ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

Σχεδιασμός εκπαιδευτικού κλιματικού χάρτη της Ευρώπης, φιλικού προς μαθητές, με βάση απλοποιημένη ταξινόμηση Köppen-Geiger

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εμμανουήλ Βουτσάκης

Επιβλέπων : Δημήτριος Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούνιος 2026

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ – ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

Σχεδιασμός εκπαιδευτικού κλιματικού χάρτη της Ευρώπης, φιλικού προς μαθητές, με βάση απλοποιημένη ταξινόμηση Köppen-Geiger

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εμμανουήλ Βουτσάκης

Επιβλέπων : Δημήτριος Ασκούνης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 2η Ιουλίου 2026

.....	.....	.....
Δημήτριος Ασκούνης Καθηγητής Ε.Μ.Π	Ευάγγελος Μαρινάκης Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π	Ευάγγελος Σπηλιώτης Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούνιος 2026

.....
Εμμανουήλ Βουτσάκης

Κάτοχος Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Τεχνο-οικονομικά Συστήματα» της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © **Εμμανουήλ Βουτσάκης, 2026**

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού κλιματικού χάρτη της Ευρώπης, κατάλληλου για μαθητές, βασισμένου σε απλοποιημένη εκδοχή ταξινόμησης Köppen–Geiger. Η εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού Erasmus+ έργου με τίτλο VR4Clima (Climate Change and Natural Disasters Awareness Raising using Virtual Worlds), το οποίο αξιοποιεί την εικονική πραγματικότητα και τον τρισδιάστατο σχεδιασμό για την ευαισθητοποίηση των νέων απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί ο μετασχηματισμός σύνθετης κλιματολογικής πληροφορίας σε ένα οπτικά κατανοητό και παιδαγωγικά προσβάσιμο εργαλείο, ικανό να υποστηρίξει τη μαθητική κατανόηση των βασικών κλιματικών διαφορών της Ευρώπης. Η εργασία δεν αποσκοπεί στη δημιουργία νέας κλιματικής ταξινόμησης ή νέου κλιματολογικού μοντέλου, αλλά στην εκπαιδευτική προσαρμογή υπάρχουσας επιστημονικής γνώσης.

Το θεωρητικό υπόβαθρο βασίζεται στη διάκριση μεταξύ καιρού και κλίματος, στις χωρικές κλίμακες κλιματικής ανάλυσης και στην έννοια της κλιματικής ταξινόμησης. Κεντρική επιστημονική βάση αποτελεί η ταξινόμηση Köppen–Geiger, η οποία στηρίχθηκε σε κλιματικά δεδομένα της περιόδου 1991–2020. Η μεθοδολογική προσέγγιση περιλαμβάνει την ανάλυση των επιμέρους κλιματικών τύπων που εμφανίζονται στην Ευρώπη και την ομαδοποίησή τους σε έξι ευρύτερες μαθητοκεντρικές κατηγορίες. Η χαρτογράφηση βασίζεται σε περιφερειακή χωρική ανάλυση επιπέδου NUTS2, με στόχο την καθαρή και αναγνώσιμη απόδοση των κυρίαρχων κλιματικών ζωνών. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στη χρήση χρωμάτων, συμβόλων και απλής λεζάντας, ώστε ο χάρτης να περιορίζει το γνωστικό φορτίο και να ενισχύει την οπτική μάθηση. Ως συμπληρωματικό υλικό αναπτύχθηκε ένα ενημερωτικό γράφημα (infographic) που συνδέει κάθε κλιματική ζώνη με τους κυριότερους κλιματικούς κινδύνους.

Η εργασία τεκμηριώνει τις σχεδιαστικές επιλογές μέσα από τη βιβλιογραφία της κλιματικής εκπαίδευσης, της θεωρίας του γνωστικού φορτίου και της οπτικοποίησης στη μάθηση, και αξιολογεί κριτικά τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς του τελικού εργαλείου. Συνολικά, η εργασία αναδεικνύει ότι η προσεκτική απλοποίηση επιστημονικής πληροφορίας μπορεί να διατηρεί την επιστημονική εγκυρότητα, ενώ ταυτόχρονα καθιστά τη γνώση πιο προσιτή και χρήσιμη για μαθητές και εκπαιδευτικούς.

Λέξεις-κλειδιά: Κλίμα, Εκπαίδευση, Χαρτογράφηση, Ευρώπη, Μάθηση

Abstract

This thesis concerns the design and development of an educational climate map of Europe, suitable for students, based on a simplified version of the Köppen–Geiger climate classification. The thesis was carried out within the framework of the European Erasmus+ project: VR4Clima (Climate Change and Natural Disasters Awareness Raising using Virtual Worlds), which uses virtual reality and three-dimensional design to raise young people's awareness of climate change. The subject of the thesis is the transformation of complex climatological information into a visually understandable and pedagogically accessible tool, capable of supporting students' understanding of the main climate differences across Europe. The thesis does not aim to create a new climate classification or a new climatological model, but rather to adapt existing scientific knowledge for educational purposes.

The theoretical background is based on the distinction between weather and climate, the spatial scales of climate analysis, and the concept of climate classification. The Köppen–Geiger classification constitutes the central scientific basis of the thesis, supported by climate data for the period 1991–2020. The methodological approach includes the analysis of the individual climate types found in Europe and their grouping into six broader student-centred categories. The mapping process is based on regional spatial analysis at NUTS2 level, aiming to provide a clear and readable representation of the dominant climate zones. Particular emphasis is placed on the use of colours, symbols, and a simple legend, so that the map reduces cognitive load and enhances visual learning. As supplementary material, an infographic was developed to connect each climate zone with the main climate risks.

The thesis documents the design choices through the literature on climate education, cognitive load theory, and visualisation in learning, and critically evaluates the advantages and limitations of the final tool. Overall, the thesis highlights that the careful simplification of scientific information can preserve scientific validity, while at the same time making knowledge more accessible and useful for students and educators.

Keywords: Climate, Education, Mapping, Europe, Learning

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Δημήτριο Ασκούνη για την καθοδήγηση και την εμπιστοσύνη του κατά την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καθώς και τον κ. Κωνσταντίνο Αλεξάκη υποψήφιο διδάκτορα του Ε.Μ.Π. για τις πολύτιμες συμβουλές και για τον χρόνο που αφιέρωσε για την επίλυση των αποριών μου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους μου και την οικογένεια μου που με στήριξαν σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη 5
Abstract 7
Ευχαριστίες 9
1. Εισαγωγή 15
1.1. Πλαίσιο της εργασίας: κλιματική αλλαγή και περιβαλλοντική εκπαίδευση 15
1.2. Το έργο VR4Clima και το παραδοτέο «Κλιματικός χάρτης της Ευρώπης για μαθητές» 16
1.3. Αντικείμενο και στόχοι της εργασίας 17
1.4. Ερευνητικά Ερωτήματα 18
1.5. Δομή της Εργασίας 18
2. Βιβλιογραφική Επισκόπηση 20
2.1. Μεθοδολογία αναζήτησης της βιβλιογραφίας 20
2.2. Κλιματική εκπαίδευση και περιβαλλοντική συνείδηση 21
2.3. Σύγχρονες τεχνολογίες και παιχνίδια ως εργαλεία μάθησης 22
2.4. Οπτικοποίηση και χωρική κατανόηση 23
2.5. Θεωρία του γνωστικού φορτίου και εκπαιδευτικός σχεδιασμός 24
2.6. Σύνθεση βιβλιογραφίας και ερευνητική τοποθέτηση 25
3. Θεωρητικό υπόβαθρο: έννοιες και συστήματα κλιματικής ταξινόμησης 26
3.1. Βασικές έννοιες: καιρός, κλίμα και κλιματική κανονική περίοδος 26
3.2. Χωρικές κλίμακες κλιματικής ανάλυσης 27
3.2.1. Μακροκλίμα 27
3.2.2. Τοπικό Κλίμα 27
3.2.3. Μικροκλίμα 28
3.3. Συστήματα κλιματικής ταξινόμησης 28
3.3.1. Σύστημα ταξινόμησης Köppen-Geiger 29
3.3.2. Εναλλακτικά, τροποποιημένα και απλοποιημένα συστήματα ταξινόμησης 31
4. Μεθοδολογία σχεδιασμού και ανάπτυξης του εκπαιδευτικού κλιματικού χάρτη 33
4.1. Σχεδιαστικές αρχές και διαδικασία ανάπτυξης 33
4.2. Απλοποίηση της ταξινόμησης Köppen–Geiger για εκπαιδευτική χρήση 37
4.3. Διαδικασία δημιουργίας του χάρτη 41
4.3.1. Εργαλείο δημιουργίας 41
4.3.2. Περιοχή μελέτης και χωρική ανάλυση 42
4.3.3. Διαδικασία αντιστοίχισης 43
5. Παρουσίαση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων 45
5.1. Τελικός χάρτης 45

5.2. Επισκόπηση του χάρτη ανά κλιματική ζώνη 47
5.3. Πλεονεκτήματα και εκπαιδευτική αξία 48
5.4. Κλιματικοί κίνδυνοι στην Ευρώπη 49
5.5. Ενημερωτικό γράφημα «Κλιματικοί κίνδυνοι ανά κλιματική ζώνη της Ευρώπης» 50
5.6. Αξιολόγηση και περιορισμοί 52
6. Συμπεράσματα και προεκτάσεις 54
6.1. Συμπεράσματα 54
6.2. Προτάσεις για μελλοντική εργασία 54
7. Βιβλιογραφία 56
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι 61

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 4.1: Τοπικές κλιματικές ζώνες (LCZ) της Ευρώπης. 35
Εικόνα 4.2: Τοπικές κλιματικές ζώνες (LCZ) του Παρισιού 36
Εικόνα 4.3: Τοπικές κλιματικές ζώνες (LCZ) της Αθήνας 36
Εικόνα 4.4: Κλιματικός χάρτης της Ευρώπης κατά την ταξινόμηση Köppen-Geiger 37
Εικόνα 4.5: Διαδικασία δημιουργίας του τροποποιημένου (φιλικού προς μαθητές) συστήματος ταξινόμησης 38
Εικόνα 4.6: Οι περιφέρειες NUTS2 της Ευρώπης σύμφωνα με το NUTS 2021. 43
Εικόνα 5.1: Ο τελικός εκπαιδευτικός κλιματικός χάρτης της Ευρώπης, φιλικός προς μαθητές «Europe's Climate Map for students». 46
Εικόνα 5.2: Το ενημερωτικό γράφημα για τους κλιματικούς κινδύνους ανά κλιματική ζώνη της Ευρώπης «Climate Risks Across Europe's Climate Zones» 51

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Στρατηγική αναζήτησης και επιλογής βιβλιογραφίας 20
Πίνακας 3.1: Τα σύμβολα της ταξινόμησης Köppen-Geiger 30
Πίνακας 3.2: Η κλιματική ταξινόμηση κατά Thornthwaite 31
Πίνακας 4.1: Απλοποιημένο, φιλικό προς μαθητές σύστημα ταξινόμησης Köppen-Geiger 38
Πίνακας Ι: Οι 311 περιφέρειες NUTS2 και η αντίστοιχη κλιματική τους ζώνη 61

Κατάλογος Συντομογραφιών

VR	Virtual Reality (Εικονική Πραγματικότητα)
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική, Τέχνες και Μαθηματικά)
NUTS	Nomenclature of Territorial Units for Statistics (Ονοματολογία των Εδαφικών Μονάδων για Στατιστικούς σκοπούς)
LCZ	Local Climate Zones (Τοπικές Κλιματικές Ζώνες)
PET	Potential Evapotranspiration (Δυνητική Εξατμισοδιαπνοή)
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση

1. Εισαγωγή

1.1. Πλαίσιο της εργασίας: κλιματική αλλαγή και περιβαλλοντική εκπαίδευση

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί ένα από τα κρισιμότερα ζητήματα της σύγχρονης εποχής, καθώς επηρεάζει φυσικά οικοσυστήματα, ανθρώπινες δραστηριότητες, υποδομές, παραγωγικά συστήματα και την καθημερινή ζωή των πολιτών. Η αύξηση της θερμοκρασίας, η μεταβολή των επιπέδων βροχόπτωσης και η αυξανόμενη συχνότητα και ένταση ορισμένων ακραίων φαινομένων αναδεικνύουν την ανάγκη για καλύτερη κατανόηση του κλίματος και των χωρικών του διαφοροποιήσεων (Calvin et al., 2023). Η Ευρώπη παρουσιάζει σημαντική κλιματική ποικιλία, παρά τη σχετικά περιορισμένη γεωγραφική της έκταση σε σύγκριση με άλλες ηπείρους, ενώ θερμαίνεται ταχύτερα από τον παγκόσμιο μέσο όρο και εμφανίζεται ιδιαίτερα ευάλωτη: οι περιοχές του νότου, και ιδίως η Μεσόγειος, πλήττονται εντονότερα από ξηρασίες, καύσωνες και πυρκαγιές, ενώ η κεντρική και βόρεια Ευρώπη αντιμετωπίζουν συχνότερες και σφοδρότερες πλημμύρες (*European Climate Risk Assessment*, 2024). Η Ελλάδα, ως χώρα της νότιας Ευρώπης, αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της ευπάθειας (Calvin et al., 2023).

Η αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης δεν είναι αμιγώς τεχνικό ή πολιτικό ζήτημα, καθώς εξαρτάται εξίσου από τη διαμόρφωση μιας περιβαλλοντικά συνειδητοποιημένης κοινωνίας. Σε αυτή τη διαδικασία η εκπαίδευση έχει κεντρικό ρόλο, ιδίως όταν ξεκινά από πρώιμη ηλικία και αξιοποιεί τις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών με τον καιρό και το κλίμα. Η αναγνώριση απλών, αλλά ουσιωδών κλιματικών διαφορών αποτελεί την αφετηρία για την εξοικείωση των μαθητών με τις βασικές αρχές της επιστήμης του κλίματος και για την καλλιέργεια περιβαλλοντικής συνείδησης. Για να επιτευχθεί ομαλά η διαδικασία αυτή, απαιτούνται κατάλληλα σχεδιασμένα εκπαιδευτικά εργαλεία που μετατρέπουν την επιστημονική πληροφορία σε προσβάσιμη μορφή. Ένας χάρτης υπηρετεί αποτελεσματικά τον στόχο αυτόν, καθώς οργανώνει οπτικά την πληροφορία και επιτρέπει την άμεση σύγκριση διαφορετικών περιοχών (Raiyn et al., 2016) (European Commission, n.d.).

Η παρούσα εργασία εστιάζει στον σχεδιασμό εκπαιδευτικού κλιματικού χάρτη της Ευρώπης φιλικού προς μαθητές, βασισμένου σε απλοποιημένη κλιματική ταξινόμηση. Επιχειρεί να διατηρήσει τη βασική επιστημονική λογική της ταξινόμησης Köppen-Geiger, ενώ ταυτόχρονα μειώνει την οπτική και γνωστική πολυπλοκότητα του τελικού εκπαιδευτικού εργαλείου.

1.2. Το έργο VR4Clima και το παραδοτέο «Κλιματικός χάρτης της Ευρώπης για μαθητές»

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού έργου VR4Clima, με πλήρη τίτλο Climate Change and Natural Disasters Awareness Raising using Virtual Worlds. Το έργο χρηματοδοτείται με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, στο πλαίσιο του προγράμματος Erasmus+, και εντάσσεται στον τύπο δράσης KA220-SCH, με αριθμό 2023-1-EL01-KA220-SCH-000155463. Η αναφορά στο συγκεκριμένο έργο είναι απαραίτητη για τη παρούσα διπλωματική, καθώς ο εκπαιδευτικός κλιματικός χάρτης που εξετάζεται δεν αναπτύχθηκε αποκομμένα, αλλά ως μέρος ενός ευρύτερου εκπαιδευτικού και τεχνολογικού πλαισίου που συνδέει την κλιματική εκπαίδευση με τις ψηφιακές τεχνολογίες και την εικονική πραγματικότητα (VR) (VR4Clima, n.d.).

Το VR4Clima δημιουργήθηκε με αφετηρία την αυξανόμενη ανάγκη ευαισθητοποίησης των νέων απέναντι στην κλιματική αλλαγή και στους φυσικούς κινδύνους. Υλοποιείται από εταίρους που προέρχονται από περιοχές οι οποίες έχουν πληγεί από την κλιματική αλλαγή (Ελλάδα, Σερβία και Ιρλανδία) και στοχεύει να αποτελέσει έμπνευση για τους μελλοντικούς πολίτες προκειμένου να αναπτύξουν περιβαλλοντική συνείδηση, να κάνουν πιο βιώσιμες επιλογές και να μειώσουν το ανθρακικό αποτύπωμα. Με αυτή την έννοια, το έργο δεν περιορίζεται στην απλή παροχή πληροφορίας, αλλά εντάσσεται σε μια ευρύτερη προσπάθεια ενίσχυσης της περιβαλλοντικής υπευθυνότητας και της ενεργού συμμετοχής των μαθητών. (*Vr4Clima*, n.d.)

Για την επίτευξη των στόχων του, το VR4Clima αξιοποιεί την εικονική πραγματικότητα, τον τρισδιάστατο σχεδιασμό και τη διαθεματική προσέγγιση STEAM(*Vr4Clima*, n.d.). Μέσα από εκπαιδευτικές δραστηριότητες μέσω παιχνιδιού που συνδέονται με τη δημιουργία τρισδιάστατων μοντέλων, οι μαθητές δεν αποκτούν μόνο γνώσεις για το κλίμα, αλλά αναπτύσσουν και δεξιότητες σχεδιασμού, συνεργασίας και επίλυσης προβλημάτων. Παράλληλα, το έργο επιδιώκει να υποστηρίξει και τους εκπαιδευτικούς, προσφέροντας σύγχρονες μαθησιακές εμπειρίες που μπορούν να ενισχύσουν τη διδασκαλία περιβαλλοντικών και κλιματικών ζητημάτων.

Ένα από τα βασικά παραδοτέα του έργου αποτελεί ο Europe’s Climate Map for Students, ένας φιλικός προς τους μαθητές κλιματικός χάρτης της Ευρώπης (Voutsakis, 2024). Ο χάρτης σχεδιάστηκε με στόχο να βοηθήσει τους νεαρούς μαθητές να κατανοήσουν τις βασικές

κλιματικές ζώνες της Ευρώπης, τον τρόπο με τον οποίο αυτές διαφοροποιούνται ανά περιοχή και να αντιληφθούν τους κύριους κλιματικούς κινδύνους που εμφανίζονται (Voutsakis, 2024).

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει σε αυτό ακριβώς το παραδοτέο, το οποίο μελετά, τεκμηριώνει και αξιολογεί ως αυτοτελές εκπαιδευτικό εργαλείο. Συγκεκριμένα, η εργασία εξετάζει πώς μια σύνθετη επιστημονική ταξινόμηση, όπως η Köppen–Geiger, μπορεί να μετασχηματιστεί σε έναν απλουστευμένο, παιδαγωγικά προσβάσιμο και οπτικά κατανοητό χάρτη για μαθητές. Επομένως, το VR4Clima λειτουργεί ως το ευρύτερο πλαίσιο εφαρμογής, ενώ ο κλιματικός χάρτης της Ευρώπης αποτελεί το ειδικό αντικείμενο ανάλυσης της παρούσας εργασίας.

1.3. Αντικείμενο και στόχοι της εργασίας

Αντικείμενο της εργασίας αποτελεί ο σχεδιασμός, η τεκμηρίωση και η αξιολόγηση ενός εκπαιδευτικού κλιματικού χάρτη της Ευρώπης, ο οποίος μετασχηματίζει ένα σύνθετο επιστημονικό σύστημα ταξινόμησης του κλίματος (Köppen–Geiger) σε ένα απλό και κατανοητό εργαλείο για μαθητές.

Το κύριο ερώτημα της εργασίας, διατυπώνεται ως εξής: Με ποιόν τρόπο ένας επιστημονικά σύνθετος κλιματικός χάρτης της Ευρώπης, βασισμένος στην ταξινόμηση Köppen–Geiger, δύναται να μετασχηματιστεί σε ένα απλοποιημένο, παιδαγωγικά προσβάσιμο και οπτικά κατανοητό εκπαιδευτικό εργαλείο για μαθητές, χωρίς να χαθεί η βασική επιστημονική εγκυρότητα της κλιματικής πληροφορίας;

Για την απάντηση του ερωτήματος αυτού, η εργασία θέτει τους ακόλουθους επιμέρους στόχους. Αρχικά, επιχειρείται η ανασκόπηση των βασικών εννοιών της κλιματολογίας και των καθιερωμένων συστημάτων ταξινόμησης του κλίματος, με έμφαση στο σύστημα Köppen-Geiger. Στη συνέχεια, αναπτύσσεται ένα απλοποιημένο, φιλικό προς μαθητές σύστημα ταξινόμησης, το οποίο βασίζεται στο Köppen-Geiger, αλλά προσαρμόζεται στις γνωστικές δυνατότητες των νεαρών μαθητών. Ακολούθως, περιγράφεται αναλυτικά η μεθοδολογία δημιουργίας του χάρτη, από τη συλλογή των κλιματικών δεδομένων έως την τελική μορφή και αναπαράσταση του. Παράλληλα, οι σχεδιαστικές επιλογές τεκμηριώνονται με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία στο πλαίσιο της εκπαίδευσης και της οπτικοποίησης. Τέλος, αξιολογούνται τα πλεονεκτήματα, η εκπαιδευτική αξία και οι περιορισμοί του τελικού εργαλείου, καθώς και η συσχέτιση του με τους κύριους κλιματικούς κινδύνους της Ευρώπης.

1.4. Ερευνητικά Ερωτήματα

Το κεντρικό ερευνητικό ζήτημα της παρούσας εργασίας αφορά τον μετασχηματισμό μιας σύνθετης επιστημονικής κλιματικής ταξινόμησης σε εκπαιδευτικό χαρτογραφικό εργαλείο, κατάλληλο για μαθητές. Με βάση το αντικείμενο και τους στόχους που προηγήθηκαν, η εργασία οργανώνεται γύρω από τέσσερα αλληλένδετα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία διατρέχουν το θεωρητικό, μεθοδολογικό και αξιολογικό μέρος της μελέτης.

Το πρώτο ερώτημα αφορά τα κριτήρια της απλοποίησης: ποιες παράμετροι της ταξινόμησης Köppen-Geiger οφείλουν να διατηρηθούν και ποιες δύνανται να συγχωνευθούν, ώστε να προκύψει ένα σύστημα κατηγοριών που να ικανοποιεί ταυτόχρονα την απαίτηση επιστημονικής εγκυρότητας και τους γνωστικούς περιορισμούς του μαθητικού κοινού. Το δεύτερο ερώτημα εστιάζει στις αρχές του οπτικού σχεδιασμού, και συγκεκριμένα στον αριθμό των κατηγοριών, στη χρωματική κωδικοποίηση, στη χρήση συμβόλων και στην επιλεγείσα χωρική ανάλυση, καθώς και στον βαθμό κατά τον οποίο οι επιλογές αυτές ενισχύουν την αναγνωσιμότητα και τη μνημονική συγκράτηση της κλιματικής πληροφορίας. Το τρίτο ερώτημα διερευνά τη δυνατότητα διασύνδεσης του χάρτη με τους κλιματικούς κινδύνους της Ευρώπης, ως μέσου για την καλλιέργεια περιβαλλοντικής συνείδησης. Το τέταρτο ερώτημα, τέλος, αφορά την κριτική αποτίμηση των πλεονεκτημάτων, της εκπαιδευτικής αξίας και των περιορισμών της προτεινόμενης προσέγγισης.

Τα ερευνητικά ερωτήματα λειτουργούν ως οργανωτικός άξονας της εργασίας και αντιμετωπίζονται διαδοχικά. Το θεωρητικό μέρος τεκμηριώνει την ανάγκη εκπαιδευτικής απλοποίησης και την επιλογή της ταξινόμησης Köppen–Geiger. Το μεθοδολογικό μέρος παρουσιάζει τη διαδικασία μετασχηματισμού της επιστημονικής πληροφορίας σε εκπαιδευτικό χάρτη. Το αξιολογικό μέρος εξετάζει τη χρησιμότητα, τη μαθησιακή αξία και τους περιορισμούς του τελικού εργαλείου στο πλαίσιο της κλιματικής και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

1.5. Δομή της Εργασίας

Η εργασία διαρθρώνεται σε έξι κεφάλαια, τα οποία ακολουθούν λογική μετάβαση από το ευρύτερο εκπαιδευτικό και επιστημονικό πλαίσιο προς τη μεθοδολογία σχεδιασμού, την παρουσίαση του τελικού εργαλείου και την κριτική του αποτίμηση.

Το παρόν εισαγωγικό κεφάλαιο οριοθετεί το αντικείμενο, το πλαίσιο, τους στόχους και τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης. Το δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσει τη βιβλιογραφική

επισκόπηση, στην οποία οργανώνονται και αξιολογούνται κριτικά οι κυρίαρχες προσεγγίσεις σε τέσσερις άξονες και τεκμηριώνεται το ερευνητικό κενό που καλείται να καλύψει η εργασία. Το τρίτο κεφάλαιο θεμελιώνει θεωρητικά τη μελέτη, παρουσιάζοντας τις βασικές έννοιες της κλιματολογίας και τα καθιερωμένα συστήματα ταξινόμησης του κλίματος. Το τέταρτο κεφάλαιο εκθέτει αναλυτικά τη μεθοδολογία σχεδιασμού και παραγωγής του χάρτη, από τη συλλογή και την επεξεργασία των κλιματικών δεδομένων έως την τελική οπτική αναπαράσταση. Το πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζει και συζητά τα αποτελέσματα, δηλαδή τον τελικό χάρτη, την ανάλυση ανά κλιματική ζώνη, την εκπαιδευτική αξία του εργαλείου, τη συσχέτιση του με τους κλιματικούς κινδύνους της Ευρώπης και το συνοδευτικό ενημερωτικό γράφημα, και προβαίνει σε κριτική αποτίμηση των πλεονεκτημάτων και των περιορισμών. Το έκτο κεφάλαιο συνοψίζει τα συμπεράσματα και διατυπώνει προτάσεις για μελλοντική έρευνα. Η εργασία ολοκληρώνεται με τη βιβλιογραφία και ένα παράρτημα, στο οποίο παρατίθεται η πλήρης αντιστοίχιση των περιφερειών NUTS2 σε κλιματικές ζώνες.

2. Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η κριτική επισκόπηση της βιβλιογραφίας πάνω στην οποία θεμελιώνεται η παρούσα εργασία. Η επισκόπηση δεν περιορίζεται στην παράθεση επιμέρους μελετών, αλλά οργανώνει, συγκρίνει και αξιολογεί τη σχετική γνώση γύρω από τέσσερις θεματικούς άξονες: την κλιματική εκπαίδευση, τις σύγχρονες τεχνολογίες και τα παιχνίδια ως εργαλεία μάθησης, την οπτικοποίηση και τη χωρική κατανόηση, και τη θεωρία του γνωστικού φορτίου. Η σύνθεση των αξόνων αυτών οδηγεί στον προσδιορισμό του ερευνητικού «κενού» που η παρούσα εργασία επιχειρεί να καλύψει.

2.1. Μεθοδολογία αναζήτησης της βιβλιογραφίας

Η αναζήτηση της βιβλιογραφίας διεξήχθη με συστηματικό τρόπο, ώστε να διασφαλιστεί η αξιοπιστία και η συνάφεια των πηγών. Αξιοποιήθηκαν διεθνείς βάσεις δεδομένων και επιστημονικές μηχανές αναζήτησης, καθώς και επίσημες πηγές της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα κλιματικά δεδομένα. Η επιλογή των πηγών στηρίχθηκε σε σαφώς ορισμένα κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού, με προτεραιότητα σε άρθρα επιστημονικών περιοδικών, εργασίες συνεδρίων και τεκμηριωμένες τεχνικές εκθέσεις. Η στρατηγική αναζήτησης συνοψίζεται στον Πίνακα 2.1.

Παράμετρος	Περιγραφή
Βάσεις/ πηγές	Google Scholar, επίσημες πηγές ΕΕ (Copernicus, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, Eurostat)
Λέξεις-κλειδιά	«climate classification», «Köppen-Geiger», «climate education», «virtual reality education», «cognitive load», «maps spatial thinking», «climate zones»
Χρονική περίοδος	Κυρίως 2007–2024, με αξιοποίηση θεμελιωδών παλαιότερων εργασιών
Κριτήρια ένταξης	Άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια, τεκμηριωμένες τεχνικές αναφορές, συνάφεια με κλίμα, εκπαίδευση, οπτικοποίηση
Κριτήρια αποκλεισμού	Μη επιστημονικές ή μη τεκμηριωμένες πηγές, εργασίες χωρίς συνάφεια με το αντικείμενο

Πίνακας 2.1: Στρατηγική αναζήτησης και επιλογής βιβλιογραφίας

Κάθε πηγή που αξιοποιήθηκε ελέγχθηκε ως προς την εγκυρότητά της, και ιδιαίτερα ως προς την αντιστοίχιση των παραπομπών με πραγματικές δημοσιεύσεις. Οι διαδικτυακές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν συμπληρωματικά, όπως επίσημοι ιστότοποι φορέων και εργαλεία, διακρίνονται από τις βασικές επιστημονικές αναφορές.

2.2. Κλιματική εκπαίδευση και περιβαλλοντική συνείδηση

Η κλιματική εκπαίδευση αποτελεί βασικό πεδίο της σύγχρονης περιβαλλοντικής εκπαίδευσης για τη βιώσιμη ανάπτυξη και τη διαμόρφωση μιας περιβαλλοντικά ενημερωμένης κοινωνίας. Δεν περιορίζεται στη μετάδοση πληροφοριών σχετικά με τα φυσικά αίτια και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, αλλά αποσκοπεί στην ανάπτυξη γνώσεων, στάσεων, δεξιοτήτων και μορφών υπεύθυνης συμμετοχής. Για τον λόγο αυτό, η εκπαιδευτική της προσέγγιση προϋποθέτει μεθόδους και εργαλεία που καθιστούν τη σύνθετη επιστημονική πληροφορία κατανοητή και διατηρούν την επιστημονική εγκυρότητα, χωρίς όμως να την υπεραπλουστεύει, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε επιφανειακή ή παραπλανητική ερμηνεία (UNESCO, 2017).

Η έγκαιρη επαφή των μαθητών με ζητήματα που αφορούν το κλίμα και το περιβάλλον θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική, καθώς συμβάλλει στη σταδιακή οικοδόμηση περιβαλλοντικής συνείδησης. Η πρώιμη εισαγωγή εννοιών σχετικών με το κλίμα, τον καιρό, τις εποχικές διαφοροποιήσεις και τις περιβαλλοντικές μεταβολές μπορεί να δημιουργήσει ένα γνωστικό υπόβαθρο, το οποίο εμπλουτίζεται σε επόμενα στάδια της σχολικής εκπαίδευσης (*Education for Sustainable Development Goals : Learning Objectives - UNESCO*, 2017).

Ιδιαίτερη πρόκληση για την κλιματική εκπαίδευση αποτελεί το γεγονός ότι οι μαθητές βιώνουν άμεσα τον καιρό, αλλά όχι απαραίτητα το κλίμα ως μακροχρόνιο πρότυπο. Ο καιρός γίνεται αντιληπτός μέσα από καθημερινές εμπειρίες, όπως η ζέστη, η βροχή, ο άνεμος ή το χιόνι. Αντίθετα, το κλίμα απαιτεί κατανόηση μακροχρόνιων τάσεων, στατιστικών κανονικοτήτων και χωρικών διαφοροποιήσεων. Επομένως, η μετάβαση από την εμπειρική αντίληψη του καιρού στη συστηματική κατανόηση του κλίματος συνιστά κεντρικό μαθησιακό ζητούμενο. Εκπαιδευτικά εργαλεία που οργανώνουν οπτικά την πληροφορία, όπως οι χάρτες, μπορούν να υποστηρίξουν αυτή τη μετάβαση, διότι καθιστούν εμφανείς τις σχέσεις ανάμεσα στον χώρο, στις κλιματικές ζώνες και στις περιβαλλοντικές συνθήκες (Bobek & Tversky, 2016).

Εξίσου κρίσιμη είναι η συναισθηματική διάσταση της κλιματικής εκπαίδευσης. Η παρουσίαση της κλιματικής αλλαγής αποκλειστικά μέσα από κινδύνους, απώλειες και μελλοντικές απειλές ενδέχεται να ενισχύσει αισθήματα άγχους, αδυναμίας ή αποστασιοποίησης. Σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία, η ελπίδα δύναται να λειτουργήσει ως ουσιαστικός παράγοντας περιβαλλοντικής εμπλοκής των νέων, υπό την προϋπόθεση ότι δεν στηρίζεται στην άρνηση του προβλήματος, αλλά στην κριτική κατανόηση και στην αίσθηση δυνατότητας ατομικής ή συλλογικής δράσης (Ojala, 2012). Η κλιματική εκπαίδευση οφείλει, συνεπώς, να ισορροπεί

ανάμεσα στη κρισιμότητα του προβλήματος και στην καλλιέργεια προοπτικής ενεργού συμμετοχής (Ojala, 2012).

2.3. Σύγχρονες τεχνολογίες και παιχνίδια ως εργαλεία μάθησης

Οι σύγχρονες εκπαιδευτικές τεχνολογίες διευρύνουν τις δυνατότητες παρουσίασης και κατανόησης σύνθετων επιστημονικών φαινομένων, ιδίως όταν αυτά δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμα ή απαιτούν χωρική και χρονική ερμηνεία. Στο πεδίο της κλιματικής εκπαίδευσης, τα ψηφιακά περιβάλλοντα, οι τρισδιάστατες αναπαραστάσεις και οι εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας υποστηρίζουν τη μαθησιακή διαδικασία, καθώς επιτρέπουν την οπτικοποίηση αφηρημένων εννοιών και την ενεργότερη εμπλοκή των μαθητών. Η παιδαγωγική αξία των τεχνολογιών αυτών δεν απορρέει από τον τεχνολογικό εντυπωσιασμό, αλλά από τον βαθμό στον οποίο εντάσσονται σε σαφές εκπαιδευτικό πλαίσιο και υπηρετούν συγκεκριμένους μαθησιακούς σκοπούς. Η βιβλιογραφία για την εικονική πραγματικότητα επισημαίνει ότι η αποτελεσματική μάθηση σε καθηλωτικά περιβάλλοντα εξαρτάται από τη σχέση μεταξύ του τεχνολογικού μέσου, του γνωστικού περιεχομένου, της παρακίνησης και του γνωστικού φορτίου (Makransky & Petersen, 2021) (Makransky & Petersen, 2021).

Παράλληλα, τα παιχνίδια μάθησης αξιοποιούνται ολοένα περισσότερο ως μέσα ενεργητικής συμμετοχής και διερεύνησης. Ενσωματώνουν στοιχεία όπως κανόνες, προκλήσεις, ανατροφοδότηση, συνεργασία και λήψη αποφάσεων, με στόχο την υποστήριξη της μάθησης και όχι αποκλειστικά την ψυχαγωγία. Η σχετική βιβλιογραφία τεκμηριώνει ότι τα παιχνίδια συμβάλλουν θετικά στη μαθησιακή διαδικασία, όταν οι μηχανισμοί του παιχνιδιού συνδέονται ουσιαστικά με το γνωστικό αντικείμενο και δεν λειτουργούν αποκομμένα από τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό (Deterding et al., 2011) (Deterding et al., 2011· Wouters et al., 2013).

Η παρούσα εργασία συνδέεται με αυτή τη βιβλιογραφική κατεύθυνση μέσω του έργου VR4Clima, το οποίο αξιοποιεί την εικονική πραγματικότητα, τον τρισδιάστατο σχεδιασμό και παιγνιώδεις μαθησιακές δραστηριότητες για την ευαισθητοποίηση των μαθητών απέναντι στην κλιματική αλλαγή και στους φυσικούς κινδύνους. Ο εκπαιδευτικός κλιματικός χάρτης της Ευρώπης δεν αποτελεί ο ίδιος παιχνίδι ή εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας, αλλά λειτουργεί ως βασικό εκπαιδευτικό υπόβαθρο που μπορεί να ενταχθεί σε τέτοια περιβάλλοντα. Μέσα από την απλοποιημένη και οπτικά οργανωμένη παρουσίαση των κλιματικών ζωνών, ο χάρτης μπορεί να υποστηρίξει δραστηριότητες διερεύνησης, σύγκρισης και συζήτησης,

συνδέοντας τη γεωγραφική κατανόηση του κλίματος με σύγχρονες μορφές ψηφιακής μάθησης. (Tene et al., 2024· Boncu, Candel & Popa, 2022)

2.4. Οπτικοποίηση και χωρική κατανόηση

Η οπτικοποίηση συνιστά βασικό μηχανισμό υποστήριξης της μάθησης, ιδίως όταν το αντικείμενο αφορά σύνθετες σχέσεις, αφηρημένες έννοιες ή φαινόμενα που δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμα. Στην κλιματική εκπαίδευση η σημασία της είναι ιδιαίτερη, καθώς το κλίμα δεν γίνεται αντιληπτό ως μεμονωμένο γεγονός, αλλά ως μακροχρόνιο πρότυπο που διαφοροποιείται στον χώρο. Οι οπτικές αναπαραστάσεις, και ιδιαίτερα οι χάρτες, επιτρέπουν τη συμπύκνωση και την οργάνωση σύνθετης πληροφορίας, διευκολύνοντας την αναγνώριση σχέσεων, χωρικών κατανομών και γεωγραφικών διαφοροποιήσεων, ενώ η κατάλληλη σχεδίασή τους ενισχύει τόσο την κατανόηση όσο και τη συγκράτηση της γνώσης (Cromley & Chen, 2024). Υπό την έννοια αυτή, ένας εκπαιδευτικός κλιματικός χάρτης δεν λειτουργεί απλώς ως μέσο παρουσίασης δεδομένων, αλλά ως εργαλείο ερμηνείας και κατανόησης της κλιματικής ποικιλίας (Bobek & Tversky, 2016· Cromley & Chen, 2023)

Η χωρική κατανόηση αναφέρεται στην ικανότητα του μαθητή να αντιλαμβάνεται τη θέση, την κατανομή, και τη διαφοροποίηση εννοιών/ φαινομένων στον χώρο. Στην περίπτωση της παρούσας εργασίας, αφορά ειδικότερα την αναγνώριση του τρόπου με τον οποίο οι κλιματικές ζώνες της Ευρώπης κατανέμονται γεωγραφικά και διαφοροποιούνται μεταξύ των περιοχών. Η βιβλιογραφία αναγνωρίζει τη χωρική σκέψη (spatial thinking) ως ουσιώδες στοιχείο της εκπαίδευσης, καθώς υποστηρίζει την κατανόηση σχέσεων και μοτίβων σε διαφορετικά γνωστικά πεδία (‘Learning to Think Spatially - National Research Council’, 2006). Παράλληλα, οι οπτικές εξηγήσεις ενισχύουν τη μάθηση, καθώς αποδίδουν σχέσεις και δομές με τρόπο πιο άμεσο από την αποκλειστικά λεκτική περιγραφή (Bobek & Tversky, 2016). Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η οπτικοποίηση και η χωρική κατανόηση συνδέονται άμεσα με τον σχεδιασμό του εκπαιδευτικού κλιματικού χάρτη. Η απλοποίηση των επιμέρους τύπων Köppen-Geiger σε ευρύτερες, οπτικά διακριτές κατηγορίες αποσκοπεί στη διευκόλυνση της ανάγνωσης του χάρτη από τους μαθητές και στην ανάδειξη των βασικών κλιματικών διαφοροποιήσεων της Ευρώπης. Η χρήση χρωμάτων, συμβόλων και απλής λεζάντας ενισχύει την αναγνωσιμότητα του εργαλείου, ιδιαίτερα για το νεαρό κοινό, για το οποίο η σχεδίαση με βάση τις χρωματικές προτιμήσεις και τη γλώσσα των εικόνων αυξάνει την αποτελεσματικότητα του υλικού. Τέλος, η χαρτογραφική αναπαράσταση επιτρέπει στους

μαθητές να συνδέσουν την κλιματική πληροφορία με συγκεκριμένους τόπους, περιοχές και περιβαλλοντικές συνθήκες (National Research Council, 2006).

2.5. Θεωρία του γνωστικού φορτίου και εκπαιδευτικός σχεδιασμός

Η θεωρία του γνωστικού φορτίου παρέχει το θεωρητικό πλαίσιο που εξηγεί γιατί η απλοποίηση αποτελεί αναγκαία συνθήκη της εκπαιδευτικής σχεδίασης. Θεμελιώδης παραδοχή της είναι ότι η εργαζόμενη μνήμη διαθέτει περιορισμένη χωρητικότητα, της τάξης περίπου των τεσσάρων ταυτόχρονων μονάδων πληροφορίας (Cowan, 2001), σε αντίθεση με τη μακρόχρονη μνήμη που θεωρείται πρακτικά απεριόριστη. Η υπερφόρτωση της εργαζόμενης μνήμης παρεμποδίζει τη μάθηση. Συνεπώς, η μείωση του περιττού φορτίου, μέσω της απομάκρυνσης λεπτομερειών υψηλού όγκου και της κατάλληλης οργάνωσης της πληροφορίας, επιτρέπει στους μαθητές να επικεντρωθούν στις ουσιώδεις έννοιες και σχέσεις (Sweller et al., 1998) (Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998).

Η θεωρία διακρίνει τρεις μορφές νοητικής προσπάθειας κατά τη μάθηση. Η πρώτη, το εγγενές φορτίο, σχετίζεται με την ίδια τη δυσκολία του αντικειμένου, δηλαδή με τον βαθμό πολυπλοκότητας αυτού που καλείται να κατανοήσει ο μαθητής. Η δεύτερη, το εξωγενές φορτίο αντιστοιχεί στην περιττή προσπάθεια που προκαλεί ένας ακατάλληλος ή συγκεχυμένος τρόπος παρουσίασης, όπως ένας υπερφορτωμένος χάρτης με υπερβολικές λεπτομέρειες και χρώματα. Η τρίτη, το παραγωγικό φορτίο αντιστοιχεί στην παραγωγική νοητική προσπάθεια μέσω της οποίας ο μαθητής συνδέει τη νέα γνώση με όσα ήδη γνωρίζει, κατανοώντας με ευκολότερο τρόπο. Στόχος της εκπαιδευτικής σχεδίασης είναι ο περιορισμός της περιττής προσπάθειας, ώστε να απελευθερώνονται νοητικοί πόροι για την παραγωγική επεξεργασία της γνώσης (Clark et al., 2006) (Cowan, 2001).

Στην περίπτωση ενός κλιματικού χάρτη, η αρχή αυτή μεταφράζεται σε συγκεκριμένες σχεδιαστικές επιλογές. Ένας λεπτομερής επιστημονικός χάρτης με δεκάδες κατηγορίες επιβαρύνει τους μαθητές με περιττή νοητική προσπάθεια και δυσχεραίνει την κατανόηση. Αντιθέτως, ένας περιορισμένος αριθμός σαφώς διακριτών κατηγοριών, σε συνδυασμό με ευδιάκριτα χρώματα και σύμβολα, διευκολύνει την ανάγνωση, ώστε να μπορούν να αναγνωρίσουν τις βασικές κλιματικές διαφοροποιήσεις της Ευρώπης, χωρίς να επιβαρύνονται από υπερβολική τεχνική λεπτομέρεια (Clark, Nguyen & Sweller, 2006).

2.6. Σύνθεση βιβλιογραφίας και ερευνητική τοποθέτηση

Η βιβλιογραφική επισκόπηση ανέδειξε ότι η κλιματική εκπαίδευση απαιτεί εργαλεία, τα οποία αποδίδουν τη σύνθετη επιστημονική πληροφορία με τρόπο κατανοητό, ηλικιακά κατάλληλο και παιδαγωγικά λειτουργικό. Η κατανόηση του κλίματος δεν εξαντλείται στην απομνημόνευση ορισμών ή δεδομένων, αλλά προϋποθέτει τη δυνατότητα των μαθητών να συνδέουν το κλίμα με τον χώρο, τις καθημερινές εμπειρίες, τους περιβαλλοντικούς κινδύνους και τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Παράλληλα, η αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογιών και παιγνιωδών μορφών μάθησης ενισχύει την εμπλοκή των μαθητών, εφόσον στηρίζεται σε σαφές εκπαιδευτικό περιεχόμενο και σε κατάλληλο παιδαγωγικό σχεδιασμό (Makransky & Petersen, 2021).

Η οπτικοποίηση και η χωρική κατανόηση συνιστούν κρίσιμες διαστάσεις της διαδικασίας αυτής, καθώς οι χάρτες επιτρέπουν στους μαθητές να αναγνωρίζουν γεωγραφικά μοτίβα, ομοιότητες και διαφοροποιήσεις μεταξύ περιοχών (‘Learning to Think Spatially - National Research Council’, 2006). Η αποτελεσματικότητα ενός εκπαιδευτικού χάρτη εξαρτάται, ωστόσο, από τον τρόπο οργάνωσης της πληροφορίας. Η θεωρία του γνωστικού φορτίου τεκμηριώνει την ανάγκη για σαφήνεια, απλότητα και περιορισμό της περιττής τεχνικής λεπτομέρειας, ιδίως όταν το εργαλείο απευθύνεται σε μαθητές χωρίς προηγούμενη εξοικείωση με σύνθετα συστήματα κλιματικής ταξινόμησης (Sweller et al., 1998).

Το ερευνητικό «κενό» που προκύπτει αφορά τον τρόπο με τον οποίο ένα καθιερωμένο αλλά σύνθετο επιστημονικό σύστημα, όπως η ταξινόμηση Köppen-Geiger, μπορεί να μετασχηματιστεί σε εκπαιδευτικό χαρτογραφικό εργαλείο για μαθητές. Η υπάρχουσα βιβλιογραφία τεκμηριώνει τη σημασία της κλιματικής εκπαίδευσης, της οπτικοποίησης, της τεχνολογίας και της διαχείρισης του γνωστικού φορτίου, χωρίς ωστόσο να εστιάζει επαρκώς στη συγκεκριμένη διαδικασία απλοποίησης μιας κλιματικής ταξινόμησης για σχολική χρήση. Η παρούσα εργασία επιχειρεί να καλύψει αυτή την έλλειψη, σχεδιάζοντας και τεκμηριώνοντας έναν εκπαιδευτικό κλιματικό χάρτη της Ευρώπης, ο οποίος διατηρεί τη βασική επιστημονική λογική της ταξινόμησης Köppen-Geiger, αποδίδοντάς την όμως με τρόπο οπτικά σαφή, παιδαγωγικά προσβάσιμο και κατάλληλο για μαθητές.

3. Θεωρητικό υπόβαθρο: έννοιες και συστήματα κλιματικής ταξινόμησης

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο βασίζεται ο σχεδιασμός του εκπαιδευτικού κλιματικού χάρτη της Ευρώπης. Στόχος του κεφαλαίου είναι να αποσαφηνίσει τις βασικές έννοιες της κλιματολογίας, να παρουσιάσει τη λογική των κλιματικών ταξινομήσεων και να τεκμηριώσει την επιλογή της ταξινόμησης Köppen–Geiger ως επιστημονικής βάσης της εργασίας. Σκοπός είναι η αποσαφήνιση του εννοιολογικού πλαισίου που διέπει τη μεθοδολογία των επόμενων κεφαλαίων και, ταυτόχρονα, ο προσδιορισμός του επιστημονικού περιεχομένου που το εκπαιδευτικό εργαλείο καλείται να αποδώσει σε προσβάσιμη μορφή. Η αρχή γίνεται με τη θεμελιώδη διάκριση μεταξύ καιρού και κλίματος και τις χωρικές κλίμακες θεώρησής του, και προχωρά στα κυριότερα συστήματα κλιματικής ταξινόμησης, με ιδιαίτερη έμφαση στο σύστημα Köppen-Geiger.

3.1. Βασικές έννοιες: καιρός, κλίμα και κλιματική κανονική περίοδος

Η διάκριση ανάμεσα στον καιρό και το κλίμα αποτελεί βασική προϋπόθεση για την κατανόηση κάθε συστήματος κλιματικής ταξινόμησης. Ο καιρός αναφέρεται στις βραχυχρόνιες συνθήκες της ατμόσφαιρας σε έναν συγκεκριμένο τόπο και σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή ή περίοδο. Περιλαμβάνει παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, η βροχόπτωση, η υγρασία και ο άνεμος. Χαρακτηρίζεται από έντονη μεταβλητότητα, καθώς δύναται να διαφοροποιείται από ημέρα σε ημέρα, ακόμη και εντός της ίδιας περιοχής (WMO, 2017).

Αντίθετα, το κλίμα περιγράφει τις μέσες ατμοσφαιρικές συνθήκες μιας περιοχής σε μακρό χρονικό διάστημα, το οποίο κατά σύμβαση ορίζεται στα τριάντα έτη (Calvin et al., 2023). Δεν συνιστά, επομένως, μεμονωμένη παρατήρηση, αλλά στατιστικό πρότυπο που συνθέτει τις τυπικές θερμοκρασίες, τα επίπεδα βροχοπτώσεων και τις εποχικές διακυμάνσεις μιας περιοχής σε μεγάλες χρονικές περιόδους (WMO, 2017). Για παράδειγμα, η εμφάνιση μιας ψυχρής ημέρας σε μια μεσογειακή περιοχή αποτελεί καιρικό γεγονός, ενώ τα θερμά και ξηρά καλοκαίρια και οι ήπιοι, υγρότεροι χειμώνες αποτελούν χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος (Calvin et al., 2023).

Η έννοια της κλιματικής κανονικής περιόδου είναι ιδιαίτερα σημαντική για την κλιματολογία και τη χαρτογράφηση κλιματικών ζωνών. Συνήθως, για την περιγραφή του κλίματος χρησιμοποιούνται περίοδοι διάρκειας περίπου τριάντα ετών, ώστε να περιορίζεται η επίδραση της φυσικής ετήσιας μεταβλητότητας και να αποτυπώνονται πιο σταθερά χαρακτηριστικά μιας

περιοχής. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, ιδιαίτερη σημασία έχει η περίοδος 1991–2020, καθώς αποτελεί πρόσφατη κλιματική περίοδο αναφοράς και αξιοποιείται στις σύγχρονες χαρτογραφήσεις Köppen–Geiger (Beck et al., 2023). Η χρήση της συγκεκριμένης χρονικής περιόδου επιτρέπει τη σύνδεση του εκπαιδευτικού χάρτη με τις σύγχρονες κλιματικές συνθήκες της Ευρώπης, χωρίς να βασίζεται αποκλειστικά σε παλαιότερες ή λιγότερο επικαιροποιημένες απεικονίσεις (World Meteorological Organization, 2017).

3.2. Χωρικές κλίμακες κλιματικής ανάλυσης

Η μελέτη του κλίματος μπορεί να πραγματοποιηθεί σε διαφορετικές χωρικές κλίμακες, ανάλογα με το αντικείμενο της ανάλυσης και τον σκοπό της εφαρμογής. Η διάκριση ανάμεσα στο μακροκλίμα, το τοπικό κλίμα και το μικροκλίμα είναι σημαντική, διότι κάθε επίπεδο περιγράφει διαφορετικό βαθμό χωρικής λεπτομέρειας. Η κατανόηση αυτής της διάκρισης είναι απαραίτητη για την παρούσα εργασία, καθώς ο εκπαιδευτικός χάρτης που σχεδιάζεται δεν αποσκοπεί στην αποτύπωση μικρών τοπικών διαφοροποιήσεων, αλλά στην παρουσίαση των βασικών κλιματικών ζωνών της Ευρώπης, με τρόπο απλό, φιλικό και κατανοητό για μαθητές (Oke et al., 2017).

3.2.1. Μακροκλίμα

Το μακροκλίμα αναφέρεται στις γενικές κλιματικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν μεγάλες γεωγραφικές περιοχές, όπως ηπείρους, χώρες ή ευρείες περιφερειακές ζώνες. Σε αυτή την κλίμακα εξετάζονται κυρίως οι μακροχρόνιες μέσες τιμές και τα γενικά πρότυπα θερμοκρασίας και βροχόπτωσης. Παράγοντες όπως το γεωγραφικό πλάτος, η απόσταση από τη θάλασσα, η επίδραση των θαλάσσιων ρευμάτων και το υψόμετρο συμβάλλουν στη διαμόρφωση των μακροκλιματικών χαρακτηριστικών μιας περιοχής. Οι «κλασικές» κλιματικές ταξινομήσεις, όπως η Köppen–Geiger, λειτουργούν κυρίως σε αυτό το επίπεδο, καθώς επιδιώκουν να οργανώσουν μεγάλες περιοχές του πλανήτη σε ζώνες με κοινά κλιματικά χαρακτηριστικά (Beck et al., 2023; Peel et al., 2007).

3.2.2. Τοπικό Κλίμα

Το τοπικό κλίμα αναφέρεται στις κλιματικές συνθήκες μιας συγκεκριμένης, περιορισμένης περιοχής, όπως μιας πόλης, μιας κοιλάδας ή μιας ακτής. Σε αυτή την κλίμακα, οι γενικές κλιματικές συνθήκες επηρεάζονται από ειδικότερα γεωγραφικά και ανθρωπογενή χαρακτηριστικά, όπως το υψόμετρο, η εγγύτητα σε υδάτινα σώματα, το έδαφος, η βλάστηση και η παρουσία αστικών δομών. Σε επιστημονικό επίπεδο, τα τοπικά κλίματα

κατηγοριοποιούνται μέσω συστημάτων όπως οι Τοπικές Κλιματικές Ζώνες (Local Climate Zones, LCZ), που αξιοποιούνται ιδίως σε μελέτες αστικού κλίματος (Stewart & Oke, 2012). Σε απλοποιημένη μορφή, διακρίνονται σε αστικές περιοχές, οι οποίες εμφανίζονται θερμότερες από τη γύρω ύπαιθρο λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας, σε παράκτιες περιοχές, με ηπιότερες θερμοκρασίες και αυξημένη υγρασία, σε αγροτικές περιοχές, με μεγαλύτερες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις, και σε δασικές περιοχές, ψυχρότερες και υγρότερες λόγω της βλάστησης (Demuzere et al., 2021). Ενδεικτικά, το θερμό αστικό κλίμα του κέντρου της Αθήνας διαφέρει αισθητά από το ψυχρότερο και υγρότερο κλίμα ορεινών όγκων όπως ο Όλυμπος (Stewart & Oke, 2012· Oke et al., 2017).

3.2.3. Μικροκλίμα

Το μικροκλίμα αποτελεί εντοπισμένο κλίμα που διαφοροποιείται από το γενικότερο κλίμα της ευρύτερης περιοχής. Εντός μιας κλιματικής ζώνης, οι συνθήκες μεταβάλλονται από σημείο σε σημείο, διαμορφώνοντας μικρές περιοχές με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, όπως ένας κήπος, ο χώρος γύρω από ένα δέντρο ή ένα κτίριο, μια σχολική αυλή ή μια παιδική χαρά. Τα μικροκλίματα προκύπτουν από παράγοντες όπως η μορφολογία, το έδαφος, η βλάστηση και οι τεχνητές κατασκευές, οι οποίοι επιφέρουν τοπικές διαφοροποιήσεις στη θερμοκρασία, την υγρασία και τον άνεμο. Για παράδειγμα, ένα σκιερό σημείο μιας αυλής μπορεί να είναι αισθητά δροσερότερο από μια εκτεθειμένη τσιμεντένια επιφάνεια λίγα μέτρα πιο πέρα. Αντίστοιχα, μια περιοχή με δέντρα μπορεί να εμφανίζει χαμηλότερη θερμοκρασία και υψηλότερη υγρασία από μια πλήρως εκτεθειμένη περιοχή χωρίς βλάστηση (Oke et al., 2017). Η μελέτη των μικροκλιμάτων έχει πρακτική αξία, καθώς συνδέει την επιστημονική παρατήρηση με την καθημερινή εμπειρία, εξηγώντας, για παράδειγμα, γιατί ορισμένα φυτά αναπτύσσονται καλύτερα σε συγκεκριμένα σημεία ενός κήπου (Vinayak et al., 2022).

3.3. Συστήματα κλιματικής ταξινόμησης

Τα συστήματα κλιματικής ταξινόμησης αποτελούν εργαλεία οργάνωσης της κλιματικής ποικιλίας του πλανήτη σε επιμέρους κατηγορίες ή ζώνες με κοινά χαρακτηριστικά. Επειδή το κλίμα διαμορφώνεται από πολλούς παράγοντες και παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις στον χώρο, η ταξινόμηση παρέχει το οργανωτικό πλαίσιο, μετατρέποντας τον μεγάλο όγκο μετεωρολογικών δεδομένων σε έναν περιορισμένο αριθμό αναγνωρίσιμων τύπων, καθένας από τους οποίους περιγράφεται από σαφή κριτήρια. Στη βιβλιογραφία έχουν προταθεί διάφορα συστήματα ταξινόμησης, με επικρατέστερο το Köppen-Geiger και εναλλακτικά όπως το

Thornthwaite, το Trewartha ή απλοποιημένες εκδόσεις του Köppen-Geiger, τα οποία αναλύονται στις επόμενες ενότητες.

3.3.1. Σύστημα ταξινόμησης Köppen-Geiger

Η ταξινόμηση Köppen–Geiger αποτελεί ένα ευρέως διαδεδομένο και αναγνωρίσιμο σύστημα κλιματικής κατηγοριοποίησης. Η υψηλή διάδοση της ταξινόμησης Köppen–Geiger οφείλεται στην απλότητα της βασικής της λογικής και στη δυνατότητα χαρτογραφικής εφαρμογής της σε παγκόσμια κλίμακα. Παρότι το σύστημα δεν αποτυπώνει όλες τις τοπικές διαφοροποιήσεις του κλίματος, προσφέρει ένα σαφές και συγκρίσιμο πλαίσιο για την περιγραφή των βασικών κλιματικών ζωνών. Η αρχική προσέγγιση αναπτύχθηκε από τον Wladimir Köppen και στη συνέχεια τροποποιήθηκε και επεκτάθηκε από τον Rudolf Geiger, με αποτέλεσμα τη μορφή που είναι σήμερα γνωστή ως ταξινόμηση Köppen–Geiger. Το σύστημα βασίζεται κυρίως σε μακροχρόνια δεδομένα θερμοκρασίας και βροχόπτωσης, καθώς και στην εποχική κατανομή τους, προκειμένου να ομαδοποιήσει τις περιοχές του πλανήτη σε κλιματικούς τύπους (Kottek et al., 2006; Peel et al., 2007) (Peel et al., 2007· Kottek et al., 2006).

Το σύστημα διαιρεί τα κλίματα σε πέντε κύριες ομάδες (A, B, C, D και E), καθεμία από τις οποίες υποδιαιρείται περαιτέρω σε υποομάδες με βάση τα εποχικά πρότυπα θερμοκρασίας και κατακρημνισμάτων (Rohli et al., 2015).

- Ομάδα A: Τροπικά κλίματα, όπου η μέση θερμοκρασία παραμένει πάνω από 18°C κάθε μήνα, με υψηλά ετήσια επίπεδα βροχόπτωσης (ενδεικτικά άνω των 1500 mm). Υποομάδες: Af (τροπικό δάσος), Am (μουσωνικό), Aw/As (σαβάνα).
- Ομάδα B: Ξηρά κλίματα, όπου παρατηρούνται χαμηλά επίπεδα βροχόπτωσης, όπου η εξάτμιση υπερβαίνει τις βροχοπτώσεις. Υποομάδες: BWh/BWk (θερμή/ψυχρή έρημος), BSh/BSk (θερμή/ψυχρή στέπα).
- Ομάδα C: Εύκρατα κλίματα με ευρύτερο φάσμα θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια του έτους. Υποομάδες: Cfa (υγρό υποτροπικό), Cfb (ωκεάνιο), Cfc (υποπολικό ωκεάνιο), Csa/Csb (μεσογειακό).
- Ομάδα D: Ηπειρωτικά (ψυχρά) κλίματα, με τουλάχιστον έναν μήνα με μέση θερμοκρασία κάτω από 0°C και έναν άνω των 10°C. Υποομάδες: Dfa/Dfb (υγρό ηπειρωτικό), Dwa/Dwb (μουσωνικής επίδρασης), Dfc/Dfd (υποπολικό).
- Ομάδα E: Πολικά κλίματα, με μέση μηνιαία θερμοκρασία κάτω από 10°C σε όλη τη διάρκεια του έτους. Υποομάδες: ET (τούνδρα), EF (κάλυμμα πάγου).

Η ταξινόμηση στηρίζεται σε έναν κώδικα δύο ή τριών γραμμάτων. Το πρώτο γράμμα προσδιορίζει μία από τις πέντε κύριες κλιματικές ομάδες: «A» για τα τροπικά κλίματα, «B» για τα ξηρά, «C» για τα εύκρατα, «D» για τα ηπειρωτικά (ψυχρά) και «E» για τα πολικά. Το δεύτερο γράμμα περιγράφει το καθεστώς των βροχοπτώσεων και την εποχική κατανομή τους, ενώ το τρίτο γράμμα εξειδικεύει το θερμοκρασιακό προφίλ, ιδίως την ένταση του καλοκαιριού και του χειμώνα. Η πλήρης αντιστοίχιση των γραμμάτων παρατίθεται στον Πίνακα 3.1.

1ο Γράμμα	**2ο Γράμμα**	**3ο Γράμμα**
A (Τροπικό)	f (Τροπικό δάσος, υγρό)	
A (Τροπικό)	m (Μουσωνικό)	
A (Τροπικό)	w (Σαβάνα, ξηρός χειμώνας)	
A (Τροπικό)	s (Σαβάνα, ξηρό καλοκαίρι)	
B (Ξηρό)	W (Έρημος)	h (Θερμό)
B (Ξηρό)	S (Στέπα / Ημίξηρο)	k (Ψυχρό)
C (Εύκρατο)	w (Ξηρός χειμώνας)	a (Θερμό καλοκαίρι)
C (Εύκρατο)	f (Χωρίς ξηρή περίοδο, υγρό)	b (Ήπιο καλοκαίρι)
C (Εύκρατο)	s (Ξηρό καλοκαίρι)	c (Ψυχρό καλοκαίρι)
D (Ηπειρωτικό)	w (Ξηρός χειμώνας)	a (Θερμό καλοκαίρι)
D (Ηπειρωτικό)	f (Χωρίς ξηρή περίοδο)	b (Ήπιο καλοκαίρι)
D (Ηπειρωτικό)	s (Ξηρό καλοκαίρι)	c (Ψυχρό καλοκαίρι)
D (Ηπειρωτικό)		d (Πολύ ψυχρός χειμώνας)
E (Πολικό)	T (Πολική τούνδρα)	
E (Πολικό)	F (Πολικός παγετός / κάλυμμα πάγου)	

Πίνακας 3.1: Τα σύμβολα της ταξινόμησης Köppen-Geiger

Παρά την παλαιότητά του, το σύστημα Köppen-Geiger παραμένει θεμελιώδες εργαλείο στην κλιματολογία και επικαιροποιείται διαρκώς με σύγχρονα δεδομένα υψηλής ανάλυσης (Beck et al., 2018). Στην παρούσα εργασία, η πλήρης τυπολογία του απλοποιείται ώστε να αποδοθεί σε μορφή προσιτή σε μαθητές, διατηρώντας ταυτόχρονα την επιστημονική της συνέπεια, όπως αναπτύσσεται στο Κεφάλαιο 4 (Beck et al., 2018, 2023· Rubel & Kottek, 2010· Cui et al., 2021· Chen & Chen, 2013).

3.3.2. Εναλλακτικά, τροποποιημένα και απλοποιημένα συστήματα ταξινόμησης

Πέρα από την ταξινόμηση Köppen–Geiger, στη βιβλιογραφία έχουν αναπτυχθεί και άλλα συστήματα κλιματικής ταξινόμησης, τα οποία προσεγγίζουν το κλίμα με διαφορετικά κριτήρια. Τα συστήματα αυτά δεν αναιρούν τη χρησιμότητα της Köppen–Geiger, αλλά αναδεικνύουν ότι η ταξινόμηση του κλίματος δύναται να εξυπηρετεί διαφορετικούς επιστημονικούς σκοπούς, ανάλογα με το είδος των δεδομένων και το επίπεδο ανάλυσης που χρησιμοποιείται.

Η σημαντικότερη εναλλακτική προσέγγιση είναι εκείνη που εισήγαγε ο C. W. Thornthwaite το 1948, η οποία δίνει έμφαση στην υδατική ισορροπία και στη σχέση ανάμεσα στη βροχόπτωση και τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή. Σε αντίθεση με την Köppen–Geiger, η οποία βασίζεται κυρίως στη θερμοκρασία και τη βροχόπτωση, το σύστημα Thornthwaite επιχειρεί να αποδώσει πιο αναλυτικά τον βαθμό υγρασίας ή ξηρότητας μιας περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη την απώλεια νερού μέσω εξατμισοδιαπνοής, δηλαδή της ποσότητας νερού που χάνεται μέσω της εξάτμισης και της διαπνοής από τη βλάστηση. Για τον σκοπό αυτό, ο Thornthwaite εισήγαγε την έννοια της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής (Potential Evapotranspiration, PET), η οποία εκφράζει τη μέγιστη ποσότητα νερού που δύναται να επιστρέψει στην ατμόσφαιρα υπό δεδομένες θερμοκρασιακές συνθήκες. Με βάση τον προκύπτοντα δείκτη υγρασίας P/E (λόγος συνολικών μηνιαίων βροχοπτώσεων προς την εξατμισοδιαπνοή, αθροισμένο για δώδεκα μήνες ενός έτους), τα κλίματα κατατάσσονται σε υγρασιακές περιοχές που εκτείνονται από τις πολύ υγρές έως τις ξηρές, καθεμία από τις οποίες συνδέεται με χαρακτηριστικό τύπο βλάστησης (Thornthwaite, 1948) (Thornthwaite, 1948).

Γράμμα	Υγρή περιοχή	Χαρακτηριστική βλάστηση	Δείκτης P/E
A	Πολύ υγρή	Τροπικό δάσος	>127
B	Υγρή	Δάσος	64–127
C	Ημιυγρή	Λιβάδι	32–63
D	Ημίξηρη	Στέπα	16–31
E	Ξηρή	Έρημος	<16

Πίνακας 3.2: Η κλιματική ταξινόμηση κατά Thornthwaite

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται κυρίως σε οικολογικές και υδρολογικές μελέτες, καθώς παρέχει πληροφορίες για τη διαθεσιμότητα του νερού και τους τύπους βλάστησης. Έχει ωστόσο επικριθεί για την πολυπλοκότητά του και χρησιμοποιείται λιγότερο εκτός του πεδίου

των περιβαλλοντικών μελετών. Για τον λόγο αυτό, δεν προσφέρεται για άμεση εκπαιδευτική αξιοποίηση.

Στην κατεύθυνση της τροποποίησης, αντί της αντικατάστασης, εντάσσεται η εκδοχή που πρότεινε ο Glenn Trewartha, ο οποίος επαναπροσδιόρισε τα όρια μεταξύ των εύκρατων και των ηπειρωτικών κλιμάτων, ώστε η ταξινόμηση να αποδίδει πιο πιστά την πραγματική κατανομή της βλάστησης στις περιοχές μέσων γεωγραφικών πλατών. Η εκδοχή αυτή, γνωστή ως ταξινόμηση Köppen-Trewartha, διακρίνει με μεγαλύτερη σαφήνεια τα υγρά από τα ξηρά κλίματα και θεωρείται από ορισμένους ερευνητές λεπτομερέστερη ως προς συγκεκριμένες κατηγορίες (Belda et al., 2014) (Belda et al., 2014).

Τέλος, ιδιαίτερη κατηγορία αποτελούν οι απλοποιημένες αποδόσεις του συστήματος Köppen-Geiger, οι οποίες συμπτύσσουν τις λεπτομερείς υποομάδες σε έναν μικρότερο αριθμό ευρύτερων και αναγνωρίσιμων κλιματικών κατηγοριών/ ζωνών. Η προσέγγιση αυτή αποκτά ιδιαίτερη αξία σε περιφερειακό επίπεδο, όπου δεν απαντά το σύνολο των παγκόσμιων κλιματικών τύπων. Στην περίπτωση της Ευρώπης, η απουσία τροπικών κλιμάτων επιτρέπει τη συγκρότηση ενός σαφώς πιο συμπαγούς σχήματος, με περιορισμένο αριθμό ζωνών που καλύπτουν επαρκώς την κλιματική ποικιλομορφία της ηπείρου. Όπως αναλύεται στο Κεφάλαιο 4, ακριβώς αυτή η λογική της τεκμηριωμένης απλοποίησης αποτελεί τη μεθοδολογική βάση της παρούσας εργασίας και του κλιματικού χάρτη της Ευρώπης, ο οποίος είναι φιλικός προς μαθητές.

4. Μεθοδολογία σχεδιασμού και ανάπτυξης του εκπαιδευτικού κλιματικού χάρτη

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει αναλυτικά τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη δημιουργία του εκπαιδευτικού κλιματικού χάρτη της Ευρώπης. Στόχος του κεφαλαίου είναι να αποτυπώσει με σαφήνεια τη μετάβαση από την επιστημονική κλιματική πληροφορία στην τελική εκπαιδευτική χαρτογραφική αναπαράσταση. Η μεθοδολογία δεν αφορά την παραγωγή νέων πρωτογενών κλιματικών δεδομένων ή την ανάπτυξη νέου κλιματολογικού μοντέλου. Αντίθετα, βασίζεται στην αξιοποίηση υφιστάμενης επιστημονικής γνώσης, η οποία οργανώνεται, απλοποιείται και αποδίδεται με τρόπο κατάλληλο για μαθητική χρήση.

Η ανάπτυξη ξεκινά από τους σχεδιαστικούς προβληματισμούς και τη διαδικασία σχεδίασης, προχωρά στη διαμόρφωση του απλοποιημένου, φιλικού προς μαθητές συστήματος ταξινόμησης και ολοκληρώνεται με την τεχνική διαδικασία παραγωγής του χάρτη, από τη συλλογή των δεδομένων έως την τελική οπτικοποίηση.

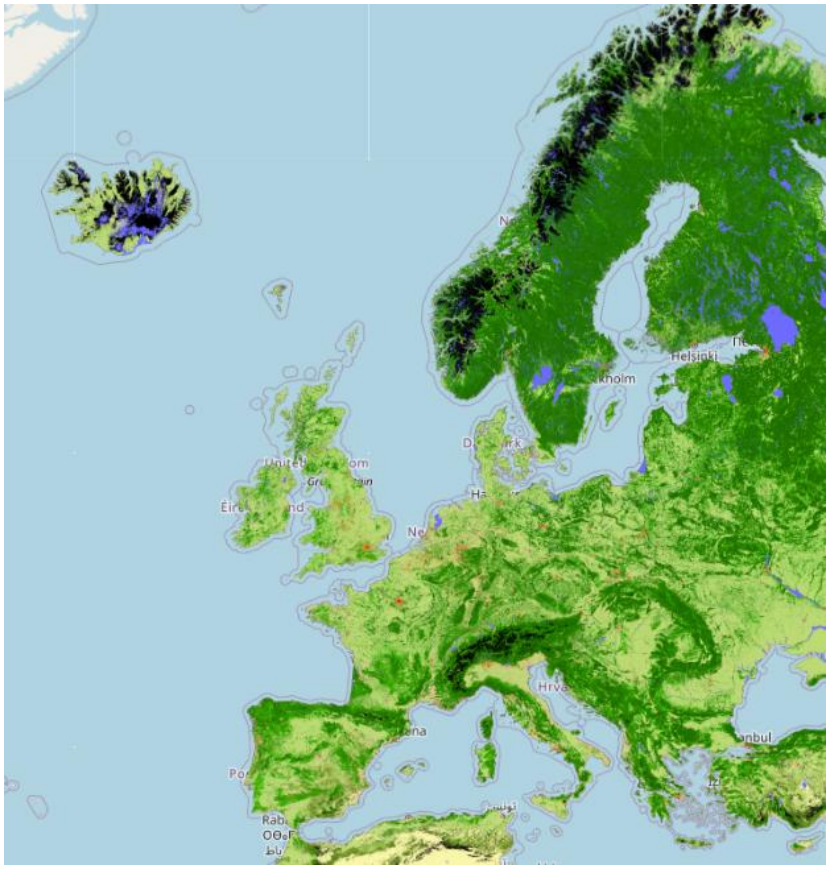
4.1. Σχεδιαστικές αρχές και διαδικασία ανάπτυξης

Ο σχεδιασμός ενός εκπαιδευτικού κλιματικού χάρτη εγείρει τρεις θεμελιώδεις προβληματισμούς: την απλοποίηση των σύνθετων συστημάτων ταξινόμησης, την προσαρμογή της πληροφορίας στο γνωστικό επίπεδο των μαθητών και την επιλογή κατάλληλης οπτικής αναπαράστασης που συνδυάζει επιστημονική σαφήνεια, εκπαιδευτική χρησιμότητα και αισθητική ελκυστικότητα. Πρόσθετη δυσκολία προκύπτει από τους περιορισμούς ενός στατικού χάρτη, ο οποίος καλείται να αποτυπώσει το σύνολο των ευρωπαϊκών χωρών, καθώς η λεπτομερής απόδοση όλων των κλιματικών διαφοροποιήσεων σε ενιαία κλίμακα καθίσταται πρακτικά ανέφικτη (Cowan, 2001).

Πριν από την ανάπτυξη του χάρτη προηγήθηκε ανάλυση διαφόρων υφιστάμενων χαρτών Köppen-Geiger της Ευρώπης. Οι χάρτες αυτοί αποτέλεσαν σημαντική αφετηρία για την κατανόηση της κλιματικής ποικιλίας της ηπείρου, ανέδειξαν όμως και βασικούς περιορισμούς ως προς την εκπαιδευτική τους χρήση. Η πλήρης ταξινόμηση περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό επιμέρους κλιματικών τύπων και τεχνικούς κωδικούς, οι οποίοι είναι χρήσιμοι για επιστημονική ανάλυση, αλλά δυσχεραίνουν την άμεση κατανόηση από μαθητές. Όπως επισημάνθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι μαθητές διαχειρίζονται αποτελεσματικά μόνο τέσσερις έως έξι κατηγορίες, αριθμό που συνάδει με τα όρια της χωρητικότητας της εργαζόμενης μνήμης (Cowan, 2001).

Καθοριστικό ρόλο στη διαδικασία σχεδιασμού διαδραμάτισε και ο προβλεπόμενος τρόπος αξιοποίησης του χάρτη στο πλαίσιο του έργου VR4Clima. Ο χάρτης δεν σχεδιάστηκε ως αυτόνομη επιστημονική χαρτογραφική εφαρμογή ούτε ως πλήρως διαδραστικό εργαλείο προς το εικονικό παιχνίδι (VR Game), αλλά ως στατικό (2D) εκπαιδευτικό μέσο αναφοράς, το οποίο οι μαθητές συμβουλεύονται πριν από την ενασχόλησή τους με αυτό. Επομένως, πρέπει να είναι άμεσα αναγνωρίσιμος, να επιτρέπει γρήγορη διάκριση των βασικών κλιματικών ζωνών και να βοηθά τους μαθητές ώστε να αντιλαμβάνονται τον τρόπο με τον οποίο οι κλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής επηρεάζουν τις επιλογές τους, ώστε να προάγουν τη βιωσιμότητα και την ανθεκτικότητα του σχολικού περιβάλλοντος απέναντι σε ενδεχόμενη φυσική καταστροφή.

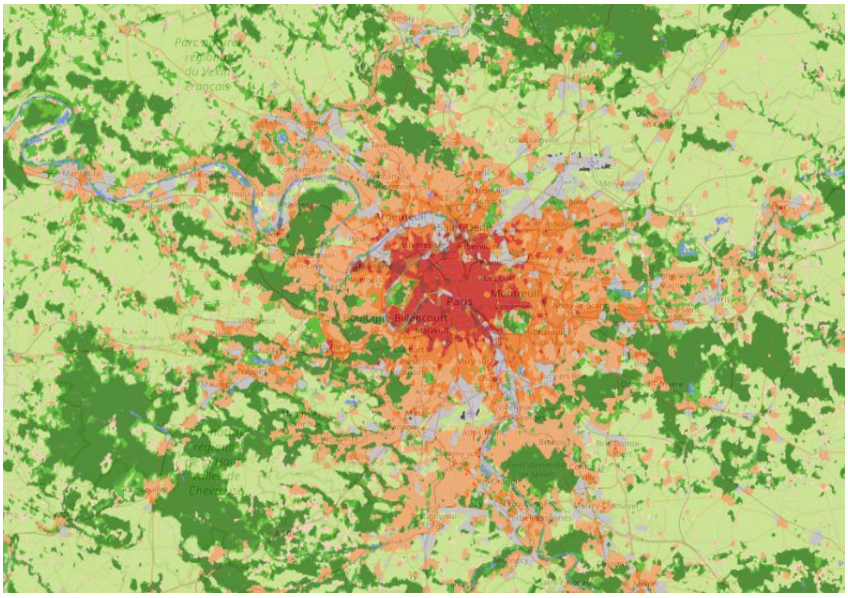
Ο αρχικός σχεδιαστικός στόχος αφορούσε τη χαρτογράφηση των μικροκλιμάτων της Ευρώπης. Η αναπαράσταση αυτή, ωστόσο, αποδείχθηκε ανέφικτη σε τόσο μεγάλη κλίμακα και το αντικείμενο αναθεωρήθηκε προς τη χαρτογράφηση των τοπικών κλιμάτων. Εντούτοις, η κατηγοριοποίηση και ο χρωματικός κώδικας των τοπικών κλιματικών ζωνών, βάσει των καθιερωμένων επιστημονικών ταξινομήσεων, δεν θα διευκόλυναν τους μαθητές να αντιληφθούν εύκολα τις διαφορές μεταξύ των περιοχών. Στον χάρτη Τοπικών Κλιματικών Ζωνών (LCZ) (Stewart & Oke, 2012) που ακολουθεί (Εικόνα 4.1), οι διαφορετικές αποχρώσεις του πράσινου δηλώνουν τύπους βλάστησης, το μπλε τις υδάτινες περιοχές, το μαύρο τις ορεινές και το κόκκινο με το πορτοκαλί τις αστικές ζώνες (Stewart & Oke, 2012).



Εικόνα 4.1: Τοπικές κλιματικές ζώνες (LCZ) της Ευρώπης.

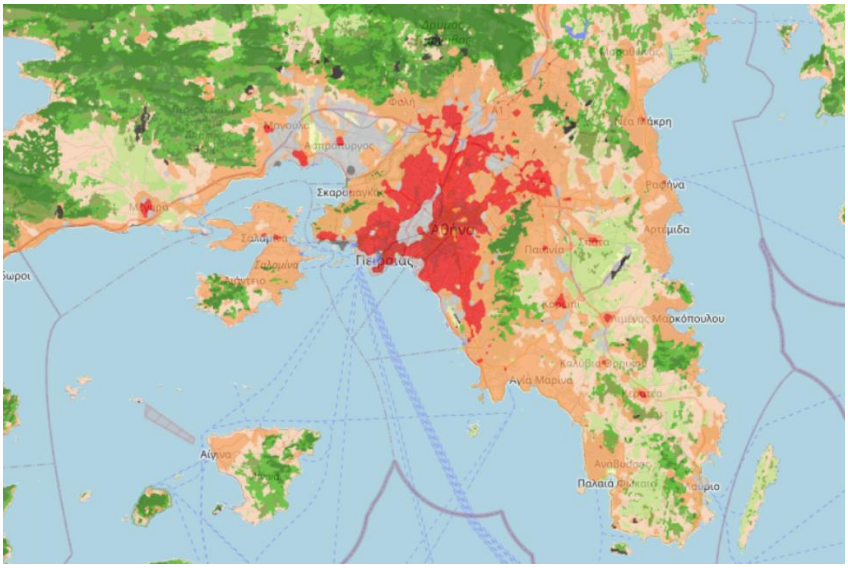
Πηγή: LCZ Generator (Demuzere et al., 2021)

Η ανάγνωση ενός τέτοιου χάρτη, χωρίς δυνατότητα μεγέθυνσης, ενέχει κίνδυνο παρανοήσεων, καθώς οι λεπτές διαφορές μεταξύ των τοπικών κλιματικών τύπων δυσχερώς διακρίνονται σε μεγάλη κλίμακα. Ενδεικτικά, ένας μαθητής θα μπορούσε να εκλάβει ότι το Παρίσι και η Αθήνα μοιράζονται το ίδιο κλίμα, εξαιτίας της παρόμοιας κόκκινης απόχρωσης που υποδηλώνει αστικό τοπικό κλίμα (Εικόνα 4.2 και 4.3). Στην πραγματικότητα, παρότι οι πόλεις χαρακτηρίζονται αμφότερες ως αστικές, τα κλιματικά τους γνωρίσματα διαφέρουν λόγω της γεωγραφικής τους θέσης. Το Παρίσι χαρακτηρίζεται από ψυχρότερες και υγρότερες συνθήκες της βορειοδυτικής Ευρώπης, ενώ η Αθήνα από θερμότερες και ξηρότερες μεσογειακές συνθήκες. Παράγοντες όπως το γεωγραφικό πλάτος, τα τοπικά καιρικά πρότυπα και η εγγύτητα σε μεγάλα υδάτινα σώματα συμβάλλουν σε αυτές τις διαφορές.



Εικόνα 4.2: Τοπικές κλιματικές ζώνες (LCZ) του Παρισιού

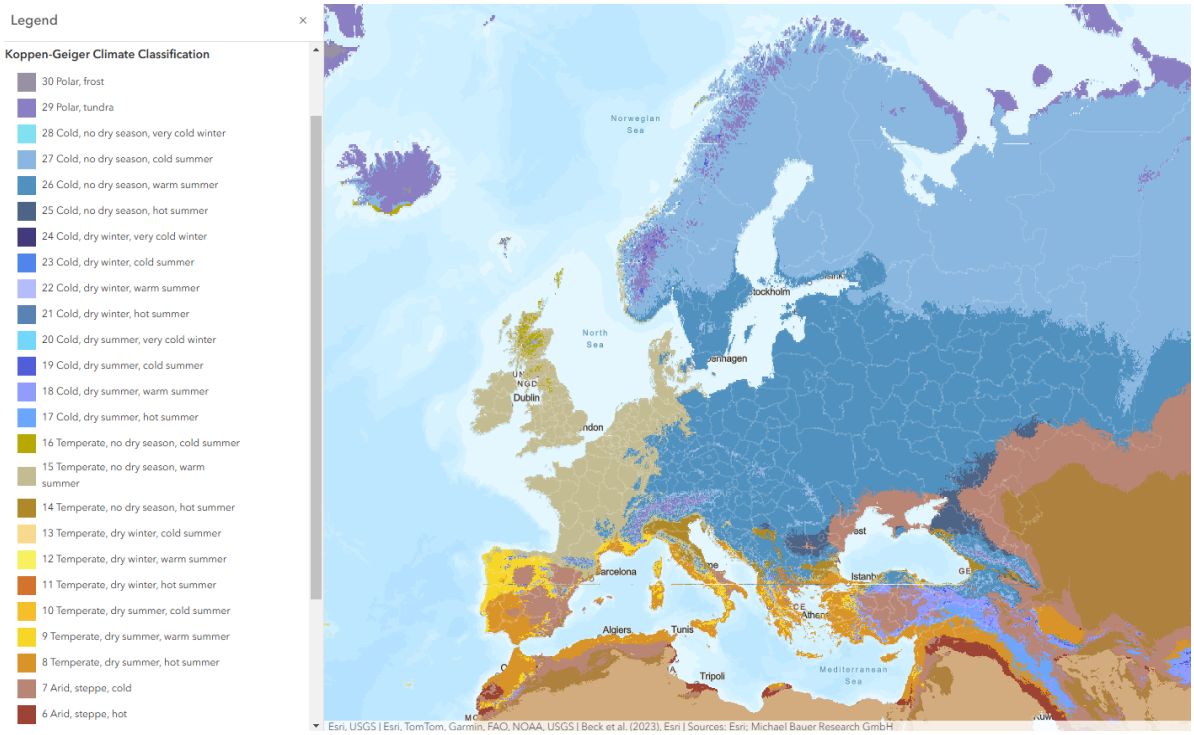
Πηγή: LCZ Generator (Demuzere et al., 2021)



Εικόνα 4.3: Τοπικές κλιματικές ζώνες (LCZ) της Αθήνας

Πηγή: LCZ Generator (Demuzere et al., 2021)

Κατόπιν των ανωτέρω, αποφασίστηκε τελικά η δημιουργία ενός χάρτη γενικού κλίματος (μακροκλίματος) της Ευρώπης. Όπως προαναφέρθηκε, το πλήρες σύστημα Köppen-Geiger χαρακτηρίζεται από υψηλή λεπτομέρεια και, εφαρμοζόμενο άμεσα, θα παρήγαγε χάρτη υπερβολικά σύνθετο, δυσχεραίνοντας την κατανόηση των ευρύτερων κλιματικών τάσεων (Εικόνα 4.4). Για τον λόγο αυτό υιοθετήθηκε μια απλοποιημένη, φιλική προς μαθητές εκδοχή του, η οποία αναπτύσσεται στην επόμενη ενότητα.



Εικόνα 4.4: Κλιματικός χάρτης της Ευρώπης κατά την ταξινόμηση Köppen-Geiger

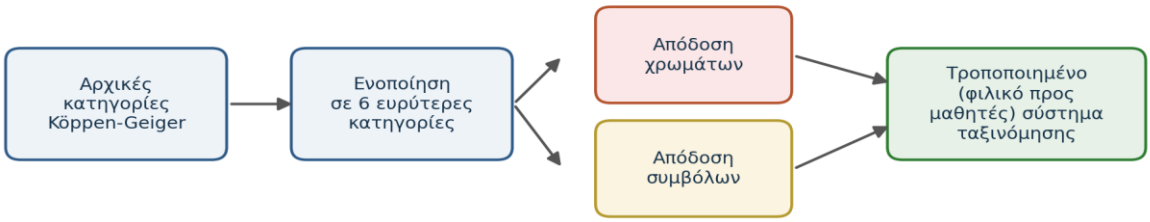
Πηγή: Beck et al. (2018)

4.2. Απλοποίηση της ταξινόμησης Köppen–Geiger για εκπαιδευτική χρήση

Λαμβάνοντας υπόψη τους προαναφερθέντες προβληματισμούς, το σύστημα Köppen-Geiger τροποποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας. Οι εννέα κατηγορίες που απαντούν στην Ευρώπη ενοποιήθηκαν σε έξι ευρύτερες και πιο γενικευμένες, σε καθεμία από τις οποίες αποδόθηκε διακριτό χρώμα, ώστε να ενισχυθεί η αναγνωσιμότητα του χάρτη και να διευκολυνθεί η διάκριση των κλιματικών ζωνών. Η επιλογή του αριθμού των έξι κατηγοριών δεν υπήρξε τυχαία: λιγότερες θα συγχώνευαν διακριτά κλίματα σε υπερβολικά ευρείες ομάδες, ενώ περισσότερες θα εισήγαγαν περιττή πολυπλοκότητα. Έξι χρωματικές κατηγορίες συνιστούν διαχειρίσιμο αριθμό οπτικών στοιχείων, τα οποία οι μαθητές συνδέουν ταχέως με συγκεκριμένα κλίματα, σύμφωνα με τις αρχές της θεωρίας του γνωστικού φορτίου (Clark et al., 2006) (Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998· Clark, Nguyen & Sweller, 2006).

Η διαμόρφωση του συστήματος ακολούθησε διαδοχικά βήματα (Εικόνα 4.5). Αφετηρία αποτέλεσαν οι ευρύτερες ομάδες της ταξινόμησης Köppen-Geiger, γεγονός που οδήγησε αρχικά σε τέσσερις κατηγορίες (Ξηρό, Εύκρατο, Ηπειρωτικό και Πολικό), δεδομένης της απουσίας τροπικών κλιμάτων στην Ευρώπη. Ο αριθμός αυτός κρίθηκε υπερβολικά περιοριστικός. Με την εισαγωγή των μέσων βροχοπτώσεων ως δεύτερου κριτηρίου, οι κατηγορίες αυξήθηκαν σε πέντε (Ξηρό, Μεσογειακό, Ωκεάνιο, Ηπειρωτικό και Πολικό). Τέλος, για μεγαλύτερη ακρίβεια, η κατηγορία «Ηπειρωτικό» υποδιαιρέθηκε βάσει της μέσης

θερμοκρασίας σε δύο επιμέρους τύπους, το Ψυχρό Ηπειρωτικό και το Υποπολικό, καταλήγοντας στις τελικές έξι κατηγορίες.



Εικόνα 4.5: Διαδικασία δημιουργίας του τροποποιημένου (φιλικού προς μαθητές) συστήματος ταξινόμησης

Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζεται το τελικό φιλικό προς μαθητές σύστημα ταξινόμησης, με την αντιστοίχιση κάθε κλιματικής ζώνης σε κωδικούς Köppen-Geiger, χρώμα και σύμβολο. Τα χρώματα βασίστηκαν στο μοντέλο RGB και επιλέχθηκαν, σε συνδυασμό με τα σύμβολα, ώστε να συνδέονται διαισθητικά με τα χαρακτηριστικά κάθε κλίματος, ενισχύοντας τη μνημονική σύνδεση μέσω της ταυτόχρονης αξιοποίησης λεκτικού και εικονικού κώδικα (Paivio, 1986) (Paivio, 1986· Clark & Paivio, 1991).

A/A	**Κατηγορία (κλιματική ζώνη)**	**Κωδικός Köppen-Geiger**	**Χρώμα**		**Σύμβολο**	
1	Ξηρό	BSk, BSh	Κόκκινο		Ήλιος	
2	Μεσογειακό (Εύκρατο)	Csa, Csb	Κίτρινο		Κλαδί Ελιάς	
3	Ωκεάνιο (Εύκρατο)	Cfa, Cfb, Cfc	Πράσινο		Σύννεφο Βροχής	
4	Ψυχρό (Ηπειρωτικό)	Dfa, Dfb	Μωβ (Ματζέντα)		Πεύκα (Κωνοφόρα)	
5	Υποπολικό	Dfc, Dfd	Μπλε		Νιφάδα Χιονιού	
6	Πολικό	ET	Γαλάζιο (Κυανό)		Κύβος Πάγου	

Πίνακας 4.1: Απλοποιημένο, φιλικό προς μαθητές σύστημα ταξινόμησης Köppen-Geiger

Η λογική των αντιστοιχίσεων διαμορφώθηκε ως εξής: το κόκκινο χρώμα και ο ήλιος αποδίδουν το «Ξηρό» κλίμα, παραπέμποντας στη ζέστη και την ξηρασία, το κίτρινο και το κλαδί ελιάς το «Μεσογειακό», παραπέμποντας στο φως και στις τυπικές καλλιέργειες της Μεσογείου, το πράσινο και το σύννεφο βροχής το «Ωκεάνιο», που χαρακτηρίζεται από συχνές βροχοπτώσεις

και πλούσια βλάστηση, το μωβ και τα πεύκα το «Ψυχρό (Ηπειρωτικό)», αντανακλώντας τα δάση των ηπειρωτικών περιοχών, το μπλε και η νιφάδα χιονιού το «Υποπολικό» και, τέλος, το γαλάζιο με τον κύβο πάγου, το «Πολικό» κλίμα.

Τα χρώματα και τα σύμβολα δεν επιλέχθηκαν αυθαίρετα, αλλά προέκυψαν μέσα από διαδοχικούς κύκλους δοκιμών, ώστε να διασφαλιστεί η σαφής διάκριση μεταξύ των ζωνών. Ιδιαίτερη μέριμνα δόθηκε στην επαρκή χρωματική αντίθεση, ώστε ο χάρτης να παραμένει αναγνώσιμος τόσο σε εκτύπωση όσο και σε προβολή σε μεγάλη οθόνη, καθώς και στη χρήση διακριτών συμβόλων που λειτουργούν ως συμπληρωματικό κανάλι πληροφορίας προς το χρώμα. Η διπλή αυτή κωδικοποίηση έχει σημασία και για λόγους προσβασιμότητας, καθώς διευκολύνει την αναγνώριση των ζωνών από μαθητές με δυσχέρειες στη διάκριση των χρωμάτων (Harrower & Brewer, 2003).

Στη συνέχεια περιγράφονται αναλυτικά οι έξι κλιματικές ζώνες του συστήματος, μαζί με την τεκμηρίωση της επιλογής του χρώματος και του αντίστοιχου συμβόλου (Peel et al., 2007· Kottek et al., 2006).

1. Το «Ξηρό» κλίμα χαρακτηρίζεται από χαμηλά επίπεδα βροχόπτωσης, με υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ημέρας και ψυχρότερες νύχτες, ενώ η εξάτμιση υπερβαίνει τις βροχοπτώσεις. Η βλάστηση είναι αραιή. Στην Ευρώπη, εντοπίζεται κυρίως στη νότια Ισπανία και σε τμήματα της Ελλάδας. Για την απόδοσή του επιλέχθηκε το κόκκινο χρώμα, ως έντονο και θερμό, το οποίο παραπέμπει στη ζέστη και την ξηρασία και συνδέεται διαισθητικά με την εικόνα της ερήμου. Ως σύμβολο επιλέχθηκε ο ήλιος, που αποδίδει τον θερμό και ξηρό καιρό και βοηθά τους μαθητές να ανακαλούν άμεσα ηλιόλουστους, ξηρούς τόπους.
2. Το «Μεσογειακό (Εύκρατο)» κλίμα ορίζεται από θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ήπιους, υγρούς χειμώνες. Εμφανίζεται στη νότια Ευρώπη, ιδίως κατά μήκος των μεσογειακών ακτών (π.χ. Πορτογαλία, Ισπανία, Ιταλία, Ελλάδα), και ευνοεί ποικιλία καλλιεργειών, όπως η ελιά και το σταφύλι, χάρη στο διακριτό εποχικό πρότυπο των βροχοπτώσεων. Για την απόδοση του επιλέχθηκε το κίτρινο χρώμα, που παραπέμπει στη θερμή ατμόσφαιρα και το ηλιακό φως των μεσογειακών περιοχών. Ως σύμβολο επιλέχθηκε το κλαδί ελιάς, χαρακτηριστικό των μεσογειακών χωρών όπως η Ελλάδα και η Ιταλία, γεγονός που διευκολύνει τους μαθητές να το συνδέσουν με το μεσογειακό κλίμα.

3. Το «Ωκεάνιο (Εύκρατο)» κλίμα συναντάται σε παράκτιες περιοχές με ήπιες θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και συχνές βροχοπτώσεις. Τα καλοκαίρια είναι δροσερά και υγρά, οι χειμώνες ήπιοι, ενώ οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις παραμένουν περιορισμένες. Παρατηρείται κυρίως στη δυτική Ευρώπη, όπως στο Ηνωμένο Βασίλειο, την Ιρλανδία και τμήματα της Γαλλίας. Για την απόδοσή του επιλέχθηκε το πράσινο χρώμα, που συνδέεται με την πλούσια βλάστηση, η οποία ευνοείται από τις συχνές βροχές. Ως σύμβολο επιλέχθηκε το σύννεφο βροχής, που παραπέμπει στον βροχερό καιρό, χαρακτηριστικό αυτών των περιοχών.
4. Το «Ψυχρό (Ηπειρωτικό)» κλίμα κυριαρχεί τυπικά σε εσωτερικές, ηπειρωτικές περιοχές και χαρακτηρίζεται από θερμά καλοκαίρια και ψυχρούς, παρατεταμένους χειμώνες, με έντονες θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ των εποχών. Τα επίπεδα βροχόπτωσης είναι μέτρια και εμφανίζονται σε όλη τη διάρκεια του έτους, με μεγαλύτερη συχνότητα το καλοκαίρι. Η φυσική βλάστηση έχει συνήθως τη μορφή λιβαδιών, αν και οι περιοχές αυτές καλλιεργούνται εντατικά. Εντοπίζεται στην κεντρική και ανατολική Ευρώπη, όπως στη Γερμανία, την Πολωνία και τη Λετονία. Για την απόδοσή του επιλέχθηκε το μωβ (ματζέντα), ένα έντονο χρώμα που υποδηλώνει το ψυχρό κλίμα και το καθιστά εύκολη την απομνημόνευση του. Ως σύμβολο επιλέχθηκαν τα πεύκα (κωνοφόρα δέντρα), που αντανακλούν τους τύπους δασών οι οποίοι παρατηρούνται συχνά σε αυτές τις περιοχές.
5. Το «Υποπολικό» κλίμα χαρακτηρίζεται από μεγάλους, ψυχρούς χειμώνες και σύντομα, δροσερά καλοκαίρια, με χαμηλά έως μέτρια επίπεδα βροχόπτωσης. Οι περιοχές αυτές βιώνουν σκληρές συνθήκες, με το έδαφος συχνά καλυμμένο από χιόνι για το μεγαλύτερο μέρος του έτους. Η βλάστηση κυριαρχείται από δάση, ενώ η καλλιέργεια είναι σχεδόν ανύπαρκτη. Θεωρείται ως το κυρίαρχο κλίμα της βόρειας Ευρώπης, που παρουσιάζεται ιδίως σε τμήματα της Σουηδίας, της Νορβηγίας και της Φινλανδίας. Για την απόδοσή του επιλέχθηκε το μπλε χρώμα, που συμβολίζει τις χαμηλότερες θερμοκρασίες και τα παγωμένα τοπία. Ως σύμβολο επιλέχθηκε η νιφάδα χιονιού, που αποδίδει με σαφήνεια το χιόνι και το ψύχος και γίνεται εύκολα κατανοητή από τους μαθητές.
6. Το «Πολικό» κλίμα ορίζεται από εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες σε όλη τη διάρκεια του έτους, με χαμηλά επίπεδα βροχόπτωσης που εκδηλώνονται κυρίως ως χιόνι. Λόγω των αντίξοων συνθηκών και του μονίμως παγωμένου εδάφους (permafrost, δηλαδή έδαφος που παραμένει πλήρως παγωμένο για τουλάχιστον δύο συναπτά έτη), η βλάστηση είναι ελάχιστη. Εντοπίζεται στο βορειότερο τμήμα της Ευρώπης, όπως στην

Ισλανδία. Για την απόδοσή του επιλέχθηκε το γαλάζιο (κυανό), που εκφράζει την αίσθηση του παγετού και των εξαιρετικά ψυχρών συνθηκών. Ως σύμβολο επιλέχθηκε ο κύβος πάγου, μια απλή και άμεση εικόνα που σχετίζεται με το έντονο ψύχος.

4.3. Διαδικασία δημιουργίας του χάρτη

Για τη δημιουργία του χάρτη εξετάστηκε το κλίμα της περιόδου 1991–2020, με βάση υφιστάμενα κλιματικά δεδομένα προερχόμενα από επιστημονικές μελέτες, μετεωρολογικές υπηρεσίες και εξειδικευμένους ιστοτόπους. Η ανάλυση στηρίχθηκε σε δύο απλούς και μετρήσιμους παράγοντες, τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες και τα μέσα μηνιαία και ετήσια επίπεδα βροχόπτωσης, με στόχο τον προσδιορισμό της κυρίαρχης κλιματικής κατηγορίας κάθε περιοχής σύμφωνα με την ταξινόμηση Köppen-Geiger (World Bank, n.d.).

Ο χάρτης υποβλήθηκε σε διαδοχικούς κύκλους δοκιμών και βελτίωσης, ώστε τα χρώματα να αποδειχθούν διακριτά, ενώ η τελική του μορφή είναι στατική (2D), σε ανάλυση 1024×768 pixel.

Η επιλογή της κλιματικής περιόδου αναφοράς 1991–2020 δεν υπήρξε τυχαία. Πρόκειται για την πλέον πρόσφατη τριακονταετία που αναγνωρίζεται διεθνώς ως κλιματική κανονική περίοδος (climate normal period) από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό. Η αξιοποίηση μιας τριακονταετίας διασφαλίζει ότι ο χάρτης αποτυπώνει το κλίμα και όχι τις βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις του καιρού, ενώ η επιλογή της πιο πρόσφατης περιόδου ενσωματώνει ήδη μέρος των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στις σύγχρονες κλιματικές ζώνες (World Meteorological Organization, 2017).

4.3.1. Εργαλείο δημιουργίας

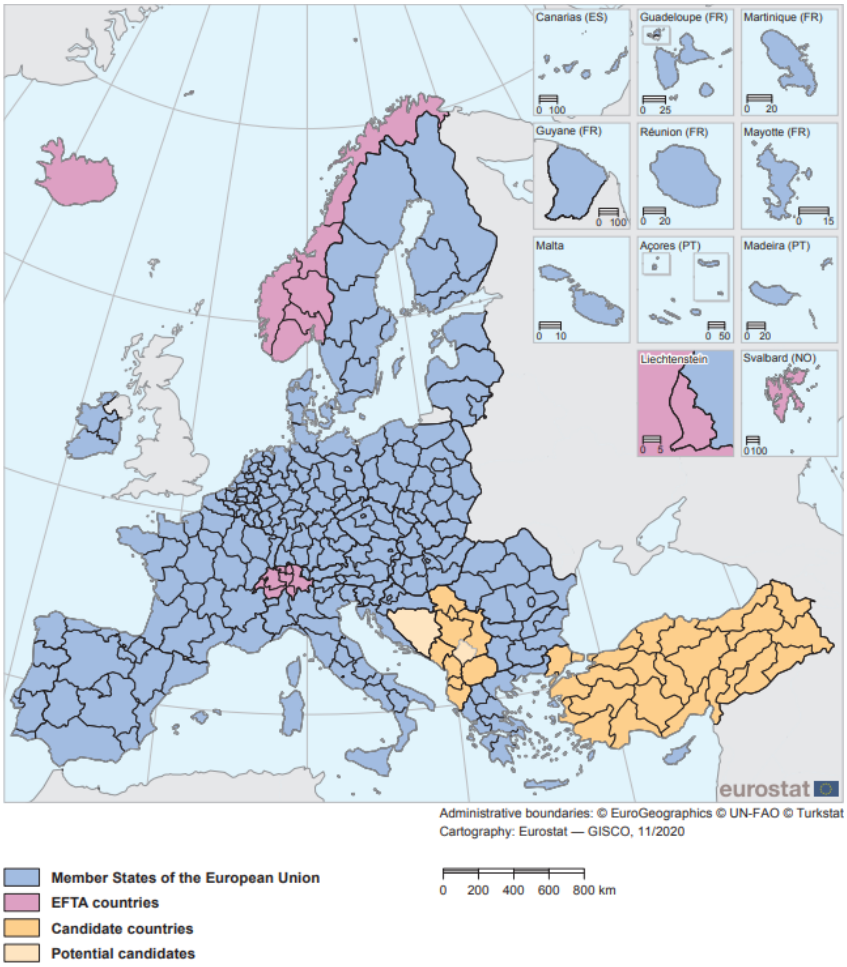
Ο χάρτης δημιουργήθηκε με το Datawrapper, ένα διαδικτυακό εργαλείο οπτικοποίησης δεδομένων, με δωρεάν διαθέσιμη έκδοση, το οποίο επιτρέπει την προσαρμογή της εμφάνισης και την επιλογή περιοχών, καθιστώντας το κατάλληλο για την αναπαράσταση κλιματικών ζωνών. Επιλέχθηκε για την απλότητα στη χρήση και τη δυνατότητα παραγωγής υψηλής ποιότητας οπτικών αποτελεσμάτων, κατάλληλων για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Ως χάρτης βάσης χρησιμοποιήθηκε ο «Europe NUTS2 2021», ο οποίος παρέχει τις υποδιαιρέσεις της Ευρώπης σύμφωνα με το πλαίσιο NUTS2 (Datawrapper, n.d.).

4.3.2. Περιοχή μελέτης και χωρική ανάλυση

Η περιοχή μελέτης είναι η Ευρώπη, με χωρική διαίρεση κατά NUTS2 (Nomenclature of Territorial Units for Statistics). Το σύστημα αυτό παρέχει ένα τυποποιημένο πλαίσιο για την εξέταση 311 περιφερειών και επιλέχθηκε για τις λεπτομερείς, αλλά όχι υπερβολικά σύνθετες, γεωγραφικές υποδιαιρέσεις του, οι οποίες βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν τις περιφερειακές διαφορές χωρίς υπερφόρτωση πληροφορίας. Μέσω της διαίρεσης αυτής, οι μαθητές αντιλαμβάνονται ότι το κλίμα μεταβάλλεται όχι μόνο μεταξύ χωρών, αλλά και εντός διαφορετικών περιοχών της ίδιας χώρας (Eurostat, n.d.).

Το σύστημα NUTS αποτελεί την επίσημη διαίρεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη συλλογή και την παρουσίαση περιφερειακών στατιστικών στοιχείων. Η αποτύπωσή του σε χάρτη επιτρέπει μια λεπτομερέστερη και ακριβέστερη αναπαράσταση των κλιματικών ζωνών, σε επίπεδο ταυτόχρονα κατατοπιστικό και προσβάσιμο για τη σχολική εκπαίδευση. Το επίπεδο NUTS2 επιλέχθηκε ως η καταλληλότερη ισορροπία: το επίπεδο NUTS1 θα ήταν υπερβολικά γενικό, εξαλείφοντας σημαντικές ενδοχωρικές διαφοροποιήσεις, ενώ το επίπεδο NUTS3 θα εισήγαγε υπερβολική λεπτομέρεια, αυξάνοντας το γνωστικό φορτίο (Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1059/2003).

Οι περιφέρειες που περιλαμβάνονται ανήκουν στα 27 κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στο Ηνωμένο Βασίλειο, το οποίο από τις 31 Ιανουαρίου 2020 δεν αποτελεί πλέον μέλος της Ένωσης. Συμπεριλαμβάνονται επίσης οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ζώνης Ελεύθερων Συναλλαγών και του χώρου Σένγκεν (Ισλανδία, Νορβηγία, Λιχτενστάιν, Ελβετία), καθώς και ορισμένες υποψήφιες προς ένταξη χώρες (Αλβανία, Σερβία, Τουρκία, Βόρεια Μακεδονία, Μαυροβούνιο). Στην Εικόνα 4.6 αποτυπώνονται οι περιφέρειες που περιλαμβάνονται στη μελέτη (Council of the European Union, n.d.).



Εικόνα 4.6: Οι περιφέρειες NUTS2 της Ευρώπης σύμφωνα με το NUTS 2021.

Πηγή: Eurostat.

4.3.3. Διαδικασία αντιστοίχισης

Στόχος ήταν ο προσδιορισμός της κυρίαρχης κλιματικής κατηγορίας κάθε περιφέρειας με βάση την ταξινόμηση Köppen-Geiger. Καθώς αυτό δεν ήταν άμεσα σαφές για όλες τις περιφέρειες, χρειάστηκε η σύγκριση κλιματικών δεδομένων από χάρτες Köppen-Geiger και από μετεωρολογικές πηγές. Οι κύριες πηγές που αξιοποιήθηκαν ήταν ο ιστότοπος «koppen.earth» και επιστημονικές μελέτες. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε χειροκίνητα, χωρίς αυτοματοποιημένους αλγορίθμους. Αρχικά, όλες οι διαθέσιμες περιφέρειες NUTS2 καταγράφηκαν σε αρχείο, και για καθεμία επιλέχθηκε μια κυρίαρχη κλιματική κατηγορία και το αντίστοιχο χρώμα. Όταν μια περιφέρεια ενέπιπτε εξ ολοκλήρου σε μία κλιματική κατηγορία, η ένταξη της στην τελική κατηγορία ήταν άμεση και της αποδιδόταν το αντίστοιχο χρώμα. Όταν μια περιφέρεια περιλάμβανε μικτές κλιματικές κατηγορίες, τότε επιλεγόταν ως κυρίαρχη εκείνη που κάλυπτε το μεγαλύτερο εύρος/ τμήμα της (κατά εκτίμηση). Κατόπιν ολοκλήρωσης της διαδικασίας αντιστοίχισης για όλες τις διαθέσιμες περιφέρειες, τα δεδομένα

εισήχθησαν στο Datawrapper για την παραγωγή του τελικού χάρτη. (Beck et al., 2018· Köppen-Geiger Explorer, n.d.)

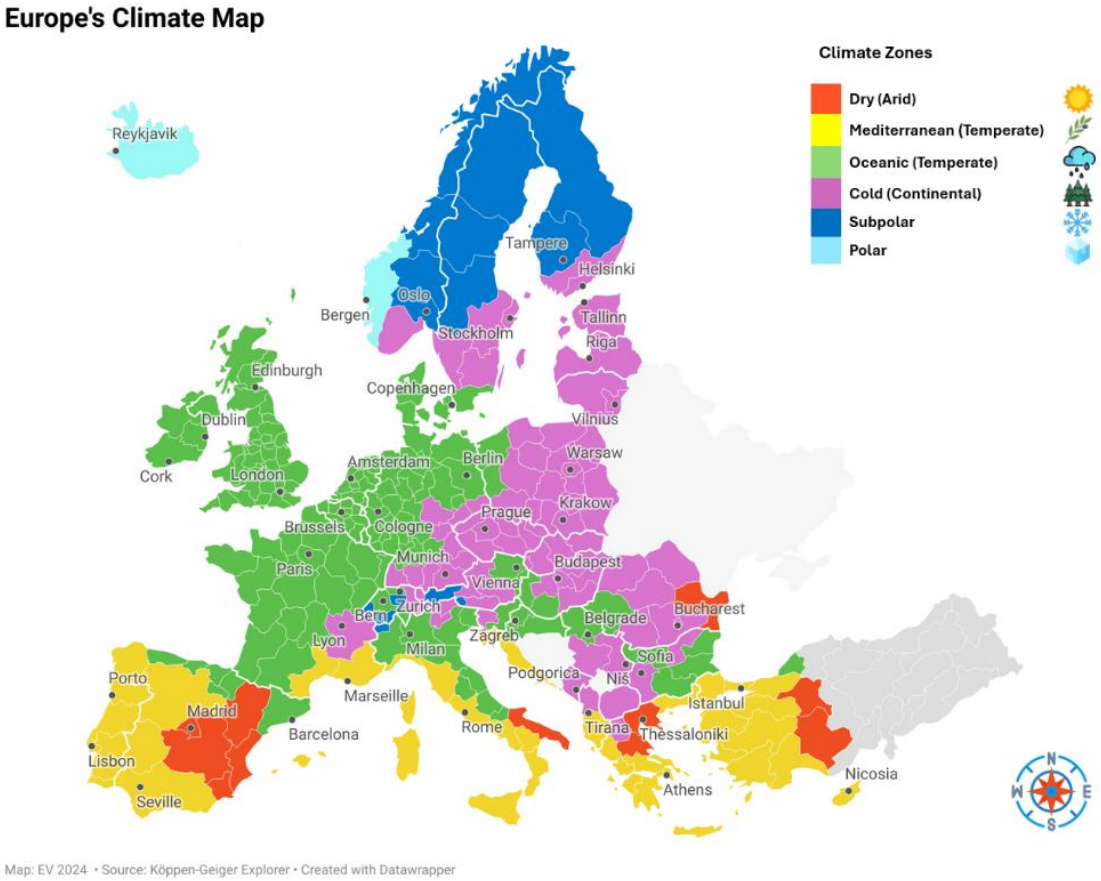
Η απόδοση μιας κυρίαρχης κλιματικής ζώνης ανά περιφέρεια επιτρέπει την καθαρή οπτική οργάνωση της πληροφορίας και διευκολύνει τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών περιοχών. Η μεθοδολογική αυτή επιλογή έχει, ωστόσο, συγκεκριμένους περιορισμούς. Σε ορεινές περιοχές, παράκτιες ζώνες ή μεγάλες περιφέρειες με έντονη εσωτερική ποικιλία, η απόδοση μίας μόνο κλιματικής κατηγορίας μπορεί να αποκρύπτει μικρότερες διαφοροποιήσεις. Ο περιορισμός αυτός αναγνωρίζεται ως συνέπεια της εκπαιδευτικής και χαρτογραφικής γενίκευσης. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η γενίκευση θεωρείται αποδεκτή, καθώς ο χάρτης απευθύνεται σε μαθητές και αποσκοπεί στην εισαγωγική κατανόηση των κυρίαρχων κλιματικών μοτίβων της Ευρώπης.

5. Παρουσίαση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται και αξιολογούνται τα τελικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την υλοποίηση της μεθοδολογικής διαδικασίας που αναπτύχθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Κεντρικό αποτέλεσμα της εργασίας αποτελεί ο εκπαιδευτικός κλιματικός χάρτης της Ευρώπης, ο οποίος είναι φιλικός προς μαθητές και βασίζεται σε απλοποιημένη εκδοχή της ταξινόμησης Köppen–Geiger. Αρχικά περιγράφεται ο τελικός χάρτης και επιχειρείται επισκόπηση των κλιματικών ζωνών, στη συνέχεια αναλύονται τα πλεονεκτήματα και η εκπαιδευτική του αξία. Έπειτα, παρουσιάζονται οι κλιματικοί κίνδυνοι της Ευρώπης και το συνοδευτικό ενημερωτικό γράφημα, και τέλος επιχειρείται κριτική αξιολόγηση μαζί με τους περιορισμούς της προσέγγισης.

5.1. Τελικός χάρτης

Η τελική έκδοση του χάρτη (Εικόνα 5.1) παρέχει σαφή αναπαράσταση των κλιματικών ζωνών της Ευρώπης, με χρωματική κωδικοποίηση βασισμένη στην απλοποιημένη ταξινόμηση Köppen-Geiger, και συνιστά προσεκτική σύνθεση γεωγραφικών και κλιματικών δεδομένων. Η οπτική του απλότητα τον καθιστά προσβάσιμο σε νεαρούς μαθητές, επιτρέποντάς τους να αναγνωρίζουν και να συγκρίνουν με ευχέρεια τις διαφορετικές κλιματικές περιοχές. Κάθε ζώνη αποδίδεται με διακριτό, έντονο χρώμα που αντιπαραβάλλεται σαφώς προς τα υπόλοιπα, ώστε τα όρια μεταξύ των περιοχών να παραμένουν ευδιάκριτα, σύμφωνα με τις αρχές επιλογής χρωματικών σχημάτων σε θεματικούς χάρτες. Παράλληλα, η απουσία τεχνικών κωδικών Köppen–Geiger από την κύρια λεζάντα μειώνει την πολυπλοκότητα για τον μαθητή. Παράλληλα, η προσθήκη συμβόλων ενισχύει τη σύνδεση κάθε ζώνης με αναγνωρίσιμα χαρακτηριστικά κατάλληλα για μαθητές (Harrower & Brewer, 2003).



Εικόνα 5.1: Ο τελικός εκπαιδευτικός κλιματικός χάρτης της Ευρώπης, φιλικός προς μαθητές «Europe's Climate Map for students».

Επισημαίνεται ότι το πρωτότυπο υπόμνημα και οι ετικέτες του χάρτη (Εικόνα 5.1) διατηρήθηκαν στην αγγλική γλώσσα. Η επιλογή αυτή δεν υπήρξε τυχαία: ο χάρτης αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού έργου VR4Clima και προοριζόταν για χρήση από μαθητές διαφορετικών χωρών της Ευρώπης. Η αγγλική, ως κοινή γλώσσα εργασίας του έργου, εξυπηρετεί τον σκοπό να παραμένει το ίδιο εκπαιδευτικό υλικό κατανοητό και άμεσα αξιοποιήσιμο από όλα τα συμμετέχοντα σχολεία, ανεξαρτήτως εθνικής γλώσσας, διασφαλίζοντας ενιαία και συγκρίσιμη εκπαιδευτική εμπειρία σε διακρατικό επίπεδο (VR4Clima, n.d.).

Για εκπαιδευτικούς λόγους, αποφασίστηκε να μη συμπεριληφθεί λεπτομερές τοπογραφικό υπόβαθρο με το σύνολο των ονομάτων περιοχών και χωρών, καθώς κάτι τέτοιο θα καθιστούσε τον στατικό χάρτη υπερβολικά σύνθετο και θα αύξανε σημαντικά το γνωστικό φορτίο (Sweller et al., 1998). Σε κάθε διαθέσιμη χώρα επιλέχθηκαν μία έως τρεις μεγάλες πόλεις, σημειωμένες με μαύρες κουκκίδες και ετικέτες, ώστε να διευκολύνεται ο προσανατολισμός. Επιπλέον, δημιουργήθηκε υπόμνημα που παρουσιάζει τις έξι κλιματικές κατηγορίες με τα αντίστοιχα χρώματα και σύμβολα, λειτουργώντας ως εργαλείο ταχείας αναφοράς. Ο χάρτης εξήχθη σε

ανάλυση επαρκή για ψηφιακή προβολή και για έντυπη χρήση στην τάξη· για εκτυπώσεις υψηλής ποιότητας αξιοποιείται η διανυσματική (PDF/SVG) εξαγωγή που προσφέρει το Datawrapper (Sweller, van Merriënboer & Paas, 1998).

5.2. Επισκόπηση του χάρτη ανά κλιματική ζώνη

Από την εξέταση του τελικού χάρτη, ο οποίος στηρίχθηκε στα κλιματικά δεδομένα της ταξινόμησης Köppen-Geiger (Beck et al., 2018, 2023), προκύπτει η ακόλουθη κατανομή των έξι κλιματικών ζωνών στην Ευρώπη (Beck et al., 2018).

Η ξηρή ζώνη, περιορίζεται σε ορισμένες περιοχές του νότου, ιδίως σε τμήματα της Ελλάδας, της Ιταλίας και της Ισπανίας (ενδεικτικά γύρω από τη Θεσσαλονίκη και τη Μαδρίτη). Σύμφωνα με τα NUTS, την παρατηρούμε σε 11 περιφέρειες της Ευρώπης. Στον χάρτη αποδίδεται με κόκκινο χρώμα και το σύμβολο του ήλιου. Η μεσογειακή ζώνη, καλύπτει τη νότια Ευρώπη, μεγάλο μέρος της Ισπανίας και της Πορτογαλίας, τη νότια Γαλλία, την Ιταλία, την Ελλάδα και τμήματα των Βαλκανίων (π.χ. Λισαβόνα, Μασσαλία, Ρώμη, Αθήνα). Περιλαμβάνει 47 περιφέρειες και στον χάρτη εκφράζεται με κίτρινο χρώμα και το σύμβολο του κλαδιού ελιάς. Η ωκεάνια ζώνη, κατόπιν της ενοποίησης που πραγματοποιήθηκε, είναι η πολυπληθέστερη, με 159 περιφέρειες. Εκτείνεται στη δυτική Ευρώπη, στις Βρετανικές Νήσους, στο μεγαλύτερο μέρος της Γαλλίας, στο Βέλγιο, στις Κάτω Χώρες, στη βόρεια Ισπανία και στη Γερμανία (π.χ. Δουβλίνο, Λονδίνο, Παρίσι, Βρυξέλλες, Άμστερνταμ). Αποδίδεται με πράσινο χρώμα και το σύμβολο του σύννεφου βροχής. Η ψυχρή ηπειρωτική ζώνη, παρατηρείται στην κεντρική και ανατολική Ευρώπη, στα κράτη της Βαλτικής, στην Αυστρία, την Τσεχία και την Πολωνία (π.χ. Μόναχο, Γκρατς, Βουδαπέστη, Βαρσοβία). Εμπεριέχει 78 περιφέρειες και αποδίδεται στον χάρτη με μωβ χρώμα και το σύμβολο των πεύκων. Η υποπολική ζώνη, εμφανίζεται στη βόρεια Σκανδιναβία (Σουηδία, Νορβηγία), καθώς και στη Φινλανδία ή σε ορεινές περιοχές των Άλπεων (ενδεικτικά σε πόλεις όπως το Τάμπερε και το Τρόμσο). Περιλαμβάνει 14 περιφέρειες της Ευρώπης και εκφράζεται με μπλε χρώμα και το σύμβολο της νιφάδας χιονιού. Η πολική ζώνη, εντοπίζεται μόλις σε 2 περιφερειακές ενότητες του χάρτη και αποδίδεται με γαλάζιο χρώμα και το σύμβολο του πάγου (κύβος). Παρατηρείται μόνο στα βορειότερα σημεία της Ευρώπης, όπως στην Ισλανδία και σε τμήματα της δυτικής Νορβηγίας (π.χ. Ρέικιαβικ).

Συνολικά, η αντιστοίχιση κάθε περιφέρειας σε μία από τις έξι κατηγορίες επέτρεψε και μια ποσοτική αποτύπωση της κατανομής των κλιματικών ζωνών. Από τις περιφέρειες που αποτυπώθηκαν στον χάρτη, οι 159 ταξινομήθηκαν ως Ωκεάνιες, οι 78 ως Ψυχρές

(Ηπειρωτικές), οι 47 ως Μεσογειακές, οι 14 ως Υποπολικές, οι 11 ως Ξηρές και οι 2 ως Πολικές. Η εικόνα αυτή επιβεβαιώνει την κυριαρχία των εύκρατων κλιμάτων στην Ευρώπη και αναδεικνύει τις περιφερειακές ιδιαιτερότητες που αναλύονται στη συνέχεια. Η πλήρης αντιστοίχιση παρατίθεται στο Παράρτημα Ι (Peel et al., 2007).

5.3. Πλεονεκτήματα και εκπαιδευτική αξία

Ο συγκεκριμένος εκπαιδευτικός χάρτης, προσφέρει πολλαπλά πλεονεκτήματα ως εκπαιδευτικό εργαλείο. Πρόκειται για εύκολο και κατανοητό τμήμα υποστηρικτικού υλικού για τους μαθητές, καθώς η χρήση έντονων και διακριτών χρωμάτων, απλών κατηγοριών και αναγνωρίσιμων συμβόλων τον καθιστά οπτικά ελκυστικό, μειώνει το γνωστικό φορτίο, επιτρέποντας στους μαθητές να διακρίνουν γρήγορα τις βασικές κλιματικές ζώνες της Ευρώπης. Ο συνδυασμός χρώματος και συμβόλου, ενισχύει τη μνήμη και την αναγνώριση και διευκολύνει τη σύνδεση κάθε ζώνης με βασικά χαρακτηριστικά, όπως η ξηρότητα, η υγρασία, ή το ψύχος. Με τον τρόπο αυτό, ο χάρτης δεν λειτουργεί απλώς ως απεικόνιση δεδομένων, αλλά ως μέσο οργάνωσης της πληροφορίας και υποστήριξης της μάθησης. (Bobek & Tversky, 2016; Clark et al., 2006) (Bobek & Tversky, 2016· Clark et al., 2006).

Η εκπαιδευτική αξία του χάρτη συνδέεται επίσης με την καλλιέργεια χωρικής κατανόησης και κριτικής σκέψης. Οι μαθητές αντιλαμβάνονται ότι η Ευρώπη δεν αποτελεί ενιαία και ομοιογενή κλιματική περιοχή, αλλά χαρακτηρίζεται από διακριτές κλιματικές ζώνες που κατανέμονται με συγκεκριμένα γεωγραφικά μοτίβα. Η διαπίστωση αυτή ενθαρρύνει την κριτική σκέψη, οδηγώντας τους σε ερωτήματα όπως «γιατί ο νότος εμφανίζει μεσογειακό κλίμα ενώ η δύση ωκεάνιο;», ώστε να αντιληφθούν τους παράγοντες που επηρεάζουν το κλίμα. Με τον τρόπο αυτό, ο χάρτης δεν μεταδίδει απλώς έτοιμη γνώση, αλλά καλλιεργεί επιστημονικό τρόπο σκέψης, ενθαρρύνοντας την αναζήτηση αιτιωδών σχέσεων και την ερμηνεία των δεδομένων (‘Learning to Think Spatially - National Research Council’, 2006) . Επιπλέον, ο χάρτης καλλιεργεί δεξιότητες ανάγνωσης χαρτών, όπως ο εντοπισμός περιοχών, η ερμηνεία συμβόλων και η εξαγωγή συμπερασμάτων από οπτική πληροφορία. Παράλληλα, υποστηρίζει το έργο των εκπαιδευτικών, καθώς δύναται να αξιοποιηθεί είτε ως οπτικό βοήθημα σε διδασκαλία, είτε ως υλικό για ομαδική εργασία, είτε ως αφετηρία για διερευνητικές δραστηριότητες. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αξιοποιήσουν τον χάρτη για να θέσουν ερωτήματα που ενισχύουν την κριτική σκέψη των μαθητών, αλλά και να τον αξιοποιήσουν για τη σύνδεση της κλιματικής πληροφορίας με την περιβαλλοντική εκπαίδευση

και τη συζήτηση γύρω από τους κλιματικούς κινδύνους της Ευρώπης (Græsli & Lien, 2024· National Research Council, 2006· Raiyn, 2016).

5.4. Κλιματικοί κίνδυνοι στην Ευρώπη

Η εκπαιδευτική αξία του χάρτη ενισχύεται όταν οι κλιματικές ζώνες δεν παρουσιάζονται ως απομονωμένες γεωγραφικές κατηγορίες, αλλά συνδέονται με τους βασικούς κλιματικούς κινδύνους που εμφανίζονται στην Ευρώπη. Η συγκεκριμένη ήπειρος, αντιμετωπίζει σειρά κλιματικών κινδύνων, οι οποίοι εντείνονται εξαιτίας της κλιματικής αλλαγής. Η υπερθέρμανση του πλανήτη προκαλεί μετατόπιση των κλιματικών ζωνών, καθιστώντας πολλές περιοχές θερμότερες και ξηρότερες, ενώ τα καλοκαίρια γίνονται θερμότερα, οι έντονες βροχοπτώσεις και οι πλημμύρες συχνότερες, και εκτεταμένες περιοχές πλήττονται ετησίως από πυρκαγιές (European Environment Agency, 2024).

Οι κίνδυνοι αυτοί ποικίλουν και δεν κατανέμονται ομοιόμορφα στον χώρο, αλλά διαφοροποιούνται ανάλογα με τη γεωγραφική θέση, τις κλιματικές συνθήκες, το ανάγλυφο, την κάλυψη γης και την έκθεση κάθε περιοχής. Για τον λόγο αυτό, η σύνδεσή τους με τις κλιματικές ζώνες του χάρτη βοηθά τους μαθητές να αντιληφθούν ότι το κλίμα δεν αποτελεί αφηρημένη έννοια, αλλά επηρεάζει άμεσα τα φυσικά συστήματα, τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την καθημερινή ζωή. Όπως και κατά τον σχεδιασμό του χάρτη, στο πλαίσιο της εργασίας, κρίθηκε αναγκαίο να περιοριστεί ο αριθμός των κλιματικών κινδύνων που παρουσιάζονται, ώστε να μειωθεί το γνωστικό φορτίο. Επιλέχθηκαν, επομένως, πέντε βασικά φαινόμενα, ώστε η πληροφορία να παραμένει προσβάσιμη και κατανοητή για τους νεαρούς μαθητές (Cowan, 2001) (Cowan, 2001).

Συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν τα εξής:

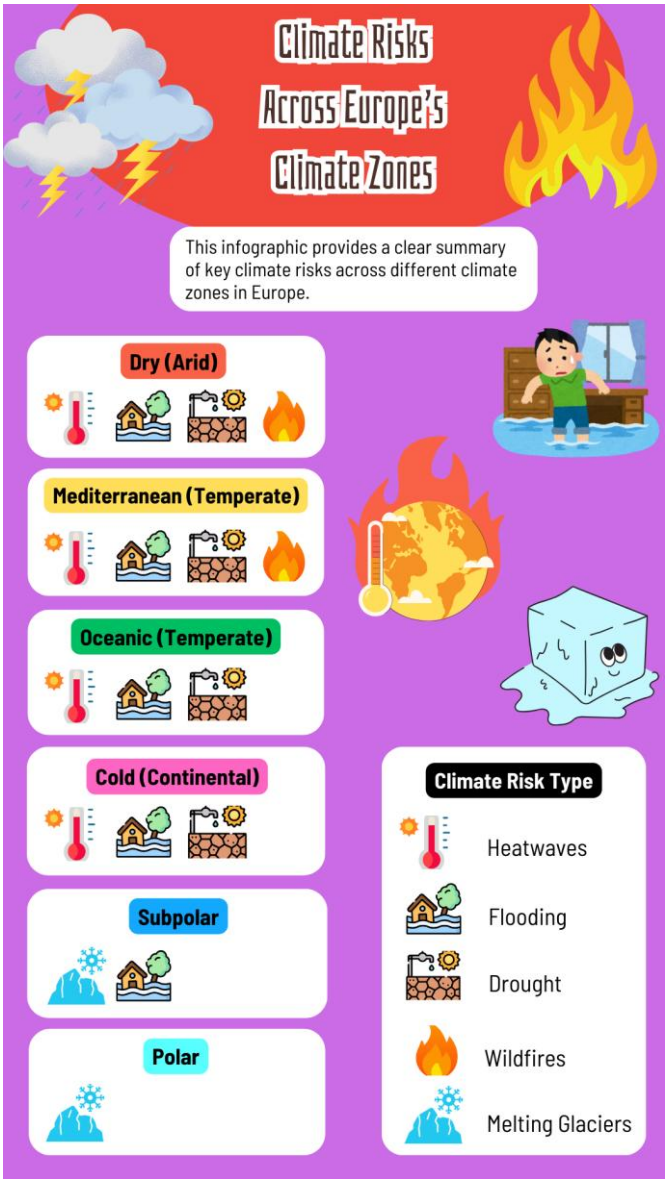
1. Καύσωνες: ή παρατεταμένες περίοδοι εξαιρετικά υψηλών θερμοκρασιών, γίνονται συχνότεροι και εντονότεροι, ιδίως το καλοκαίρι, επηρεάζοντας τα οικοσυστήματα και προκαλώντας προβλήματα υγείας, λειψυδρία, ελλείψεις ενέργειας και γεωργικές απώλειες (*Copernicus - European State of the Climate*, n.d.) (Copernicus Climate Change Service, 2024).
2. Πλημμύρες: προκαλούνται από καταιγίδες, έντονες βροχοπτώσεις ή τήξη χιονιού. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι καταιγίδες «Hans» (Νορβηγία, Σουηδία),

«Minerva» (Ιταλία) και «Daniel» (Ελλάδα), όλες το 2023, με εκτεταμένες ζημιές (*Copernicus - European State of the Climate*, n.d.).

3. Ξηρασία: εκτεταμένη και παρατεταμένη, οφείλεται στις υψηλές θερμοκρασίες και την έλλειψη βροχοπτώσεων και επιβαρύνει τη γεωργία και τους υδάτινους πόρους. Χώρες όπως η Ισπανία, η Πορτογαλία, η Γαλλία, η Ουγγαρία και η Ρουμανία αντιμετωπίζουν αυξημένο κίνδυνο από τον Απρίλιο έως τον Σεπτέμβριο (European Commission, Joint Research Centre, 2023).
4. Δασικές πυρκαγιές: μεγάλες, ανεξέλεγκτες εστίες που εξαπλώνονται ταχύτατα, πλήττουν κυρίως τη νότια Ευρώπη (Ελλάδα, Πορτογαλία, Ισπανία, Ιταλία), με αυξανόμενη συχνότητα, έκταση και διάρκεια (*Copernicus - European State of the Climate*, n.d.).
5. Τήξη των παγετώνων: οι παγετώνες σε πολικές και ορεινές περιοχές (Άλπεις, Σκανδιναβία, Ισλανδία) εμφανίζουν σημαντική ετήσια απώλεια όγκου πάγου, συμβάλλοντας στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. (*Copernicus - European State of the Climate*, n.d.)

5.5. Ενημερωτικό γράφημα «Κλιματικοί κίνδυνοι ανά κλιματική ζώνη της Ευρώπης»

Ως συμπληρωματικό υλικό του χάρτη δημιουργήθηκε ένα ενημερωτικό γράφημα (infographic) με τίτλο "Climate Risks Across Europe's Climate Zones", το οποίο αποτυπώνει τους κλιματικούς κινδύνους ανά κλιματική ζώνη της Ευρώπης και τους συσχετίζει οπτικά με κάθε μία από αυτές (Εικόνα 5.2). Σκοπός του γραφήματος είναι η οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής των κινδύνων στην ήπειρο και η ανάδειξη των περιφερειακών τους επιπτώσεων, ώστε να καθίσταται ευχερέστερη η κατανόησή τους από τους μαθητές. Κάθε κίνδυνος αναπαρίσταται με διακριτό σύμβολο: το θερμόμετρο για τους καύσωνες, το σπίτι και το δέντρο μέσα στο νερό για τις πλημμύρες, η βρύση που στάζει σε ξηρό έδαφος για την ξηρασία, η φλόγα για τις πυρκαγιές και το παγόβουνο για την τήξη των παγετώνων. Η αξιοποίηση συμβολικής, αντί αμιγώς λεκτικής, αναπαράστασης ενισχύει τη μνημονική σύνδεση και την ταχεία αναγνώριση των κινδύνων (Clark et al., 2006) (Clark & Paivio, 1991).



Εικόνα 5.2: Το ενημερωτικό γράφημα για τους κλιματικούς κινδύνους ανά κλιματική ζώνη της Ευρώπης «Climate Risks Across Europe's Climate Zones»

Όπως και ο χάρτης, το γράφημα διατηρήθηκε στην αγγλική γλώσσα, καθώς αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου VR4Clima και προοριζόταν για χρήση από μαθητές διαφορετικών ευρωπαϊκών χωρών. Η αξιοποίηση κοινής γλώσσας εργασίας διασφαλίζει την ενιαία και συγκρίσιμη χρήση του υλικού σε διακρατικό επίπεδο.

Στο αριστερό τμήμα του γραφήματος, έξι διακριτές ενότητες αντιστοιχούν στις έξι κλιματικές ζώνες, καθεμία εκ των οποίων συνοδεύεται από τα σύμβολα των κινδύνων που τη χαρακτηρίζουν. Η αντιστοίχιση στηρίχθηκε στη γεωγραφική θέση των περιοχών κάθε ζώνης και σε δεδομένα έγκυρων ευρωπαϊκών φορέων, και συγκεκριμένα του Copernicus Climate Change Service και του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (European Environment

Agency). Ως εκ τούτου, στις κλιματικές κατηγορίες «Ξηρό» και «Μεσογειακό» αποδίδονται καύσωνες, πλημμύρες, ξηρασία και δασικές πυρκαγιές, στο «Ωκεάνιο» και το «Ψυχρό» δεν περιλαμβάνονται οι πυρκαγιές ως κύριος κίνδυνος, η «Υποπολική» ζώνη συνδέεται με πλημμύρες και τήξη παγετώνων, ενώ η «Πολική» αποκλειστικά με την τήξη των παγετώνων. Η χρωματική απόδοση κάθε ζώνης ταυτίζεται με εκείνη του χάρτη, εξασφαλίζοντας οπτική συνέπεια μεταξύ των δύο υλικών και διευκολύνοντας την αναγνώριση (Copernicus Climate Change Service, 2024· European Environment Agency, 2024).

5.6. Αξιολόγηση και περιορισμοί

Ο χάρτης έχει σχεδιαστεί ως απλοποιημένο εκπαιδευτικό εργαλείο και όχι ως αναλυτικός επιστημονικός χάρτης κλιματολογικής έρευνας. Επομένως, η βασική του προτεραιότητα είναι η κατανόηση των κύριων κλιματικών διαφοροποιήσεων της Ευρώπης από μαθητές και όχι η πλήρης απόδοση όλων των τοπικών ή μικροκλιματικών διαφορών. Η συνολική αποτίμηση του εγχειρήματος καταδεικνύει ότι η στοχευμένη απλοποίηση ενός σύνθετου επιστημονικού συστήματος δύναται να παραγάγει ένα εκπαιδευτικό εργαλείο που ισορροπεί μεταξύ επιστημονικής εγκυρότητας και παιδαγωγικής προσβασιμότητας. Η επιλογή των έξι κατηγοριών, η χρωματική κωδικοποίηση και η αξιοποίηση συμβόλων τεκμηριώνονται από τη βιβλιογραφία του γνωστικού φορτίου και της οπτικοποίησης (‘Learning to Think Spatially - National Research Council’, 2006; Sweller et al., 1998), ενώ η σύνδεση με τους κλιματικούς κινδύνους προσδίδει στο εργαλείο και διάσταση περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης.

Παρά ταύτα, η προσέγγιση εμφανίζει περιορισμούς που συνδέονται με τον ίδιο τον σκοπό της εργασίας και χρειάζεται να αναγνωριστούν. Αρχικά, η ίδια η απλοποίηση συνεπάγεται απώλεια λεπτομέρειας, καθώς η ενοποίηση/ σύμπτυξη εννέα κατηγοριών σε έξι αναπόφευκτα εξομαλύνει τοπικές διαφοροποιήσεις. Για παράδειγμα, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, διαφορετικοί τύποι εύκρατου ή ηπειρωτικού κλίματος αποδίδονται σε κοινές εκπαιδευτικές κατηγορίες, ώστε να περιοριστεί η πολυπλοκότητα. Η επιλογή αυτή είναι παιδαγωγικά χρήσιμη, αλλά δεν δύναται να αντικαταστήσει την πλήρη επιστημονική ταξινόμηση όταν απαιτείται λεπτομερής κλιματολογική ανάλυση. Επιπλέον, η διαδικασία αντιστοίχισης κάθε περιφέρειας σε μία κυρίαρχη κατηγορία πραγματοποιήθηκε χειροκίνητα και με βάση εκτίμηση στις περιπτώσεις μεικτών ζωνών, γεγονός που εισάγει υποκειμενικότητα. Παράλληλα, η απόδοση μίας κυρίαρχης κλιματικής ζώνης σε κάθε περιφέρεια επιτρέπει καθαρή χαρτογραφική απεικόνιση, αλλά δεν αποτυπώνει πάντα την εσωτερική ποικιλία μιας περιοχής.

Αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές σε περιφέρειες με έντονο ανάγλυφο, παράκτιες και ορεινές διαφοροποιήσεις ή σημαντική μετάβαση από μία κλιματική ζώνη σε άλλη. Συνεπώς, ο χάρτης πρέπει να ερμηνεύεται ως εργαλείο γενικής κατανόησης και όχι ως λεπτομερής αποτύπωση κάθε τοπικής κλιματικής συνθήκης. Περιορισμό αποτελεί ακόμα, ότι ο χάρτης είναι στατικός και δισδιάστατος (2D). Η συγκεκριμένη μορφή διευκολύνει τη χρήση του σε εκπαιδευτικό περιβάλλον, παρουσιάσεις και έντυπο υλικό, αλλά δεν επιτρέπει αλληλεπίδραση, μεγέθυνση ή εμφάνιση πρόσθετων επιπέδων πληροφορίας. Επιπροσθέτως, το πρωτότυπο υλικό παρουσιάζεται στην αγγλική γλώσσα, και για πλήρη αξιοποίηση σε ελληνικό σχολικό περιβάλλον θα απαιτούνταν μετάφραση και προσαρμογή. Τέλος, η αντιστοίχιση των κλιματικών ζωνών με κλιματικούς κινδύνους έχει εισαγωγικό και εκπαιδευτικό χαρακτήρα. Δεν αποτυπώνει το σύνολο των κινδύνων που μπορεί να αντιμετωπίζει κάθε περιοχή ούτε λαμβάνει υπόψη όλους τους παράγοντες που καθορίζουν την τρωτότητα, όπως οι κοινωνικές υποδομές, η πυκνότητα πληθυσμού και η χωρική αξιοποίηση γης.

Συνολικά, οι περιορισμοί του χάρτη δεν αναιρούν την αξία του, αλλά προσδιορίζουν το πλαίσιο μέσα στο οποίο πρέπει να χρησιμοποιείται. Ο χάρτης είναι κατάλληλος για εισαγωγική εκπαίδευση, για κατανόηση βασικών χωρικών μοτίβων και για σύνδεση του κλίματος με την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Δεν προορίζεται για εξειδικευμένη κλιματολογική ανάλυση, αλλά για να λειτουργήσει ως γέφυρα ανάμεσα στην επιστημονική πληροφορία και στη μαθητική κατανόηση.

6. Συμπεράσματα και προεκτάσεις

6.1. Συμπεράσματα

Η αποτίμηση των αποτελεσμάτων σε σχέση με τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν στην εισαγωγή οδηγεί σε μια σειρά αλληλένδετων συμπερασμάτων. Καθίσταται, καταρχάς, σαφές ότι ένα σύνθετο επιστημονικό σύστημα ταξινόμησης μπορεί να αποδοθεί με τρόπο κατανοητό για μαθητές, υπό την προϋπόθεση ότι η απλοποίηση παραμένει στοχευμένη και διατηρεί την ουσία του συστήματος. Η ενοποίηση των κατηγοριών δεν αναιρεί την επιστημονική βάση, εφόσον στηρίζεται σε σαφή κριτήρια θερμοκρασίας και βροχοπτώσεων μέσω επιβεβαιωμένης και αξιόπιστης επιστημονικής βιβλιογραφίας. Στο ίδιο πλαίσιο, οι σχεδιαστικές αρχές που ενισχύουν τη μαθησιακή αξία αναδεικνύονται καθοριστικές: ο περιορισμός των κατηγοριών σε αριθμό που σέβεται τους γνωστικούς περιορισμούς των μαθητών, η σαφής χρωματική κωδικοποίηση και η χρήση διαισθητικών συμβόλων συγκροτούν από κοινού ένα εργαλείο που ισορροπεί μεταξύ επιστημονικής ακρίβειας και παιδαγωγικής προσβασιμότητας.

Πέραν της αμιγώς γνωστικής διάστασης, η σύνδεση του χάρτη με τους κλιματικούς κινδύνους, μέσω του ενημερωτικού γραφήματος, αναδεικνύει τη δυνατότητα του εργαλείου να καλλιεργεί όχι μόνο γνώση αλλά και περιβαλλοντική συνείδηση. Τα βασικά πλεονεκτήματα της προσέγγισης, δηλαδή η ευκολία κατανόησης, η εκπαιδευτική αξία και η υποστήριξη του έργου των εκπαιδευτικών, συνυπάρχουν με περιορισμούς που αφορούν την απώλεια λεπτομέρειας, την υποκειμενικότητα της χειροκίνητης αντιστοίχισης και την απουσία εμπειρικής επικύρωσης. Συνολικά, η εργασία τεκμηριώνει ότι η εκπαιδευτική απλοποίηση, όταν επιχειρείται με μεθοδικό και θεωρητικά θεμελιωμένο τρόπο, συνιστά έγκυρη προσέγγιση για τη μετάδοση επιστημονικής γνώσης σε σχολικό περιβάλλον.

6.2. Προτάσεις για μελλοντική εργασία

Η παρούσα εργασία μπορεί να αποτελέσει βάση για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη εκπαιδευτικών εργαλείων που συνδέουν την κλιματολογική γνώση με τη σχολική μάθηση. Μια πρώτη κατεύθυνση αφορά τη μορφή του χάρτη, δηλαδή μετατροπή από στατική σε διαδραστική, ψηφιακή εκδοχή με δυνατότητα μεγέθυνσης, η οποία θα επέτρεπε την παρουσίαση πληροφορίας σε πολλαπλά επίπεδα λεπτομέρειας, αντιμετωπίζοντας τον περιορισμό της γενίκευσης. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η ενσωμάτωση του χάρτη σε περιβάλλοντα εικονικής πραγματικότητας και σε δραστηριότητες του έργου VR4Clima. Ο χάρτης μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο προετοιμασίας πριν από την είσοδο των μαθητών

σε ένα εικονικό περιβάλλον ή ως σημείο αναφοράς κατά τη διάρκεια εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που σχετίζονται με το κλίμα, τη βιωσιμότητα και τους φυσικούς κινδύνους. Η σύνδεσή του με σενάρια παιχνιδιού ή δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων θα μπορούσε να ενισχύσει τη βιωματική και διερευνητική διάσταση της μάθησης. Μια ακόμη κατεύθυνση μελλοντικής αξιοποίησης αφορά τη μετάφραση και πολιτισμική προσαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού στην ελληνική και σε άλλες ευρωπαϊκές γλώσσες. Η προσαρμογή αυτή δεν θα πρέπει να περιοριστεί στην απλή γλωσσική μετάφραση των όρων, αλλά να λαμβάνει υπόψη το εκπαιδευτικό επίπεδο των μαθητών, τις οικείες γεωγραφικές αναφορές και τις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε σχολικού περιβάλλοντος. Με τον τρόπο αυτό, ο χάρτης και το συνοδευτικό υλικό θα μπορούσαν να αποκτήσουν ευρύτερη απήχηση και να αξιοποιηθούν αποτελεσματικότερα σε διαφορετικά ευρωπαϊκά εκπαιδευτικά συστήματα. Επιπλέον, η μεθοδολογία της παρούσας εργασίας θα μπορούσε να εφαρμοστεί και σε άλλες γεωγραφικές περιοχές πέρα από την Ευρώπη. Η δημιουργία αντίστοιχων εκπαιδευτικών κλιματικών χαρτών για άλλες ηπείρους ή για παγκόσμια κλίμακα θα επέτρεπε τη σύγκριση διαφορετικών κλιματικών ζωνών και θα ενίσχυε τη γεωγραφική κατανόηση των μαθητών. Τέλος, η μεθοδολογία θα μπορούσε να προσαρμοστεί σε διαφορετικές βαθμίδες εκπαίδευσης, με περισσότερη ή λιγότερη λεπτομέρεια ανάλογα με την ηλικία και το γνωστικό επίπεδο των μαθητών. (Tene et al., 2024· Boncu, Candel & Popa, 2022)

7. Βιβλιογραφία

Beck, H. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., Lutsko, N. J., Dufour, A., Zeng, Z., Jiang, X., van Dijk, A. I. J. M., & Miralles, D. G. (2023). High-resolution (1 km) Köppen-Geiger maps for 1901–2099 based on constrained CMIP6 projections. Scientific Data, 10(1). https://doi.org/10.1038/s41597-023-02549-6

Beck, H. E., Zimmermann, N. E., McVicar, T. R., Vergopolan, N., Berg, A., & Wood, E. F. (2018). Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. Scientific Data, 5. https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214

Belda, M., Holtanová, E., Halenka, T., & Kalvová, J. (2014). Climate classification revisited: From Köppen to Trewartha. Climate Research, 59(1), 1–13. https://doi.org/10.3354/cr01204

Bobek, E., & Tversky, B. (2016). Creating visual explanations improves learning. Cognitive Research: Principles and Implications, 1(1). https://doi.org/10.1186/s41235-016-0031-6

Boncu, Ș., Candel, O. S., & Popa, N. L. (2022). Gameful Green: A systematic review on the use of serious computer games and gamified mobile apps to foster pro-environmental information, attitudes and behaviors. Sustainability, 14(16), 10400. https://doi.org/10.3390/su141610400

Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., … Péan, C. (2023). IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

Chen, D., & Chen, H. W. (2013). Using the Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901–2010. Environmental Development, 6(1), 69–79. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2013.03.007

Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. Educational Psychology Review, 3(3), 149–210.

Clark, R. C., Nguyen, F., & Sweller, J. (2006). Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load. Pfeiffer.

Copernicus Climate Change Service. (2024). European State of the Climate 2023. https://climate.copernicus.eu/esotc/2023

Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. Behavioral and Brain Sciences, 24(1), 87–114.

Cromley, J. G., & Chen, R. (2023). Instructional support for visual displays: An updated literature review. Technology, Knowledge and Learning. https://doi.org/10.1007/s10758-023-09699-x

Cui, D., Liang, S., & Wang, D. (2021). Observed and projected changes in global climate zones based on Köppen climate classification. WIREs Climate Change, 12(3). https://doi.org/10.1002/wcc.701

Datawrapper. (n.d.). Datawrapper: Create charts, maps and tables. https://www.datawrapper.de/

Demuzere, M., Kittner, J., & Bechtel, B. (2021). LCZ Generator: A web application to create Local Climate Zone maps. Frontiers in Environmental Science, 9. https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.637455

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference, 9–15.

European Commission, Joint Research Centre. (2023). European Drought Risk Atlas. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/608737

European Environment Agency. (2024). European climate risk assessment (EEA Report No. 01/2024). Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2800/204249

Græsli, J. A., & Lien, G. (2024). How can children best learn map skills? A step-by-step approach. European Early Childhood Education Research Journal. https://doi.org/10.1080/1350293X.2024.2322528

Harrower, M., & Brewer, C. A. (2003). ColorBrewer.org: An online tool for selecting colour schemes for maps. The Cartographic Journal, 40(1), 27–37.

Köppen-Geiger Explorer. (n.d.). https://koppen.earth/

Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Meteorologische Zeitschrift, 15(3), 259–263. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. Educational Psychology Review, 33(3), 937–958. https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2

Maps — Eurostat. (n.d.). https://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/maps

National Research Council. (2006). Learning to think spatially. National Academies Press. https://doi.org/10.17226/11019

Ojala, M. (2012). Hope and climate change: The importance of hope for environmental engagement among young people. Environmental Education Research, 18(5), 625–642. https://doi.org/10.1080/13504622.2011.637157

Oke, T. R., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. A. (2017). Urban Climates. Cambridge University Press.

Paivio, A. (1986). Mental representations: A dual coding approach. Oxford University Press.

Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology and Earth System Sciences, 11(5), 1633–1644. https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007

Raiyn, J. (2016). The role of visual learning in improving students' high-order thinking skills. Journal of Education and Practice, 7(24), 115–121.

Rohli, R. V., Joyner, T. A., Reynolds, S. J., & Ballinger, T. J. (2015). Overlap of global Köppen-Geiger climates, biomes, and soil orders. Physical Geography, 36(2), 158–175. https://doi.org/10.1080/02723646.2015.1016384

Rubel, F., & Kottek, M. (2010). Observed and projected climate shifts 1901–2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. Meteorologische Zeitschrift, 19(2), 135–141. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2010/0430

Stewart, I. D., & Oke, T. R. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. Bulletin of the American Meteorological Society, 93(12), 1879–1900. https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1

Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. Educational Psychology Review, 10(3), 251–296.

Tene, T., Marcatoma Tixi, J. A., Palacios Robalino, M. de L., Mendoza Salazar, M. J., Vacacela Gomez, C., & Bellucci, S. (2024). Integrating immersive technologies with STEM education: A systematic review. Frontiers in Education, 9, 1410163. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1410163

Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, 38(1), 55–94.

Timeline — The EU-UK withdrawal agreement. (n.d.). Council of the European Union. https://www.consilium.europa.eu/en/policies/eu-relations-with-the-united-kingdom/

UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals: Learning objectives. UNESCO.

Vinayak, B., Lee, H. S., Gedam, S., & Latha, R. (2022). Impacts of future urbanization on urban microclimate and thermal comfort over the Mumbai metropolitan region, India. Sustainable Cities and Society, 79, 103703. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103703

Voutsakis, E. (2024). Europe's climate map for students [Παραδοτέο έργου]. VR4Clima. https://vr4clima.eu/wp-content/uploads/2025/03/VR4Clima_Europes_Climate_Map_for_Students_VRCourse Part_Final.pdf

VR4Clima. (n.d.). VR4Clima: Virtual reality for climate education. https://vr4clima.eu/

World Bank. (n.d.). Climate Change Knowledge Portal. https://climateknowledgeportal.worldbank.org/

World Meteorological Organization. (2017). WMO guidelines on the calculation of climate normals (WMO-No. 1203). WMO.

Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. Journal of Educational Psychology, 105(2), 249–265. https://doi.org/10.1037/a0031311

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1059/2003 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 26ης Μαΐου 2003, για τη θέσπιση κοινής ονοματολογίας των εδαφικών στατιστικών μονάδων (NUTS). Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L 154, 1–41.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Στο παρόν παράρτημα παρατίθεται η πλήρης αντιστοίχιση των 311 περιφερειών NUTS2 που περιλήφθηκαν στον χάρτη. Για κάθε περιφέρεια δίνονται ο κωδικός NUTS, ο αντίστοιχος κωδικός της ταξινόμησης Köppen-Geiger και η τελική κλιματική ζώνη στην οποία εντάχθηκε στο απλοποιημένο σύστημα. Οι ονομασίες των χωρών και των κλιματικών ζωνών δίνονται στην αγγλική, με την ελληνική απόδοση σε παρένθεση. Οι περιφέρειες παρουσιάζονται ομαδοποιημένες ανά χώρα.

Α/Α	**Χώρα / Country**	**Περιφέρεια (NUTS2)**	**Κωδικός Köppen-Geiger**	**Κλιματική ζώνη / Climate Zone**
1	Belgium (Βέλγιο)	Région de Bruxelles-Capitale/Brussels Hoofdstedelijk Gewest	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
2	Belgium (Βέλγιο)	Prov. Antwerpen	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
3	Belgium (Βέλγιο)	Prov. Limburg (BE)	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
4	Belgium (Βέλγιο)	Prov. Oost-Vlaanderen	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
5	Belgium (Βέλγιο)	Prov. Vlaams-Brabant	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
6	Belgium (Βέλγιο)	Prov. West-Vlaanderen	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
7	Belgium (Βέλγιο)	Prov. Brabant wallon	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
8	Belgium (Βέλγιο)	Prov. Hainaut	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
9	Belgium (Βέλγιο)	Prov. Liège	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
10	Belgium (Βέλγιο)	Prov. Luxembourg (BE)	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
11	Belgium (Βέλγιο)	Prov. Namur	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
12	Bulgaria (Βουλγαρία)	Северозападен	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
13	Bulgaria (Βουλγαρία)	Северен централен	Dfa	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
14	Bulgaria (Βουλγαρία)	Североизточен	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
15	Bulgaria (Βουλγαρία)	Югоизточен	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
16	Bulgaria (Βουλγαρία)	Югозападен	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
17	Bulgaria (Βουλγαρία)	Южен централен	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
18	Czechia (Τσεχία)	Praha	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
19	Czechia (Τσεχία)	Střední Čechy	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
20	Czechia (Τσεχία)	Jihozápad	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
21	Czechia (Τσεχία)	Severozápad	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
22	Czechia (Τσεχία)	Severovýchod	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
23	Czechia (Τσεχία)	Jihovýchod	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
24	Czechia (Τσεχία)	Střední Morava	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
25	Czechia (Τσεχία)	Moravskoslezsko	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
26	Denmark (Δανία)	Hovedstaden	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
27	Denmark (Δανία)	Sjælland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
28	Denmark (Δανία)	Syddanmark	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
29	Denmark (Δανία)	Midtjylland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
30	Denmark (Δανία)	Nordjylland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
31	Germany (Γερμανία)	Stuttgart	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
32	Germany (Γερμανία)	Karlsruhe	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
33	Germany (Γερμανία)	Freiburg	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
34	Germany (Γερμανία)	Tübingen	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
35	Germany (Γερμανία)	Oberbayern	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
36	Germany (Γερμανία)	Niederbayern	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
37	Germany (Γερμανία)	Oberpfalz	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
38	Germany (Γερμανία)	Oberfranken	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
39	Germany (Γερμανία)	Mittelfranken	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
40	Germany (Γερμανία)	Unterfranken	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
41	Germany (Γερμανία)	Schwaben	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
42	Germany (Γερμανία)	Berlin	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
43	Germany (Γερμανία)	Brandenburg	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
44	Germany (Γερμανία)	Bremen	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
45	Germany (Γερμανία)	Hamburg	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
46	Germany (Γερμανία)	Darmstadt	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
47	Germany (Γερμανία)	Gießen	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
48	Germany (Γερμανία)	Kassel	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
49	Germany (Γερμανία)	Mecklenburg-Vorpommern	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
50	Germany (Γερμανία)	Braunschweig	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
51	Germany (Γερμανία)	Hannover	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
52	Germany (Γερμανία)	Lüneburg	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
53	Germany (Γερμανία)	Weser-Ems	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
54	Germany (Γερμανία)	Düsseldorf	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
55	Germany (Γερμανία)	Köln	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
56	Germany (Γερμανία)	Münster	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
57	Germany (Γερμανία)	Detmold	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
58	Germany (Γερμανία)	Arnsberg	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
59	Germany (Γερμανία)	Koblenz	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
60	Germany (Γερμανία)	Trier	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
61	Germany (Γερμανία)	Rheinhessen-Pfalz	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
62	Germany (Γερμανία)	Saarland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
63	Germany (Γερμανία)	Dresden	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
64	Germany (Γερμανία)	Chemnitz	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
65	Germany (Γερμανία)	Leipzig	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
66	Germany (Γερμανία)	Sachsen-Anhalt	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
67	Germany (Γερμανία)	Schleswig-Holstein	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
68	Germany (Γερμανία)	Thüringen	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
69	Estonia (Εσθονία)	Eesti	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
70	Ireland (Ιρλανδία)	Northern and Western	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
71	Ireland (Ιρλανδία)	Southern	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
72	Ireland (Ιρλανδία)	Eastern and Midland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
73	Greece (Ελλάδα)	Αττική	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
74	Greece (Ελλάδα)	Βόρειο Αιγαίο	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
75	Greece (Ελλάδα)	Νότιο Αιγαίο	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
76	Greece (Ελλάδα)	Κρήτη	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
77	Greece (Ελλάδα)	Ανατολική Μακεδονία, Θράκη	Csb	Mediterranean (Μεσογειακό)
78	Greece (Ελλάδα)	Κεντρική Μακεδονία	BSk	Arid (Ξηρό)
79	Greece (Ελλάδα)	Δυτική Μακεδονία	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
80	Greece (Ελλάδα)	Ήπειρος	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
81	Greece (Ελλάδα)	Θεσσαλία	BSk	Arid (Ξηρό)
82	Greece (Ελλάδα)	Ιόνια Νησιά	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
83	Greece (Ελλάδα)	Δυτική Ελλάδα	Csb	Mediterranean (Μεσογειακό)
84	Greece (Ελλάδα)	Στερεά Ελλάδα	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
85	Greece (Ελλάδα)	Πελοπόννησος	Csb	Mediterranean (Μεσογειακό)
86	Spain (Ισπανία)	Galicia	Csb	Mediterranean (Μεσογειακό)
87	Spain (Ισπανία)	Principado de Asturias	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
88	Spain (Ισπανία)	Cantabria	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
89	Spain (Ισπανία)	País Vasco	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
90	Spain (Ισπανία)	Comunidad Foral de Navarra	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
91	Spain (Ισπανία)	La Rioja	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
92	Spain (Ισπανία)	Aragón	BSk	Arid (Ξηρό)
93	Spain (Ισπανία)	Comunidad de Madrid	BSk	Arid (Ξηρό)
94	Spain (Ισπανία)	Castilla y León	Csb	Mediterranean (Μεσογειακό)
95	Spain (Ισπανία)	Castilla-La Mancha	BSk	Arid (Ξηρό)
96	Spain (Ισπανία)	Extremadura	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
97	Spain (Ισπανία)	Cataluña	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
98	Spain (Ισπανία)	Comunitat Valenciana	BSk	Arid (Ξηρό)

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
99	Spain (Ισπανία)	Illes Balears	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
100	Spain (Ισπανία)	Andalucía	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
101	Spain (Ισπανία)	Región de Murcia	BSk	Arid (Ξηρό)
102	France (Γαλλία)	Ile-de-France	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
103	France (Γαλλία)	Centre — Val de Loire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
104	France (Γαλλία)	Bourgogne	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
105	France (Γαλλία)	Franche-Comté	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
106	France (Γαλλία)	Basse-Normandie	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
107	France (Γαλλία)	Haute-Normandie	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
108	France (Γαλλία)	Nord-Pas de Calais	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
109	France (Γαλλία)	Picardie	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
110	France (Γαλλία)	Alsace	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
111	France (Γαλλία)	Champagne-Ardenne	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
112	France (Γαλλία)	Lorraine	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
113	France (Γαλλία)	Pays de la Loire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
114	France (Γαλλία)	Bretagne	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
115	France (Γαλλία)	Aquitaine	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
116	France (Γαλλία)	Limousin	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
117	France (Γαλλία)	Poitou-Charentes	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
118	France (Γαλλία)	Languedoc-Roussillon	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
119	France (Γαλλία)	Midi-Pyrénées	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
120	France (Γαλλία)	Auvergne	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
121	France (Γαλλία)	Rhône-Alpes	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
122	France (Γαλλία)	Provence-Alpes-Côte d'Azur	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
123	France (Γαλλία)	Corse	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
124	Croatia (Κροατία)	Panonska Hrvatska	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
125	Croatia (Κροατία)	Jadranska Hrvatska	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
126	Croatia (Κροατία)	Grad Zagreb	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
127	Croatia (Κροατία)	Sjeverna Hrvatska	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
128	Italy (Ιταλία)	Piemonte	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
129	Italy (Ιταλία)	Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
130	Italy (Ιταλία)	Liguria	Csb	Mediterranean (Μεσογειακό)
131	Italy (Ιταλία)	Lombardia	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
132	Italy (Ιταλία)	Abruzzo	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
133	Italy (Ιταλία)	Molise	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
134	Italy (Ιταλία)	Campania	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
135	Italy (Ιταλία)	Puglia	BSk	Arid (Ξηρό)
136	Italy (Ιταλία)	Basilicata	Csb	Mediterranean (Μεσογειακό)
137	Italy (Ιταλία)	Calabria	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
138	Italy (Ιταλία)	Sicilia	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
139	Italy (Ιταλία)	Sardegna	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
140	Italy (Ιταλία)	Provincia Autonoma di Bolzano/Bozen	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
141	Italy (Ιταλία)	Provincia Autonoma di Trento	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
142	Italy (Ιταλία)	Veneto	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
143	Italy (Ιταλία)	Friuli-Venezia Giulia	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
144	Italy (Ιταλία)	Emilia-Romagna	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
145	Italy (Ιταλία)	Toscana	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
146	Italy (Ιταλία)	Umbria	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
147	Italy (Ιταλία)	Marche	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
148	Italy (Ιταλία)	Lazio	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
149	Cyprus (Κύπρος)	Κύπρος	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
150	Latvia (Λετονία)	Latvija	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
151	Lithuania (Λιθουανία)	Sostinės regionas	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
152	Lithuania (Λιθουανία)	Vidurio ir vakarų Lietuvos regionas	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
153	Luxembourg (Λουξεμβούργο)	Luxembourg	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
154	Hungary (Ουγγαρία)	Budapest	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
155	Hungary (Ουγγαρία)	Pest	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
156	Hungary (Ουγγαρία)	Közép-Dunántúl	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
157	Hungary (Ουγγαρία)	Nyugat-Dunántúl	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
158	Hungary (Ουγγαρία)	Dél-Dunántúl	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
159	Hungary (Ουγγαρία)	Észak-Magyarország	Dfa	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
160	Hungary (Ουγγαρία)	Észak-Alföld	Dfa	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
161	Hungary (Ουγγαρία)	Dél-Alföld	Dfa	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
162	Malta (Μάλτα)	Malta	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
163	Netherlands (Ολλανδία)	Groningen	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
164	Netherlands (Ολλανδία)	Friesland (NL)	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
165	Netherlands (Ολλανδία)	Drenthe	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
166	Netherlands (Ολλανδία)	Overijssel	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
167	Netherlands (Ολλανδία)	Gelderland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
168	Netherlands (Ολλανδία)	Flevoland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
169	Netherlands (Ολλανδία)	Noord-Holland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
170	Netherlands (Ολλανδία)	Zeeland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
171	Netherlands (Ολλανδία)	Utrecht	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
172	Netherlands (Ολλανδία)	Zuid-Holland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
173	Netherlands (Ολλανδία)	Noord-Brabant	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
174	Netherlands (Ολλανδία)	Limburg (NL)	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
175	Austria (Αυστρία)	Burgenland	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
176	Austria (Αυστρία)	Niederösterreich	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
177	Austria (Αυστρία)	Wien	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
178	Austria (Αυστρία)	Kärnten	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
179	Austria (Αυστρία)	Steiermark	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
180	Austria (Αυστρία)	Oberösterreich	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
181	Austria (Αυστρία)	Salzburg	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
182	Austria (Αυστρία)	Tirol	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
183	Austria (Αυστρία)	Vorarlberg	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
184	Poland (Πολωνία)	Małopolskie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
185	Poland (Πολωνία)	Śląskie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
186	Poland (Πολωνία)	Wielkopolskie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
187	Poland (Πολωνία)	Zachodniopomorskie	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
188	Poland (Πολωνία)	Lubuskie	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
189	Poland (Πολωνία)	Dolnośląskie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
190	Poland (Πολωνία)	Opolskie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
191	Poland (Πολωνία)	Kujawsko-pomorskie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
192	Poland (Πολωνία)	Warmińsko-mazurskie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
193	Poland (Πολωνία)	Pomorskie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
194	Poland (Πολωνία)	Łódzkie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
195	Poland (Πολωνία)	Świętokrzyskie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
196	Poland (Πολωνία)	Lubelskie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
197	Poland (Πολωνία)	Podkarpackie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
198	Poland (Πολωνία)	Podlaskie	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
199	Poland (Πολωνία)	Warszawski stołeczny	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
200	Poland (Πολωνία)	Mazowiecki regionalny	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
201	Portugal (Πορτογαλία)	Norte	Csb	Mediterranean (Μεσογειακό)
202	Portugal (Πορτογαλία)	Algarve	Csb	Mediterranean (Μεσογειακό)
203	Portugal (Πορτογαλία)	Centro (PT)	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
204	Portugal (Πορτογαλία)	Grande Lisboa	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
205	Portugal (Πορτογαλία)	Península de Setúbal	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
206	Portugal (Πορτογαλία)	Alentejo	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
207	Portugal (Πορτογαλία)	Oeste e Vale do Tejo	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
208	Romania (Ρουμανία)	Nord-Vest	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
209	Romania (Ρουμανία)	Centru	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
210	Romania (Ρουμανία)	Nord-Est	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
211	Romania (Ρουμανία)	Sud-Est	BSk	Arid (Ξηρό)
212	Romania (Ρουμανία)	Sud-Muntenia	Dfa	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
213	Romania (Ρουμανία)	Bucureşti-Ilfov	Dfa	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
214	Romania (Ρουμανία)	Sud-Vest Oltenia	Dfa	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
215	Romania (Ρουμανία)	Vest	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
216	Slovenia (Σλοβενία)	Vzhodna Slovenija	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
217	Slovenia (Σλοβενία)	Zahodna Slovenija	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
218	Slovakia (Σλοβακία)	Bratislavský kraj	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
219	Slovakia (Σλοβακία)	Západné Slovensko	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
220	Slovakia (Σλοβακία)	Stredné Slovensko	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
221	Slovakia (Σλοβακία)	Východné Slovensko	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
222	Finland (Φινλανδία)	Länsi-Suomi	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
223	Finland (Φινλανδία)	Helsinki-Uusimaa	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
224	Finland (Φινλανδία)	Etelä-Suomi	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
225	Finland (Φινλανδία)	Pohjois- ja Itä-Suomi	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
226	Finland (Φινλανδία)	Åland	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
227	Sweden (Σουηδία)	Stockholm	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
228	Sweden (Σουηδία)	Östra Mellansverige	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
229	Sweden (Σουηδία)	Småland med öarna	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
230	Sweden (Σουηδία)	Sydsverige	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
231	Sweden (Σουηδία)	Västsverige	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
232	Sweden (Σουηδία)	Norra Mellansverige	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
233	Sweden (Σουηδία)	Mellersta Norrland	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
234	Sweden (Σουηδία)	Övre Norrland	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
235	Switzerland (Ελβετία)	Région lémanique	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
236	Switzerland (Ελβετία)	Espace Mittelland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
237	Switzerland (Ελβετία)	Nordwestschweiz	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
238	Switzerland (Ελβετία)	Zürich	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
239	Switzerland (Ελβετία)	Ostschweiz	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
240	Switzerland (Ελβετία)	Zentralschweiz	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
241	Switzerland (Ελβετία)	Ticino	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
242	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Tees Valley and Durham	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
243	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Northumberland and Tyne and Wear	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
244	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Cumbria	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
245	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Greater Manchester	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
246	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Lancashire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
247	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Cheshire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
248	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Merseyside	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
249	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	East Yorkshire and Northern Lincolnshire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
250	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	North Yorkshire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
251	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	South Yorkshire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
252	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	West Yorkshire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
253	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Derbyshire and Nottinghamshire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
254	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Leicestershire, Rutland and Northamptonshire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
255	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Lincolnshire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
256	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Herefordshire, Worcestershire and Warwickshire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
257	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Shropshire and Stafordshire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
258	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	West Midlands	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
259	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	East Anglia	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
260	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Bedfordshire and Hertfordshire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
261	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Essex	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
262	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Inner London — West	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
263	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Inner London — East	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
264	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Outer London — East and North East	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
265	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Outer London — South	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
266	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Outer London — West and North West	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
267	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Berkshire, Buckinghamshire and Oxfordshire	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
268	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Surrey, East and West Sussex	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
269	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Hampshire and Isle of Wight	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
270	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Kent	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
271	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Gloucestershire, Wiltshire and Bristol/Bath area	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
272	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Dorset and Somerset	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
273	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Cornwall and Isles of Scilly	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
274	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Devon	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
275	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	West Wales and The Valleys	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
276	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	East Wales	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
277	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	North Eastern Scotland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
278	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Highlands and Islands	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
279	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Eastern Scotland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
280	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	West Central Scotland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
281	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Southern Scotland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
282	United Kingdom (Ηνωμένο Βασίλειο)	Northern Ireland	Cfb	Oceanic (Ωκεάνιο)
283	Norway (Νορβηγία)	Vestlandet	ET	Polar (Πολικό)
284	Norway (Νορβηγία)	Innlandet	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
285	Norway (Νορβηγία)	Trøndelag	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
286	Norway (Νορβηγία)	Nord-Norge	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
287	Norway (Νορβηγία)	Oslo og Viken	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)
288	Norway (Νορβηγία)	Agder og Sør-Østlandet	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
289	Albania (Αλβανία)	Veri	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
290	Albania (Αλβανία)	Qender	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
291	Albania (Αλβανία)	Jug	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
292	Türkiye (Τουρκία)	İstanbul	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
293	Türkiye (Τουρκία)	Tekirdağ, Edirne, Kırklareli	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
294	Türkiye (Τουρκία)	Balıkesir, Çanakkale	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
295	Türkiye (Τουρκία)	İzmir	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
296	Türkiye (Τουρκία)	Aydın, Denizli, Muğla	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
297	Türkiye (Τουρκία)	Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
298	Türkiye (Τουρκία)	Bursa, Eskişehir, Bilecik	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
299	Türkiye (Τουρκία)	Kocaeli, Sakarya, Düzce, Bolu	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
300	Türkiye (Τουρκία)	Ankara	BSk	Arid (Ξηρό)
301	Türkiye (Τουρκία)	Konya, Karaman	BSk	Arid (Ξηρό)
302	Türkiye (Τουρκία)	Antalya, Isparta, Burdur	Csa	Mediterranean (Μεσογειακό)
303	Türkiye (Τουρκία)	Zonguldak, Karabük, Bartın	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
304	Iceland (Ισλανδία)	Iceland	ET	Polar (Πολικό)
305	Serbia (Σερβία)	City of Belgrade	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
306	Serbia (Σερβία)	Aut. Province of Vojvodina	Cfa	Oceanic (Ωκεάνιο)
307	Serbia (Σερβία)	Region Šumadije i Zapadne Srbije	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))

A/A	Χώρα / Country	Περιφέρεια (NUTS2)	Κωδικός Köppen-Geiger	Κλιματική ζώνη / Climate Zone
308	Serbia (Σερβία)	Region Južne i Istočne Srbije	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
309	North Macedonia (Βόρεια Μακεδονία)	North Macedonia	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
310	Montenegro (Μαυροβούνιο)	Montenegro	Dfb	Continental (Ψυχρό (Ηπειρωτικό))
311	Liechtenstein (Λιχτενστάιν)	Liechtenstein	Dfc	Subpolar (Υποπολικό)

Πίνακας Ι: Οι 311 περιφέρειες NUTS2 και η αντίστοιχη κλιματική τους ζώνη