούμενες κλιματικές ζώνες έτσι και σε αυτήν παρουσιάζεται μεγαλύτερη χρήση συστημάτων κλιματισμού και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών θερμικής άνεσης.

5.4.4 Κλιματική Ζώνη Δ

Στην παρούσα ενότητα εξετάζεται η διαχρονική εξέλιξη του δείκτη δυσφορίας στην περιοχή της Κοζάνης, η οποία ανήκει στην κλιματική ζώνη Δ. Με την επεξεργασία των διαθέσιμων μετεωρολογικών δεδομένων υπολογίστηκε ο αριθμός ημερών που αντιστοιχεί σε κάθε κατηγορία θερμικής δυσφορίας ανά έτος. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1955	1956	1957	1958	1959
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	38	46	52	49	69
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	47	45	35	41	23
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	7	1	5	2	0
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1960	1961	1962	1963	1964
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	42	50	33	27	44
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	49	40	56	59	47
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	1	2	3	6	1
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1965	1966
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	49	43
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	35	47
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	8	2

Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1967	1968	1969	1970	1971
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	52	58	51	37	51
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	36	28	39	53	39
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	4	6	2	2	2
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1972	1973	1974	1975	1976
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	45	58	50	41	82
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	41	30	38	46	10
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	6	4	4	5	0
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1975	1976	1977	1978
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	41	82	37	42
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	46	10	52	42
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	5	0	3	8
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1979	1980	1981	1982	1983
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	55	54	59	54	70
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	29	30	29	34	19

Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	8	8	4	4	3
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1984	1985	1986	1987	1988
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	58	41	60	39	37
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	28	48	32	34	47
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	6	3	0	19	8
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0

Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32	0	0	0	0	0
--	---	-----------	---	---	---	---	---

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1989	1990
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	67	57
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	25	35
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	0	0
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1991	1992	1993	1994	1995
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	59	57	52	49	75
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	33	35	39	41	17
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	0	0	1	2	0
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	1996	1997	1998	1999	2000
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	57	61	38	42	35
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	34	31	49	41	39

Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	1	0	5	9	16
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	2
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	2001	2002
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	28	46
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	41	46
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	23	0
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0

Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	2003	2004	2007	2008	2009	2010
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	23	45	20	25	26	24
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	50	39	42	46	52	41
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	19	8	24	19	14	26
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	4	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥ 32	0	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	2011	2014	2016	2017	2018	2019
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	23	0	0	30	23	44
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	49	0	0	36	65	48
Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	20	1	1	25	3	0
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0	0	0	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0	0	0	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0	0	0	0	0

Περιγραφή	Κατηγ.	Εύρος DI (°C)	2020	2021
Απουσία Δυσφορίας	A	<21	57	39
Κάτω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	B	21-23,99	35	53

Πάνω από 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	C	24-26,99	0	0
Η πλειοψηφία του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία	D	27-28,99	0	0
Όλοι αισθάνονται δυσφορία	E	29-31,99	0	0
Κατάσταση έκτακτης ιατρικής ανάγκης	F	≥32	0	0

**Πίνακας 5.4: Κατανομή ημερών ανά κατηγορία του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στην
κλιματική ζώνη Δ (1955–2021)**

Τα αποτελέσματα του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom για την κλιματική ζώνη Δ δείχνουν ότι κατά τη θερινή περίοδο η κατηγορία η οποία επικρατεί είναι η αυτή της Α όπου αφορά την απουσία δυσφορίας και η κατηγορία Β όπου κάτω από το 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία. Οι δύο αυτές κατηγορίες παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ποσοστό των ημερών σχεδόν σε όλη την περίοδο μελέτης.

Η κατηγορία Β εμφανίζεται όλο ένα και περισσότερο σε όλες τις δεκαετίες, κάτι το οποίο δείχνει ότι οι θερινές συνθήκες στην περιοχή οδηγούν σε ήπια θερμική δυσφορία για μέρος του πληθυσμού. Ταυτόχρονα, η κατηγορία Α παρουσιάζει επίσης υψηλές συχνότητες εμφάνισης, κάτι το οποίο δείχνει ότι υπάρχει θερμική άνεση.

Επιπρόσθετα, η κατηγορία Γ κατά την οποία πάνω από το 50% του πληθυσμού αισθάνεται δυσφορία, εμφανίζεται ανά διαστήματα καθ' όλη τη χρονική σειρά, χωρίς όμως να επικρατεί. Ιδιαίτερα αυξημένες τιμές παρατηρούνται σε ορισμένα έτη των τελευταίων δεκαετιών, κάτι το οποίο δείχνει ελαφρά καταπόνηση κατά τους θερινούς μήνες.

Στον αντίποδα, οι κατηγορίες D η οποία αφορά την πλειοψηφία του πληθυσμού που αισθάνεται δυσφορία και η κατηγορία E στην οποία όλοι αισθάνονται δυσφορία, εμφανίζονται εξαιρετικά σπάνια ή δεν παρουσιάζονται καθόλου από τα περισσότερα έτη της ανάλυσης. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι οι βιοκλιματικές συνθήκες στην Κοζάνη είναι περιορισμένες.

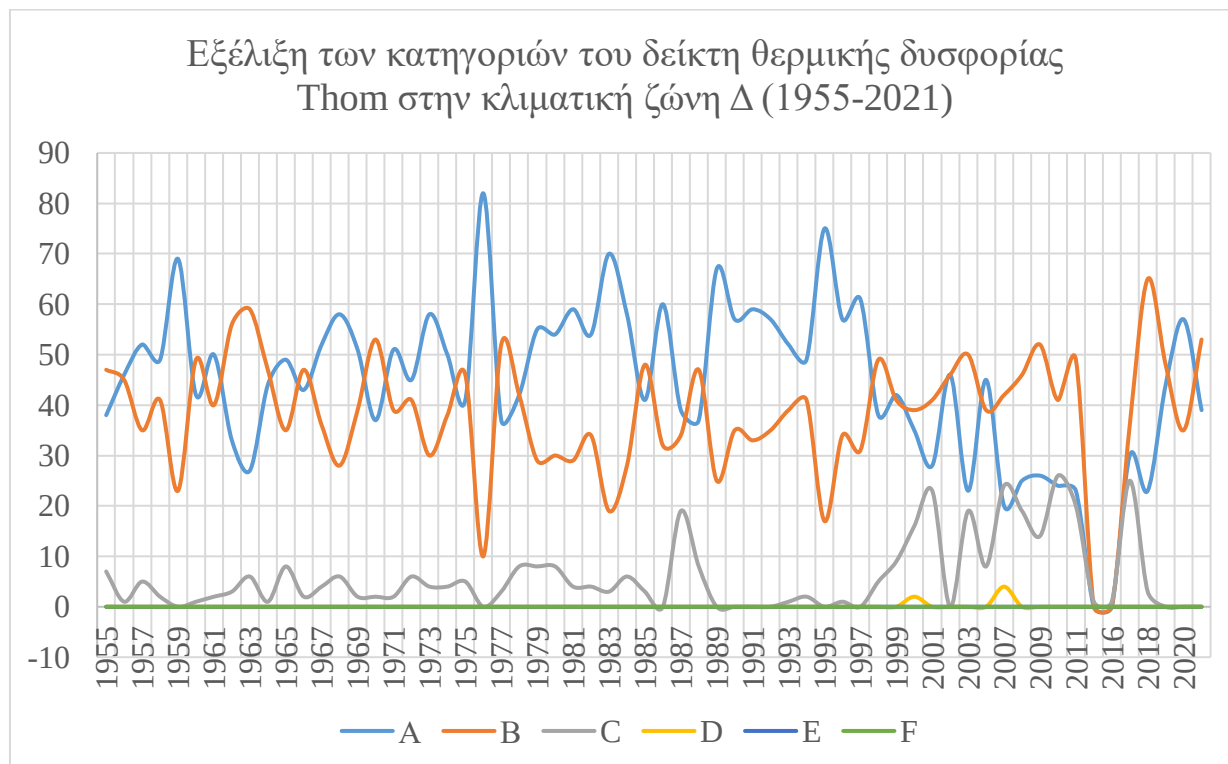
Επιπρόσθετα, η κατηγορία F η οποία αφορά την κατάσταση έκτακτης ανάγκης δεν εμφανίζεται σχεδόν καθόλου κατά τη διάρκεια της περιόδου που εξετάζεται. Αυτό δείχνει ότι οι ακραίες συνθήκες θερμικής δυσφορίας που μπορεί να προκαλέσουν σοβαρούς κινδύνους για τη δημόσια υγεία είναι σπάνιες στην συγκεκριμένη κλιματική ζώνη.

Σε σύγκριση με τις θερμότερες κλιματικές ζώνες της χώρας, η κλιματική ζώνη Δ παρουσιάζει περισσότερες μέρες θερμικής άνεσης και λιγότερες έντονης δυσφορίας. Το αποτέλεσμα αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι η συγκεκριμένη περιοχή χαρακτηρίζεται από χαμηλότερες θερινές θερμοκρασίες λόγω του ηπειρωτικού κλίματος και του μεγαλύτερου υψομέτρου.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η θερμική δυσφορία στην συγκεκριμένη κλιματική ζώνη εμφανίζεται κυρίως σε ήπια μορφή, ενώ οι συνθήκες έντονης ή ακραίας δυσφορίας παραμένουν περιορισμένες κατά την εξεταζόμενη χρονική περίοδο.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για ορισμένα έτη της εξεταζόμενης περιόδου δεν ήταν διαθέσιμα όλα τα δεδομένα τα οποία αφορούν την θερμοκρασία του αέρα και της σχετικής υγρασίας. Οπότε ο υπολογισμός του δείκτη Thom πραγματοποιήθηκε μόνο για τις διαθέσιμες ημέρες.

Με σκοπό την καλύτερη αποτύπωση των αποτελεσμάτων του πίνακα, παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα της κατανομής των ημερών ανά κατηγορία του δείκτη Thom για την κλιματική ζώνη Δ. Μέσα από το διάγραμμα παρουσιάζεται η διαχρονική μεταβολή των συνθηκών θερμικής άνεσης και δυσφορίας στην περιοχή της Κοζάνης κατά την εξεταζόμενη περίοδο.



**Διάγραμμα 5.4.4: Διαχρονική εξέλιξη των κατηγοριών του δείκτη θερμικής δυσφορίας
Thom στην κλιματική ζώνη Δ (1955-2021)**

Από την γραφική απεικόνιση διαπιστώνεται ότι οι κατηγορίες A και B επικρατούν καθ' όλη τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, έχοντας το μεγαλύτερο ποσοστό των θερινών ημερών. Η κατηγορία Γ εμφανίζεται με μικρότερη συχνότητα, παρόλα αυτά παρουσιάζονται αυξομειώσεις μεταξύ των ετών. Στον αντίποδα, οι κατηγορίες D και E είναι κατά βάση σχεδόν ανύπαρκτες, ενώ η κατηγορία F εμφανίζεται μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις. Σαν γενική εικόνα, το διάγραμμα δείχνει ότι στην κλιματική ζώνη Δ επικρατούν κυρίως συνθήκες θερμικής άνεσης ή ήπιας θερμικής δυσφορίας, ενώ περιπτώσεις έντονης ή ακραίας δυσφορίας είναι περιορισμένες. Η περιορισμένη εμφάνιση συνθηκών θερμικής δυσφορίας στην Κοζάνη υποδηλώνει χαμηλότερες ανάγκες ψύξης σε σχέση με τις υπόλοιπες κλιματικές ζώνες της χώρας. Παρά το γεγονός ότι καταγράφονται μεταβολές την εξεταζόμενη περίοδο, οι απαιτήσεις για χρήση συστημάτων κλιματισμού είναι μικρότερες, κάτι το οποίο συνεπάγεται και με χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη κατά τη θερινή περίοδο.

5.4.5 Συνολική σύγκριση των κλιματικών ζωνών ως προς τη θερμική δυσφορία

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των τεσσάρων κλιματικών ζωνών που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία, παρατηρείται σαφής διαφοροποίηση ως προς τη συχνότητα εμφάνισης των κατηγοριών θερμικής δυσφορίας. Η κλιματική ζώνη Α (Ηράκλειο) εμφανίζει περισσότερες ημέρες στις κατηγορίες C, D και E κάτι το οποίο δείχνει υψηλότερα επίπεδα θερμικής επιβάρυνσης κατά τη θερινή περίοδο. Αντίθετα, η κλιματική ζώνη Δ (Κοζάνη) παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συχνότητα ημερών στις κατηγορίες Α και Β, γεγονός που δείχνει ηπιότερες θερμικές συνθήκες. Οι κλιματικές ζώνες Β (Νέα Φιλαδέλφεια) και Γ (Μακεδονία) βρίσκονται σε ενδιάμεση κατάσταση, παρουσιάζοντας δεδομένα τόσο θερμικής άνεσης όσο και δυσφορίας. Οι διαφοροποιήσεις αυτές σχετίζονται άμεσα με τις ενεργειακές ανάγκες για ψύξη. Οι θερμότερες κλιματικές ζώνες, όπου παρουσιάζεται και συχνότερη εμφάνιση συνθηκών θερμικής δυσφορίας, θα υπάρξουν μεγαλύτερες απαιτήσεις χρήσης συστημάτων κλιματισμού και κατά συνέπεια μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας κατά τη θερινή περίοδο. Αντίθετα, στις ψυχρότερες ζώνες οι ανάγκες ψύξης είναι περιορισμένες λόγω της συχνότερης εμφάνισης συνθηκών θερμικής άνεσης. Τέλος, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι όσο μεταβαίνουμε από την ψυχρότερη προς τη θερμότερη κλιματική ζώνη της χώρας, αυξάνεται η συχνότητα εμφάνισης ημερών με υψηλότερα επίπεδα θερμικής δυσφορίας, ενώ παράλληλα μειώνονται οι ημέρες θερμικής άνεσης.

6. Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία είχε ως στόχο τη διερεύνηση της χρονικής εξέλιξης των βαθμομερών ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και την αξιολόγηση των συνθηκών θερινής θερμικής άνεσης μέσω του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom. Η ανάλυση αυτή βασίστηκε σε μακροχρόνια κλιματικά δεδομένα και επικεντρώθηκε στη σύγκριση διαφορετικών κλιματικών ζωνών, με σκοπό να δοθούν οι διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται στις ανάγκες ψύξης και στην εμφάνιση συνθηκών δυσφορίας.

Τα αποτελέσματα αυτά έδειξαν ότι οι κλιματικές συνθήκες αποτελούν σημαντικό παράγοντα για τη διαμόρφωση των αναγκών ψύξης στα κτίρια. Οι περιοχές της Νότιας Ευρώπης, και κυρίως οι μεσογειακές χώρες, εμφανίζουν σημαντικά υψηλότερες τιμές βαθμομερών ψύξης σε σχέση με τις χώρες της Κεντρικής και της Βόρειας Ευρώπης. Η διαφορά αυτή οφείλεται στις υψηλότερες θερμοκρασίες που επικρατούν κατά τους θερινούς μήνες, αλλά και στη μεγαλύτερη διάρκεια των θερμών περιόδων που χαρακτηρίζει τα μεσογειακά κλίματα.

Η διαχρονική ανάλυση των βαθμομερών ψύξης για την περίοδο 1980-2025 ανέδειξε αυξητικές τάσεις στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η αύξηση αυτή είναι εντονότερη στις μεσογειακές χώρες, όπου καταγράφονται υψηλότερες τιμές κατά τις τελευταίες δεκαετίες σε σχέση με τις αρχές της περιόδου αναφοράς. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ενίσχυση των αναγκών ψύξης λόγω της αύξησης των θερμοκρασιών και της συχνότερης εμφάνισης θερμών περιόδων.

Η αύξηση των βαθμομερών ψύξης δεν αποτελεί μόνο κλιματικό δείκτη, αλλά συνδέεται άμεσα και με τις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων. Οι υψηλότερες τιμές που καταγράφηκαν στις θερμότερες περιοχές και κατά τις τελευταίες δεκαετίες δείχνουν μεγαλύτερη ζήτηση για ψύξη και αυξημένη χρήση συστημάτων κλιματισμού. Αυτό οδηγεί, στην αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, κυρίως στις μεσογειακές χώρες και στις θερμότερες κλιματικές ζώνες της Ελλάδας.

Στη συνέχεια, η αυξημένη εμφάνιση υψηλών τιμών βαθμομερών ψύξης στις νότιες περιοχές έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερες απαιτήσεις όσον αναφορά τη χρήση συστημάτων κλιματισμού και κατ'επέκταση αυξημένη κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Αντίθετα, οι χώρες της

Βόρειας Ευρώπης παρουσιάζουν σαφώς χαμηλότερες ανάγκες ψύξης, καθώς οι χαμηλότερες θερμοκρασίες και η μικρότερη διάρκεια των θερμών περιόδων περιορίζουν σημαντικά την ανάγκη χρήσης συστημάτων ψύξης. Οι χώρες της Κεντρικής Ευρώπης έχουν ενδιάμεση θέση, παρουσιάζοντας μέτριες απαιτήσεις ψύξης και αντίστοιχα ενδιάμεσες τιμές βαθμομερών.

Η διαχρονική εξέλιξη των βαθμομερών ψύξης δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν ενισχυθεί αισθητά τις τελευταίες δεκαετίες. Η τάση αυτή είναι εντονότερη στις μεσογειακές χώρες, όπου οι υψηλότερες θερμοκρασίες και η συχνότερη εμφάνιση θερμών περιόδων οδηγούν σε αυξημένη ζήτηση ψύξης. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι αναμένεται μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό, κάτι το οποίο καθιστά απαραίτητο των ενεργειακό σχεδιασμό και την εφαρμογή μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων.

Η εφαρμογή του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom στις τέσσερις ελληνικές κλιματικές ζώνες έδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς τη συχνότητα εμφάνισης συνθηκών θερμικής άνεσης και δυσφορίας. Στην ψυχρότερη κλιματική ζώνη Δ, που αφορά την περιοχή της Κοζάνης, κυριάρχησαν οι κατηγορίες Α και Β του δείκτη, όπου η κατηγορία Α αντιστοιχεί σε συνθήκες θερμικής άνεσης, ενώ η κατηγορία Β αντιστοιχεί σε ήπια θερμική δυσφορία, κάτι το οποίο δείχνει ότι οι θερινές συνθήκες χαρακτηρίζονται κυρίως από θερμική άνεση ή ήπια δυσφορία. Οι κατηγορίες έντονης δυσφορίας που είναι οι κατηγορίες Γ και Δ αντιπροσωπεύουν υψηλότερα επίπεδα θερμικής δυσφορίας που επηρεάζουν μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού, τα οποία εμφανίστηκαν σπάνια και μόνο σε μεμονωμένα έτη. Ταυτόχρονα, η διαχρονική εξέλιξη του δείκτη Thom δείχνει ότι, παρότι η κλιματική ζώνη Δ διατηρεί τα χαμηλότερα επίπεδα θερμικής δυσφορίας σε σχέση με τις θερμότερες ζώνες της χώρας, τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται συχνότερη εμφάνιση ημερών με αυξημένες τιμές του δείκτη. Η μεταβολή αυτή δείχνει την σταδιακή αύξηση των αναγκών ψύξης, χωρίς όμως να μεταβάλλεται η εικόνα της ενεργειακής ζήτησης για ψύξη στην συγκεκριμένη περιοχή.

Στην κλιματική ζώνη Γ, που αφορά τη Νέα Φιλαδέλφεια της Αττικής, παρατηρήθηκε συχνότερη εμφάνιση της κατηγορίας Γ, γεγονός που δείχνει ότι περισσότερο από το 50% του πληθυσμού βιώνει συνθήκες δυσφορίας κατά τη διάρκεια αρκετών θερινών περιόδων. Ταυτόχρονα,

καταγράφηκαν περιστασιακά τιμές που αντιστοιχούν σε εντονότερες κατηγορίες δυσφορίας, χωρίς όμως να αποτελούν κυρίαρχο χαρακτηριστικό της περιοχής.

Στην κλιματική ζώνη Β, η οποία αφορά τη Λάρισα, καταγράφηκε σαφής αύξηση της συχνότητας εμφάνισης των κατηγοριών Γ και Δ σε σχέση με τις ψυχρότερες ζώνες. Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει ότι οι ηπειρωτικές περιοχές της χώρας είναι πιο πιθανό να παρουσιάσουν συνθήκες θερμικής καταπόνησης κατά τη θερινή περίοδο.

Η μεγαλύτερη επιβάρυνση καταγράφηκε στην κλιματική ζώνη Α και συγκεκριμένα στο Ηράκλειο Κρήτης. Στην περιοχή αυτή παρατηρήθηκε αυξημένη συχνότητα εμφάνισης των κατηγοριών Γ και Δ, ενώ η κατηγορία Α εμφανίστηκε σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με τις υπόλοιπες ζώνες. Αυτό δείχνει τη μεγαλύτερη διάρκεια και ένταση των θερμών περιόδων που χαρακτηρίζουν το κλίμα της Κρήτης των νοτιότερων περιοχών της χώρας.

Η συγκριτική αξιολόγηση των τεσσάρων κλιματικών ζωνών έδειξε την διαβάθμιση της θερμικής δυσφορίας από τον βορρά προς τον νότο. Όσο θερμότερη είναι η κλιματική ζώνη, τόσο αυξάνεται η συχνότητα εμφάνισης συνθηκών δυσφορίας και μειώνονται αντίστοιχα οι περίοδοι θερμικής άνεσης. Παράλληλα, η διαχρονική εξέλιξη για την περίοδο 1980-2025 έδειξε αύξηση της συχνότητας εμφάνισης των κατηγοριών θερμικής δυσφορίας στις περισσότερες κλιματικές ζώνες της Ελλάδας. Η τάση αυτή ήταν εντονότερη στις θερμότερες ζώνες (Α και Β), όπου τις τελευταίες δεκαετίες καταγράφηκε μεγαλύτερη παρουσία ημερών που αντιστοιχούν σε συνθήκες δυσφορίας και μικρότερη συχνότητα ημερών θερμικής άνεσης. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τη διεθνή βιβλιογραφία και επιβεβαιώνει ότι οι τοπικές κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν άμεσα τόσο την ανθρώπινη θερμική άνεση όσο και τις ενεργειακές απαιτήσεις των κτιρίων. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι στις περιοχές όπου καταγράφονται πιο συχνά συνθήκες θερμικής δυσφορίας απαιτείται μεγαλύτερη χρήση συστημάτων ψύξης για τη διατήρηση συνθηκών θερμικής άνεσης οι οποίες να είναι αποδεκτές. Έτσι, οι ενεργειακές ανάγκες και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό είναι αυξημένες στις θερμότερες κλιματικές ζώνες, κυρίως τους θερινούς μήνες (Psiloglou et al,2025; Mourshed,2012; Castaño-Rosa et al,2021).

Επιπρόσθετα, από τη συγκεκριμένη ανάλυση προκύπτει ότι κατά τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται σταδιακή αύξηση των ημερών που αντιστοιχούν σε υψηλότερες κατηγορίες θερμικής

δυσφορίας, κυρίως στις θερμότερες κλιματικές ζώνες. Η τάση αυτή συνδέεται με την άνοδο της θερμοκρασίας που καταγράφεται σε μεγάλο μέρος της Ευρώπης και δείχνει ότι οι ανάγκες ψύξης αναμένεται να αυξηθούν περισσότερο στο μέλλον.

Είναι άξιο λόγου να αναφερθούν τα αποτελέσματα της ανάλυσης των τεσσάρων κλιματικών ζωνών της Ελλάδος μέσω του δείκτη θερμικής δυσφορίας Thom. Η σύγκριση των ζωνών ανέδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς τη συχνότητα εμφάνισης ημερών θερμικής άνεσης και δυσφορίας. Οι νοτιότερες και θερμότερες περιοχές (Κλιματικές ζώνες Α και Β) εμφάνισαν μεγαλύτερη συχνότητα ημερών θερμικής δυσφορίας, ενώ στις ψυχρότερες ζώνες Γ και Δ εντοπίστηκαν περισσότερες ημέρες θερμικής άνεσης και περιορισμένη εμφάνιση συνθηκών έντονης δυσφορίας. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν την επίδραση των τοπικών κλιματικών χαρακτηριστικών στις συνθήκες θερμικής άνεσης κατά τη θερινή περίοδο.

Τα αποτελέσματα της εργασίας επιβεβαιώνουν ότι οι κλιματικές μεταβολές επηρεάζουν άμεσα τόσο τις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων όσο και τις συνθήκες θερμικής άνεσης των κατοίκων. Η αναμενόμενη ενίσχυση των θερμών περιόδων κατά τις επόμενες δεκαετίες καθιστά αναγκαία τη χρήση στρατηγικών ενεργειακής αποδοτικότητας, βιοκλιματικού σχεδιασμού και προσαρμογής των κτιρίων στις νέες κλιματικές συνθήκες, με στόχο τον περιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των χρηστών.

Επιπρόσθετα, τα ευρήματα της παρούσας εργασίας δείχνουν ορισμένα θέματα για μελλοντική έρευνα. Πιο συγκεκριμένα, ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα παρουσίαζε η αξιοποίηση κλιματικών προβολών για την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των βαθμοημερών ψύξης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας. Ταυτόχρονα, θα μπορούσε να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ των βαθμοημερών ψύξης και της πραγματικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε διαφορετικές κατηγορίες κτιρίων, με σκοπό να δοθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στις ενεργειακές ανάγκες. Τέλος, η εφαρμογή και άλλων δεικτών θερμικής άνεσης και δυσφορίας σε συνδυασμό με τον δείκτη Thom θα μπορούσε να συμβάλει σε μια πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση των βιοκλιματικών συνθηκών και των επιπτώσεών τους στον ανθρώπινο πληθυσμό.

Βιβλιογραφία

- Badescu, V., & Zamfir, E. (1999). Degree-days, degree-hours and ambient temperature bin data from monthly-average temperatures (Romania). *Energy Conversion and Management*, 40(8), 885–900. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(98\)00148-4](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(98)00148-4)
- Castaño-Rosa, R., Barrella, R., Sánchez-Guevara, C., Barbosa, R., Kyprianou, I., Paschalidou, E., Thomaidis, N. S., Dokupilova, D., Gouveia, J. P., Kádár, J., Hamed, T. A., & Palma, P. (2021). Cooling Degree Models and Future Energy Demand in the Residential Sector. A Seven-Country Case Study. *Sustainability*, 13(5), 2987. <https://doi.org/10.3390/su13052987>
- Coskun, C. (2010). A novel approach to degree-hour calculation: Indoor and outdoor reference temperature based degree-hour calculation. *Energy*, 35(6), 2455–2460. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.02.038>
- De Rosa, M., Bianco, V., Scarpa, F., & Tagliafico, L. A. (2015). Historical trends and current state of heating and cooling degree days in Italy. *Energy Conversion and Management*, 90, 323–335. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.11.022>
- Durmayaz, A., Kadioğlu, M., & Şen, Z. (2000). An application of the degree-hours method to estimate the residential heating energy requirement and fuel consumption in Istanbul. *Energy*, 25(12), 1245–1256. [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(00\)00040-2](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(00)00040-2)
- Eurostat. (2022). *Cooling and heating degree days by country—Annual data* [Dataset]. Eurostat. https://doi.org/10.2908/NRG_CHDD_A
- Keçebaş, A., Gökgedik, H., Gürbüz, E. Y., & Ertürk, M. (2024). Energy and exergy-based degree-hours in estimation of heat requirements for heating and cooling purposes. *Energy*

Conversion and Management, 307, 118347.

<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118347>

- Kim, S. D., Lee, I. H., & Cheon, S. M. (2010). The Calculation Method of Heating and Cooling Energy Saving Potential in Urban District. In D. Taniar, O. Gervasi, B. Murgante, E. Pardede, & B. O. Apduhan (Eds.), *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2010* (Vol. 6016, pp. 182–192). Springer Berlin Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-12156-2_14
- Matzarakis, A., & Balafoutis, C. (2004). Heating degree-days over Greece as an index of energy consumption. *International Journal of Climatology*, 24(14), 1817–1828.
<https://doi.org/10.1002/joc.1107>
- Mourshed, M. (2012). Relationship between annual mean temperature and degree-days. *Energy and Buildings*, 54, 418–425. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.07.024>
- Oktay, Z., Coskun, C., & Dincer, I. (2011). A new approach for predicting cooling degree-hours and energy requirements in buildings. *Energy*, 36(8), 4855–4863.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.05.022>
- OrtizBeviá, M. J., Sánchez-López, G., Alvarez-García, F. J., & RuizdeElvira, A. (2012). Evolution of heating and cooling degree-days in Spain: Trends and interannual variability. *Global and Planetary Change*, 92–93, 236–247.
<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2012.05.023>
- Pangsy-Kania, S., Biegańska, J., Flouros, F., & Sokół, A. (2024). Heating and cooling degree-days vs climate change in years 1979-2021. Evidence from the European Union

and Norway. *Economics and Environment*, 88(1), 619.

<https://doi.org/10.34659/eis.2024.88.1.619>

- Papakostas, K., & Kyriakis, N. (2005). Heating and cooling degree-hours for Athens and Thessaloniki, Greece. *Renewable Energy*, 30(12), 1873–1880.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2004.12.002>
- Papakostas, K. T., Pavlou, S., & Papadopoulos, A. M. (2020). Ambient air temperature and degree-day data analysis of the period 2006–2017 for Cyprus. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 141(1), 435–445. <https://doi.org/10.1007/s10973-019-09021-x>
- Psiloglou, B. E., Gkinis, N., & Giannakopoulos, C. (2025). High-Resolution Temporal Variation of Thermal Discomfort Indices in the Eastern Mediterranean City of Athens, Greece, Since the Beginning of the 20th Century (1901–2024). *Climate*, 13(10), 210.
<https://doi.org/10.3390/cli13100210>
- Ramon, D., Allacker, K., De Troyer, F., Wouters, H., & Van Lipzig, N. P. M. (2020). Future heating and cooling degree days for Belgium under a high-end climate change scenario. *Energy and Buildings*, 216, 109935.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109935>
- Ramsebner, J., Linares, P., & Haas, R. (2021). Estimating storage needs for renewables in Europe: The correlation between renewable energy sources and heating and cooling demand. *Smart Energy*, 3, 100038. <https://doi.org/10.1016/j.segy.2021.100038>
- Şen, Z., & Kadioglu, M. (1998). Heating degree-days for arid regions. *Energy*, 23(12), 1089–1094. [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(98\)00055-3](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(98)00055-3)

- Bakirci, K., Ozyurt, O., Karagoz, S., & Erdogan, S. (2008). Variable-Base Degree-Day Analysis for Provinces of the Eastern Anatolia in Turkey. *Energy Exploration & Exploitation*, 26(2), 111–132. <https://doi.org/10.1260/014459808785260490>
- Issue Information. (2018). *International Journal of Climatology*, 38(S1). <https://doi.org/10.1002/joc.5529>
- Letherman, K. M., & Al-Azawi, M. M. J. (1986). Predictions of the heating and cooling energy requirements in buildings using the degree hours method. *Building and Environment*, 21(3–4), 171–176. [https://doi.org/10.1016/0360-1323\(86\)90026-0](https://doi.org/10.1016/0360-1323(86)90026-0)

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.