

ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΡΕΥΝΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

*ΤΕΧΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ*

# ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΔΑΣΙΚΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ



υπό  
Γκουβά Μάρκου  
Σακελλαρίου Νικόλαου

*Αριθμός Δημοσιεύματος: 1/2011*

ΑΘΗΝΑ 2011

© 2011 Μάρκος Α. Γκουβάς,  
Νικόλαος Κ. Σακελλαρίου

**Δρ. Μάρκος Α. Γκουβάς**

Πρεμετής 3, 16121 Αθήνα  
Τηλ. 210-7245248, 697-6485545  
Email: [tasmargk@otenet.gr](mailto:tasmargk@otenet.gr)  
[markosgk1@gmail.com](mailto:markosgk1@gmail.com)

**Δρ. Νικόλαος Κ. Σακελλαρίου**

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ινστιτούτο Ερευνών  
Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης, Ι. Μεταξά & Βασ.  
Πάυλου, Τ.Κ. 152 36, Π. Πεντέλη, Αθήνα

**ISBN: 978-960-93-2958-3**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	3
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	22
3.1. Κλιματικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεση και τη γεωγραφική διανομή της βλάστησης	22
Φως, ηλιοφάνεια, νέφωση, ομίχλη	22
Θερμοκρασία του περιβάλλοντος	31
Εκτίμηση θερμοκρασιών στον ελλαδικό χώρο	44
Μέσο ημερήσιο θερμομετρικό εύρος (ΗΘΕ)	86
Κατακρημνίσματα, εξατμισοδιαπνοή, υγρασία εδάφους	91
Εκτίμηση των κατακρημνισμάτων (υετού) στον ελλαδικό χώρο	99
Σχετική υγρασία του αέρα	139
Άλλοι κλιματικοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν την ευδοκίμηση των διαφόρων δασοπονικών ειδών και την σύνθεση της βλάστησης	145
3.2 Σχέση των διαφόρων κλιματικών κατατάξεων, δεικτών και μεταβλητών με τη δασική βλάστηση της Ελλάδας	153
Διαγράμματα Bagnouls-Gausson	167
Βιοκλιματική κατάταξη UNESCO-FAO και ομβροθερμικό πηλίκο Ρε/Μ του Emberger	169
Κλιματική ταξινόμηση Köppen	173
Κλιματική ταξινόμηση Thornthwaite και βιοκλιματική ταξινόμηση Emberger	176
Holdridge's life zones και κλιματικό διάγραμμα Rivas-Martinez	195
Κλιματοδασικές ζώνες του Mayr και δείκτης ξηρότητας De Martone	198
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	206
5. ΠΕΡΙΛΗΨΗ-SUMMARY	226
ΑΝΑΦΟΡΕΣ	229

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επί της γης διανομή των διαφόρων φυτικών ειδών και, κατ' επέκταση, των διαφόρων μορφών βλάστησης δεν είναι τυχαία. Η ύπαρξη, σύνθεση και ευδοκίμηση ή καταστροφή αυτών εξαρτάται από ορισμένους φυσικούς παράγοντες, όπως το κλίμα, το έδαφος, τον υπόλοιπο φυτικό και ζωικό κόσμο, καθώς και από τον άνθρωπο (Κοντός 1921). Ουσιαστικά, όμως, εξαιρώντας την ανθρώπινη επίδραση, μόνο το κλίμα και το έδαφος αποτελούν τους παράγοντες εξάπλωσης κάθε είδους φυτού, διότι οι λεγόμενοι βιοτικοί παράγοντες εξάπλωσης, όπως οι ασθένειες, οι βλάβες από έντομα και άλλα ζώα, οι σχέσεις ανταγωνισμού, συναγωνισμού, συμβίωσης κλπ με άλλα φυτικά είδη (Ντάφης 1986, Καϊλίδης 1990α και 1991) εξαρτώνται και αυτοί με τη σειρά τους πρωτίστως από το κλίμα και δευτερευόντως από το έδαφος. Σημειωτέον, ότι το κλίμα αποτελεί ταυτόχρονα έναν από σπουδαιότερους και βασικότερους παράγοντες σχηματισμού του εδάφους (Μαυρομμάτης 1973α, Nakos 1984, Παπαμίχος 1990). Βάσει των παραπάνω, το κλίμα και το έδαφος αποτελούν τους κυριότερους παράγοντες εξάπλωσης και διανομής των διαφόρων μορφών βλάστησης σε παγκόσμια κλίμακα.

Οι προφανείς σχέσεις κλίματος-βλάστησης κέντρισαν από πολύ νωρίς το ενδιαφέρον των διαφόρων ερευνητών (κλιματολόγων, δασολόγων, γεωπόνων και φυσιολογιστών). Ήδη από τις αρχές του 20ου αιώνα ο ρωσικής καταγωγής Γερμανός Βιολόγος Wladimir Kōrpen, σε μια προσπάθειά του να συσχετίσει το κλίμα με τη βλάστηση, πραγματοποιεί μια κατάταξη των κλιμάτων της Γης, η οποία βασίζεται στις ετήσιες και μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα και της βροχόπτωσης (Φλόκας 1990).

Την ίδια εποχή ή και λίγο νωρίτερα ο καθηγητής Η. Mayr βάσει ιδίων μελετών, τις οποίες ενήργησε κατά τα πολλά παγκόσμια ταξίδια του και μετά μακρά διαμονή του εκτός Γερμανίας, δεχόμενος ως ύψος δένδρων δυναμένων να συγκροτήσουν δάσος το ύψος των 8 m., κατέληξε στη διάκριση των λεγόμενων Κλιματοδασικών Ζωνών (ή δασικών ζωνών ανταποκρινομένων σε ορισμένα κλίματα). Για κάθε μια από τις Κλιματοδασικές του Ζώνες, τις οποίες ονόμασε με τη βοήθεια του ονόματος του χαρακτηριστικού δασικού είδους ή γένους προσθέτοντας την κατάληξη -etum (π.χ. Fagetum), προσδιόρισε το κλιματικό περιβάλλον βάσει των μέσων τιμών θερμοκρασίας, βροχόπτωσης και σχετικής υγρασίας του αέρα κατά τη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου Μαΐου-Αυγούστου, σε συνδυασμό με τη μέση ετήσια και την απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία, καθώς και τους μήνες εμφάνισης πρώτου και τελευταίου παγετού (Κοντός 1909, Μουλόπουλος 1965β). Οι τιμές αυτές, ιδίως εκείνες της θερμοκρασίας, αν και σε μεγάλο βαθμό επιτυχείς, τουλάχιστον για τη χώρα μας και την Ευρώπη, όπως θα δειχθεί στη συνέχεια, τέθηκαν προοδευτικά σε αχρηστία. Κατά τον Μουλόπουλο (1965β), ο κύριος λόγος, που συντέλεσε σε αυτό, είναι ότι οι Κλιματοδασικές Ζώνες του Mayr, μη λαμβάνοντας υπόψη τις φυτοκοινωνίες, παρά ορισμένα μόνον δασικά είδη, μη διακρίνοντας τις κλιματικές από τις εδαφικές διαπλάσεις, θεωρώντας για όλα τα κλίματα βλαστητική περίοδο το τετράμηνο Μαΐου-Αυγούστου και κατατάσσοντας στην ίδια δασική ζώνη περιοχές με τελείως διαφορετικά ύψη βροχής, ελάμβαναν υπόψη το περιβάλλον ανεπαρκώς. Πέραν αυτών, όμως, δεν πρέπει να λησμονείται, ότι εκείνη την εποχή το δίκτυο των μετεωρολογικών σταθμών, τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο ήταν πολύ αραιότερο σε σχέση με σήμερα και δεν είναι διόλου απίθανο οι τιμές των κλιματικών παραμέτρων, που καθορίστηκαν τότε ως όρια των διαφόρων τύπων βλάστησης, να προέρχονταν από μη πραγματικά αντιπροσωπευτικούς μετεωρολογικούς σταθμούς.



Έτσι, οι Κλιματοδασικές Ζώνες του Mayr λησμονήθηκαν τις τελευταίες δεκαετίες και αντί αυτών χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά σε μελέτες της βλάστησης η βιοκλιματική κατάταξη του Emberger, μαζί με την κλιματική ταξινόμηση Köppen, το ομβροθερμικό διάγραμμα Bagnouls-Gausse και τη βιοκλιματική κατάταξη UNESCO-FAO (βλ. Κωνσταντινίδη 1990, Αθανασιάδη κ.ά. 1991, Θεοδωρόπουλο 1991, Αθανασιάδη κ.ά. 1992β, Δημόπουλο 1993, Δελλά 2000, Γκουβά 2001, Chasapis et al. 2004, Γερασιμίδα και Κοράκη 2005).

Μειονέκτημα της κλιματικής ταξινόμησης του Köppen, όσον αφορά τις σχέσεις κλίματος-βλάστησης σε τοπικό επίπεδο, μπορεί να θεωρηθεί η αδρομερής διάκριση των κλιμάτων από θερμοκρασιακής σκοπιάς. Το μειονέκτημα της βιοκλιματικής ταξινόμησης του Emberger συνίσταται στη χρησιμοποίηση μόνο της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα για τη διάκριση των βιοκλιματικών ορόφων, καθώς και στην εφαρμογή της μόνο σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα (Μαυρομμάτης 1980α), το οποίο απαντάται σε σχετικά μικρή έκταση της επιφάνειας της Γης, αφού η εμφάνιση του ελάχιστου των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του θέρους αποτελεί την εξαίρεση και όχι τον κανόνα (Holdridge 1967). Με τη βοήθεια της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα επιτυγχάνεται, βέβαια, ικανοποιητική προσέγγιση των ορίων μεταξύ διαφορετικών τύπων βλάστησης, αλλά και μεμονωμένων ειδών (Μαυρομμάτης 1980α), προφανώς διότι σχετίζεται με την επίδραση των παγετών επί των φυτών (Nahal 1981). Δεν μπορεί να εξηγηθεί όμως, γιατί π.χ. η ελάτη και η μαύρη πεύκη δεν κατέρχονται στις πεδιάδες της κεντρικής και βόρειας Ελλάδας, όπου ο χειμώνας είναι το ίδιο ψυχρός ή και ψυχρότερος από πολλές ορεινές τοποθεσίες της Πελοποννήσου με τέτοια δάση. Γίνεται φανερό, ότι στην περίπτωση αυτή παίζει ρόλο και η μέση μέγιστη ή η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα ή και ολόκληρου του έτους, παράγοντες που δεν λαμβάνονται υπόψη από τη βιοκλιματική κατάταξη Emberger. Μειονεκτήματα, που θα αναφερθούν αργότερα, παρουσιάζει και το ομβροθερμικό διάγραμμα Bagnouls-Gausse, όπως και η βιοκλιματική κατάταξη UNESCO-FAO.

Πάντως, παρά τις αναμφισβήτητες σχέσεις κλίματος-βλάστησης και παρά την παράθεση πλήθους κλιματολογικών δεδομένων στις διάφορες ερευνητικές εργασίες, τις σχετικές με βλάστηση και χλωρίδα, οι ερευνητές αποφεύγουν να καθορίσουν με συγκεκριμένες τιμές κλιματικών παραμέτρων το κλιματικό περιβάλλον μέσα στο οποίο ευδοκμούν τα διάφορα είδη ή οι φυτοκοινωνίες. Αυτό συμβαίνει, ακριβώς διότι δεν έχει ακόμα αποσαφηνισθεί, ποιες είναι αυτές οι κλιματικές μεταβλητές, που καθορίζουν την εξάπλωση των διαφορών φυτικών ειδών. Ένας λόγος θα μπορούσε να είναι, ότι μέχρι την εποχή εμφάνισης των ηλεκτρονικών υπολογιστών, δεν ήταν εύκολο να εκτιμηθούν οι θερμοκρασίες και οι βροχοπτώσεις σε περιοχές χωρίς μετεωρολογικούς σταθμούς, ιδιαίτερα στις ορεινές και συνεπώς ήταν ανέφικτη η πληρέστερη εξέταση της αξιοπιστίας των μέχρι τότε προτεινόμενων, για την περιγραφή των σχέσεων κλίματος-βλάστησης, κλιματικών δεικτών και μεταβλητών. Με τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι πλέον εφικτή η επεξεργασία πληθώρας κλιματικών δεδομένων, εξαγωγής εξισώσεων παλινδρόμησης και χαρτών διανομής των κλιματικών μεταβλητών με τη βοήθεια αντικειμενικών μεθόδων παρεμβολής, οπότε αυτό το εμπόδιο παρακάμπτεται. Άλλος σημαντικός λόγος θα μπορούσε να είναι η εξέλιξη του κλάδου της Δασικής Γενετικής, ο οποίος δίνοντας υπέρμετρη έμφαση στις διαφοροποιήσεις των διαφόρων φυλών, προελεύσεων κλπ κάθε δασοπονικού είδους προκαλεί μάλλον σύγχυση στους ασχολούμενους με τη φυτογεωγραφία, εξαιτίας της εντύπωσης ενός χαοτικού συνόλου περιβαλλοντικών και γενετικών παραγόντων επιδρώντων στην γεωγραφική εξάπλωση των φυτών.

Σκοπός, επομένως, αυτής της μελέτης, στοιχεία της οποίας ανευρίσκει κανείς σε προηγούμενες εργασίες των συγγραφέων (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2002, Γκουβάς κ.ά. 2007, Γκουβάς κ.ά. 2008, Γκουβάς και Θεοδωρόπουλος 2009) είναι η συμβολή στην αποσαφήνιση των σχέσεων κλίματος και βλάστησης και πιο συγκεκριμένα, των κλιματικών εκείνων παραγόντων, που επηρεάζουν την γεωγραφική εξάπλωση των φυτών, ώστε τα εξαγόμενα συμπεράσματα να αποβούν χρήσιμα και πρακτικά, κυρίως στους δασολόγους της χώρας μας, όσον αφορά τις αναδάσώσεις, τη διαχείριση και την προστασία των δασών, αλλά και το αντίστροφο. Δηλαδή, από την σύνθεση της βλάστησης μιας περιοχής να εξάγονται αμέσως ασφαλή συμπεράσματα για το κλίμα της. Επιπλέον σκοπός είναι ναδειχθεί, ότι το κλιματικό περιβάλλον, το καθορίζει την εξάπλωση των φυτών, προσδιορίζεται από γνωστές κλιματικές μεταβλητές, εύκολα υπολογιζόμενες από τα πλέον κοινά κλιματικά δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών παγκοσμίως. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης μπορούν να φανούν χρήσιμα και στην έρευνα της ενδεχόμενης αλλαγής των τύπων βλάστησης της χώρας μας εξαιτίας κλιματικών αλλαγών, πράγμα ανέφικτο αν δεν καθοριστούν, έστω και προσεγγιστικά, οι τιμές των κλιματικών παραγόντων στα όρια εξάπλωσης των διαφόρων φυτικών ειδών. Στόχος, των συγγραφέων αυτής της μελέτης είναι και η ανάδειξη της τεράστιας και αναλλοίωτης στο χρόνο αξίας των σχετικών μελετών, που χρησιμοποιήθηκαν ως βιβλιογραφικές πηγές, παρά την παλαιότητα και τις τυχόν ελλείψεις και σφάλματά τους, καθώς και η παρότρυνση των συναδέλφων ερευνητών για συνέχιση της έρευνας, ιδιαίτερα στα σημεία που η παρούσα μελέτη δεν μπόρεσε να διαλευκάνει.

## 2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για τη μελέτη της καλής ή όχι σχέσης των διαφόρων κλιματικών μεταβλητών, δεικτών και κατατάξεων με τη δασική βλάστηση της χώρας μας, χρησιμοποιήθηκαν τα κλιματικά δεδομένα 515 μετεωρολογικών σταθμών από όλη την Ελλάδα. Από το σύνολο των 515 σταθμών, οι 341 ήταν βροχομετρικοί. Από τους υπόλοιπους 174 σταθμούς, που διέθεταν και δεδομένα θερμοκρασίας αέρα, στους 159 ήταν γνωστές οι τιμές της μέσης μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας και στους 15 μόνο η μέση μηνιαία θερμοκρασία. Επιπλέον κλιματικά δεδομένα (Σχετική υγρασία αέρα, νέφωση, άνεμος, μέσος μηνιαίος αριθμός ημερών παγετού, καταιγίδας κλπ) ήταν διαθέσιμα μόνο για 94 σταθμούς της EMY.

Τα κλιματικά δεδομένα των σταθμών, που χρησιμοποιήθηκαν, προέρχονται κυρίως από τις παρακάτω πηγές: Μαριολόπουλος (1960), Μαριολόπουλος και Καραπιπέρης (1955), Μαριολόπουλος κ.ά. (1987), Μάρκου-Ιακωβάκη και Λιώκη-Λειβαδά-Τσελεπιδάκι (1975), Μπαλαφούτης (1977), Ανδρεάκος (1978), Νικολάκης (1985), Μπόλτσης (1986), Κανδήλης (1988), Σούλης (1994), Νάστος (1995), Παγώνης (1998) και Στάθης (1998). Δεδομένα μεμονωμένων σταθμών ελήφθησαν από τις παρακάτω εργασίες: Αθανασιάδης και Δρόσος (1990), Ελευθεριάδου (1992), Αθανασιάδης κ.ά. (1992α), Αθανασιάδης κ.ά. (1993), Ελευθεριάδου κ.ά. (1995), Θεοδωρόπουλος κ.ά. (2001) και Τσιριπίδης (2001). Τα δεδομένα αυτά αφορούν μετεωρολογικούς σταθμούς, που λειτούργησαν για τουλάχιστον 10 έτη. Σε ελάχιστες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα σταθμών με περίοδο λειτουργίας μικρότερης των 10 ετών για κάλυψη περιοχών ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και μόνον εφόσον τα στοιχεία τους θεωρήθηκαν αξιόπιστα. Μειονέκτημα, κυρίως όσον αφορά τα κατακρημνίσματα, μπορεί να θεωρηθεί το γεγονός, ότι άλλοι σταθμοί λειτούργησαν στην αρχή του 20ου αιώνα, άλλοι στα μέσα και άλλοι στα τέλη αυτού.

Για τους 341 σταθμούς, που δεν διέθεταν μετρήσεις θερμοκρασίας ή, σπανιότερα, όταν οι μετρήσεις θερμοκρασίας κάποιων σταθμών βρέθηκαν εσφαλμένες, εκτιμήθηκαν οι μηνιαίες και ετήσιες τιμές της μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα μέσω των εξισώσεων παλινδρόμησης των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002). Σε όλες τις περιπτώσεις, η μέση μηνιαία θερμοκρασία υπολογίστηκε από το ημίθροισμα της μέσης μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας κάθε σταθμού, που, τουλάχιστον για την Αθήνα, ελάχιστα αποκλίνει ( $0,1^{\circ}\text{C}$ - $0,2^{\circ}\text{C}$ ), από την αληθή ημερήσια μέση θερμοκρασία (Νάστος 1995, αναφερόμενος σε Αιγινίτη 1908).

Τα δεδομένα κάθε μετεωρολογικού σταθμού θεωρήθηκαν αντιπροσωπευτικά του κλίματος μιας ευρύτερης περιοχής, η οποία εκτείνεται μέχρι απόσταση 5 km από το σταθμό, στο ίδιο, βέβαια, υψόμετρο. Για τον καθορισμό του είδους της βλάστησης της ευρύτερης περιοχής κάθε μετεωρολογικού σταθμού χρησιμοποιήθηκαν οι δασικοί χάρτες κλίμακας 1:200000 και, για τις περιοχές που αυτοί δεν ήταν διαθέσιμοι, οι δασικοί χάρτες κλίμακας 1:1000000 της Δασικής Υπηρεσίας. Λαμβάνοντας υπόψη κυρίως τα συγγράμματα των: Κοντός (1909), Ντάφης (1973), Horvat et al. (1974), Barbero et Quezel (1976), Barbero et Quezel (1980), Brofas et al. (2006) θεωρήθηκε, ότι οι διάφορες κατηγορίες των -διακρινόμενων στους δασικούς χάρτες- δασών και θαμνώνων της Ελλάδας, αναπτύσσονται σε 8 διαφορετικές **Δασικές Κλιματικές Ζώνες** (με συντομογραφία **ΔΚΖ**), όρος δανειζόμενος από τον Κοντό (1921), στις οποίες και ομαδοποιήθηκαν. Να διευκρινιστεί, ότι δεν κατέστη δυνατό να χρησιμοποιηθούν οι ταξινομήσεις της δυνητικής βλάστησης της Ελλάδας κατά Ντάφη (1973), Horvat et al. (1974) ή Quezel et Barbero (1975), εξαιτίας της μη λεπτομερούς χαρτογράφησης των μονάδων βλάστησης στις περιοχές με έντονο ανάγλυφο.

Οι 8 Δασικές Κλιματικές Ζώνες, που προέκυψαν, διαφοροποιούνται ελαφρώς σε σχέση με εκείνες του Κοντού (1921), ώστε να υπάρχει αντιστοιχία με τη γνωστή σε όλους ταξινόμηση της δασικής βλάστησης της Ελλάδας κατά Ντάφη (1973), η δε σειρά τους από την ξηροθερμοβιότερη μέχρι την υγροψυχροβιότερη ΔΚΖ δίνεται στον πίνακα 1<sup>1</sup>. Είναι φανερό, πως η εν λόγω κατάταξη της δασικής βλάστησης της Ελλάδας συνδυάζει την ευχρηστία και την ακρίβεια των δασικών χαρτών κλίμακας 1:200000 και 1:1000000 της Δασικής Υπηρεσίας με την ταξινόμηση της βλάστησης κατά Ντάφη (1973) και Horvat et al. (1974), ελαφρώς τροποποιημένης στον βαθμό που απαιτείται, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με τη βλάστηση και τη χλωρίδα κάθε περιοχής. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να αξιοποιηθούν και τα υπολείμματα της βλάστησης για τον καθορισμό της σε μια περιοχή. Εκτός αυτού, με τη χρήση της έννοιας της Δασικής Κλιματικής Ζώνης, η οποία απαρτίζεται από ομάδες δασικών δέντρων και θάμνων εχόντων τις ίδιες περίπου κλιματικές απαιτήσεις (Κοντός 1921), όπως συμπεραίνεται τουλάχιστον από τη γεωγραφική τους εξάπλωση, αποφεύγεται η σύγχυση που προκαλείται από τις διάφορες φυτοκοινωνιολογικές έννοιες (φυτοκοινωνίες, διαπλάσεις κ.λπ.) και τα πολλά συνταξινομικά προβλήματα (π.χ. τα δάση κεφαλληνιακής ελάτης ανήκουν στις κλάσεις *Quercetalia ilicis* και *Quercetalia pubescentis* σύμφωνα με τους Barbero et Quezel (1976), ενώ κατά τον Ντάφη (1973) εντάσσονται με επιφύλαξη στην *Fagetalia*).

Πολύτιμη βοήθεια για την τελική διάκριση των ελληνικών ΔΚΖ από χλωριδικής πλευράς, όπως αυτή παρουσιάζεται στον πίνακα 1, καθώς και τον καθορισμό του είδους της βλάστησης πολλών μετεωρολογικών σταθμών, πέρα από

<sup>1</sup> Η ονοματολογία των φυτών είναι σύμφωνα με εκείνη του βιβλίου Δασικής Βοτανικής του Αθανασιάδη (1986α), ώστε να είναι οικεία στους σημερινούς έλληνες δασολόγους.

**Πίνακας 1:** Διάκριση και περιγραφή των ελληνικών Δασικών Κλιματικών Ζωνών (ΔΚΖ).

Δασική Κλιματική Ζώνη	Συντομο- -γραφία	Περιγραφή	Αντιστοιχία με ταξινόμηση της δασικής βλάστησης της Ελλάδας κατά Ντάφη (1973)
Θερμότερη και ξηρότερη ζώνη αειφύλλων πλατυφύλλων	ΔΚΖ1	Θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων με σχίνο ( <i>Pistacia lentiscus</i> ), αγριελιά ( <i>Olea europaea</i> var. <i>silvestris</i> ) ή χαρουπιά ( <i>Ceratonia siliqua</i> ), <u>χωρίς όμως την παρουσία φυτικών ειδών της ΔΚΖ2</u> , καθώς και δάση χαλεπίου πεύκης ( <i>Pinus halepensis</i> ), τραχειάς πεύκης ( <i>Pinus brutia</i> ) ή κυπαρισσιού ( <i>Cupressus sempervirens</i> ) με υπόροφο ίδιας σύνθεσης.	Oleo-Ceratonion
Υγρότερη ζώνη αειφύλλων πλατυφύλλων	ΔΚΖ2	Θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων με αριά ( <i>Quercus ilex</i> ), κουμαριά ( <i>Arbutus unedo</i> ), γλιστροκουμαριά ( <i>Arbutus andrachne</i> ), δενδρώδες ρείκι ( <i>Erica arborea</i> ), καθώς και δάση χαλεπίου πεύκης ( <i>Pinus halepensis</i> ), τραχειάς πεύκης ( <i>Pinus brutia</i> ), κυπαρισσιού ( <i>Cupressus sempervirens</i> ), αριάς ( <i>Quercus ilex</i> ), βαλανιδιάς ( <i>Quercus macrolepis</i> ) ή χνοόδου δρυός ( <i>Quercus pubescens</i> ) με υπόροφο ίδιας σύνθεσης. Στα προαναφερόμενα είδη μάλλον πρέπει να συμπεριληφθούν το σπάρτο ( <i>Spartium junceum</i> ) και η κουτσουπιά ( <i>Cercis siliquastrum</i> )	Quercion ilicis
Ψυχρότερη ζώνη αειφύλλων πλατυφύλλων	ΔΚΖ3	Θαμνώνες αειφύλλων πλατυφύλλων με κυρίαρχο είδος το πουρνάρι ( <i>Quercus coccifera</i> ), συνήθως μαζί με φιλλύκι ( <i>Phillyrea latifolia</i> ), αιθαλές σφενδάμι ( <i>Acer sempervirens</i> ) ή ανατολικό γαύρο ( <i>Carpinus orientalis</i> ), <u>χωρίς όμως την παρουσία φυτικών ειδών που χαρακτηρίζουν τις προηγούμενες ΔΚΖ</u> , καθώς και δάση χαλεπίου πεύκης ( <i>Pinus halepensis</i> ), τραχειάς πεύκης ( <i>Pinus brutia</i> ) ή κυπαρισσιού ( <i>Cupressus sempervirens</i> ) με υπόροφο ίδιας σύνθεσης.	Ostryo-Carpinion
Θερμότερη ζώνη φυλλοβόλων πλατυφύλλων	ΔΚΖ4	Δάση πλατυφύλλου δρυός ( <i>Quercus conferta</i> ), απόδισκου δρυός ( <i>Quercus petraea</i> ), ποδισκοφόρου δρυός ( <i>Quercus pedunculata</i> ), τσέρου ( <i>Quercus cerris</i> ) ή καστανιάς ( <i>Castanea sativa</i> ).	Quercion confertae
Ζώνη ορεινών παραμεσογείων κωνοφόρων	ΔΚΖ5	Δάση ελάτης ( <i>Abies cephalonica</i> ή <i>Abies borissii regis</i> ) ή δάση μαύρης πεύκης ( <i>Pinus nigra</i> )	Abietion cephalonicae, Pinion nigrae
Ψυχρότερη ζώνη φυλλοβόλων πλατυφύλλων	ΔΚΖ6	Δάση οξιάς ( <i>Fagus silvatica</i> , <i>Fagus moesiaca</i> ή <i>Fagus orientalis</i> ) και μικτά δάση αυτής με είδη των προηγούμενων ΔΚΖ.	Fagion moesiacae
Ζώνη ψυχροβίων κωνοφόρων	ΔΚΖ7	Δάση δασικής πεύκης ( <i>Pinus silvestris</i> ), ερυθρελάτης ( <i>Picea excelsa</i> ), σημύδας ( <i>Betula pendula</i> ) ή λευκόδερμης πεύκης ( <i>Pinus leucodermis</i> ) και μικτά δάση αυτών με είδη των προηγούμενων ΔΚΖ.	Vaccinio-Picetalia
Αλπική και ψευδαλπική ζώνη	ΔΚΖ8	Εξωδασική ζώνη υψηλών ορέων	Astragalo-Acantholimone-talia

την προαναφερθείσα δασική βιβλιογραφία και τους χάρτες της Δασικής Υπηρεσίας, προσέφερε η επικουρική χρήση των κάτωθι βιβλίων και εργασιών (εδώ για ευκολία η σειρά είναι αλφαβητική κι όχι χρονολογική): Αθανασιάδης (1986α), Αθανασιάδης και Γερασιμίδης (1985), Αθανασιάδης και Δρόσος (1990), Αθανασιάδης κ.ά. (1991), Αθανασιάδης κ.ά. (1992α), Αθανασιάδης κ.ά. (1998), Βαλαβάνης (1956), Γερασιμίδης και Κοράκης (2005), Γκουβάς (2001), Γραικιώτης (1961), Γρηγοριάδης και Ελευθεριάδης (1999), Γρηγοριάδης κ.ά. (2002), Γρίσπος (1967), Γώγος (1978), Debazac (1970), Debazac και Μαυρομμάτης (1969), Debazac και Μαυρομμάτης (1971), Δημόπουλος (1993), Διαπούλης (1939), Διαπούλης (1950), Ζαχάρης (1983), Θεοδωρόπουλος (1991), Θεοδωρόπουλος (1996), Κατσάνος (1933), Κωνσταντινίδης (1997), Κωνσταντινίδης (1990), Κωνσταντινίδης (1995), Κωνσταντινίδης και Χατζηφιλιππίδης (1993), Λαυρεντιάδης (1961), Μαρκόπουλος (1926), Μαυρομμάτης (1972), Μαυρομμάτης (1973β), Μαυρομμάτης (1974), Μαυρομμάτης (1975), Μαυρομμάτης (1976), Μαυρομμάτης (1979), Μαυρομμάτης (1980β), Μαυρομμάτης (1984), Μπένος (1934), Μπρόφας και Καρέτσος (1992), Ντάφης (1989), Ντάφης και Σμύρης (1981), Οικονομίδου (1969), Παπαϊωάννου (1940), Παπαϊωάννου (1948), Παπάτσου (1975), Παυλίδης (1976), Ρούσος (1994), Σαρλής (1981), Σαρλής (1994), Σμύρης κ.ά. (1989), Σμύρης κ.ά. (1992), Στεφανάκη-Νικηφοράκη (1981), Τριανταφυλλίδης (1959), Τσιτσώνη (1991), Τσιτσώνη και Ζάγκας (1988), Φοίτος (1960), Χριστοδουλάκης (1986), Bergmeier (1990), Bergmeier (1995), Bolos et al. (1996), Chasapis et al. (2004), Gehu et al. (1989), Krause et al. (1963), Lavrentiades (1969), Lavrentiades (1976), Papanikolaou and Sarlis (1991), Quezel (1964), Raus (1979), Regel (1943), Rothmaler (1944), Strid and Tan (1997), Theocharopoulos (1983), Zohary and Orshan (1965).

Επειδή στην ευρύτερη περιοχή των ορεινών μετεωρολογικών σταθμών μπορεί να συνυπάρχουν 2 ή 3 ΔΚΖ, όπου για το ίδιο υψόμετρο άλλη ΔΚΖ αναπτύσσεται στις πλαγιές με νότιο προσανατολισμό και άλλη σε πλαγιές με βόρειο προσανατολισμό, θεωρήθηκε σκόπιμο η βλάστηση κάθε σταθμού να αντιπροσωπεύεται από τη ΔΚΖ με τη μεγαλύτερη σημασία από κλιματικής σκοπιάς, συνήθως αυτήν με το μεγαλύτερο ψηφίο του πίνακα 1 και άσχετα αν καταλαμβάνει μεγάλη ή μικρή έκταση. Έτσι π.χ. σε υψόμετρα 600-1000 m ορισμένων βουνών της νότιας Ελλάδας και σε πλαγιές με βόρειο προσανατολισμό μπορεί να αναπτύσσονται δάση ελάτης, στις πλαγιές με νότιο προσανατολισμό θαμνώνες με πουρνάρι και φιλλύκι, ενώ σε οροπέδια δάση πλατυφύλλου δρυός. Σε αυτή την περίπτωση κρίνεται σκόπιμο η βλάστηση της περιοχής να αντιπροσωπεύεται από τη ΔΚΖ5, δηλαδή από τα δάση ελάτης, ώστε να μελετηθούν οι κλιματικές συνθήκες, που επιτρέπουν την κάθοδο της ελάτη σε χαμηλότερα υψόμετρα.

Στον πίνακα 2 δίνονται τα κυριότερα γεωγραφικά και κλιματολογικά δεδομένα των 515 ελληνικών μετεωρολογικών σταθμών, ταξινομημένων κατά αλφαβητική σειρά ανά νομό<sup>2</sup>. Αναλυτικότερα, ο συμβολισμός και η έννοια των γεωγραφικών και κλιματολογικών μεταβλητών κάθε στήλης του πίνακα 2 έχουν ως εξής:

Στήλη 1	Z	υψόμετρο σε μέτρα (m)
Στήλη 2	φ	γεωγραφικό πλάτος σε μοίρες (°)
Στήλη 3	λ	γεωγραφικό μήκος σε μοίρες (°)
Στήλη 4	O	απόσταση από την πλησιέστερη θαλάσσια ακτή σε χιλιόμετρα (km)

<sup>2</sup> Ο σταθμός της Γραμμένης Οξιάς ανήκει στο νομό Αιτωλοακαρνανίας και όχι στο νομό Φωκίδας, όπως αναγράφεται στον πίνακα 2.

Στήλη 5	$\Delta z$	$\Delta z = Z - Z_a$ , όπου $Z$ είναι το υψόμετρο του σταθμού (m) και $Z_a$ είναι το μικρότερο υψόμετρο (m) της λεκάνης απορροής, μέσα στην οποία βρίσκεται ο σταθμός, εντός ακτίνας 5 km από αυτόν
Στήλη 6	$Z'$	$Z' = Z_2 + (Z_5/3,5)$ , όπου $Z_2$ το μεγαλύτερο υψόμετρο του εδάφους (m) σε απόσταση έως 2 km από το σταθμό και $Z_5$ το μεγαλύτερο υψόμετρο του εδάφους (m) σε απόσταση μεταξύ 2 και 5 km από το σταθμό
Στήλη 7	$\Delta KZ$	Δασική Κλιματική Ζώνη, στην οποία ανήκει ο σταθμός
Στήλη 8		1: σταθμοί με μετρήσεις μέσης μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας, 2: σταθμοί με μετρήσεις μόνο μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας, χωρίς αριθμό: βροχομετρικοί σταθμοί ή σταθμοί με αναξιόπιστα δεδομένα θερμοκρασίας
Στήλη 9	$T_{\psi}$	Μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα ( $^{\circ}C$ )
Στήλη 10	$m$	Μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα ( $^{\circ}C$ )
Στήλη 11	$T_{\theta}$	Μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα ( $^{\circ}C$ )
Στήλη 12	$M$	Μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα ( $^{\circ}C$ )
Στήλη 13	$T_{an}$	Μέση ετήσια θερμοκρασία ( $^{\circ}C$ )
Στήλη 14	$T_a$	Μέση θερμοκρασία του τετραμήνου Μαΐου -Αυγούστου ( $^{\circ}C$ )
Στήλη 15	$N_{T10}$	Αριθμός μηνών με μέση θερμοκρασία $> 10^{\circ}C$
Στήλη 16	$N_{T20}$	Αριθμός μηνών με μέση θερμοκρασία $> 20^{\circ}C$
Στήλη 17	$P_{an}$	Μέσο ετήσιο ύψος υετού (mm)
Στήλη 18	$P_a$	Μέσο ύψος υετού του τετραμήνου Μαΐου -Αυγούστου (mm)
Στήλη 19	$N_x$	Αριθμός μηνών με μέσο ύψος υετού μικρότερο (αριθμητικά) από το διπλάσιο της μέσης θερμοκρασίας τους ( $P < 2T$ )

Η τοπογραφική μεταβλητή  $\Delta z$  είναι απαραίτητη για την εκτίμηση των μηνιαίων τιμών της μέσης ελάχιστης θερμοκρασία του αέρα (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2002), ενώ η μεταβλητή  $Z'$  είναι απαραίτητη για την εκτίμηση του μέσου μηνιαίου και ετήσιου ύψους υετού (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2004, Γκουβάς κ.ά. 2007, Gouvas et al. 2009) και αποτελούν τρόπους έκφρασης του ανάγλυφου γύρω από κάθε σταθμό. Ειδικότερα η μεταβλητή  $Z'$  συνδυάζει το ύψος του πλησιέστερου ορεινού όγκου με την απόστασή του από το σταθμό.

Από το σύνολο των 515 ελληνικών μετεωρολογικών σταθμών, δύο μόνο βρέθηκαν αντιπροσωπευτικοί της  $\Delta KZ7$  (Ανω Βροντούς και Σκαλωτή), οι οποίοι, όμως, βρίσκονται στα ξηροθερμοορία της. Ως εκ τούτου, επιλέχθηκαν 8 ακόμα αντιπροσωπευτικές τοποθεσίες αυτής της ζώνης, για τις οποίες εκτιμήθηκαν οι μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης με τη βοήθεια των εξισώσεων Γκουβά και Σακελλαρίου (2002) και των χαρτών Γκουβά κ.ά. (2007) και που θα ονομάζονται στο εξής **θεωρητικοί σταθμοί**. Το ίδιο επιχειρήθηκε για 12 επιπλέον αντιπροσωπευτικές τοποθεσίες των υπόλοιπων  $\Delta KZ$ , εξαιτίας της έλλειψης σταθμών στα ψυχροορία τους. Οι 20 συνολικά θεωρητικοί σταθμοί δίνονται στο τέλος του πίνακα 2 με αύξοντα αριθμό από 516 έως 535, πολλοί από τους οποίους ορίζουν αυτόματα και τα πραγματικά θερμοορία της  $\Delta KZ8$  (αλπικής). Στα περισσότερα βουνά της χώρας μας η  $\Delta KZ8$  κατέρχεται σε πολύ χαμηλότερα υψόμετρα, στις εκτάσεις κατεστραμμένων δασών ελάτης, μαύρης πεύκης, οξιάς και δρυός εξαιτίας πυρκαγιών, υλοτομιών και βοσκής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα όρη ανάμεσα στην Αρκαδία και την Αργολίδα (όρη Τραχύ, Λύρκειο, Αρτεμήσιο και Κτενιάς), όπου τα ψευδαλπικά λιβάδια κατέρχονται μέχρι τα 1400 m υψόμετρο, σχηματίζοντας μικρή

μεταβατική ζώνη με τα ψυχρόορια των φρυγανολίβαδων. Πραγματικά αλπικά λιβάδια είναι μόνο εκείνα του Ολύμπου πάνω από τα 2500 m υψόμετρο, όπου τα δασοόρια της λευκόδερμης πεύκης αποτελούν και τα υψηλότερα της Ευρώπης (Ντάφης 1989).

Με τη βοήθεια των κλιματικών δεδομένων των σταθμών του πίνακα 2, υπολογίστηκαν πιο σύνθετες κλιματικές μεταβλητές και δείκτες διαφόρων κλιματικών ταξινομήσεων (Körpen, Thornthwaite κλπ), σε μια προσπάθεια να εξηγηθεί η σχέση τους με τη δασική βλάστηση της Ελλάδας. Για το σκοπό αυτό παραθέτεται πλήθος πινάκων, χαρτών και διαγραμμάτων (σχημάτων). Η παραγωγή χαρτών της Ελλάδας με τις θέσεις των σταθμών και τις ισοπληθείς των διαφόρων κλιματικών μεταβλητών και δεικτών, καθώς και τα διαγράμματα τριών διαστάσεων (x,y,z) έγιναν με το πρόγραμμα 3DField (<http://3dfmaps.com/>). Χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι παρεμβολής Kriging και Radial Basis Function (η οποία στην περιοχή εντός των οριακών σημείων δεν διαφέρει από την Kriging), ως οι μέθοδοι με τα καλύτερα αποτελέσματα από όλες τις διαθέσιμες μεθόδους παρεμβολής του προγράμματος 3DField (Inverse Distance, Kriging, Block Kriging, Minimum Curvature, Fast System of linear equations, Triangulation, Natural neighbours, Radial Basis Function). Σε όλους τους χάρτες παρουσιάζονται οι θέσεις των σταθμών, βάσει των οποίων σχεδιάστηκαν οι ισοπληθείς (ισόθερμες, ισοϋετείς κλπ καμπύλες). Η μορφή και η κατανομή των ισοπληθών των διαφόρων κλιματικών μεταβλητών και δεικτών, σε συνδυασμό πάντοτε με τις θέσεις των σταθμών, οδηγούν σε πολύτιμα συμπεράσματα, αποκαλύπτοντας ακόμα και εσφαλμένες μετρήσεις στην περίπτωση εμφάνισης π.χ. ενός σημαντικού τοπικού μέγιστου ή ελάχιστου γύρω από ένα μόνο σταθμό, το οποίο δεν εξηγείται από την ευρύτερη ορειογραφική διαμόρφωση. Με τον τρόπο αυτό αποκαλύφθηκαν και διορθώθηκαν εσφαλμένες καταχωρήσεις θερμοκρασιακών, βροχομετρικών κλπ δεδομένων ορισμένων σταθμών σε αυτή την εργασία. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο γεγονός, ότι πέρα των οριακών, ως προς το γεωγραφικό πλάτος και μήκος, σταθμών η κατανομή των ισοπληθών δεν πρέπει να λαμβάνεται υπόψη (π.χ. θαλάσσια περιοχή νότια των Λευκών Ορέων Κρήτης, οπότε και δεν μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια ο υετός στη νήσο Γαύδο).

Για τις ανάγκες αυτής της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν και δεδομένα μετεωρολογικών σταθμών του εξωτερικού. Στην πλειονότητά τους τα δεδομένα αυτά προέρχονται από το βιβλίο των Pearse and Smith (1990) «The world weather guide», που περιέχει αξιόπιστα στοιχεία (μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές) θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και κατακρημνισμάτων 483 σταθμών από όλο τον κόσμο. Επικουρικά χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα μετεωρολογικών σταθμών του εξωτερικού, που υπάρχουν στα βιβλία των Critchfield (1983) και Φλόκα (1990). Δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών της Κύπρου προέρχονται από τη διδακτορική διατριβή της Δελλά (2000), ενώ χρησιμοποιήθηκαν και κλιματικά δεδομένα σταθμών διαθέσιμα στο διαδίκτυο ([www.weatherbase.com](http://www.weatherbase.com) και <http://www.weatheronline.co.uk/>).

Πίνακας 2: Γεωγραφικά και κύρια κλιματολογικά δεδομένα των 515 ελληνικών μετεωρολογικών σταθμών, καθώς και των 20 θεωρητικών σταθμών, με επεξήγηση αυτών στο κείμενο

A/A	Σταθμός	Νομός	1 Z (m)	2 φ (°)	3 λ (°)	4 O (km)	5 Δz (m)	6 Z' (m)	7 ΔΚΖ	8	9 Tψ (°C)	10 m (°C)	11 Tθ (°C)	12 M (°C)	13 Tan (°C)	14 Tα (°C)	15 N <sub>T10</sub>	16 N <sub>T20</sub>	17 Pan (mm)	18 Pa (mm)	19 Nx
1	Αγρίνιο	Αιτωλοακαρνανίας	46	38,62	21,38	18	20	443	ΔΚΖ 2	1	8,6	3,8	26,6	34,5	17,2	23,9	10	4	1010	112	3
2	Αράχοβα	Αιτωλοακαρνανίας	960	38,68	21,87	33	500	2223	ΔΚΖ 5	1	4,3	1,5	21,6	26,8	12,8	19,6	7	2	1379	163	2
3	Βόνιτσα	Αιτωλοακαρνανίας	15	38,92	20,88	2	2	329	ΔΚΖ 2		8,9	4,6	25,7	32,4	17,0	23,3	10	4	995	67	4
4	Καστράκι	Αιτωλοακαρνανίας	75	38,75	21,37	33	15	321	ΔΚΖ 2	1	8,7	4,7	26,6	33,3	17,1	24,1	10	4	1148	141	3
5	Κρεμαστά	Αιτωλοακαρνανίας	390	38,88	21,48	28	130	850	ΔΚΖ 4	1	6,8	3,5	25,5	31,8	15,7	22,8	8	4	1363	163	3
6	Λεσίνι	Αιτωλοακαρνανίας	1	38,42	21,18	11	1	119	ΔΚΖ 2		9,0	4,4	26,1	33,4	17,2	23,6	10	4	820	55	5
7	Μαλεσιάδα	Αιτωλοακαρνανίας	380	38,90	21,33	13	210	901	ΔΚΖ 4		6,4	2,7	24,5	30,4	15,2	22,1	8	4	1299	161	2
8	Ματσούκι	Αιτωλοακαρνανίας	50	38,72	21,33	22	10	381	ΔΚΖ 2		8,1	3,5	26,1	33,4	16,8	23,6	9	4	1150	142	3
9	Μεσολόγγι	Αιτωλοακαρνανίας	4	38,37	21,43	0	4	107	ΔΚΖ 2		9,6	5,7	25,8	31,4	17,3	23,4	11	4	793	67	5
10	Μοναστηράκι	Αιτωλοακαρνανίας	300	38,85	20,95	8	220	662	ΔΚΖ 2		7,5	3,9	24,9	30,6	16,0	22,5	9	4	1267	116	3
11	Ναύπακτος	Αιτωλοακαρνανίας	15	38,40	21,83	0	15	657	ΔΚΖ 2		9,3	5,6	26,0	31,4	17,3	23,6	11	4	984	101	4
12	Πατιόπουλο	Αιτωλοακαρνανίας	760	39,10	21,27	14	300	1968	ΔΚΖ 4		3,8	0,4	21,5	27,2	12,5	19,3	7	2	1830	263	1
13	Περδικάκι	Αιτωλοακαρνανίας	680	39,05	21,38	21	420	1833	ΔΚΖ 3		4,4	1,1	22,6	28,2	13,4	20,3	8	2	1864	277	1
14	Πλάτανος	Αιτωλοακαρνανίας	851	38,60	21,78	23	600	1849	ΔΚΖ 5	1	4,1	0,5	21,9	27,3	12,5	19,1	7	2	1611	173	2
15	Σταθός	Αιτωλοακαρνανίας	630	39,02	21,27	12	350	1088	ΔΚΖ 4		4,9	1,5	22,7	28,2	13,7	20,4	8	3	1727	238	2
16	Στανός	Αιτωλοακαρνανίας	150	38,80	21,17	7	120	671	ΔΚΖ 2		8,2	4,3	25,8	31,9	16,7	23,4	9	4	1083	101	3
17	Τρίκλινο	Αιτωλοακαρνανίας	620	38,97	21,45	26	360	1491	ΔΚΖ 3	1	5,9	2,3	25,8	31,7	15,4	23,0	9	4	1610	183	3
18	Ψηλόβραχος	Αιτωλοακαρνανίας	380	38,87	21,60	36	100	1675	ΔΚΖ 4		5,8	1,6	24,3	31,1	14,7	21,8	8	4	1308	158	3
19	Αγία Τριάδα	Αργολίδας	28	37,63	22,80	6	25	190	ΔΚΖ 1		9,4	5,3	26,6	32,8	17,6	24,2	11	4	440	45	6
20	Αμυδαλίτσα	Αργολίδας	210	37,68	22,83	11	180	845	ΔΚΖ 1		8,5	4,9	26,0	31,5	16,9	23,6	10	4	665	93	4
21	Αραχναίο	Αργολίδας	620	37,68	22,97	16	50	1252	ΔΚΖ 3		5,3	1,4	22,0	28,3	13,4	19,8	8	2	654	98	4
22	Ασίνη	Αργολίδας	7	37,55	22,87	2	7	340	ΔΚΖ 1		9,7	5,6	26,4	32,5	17,7	24,0	11	4	486	51	5
23	Αχλαδόκαμπος	Αργολίδας	520	37,53	22,57	13	250	1534	ΔΚΖ 3		6,8	3,2	23,8	29,2	15,0	21,4	8	4	707	73	4
24	Ίρια	Αργολίδας	80	37,48	23,02	1	80	349	ΔΚΖ 1		9,7	6,1	26,4	31,6	17,7	24,0	11	4	408	43	6
25	Καναπίτσα	Αργολίδας	390	37,52	23,10	6	350	860	ΔΚΖ 2		8,0	4,8	25,0	29,6	16,2	22,7	9	4	572	60	5
26	Καρυά	Αργολίδας	625	37,65	22,55	18	300	1876	ΔΚΖ 3		5,9	2,4	23,1	28,5	14,2	20,8	8	3	869	121	4
27	Κεφαλόβρυσο	Αργολίδας	600	37,70	22,47	27	150	2048	ΔΚΖ 5		5,7	1,7	22,8	29,0	13,9	20,5	8	3	911	97	4
28	Κιβέρι	Αργολίδας	10	37,52	22,72	0	10	468	ΔΚΖ 1		10,2	6,6	26,2	31,2	17,8	23,8	12	4	535	51	5
29	Λυγουριό	Αργολίδας	336	37,62	23,03	12	36	1125	ΔΚΖ 2		7,3	3,3	24,2	30,4	15,5	21,9	8	4	587	62	5
30	Μερκούριον	Αργολίδας	395	37,60	22,57	15	150	1406	ΔΚΖ 2		7,3	3,5	24,4	30,3	15,5	22,1	8	4	896	108	4
31	Ναύπλιο	Αργολίδας	2	37,57	22,82	0,2	2	271	ΔΚΖ 1	1	9,9	5,3	26,9	32,8	17,8	24,1	11	4	512	42	6
32	Νέο Ροινό	Αργολίδας	120	37,62	22,87	7	50	369	ΔΚΖ 1		8,9	4,9	26,1	32,0	17,1	23,7	10	4	434	54	5
33	Προσύμνη	Αργολίδας	240	37,72	22,83	15	40	754	ΔΚΖ 1		7,8	3,7	25,0	31,4	16,1	22,7	9	4	530	72	5
34	Σκαφιδάκι	Αργολίδας	80	37,57	22,68	3	80	500	ΔΚΖ 1		9,5	5,7	26,5	32,1	17,6	24,1	11	4	552	58	5
35	Στέρνα	Αργολίδας	140	37,72	22,60	18	40	825	ΔΚΖ 1		8,5	4,2	25,9	32,5	16,8	23,5	10	4	566	62	5
36	Άκοβος	Αρκαδίας	800	37,20	22,17	19	150	1557	ΔΚΖ 5		5,2	1,3	21,2	27,2	12,8	18,9	8	2	1679	157	3
37	Αραχαμίτες	Αρκαδίας	760	37,45	22,23	48	50	1351	ΔΚΖ 4		4,5	0,1	21,1	28,1	12,5	18,8	7	2	1128	130	4
38	Ασέα	Αρκαδίας	710	37,40	22,28	44	80	1132	ΔΚΖ 4		5,1	0,8	21,7	28,4	13,0	19,4	8	2	811	73	4
39	Άστρος	Αρκαδίας	25	37,40	22,72	3	25	600	ΔΚΖ 1	1	10,0	6,1	27,5	33,3	18,0	24,9	11	5	489	36	6
40	Βλαχοκερασιά	Αρκαδίας	1000	37,37	22,38	33	180	1377	ΔΚΖ 5		3,4	-0,4	19,7	25,8	11,3	17,5	6	0	1018	138	3
41	Βούρβουρα	Αρκαδίας	1000	37,33	22,50	27	100	1647	ΔΚΖ 5		3,3	-0,7	19,3	25,6	11,1	17,1	6	0	898	118	4



A/A	Σταθμός	Νομός	1 Z (m)	2 φ (°)	3 λ (°)	4 O (km)	5 Δz (m)	6 Z' (m)	7 ΔΚΖ	8	9 T <sub>ψ</sub> (°C)	10 m (°C)	11 T <sub>θ</sub> (°C)	12 M (°C)	13 Tan (°C)	14 T <sub>α</sub> (°C)	15 N <sub>T10</sub>	16 N <sub>T20</sub>	17 Pan (mm)	18 P <sub>α</sub> (mm)	19 N <sub>x</sub>
42	Βυτίνα	Αρκαδίας	1012	37,67	22,18	50	300	1936	ΔΚΖ 5	2	3,0	-0,6	19,3	26,1	10,9	17,2	6	0	1050	154	2
43	Δημητσάνα	Αρκαδίας	966	37,57	22,00	41	566	1639	ΔΚΖ 5		4,1	0,8	21,0	26,3	12,3	18,7	7	2	1191	178	3
44	Εκκλησούλα	Αρκαδίας	630	37,45	22,17	43	200	1021	ΔΚΖ 4		5,9	1,9	22,9	29,1	14,0	20,5	8	3	1370	140	4
45	Ζώνη	Αρκαδίας	510	37,47	22,12	40	170	876	ΔΚΖ 4		6,6	2,6	23,7	30,1	14,8	21,4	8	4	914	114	4
46	Κανδήλα	Αρκαδίας	730	37,77	22,38	43	100	2053	ΔΚΖ 3		4,5	0,3	21,5	28,2	12,7	19,3	8	2	928	128	4
47	Καρίταινα	Αρκαδίας	496	37,48	22,03	36	350	1004	ΔΚΖ 3		7,1	3,4	24,4	30,1	15,4	22,0	8	4	919	98	4
48	Καρκαλού	Αρκαδίας	1050	37,63	22,08	45	100	1749	ΔΚΖ 5		2,6	-1,6	18,9	25,7	10,5	16,7	6	0	1198	149	3
49	Κολλίνες	Αρκαδίας	780	37,28	22,37	36	380	1393	ΔΚΖ 3		5,4	1,8	22,2	27,7	13,5	19,9	8	2	840	105	4
50	Κοντοβάζαινα	Αρκαδίας	500	37,80	21,90	42	300	1537	ΔΚΖ 4		6,6	2,8	24,2	30,2	15,0	21,8	8	4	1309	113	4
51	Λάδωνας	Αρκαδίας	193	37,77	21,88	36	80	957	ΔΚΖ 2	1	9,1	4,8	26,3	35,1	17,5	24,1	11	5	1086	118	4
52	Λεβίδι	Αρκαδίας	835	37,68	22,30	39	160	2038	ΔΚΖ 5		4,1	0,1	20,9	27,3	12,2	18,7	7	2	1156	175	2
53	Λεωνίδιο	Αρκαδίας	3,7	37,17	22,85	3	3,7	964	ΔΚΖ 1	1	10,4	7,0	26,8	31,6	18,0	24,3	12	4	779	50	6
54	Λίμνη Τάκα	Αρκαδίας	665	37,43	22,37	35	0	1393	ΔΚΖ 3		4,8	0,1	21,1	28,6	12,6	18,8	8	2	1021	111	4
55	Μαγούλιανα	Αρκαδίας	1200	37,67	22,13	49	500	1899	ΔΚΖ 5	1	1,4	-1,4	19,7	24,8	10,5	17,3	6	0	1341	157	2
56	Μάναρης	Αρκαδίας	750	37,40	22,33	36	100	1372	ΔΚΖ 3		4,9	0,7	21,4	28,0	12,8	19,2	8	2	960	115	4
57	Μεγαλόπολη	Αρκαδίας	435	37,40	22,13	41	80	735	ΔΚΖ 4	1	6,4	2,1	22,7	31,1	14,3	20,4	8	3	893	108	4
58	Νεοχώρι	Αρκαδίας	500	37,35	22,08	33	140	909	ΔΚΖ 4		6,9	2,8	23,7	30,0	14,9	21,3	8	4	1211	105	4
59	Νεσπάνη	Αρκαδίας	640	37,62	22,45	22	8	1647	ΔΚΖ 3		5,0	0,5	21,4	28,5	12,9	19,2	8	2	680	95	4
60	Παναγίτσα	Αρκαδίας	540	37,77	22,22	44	50	1394	ΔΚΖ 3		5,6	1,2	22,8	29,9	13,9	20,5	8	3	832	108	4
61	Παρθένι	Αρκαδίας	644	37,48	22,52	18	10	1177	ΔΚΖ 3		5,2	0,8	21,5	28,3	13,0	19,2	8	2	841	116	3
62	Περδικονέρι	Αρκαδίας	900	37,73	22,00	45	400	1316	ΔΚΖ 3		4,1	0,5	21,2	26,9	12,4	18,9	7	2	1216	157	3
63	Πιάνα	Αρκαδίας	997	37,57	22,23	43	200	1808	ΔΚΖ 5		3,2	-0,7	19,8	26,1	11,3	17,6	6	0	1338	151	3
64	Ποταμιά	Αρκαδίας	430	37,30	22,13	39	50	1207	ΔΚΖ 4		7,1	2,6	23,8	30,7	15,0	21,4	8	4	961	91	4
65	Σιλίμνα	Αρκαδίας	920	37,52	22,33	37	140	1465	ΔΚΖ 3		3,7	-0,3	20,2	26,6	11,7	18,0	6	1	1047	133	2
66	Τρίπολη	Αρκαδίας	661	37,52	22,40	30	25	1014	ΔΚΖ 3	1	5,3	1,3	22,7	30,2	13,5	20,1	8	2	897	111	4
67	Τριποταμιά	Αρκαδίας	150	37,62	21,80	25	100	327	ΔΚΖ 2		9,0	4,7	26,3	32,8	17,2	23,8	10	4	1058	87	4
68	Τρόπαια	Αρκαδίας	700	37,73	21,95	43	300	1332	ΔΚΖ 4		5,3	1,5	22,5	28,6	13,6	20,2	8	2	1095	116	3
69	Χράνοι	Αρκαδίας	650	37,32	22,03	35	500	939	ΔΚΖ 4		6,5	3,1	23,6	28,8	14,7	21,2	8	4	1136	86	4
70	Άγναντα	Άρτας	660	39,48	21,08	43	400	1812	ΔΚΖ 5		4,0	0,6	22,8	28,6	13,3	20,5	8	3	1684	266	0
71	Ανέζα	Άρτας	10	39,08	20,92	2	10	13	ΔΚΖ 2		8,7	4,6	26,0	32,4	17,1	23,5	10	4	993	79	3
72	Ανεμορράχη	Άρτας	400	39,32	21,08	27	250	643	ΔΚΖ 4		5,9	2,2	24,5	30,5	15,0	22,0	8	4	1552	169	3
73	Άνω Καλεντίνη	Άρτας	244	39,25	21,20	21	100	700	ΔΚΖ 3		6,6	2,6	25,2	31,7	15,7	22,7	8	4	1444	177	2
74	Άρτα	Άρτας	39	39,17	21,00	12	20	186	ΔΚΖ 2	1	9,0	4,7	26,5	33,4	17,5	24,1	10	4	1281	118	3
75	Αστροχώρι	Άρτας	560	39,27	21,28	28	200	1729	ΔΚΖ 5		4,6	0,8	23,0	29,3	13,6	20,7	8	3	1998	245	2
76	Θεοδώριανα	Άρτας	960	39,43	21,22	44	280	2065	ΔΚΖ 5		1,7	-1,8	20,0	26,2	10,8	17,8	6	0	2564	268	0
77	Καστανιά	Άρτας	784	39,32	21,30	34	300	1757	ΔΚΖ 5		3,1	-0,4	21,5	27,5	12,2	19,2	7	2	1725	213	2
78	Κάτω Καλεντίνη	Άρτας	110	39,25	21,03	24	30	597	ΔΚΖ 2		7,4	3,0	25,8	32,8	16,3	23,3	9	4	1503	159	3
79	Κάψαλα	Άρτας	840	39,40	21,25	42	300	2043	ΔΚΖ 5		2,6	-0,9	21,1	27,2	11,8	18,8	7	2	2381	274	0
80	Μεσόπυργος	Άρτας	420	39,22	21,35	26	100	1109	ΔΚΖ 4		5,3	1,2	23,8	30,4	14,3	21,4	8	4	1727	218	2
81	Πέτρα	Άρτας	520	39,17	21,12	14	400	841	ΔΚΖ 4		5,6	2,3	23,8	29,1	14,5	21,4	8	4	1381	171	2
82	Πηγές	Άρτας	800	39,30	21,40	37	450	2000	ΔΚΖ 5	1	5,4	1,9	23,6	29,9	14,2	21,1	8	4	1339	179	2
83	Σκιαδάδες	Άρτας	800	39,37	21,13	36	500	1891	ΔΚΖ 5		3,4	0,2	21,9	27,4	12,5	19,6	7	2	1923	246	1

A/A	Σταθμός	Νομός	1 Z (m)	2 φ (°)	3 λ (°)	4 O (km)	5 Δz (m)	6 Z' (m)	7 ΔΚΖ	8	9 Tψ (°C)	10 m (°C)	11 Tθ (°C)	12 M (°C)	13 Tan (°C)	14 Tα (°C)	15 N <sub>T10</sub>	16 N <sub>T20</sub>	17 Pan (mm)	18 Pa (mm)	19 Nx
84	Σκουλικαριά	Άρτας	827	39,17	21,27	18	450	1886	ΔΚΖ 5		3,4	0,2	21,4	26,8	12,3	19,2	7	2	1717	258	1
85	Αγία Ελένη	Αττικής	300	37,55	23,18	5	100	1132	ΔΚΖ 2		8,1	4,4	24,8	30,2	16,1	22,5	9	4	681	58	5
86	Αίγινα	Αττικής	5	37,75	23,43	0	5	197	ΔΚΖ 1	1	10,8	7,4	27,1	32,4	18,7	24,7	12	4	322	29	7
87	Ανάβρυτα	Αττικής	290	38,10	23,80	14	190	531	ΔΚΖ 2	1	7,5	3,0	25,4	32,1	15,9	22,9	8	4	517	63	5
88	Βαρνάβας	Αττικής	480	38,22	23,92	7	240	775	ΔΚΖ 2		6,6	3,5	23,6	28,4	14,9	21,4	8	4	849	92	4
89	Δεκέλεια	Αττικής	480	38,15	23,78	16	250	1051	ΔΚΖ 2		6,5	3,3	23,8	28,9	14,9	21,6	8	4	702	86	4
90	Ελευσίνα	Αττικής	30	38,07	23,55	2	30	107	ΔΚΖ 1	1	9,5	5,5	27,6	32,9	17,8	25,0	11	5	411	44	6
91	Ελληνικό	Αττικής	10	37,90	23,73	1	10	243	ΔΚΖ 1	1	10,3	6,7	27,8	32,5	18,5	25,1	12	5	359	38	6
92	Κύθηρα	Αττικής	167	36,15	23,00	0,6	167	536	ΔΚΖ 1	1	11,3	9,1	26,2	29,3	18,1	23,6	12	4	569	22	6
93	Μαραθώνας	Αττικής	3	38,14	24,02	1,4	3	202	ΔΚΖ 1	1	9,0	5,1	25,7	30,9	16,5	23,0	9	4	399	30	6
94	Μέγαρα	Αττικής	70	38,00	23,35	3	70	229	ΔΚΖ 1	2	9,8	5,5	27,9	31,9	18,5	25,5	11	5	420	39	6
95	Νέα Φιλαδέλφεια	Αττικής	136	38,05	23,67	11	80	350	ΔΚΖ 1	1	8,8	4,8	27,0	33,0	17,4	24,4	10	4	417	45	6
96	Παιανία	Αττικής	152	37,95	23,85	14	75	593	ΔΚΖ 1	1	8,3	4,8	26,1	31,4	17,0	23,6	10	4	554	39	5
97	Πάρνηθα	Αττικής	1050	38,15	23,71	18	800	1748	ΔΚΖ 5	1	2,3	-0,3	21,4	25,2	11,0	17,9	6	1	841	106	3
98	Πόρος	Αττικής	20	37,50	23,45	0	20	407	ΔΚΖ 1		10,3	7,0	26,1	30,7	17,9	23,8	12	4	563	39	5
99	Σπάτα	Αττικής	68	37,97	23,91	7	20	191	ΔΚΖ 1	1	8,3	4,3	25,6	31,1	16,4	23,2	9	4	269	18	7
100	Σπέτσες	Αττικής	4	37,27	23,17	0	4	321	ΔΚΖ 1	1	10,9	8,1	27,6	31,3	18,9	24,8	12	4	405	17	6
101	Τατόι	Αττικής	237	38,12	23,78	18	110	500	ΔΚΖ 2	1	7,7	3,3	25,6	31,6	16,0	23,0	8	4	493	58	6
102	Φράγμα Μαραθώνα	Αττικής	240	38,17	23,90	9	200	502	ΔΚΖ 2		8,1	4,9	25,6	30,5	16,6	23,3	9	4	644	77	5
103	Αίγιο	Αχαΐας	64	38,25	22,08	1	64	243	ΔΚΖ 1	1	9,5	5,9	26,9	32,8	17,7	24,3	11	4	665	36	5
104	Ακράτα	Αχαΐας	160	38,15	22,32	2	160	869	ΔΚΖ 1		8,5	5,0	26,1	31,4	17,0	23,7	10	4	867	69	4
105	Άνω Λουσοί	Αχαΐας	1050	38,00	22,13	22	150	2171	ΔΚΖ 5		2,4	-1,5	18,9	25,2	10,5	16,8	6	0	885	99	4
106	Άραξος	Αχαΐας	14	38,17	21,42	1,1	14	157	ΔΚΖ 2	1	10,1	6,4	25,6	31,7	17,3	23,0	12	4	708	41	5
107	Βεταίικα	Αχαΐας	980	38,15	21,92	18	220	1815	ΔΚΖ 5		2,9	-0,7	19,7	25,7	11,1	17,5	6	0	1251	93	3
108	Δάφνη	Αχαΐας	580	37,82	22,02	45	140	1590	ΔΚΖ 3		5,6	1,5	22,9	29,6	14,0	20,6	8	3	1133	108	4
109	Καλάβρυτα	Αχαΐας	731	38,03	22,10	19	80	1645	ΔΚΖ 5	1	4,5	0,6	21,7	28,8	12,8	19,3	7	2	999	100	4
110	Καστέλλιον	Αχαΐας	817	37,92	22,05	30	260	1737	ΔΚΖ 4		4,2	0,5	21,3	27,3	12,5	19,1	7	2	1234	136	3
111	Κάτω Ζαχλωρού	Αχαΐας	663	38,10	22,17	10	260	1835	ΔΚΖ 3		5,2	1,7	22,4	28,0	13,6	20,2	8	2	1372	131	3
112	Κούτελη	Αχαΐας	980	38,00	22,02	26	250	1786	ΔΚΖ 4		3,1	-0,6	19,9	25,9	11,3	17,7	6	0	979	108	3
113	Λυκουριά	Αχαΐας	700	37,87	22,22	37	140	2017	ΔΚΖ 3		4,7	0,7	21,9	28,4	13,1	19,6	8	2	1085	111	4
114	Παγκραταίικα Καλύβια	Αχαΐας	530	37,82	22,15	42	80	1236	ΔΚΖ 3		5,8	1,5	23,1	29,9	14,1	20,7	8	3	716	81	4
115	Πάτρα	Αχαΐας	1	38,25	21,73	0	1	214	ΔΚΖ 2	1	9,9	5,4	24,5	31,1	16,8	22,1	11	4	748	48	5
116	Περιθώρι	Αχαΐας	940	38,03	22,35	12	440	1909	ΔΚΖ 5		3,7	0,5	20,7	25,7	12,0	18,5	7	2	948	89	4
117	Πόρτες	Αχαΐας	300	37,93	21,57	23	200	1189	ΔΚΖ 2		8,0	4,0	25,3	31,4	16,2	22,8	9	4	857	73	4
118	Τριπόταμος	Αχαΐας	550	37,87	21,90	38	100	1563	ΔΚΖ 3		5,8	1,5	22,9	29,7	14,0	20,6	8	3	1246	126	3
119	Αλιάρτος	Βοιωτίας	110	38,37	23,08	20	10	546	ΔΚΖ 2	1	7,0	2,7	26,1	34,1	16,4	23,7	9	4	622	72	6
120	Θήβα	Βοιωτίας	226	38,32	23,32	20	110	396	ΔΚΖ 2		7,5	3,7	25,6	31,5	16,2	23,2	9	4	508	59	6
121	Θίσβη	Βοιωτίας	200	38,25	22,97	5	40	857	ΔΚΖ 1		7,6	3,7	25,2	31,2	16,1	22,8	9	4	462	85	4
122	Λειβαδιά	Βοιωτίας	151	38,43	22,87	20	30	964	ΔΚΖ 2		7,4	3,2	25,7	32,4	16,2	23,3	9	4	782	120	4
123	Τανάγρα	Βοιωτίας	139	38,32	23,53	7	40	320	ΔΚΖ 2	1	7,4	3,3	25,0	32,0	15,9	22,7	8	4	489	59	6
124	Αναβρυτά	Γρεβενών	860	40,07	21,45	110	160	1264	ΔΚΖ 4		0,9	-3,0	20,7	27,8	10,8	18,4	6	2	857	168	4
125	Γρεβενά	Γρεβενών	524	40,08	21,43	97	40	800	ΔΚΖ 4	2	3,1	-1,5	24,8	30,5	13,4	21,7	7	4	603	139	4

A/A	Σταθμός	Νομός	1 Z (m)	2 φ (°)	3 λ (°)	4 O (km)	5 Δz (m)	6 Z' (m)	7 ΔΚΖ	8	9 Tψ (°C)	10 m (°C)	11 Tθ (°C)	12 M (°C)	13 Tan (°C)	14 Tα (°C)	15 N <sub>T10</sub>	16 N <sub>T20</sub>	17 Pan (mm)	18 Pa (mm)	19 Nx
126	Δεσκάτη	Γρεβενών	830	39,93	21,80	67	50	1801	ΔΚΖ 5		1,0	-3,2	20,3	27,7	10,6	18,0	6	2	695	177	3
127	Έξαρχος	Γρεβενών	720	40,17	21,63	79	230	1733	ΔΚΖ 4		1,9	-1,7	22,1	28,7	12,0	19,7	7	2	576	158	3
128	Καρπερό	Γρεβενών	510	39,95	21,62	84	130	754	ΔΚΖ 4		3,4	-0,7	23,5	30,6	13,3	21,0	7	3	620	130	4
129	Κηπουρειό	Γρεβενών	868	39,95	21,37	106	300	1166	ΔΚΖ 4		1,4	-2,3	21,1	27,7	11,2	18,8	6	2	911	161	2
130	Κρασιά	Γρεβενών	950	39,92	21,25	95	170	1881	ΔΚΖ 5	1	0,8	-3,3	19,3	25,7	10,1	17,3	6	0	890	158	1
131	Κυδωνίες	Γρεβενών	910	40,17	21,28	108	150	1286	ΔΚΖ 4		0,6	-3,3	20,2	27,3	10,4	17,9	6	1	918	165	2
132	Σπήλαιο	Γρεβενών	900	40,00	21,28	103	260	1814	ΔΚΖ 5		1,1	-2,6	20,7	27,4	10,9	18,4	6	2	866	158	3
133	Γρανίτης	Δράμας	760	41,30	23,93	58	300	1757	ΔΚΖ 6	1	-0,7	-5,0	20,7	27,2	10,6	17,7	6	1	745	206	1
134	Δράμα	Δράμας	74	41,15	24,15	32	15	443	ΔΚΖ 3	1	4,7	0,7	25,6	32,3	15,1	22,7	8	4	593	176	3
135	Εξοχή	Δράμας	620	41,42	23,82	73	60	1173	ΔΚΖ 4		0,9	-2,8	20,7	27,6	10,7	18,3	6	2	738	191	1
136	Καλαμπάκιον	Δράμας	69	41,03	24,18	22	25	108	ΔΚΖ 3		5,2	1,5	24,9	31,4	14,9	22,5	8	4	688	162	3
137	Κατάφυτον	Δράμας	740	41,35	23,68	76	120	1871	ΔΚΖ 6		0,3	-3,2	20,2	26,8	10,2	17,8	6	1	701	223	1
138	Κάτω Νευροκόπι	Δράμας	570	41,35	23,87	62	20	1114	ΔΚΖ 4		1,2	-2,7	20,8	27,9	10,9	18,4	6	2	782	225	1
139	Μικρόπολις	Δράμας	360	41,20	23,82	46	200	1414	ΔΚΖ 4		3,4	0,1	23,7	29,6	13,4	21,2	7	3	951	222	2
140	Νικηφόρος	Δράμας	280	41,17	24,30	28	150	1069	ΔΚΖ 3		4,0	0,8	23,8	29,7	13,8	21,4	8	3	638	176	3
141	Σιδηρόνερο	Δράμας	600	41,37	24,28	49	300	1086	ΔΚΖ 4	1	1,1	-3,5	20,1	26,4	10,9	18,0	7	1	686	240	1
142	Σκαλωτή	Δράμας	1010	41,42	24,28	56	400	1763	ΔΚΖ 7		-0,9	-3,7	18,5	23,9	8,8	16,1	5	0	956	289	1
143	Αστυπάλαια	Δωδεκανήσων	73	36,53	26,35	0,2	73	338	ΔΚΖ 1	1	12,2	9,7	25,8	28,7	18,7	23,9	12	6	408	17	7
144	Κάρπαθος	Δωδεκανήσων	9	35,52	27,20	0	9	314	ΔΚΖ 1	1	13,2	9,9	27,3	30,6	19,7	25,1	12	6	433	12	6
145	Κως	Δωδεκανήσων	10	36,82	27,10	0	10	243	ΔΚΖ 1	1	11,5	8,2	25,4	29,3	18,1	23,3	12	4	754	23	5
146	Ρόδος	Δωδεκανήσων	35	36,38	28,12	2	35	157	ΔΚΖ 1	1	11,4	7,5	27,1	32,3	18,7	24,5	12	5	789	24	6
147	Αλεξανδρούπολη	Έβρου	3	40,85	25,95	1,4	3	44	ΔΚΖ 2	1	5,0	1,4	24,4	30,6	14,6	21,8	8	4	575	101	4
148	Διδυμότειχο	Έβρου	62	41,35	26,50	70	20	152	ΔΚΖ 4		2,7	-1,4	24,4	31,9	13,8	21,9	7	3	649	138	3
149	Δίκαια	Έβρου	80	41,70	26,30	100	30	193	ΔΚΖ 3		2,3	-2,0	23,5	31,2	13,3	21,3	7	3	413	120	6
150	Μεταξάδες	Έβρου	182	41,42	26,23	68	140	301	ΔΚΖ 4		2,7	-0,9	23,8	30,4	13,6	21,5	7	3	462	106	5
151	Μικρό Δέρειο	Έβρου	250	41,32	26,10	54	150	414	ΔΚΖ 5		2,7	-0,7	23,4	29,6	13,3	21,1	7	3	864	178	2
152	Ορεσιτάδα	Έβρου	43	41,48	26,52	85	5	79	ΔΚΖ 4	1	2,8	-0,6	24,4	31,5	13,9	22,1	8	3	579	146	3
153	Σουφλί	Έβρου	15	41,20	26,28	47	5	216	ΔΚΖ 4	1	3,0	-0,9	24,2	31,2	13,7	21,7	8	3	727	134	2
154	Φέρες	Έβρου	30	40,90	26,17	10	25	153	ΔΚΖ 4		4,8	1,3	25,0	31,0	14,9	22,5	8	4	545	110	5
155	Αλμυροπόταμος	Ευβοίας	140	38,27	24,18	3	140	577	ΔΚΖ 1		8,8	5,7	26,0	30,7	17,1	23,7	10	4	665	39	6
156	Ζερμπίσια	Ευβοίας	110	38,38	24,13	6	50	459	ΔΚΖ 2		8,5	5,0	25,8	31,3	16,9	23,5	10	4	652	44	5
157	Κάρυστος	Ευβοίας	2	38,00	24,42	0	2	514	ΔΚΖ 1	1	10,3	6,7	26,2	30,6	18,1	24,2	12	4	608	35	6
158	Κάτω Στενή	Ευβοίας	290	38,57	23,83	10	110	814	ΔΚΖ 2		7,0	3,6	24,8	30,2	15,7	22,5	8	4	1009	134	3
159	Κύμη	Ευβοίας	222	38,63	24,10	1,5	222	647	ΔΚΖ 2	1	8,5	5,4	24,9	28,6	16,3	22,7	10	4	1116	96	4
160	Προκόπιον	Ευβοίας	70	38,73	23,48	7	20	634	ΔΚΖ 2		7,9	4,0	26,1	32,1	16,6	23,6	9	4	1111	108	4
161	Σκύρος	Ευβοίας	4	38,90	24,55	0	4	506	ΔΚΖ 1	1	9,8	7,3	24,8	27,9	16,9	22,6	11	4	543	38	6
162	Χαλκίδα	Ευβοίας	4	38,47	23,60	0	4	107	ΔΚΖ 1	1	9,9	6,9	27,5	32,1	18,4	25,3	11	5	441	51	6
163	Ωρεοί	Ευβοίας	4	38,95	23,10	0,3	4	121	ΔΚΖ 2	1	8,5	4,5	24,7	31,4	16,2	22,4	10	4	728	88	5
164	Άγιος Νικόλαος	Ευρυτανίας	1120	38,85	21,85	56	300	1795	ΔΚΖ 4	1	0,8	-1,7	19,2	24,4	9,7	17,0	6	0	1450	143	2
165	Ανιάδα	Ευρυτανίας	1060	38,82	21,78	50	210	2000	ΔΚΖ 5		1,3	-2,5	19,0	25,7	10,1	16,9	6	0	1485	159	2
166	Βελαώρα	Ευρυτανίας	560	39,03	21,45	27	300	910	ΔΚΖ 4		4,9	1,3	23,4	29,3	14,0	21,0	8	3	1633	167	2
167	Βούλπη	Ευρυτανίας	660	39,05	21,53	35	380	1449	ΔΚΖ 5	1	4,3	1,8	24,2	29,9	14,0	21,7	7	4	1502	201	2

A/A	Σταθμός	Νομός								8									17	18	19
			Z (m)	φ (°)	λ (°)	O (km)	Δz (m)	Z' (m)	ΔΚΖ		Tψ (°C)	m (°C)	Tθ (°C)	M (°C)	Tan (°C)	Tα (°C)	N <sub>T10</sub>	N <sub>T20</sub>			
168	Επιτιανά	Ευρυτανίας	1050	39,13	21,62	43	550	1992	ΔΚΖ 5		1,6	-1,6	20,0	25,6	10,8	17,8	6	1	1875	208	2
169	Καρπενήσι	Ευρυτανίας	1160	38,92	21,80	54	250	2261	ΔΚΖ 5		1,8	-2,0	19,9	26,4	10,8	17,8	6	0	1158	157	2
170	Κλειστό	Ευρυτανίας	780	39,08	21,82	58	340	1843	ΔΚΖ 5	1	3,6	1,2	22,5	29,1	12,7	20,0	7	2	1190	163	2
171	Κρίκελλο	Ευρυτανίας	1120	38,80	21,85	47	420	1986	ΔΚΖ 5	1	2,6	-0,7	21,3	27,5	11,4	18,7	6	2	1404	160	2
172	Μαυρομμάτα	Ευρυτανίας	900	39,07	21,73	51	550	2304	ΔΚΖ 5		2,6	-0,7	21,4	27,0	11,9	19,1	7	2	1787	207	2
173	Μοναστηράκι	Ευρυτανίας	660	39,08	21,58	37	310	2184	ΔΚΖ 5		4,0	0,4	22,7	28,7	13,2	20,4	8	2	2036	281	1
174	Μυρική	Ευρυτανίας	1100	38,88	21,82	55	350	1966	ΔΚΖ 5	1	2,9	0,2	21,9	27,1	12,3	19,7	7	2	1245	163	2
175	Παππαρούσι	Ευρυτανίας	660	38,92	21,67	43	660	1829	ΔΚΖ 5	1	5,2	1,8	24,0	29,5	14,6	21,8	8	4	1277	179	2
176	Παπαδιά	Ευρυτανίας	880	39,00	21,73	50	500	1971	ΔΚΖ 5		2,8	-0,6	21,4	27,2	12,0	19,1	7	2	1430	199	2
177	Πετράλωνα	Ευρυτανίας	880	39,02	21,82	63	380	1686	ΔΚΖ 5		2,5	-1,1	21,2	27,3	11,7	18,9	7	2	1277	164	2
178	Προυσός	Ευρυτανίας	920	38,75	21,65	42	450	1986	ΔΚΖ 5		2,9	-0,6	20,9	26,7	11,7	18,7	6	2	1824	204	2
179	Ροσκά	Ευρυτανίας	1010	38,75	21,75	41	500	2008	ΔΚΖ 5		2,3	-1,1	20,2	25,9	11,2	18,1	6	2	1438	150	2
180	Τέμπλα	Ευρυτανίας	306	39,10	21,35	25	60	1200	ΔΚΖ 2	1	6,4	1,7	24,8	33,2	15,3	22,4	9	4	1457	190	2
181	Τοπόλιανα	Ευρυτανίας	480	39,07	21,45	26	200	1001	ΔΚΖ 2		5,2	1,4	23,8	30,0	14,3	21,4	8	4	1510	187	2
182	Τριπόταμο	Ευρυτανίας	650	38,95	21,53	35	400	1084	ΔΚΖ 4		4,5	1,0	23,0	28,8	13,6	20,6	8	3	1362	190	1
183	Τροβάτο	Ευρυτανίας	1060	39,22	21,60	47	360	2218	ΔΚΖ 5		1,2	-2,3	19,5	25,6	10,3	17,3	6	0	1729	229	2
184	Φουρνά	Ευρυτανίας	1070	39,07	21,87	67	400	1971	ΔΚΖ 5	1	0,9	-3,2	19,0	25,2	9,9	16,7	6	0	1057	130	2
185	Φουσιανά	Ευρυτανίας	950	39,17	21,52	36	400	1852	ΔΚΖ 5		2,2	-1,2	20,4	26,3	11,2	18,2	6	2	1295	171	2
186	Φραγκίστα Ανατολ.	Ευρυτανίας	680	38,95	21,62	40	300	1504	ΔΚΖ 4		4,0	0,3	22,5	28,6	13,1	20,2	7	2	1286	174	2
187	Φράγμα Ταυρωπού	Ευρυτανίας	850	39,23	21,73	59	130	1981	ΔΚΖ 5	1	1,8	-1,7	21,1	27,0	11,3	18,9	6	2	1295	151	2
188	Ζάκυνθος	Ζακύνθου	3	37,78	20,88	0,7	3	164	ΔΚΖ 1	1	11,6	8,2	26,8	31,7	18,5	24,0	12	5	996	42	5
189	Ανδραβίδα	Ηλείας	10	37,92	21,27	7	7	79	ΔΚΖ 2	1	9,6	5,1	24,5	31,0	16,6	22,2	10	4	884	50	4
190	Ανδρίτσαινα	Ηλείας	750	37,48	21,90	24	460	1610	ΔΚΖ 3	1	5,9	3,3	23,2	27,9	14,4	20,9	8	3	1087	104	3
191	Γασούνη	Ηλείας	5	37,85	21,25	6	3	22	ΔΚΖ 2		9,9	5,3	26,2	33,1	17,5	23,7	11	4	816	45	5
192	Κέντρον	Ηλείας	82	37,90	21,45	18	50	278	ΔΚΖ 2		9,2	4,8	26,3	33,1	17,3	23,8	10	4	771	55	5
193	Πύργος	Ηλείας	12	37,68	21,43	7	10	198	ΔΚΖ 2	1	10,3	5,3	25,4	33,0	17,4	22,9	12	4	818	53	4
194	Σιμόπουλο	Ηλείας	211	37,85	21,57	23	110	442	ΔΚΖ 2		8,5	4,2	25,7	32,2	16,6	23,2	9	4	660	70	5
195	Στρέφιον	Ηλείας	60	37,67	21,55	10	50	223	ΔΚΖ 2		9,7	5,4	26,5	33,0	17,6	24,0	11	4	913	68	5
196	Βέροια	Ημαθίας	20	40,55	22,27	28	5	83	ΔΚΖ 3		5,6	1,4	26,2	33,4	15,7	23,7	8	4	630	139	4
197	Εργοχώριον	Ημαθίας	101	40,53	22,18	34	70	565	ΔΚΖ 3		5,4	1,5	26,3	32,9	15,6	23,7	8	4	693	157	3
198	Καστανιά	Ημαθίας	1050	40,42	22,13	38	450	2097	ΔΚΖ 6		-0,1	-3,1	19,6	25,1	9,8	17,4	6	0	888	205	2
199	Νάουσα	Ημαθίας	320	40,63	22,07	47	240	1057	ΔΚΖ 4		4,2	0,7	25,2	31,3	14,6	22,7	8	4	872	179	2
200	Τρίκαλα	Ημαθίας	20	40,60	22,55	10	10	26	ΔΚΖ 3		5,8	1,9	26,0	32,7	15,7	23,6	8	4	550	79	5
201	Άγιος Μύρων	Ηρακλείου	500	35,23	25,01	12	400	729	ΔΚΖ 2		10,3	7,5	24,6	28,5	17,2	22,5	12	4	1236	56	5
202	Γόρτυς	Ηρακλείου	180	35,05	24,97	15	100	571	ΔΚΖ 1	1	11,3	6,7	27,1	33,9	18,8	24,6	12	5	572	24	6
203	Ηράκλειο	Ηρακλείου	38	35,33	25,18	0,8	38	171	ΔΚΖ 1	1	12,3	8,8	25,5	29,3	18,5	23,3	12	5	476	17	6
204	Καστέλι	Ηρακλείου	335	35,22	25,33	13	30	868	ΔΚΖ 2		10,6	6,8	24,3	29,7	17,1	22,2	12	4	722	31	5
205	Αετός	Θεσπρωτίας	150	39,58	20,40	13	130	742	ΔΚΖ 2		8,0	4,5	25,6	31,5	16,7	23,1	9	4	1080	103	3
206	Ηγουμενίτσα	Θεσπρωτίας	21	39,50	20,27	2	21	588	ΔΚΖ 2		9,2	5,4	25,6	31,6	17,2	23,2	10	4	1034	91	3
207	Λίστα	Θεσπρωτίας	450	39,75	20,47	25	300	1300	ΔΚΖ 4		5,9	2,6	23,9	29,4	14,9	21,5	8	4	1445	170	3
208	Παραμυθιά	Θεσπρωτίας	250	39,47	20,52	21	150	1573	ΔΚΖ 3		7,3	3,6	25,0	31,1	16,0	22,5	9	4	1558	179	3
209	Πλακωτή	Θεσπρωτίας	360	39,58	20,47	20	300	1571	ΔΚΖ 4		6,8	3,5	24,6	30,1	15,6	22,2	8	4	1288	142	3

A/A	Σταθμός	Νομός	1 Z (m)	2 φ (°)	3 λ (°)	4 O (km)	5 Δz (m)	6 Z' (m)	7 ΔΚΖ	8	9 Tψ (°C)	10 m (°C)	11 Tθ (°C)	12 M (°C)	13 Tan (°C)	14 Tα (°C)	15 N <sub>T10</sub>	16 N <sub>T20</sub>	17 Pan (mm)	18 Pa (mm)	19 Nx
210	Φιλιάτες	Θεσσαλονίκης	228	39,60	20,30	10	190	776	ΔΚΖ 2		7,9	4,5	25,1	30,6	16,4	22,6	9	4	1238	132	3
211	Άγιος Βασίλειος	Θεσσαλονίκης	130	40,67	23,12	15	50	514	ΔΚΖ 3		5,3	1,6	25,3	31,7	15,1	22,9	8	4	488	118	6
212	Αρέθουσα	Θεσσαλονίκης	390	40,75	23,58	11	20	891	ΔΚΖ 4		3,4	-0,2	22,5	29,0	12,8	20,3	7	3	655	172	2
213	Α.Π.Θ.	Θεσσαλονίκης	46	40,62	22,95	1	46	426	ΔΚΖ 3	1	5,7	1,9	26,2	31,7	16,0	23,8	8	4	465	128	4
214	Βραχιά	Θεσσαλονίκης	2	40,67	22,63	12	1	14	ΔΚΖ 3		5,7	1,6	25,9	32,8	15,6	23,5	8	4	414	94	8
215	Ζαγκλιβέρι	Θεσσαλονίκης	209	40,57	23,28	26	60	543	ΔΚΖ 3		4,8	1,1	24,8	31,3	14,6	22,4	8	4	645	210	3
216	Κύμινα	Θεσσαλονίκης	8	40,62	22,70	8	4	13	ΔΚΖ 3		5,9	1,9	25,9	32,6	15,7	23,5	8	4	521	93	6
217	Λαγκαδάς	Θεσσαλονίκης	93	40,75	23,07	17	58	194	ΔΚΖ 3		5,4	1,7	25,6	32,0	15,3	23,2	8	4	454	151	3
218	Λαχανάς	Θεσσαλονίκης	634	40,97	23,20	43	150	900	ΔΚΖ 4	2	1,8	-1,8	22,7	27,7	11,6	19,2	7	2	482	198	2
219	Μίκρα	Θεσσαλονίκης	4	40,52	22,97	0,4	4	121	ΔΚΖ 3	1	5,1	1,2	24,9	31,6	15,0	22,6	8	4	473	124	4
220	Μονοπήγαδο	Θεσσαλονίκης	410	40,43	23,13	14	260	681	ΔΚΖ 3		4,2	1,1	24,0	29,4	14,0	21,7	8	4	556	149	2
221	Νέα Μηχανιώνα	Θεσσαλονίκης	12	40,47	22,87	0	12	143	ΔΚΖ 3		6,8	3,6	25,5	30,7	15,9	23,2	8	4	416	95	4
222	Νικόπολις	Θεσσαλονίκης	570	40,88	23,18	35	170	942	ΔΚΖ 4		2,2	-1,1	22,2	28,4	12,1	19,9	7	2	559	239	2
223	Πύργος	Θεσσαλονίκης	8	40,62	22,73	8	5	13	ΔΚΖ 3		5,9	1,9	25,9	32,6	15,7	23,5	8	4	335	71	7
224	Σέδες	Θεσσαλονίκης	52	40,53	23,02	4	52	358	ΔΚΖ 3	1	5,6	1,6	25,9	32,3	15,7	23,4	8	4	440	123	4
225	Σίνδος	Θεσσαλονίκης	7	40,67	22,78	6	5	311	ΔΚΖ 3	1	4,7	0,5	25,4	32,8	15,1	23,1	8	4	460	113	4
226	Σοχός	Θεσσαλονίκης	650	40,82	23,37	31	100	1115	ΔΚΖ 6		1,7	-1,8	21,2	27,5	11,3	18,9	7	2	656	268	2
227	Χαλκηδόνα	Θεσσαλονίκης	10	40,73	22,62	23	2	98	ΔΚΖ 3	1	5,3	1,1	26,0	33,4	15,7	23,8	8	4	490	122	4
228	Αμάραντος	Ιωαννίνων	925	40,17	20,73	67	425	2014	ΔΚΖ 5		1,7	-1,4	20,6	26,4	11,3	18,4	6	2	1343	194	2
229	Ανατολική	Ιωαννίνων	880	39,63	21,03	62	440	1871	ΔΚΖ 3		2,4	-1,0	21,1	27,0	11,7	18,8	7	2	1291	228	1
230	Ανθοχώρι	Ιωαννίνων	450	39,52	20,67	31	130	983	ΔΚΖ 4		5,5	1,7	23,4	29,8	14,3	21,0	8	4	1331	140	3
231	Βασιλικό	Ιωαννίνων	769	40,02	20,60	49	200	1547	ΔΚΖ 4		2,8	-0,7	21,1	27,3	12,0	18,8	7	2	1267	152	3
232	Βελλά	Ιωαννίνων	450	39,87	20,58	45	50	1014	ΔΚΖ 4		4,8	0,8	23,0	29,9	13,9	20,6	8	3	1354	169	2
233	Βωβούσα	Ιωαννίνων	1000	39,93	21,05	80	100	2122	ΔΚΖ 5		0,4	-3,5	19,0	26,2	9,8	16,8	6	0	1486	266	0
234	Βούρμπιανη	Ιωαννίνων	950	40,25	20,78	76	350	1959	ΔΚΖ 6		1,2	-2,0	20,2	26,3	10,9	18,0	6	2	1280	200	2
235	Γότιστα Μικρή	Ιωαννίνων	850	39,68	21,03	63	400	1900	ΔΚΖ 3		2,4	-1,0	21,3	27,3	11,9	19,0	7	2	1209	195	2
236	Γρεβενίτιον	Ιωαννίνων	976	39,80	21,00	75	400	1829	ΔΚΖ 5		1,4	-1,9	20,2	26,3	10,9	18,0	6	2	1544	260	1
237	Δικόρυφον	Ιωαννίνων	974	39,78	20,80	64	274	1961	ΔΚΖ 5		1,5	-2,0	19,8	26,1	10,7	17,6	6	0	2100	313	0
238	Δίστρατο	Ιωαννίνων	950	40,03	21,02	84	250	2000	ΔΚΖ 5		1,0	-2,6	20,1	26,6	10,6	17,8	6	1	1058	177	2
239	Ελατοχώρι	Ιωαννίνων	1014	39,87	20,98	70	300	2162	ΔΚΖ 5		1,0	-2,5	19,6	25,9	10,4	17,4	6	0	1514	251	1
240	Ζίτσα	Ιωαννίνων	700	39,75	20,65	41	520	900	ΔΚΖ 4		4,1	1,1	22,6	27,9	13,4	20,2	8	2	1304	164	2
241	Ιωάννινα	Ιωαννίνων	483	39,67	20,85	53	13	914	ΔΚΖ 3	1	5,3	1,1	23,6	31,4	14,1	21,1	8	3	1235	192	2
242	Κήπιοι Ζαγορίου	Ιωαννίνων	910	39,87	20,80	66	200	1529	ΔΚΖ 4	2	2,2	-1,9	23,1	26,6	11,8	19,7	7	2	1264	183	2
243	Κόνιτσα	Ιωαννίνων	542	40,05	20,75	60	180	1971	ΔΚΖ 4	1	5,3	1,0	23,8	30,8	14,3	21,2	8	4	1080	155	3
244	Ματσούκι	Ιωαννίνων	1079	39,57	21,17	55	580	2457	ΔΚΖ 5		1,2	-1,9	19,8	25,3	10,5	17,6	6	0	1789	273	0
245	Μέτσοβο	Ιωαννίνων	1160	39,77	21,18	79	400	2021	ΔΚΖ 6	1	1,1	-1,5	20,3	24,5	10,5	17,8	6	1	1041	203	1
246	Πάδες	Ιωαννίνων	1170	40,05	20,92	75	600	2327	ΔΚΖ 5	1	1,8	-1,9	19,6	25,8	10,5	17,4	6	0	1249	201	2
247	Πάπιγκο	Ιωαννίνων	900	39,97	20,73	59	400	2610	ΔΚΖ 6	2	2,9	-1,1	21,5	26,5	11,9	18,9	7	2	1101	184	2
248	Πεντόλακκος	Ιωαννίνων	880	39,45	20,82	33	600	1386	ΔΚΖ 5		3,2	0,3	21,2	26,4	12,2	19,0	7	2	2217	298	1
249	Περιστέρι	Ιωαννίνων	1040	39,75	21,08	72	500	2171	ΔΚΖ 3		1,1	-2,1	20,0	25,8	10,6	17,7	6	0	1314	200	2
250	Πλατανούσσα	Ιωαννίνων	450	39,42	21,02	37	300	1861	ΔΚΖ 4		5,5	1,9	24,3	30,2	14,7	21,8	8	4	1959	245	2
251	Πληκάτι	Ιωαννίνων	1250	40,30	20,77	79	200	2607	ΔΚΖ 6	1	1,2	-2,1	17,5	22,9	9,2	15,4	5	0	1358	251	0

A/A	Σταθμός	Νομός	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			Z (m)	φ (°)	λ (°)	O (km)	Δz (m)	Z' (m)	ΔKZ		Tψ (°C)	m (°C)	Tθ (°C)	M (°C)	Tα (°C)	N <sub>T10</sub>	N <sub>T20</sub>	Pan (mm)	Pa (mm)	Nx	
252	Πολύδωρο	Ιωαννίνων	280	39,63	20,57	28	180	650	ΔKZ 4		6,8	3,1	25,0	31,0	15,8	22,5	8	4	1280	148	3
253	Πολύλοφος	Ιωαννίνων	710	39,63	20,70	40	410	1114	ΔKZ 4		4,0	0,8	22,2	27,8	13,1	19,9	8	2	1198	154	3
254	Πουρνιά	Ιωαννίνων	950	40,13	20,85	73	450	1929	ΔKZ 5	2	2,0	-1,7	21,9	26,4	11,7	19,6	7	2	1156	209	1
255	Πράμαντα	Ιωαννίνων	835	39,53	21,10	45	350	2071	ΔKZ 5	1	3,8	0,7	21,7	27,6	12,4	19,4	7	2	1661	238	1
256	Σκαμνέλλι	Ιωαννίνων	1180	39,92	20,85	66	380	2386	ΔKZ 6		0,1	-3,2	18,3	24,4	9,4	16,2	6	0	1727	254	0
257	Σουλόπουλο	Ιωαννίνων	220	39,72	20,60	37	120	714	ΔKZ 4		6,8	3,0	25,4	31,7	15,9	22,8	8	4	1222	112	3
258	Φούρκα	Ιωαννίνων	1350	40,17	20,93	83	550	2371	ΔKZ 6		-1,3	-4,3	17,4	23,2	8,3	15,4	5	0	1382	282	0
259	Ελευθερούπολη	Καβάλας	50	40,92	24,27	7	20	551	ΔKZ 3		5,7	2,2	24,9	31,0	15,1	22,5	8	4	750	128	4
260	Θάσος	Καβάλας	2	40,78	24,72	0	2	557	ΔKZ 2	1	6,3	2,4	24,7	30,5	15,1	22,2	8	4	854	124	3
261	Καβάλα	Καβάλας	60	40,93	24,38	5	5	286	ΔKZ 3	1	4,8	0,9	23,9	29,8	14,2	21,4	8	4	570	119	3
262	Νικήσιανη	Καβάλας	320	40,95	24,15	17	250	1488	ΔKZ 4		4,4	1,4	24,0	29,3	14,0	21,6	8	4	1055	234	3
263	Χρυσούπολη	Καβάλας	20	40,98	24,70	14	10	56	ΔKZ 3		5,6	1,9	24,9	31,3	15,1	22,5	8	4	739	195	3
264	Ανάβρα	Καρδίτσας	208	39,18	22,10	49	90	881	ΔKZ 3		6,2	2,0	25,9	32,8	15,7	23,3	8	4	704	104	4
265	Ανθηρό	Καρδίτσας	800	39,35	21,47	45	250	2024	ΔKZ 5		2,7	-1,0	21,3	27,7	11,9	19,0	7	2	2125	282	1
266	Αργιθέα	Καρδίτσας	980	39,35	21,55	50	380	2032	ΔKZ 5	1	4,1	1,3	21,0	26,2	12,6	19,1	7	2	1723	204	2
267	Βαθύλακκος	Καρδίτσας	800	39,13	21,95	58	400	1673	ΔKZ 5		2,9	-0,6	21,9	27,9	12,3	19,6	7	2	1093	137	2
268	Βουνέσι	Καρδίτσας	780	39,35	21,75	66	500	1189	ΔKZ 4		2,9	-0,5	22,4	28,2	12,5	20,0	7	2	1487	202	2
269	Καρδίτσα	Καρδίτσας	110	39,37	21,92	75	20	179	ΔKZ 3		6,3	1,6	26,3	33,9	15,9	23,6	8	4	666	108	3
270	Καροπλέσι	Καρδίτσας	910	39,17	21,77	55	300	2283	ΔKZ 5		2,0	-1,6	20,7	27,0	11,2	18,4	6	2	1659	181	2
271	Λεοντίο	Καρδίτσας	950	39,27	21,55	44	400	2131	ΔKZ 5		2,0	-1,5	20,5	26,4	11,2	18,3	6	2	1532	192	2
272	Μικρά Βραγκιανά	Καρδίτσας	580	39,23	21,45	36	40	1741	ΔKZ 5		3,8	-0,5	22,2	29,3	12,8	19,8	7	2	1350	171	2
273	Μολόχα	Καρδίτσας	790	39,15	21,87	64	290	1654	ΔKZ 5		2,8	-1,0	21,7	28,1	12,1	19,4	7	2	1514	190	2
274	Μουζάκι	Καρδίτσας	229	39,43	21,67	64	100	889	ΔKZ 4		5,9	1,6	25,8	32,8	15,5	23,2	8	4	1163	134	3
275	Μπεζούλα	Καρδίτσας	930	39,30	21,70	59	130	1865	ΔKZ 4		1,4	-2,6	19,9	26,8	10,5	17,7	6	0	1688	235	2
276	Πευκόφυτο	Καρδίτσας	690	39,38	21,65	59	500	1429	ΔKZ 5	1	3,2	0,1	22,3	27,8	12,7	20,2	7	3	1176	84	3
277	Ραχούλα	Καρδίτσας	330	39,23	21,87	68	200	817	ΔKZ 4		5,6	1,5	25,4	32,0	15,2	22,8	8	4	1044	132	3
278	Ρεντίνη	Καρδίτσας	1080	39,07	21,98	52	580	1606	ΔKZ 5		1,3	-1,9	19,9	25,5	10,6	17,8	6	0	757	117	2
279	Χαλεμβρέζιον	Καρδίτσας	170	39,22	22,05	55	40	1004	ΔKZ 4		6,2	1,7	25,9	33,2	15,7	23,3	8	4	963	150	2
280	Βαγατσικό	Καστοριάς	770	40,42	21,38	100	200	1589	ΔKZ 4		1,3	-2,4	21,5	28,4	11,4	19,2	7	2	560	133	3
281	Δενδροχώρι	Καστοριάς	980	40,58	21,15	125	240	1990	ΔKZ 4		-0,1	-3,6	19,8	26,6	10,0	17,6	6	0	654	148	3
282	Επταχώρι	Καστοριάς	860	40,22	21,03	94	160	1802	ΔKZ 5		1,1	-2,6	20,5	27,5	10,9	18,3	6	2	876	169	2
283	Καστοριά	Καστοριάς	660,9	40,45	21,28	103	60	943	ΔKZ 4	1	2,5	-1,9	21,8	29,4	11,9	19,5	7	2	556	133	4
284	Κλεισούρα	Καστοριάς	1280	40,53	21,47	96	500	1973	ΔKZ 6		-1,8	-4,8	18,0	24,0	8,3	15,9	5	0	983	239	0
285	Νεστόριο	Καστοριάς	950	40,42	21,07	108	180	1514	ΔKZ 6	1	0,8	-3,3	19,7	27,0	10,3	17,5	6	0	669	155	2
286	Πεύκος	Καστοριάς	980	40,38	20,95	98	130	2003	ΔKZ 6		0,1	-3,6	19,3	26,4	9,9	17,1	6	0	937	185	1
287	Χάλαρα	Καστοριάς	880	40,65	21,23	118	80	1841	ΔKZ 4		0,0	-3,9	20,0	27,4	10,2	17,8	6	0	636	149	2
288	Αυλιώτες	Κέρκυρας	132	39,78	19,68	1	132	133	ΔKZ 2	1	10,4	7,4	25,3	29,4	17,7	22,8	12	5	1089	60	4
289	Κέρκυρα	Κέρκυρας	2	39,62	19,92	0,4	2	33	ΔKZ 2	1	9,9	5,9	25,3	31,3	17,1	22,8	11	4	1276	79	3
290	Αργοστόλι	Κεφαλληνίας	2	38,18	20,48	0	2	429	ΔKZ 2	1	11,2	7,3	26,0	30,8	18,1	23,5	12	4	1084	62	4
291	Άνω Θεοδωράκιον	Κιλκίς	480	41,17	23,02	60	150	979	ΔKZ 4	1	3,0	-0,6	22,7	29,6	12,8	20,4	8	3	618	169	2
292	Γαλλικός	Κιλκίς	85	40,87	22,88	24	25	222	ΔKZ 3		5,1	1,2	25,5	32,3	15,1	23,1	8	4	446	123	4
293	Γουμένισσα	Κιλκίς	260	40,95	22,45	48	90	703	ΔKZ 4		3,9	0,1	24,7	31,4	14,2	22,3	8	4	865	173	2

A/A	Σταθμός	Νομός	1 Z (m)	2 φ (°)	3 λ (°)	4 O (km)	5 Δz (m)	6 Z' (m)	7 ΔΚΖ	8	9 Tψ (°C)	10 m (°C)	11 Tθ (°C)	12 M (°C)	13 Tan (°C)	14 Tα (°C)	15 N <sub>T10</sub>	16 N <sub>T20</sub>	17 Pan (mm)	18 Pα (mm)	19 Nx
294	Μελάνθιο	Κιλκίς	490	40,95	23,07	38	230	736	ΔΚΖ 4	1	2,9	-0,4	22,5	28,9	13,0	20,6	7	3	605	203	1
295	Μεταξοχώρι	Κιλκίς	277	41,07	22,97	48	70	528	ΔΚΖ 4	2	4,7	-0,1	23,7	31,0	14,1	21,3	8	4	596	199	3
296	Μουριές	Κιλκίς	196	41,25	22,80	65	30	294	ΔΚΖ 4		3,7	-0,3	24,7	31,8	14,0	22,2	8	4	696	200	3
297	Πολύκαστρο	Κιλκίς	80	41,00	22,57	50	50	176	ΔΚΖ 3		4,9	0,9	25,9	32,9	15,3	23,5	8	4	622	143	3
298	Βελβεντός	Κοζάνης	500	40,25	22,08	40	200	1657	ΔΚΖ 4	1	2,7	-1,5	22,7	29,7	13,1	20,8	7	3	573	179	3
299	Δαμασκηνιά	Κοζάνης	990	40,33	21,18	116	250	1471	ΔΚΖ 4		0,1	-3,5	19,8	26,6	10,1	17,6	6	0	926	171	2
300	Κοζάνη	Κοζάνης	625	40,30	21,78	68	150	979	ΔΚΖ 4	1	1,8	-2,1	22,5	29,3	12,3	20,0	7	2	589	192	2
301	Πεντάλοφος	Κοζάνης	1050	40,20	21,15	102	280	1729	ΔΚΖ 4		0,0	-3,5	19,4	26,0	9,8	17,2	6	0	777	166	3
302	Ποντοκώμη	Κοζάνης	701	40,42	21,77	71	60	1446	ΔΚΖ 4		1,3	-2,7	21,3	28,6	11,3	19,0	6	2	644	170	2
303	Πτολεμαΐδα	Κοζάνης	601	40,50	21,67	75	10	930	ΔΚΖ 4	1	1,6	-2,7	22,0	30,0	11,9	19,6	7	2	656	198	2
304	Σέρβια	Κοζάνης	401	40,18	22,00	42	130	1371	ΔΚΖ 4		3,9	0,1	24,3	30,8	13,9	21,8	8	4	546	168	4
305	Σιάπιστα	Κοζάνης	930	40,27	21,55	86	330	1804	ΔΚΖ 4		0,6	-2,8	20,6	27,0	10,6	18,3	6	2	680	188	2
306	Σισάνιο	Κοζάνης	860	40,43	21,50	93	50	1954	ΔΚΖ 4		0,2	-3,9	20,0	27,5	10,2	17,7	6	0	622	155	3
307	Τσοτίλι	Κοζάνης	863	40,27	21,33	106	210	1170	ΔΚΖ 4		0,9	-2,8	20,8	27,7	10,9	18,5	6	2	606	157	3
308	Δερβενάκια	Κορινθίας	264	37,78	22,73	18	200	770	ΔΚΖ 2		8,0	4,3	25,7	31,4	16,5	23,3	9	4	553	52	5
309	Δρίζα	Κορινθίας	631	37,87	22,47	27	40	1383	ΔΚΖ 5		4,9	0,6	21,9	28,7	13,1	19,6	8	2	708	129	5
310	Καμάρι	Κορινθίας	10	38,10	22,57	0	10	710	ΔΚΖ 1		9,5	5,8	26,1	31,3	17,4	23,7	11	4	469	38	5
311	Καστανέα	Κορινθίας	989	37,87	22,38	32	370	1943	ΔΚΖ 5		3,2	-0,2	20,3	25,9	11,5	18,1	6	2	921	134	4
312	Κάτω Ταρσός	Κορινθίας	1130	38,00	22,35	17	230	2130	ΔΚΖ 5		2,0	-1,5	18,5	24,3	10,1	16,4	6	0	915	94	4
313	Κάτω Τρίκαλα	Κορινθίας	850	38,00	22,49	13	700	1557	ΔΚΖ 5	1	3,4	0,9	22,4	26,9	12,2	19,6	7	2	862	96	4
314	Κόρινθος	Κορινθίας	4	37,93	22,95	0	4	186	ΔΚΖ 1	1	10,1	6,4	26,9	32,0	18,0	24,4	12	4	460	38	5
315	Λαύκα	Κορινθίας	700	37,83	22,38	34	100	1953	ΔΚΖ 5		4,6	0,5	21,7	28,3	12,9	19,5	8	2	1168	126	4
316	Λεόντιο	Κορινθίας	320	37,80	22,60	27	20	1071	ΔΚΖ 2		6,9	2,5	24,3	31,2	15,3	22,0	8	4	741	78	5
317	Μπούζι	Κορινθίας	1000	37,90	22,47	24	400	2396	ΔΚΖ 5		3,2	-0,1	20,2	25,6	11,5	18,0	6	1	908	105	4
318	Νεμέα	Κορινθίας	289	37,83	22,67	20	30	1040	ΔΚΖ 2		7,2	2,9	24,6	31,3	15,6	22,3	8	4	641	70	5
319	Ξυλόκαστρο	Κορινθίας	10	38,09	22,63	0,2	10	419	ΔΚΖ 1	1	8,4	4,4	25,1	31,8	16,2	22,6	10	4	497	36	5
320	Πύργος	Κορινθίας	645	38,08	22,43	6	550	1702	ΔΚΖ 3		5,8	2,9	23,3	27,8	14,3	21,0	8	3	663	68	4
321	Σκουπαίικα	Κορινθίας	90	38,12	22,45	2	90	898	ΔΚΖ 1		8,8	5,1	26,4	32,0	17,3	24,0	10	4	535	50	5
322	Σπαθοβούνι	Κορινθίας	140	37,85	22,80	8	20	431	ΔΚΖ 1		8,3	4,2	25,6	32,0	16,6	23,2	10	4	488	52	5
323	Φενεός	Κορινθίας	850	37,92	22,30	26	130	1802	ΔΚΖ 4		3,7	-0,2	20,5	26,9	11,9	18,4	6	2	906	119	4
324	Χαλκείο	Κορινθίας	250	37,88	22,73	11	150	716	ΔΚΖ 2		8,0	4,2	25,5	31,2	16,4	23,2	9	4	586	55	5
325	Ψάριον	Κορινθίας	821	37,87	22,53	24	240	1478	ΔΚΖ 3		4,2	0,5	21,2	27,0	12,5	19,0	7	2	702	77	4
326	Άνδρος	Κυκλάδων	45	37,83	24,92	1	45	600	ΔΚΖ 1	1	10,1	7,8	25,9	29,1	17,8	23,8	12	4	657	30	6
327	Αντίπαρος	Κυκλάδων	10	37,03	25,08	0,1	10	156	ΔΚΖ 1	1	11,9	9,8	24,9	27,2	18,3	22,9	12	4	429	17	6
328	Θήρα	Κυκλάδων	213	36,42	25,43	0,5	213	443	ΔΚΖ 1	1	11,0	8,5	25,1	28,5	17,7	22,9	12	4	372	9	7
329	Μήλος	Κυκλάδων	182	36,75	24,43	1	182	414	ΔΚΖ 1	1	11,2	8,8	25,5	28,8	18,0	23,5	12	4	475	18	6
330	Μύκονος	Κυκλάδων	127	37,44	25,41	1,8	127	514	ΔΚΖ 1	1	10,1	7,8	24,4	27,5	17,0	22,5	12	4	381	17	6
331	Νάξος	Κυκλάδων	9	37,10	25,38	0	9	314	ΔΚΖ 1	1	12,1	9,3	24,6	27,1	18,0	22,6	12	4	391	24	7
332	Πάρος	Κυκλάδων	1	37,08	25,15	0	1	571	ΔΚΖ 1	1	11,4	8,0	24,5	29,0	17,7	22,5	12	4	476	16	6
333	Σύρος	Κυκλάδων	10	37,45	24,95	0	10	526	ΔΚΖ 1	1	11,4	8,9	26,2	29,0	18,5	24,0	12	5	406	17	6
334	Άγ. Δημήτριος	Λακωνίας	385	36,93	22,82	17	110	1000	ΔΚΖ 2		8,1	4,1	24,5	30,4	15,9	22,2	9	4	668	57	5
335	Άρνα	Λακωνίας	760	36,88	22,42	13	560	1461	ΔΚΖ 5		6,5	3,5	22,8	27,3	14,3	20,5	8	3	1428	87	4

A/A	Σταθμός	Νομός							7	8							15 16		17 18		19
			Z (m)	φ (°)	λ (°)	O (km)	Δz (m)	Z' (m)			ΔΚΖ	Τψ (°C)	m (°C)	Τθ (°C)	M (°C)	Tan (°C)	Tα (°C)	N <sub>T10</sub>	N <sub>T20</sub>	Pan (mm)	
336	Ασωπός	Λακωνίας	55	36,73	22,85	4	55	249	ΔΚΖ 1		10,6	6,7	26,9	32,4	18,3	24,4	12	4	526	29	5
337	Βαμβακού	Λακωνίας	1000	37,25	22,55	25	300	1757	ΔΚΖ 5	1	3,6	0,6	21,0	27,1	12,2	18,9	6	2	543	106	4
338	Βασαράς	Λακωνίας	650	37,17	22,50	34	50	1489	ΔΚΖ 3		5,7	1,4	22,0	28,7	13,5	19,7	8	2	758	111	4
339	Βρονταμάς	Λακωνίας	150	36,97	22,65	17	90	306	ΔΚΖ 1		9,6	5,5	26,4	32,4	17,5	23,9	11	4	576	46	5
340	Γύθειο	Λακωνίας	2	36,77	22,57	0	2	257	ΔΚΖ 1	1	9,8	5,1	26,1	32,4	17,6	23,7	11	4	790	33	5
341	Έλος	Λακωνίας	10	36,83	22,70	3	10	78	ΔΚΖ 1		10,6	6,4	26,8	32,7	18,2	24,3	12	4	527	32	5
342	Καρυαί	Λακωνίας	880	37,30	22,50	23	180	1599	ΔΚΖ 4		4,4	0,6	20,7	26,5	12,3	18,4	7	2	789	108	4
343	Καστόρειο	Λακωνίας	400	37,18	22,30	23	150	1761	ΔΚΖ 2		7,8	3,8	24,6	30,6	15,8	22,2	9	4	1389	155	4
344	Κουμουστά	Λακωνίας	670	36,95	22,42	16	440	1855	ΔΚΖ 5		6,8	3,5	23,3	28,1	14,7	20,9	8	4	1301	112	3
345	Κουπιά	Λακωνίας	540	36,87	22,90	13	10	1026	ΔΚΖ 2		6,7	2,5	22,4	28,9	14,2	20,2	8	3	925	57	5
346	Κρεμαστή	Λακωνίας	800	36,98	22,87	10	300	1446	ΔΚΖ 5		5,7	2,4	21,7	26,6	13,4	19,4	8	2	984	73	4
347	Λογκανίκος	Λακωνίας	780	37,23	22,25	25	300	1962	ΔΚΖ 5		5,5	1,8	21,9	27,5	13,4	19,6	8	2	1350	138	3
348	Μεταμόρφωση	Λακωνίας	120	36,82	22,92	12	40	820	ΔΚΖ 1		9,8	5,7	26,3	32,3	17,6	23,9	11	4	616	46	5
349	Μολάοι	Λακωνίας	200	36,80	22,85	7	140	885	ΔΚΖ 2		9,7	6,0	26,2	31,4	17,5	23,7	11	4	695	43	5
350	Παπαδιάνικα	Λακωνίας	60	36,72	22,85	4	80	608	ΔΚΖ 1		10,7	6,9	27,0	32,4	18,4	24,5	12	5	610	30	6
351	Πετρίνα	Λακωνίας	205	36,85	22,50	10	125	567	ΔΚΖ 2		9,6	5,7	26,1	31,7	17,4	23,6	11	4	1005	53	5
352	Σελλασία	Λακωνίας	560	37,17	22,42	29	300	1061	ΔΚΖ 2	2	6,9	3,3	25,2	29,4	15,4	22,5	8	4	887	128	4
353	Σπάρτη	Λακωνίας	212	37,07	22,42	25	62	421	ΔΚΖ 2	1	8,9	3,6	26,8	34,5	17,2	24,1	10	4	752	75	5
354	Συκιά	Λακωνίας	160	36,77	22,93	9	110	474	ΔΚΖ 2		9,9	6,1	26,4	31,9	17,7	23,9	11	4	703	53	5
355	Φοινίκιο	Λακωνίας	180	36,73	22,90	8	140	592	ΔΚΖ 2		9,9	6,2	26,4	31,6	17,7	23,9	11	4	744	53	5
356	Αγιά	Λάρισας	180	39,72	22,75	11	80	1171	ΔΚΖ 4	1	5,3	1,5	23,8	30,0	14,7	21,6	8	3	612	105	3
357	Βερδικούσσα	Λάρισας	863	39,78	21,92	59	560	1503	ΔΚΖ 6		1,9	-1,3	21,8	27,4	11,8	19,4	7	2	847	189	1
358	Γιαννωτά	Λάρισας	500	39,98	22,05	46	100	974	ΔΚΖ 4		3,3	-0,6	23,3	30,1	13,2	20,9	7	3	751	203	2
359	Ελασσόνα	Λάρισας	312	39,90	22,18	37	60	575	ΔΚΖ 3		4,6	0,5	24,7	31,6	14,4	22,1	8	4	613	174	3
360	Ζάππειο	Λάρισας	170	39,47	22,45	37	40	309	ΔΚΖ 3		6,0	1,7	25,8	32,7	15,5	23,2	8	4	527	112	4
361	Καρίτσα	Λάρισας	350	39,83	22,77	3	350	1387	ΔΚΖ 6	2	5,3	2,7	23,6	29,7	14,1	21,2	8	3	1392	139	2
362	Λάρισα	Λάρισας	73	39,63	22,42	40	10	79	ΔΚΖ 3	1	5,3	0,8	25,9	33,8	15,4	23,3	8	4	467	100	4
363	Λιβάδι	Λάρισας	1183	40,13	22,15	34	500	1986	ΔΚΖ 5		-0,6	-3,5	18,7	24,1	9,1	16,6	5	0	903	224	2
364	Ραψάνη	Λάρισας	500	39,90	22,55	13	400	1343	ΔΚΖ 4		4,3	1,3	24,1	29,2	14,0	21,7	8	3	1004	202	3
365	Σπηλιά	Λάρισας	820	39,80	22,65	12	620	1741	ΔΚΖ 5		2,6	-0,1	21,9	26,4	12,1	19,6	7	2	784	139	3
366	Σωτήριο	Λάρισας	54	39,50	22,72	22	5	90	ΔΚΖ 3		6,6	2,3	26,2	33,2	16,0	23,6	8	4	453	88	5
367	Τύρναβος	Λάρισας	92	39,73	22,28	40	50	647	ΔΚΖ 3		6,2	2,0	26,5	33,5	16,0	23,9	8	4	566	137	3
368	Φάρσαλα	Λάρισας	148	39,30	22,38	38	10	429	ΔΚΖ 3	1	5,7	1,9	26,4	33,4	15,6	23,9	8	4	655	123	4
369	Έξω Λακκώνια	Λασιθίου	152	35,20	25,67	5	10	786	ΔΚΖ 1		11,9	8,1	25,4	30,7	18,2	23,3	12	4	741	44	5
370	Έξω Ποτάμοι	Λασιθίου	825	35,20	25,55	9	250	1960	ΔΚΖ 3		8,0	5,1	21,2	25,4	14,4	19,2	8	2	1394	75	4
371	Ιεράπετρα	Λασιθίου	16	35,00	25,75	0,1	16	143	ΔΚΖ 1	1	12,6	8,6	27,6	32,2	19,4	24,9	12	5	548	13	6
372	Κριτσά	Λασιθίου	325	35,17	25,65	7	200	1200	ΔΚΖ 2		11,4	8,2	25,2	29,4	17,9	23,0	12	4	829	32	6
373	Μαρωνία	Λασιθίου	130	35,13	26,08	7	90	629	ΔΚΖ 1		12,4	8,8	26,2	31,0	18,8	24,0	12	5	762	26	5
374	Νεάπολη	Λασιθίου	265	35,25	25,60	8	90	1165	ΔΚΖ 2		11,4	8,0	25,2	29,9	17,9	23,0	12	4	886	41	5
375	Σητεία	Λασιθίου	25	35,20	26,10	0,1	25	243	ΔΚΖ 1	1	12,7	9,1	26,0	29,4	19,0	23,8	12	5	481	13	6
376	Τζερμιάδες	Λασιθίου	820	35,20	25,48	10	10	1645	ΔΚΖ 3	1	6,0	2,3	18,3	25,1	12,3	16,7	8	0	1491	84	4
377	Λήμνος	Λέσβου	13	39,88	25,07	0	13	286	ΔΚΖ 1	1	8,3	5,7	25,6	30,0	16,5	23,2	10	4	508	56	6



A/A	Σταθμός	Νομός							7	8							15 16		17 18		19
			Z (m)	φ (°)	λ (°)	O (km)	Δz (m)	Z' (m)			ΔΚΖ	Τψ (°C)	m (°C)	Τθ (°C)	M (°C)	Tan (°C)	Tα (°C)	N <sub>T10</sub>	N <sub>T20</sub>	Pan (mm)	
378	Μυτιλήνη	Λέσβου	2	39,10	26,55	0	2	643	ΔΚΖ 1	1	9,5	6,8	26,5	31,1	17,5	24,1	11	4	725	41	5
379	Λευκάδα	Λευκάδας	1	38,83	20,72	0	1	186	ΔΚΖ 2	1	10,1	6,4	25,7	30,3	17,5	23,2	12	4	1191	66	3
380	Αγχιάλος	Μαγνησίας	15	39,22	22,80	2	15	111	ΔΚΖ 3	1	6,7	2,6	24,8	31,1	15,6	22,5	8	4	527	96	4
381	Ανάβρα	Μαγνησίας	780	39,08	22,55	20	280	1529	ΔΚΖ 4		3,1	-0,3	21,6	27,2	12,2	19,3	7	2	792	187	3
382	Βόλος	Μαγνησίας	3	39,37	22,95	0	3	300	ΔΚΖ 1	1	7,9	4,4	26,4	31,1	17,0	24,0	9	4	446	88	6
383	Μακρινίτσα	Μαγνησίας	690	39,40	22,98	7	650	1500	ΔΚΖ 4		4,1	1,5	23,0	27,2	13,4	20,7	8	3	848	140	3
384	Σκόπελος	Μαγνησίας	11	39,12	23,73	0	11	544	ΔΚΖ 2	1	8,6	5,5	24,1	28,7	16,1	21,9	10	4	796	94	4
385	Άνω Μέλπεια	Μεσσηνίας	630	37,35	21,95	23	530	1457	ΔΚΖ 4		6,8	3,5	23,7	28,7	14,9	21,3	8	4	1310	143	3
386	Αρτεμισία	Μεσσηνίας	760	37,10	22,23	13	500	1757	ΔΚΖ 5	1	6,0	2,9	23,3	28,3	14,3	21,0	8	3	956	92	3
387	Διαβολίτσι	Μεσσηνίας	108	37,30	21,97	26	60	866	ΔΚΖ 2	1	9,4	4,6	25,9	33,1	17,1	23,4	10	4	951	73	5
388	Δώριο	Μεσσηνίας	170	37,28	21,85	15	50	627	ΔΚΖ 2		9,2	4,9	25,8	32,3	17,0	23,3	10	4	871	64	5
389	Ζευγολατειό	Μεσσηνίας	60	37,25	21,95	26	10	192	ΔΚΖ 2		9,6	4,9	26,4	33,5	17,5	23,9	10	4	808	65	5
390	Καλαμάτα	Μεσσηνίας	6	37,07	22,03	4	6	400	ΔΚΖ 1	1	11,4	6,4	25,4	31,7	18,0	22,9	12	5	832	53	5
391	Κεντρικόν	Μεσσηνίας	78	37,28	21,97	25	20	310	ΔΚΖ 2		9,5	4,9	26,4	33,4	17,4	23,9	10	4	898	75	5
392	Κεφαρινός	Μεσσηνίας	323	37,20	21,87	18	100	1129	ΔΚΖ 4		8,4	4,3	24,9	31,1	16,2	22,4	9	4	1209	84	4
393	Κρεμμύδια	Μεσσηνίας	300	36,98	21,78	8	200	803	ΔΚΖ 2		9,4	5,6	25,5	30,9	16,9	23,0	10	4	858	52	5
394	Κυπαρισσία	Μεσσηνίας	114	37,25	21,67	2	114	1010	ΔΚΖ 2	1	10,8	7,3	25,6	30,5	18,0	23,4	12	4	848	51	5
395	Μεθώνη	Μεσσηνίας	33	36,83	21,70	0,6	33	229	ΔΚΖ 2	1	11,6	8,0	25,6	29,6	18,1	22,8	12	5	769	29	6
396	Μουζάκι	Μεσσηνίας	480	37,10	21,72	12	280	1321	ΔΚΖ 4		8,1	4,5	24,3	29,6	15,7	21,8	9	4	978	85	4
397	Νησίον	Μεσσηνίας	15	37,05	22,00	3	15	31	ΔΚΖ 1		10,6	6,3	26,7	32,9	18,1	24,2	12	4	659	73	4
398	Πιθήμα	Μεσσηνίας	70	37,15	22,05	13	50	841	ΔΚΖ 2		10,0	5,7	26,7	33,1	17,8	24,2	11	4	895	60	5
399	Πλάτη	Μεσσηνίας	307	37,17	21,65	8	220	998	ΔΚΖ 2		9,2	5,5	25,5	30,8	16,8	22,9	10	4	808	43	5
400	Γενισέα	Ξάνθης	20	41,07	24,97	8	10	49	ΔΚΖ 3		5,5	1,9	24,6	30,8	15,0	22,3	8	4	564	128	4
401	Γέρακας	Ξάνθης	350	41,20	24,83	29	200	1400	ΔΚΖ 4	2	3,4	0,4	23,3	28,7	13,5	21,0	7	3	1172	199	1
402	Δημάριον	Ξάνθης	950	41,35	24,85	36	500	1922	ΔΚΖ 6		-0,3	-2,8	18,9	23,7	9,4	16,6	6	0	1557	341	0
403	Λειβαδίτης	Ξάνθης	1240	41,32	24,68	41	650	1842	ΔΚΖ 6	1	-1,4	-5,5	16,8	21,4	8,2	14,8	5	0	980	315	0
404	Ξάνθη	Ξάνθης	81	41,13	24,88	20	40	886	ΔΚΖ 3	1	5,1	1,5	25,4	31,0	15,0	22,8	8	4	1148	275	1
405	Τοξότες	Ξάνθης	70	41,08	24,78	22	50	486	ΔΚΖ 3		5,3	1,7	24,8	31,0	14,9	22,4	8	4	715	171	3
406	Ωραϊόν	Ξάνθης	800	41,27	24,83	32	500	1500	ΔΚΖ 6		0,9	-1,6	20,2	25,0	10,6	17,9	6	1	843	183	1
407	Αριδαία	Πέλλας	150	40,97	22,07	68	30	574	ΔΚΖ 3		4,3	0,2	25,4	32,7	14,8	23,0	8	4	751	157	4
408	Άρνισσα	Πέλλας	540	40,80	21,83	74	0	900	ΔΚΖ 4	1	2,7	-1,0	23,5	31,1	13,0	21,0	7	3	664	188	3
409	Γιαννισά	Πέλλας	65	40,80	22,42	35	60	177	ΔΚΖ 3		5,3	1,4	26,3	33,0	15,6	23,8	8	4	621	140	4
410	Έδεσσα	Πέλλας	237	40,80	22,05	58	160	800	ΔΚΖ 4	1	3,7	0,2	25,0	31,7	14,3	22,6	8	4	853	182	2
411	Καρυώτισσα	Πέλλας	10	40,80	22,40	38	5	21	ΔΚΖ 3		5,3	1,1	26,2	33,5	15,6	23,7	8	4	540	130	5
412	Κρύα Βρύση	Πέλλας	8	40,68	22,22	33	5	16	ΔΚΖ 3		5,5	1,3	26,3	33,6	15,7	23,8	8	4	487	126	5
413	Νότια	Πέλλας	590	41,01	22,22	72	120	1691	ΔΚΖ 4	1	3,1	-1,9	21,5	28,5	12,0	19,1	7	2	557	178	3
414	Σκύδρα	Πέλλας	35	40,75	22,15	49	11	186	ΔΚΖ 3	1	5,0	0,3	25,8	33,6	15,3	23,5	8	4	659	148	3
415	Φούστανη	Πέλλας	275	41,05	22,17	68	100	1057	ΔΚΖ 4		3,6	-0,2	24,8	31,6	14,1	22,4	8	4	747	222	3
416	Άγιος Δημήτριος	Πιερίας	800	40,17	22,23	28	250	1883	ΔΚΖ 6		1,6	-1,8	21,2	27,1	11,3	18,9	6	2	978	200	2
417	Κατερίνη	Πιερίας	33	40,27	22,50	8	10	99	ΔΚΖ 4	2	5,2	2,1	25,8	32,7	15,4	23,6	8	4	645	130	3
418	Λιτόχωρο	Πιερίας	300	40,10	22,50	5	300	971	ΔΚΖ 5		5,4	2,4	25,4	30,3	15,2	22,9	8	4	750	135	3
419	Σκοτεινά	Πιερίας	625	40,17	22,25	25	350	1683	ΔΚΖ 6	1	2,0	-1,4	20,6	25,9	11,4	18,8	7	2	779	175	1

A/A	Σταθμός	Νομός	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
			Z (m)	φ (°)	λ (°)	O (km)	Δz (m)	Z' (m)	ΔKZ		Tψ (°C)	m (°C)	Tθ (°C)	M (°C)	Tan (°C)	Tα (°C)	N <sub>T10</sub>	N <sub>T20</sub>	Pan (mm)	Pa (mm)	Nx
420	Άνω Σκαφιδωτή	Πρεβέζης	650	39,28	20,63	12	450	1368	ΔKZ 4		5,3	2,3	22,5	27,6	13,8	20,2	8	2	1620	168	3
421	Ζηρού λίμνη	Πρεβέζης	110	39,25	20,85	13	20	471	ΔKZ 2		7,7	3,4	25,5	32,3	16,3	23,0	9	4	1344	118	3
422	Καναλλάκι	Πρεβέζης	24	39,23	20,60	7	15	557	ΔKZ 2		8,7	4,6	25,9	32,5	17,1	23,4	10	4	1205	100	3
423	Λούρος ΥΗΣ	Πρεβέζης	100	39,27	20,88	18	20	652	ΔKZ 2	1	9,1	4,7	26,4	34,2	17,4	23,8	10	4	1312	138	3
424	Νέα Κερασούντα	Πρεβέζης	26	39,15	20,87	6	20	251	ΔKZ 2		8,5	4,3	26,1	32,7	17,0	23,6	10	4	1303	122	3
425	Νικολίτσι	Πρεβέζης	250	39,32	20,77	22	200	1464	ΔKZ 2		7,2	3,5	25,4	31,4	16,1	22,9	9	4	1815	162	3
426	Ανώγεια	Ρεθύμνης	740	35,28	24,88	13	400	1400	ΔKZ 2	1	7,7	4,7	23,5	27,6	15,4	21,6	8	4	1109	55	4
427	Ασώματος	Ρεθύμνης	234	35,20	24,47	3	180	1239	ΔKZ 1		11,9	8,7	26,3	30,7	18,7	24,0	12	5	1171	38	5
428	Ρέθυμνο	Ρεθύμνης	7	35,35	24,52	0	7	314	ΔKZ 1	1	12,3	8,9	26,1	30,0	18,9	23,9	12	6	647	14	5
429	Αρίσβη	Ροδόπης	30	41,07	25,58	23	15	115	ΔKZ 3		4,9	1,2	24,6	31,0	14,8	22,3	8	4	691	168	2
430	Γρατινή	Ροδόπης	120	41,15	25,53	27	70	406	ΔKZ 3		4,5	1,0	24,2	30,3	14,4	21,9	8	4	736	170	2
431	Ίασμος	Ροδόπης	40	41,13	25,18	15	30	571	ΔKZ 3		5,2	1,7	24,6	30,8	14,9	22,3	8	4	833	167	2
432	Κερασεά	Ροδόπης	560	41,10	25,00	19	410	1609	ΔKZ 6		2,7	0,1	22,0	26,7	12,3	19,7	7	2	1240	226	1
433	Κέχρος	Ροδόπης	700	41,23	25,85	44	400	1087	ΔKZ 6	2	0,1	-2,1	20,6	25,7	10,8	18,7	6	2	963	195	1
434	Κομοτηνή	Ροδόπης	30	41,12	25,40	20	10	143	ΔKZ 3	1	5,3	1,7	24,4	30,9	14,5	21,9	8	4	670	149	3
435	Μοναστήριον	Ροδόπης	700	41,20	25,80	39	450	1106	ΔKZ 6		0,9	-1,8	20,6	25,6	11,0	18,5	6	2	1039	193	1
436	Μυρτίσκη	Ροδόπης	510	41,28	25,78	45	210	941	ΔKZ 4		1,6	-1,5	21,4	27,2	11,8	19,3	7	2	1010	218	1
437	Μύτικας	Ροδόπης	600	41,25	25,48	38	420	1082	ΔKZ 5		1,8	-1,0	21,4	26,5	11,7	19,2	7	2	1526	203	1
438	Οργάνη	Ροδόπης	550	41,25	25,68	43	250	927	ΔKZ 4		1,6	-1,4	21,3	26,9	11,7	19,1	7	2	1180	269	1
439	Σάπες	Ροδόπης	115	41,03	25,70	17	55	343	ΔKZ 3		4,6	1,2	24,2	30,1	14,5	21,9	8	4	897	133	3
440	Τρίκορφον	Ροδόπης	180	41,20	25,18	13	50	794	ΔKZ 4		4,3	0,9	23,5	29,5	13,9	21,2	8	3	887	233	2
441	Χλόη	Ροδόπης	730	41,28	25,87	49	350	1462	ΔKZ 6		0,3	-2,6	20,0	25,4	10,5	17,9	6	1	1103	203	1
442	Ικαρία	Σάμου	20	37,57	26,13	0,1	20	1157	ΔKZ 1	1	12,0	8,9	27,2	31,1	19,1	24,8	12	6	870	31	5
443	Σάμος	Σάμου	48	37,70	26,92	2	48	386	ΔKZ 1	1	10,9	8,1	26,1	30,0	18,3	24,1	12	5	920	45	5
444	Άγκιστρο	Σερρών	308	41,38	23,45	74	230	1080	ΔKZ 4		3,5	0,1	24,4	30,5	13,7	21,8	7	4	594	173	3
445	Αηδονοχώρι	Σερρών	241	40,85	23,73	9	200	443	ΔKZ 4		5,0	1,9	24,7	30,0	14,6	22,3	8	4	662	153	3
446	Αλιστράτη	Σερρών	254	41,07	23,95	32	180	598	ΔKZ 3		4,4	1,1	24,4	30,3	14,2	22,0	8	4	644	179	3
447	Άνω Βροντούς	Σερρών	954	41,30	23,78	57	150	1872	ΔKZ 7		-0,9	-4,2	18,5	24,8	8,8	16,2	5	0	934	237	0
448	Άνω Πορόια	Σερρών	505	41,28	23,03	70	400	1286	ΔKZ 6		2,5	-0,6	23,5	29,2	12,9	21,0	7	3	953	225	2
449	Ηράκλεια	Σερρών	35	41,18	23,28	61	10	54	ΔKZ 3	1	3,9	0,3	25,3	32,9	14,6	23,1	8	4	491	155	4
450	Κάτω Καμήλα	Σερρών	37	41,02	23,48	37	25	54	ΔKZ 3		5,3	1,3	25,6	32,5	15,2	23,2	8	4	618	189	3
451	Κερκίνη (φράγμα)	Σερρών	32	41,22	23,08	76	10	463	ΔKZ 4		4,7	0,5	25,7	33,2	15,0	23,2	8	4	514	164	4
452	Προβατάς	Σερρών	19	41,05	23,40	47	10	37	ΔKZ 3		5,2	1,0	25,6	32,9	15,2	23,2	8	4	496	140	3
453	Σέρρες	Σερρών	32	41,02	23,57	40	20	294	ΔKZ 3	1	4,3	0,0	25,6	33,0	15,0	23,1	8	4	556	157	3
454	Σιδηρόκαστρον	Σερρών	73	41,23	23,40	61	25	300	ΔKZ 3		4,6	0,6	25,3	32,5	14,8	22,8	8	4	599	192	3
455	Χρυσοπηγή	Σερρών	605	41,17	23,55	54	420	986	ΔKZ 3	1	3,2	0,0	22,5	27,1	12,9	20,4	7	2	646	203	1
456	Αγίοφυλλο	Τρικάλων	581	39,87	21,57	100	250	1050	ΔKZ 4		3,2	-0,6	23,4	30,1	13,2	21,0	7	3	700	153	4
457	Ασπροπόταμος	Τρικάλων	1050	39,63	21,30	67	200	1943	ΔKZ 5	1	0,4	-4,2	17,8	24,9	8,9	15,7	5	0	1059	185	2
458	Βαθύρρευμα	Τρικάλων	920	39,45	21,42	51	170	2160	ΔKZ 6		1,6	-2,3	20,0	26,7	10,7	17,8	6	1	1945	232	2
459	Βακάρι	Τρικάλων	1150	39,50	21,37	57	500	2690	ΔKZ 5	1	2,8	-1,3	19,6	26,0	11,2	17,7	6	0	1613	203	2
460	Γαρδίκι	Τρικάλων	1100	39,55	21,27	57	400	2414	ΔKZ 5		0,7	-2,6	19,2	25,2	10,0	17,0	6	0	1847	264	1
461	Ελάτη	Τρικάλων	900	39,52	21,53	64	520	2343	ΔKZ 5		2,1	-1,2	21,3	27,1	11,6	19,0	7	2	1424	242	2

A/A	Σταθμός	Νομός								7	8											19
			1	2	3	4	5	6	ΔΚΖ			9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
			Z (m)	φ (°)	λ (°)	O (km)	Δz (m)	Z' (m)			Tψ (°C)	m (°C)	Tθ (°C)	M (°C)	Tan (°C)	Tα (°C)	N <sub>T10</sub>	N <sub>T20</sub>	Pan (mm)	Pa (mm)	Nx	
462	Καλαμπάκα	Τρικάλων	217	39,70	21,63	85	30	750	ΔΚΖ 4	1	5,5	1,7	26,6	33,3	15,8	24,1	8	4	1068	145	3	
463	Κατάφυτο	Τρικάλων	980	39,63	21,28	65	150	1973	ΔΚΖ 5		0,7	-3,2	19,6	26,5	10,1	17,3	6	0	1103	201	2	
464	Κονισκός	Τρικάλων	860	39,78	21,80	74	60	1142	ΔΚΖ 4		0,9	-3,2	20,1	27,6	10,5	17,9	6	1	695	166	3	
465	Λιόπρασο	Τρικάλων	740	39,67	21,85	79	600	1053	ΔΚΖ 4		2,9	-0,4	23,0	28,7	12,8	20,6	7	3	672	165	4	
466	Μαλακάσι	Τρικάλων	1080	39,78	21,28	82	500	1821	ΔΚΖ 5		0,6	-2,7	19,7	25,7	10,2	17,5	6	0	1781	274	2	
467	Μεγάλη Κερασιά	Τρικάλων	500	39,75	21,50	85	240	1420	ΔΚΖ 4	2	4,4	0,1	23,9	30,7	13,0	20,7	7	2	723	135	4	
468	Μεσοχώρα	Τρικάλων	780	39,48	21,33	53	150	1765	ΔΚΖ 4		2,5	-1,4	21,1	27,9	11,7	18,8	7	2	1657	193	2	
469	Μετέωρα	Τρικάλων	596	39,73	21,65	89	350	1030	ΔΚΖ 4		3,4	-0,2	23,6	29,9	13,4	21,1	7	3	638	116	4	
470	Παλαιοχώρι	Τρικάλων	1050	39,62	21,42	69	500	2330	ΔΚΖ 5		1,0	-2,3	20,0	25,9	10,5	17,8	6	0	1249	184	2	
471	Παχτούρι	Τρικάλων	950	39,47	21,25	50	400	2400	ΔΚΖ 5		1,9	-1,5	20,5	26,4	11,1	18,2	6	2	2000	231	2	
472	Περτούλι	Τρικάλων	1180	39,53	21,47	67	250	2611	ΔΚΖ 5	1	-0,6	-4,0	16,9	23,6	8,1	14,9	5	0	1668	242	1	
473	Πολυνέρι	Τρικάλων	730	39,40	21,37	45	200	2181	ΔΚΖ 5		3,1	-0,7	21,7	28,2	12,3	19,4	7	2	2075	296	0	
474	Στουρναράικα	Τρικάλων	860	39,47	21,48	56	460	2043	ΔΚΖ 5		2,4	-1,0	21,5	27,3	11,9	19,2	7	2	1619	207	2	
475	Τρίκαλα	Τρικάλων	112	39,55	21,77	80	20	271	ΔΚΖ 3	1	5,5	1,4	27,0	34,3	16,3	24,4	8	4	782	114	4	
476	Φαρκαδόνα	Τρικάλων	87	39,60	22,07	70	10	634	ΔΚΖ 3		6,0	1,4	26,3	34,0	15,8	23,6	8	4	522	116	4	
477	Χρυσομηλιά	Τρικάλων	940	39,60	21,50	71	480	1893	ΔΚΖ 5		1,6	-1,7	20,9	26,8	11,2	18,6	6	2	1275	158	2	
478	Δομοκός	Φθιώτιδας	615	39,13	22,30	33	500	900	ΔΚΖ 3	1	3,9	1,3	23,9	29,5	13,1	20,9	7	3	532	108	4	
479	Κούρνοβο (=Τρίλοφο)	Φθιώτιδας	600	39,00	22,22	29	470	940	ΔΚΖ 4		4,6	1,3	23,7	29,1	13,9	21,3	8	3	690	111	4	
480	Λαμία	Φθιώτιδας	144	38,90	22,40	12	130	371	ΔΚΖ 2	1	8,1	4,1	27,3	32,8	17,3	24,8	9	5	674	123	4	
481	Νεοχώρι	Φθιώτιδας	800	38,97	21,87	53	350	2061	ΔΚΖ 5		3,1	-0,6	21,7	27,9	12,3	19,5	7	2	1863	240	2	
482	Πιτσιωτά	Φθιώτιδας	800	39,02	21,90	53	270	1635	ΔΚΖ 5		2,9	-0,9	21,5	27,9	12,0	19,2	7	2	1313	170	2	
483	Τυμφρηστός	Φθιώτιδας	780	38,92	21,92	50	230	1657	ΔΚΖ 4		3,1	-0,8	21,5	28,0	12,1	19,3	7	2	1387	155	2	
484	Υπάτη	Φθιώτιδας	286	38,87	22,23	20	240	1314	ΔΚΖ 3		6,6	2,9	25,7	31,5	15,8	23,2	8	4	704	92	4	
485	Αμύνταιο	Φλωρίνης	580	40,68	21,68	81	7	957	ΔΚΖ 4	1	1,7	-3,1	21,0	29,2	11,8	18,9	7	2	475	133	3	
486	Δροσσοπηγή	Φλωρίνης	980	40,68	21,47	100	300	1873	ΔΚΖ 6		-0,3	-3,6	19,9	26,4	10,0	17,8	6	0	777	188	2	
487	Λιμνοχώρι	Φλωρίνης	600	40,62	21,55	90	1	1165	ΔΚΖ 4	1	2,6	-1,9	22,0	30,3	12,4	19,8	7	2	549	151	3	
488	Πολυπόταμος	Φλωρίνης	990	40,72	21,35	107	210	1999	ΔΚΖ 6		-0,5	-4,0	19,6	26,4	9,7	17,4	6	0	653	184	2	
489	Πρέσπια	Φλωρίνης	855	40,82	21,07	133	2	1560	ΔΚΖ 4	1	1,4	-2,0	21,2	27,0	11,3	18,8	7	2	595	130	4	
490	Τροπαιούχος	Φλωρίνης	700	40,73	21,43	100	50	1387	ΔΚΖ 4		1,0	-3,0	21,2	28,8	11,2	19,0	6	2	681	176	2	
491	Φλώρινα	Φλωρίνης	650	40,78	21,40	105	30	1400	ΔΚΖ 4	1	0,5	-3,4	21,7	28,8	11,7	19,5	7	2	786	197	2	
492	Άμφισσα	Φωκίδας	180	38,53	22,38	10	100	1164	ΔΚΖ 2		7,5	3,6	25,9	31,9	16,4	23,4	9	4	892	71	5	
493	Άνω Σουβάλα	Φωκίδας	700	38,62	22,55	23	350	1786	ΔΚΖ 5		4,3	0,9	22,5	28,0	13,2	20,2	8	2	1141	174	3	
494	Γραβιά	Φωκίδας	450	38,67	22,43	23	100	1657	ΔΚΖ 4		5,4	1,4	23,7	30,1	14,3	21,3	8	3	889	92	4	
495	Γραμμένη Οξυά	Φωκίδας	1160	38,73	22,00	37	460	2006	ΔΚΖ 5	1	2,9	-0,1	20,4	25,6	11,5	18,3	6	1	1245	151	2	
496	Δεσφίνα	Φωκίδας	590	38,42	22,53	5	20	1165	ΔΚΖ 3	1	5,4	1,7	23,7	29,9	14,2	21,2	8	3	609	59	5	
497	Ιτέα	Φωκίδας	20	38,43	22,43	0	20	271	ΔΚΖ 1		9,1	5,5	26,1	31,3	17,2	23,7	10	4	470	42	6	
498	Λιδορική	Φωκίδας	600	38,52	22,20	18	250	1921	ΔΚΖ 3	1	5,6	1,3	24,4	31,4	14,5	21,5	8	4	1019	127	4	
499	Άγιος Μάμας	Χαλκιδικής	20	40,27	23,33	2	20	120	ΔΚΖ 2	1	7,3	3,2	25,4	31,6	15,9	22,8	8	4	458	113	6	
500	Αρναία	Χαλκιδικής	760	40,48	23,58	17	400	1078	ΔΚΖ 6	1	2,0	-1,1	20,9	26,7	11,4	18,5	7	2	696	204	1	
501	Κασσάνδρεια	Χαλκιδικής	50	40,05	23,42	4	10	253	ΔΚΖ 2	2	7,3	2,8	26,1	31,8	16,2	23,7	9	4	570	88	5	
502	Νέος Μαρμαράς	Χαλκιδικής	10	40,08	23,80	0,7	10	431	ΔΚΖ 2	1	7,7	5,0	24,4	29,9	15,7	22,4	8	4	468	99	6	
503	Πολύγυρος	Χαλκιδικής	545	40,38	23,43	12	300	918	ΔΚΖ 4	1	3,8	0,5	23,5	28,7	13,2	20,8	8	3	586	155	3	

A/A	Σταθμός	Νομός	1 Z (m)	2 φ (°)	3 λ (°)	4 O (km)	5 Δz (m)	6 Z' (m)	7 ΔΚΖ	8	9 Tψ (°C)	10 m (°C)	11 Tθ (°C)	12 M (°C)	13 Tan (°C)	14 Tα (°C)	15 N <sub>T10</sub>	16 N <sub>T20</sub>	17 Pan (mm)	18 Pa (mm)	19 Nx
504	Ταξiάρχης	Χαλκιδικής	860	40,43	23,52	19	580	1333	ΔΚΖ 6	1	1,2	-2,0	20,3	25,7	10,5	18,1	6	1	772	214	2
505	Αλικιανός	Χανίων	68	35,45	23,92	7	50	566	ΔΚΖ 1		12,1	8,3	27,1	32,6	19,2	24,8	12	6	1030	26	5
506	Ασκήφου	Χανίων	740	35,30	24,18	10	60	1894	ΔΚΖ 3		7,7	4,1	21,5	27,1	14,4	19,6	8	2	2288	117	4
507	Βουκολιές	Χανίων	105	35,47	23,80	7	80	500	ΔΚΖ 1		11,9	8,2	27,0	32,4	19,1	24,7	12	6	1143	28	5
508	Κάνθανος	Χανίων	460	35,33	23,75	10	200	1214	ΔΚΖ 2		9,9	6,5	24,7	29,7	17,0	22,6	11	4	1257	48	5
509	Λάκκai	Χανίων	530	35,40	23,95	13	400	1229	ΔΚΖ 2		9,7	6,7	24,7	29,0	16,9	22,5	11	4	1400	67	4
510	Νεροκούρος	Χανίων	95	35,48	24,03	3	95	643	ΔΚΖ 1		12,2	8,7	27,0	31,9	19,2	24,7	12	6	855	19	5
511	Παλαιά Ρούματα	Χανίων	350	35,40	23,78	13	190	1114	ΔΚΖ 2		10,5	7,1	25,6	30,7	17,7	23,4	12	4	1533	51	5
512	Παλαιχώρα	Χανίων	3	35,23	23,67	0	3	471	ΔΚΖ 1	1	13,2	10,1	28,1	32,4	19,9	25,5	12	6	564	14	6
513	Σούδα	Χανίων	139	35,55	24,12	3	139	380	ΔΚΖ 1	1	10,9	7,2	25,2	30,3	17,8	23,3	12	4	670	21	5
514	Χανιά	Χανίων	62	35,50	24,03	0	62	157	ΔΚΖ 1	1	12,1	8,7	25,9	30,2	18,6	23,8	12	4	666	28	5
515	Χίος	Χίου	3	38,33	26,13	1	3	371	ΔΚΖ 1	1	10,6	7,7	27,2	31,4	18,1	24,7	12	5	698	30	6
516	Μαίναλο 1	Αρκαδίας	1040	37,72	22,21	48	500	1794	ΔΚΖ 2		3,2	-0,2	20,3	25,8	11,5	18,0	6	1	987	134	3
517	Υμητός 1	Αττικής	600	37,88	23,79	4	600	979	ΔΚΖ 1		6,7	4,3	23,6	27,3	15,0	21,4	8	4	498	34	6
518	Ορβηλος 1	Δράμας	980	41,40	23,70	69	150	2121	ΔΚΖ 7		-1,2	-4,6	18,3	24,7	8,5	16,0	5	0	797	213	1
519	Ροδόπη 1	Δράμας	1850	41,55	24,52	66	950	2498	ΔΚΖ 7		-6,2	-8,1	12,4	16,7	3,3	10,2	2	0	1292	333	0
520	Ροδόπη 2	Δράμας	1250	41,36	24,73	47	450	2015	ΔΚΖ 7		-2,4	-5,0	16,4	21,5	7,1	14,2	5	0	1176	319	0
521	Χορτιάτης 1	Θεσσαλονίκης	990	40,59	23,10	11	730	1458	ΔΚΖ 3		0,8	-1,4	20,2	24,4	10,5	18,0	6	2	625	134	3
522	Πίνδος 1	Ιωαννίνων	1500	39,80	21,19	85	600	2171	ΔΚΖ 7		-2,1	-5,1	16,3	22,2	7,3	14,3	5	0	1286	215	0
523	Σμόλικας 1	Ιωαννίνων	2100	40,10	20,92	87	1150	3257	ΔΚΖ 5		-5,7	-7,8	12,2	16,9	3,7	10,4	3	0	1635	220	0
524	Αροάνια 1	Κορινθίας	1950	37,91	22,25	29	1200	2703	ΔΚΖ 5		-2,3	-4,6	13,8	17,9	5,7	11,9	4	0	1247	114	2
525	Πάρνωνας 1	Λακωνίας	1750	37,27	22,61	19	800	2421	ΔΚΖ 5		-0,5	-3,1	14,9	19,2	7,1	12,9	4	0	811	86	4
526	Βόρας 1	Πέλλης	1600	41,04	21,95	82	1300	2364	ΔΚΖ 7		-3,8	-5,7	16,5	20,8	6,6	14,5	5	0	1152	186	2
527	Βόρας 2	Πέλλης	1750	40,90	21,89	75	1000	2333	ΔΚΖ 6		-4,9	-7,1	14,9	19,6	5,3	12,9	4	0	1086	182	1
528	Κάτω Όλυμπος 1	Περίας	500	39,96	22,59	5	500	1261	ΔΚΖ 2		4,5	1,8	24,2	28,7	14,2	21,8	8	4	982	174	2
529	Όλυμπος 1	Περίας	2400	40,09	22,37	16	1550	3443	ΔΚΖ 7		-7,6	-9,0	10,1	13,5	1,6	8,4	1	0	1442	162	0
530	Όλυμπος 2	Περίας	1000	40,09	22,42	12	800	2676	ΔΚΖ 7		1,2	-1,1	20,6	24,9	10,9	18,5	6	2	1183	154	2
531	Πιέρα 1	Περίας	1600	40,20	22,12	36	600	2726	ΔΚΖ 7		-3,4	-6,1	15,3	20,6	6,2	13,4	4	0	917	198	1
532	Οίτη 1	Φθιώτιδας	2000	38,90	22,27	23	700	2723	ΔΚΖ 5		-4,4	-7,0	12,3	17,3	4,1	10,5	3	0	1159	103	2
533	Βαρνούς 1	Φλωρίνης	2000	40,81	21,26	118	1100	2722	ΔΚΖ 6		-6,3	-8,4	13,1	17,9	3,8	11,2	3	0	887	166	0
534	Χολομώντας 1	Χαλκιδικής	570	40,44	23,56	18	200	1033	ΔΚΖ 2		3,0	-0,1	22,3	28,0	12,6	20,1	7	2	692	200	3
535	Λευκά Όρη 1	Χανίων	950	35,31	23,77	8	800	1480	ΔΚΖ 2		7,5	5,2	22,1	25,5	14,6	20,1	8	2	1382	48	5

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1 Κλιματικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεση και τη γεωγραφική διανομή της βλάστησης

##### Φως, ηλιοφάνεια, νέφωση, ομίχλη

Το ηλιακό φως, δηλαδή τα μήκη κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας που ανήκουν στο ορατό τμήμα του φάσματος (0,38-0,72 μm), είναι απαραίτητο για τα χλωροφυλλούχα φυτά. Σύμφωνα με τον Ντάφη (1986), το φως προσφέρει την απαραίτητη ενέργεια για τη φωτοσύνθεση, ενώ παράλληλα επηρεάζει την ταχύτητα και την κατεύθυνση της αύξεσης (φωτοτροπισμός), πολυάριθμες διαδικασίες μεταβολισμού στα κύτταρα και τους ιστούς (αφομοίωση) και καθορίζει τη δημιουργία υπέργειων οργάνων. Επίσης, η διάρκεια της φωτεινής φάσης στον κανονικό εικοσιτετράωρο ρυθμό της εναλλαγής φωτός και σκότους επιδρούν κατά χαρακτηριστικό τρόπο πάνω στην ανάπτυξη πολλών ειδών (φωτοπεριοδισμός). Το φως αποτελεί σημαντικότατο παράγοντα για τον δασοκομικό χειρισμό των δασοσυστάδων. Από αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η δυνατότητα αναγέννησης των συστάδων, η διαμόρφωση του κορμού και της κόμης των δένδρων, καθώς και η παραγωγή των συστάδων σε οργανική ουσία και συνεπώς σε ξυλώδη όγκο.

Ανάλογα με τις απαιτήσεις σε φως, όπως προέκυψε αυτή τόσο από μετρήσεις όσο και από τη δασοκομική πράξη, τα διάφορα δασοπονικά είδη χωρίζονται σε 3 κατηγορίες (Ντάφης 1986):

1) Απαιτητικά σε φως είδη ή φωτόφυτα είδη, στα οποία αυξάνει η αφομοίωση με την αύξηση του φωτός, η μέγιστη αφομοιωτική δραστηριότητα επιτυγχάνεται κάτω από πλήρες φως και αντέχουν σε ελαφρά μόνο σκίαση: λάρικα, σημύδα, δασική πεύκη, χαλέπιος πεύκη, τραχεία πεύκη, κουκουναριά, είδη λεύκης, ψευδακακία, κλήθρα, φράξος, ποδισκοφόρος δρυς, χνοώδης δρυς, κυπαρίσσι, αγριοκερασιά. Τα παραπάνω είδη σε προχωρημένη ηλικία, φέρουν χαλαρό φύλλωμα και γι' αυτό δεν επιφέρουν ισχυρή σκίαση. Μερικά καθαρά φωτόφυτα είδη, όπως η χαλέπιος πεύκη, η δασική πεύκη, η σημύδα και η τρέμουσα λεύκη, όταν σκιαστούν έντονα και για μεγάλο χρονικό διάστημα πεθαίνουν ή χάνουν την ικανότητα μιας κανονικής ανάπτυξης ύστερα από την αποκάλυψη τους.

2) Είδη ανθεκτικά στη σκιά, σκιοφύτα ή σκιανθεκτικά είδη, τα οποία είναι προσαρμοσμένα στην εκμετάλλευση φωτός πολύ χαμηλής έντασης, πετυχαίνοντας τη μέγιστη αφομοιωτική δραστηριότητα στο ένα δέκατο της έντασης του υπαίθριου φωτός, αντέχουν για μεγάλο διάστημα στη σκίαση και έχουν την ιδιότητα να αναλαμβάνουν ύστερα από μεγάλη περίοδο σκίασης: οξιά, ελάτη, ίταμος. Τα είδη αυτά δημιουργούν φέρουν σχετικά πυκνό φύλλωμα και ασκούν επίσης ισχυρή σκίαση στον υπόροφο.

3) Ημισκιοφύτα είδη, τα οποία αντέχουν σε μικρή ηλικία σε αρκετά ισχυρή σκίαση και τα οποία ανάλογα με το σταθμό πλησιάζουν άλλοτε προς τα φωτόφυτα και άλλοτε προς τα σκιοφύτα. Τέτοια είδη είναι: απόδισκος δρυς, μαύρη πεύκη, αριά, πλατύφυλλος δρυς, είδη σφενδάμου, είδη φιλύρας, καστασιά, ορεινή φτελιά, ψευδοτσούγκα, ερυθρελάτη.

Από τους θάμνους οι περισσότεροι είναι σχετικά φωτόφυτα είδη. Γι' αυτό κάτω από συστάδες σκιοφύτων ειδών, όπως της οξιάς και ελάτης, σχηματίζεται αραιός όροφος από θάμνους ή και λείπει εντελώς. Θάμνοι φωτόφυτοι είναι ο προυνός, το σπάρτο, το βιβούρνο, ο κράταιγος, το φίλικι κ.λ.π, θάμνοι ημισκιοφύτοι

είναι η λεπτοκαρυά, η κρανιά, το λιγούστρο, ο ευώνυμος, το αιγόκλημα κ.λ.π., ενώ θάμνοι σκιοφύτοι είναι το πυξάρι, το αρκουδοπούρναρο κ.λ.π.

Τόσο η σύνθεση όσο και η ένταση του φωτός μεταβάλλονται ανάλογα με την ώρα της ημέρας, την εποχή του έτους, το γεωγραφικό πλάτος, το υπερθαλάσσιο ύψος και τις καιρικές συνθήκες.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας, τις πρωινές και απογευματινές ώρες κυριαρχεί το πορτοκαλόχρωμο και ερυθρό φως, το δε μεσημέρι το πρασινοκίτρινο. Η ένταση του φωτός αυξάνει από τις πρωινές ώρες μέχρι το μεσημέρι για να μειωθεί πάλι βαθμιαία μέχρι τη δύση του ήλιου.

Στις διάφορες εποχές του έτους μεταβάλλεται επίσης τόσο η ένταση, όσο και η σύνθεση του φωτός. Στο βόρειο ημισφαίριο η ένταση αυξάνει από το Δεκέμβριο μέχρι το τέλος Ιουνίου, για να μειωθεί πάλι προοδευτικά μέχρι το Δεκέμβριο.

Η σύνθεση του φωτός μεταβάλλεται επίσης από το χειμώνα προς το θέρος. Έτσι η μεσημεριάτικη ερυθρά ακτινοβολία αυξάνει από το χειμώνα προς το θέρος κατά 45%, η κίτρινη και πορτοκαλόχρωμη κατά 60%, η πράσινη κατά 90% και η κυανοϊώδης κατά 250%. Η αναφορά αυτή στα επιμέρους τμήματα του ορατού φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται, διότι τα φύλλα των δασικών δένδρων εκμεταλλεύονται κατά διαφορετικό τρόπο τα διάφορα μήκη κύματος. Μεγαλύτερη εκμετάλλευση ενέργειας από τα φυτά γίνεται στην περιοχή του πορτοκαλόχρωμου και του ερυθρού και, συνεπώς, η μεγαλύτερη καθαρή αφομοίωση παρατηρείται τις πρωινές και τις απογευματινές ώρες.

Με το γεωγραφικό πλάτος λιγότερο αυξάνει το ετήσιο άθροισμα της ηλιακής ακτινοβολίας. Κατά το θέρος όμως, λόγω της μεγαλύτερης διάρκειας της ημέρας όσο αυξάνει το γεωγραφικό πλάτος, επέρχεται μια εξισορρόπηση στο άθροισμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Συνεπώς τα δάση των βόρειων περιοχών δεν δέχονται λιγότερη ακτινοβολία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού από εκείνα των νοτιότερων περιοχών. Αυτό εξηγεί και τη σημαντική απόδοση των δασών αυτών.

Με το υπερθαλάσσιο ύψος αυξάνει η ένταση της ακτινοβολίας. Έτσι ενώ στο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας, με ξαστερο ουρανό, φθάνει περίπου το 50% της ηλιακής ακτινοβολίας, στο ύψος των 1.800 μ. φθάνει το 75%. Με συννεφιασμένο ουρανό φθάνει το 24% και 52% αντίστοιχα. Αυτά αφορούν την άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Το διάχυτο φως είναι σχεδόν το ίδιο με τη διαφορά ότι το γαλάζιο χρώμα του ουρανού γίνεται σκοτεινότερο, όσο αυξάνεται το υπερθαλάσσιο ύψος. Η σύνθεση του φωτός είναι επίσης διαφορετική. Η ερυθρά και υπεριώδης ακτινοβολία αυξάνουν με το υπερθαλάσσιο ύψος. Επίσης, η έκθεση και η κλίση του εδάφους επηρεάζουν σημαντικά την ένταση της ακτινοβολίας, που φθάνει μέχρις αυτό. Έτσι, μια βόρεια πλαγιά δέχεται λιγότερη ακτινοβολία από ότι μια νότια.

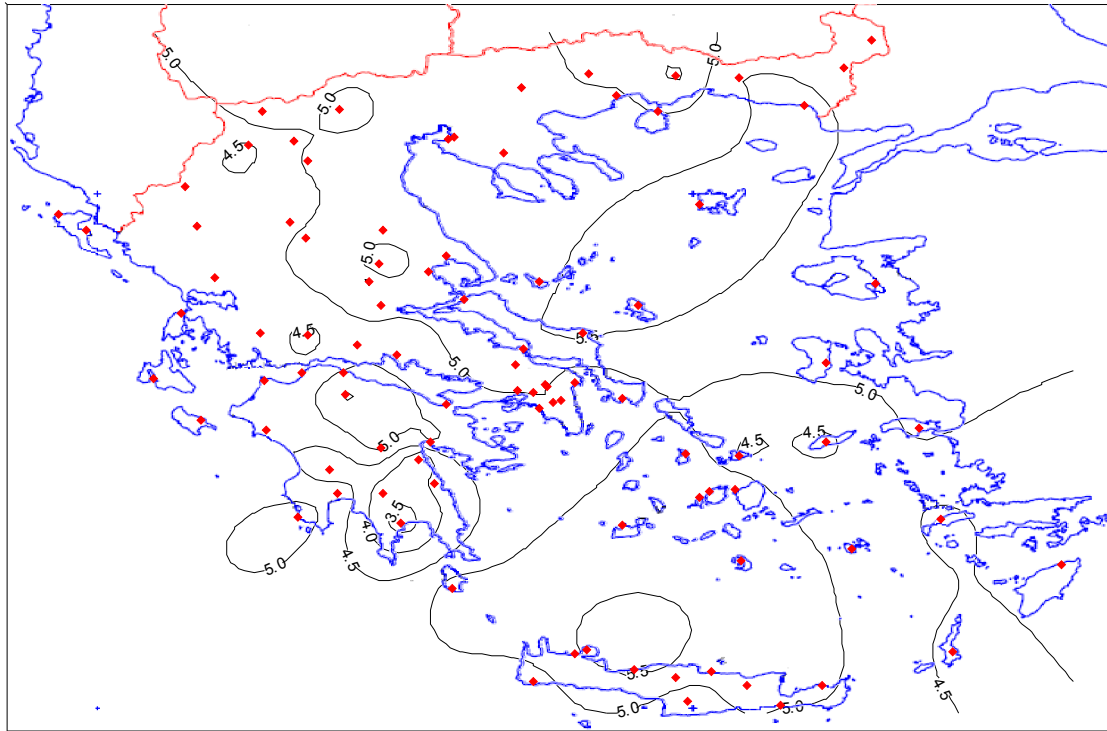
Οι καιρικές συνθήκες (νέφωση, υγρασία αέρος, ατμοσφαιρικά αιωρήματα), επηρεάζουν επίσης σημαντικά την ένταση και τη σύνθεση του φωτός. Έτσι για το συνολικό άθροισμα της ακτινοβολίας που πέφτει σ' έναν τόπο, παίζει σημαντικό ρόλο η ηλιοφάνεια του τόπου. Στη χώρα μας η ηλιοφάνεια κυμαίνεται μεταξύ 2250 (Ιωάννινα) και 3082 (Ιεράπετρα) ωρών ετησίως (Ανδρεάκος 1978).

Στη δασοκομία εκτός από το άμεσο φως, δηλαδή το φως που ακτινοβολείται κατ' ευθείαν από τον ήλιο, μας ενδιαφέρει επίσης και το διάχυτο φως. Το διάχυτο φως παίζει σημαντικό ρόλο για τα δασικά δένδρα και ιδιαίτερα για κείνα που ζουν κάτω από την κομοστέγη του δάσους. Ακόμα και κάτω από αίθριο ουρανό το διάχυτο φως ανέρχεται στο 1/3 μέχρι το 1/8 του ολικού. Κάτω από συννεφιασμένο ουρανό ή σε χαμηλό ύψος ήλιου (πρωινές και απογευματινές ώρες) το δάσος δέχεται αποκλειστικά μόνο διάχυτο φως.

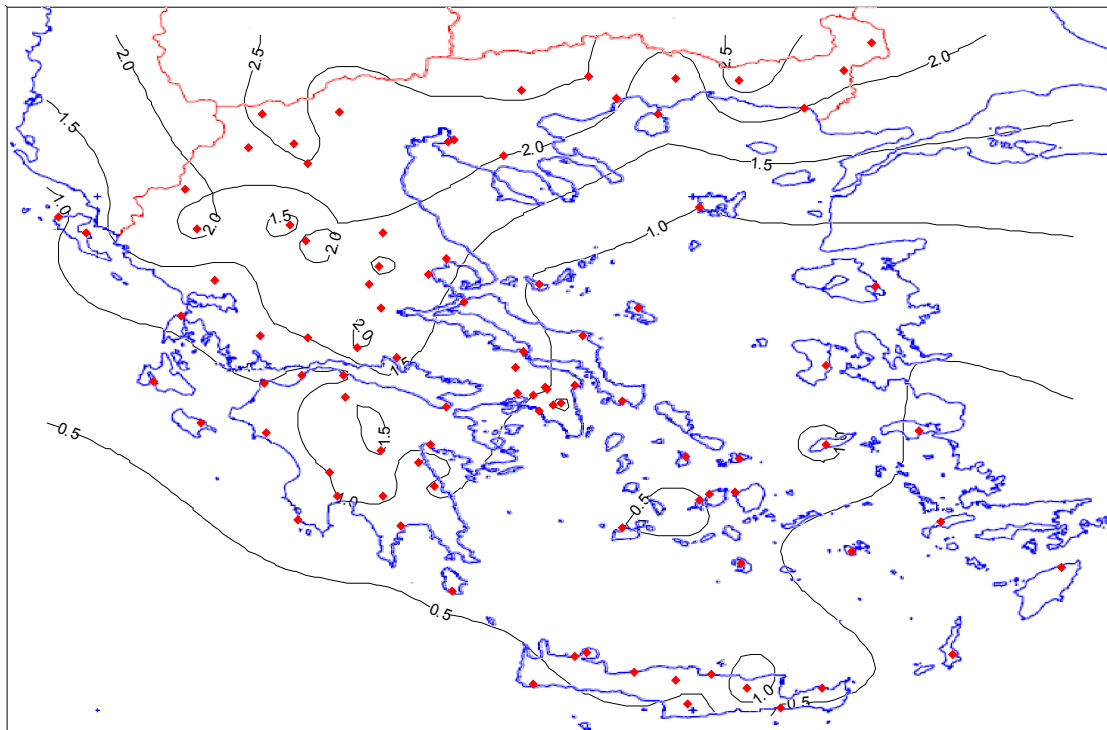
Με βάση τα παραπάνω (Ντάφης 1986), σε έναν συγκεκριμένο τόπο και ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, το υπερθαλάσσιο ύψος, την κλίση και την έκθεση του εδάφους, την εποχή του έτους, την ώρα της ημέρας και τις καιρικές συνθήκες, δημιουργούνται ιδιαίτερες συνθήκες φωτισμού, τις οποίες ονομάζουμε γενικά φωτοκλίμα. Συνεπώς, το φωτοκλίμα μιας περιοχής είναι αυστηρά καθορισμένο από τους αστρονομικούς, γεωγραφικούς και τοπογραφικούς (γεωμετρικούς) παράγοντες διανομής της ηλιακής ακτινοβολίας επί της επιφάνειας της Γης (Φλόκας 1990), ενώ ο σπουδαιότερος καιρικός παράγοντας, που μπορεί να μεταβάλλει το φωτοκλίμα μεταξύ δύο τόπων με τους ίδιους, κατά τα άλλα, προαναφερόμενους παράγοντες διαμόρφωσής του, είναι η νέφωση και η ομίχλη (και σε ορισμένες περιοχές της Γης οι κονιορτοθύελλες). Λαμβάνοντας υπόψη και τις προαναφερόμενες απαιτήσεις των διαφόρων δασοπονικών ειδών σε φως θα μπορούσε να υποθεθεί, ότι κάποια φωτόφυτα είδη ίσως αποφεύγουν περιοχές με μεγάλο αριθμό νεφοσκεπών ημερών (και συνεπώς με λίγες ώρες πραγματικής ηλιοφάνειας), ιδιαίτερα κατά την αυξητική τους περίοδο και παρά το γεγονός, ότι οι υπόλοιποι κλιματικοί παράγοντες (θερμοκρασία και κατακρημνίσματα) είναι ευνοϊκοί για αυτά. Το αντίστροφο δεν μπορεί να συμβεί, διότι τα σκιάφυτα είδη έχουν τη δυνατότητα να επεκτείνονται και στις πιο ηλιόλουστες περιοχές κάτω από την σκίαση των φωτόφυτων. Αν και σε κανένα βιβλίο Γενικής Δασοκομικής-Δασικής Οικολογίας (Κοντός 1921, Μουλόπουλος 1965β, Ντάφης 1986), όπου αναλύεται διεξοδικά η σημασία του ηλιακού φωτός για τη ζωή των φυτών, δεν αναφέρεται, ότι η γεωγραφική εξάπλωση ορισμένων ειδών παρεμποδίζεται σε περιοχές με μικρή ηλιοφάνεια, εντούτοις η πιθανότητα ισχύος της υπόθεσης αυτής δεν πρέπει να αποκλειστεί. Με σκοπό την ενθάρρυνση της έρευνας προς την κατεύθυνση αυτή, στα σχήματα 1 και 2 παρατίθενται χάρτες διανομής των μέσων τιμών νέφωσης (ή αλλιώς νεφοκάλυψης, σε όγδοα του ουρανού θόλου) και ολικής πραγματικής ηλιοφάνειας (σε ώρες) στη χώρα μας, των μηνών, κατά τους οποίους οι κλιματικές αυτές μεταβλητές λαμβάνουν τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές τους (Ιανουάριος και Ιούλιος). Εξάλλου, τα κλιματικά αυτά στοιχεία είναι συχνά χρήσιμα και σε άλλες πρακτικές εφαρμογές των γεωτεχνικών επιστημόνων, όπως ο υπολογισμός της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής με τη μέθοδο του Penman (Φλόκας 1990), δε η διδακτορική διατριβή της Κοτίνη-Ζαμπάκα (1983), όπου θα μπορούσαν να βρεθούν τέτοιου είδους δεδομένα, είναι εξαιρετικά δυσεύρετη. Να αναφερθεί, για παράδειγμα, ότι η μέση νέφωση χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των μέσων μηνιαίων τιμών πραγματικής ηλιοφάνειας  $H_{\Pi}$ , στις περιοχές όπου δεν υπάρχουν ηλιογράφοι, με τη βοήθεια των μέσων μηνιαίων τιμών θεωρητικής ηλιοφάνειας  $H_{th}$  μέσω του εμπειρικού τύπου του Angot:  $H_{\Pi}=H_{th}*(1-(n_c/8))$ , όπου  $n_c$ : νέφωση (νεφοκάλυψη), δηλαδή το κλάσμα του ουρανού θόλου του τόπου σε όγδοα, που καλύπτεται από νέφη (Φλόκας 1990). Σε ό,τι αφορά τις ιδιότητες, τις μεθόδους υπολογισμού και τη γεωγραφική διανομή της ηλιακής ακτινοβολίας και των ωρών ηλιοφάνειας σε παγκόσμια κλίμακα και στον ελλαδικό χώρο, αυτές αναλύονται διεξοδικά στο βιβλίο του Φλόκα (1990) «Μαθήματα μετεωρολογίας και κλιματολογίας».

Τον Ιανουάριο, οι μεγαλύτερες τιμές νέφωσης (σχήμα 1) παρατηρούνται στο βόρειο Αιγαίο (Σκύρος και Λήμνος με 5,7 όγδοα) και οι μικρότερες στην νοτιο-ανατολική Πελοπόννησο (Γύθειο με 3,2 όγδοα). Οι πολύ μικρές τιμές νέφωσης της νοτιοανατολικής Πελοποννήσου οφείλονται ενδεχομένως και στη διαφορετική χρονοσειρά παρατηρήσεων των σταθμών Άστρους, Λεωνιδίου, Σπάρτης και Γυθείου, η οποία αρχίζει μετά το 1975, ενώ η χρονοσειρά παρατηρήσεων των περισσότερων από τους υπόλοιπους σταθμούς της ΕΜΥ, οι θέσεις των οποίων σημειώνονται στο

## ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ



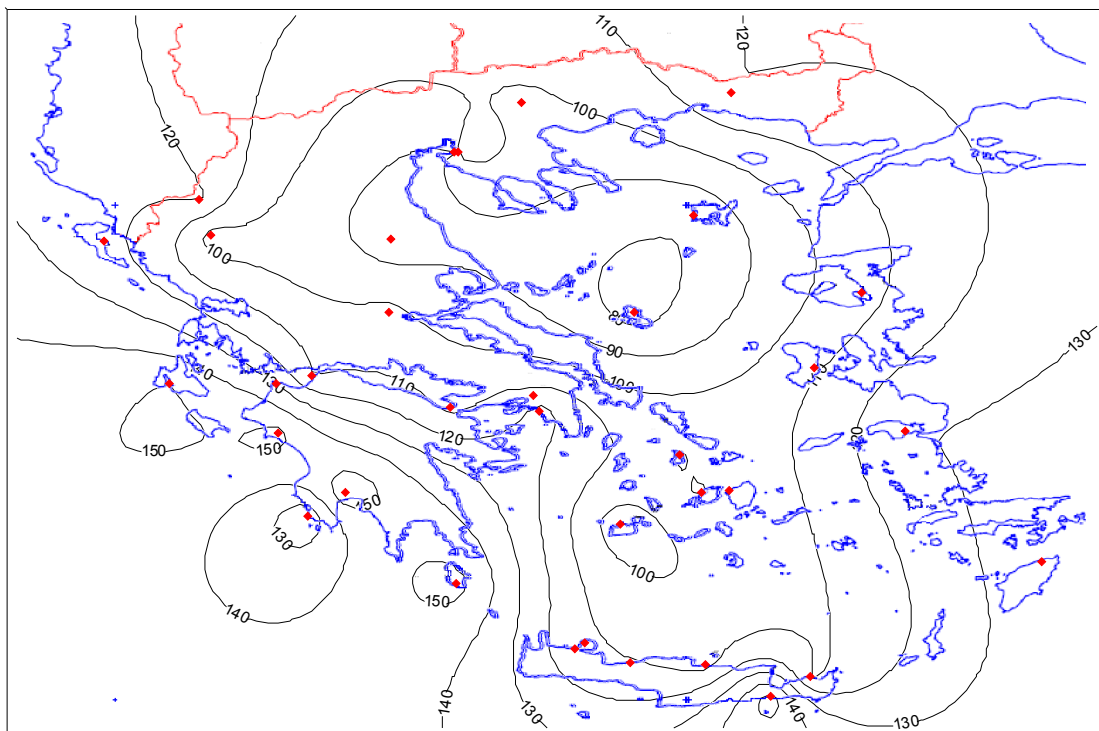
## ΙΟΥΛΙΟΣ



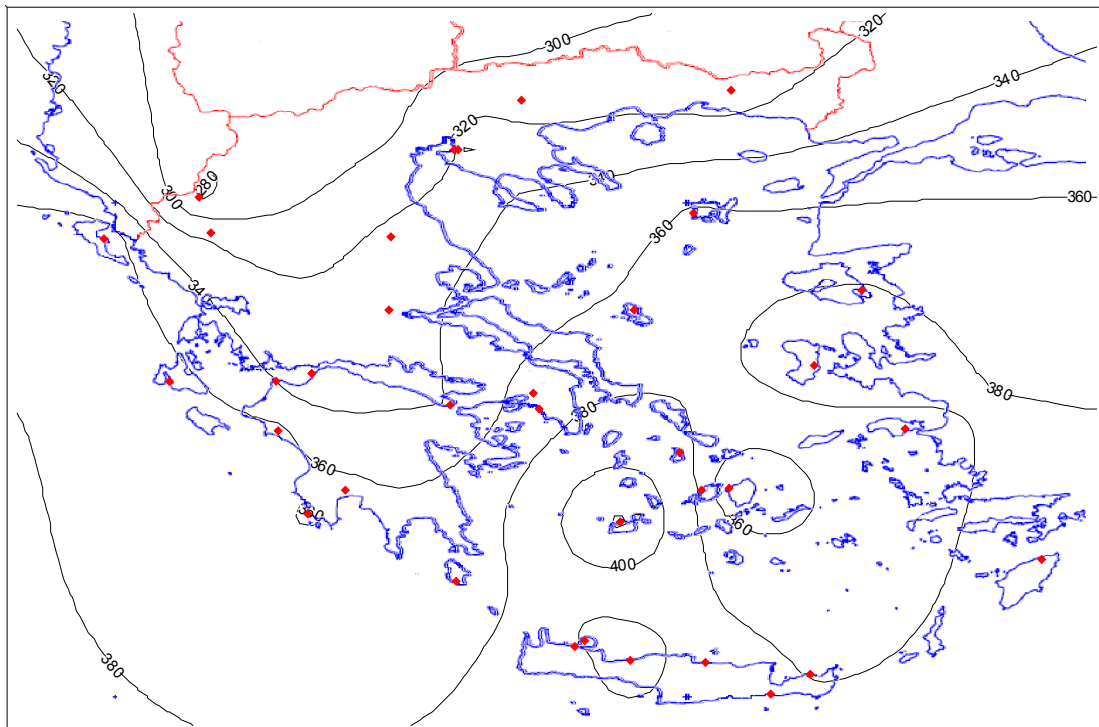
Σχήμα 1: Μέση νέφωση Ιανουαρίου και Ιουλίου σε όγδοα στον ελλαδικό χώρο.



## ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ



## ΙΟΥΛΙΟΣ



**Σχήμα 2:** Μέσος συνολικός αριθμός ωρών πραγματικής ηλιοφάνειας Ιανουαρίου και Ιουλίου στον ελλαδικό χώρο.

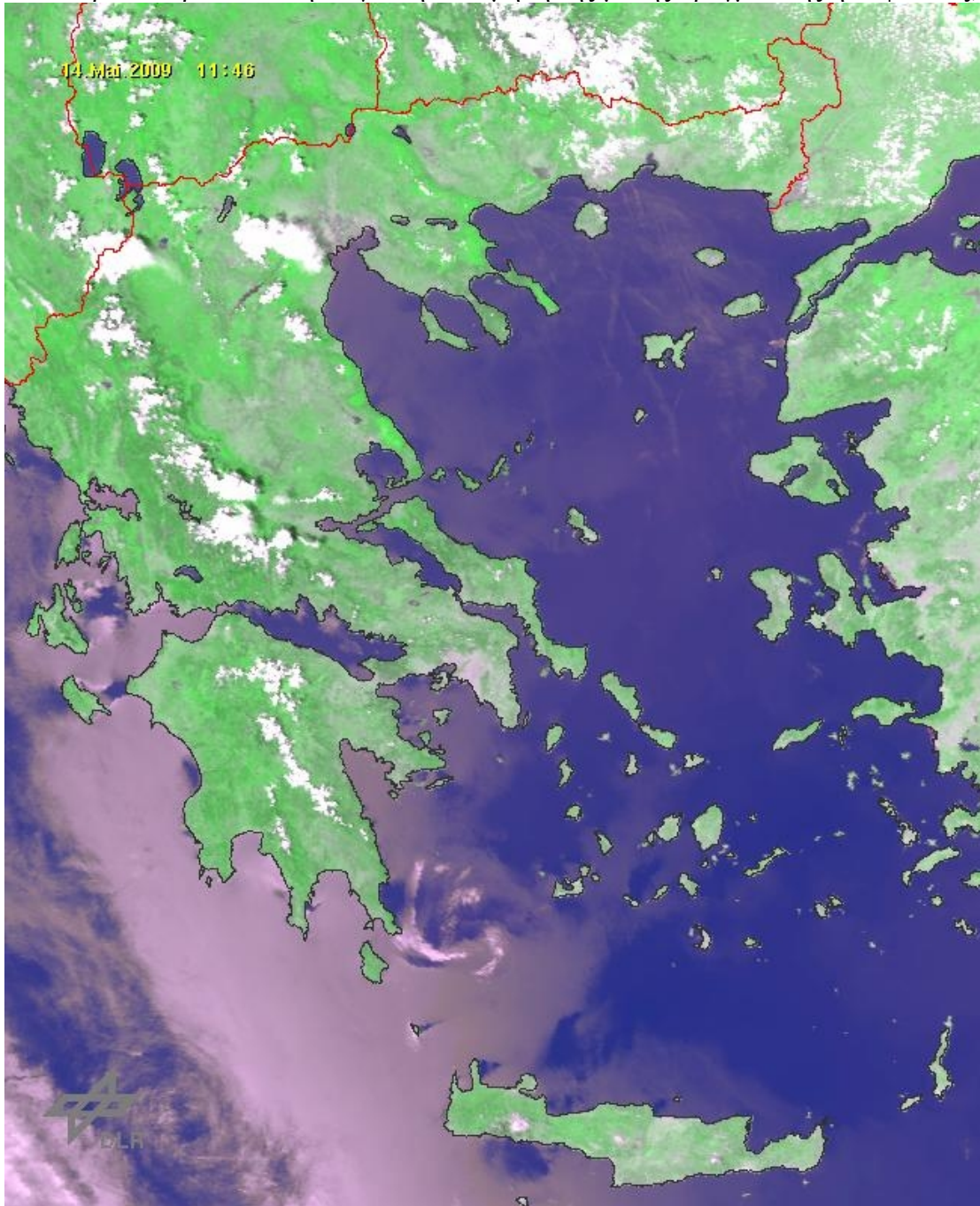
σχήμα 1, αφορά την περίοδο 1930-1975. Γενικά στην περιοχή του Αιγαίου παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές νέφωσης σε σχέση με την περιοχή του Ιονίου, παρά το γεγονός ότι στα παράλια του Ιονίου βρέχει πολύ περισσότερο. Αυτό πρέπει να αποδοθεί στο ότι κατά την πνοή Ν, ΝΔ, Δ και ΒΔ ανέμων, που προκαλούν τον σχηματισμό μεγάλου πάχους βροχοφόρων νεφών στην περιοχή του Ιονίου, τα μέσα και ανώτερα στρώματα των νεφώσεων αυτών επεκτείνονται στο Αιγαίο δίνοντας εκεί λίγη ή και καθόλου βροχή. Αντίθετα, κατά την πνοή Β και ΒΑ ανέμων σχηματίζονται συνήθως χαμηλές (ή και μέσου ύψους νεφώσεις) στο Αιγαίο, δίνοντας εκεί πολλές φορές ασθενείς βροχές και χιόνια και οι οποίες δεν μπορούν να περάσουν τους ορεινούς όγκους της ηπειρωτικής χώρας, οπότε στα παράλια του Ιονίου επικρατεί σχεδόν αίθριος καιρός. Αυτή η διανομή της μέσης νέφωσης στον ελλαδικό χώρο είναι υπεύθυνη για την απεικονιζόμενη στο σχήμα 2 διανομή του μέσου συνολικού αριθμού ωρών πραγματικής ηλιοφάνειας του Ιανουαρίου, όπου διακρίνεται ένα ελάχιστο με λιγότερες από 90 ώρες (2,9 ώρες σε ημερήσια βάση) στο βόρειο Αιγαίο και ένα μέγιστο με περισσότερες από 150 ώρες (4,8 ώρες σε ημερήσια βάση) στο νότιο Ιόνιο. Και στα δύο σχήματα είναι εμφανής η διαφορά των τιμών νέφωσης μεταξύ βόρειας και νότιας Κρήτης.

Τον Ιούλιο, η διανομή της μέσης νέφωσης στον ελλαδικό χώρο είναι πιο απλή, παρουσιάζοντας σχετικά αυξημένες τιμές στον ηπειρωτικό κορμό (σχήμα 1), με τις μεγαλύτερες τιμές στη βόρεια Ελλάδα (>2,5 όγδοα) και τις μικρότερες στη νοτιοανατολική Ελλάδα (<0,5 όγδοα). Πρόκειται για νέφωση, που αναπτύσσεται αρχικά κατά μήκος των κορυφογραμμών των ορεινών όγκων της Πελοποννήσου και της Πίνδου (εικόνα 1), όταν φυσικά δεν υπάρχει πολύ ισχυρή βαροβαθμίδα στον ελλαδικό χώρο, με αποτέλεσμα την σύγκλιση της αύρας του Ιονίου, του Μεσσηνιακού και του Λακωνικού Κόλπου με το μελτέμι ή τις αύρες του Αιγαίου - φαινόμενο που πολύ παραστατικά περιγράφεται στην εργασία των Pikros and Prezerakos (2006) - και επεκτείνεται σταδιακά, προκαλώντας συχνά θερμικές καταιγίδες, στην ευρύτερη ηπειρωτική περιοχή. Παρόμοια εικόνα εμφανίζει και ο χάρτης διανομής των ωρών πραγματικής ηλιοφάνειας του Ιουλίου (σχήμα 2), με ελάχιστο στη βορειοδυτική Ελλάδα (Κόνιτσα, με 277 ώρες σε μηνιαία βάση ή 8,9 ώρες σε ημερήσια βάση) και μέγιστο στο νότιο Αιγαίο (Μήλος, με 424 ώρες σε μηνιαία ή 13,7 ώρες σε ημερήσια βάση). Καθώς η διανομή των ισοπληθών της μέσης νέφωσης και της μέσης ολικής πραγματικής ηλιοφάνειας του Ιανουαρίου είναι περίπου η αυτή από Νοέμβριο έως Μάρτιο, ενώ εκείνη του Ιουλίου είναι περίπου ίδια από Μάιο έως Σεπτέμβριο (με διαφορετικές, ωστόσο, τιμές των ισοπληθών από μήνα σε μήνα), τελικά σε ετήσια βάση οι μέγιστες τιμές ολικής πραγματικής ηλιοφάνειας παρατηρούνται στο νοτιοανατολικό Αιγαίο (Ιεράπετρα με 3082 ώρες και Ρόδο με 3043 ώρες), ενώ οι ελάχιστες στη βόρεια Ελλάδα (Ιωάννινα με 2250 ώρες και Μίκρα με 2267 ώρες).

Οι αυξημένες τιμές της νέφωσης κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών στα ορεινά της ηπειρωτικής χώρας τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, ίσως να είναι ζωτικής σημασίας για τα δάση ελάτης, μαύρης πεύκης, οξιάς και δρυός, εξαιτίας της μείωσης, που ενδέχεται να προκαλούν, στη μέση θερμοκρασία του εδάφους και των ηλιαζόμενων τμημάτων των φυτών. Πρόκειται για θέμα πολύ ενδιαφέρον, που απαιτεί περαιτέρω έρευνα για την επιβεβαίωση της πιο πάνω υπόθεσης.

Επειδή ο αριθμός των μετεωρολογικών σταθμών με μετρήσεις πραγματικής ηλιοφάνειας είναι πολύ μικρότερος (35) σε σχέση με τον αριθμό των σταθμών με

παρατηρήσεις νεφοκάλυψης (94), θα περίμενε κανείς, ότι οι χάρτες του σχήματος 1 είναι περισσότερο κατάλληλοι για την εκτίμηση της μέσης πραγματικής ηλιοφάνειας,



**Εικόνα 1:** Δορυφορική εικόνα του ελλαδικού χώρου κατά την πρώτη φάση ανάπτυξης της απογευματινής νέφωσης κατά μήκος των κορυφογραμμών των κύριων ορεινών όγκων. Η νέφωση αυτή συνιστά το ορατό αποτέλεσμα της σύγκλισης της αύρας του Ιονίου με εκείνης του Αιγαίου.

(Από: <http://imkhp2.physik.uni-karlsruhe.de/~muehr/satpicsf/noaa/Greece/greece.html>)

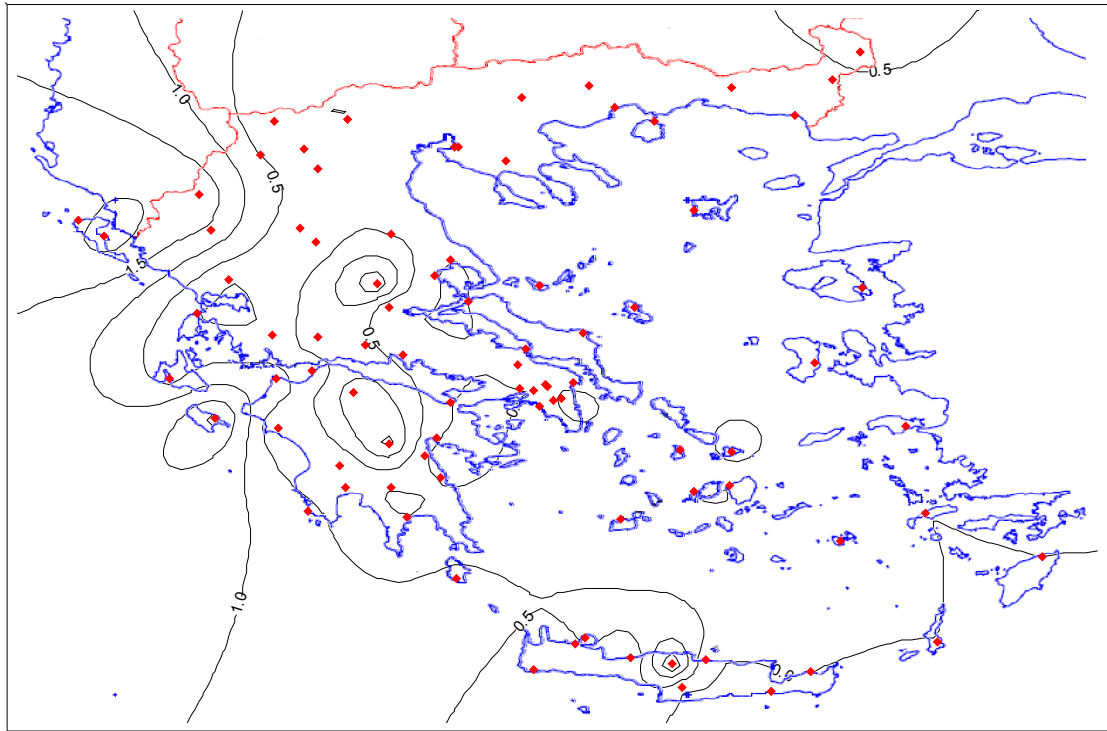
μέσω του τύπου του Angot, σε σχέση με εκείνους τους σχήματος 2, αλλά αυτό δεν αληθεύει πάντα. Έτσι, για τους 35 σταθμούς με δεδομένα ηλιοφάνειας, οι εκτιμώμενες τιμές της για το μήνα Φεβρουάριο, με τη βοήθεια των τιμών της μέσης νέφωσης και του τύπου του Angot, παρουσιάζουν μη στατιστικά σημαντική συσχέτιση ( $R=0,17$ ) με τις πραγματικές τιμές ηλιοφάνειας, ενώ για τον Ιούνιο η

συσχέτιση μεταξύ τους είναι στατιστικά σημαντική ( $R=0,85$ ). Για το λόγο αυτό, είναι προτιμότερο η εκτίμηση της μέσης πραγματικής ηλιοφάνειας να γίνεται μέσω των εξισώσεων παλινδρόμησης του Φλόκα (1990), που χρησιμοποιούν ως ανεξάρτητες μεταβλητές το γεωγραφικό μήκος και πλάτος (σε πρώτα λεπτά) και το υψόμετρο (σε μέτρα). Πρέπει ωστόσο να γίνει κατανοητό, ότι η μείωση της μέσης πραγματικής ηλιοφάνειας με το υψόμετρο στις εν λόγω εξισώσεις έχει μάλλον περισσότερο να κάνει με την απόσταση ενός σταθμού από τον κεντρικό άξονα της πλησιέστερης οροσειράς (όπου παρατηρείται και το μέγιστο της νέφωσης), παρά με αυτό καθαυτό το υψόμετρό του, όπως ακριβώς συμβαίνει με τις βροχοπτώσεις και αναλύεται παρακάτω. Επίσης, στα πολύ μεγάλα βουνά της χώρας μας η μέση πραγματική ηλιοφάνεια ενδεχομένως αυξάνεται από κάποιο υψόμετρο και πάνω κατά τους χειμερινούς μήνες, αφού οι κορυφές τους εξέρχονται συχνά των κατωτέρων νεφών (στρωμάτων, σωρειτών και στρωματοσωρειτών), κατά τις ημέρες απουσίας μέσων και ανωτέρων νεφών, όπως αποκαλύπτεται μέσω της καθημερινής παρακολούθησης δορυφορικών εικόνων (π.χ. την 10-3-2003, [http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/realtime/single.php?2003069/crefl1\\_367.A2003069092001-2003069092500.500m.jpg](http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/realtime/single.php?2003069/crefl1_367.A2003069092001-2003069092500.500m.jpg)).

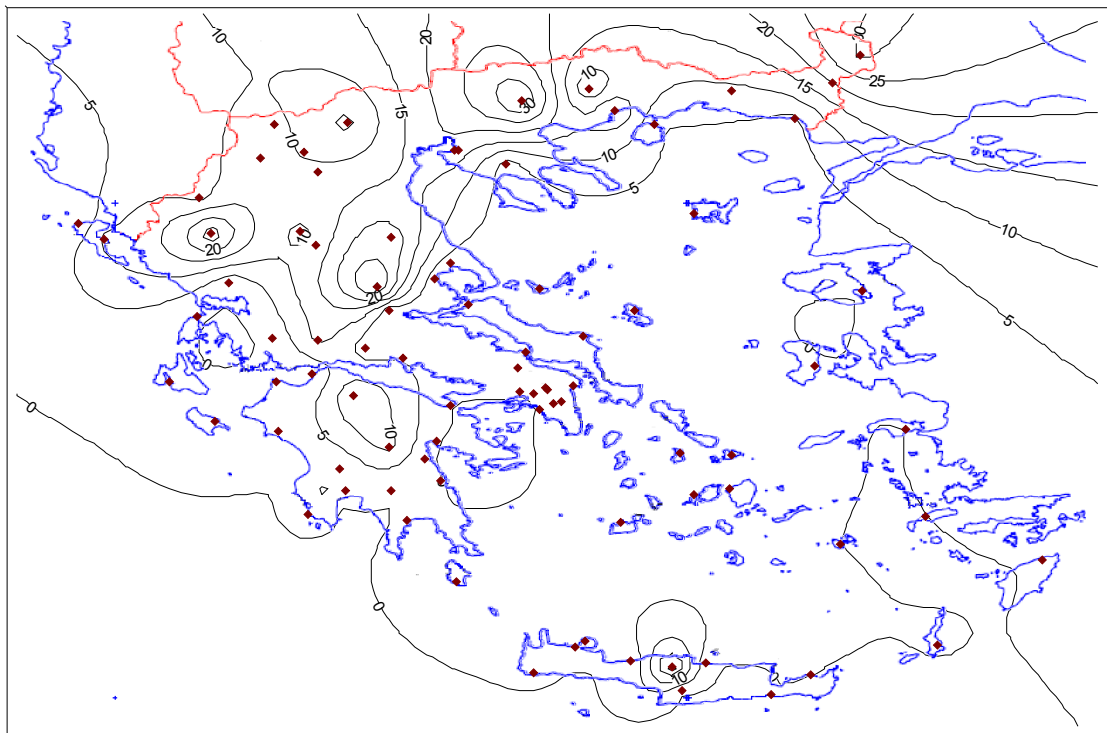
Η ομίχλη, αν και μπορεί να θεωρηθεί παράγοντας μείωσης του ηλιακού φωτός, εντούτοις μικρή σημασία έχει για τη χώρα μας υπό αυτό το ρόλο, διότι κατά την κύρια περίοδο αυξησεως των φυτών (Μάιος - Αύγουστος) δεν υπερβαίνει τις 2,3 ημέρες πουθενά στην Ελλάδα (σχήμα 3). Το μέγιστο, που σημειώνεται στα νησιά του Ιονίου (Κέρκυρα, Ζάκυνθος), οφείλεται προφανώς σε ομίχλες μεταφοράς. Στους ορεινούς σταθμούς Πλατάνου Ναυπακτίας, Δομοκού και Ανωγείων οι ομίχλες κλιτύς και βροχής, που σχηματίζονται συνηθέστερα εκεί (για τους ορισμούς των τύπων ομίχλης βλ. Φλόκα 1990), δεν ξεπερνούν σε συχνότητα τις 2 ημέρες κατά την ίδια περίοδο, ενώ στους υπόλοιπους 81 σταθμούς του σχήματος 3 παρατηρείται συνήθως ομίχλη ακτινοβολίας με συχνότητα το πολύ 1,9 ημέρες (Κόνιτσα). Για όλη δε την υπόλοιπη περίοδο (Σεπτέμβριος-Απρίλιος), κυρίως όμως κατά τους τρεις χειμερινούς μήνες, ο αριθμός των ημερών ομίχλης εμφανίζεται σημαντικά μεγαλύτερος (σχήμα 3), ιδιαίτερα στις πεδιάδες της βόρειας Ελλάδας με τις συχνές ομίχλες ακτινοβολίας (έως 36 ημέρες στις Σέρρες). Από τους ορεινούς σταθμούς στο χάρτη του σχήματος 3, στο μεν Δομοκό οι ομίχλες κλιτύς και βροχής, παρουσιάζουν συχνότητα εμφάνισης άνω των 20 ημερών, στους δε υπόλοιπους σταθμούς (Πλατάνου Ναυπακτίας, Ανωγείων, Πολυγύρου και Λιδορικού) η συχνότητά τους δεν υπερβαίνει τις 13 μέρες. Δεν αναφερόμαστε φυσικά σε μετεωρολογικούς σταθμούς οροπεδίων (Ιωάννινα, Τρίπολη κ.λπ.), διότι και εκεί επικρατούν οι ομίχλες ακτινοβολίας.



## ΜΑΪΟΣ-ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ



## ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ-ΑΠΡΙΛΙΟΣ



**Σχήμα 3:** Μέσος αριθμός ημερών ομίχλης του τετραμήνου Μαΐου-Αυγούστου και του 8μηνου Σεπτεμβρίου-Απριλίου στον ελλαδικό χώρο.

## Θερμοκρασία του περιβάλλοντος

Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αποτελεί σημαντικότατο παράγοντα εξάπλωσης των διαφόρων δασοπονικών ειδών στην επιφάνεια της γης. Για κάθε φυτικό είδος υπάρχει μια ελάχιστη, μια άριστη και μια μέγιστη τιμή θερμοκρασίας, πέρα των οποίων έχουμε υπεροχή της αναπνοής έναντι της φωτοσύνθεσης και συνεπώς τα φυτά παύουν να αυξάνονται (Κωνσταντινίδου 1984, Ντάφης 1986). Ωστόσο, οι πολύ υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες αποβαίνουν βλαβερές και με άλλους τρόπους. Οι χαμηλές θερμοκρασίες, ιδιαίτερα οι αρνητικές (παγετοί), αποβαίνουν πολλές φορές καταστροφικές για τα φυτά, διότι σχηματίζονται παγοκρύσταλλοι στους μεσοκυττάριους χώρους ή και μέσα στα κύτταρα, με αποτέλεσμα την αποδιοργάνωση του πρωτοπλάσματος λόγω αφυδάτωσής του ή και τη διάρρηξη των κυτταρικών μεμβρανών (Ντάφης 1986, Καϊλίδης 1990α). Στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες (>50°C) προκαλείται κροκίδωση του πρωτοπλάσματος και άμεση νέκρωση των βλαστητικών οργάνων, ενώ στη θερμοκρασία των 54°C η νέκρωση αυτή επέρχεται μέσα σε λίγα λεπτά της ώρας (Ντάφης 1986). Αν και οι προαναφερόμενες τιμές θερμοκρασίας φαίνονται υπερβολικά υψηλές, ενδεχομένως να σημειώνονται συχνά στα ηλιαζόμενα τμήματα των φυτών των ευκράτων κλιμάτων κατά τις ημέρες με θερμοκρασία άνω των 40°C, αν αναλογιστεί κανείς, ότι σε φύλλα εκτεθειμένα στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία παρατηρείται μια υπερθέρμανση κατά 10°C με 15°C σε σχέση με την ατμοσφαιρική θερμοκρασία (Μουλόπουλος 1965β, Ντάφης 1986). Πέρα των παραπάνω η θερμοκρασία του περιβάλλοντος επηρεάζει τη γεωγραφική εξάπλωση των φυτών και έμμεσα, επηρεάζοντας την ανθοφορία (Μουλαλής 1980) και καρποφορία και, κατ' επέκταση, την ποσότητα και την ποιότητα των παραγόμενων σπόρων, όπως και τη φύτευση αυτών (Ντάφης 1986).

Από το γεγονός και μόνο ότι διαφορετικά είδη φυτών και δασικών διαπλάσεων επικρατούν στα ψυχρά, στα εύκρατα και στα τροπικά κλίματα, είναι αδύνατο να αμφισβητηθεί η εξάρτηση της εξάπλωσης των φυτικών ειδών και των φυτοκοινωνιών από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Εντούτοις, η πολυετής έρευνα επί του θέματος δεν έχει αποσαφηνίσει ποιες από τις τιμές θερμοκρασίας κάθε μετεωρολογικού σταθμού - **θερμομετρικές μεταβλητές** κατά Retuerto and Carballeira (1990) - είναι αυτές, που σε παγκόσμιο επίπεδο μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες της εξάπλωσης και της ευδοκίμησης των φυτών. Η θερμοκρασία του αέρα ή του εδάφους, οι μέσες ημερήσιες τιμές, οι μέσες μέγιστες και ελάχιστες ή μήπως οι απολύτως μέγιστες και ελάχιστες; Η μέση ετήσια τιμή αυτών των στοιχείων, του θερμότερου και ψυχρότερου μήνα ή των μηνών της βλαστητικής περιόδου; Σίγουρα η θερμοκρασία του εδάφους και των παρεδαφίων στρωμάτων του αέρα παίζουν καθοριστικότατο ρόλο στη ζωή των φυτών, αφού τα δέντρα και οι θάμνοι αυτού του ύψους διανύουν τη φάση της νεανικής τους ηλικίας, οπότε και παρουσιάζουν μεγάλη ευπάθεια σε ασθένειες και δυσμενείς καιρικές συνθήκες<sup>3</sup> (Μουλόπουλος 1965β, Ντάφης 1986). Παραδείγματα μετρήσεων θερμοκρασιών εδάφους και των αρνητικών επιπτώσεων τους, ιδιαίτερα σε φυτάρια ελάτης, βρίσκει κανείς σε Μουλόπουλο (1954 και 1955) και Μπασιώτη (1956). Εξάλλου, η θερμοκρασία στα διάφορα βάθη του εδάφους επηρεάζει την αύξηση του υπεδάφιου τμήματος των φυτών, δηλαδή των ριζών, των οποίων η ελάχιστη, η άριστη και η μέγιστη θερμοκρασία αύξησης διαφέρει μεταξύ των δασοπονικών ειδών. Σε

<sup>3</sup> Σε αντίθεση με τις ασθένειες και τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες, οι επιπτώσεις από τις δυσμενείς εδαφικές συνθήκες εκδηλώνονται μετά την πρώτη ή δεύτερη δεκαετία της ζωής των φυτών (Κοντός 1921).

κάποια είδη, όπως στην ερυθρελάτη και την οξιά, αύξηση των ριζών παρατηρείται ακόμα και σε θερμοκρασία εδάφους  $<6^{\circ}\text{C}$ , ενώ η μέγιστη αύξηση των ριζών παρατηρείται στην οξιά και την ελάτη στους  $24^{\circ}\text{C}$  και στην ερυθρελάτη στους  $26^{\circ}\text{C}$  (Ντάφης 1986, αναφερόμενος σε άλλους ερευνητές).

Καθώς η θερμοκρασία του εδάφους εξαρτάται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από το ισοζύγιο της ηλιακής και γήινης ακτινοβολίας ενός τόπου, σε σχέση με τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας, αυτή μεταβάλλεται σημαντικά ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση της πλαγιάς, αλλά οι εν λόγω μεταβολές αμβλύνονται αυξανόμενου του βάθους του εδάφους, της νεφοκάλυψης και της φυτοκάλυψης. Απουσία, μάλιστα, της ατμόσφαιρας, δεν θα σημειωνόταν μείωση της θερμοκρασίας του εδάφους αυξανόμενου του υψομέτρου. Είναι προφανές, ότι ο προσανατολισμός της πλαγιάς επηρεάζει περισσότερο τις μέγιστες θερμοκρασίες του εδάφους, παρά τις ελάχιστες. Η θερμοκρασία του εδάφους σε Ν και Δ πλαγιές είναι μεγαλύτερη από την παρατηρούμενη σε Β και Α. Η διαφορά των μέγιστων θερμοκρασιών της επιφάνειας του εδάφους μεταξύ μιας Ν και μιας Β πλαγιάς φθάνει και ξεπερνά τους  $20^{\circ}\text{C}$  (Ντάφης 1986) κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, αλλά παρουσιάζεται αρκετά μειωμένη κατά τους χειμερινούς (Ilijanic 1970). Το ίδιο ισχύει για τις διαφορές θερμοκρασίας αέρα και εδάφους: Για τη Θεσσαλονίκη (Φλόκας 1990, αναφερόμενος σε Livadas and Goutsidou 1973) η διαφορά μεταξύ της μέσης θερμοκρασίας του αέρα και του μη χλοερύ εδάφους φθάνει τους  $10,6^{\circ}\text{C}$  τον Ιούλιο και μόλις τους  $0,7^{\circ}\text{C}$  τον Ιανουάριο, ενώ για χλοερό έδαφος οι ίδιες διαφορές μόλις που φτάνουν τους  $3,4^{\circ}\text{C}$  τον Ιούλιο. Στον ίδιο σταθμό έχει καταγραφεί θερμοκρασία εδάφους  $70,5^{\circ}\text{C}$ , δηλαδή  $16^{\circ}\text{C}$  υψηλότερη από τη θανατηφόρα για τα φυτικά κύτταρα θερμοκρασία, προφανώς κατά τη διάρκεια κάποιου καύσωνα.

Η θερμοκρασιακή συμπεριφορά των παρεδαφίων στρωμάτων του αέρα, σε ύψος μόλις 10 cm από την επιφάνεια του εδάφους, παρουσιάζεται τελείως διαφορετική. Καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, οι μέσες θερμοκρασίες στο ύψος αυτό είναι πάντοτε μικρότερες από τις αντίστοιχες της επιφάνειας του εδάφους (0 cm), αλλά και μικρότερες από τις αντίστοιχες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα στο ύψος του μετεωρολογικού κλωβού (1,5-2 m) κατά τη διάρκεια του χειμερινού εξαμήνου (Φλόκας 1990). Σε ακόμα χαμηλότερο ύψος από το έδαφος (5cm), οι παρατηρούμενες κατά τη θερινή περίοδο μέγιστες θερμοκρασίες παρουσιάζουν μεγάλη εξάρτηση από τον προσανατολισμό και την κλίση των πλαγιών, όπως συμβαίνει και με τις θερμοκρασίες του εδάφους. Θερμότερες είναι οι πλαγιές με Ν προσανατολισμό, ακολουθούν εκείνες με Δ προσανατολισμό, στην συνέχεια οι πλαγιές με Α προσανατολισμό και ψυχρότερες εμφανίζονται οι πλαγιές με Β προσανατολισμό, με διαφορά έως και  $5^{\circ}\text{C}$  από εκείνες με Ν προσανατολισμό, ανάλογα με την κλίση του εδάφους (Durló 2009).

Επειδή, όμως, μετεωρολογικοί σταθμοί με μετρήσεις θερμοκρασίας εδάφους και παρεδαφίων στρωμάτων του αέρα είναι ελάχιστοι, οι μελετητές της βλάστησης είναι αναγκασμένοι να χρησιμοποιούν τις μετρήσεις θερμοκρασίας του αέρα από τους συνήθεις μετεωρολογικούς σταθμούς (μετρήσεις σε ύψος 1,5-2 m). Είναι αυτονόητο, ότι οι θερμοκρασίες του αέρα στο ύψος των 2 m σχετίζονται τόσο με τη θερμοκρασία του εδάφους, όσο και των παρεδαφίων στρωμάτων του αέρα και συνεπώς αποτελούν δείκτη των θερμοκρασιακών συνθηκών για εδάφη ίδιας κλίσης και προσανατολισμού.

Οι απολύτως μέγιστες και, κυρίως, οι απολύτως ελάχιστες θερμοκρασίες μιας περιοχής, δηλαδή οι ακραίες τιμές θερμοκρασίας που παρατηρήθηκαν σε έναν μετεωρολογικό σταθμό σε όλη την περίοδο λειτουργίας του, παρά τις σημαντικές βλάβες που περιστασιακά προξενούν σε άνθη, καρπούς, φύλλα και βλαστούς ορισμένων φυτικών ειδών της ίδιας περιοχής (Μαρκάλας και Καϊλίδης 1987,

Καϊλίδης 1990α), δεν μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνες της γεωγραφικής εξάπλωσης αυτών των φυτών. Και αυτό, διότι οι ακραίες τιμές θερμοκρασίας, που προκαλούν νεκρώσεις αυτοφυών δέντρων και θάμνων σε μια περιοχή, έχουν μεγάλη περίοδο επανάληψης (20, 30 ή περισσότερων ετών) και νεκρώνουν μόνο κάποιο ποσοστό τους. Οι δε νεκρώσεις εξαρτώνται από τη θέση των δέντρων και των θάμνων ως προς τη συστάδα, τη φυσική τους κατάσταση (νεκρώνονται ευκολότερα τα κρασπεδιαία άτομα, καθώς και τα εξασθενημένα από άλλες δυσμενείς καιρικές συνθήκες και ασθένειες), την ηλικία τους (τα νεαρά άτομα είναι και πιο ευπαθή), την ύπαρξη χιονοκάλυψης, το είδος του παγετού (πρώιμος, όψιμος ή χειμέριος) και τα χαρακτηριστικά του (οι βλάβες είναι μεγαλύτερες όσο μικρότερη είναι η θερμοκρασία που θα σημειωθεί, όσο διαρκέστερος είναι ο παγετός, όσο πιο απότομη είναι η πτώση και η άνοδος της θερμοκρασίας πριν και μετά το επεισόδιο παγετού και όσο ισχυρότερος είναι ο άνεμος κατά τη διάρκεια αυτού) (Διαπούλης 1950, Μουλόπουλος 1965β, Ματζίρης 1980, Ντάφης 1986, Καϊλίδης 1990α). Έτσι, μετά από τέτοια επεισόδια ακραίων θερμοκρασιών (όπως το Μάρτιο του 1987 και το Φεβρουάριο του 2004) επέρχεται γρήγορη αποκατάσταση της βλάστησης, με φυσική αναγέννηση των κωνοφόρων εκ σποράς από τα υγιή άτομα και με αναβλάστηση των πλατυφύλλων με πρεμνοβλαστήματα και ριζοβλαστήματα.

Συνεπώς η απολύτως μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες δεν μπορούν να επηρεάσουν τη σύνθεση της βλάστησης μιας περιοχής, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με την πεποίθηση, ότι η γεωγραφική εξάπλωση των διαφόρων ειδών ευκαλύπτου καθορίζεται από συγκεκριμένες τιμές της απολύτως ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα, π.χ.  $-7^{\circ}\text{C}$  ψυχροόριο για τον *Eucalyptus camaldulensis* και τα περισσότερα είδη ευκαλύπτου,  $-10^{\circ}\text{C}$  για τον *Eucalyptus viminalis* και  $-14^{\circ}\text{C}$  για τον *Eucalyptus dalrympleana* (Πανέτσος 1970). Το ίδιο ισχύει και για ακραίες θερμοκρασίες με περίοδο επανάληψης λιγότερων ετών, οι οποίες έτσι κι αλλιώς δεν δημοσιεύονται στα στοιχεία των διαφόρων μετεωρολογικών σταθμών. Φαίνεται, ότι οι δυσμενείς, για την εξάπλωση κάθε φυτικού είδους, θερμοκρασιακές συνθήκες παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης, επηρεάζοντας τη βιωσιμότητα των φυτών στα κρίσιμα πρώτα χρόνια της ζωής τους, οπότε οι συνθήκες αυτές «κρύβονται» στις μέσες, μέσες μέγιστες και μέσες ελάχιστες τιμές θερμοκρασίας κάθε μήνα. Το ίδιο ισχύει και για τις άριστες θερμοκρασιακές συνθήκες ανάπτυξης κάθε φυτικού είδους, οι οποίες πρέπει να εμφανίζονται με τη μέγιστη δυνατή συχνότητα στις περιοχές της γεωγραφικής του εξάπλωσης, οπότε και αυτές εκφράζονται με τις μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές θερμοκρασίας, δηλαδή με τα πλέον συνήθη κλιματικά δεδομένα κάθε μετεωρολογικού σταθμού. Βέβαια, υπάρχει το ενδεχόμενο οι δυσμενείς θερμοκρασιακές συνθήκες να εκφράζονται και από το μέσο όρο των απολύτως μέγιστων και ελάχιστων τιμών θερμοκρασίας κάθε μήνα, που σημειώθηκαν σε όλα τα έτη λειτουργίας του μετεωρολογικού σταθμού (μέση των απολύτως μέγιστων και μέση των απολύτως ελάχιστων θερμοκρασιών κάθε μήνα), αλλά αυτά τα κλιματικά στοιχεία δεν δημοσιεύονται συχνά, με εξαίρεση εκείνα των σταθμών της EMY για την περίοδο 1930-1975 (Ανδρεάκος 1978).

Ενδεχομένως ο μέσος όρος των απολύτως ελάχιστων (ή μέγιστων) τιμών θερμοκρασίας, που σημειώνονται κάθε έτος σε έναν τόπο, μπορεί να παίζει ρόλο στη γεωγραφική εξάπλωση των φυτών, αλλά αυτή αποτελεί ακόμα πιο δυσεύρετη θερμομετρική μεταβλητή, βάσει της οποίας διακρίνονται οι λεγόμενες Hardiness zones για τα φυτά σε ΗΠΑ και Καναδά<sup>4</sup>. Για παράδειγμα, ο Gaussen (1954) αναφέρει, ότι η καρποφόρος ελιά εξαφανίζεται, όταν ο τόπος παρουσιάζει ένα

<sup>4</sup> <http://www.usna.usda.gov/Hardzone/ushzmap.html>



χειμώνα με μέσο όρο των απολύτως ελάχιστων θερμοκρασιών μικρότερο από  $-5^{\circ}\text{C}$  έως  $-7^{\circ}\text{C}$ , εάν το κλίμα είναι υγρό και μικρότερο από  $-8^{\circ}\text{C}$  έως  $-10^{\circ}\text{C}$  εάν το κλίμα είναι ξηρό.

Για τους παραπάνω λόγους, η ανάλυση που θα ακολουθήσει, θα επικεντρωθεί στις μέσες (ημερήσιες, μέγιστες και ελάχιστες) μηνιαίες και ετήσιες τιμές θερμοκρασίας του αέρα (σε ύψος 1,5-2 m από το έδαφος) των διαθέσιμων μετεωρολογικών σταθμών. Αυτό δεν σημαίνει, ότι παραγνωρίζεται η σημασία των απολύτως μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών, διότι αυτές μπορεί να αποτελέσουν σημαντικό παράγοντα αποτυχίας στις περιπτώσεις εισαγωγής ξενικών ειδών σε μια περιοχή είτε για αναδασώσεις, είτε ως καλλωπιστικά σε πάρκα και денτροστοιχίες.

Όσον αφορά, συνεπώς, τη θερμοκρασία του αέρα, ήδη από τις αρχές του 20ου αιώνα ορισμένοι ερευνητές, όπως ο Mayr και ο Körpen, είχαν ορίσει τιμές θερμοκρασίας των ορίων μεταξύ των διαφόρων ζωνών βλάστησης (Κοντός 1909, Μουλόπουλος 1965β, Φλόκας 1990). Οι τιμές αυτές, αν και επιτυχείς όπως θα δειχθεί στη συνέχεια, τέθηκαν προοδευτικά σε αχρηστία για τους λόγους που αναφέρει ο Μουλόπουλος (1965β) και έχουν εκτεθεί στην Εισαγωγή αυτής της μελέτης, ενδεχομένως όμως και για το λόγο, ότι δεν ήταν εύκολο εκείνη την εποχή να εκτιμηθούν οι θερμοκρασίες σε περιοχές με αραιό δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών, όπως είναι οι ορεινές. Έτσι, οι κλιματοδασικές ζώνες του Mayr μάλλον λησμονήθηκαν, παρά τη δυνατότητα υπολογισμού της μέσης μηνιαίας και ετήσιας θερμοκρασίας του αέρα στη χώρα μας (Flocas et al. 1983, Ματζαράκης κ.ά. 1998, Γκουβάς και Σακελλαρίου 2002) με ικανοποιητική ακρίβεια, μέσω εξισώσεων παλινδρόμησης, από τη δεκαετία του 1980 και μετά. Αντίθετα, τις τελευταίες δεκαετίες έχει δοθεί έμφαση στην χρήση της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα ως καθοριστικού θερμοκρασιακού παράγοντα για τη γεωγραφική εξάπλωση των φυτικών ειδών στη μεσογειακή περιοχή. Έτσι, σε όλες σχεδόν τις μελέτες της βλάστησης έχει επικρατήσει η χρήση της **βιοκλιματικής κατάταξης** του **Emberger** (βλ. Κωνσταντινίδη 1990, Αθανασιάδη κ.ά. 1991, Θεοδωρόπουλο 1991, Αθανασιάδη κ.ά. 1992β, Δημόπουλο 1993, Δελλά 2000, Γκουβά 2001, Chasapis et al. 2004, Γερασιμίδη και Κοράκη 2005), όπου οι **βιοκλιματικοί όροφοι** υποδιαιρούνται σε πέντε **παραλλαγές** (ή **υποορόφους**) με βάση την τιμή της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα (**m**) ως εξής (Ντάφης 1986):

$m > 7^{\circ}\text{C}$  = θερμός υποόροφος, χειμώνας θερμός χωρίς παγετούς.

$3^{\circ}\text{C} < m < 7^{\circ}\text{C}$  = εύκρατος υποόροφος, χειμώνας ήπιος: παγετοί σπάνιοι.

$0^{\circ}\text{C} < m < 3^{\circ}\text{C}$  = δροσερός υποόροφος, χειμώνας ψυχρός: παγετοί συχνοί.

$-10^{\circ}\text{C} < m < 0^{\circ}\text{C}$  = ψυχρός υποόροφος, χειμώνας δριμύς: παγετοί συχνοί, διαρκείας.

$m < -10^{\circ}\text{C}$  = πολύ ψυχρός υποόροφος, χειμώνας πολύ δριμύς: παγετοί παρατεταμένοι.

Και οι Retuerto and Carballeira (1990) μελετώντας ένα μεγάλο πλήθος (80) κλιματικών μεταβλητών κατέληξαν, ότι οι κυριότεροι κλιματικοί παράγοντες εξάπλωσης των δασικών ειδών στην ΒΔ Ισπανία είναι η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα, το μέσο ημερήσιο θερμομετρικό εύρος του ίδιου μήνα και το ομβροθερμικό πηλίκιο Baudiere. Ωστόσο, η διάκριση των υποορόφων κατά τους Retuerto and Carballeira (1990) - οι οποίοι χρησιμοποιούν τον όρο winter type zone - διαφέρει του Emberger, έχοντας ως εξής:

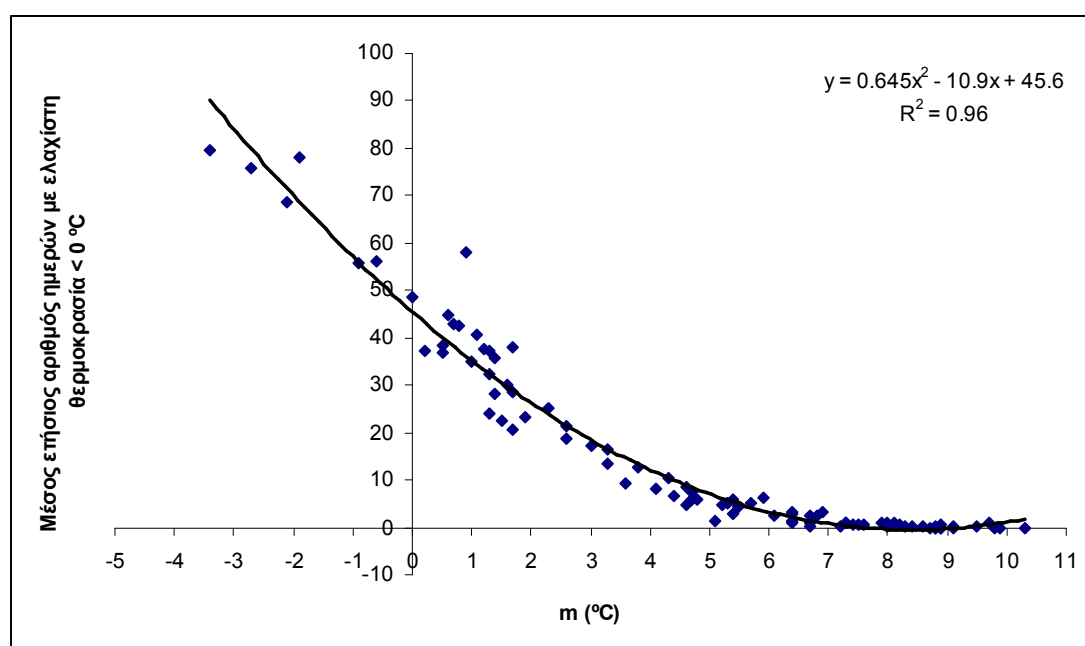
$m > 5,5^{\circ}\text{C}$  = εύκρατος υποόροφος.

$1,5^{\circ}\text{C} < m < 5,5^{\circ}\text{C}$  = δροσερός υποόροφος.

$-2,0^{\circ}\text{C} < m < 1,5^{\circ}\text{C}$  = ψυχρός υποόροφος.

$m < -2,0^{\circ}\text{C}$  = πολύ ψυχρός υποόροφος.

Με τη βοήθεια της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα επιτυγχάνεται ικανοποιητική προσέγγιση των ορίων μεταξύ διαφορετικών τύπων βλάστησης, αλλά και μεμονωμένων ειδών (Μαυρομμάτης 1980α), προφανώς διότι σχετίζεται με την επίδραση των παγετών επί των φυτών (Nahal 1981). Πράγματι, για 94 μετεωρολογικούς σταθμούς της ΕΜΥ, που διέθεταν τα απαραίτητα δεδομένα, εύκολα αποδεικνύεται η ύπαρξη πολύ ισχυρής συσχέτισης της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα με το μέσο ετήσιο αριθμό ημερών μερικού παγετού (σχήμα 4). Δεν μπορεί να εξηγηθεί όμως, γιατί π.χ. η ελάτη και η μαύρη πεύκη δεν κατέρχονται στις πεδιάδες της κεντρικής και βόρειας Ελλάδας, αν και αυτές οι περιοχές ανήκουν στο βιοκλιματικό όροφο με ψυχρό ή και δριμύ χειμώνα ( $m < 3^{\circ}\text{C}$ ), ενώ αντίθετα, στην περιοχή της Αρτεμισίας (βόρειος Ταΰγετος) τα ίδια είδη φθάνουν 250 m χαμηλότερα του ομωνύμου χωριού, που έχει  $m = 2,9^{\circ}\text{C}$ . Γίνεται φανερό, ότι στην περίπτωση αυτή παίζει ρόλο και η μέση μέγιστη ή η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα.



**Σχήμα 4:** Σχέση της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα  $m$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) με το μέσο ετήσιο αριθμό ημερών με ελαχίστη θερμοκρασία  $< 0^{\circ}\text{C}$ , για 94 μετεωρολογικούς σταθμούς της ΕΜΥ.

Με σκοπό να καθοριστεί ποιες θερμομετρικές μεταβλητές παίζουν σημαντικότερο ρόλο στη διαμόρφωση των θερμοορίων και των ψυχροορίων εξάπλωσης των δασικών δέντρων και θάμνων, πραγματοποιήθηκε από τους Γκουβά και Θεοδωρόπουλο (2009) επιλογή πολυάριθμων ακραίων, υψομετρικά, θέσεων εμφάνισης της ελάτης (*Abies*), της μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*), της οξιάς (*Fagus silvatica* s.l.), του πουρναριού (*Quercus coccifera*) και του σχίνου (*Pistacia lentiscus*) από όλη την Ελλάδα. Για κάθε τοποθεσία εκτιμήθηκε, μέσω των εξισώσεων παλινδρόμησης των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002):

T: Η μέση μηνιαία θερμοκρασία σε  $^{\circ}\text{C}$ .

Tan: Η μέση ετήσια θερμοκρασία σε  $^{\circ}\text{C}$ .

Ta: Η μέση θερμοκρασία της περιόδου Μαΐου-Αυγούστου σε  $^{\circ}\text{C}$ .

Tθ: η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα σε  $^{\circ}\text{C}$ .

M: Η μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα σε  $^{\circ}\text{C}$ .

Tψ: Η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα σε  $^{\circ}\text{C}$ .

m: Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου σε  $^{\circ}\text{C}$ .

Ξεκινώντας με την υπόθεση, ότι αν η μέση τιμή κάποιας από τις εξεταζόμενες μεταβλητές ( $T_{an}$ ,  $T_{\psi}$ ,  $m$ ,  $T_{\theta}$ ,  $M$  και  $T_{a}$ ) αποτελεί την οριακή θερμοκρασία εξάπλωσης ενός είδους, τότε θα πρέπει η τυπική απόκλιση των τιμών της μεταβλητής αυτής, που σημειώνονται σε κάθε μια από τις επιλεγμένες τοποθεσίες, να είναι μικρότερη σε σχέση με τις άλλες μεταβλητές. Με άλλα λόγια, οι τιμές της μεταβλητής αυτής πρέπει να διαφέρουν όσο το δυνατόν λιγότερο μεταξύ των διαφόρων τοποθεσιών. Στην συνέχεια, δια της μελέτης της διασποράς των εκτιμηθέντων, για κάθε μια από τις επιλεγμένες τοποθεσίες, τιμών εκάστης μεταβλητής περί των μέσων όρων της, βρέθηκε ότι για τη διαμόρφωση των θερμοορίων της ελάτης, της μαύρης πεύκης και της οξιάς στη χώρα μας οι θερινές θερμοκρασίες ( $T_{a}$ ,  $T_{\theta}$  και  $M$ ) παίζουν σημαντικότερο ρόλο από τις χειμερινές θερμοκρασίες ( $T_{\psi}$  και  $m$ ). Το αντίθετο συμβαίνει με τα ψυχροόρια του πουρναριού και του σχίνου, όπου οι χειμερινές θερμοκρασίες ( $T_{\psi}$  και  $m$ ) παίζουν σημαντικότερο ρόλο από τις θερινές θερμοκρασίες ( $T_{a}$ ,  $T_{\theta}$  και  $M$ ), όπως άλλωστε αναμενόταν. Η μέση ετήσια θερμοκρασία ( $T_{an}$ ) αποτελεί κύριο παράγοντα διαμόρφωσης των θερμοορίων και ψυχροορίων όλων των παραπάνω ειδών. Έτσι, για την ευδοκίμηση της ελάτης, της μαύρης πεύκης και της οξιάς απαιτούνται:

$T_{an} < 13,5^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\theta} < 23^{\circ}\text{C}$ ,  $M < 28,5^{\circ}\text{C}$  και  $T_{a} < 20,5^{\circ}\text{C}$  (σε ΒΔ, Β, ΒΑ και Α εκθέσεις),

για το πουρνάρι  $T_{an} > 10^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\psi} > 1,5^{\circ}\text{C}$  και  $m > -1^{\circ}\text{C}$

και για το σχίνο  $T_{an} > 15^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\psi} > 6^{\circ}\text{C}$  και  $m > 3^{\circ}\text{C}$ ,

υπό την προϋπόθεση, βέβαια, ότι και οι υπόλοιποι παράγοντες του περιβάλλοντος θα είναι ευνοϊκοί για την ευδοκίμηση των φυτών<sup>5</sup>. Μάλιστα, υπάρχουν περιοχές, όπως στο χωριό Μαρί Αρκαδίας, όπου βρίσκει κανείς να φύονται στο ίδιο υψόμετρο άτομα ελάτης και σχίνου, αφού για την τοποθεσία αυτή ( $z=660$  m,  $\varphi=37,036^{\circ}$ ,  $\lambda=22,827^{\circ}$ ,  $O=11$  km,  $\Delta z=230$  m, Α έκθεση) οι θερινές θερμοκρασίες είναι ευνοϊκές για το πρώτο είδος και οι χειμερινές για το δεύτερο ( $T_{an}=14,2^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\psi}=6,4^{\circ}\text{C}$ ,  $m=3^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\theta}=22,6^{\circ}\text{C}$ ,  $M=27,8^{\circ}\text{C}$  και  $T_{a}=20,3^{\circ}\text{C}$ ), κάτι που δεν συμβαίνει σε άλλες περιοχές εξάπλωσης της ελληνικής ελάτης.

Με βάση τα παραπάνω, οι Γκουβάς και Θεοδωρόπουλος (2009) συνιστούν τα θερμοόρια και τα ψυχροόρια των φυτών να καθορίζονται με ένα από τα ζεύγη των προαναφερόμενων μεταβλητών ( $T_{\psi}$ ,  $T_{\theta}$ ), ( $m$ ,  $M$ ), ( $T_{an}$ ,  $T_{\theta}$ ), ( $T_{an}$ ,  $T_{\psi}$ ), ( $T_{an}$ ,  $T_{\theta}-T_{\psi}$ ) και ( $T_{an}$ ,  $T_{a}$ ). Κάθε ζεύγος μεταβλητών - στην ουσία πρόκειται για θερμομετρικές μεταβλητές 2 διαστάσεων - έχει την ιδιότητα να αποτελεί δείκτη του θερμοκρασιακού καθεστώτος οποιασδήποτε εξωτροπικής περιοχής, αφού η μέση θερμοκρασία κάθε μήνα ( $T$ ) μπορεί να εκτιμηθεί με μεγάλη ακρίβεια μέσω εξισώσεων γραμμικής παλινδρόμησης, έχοντας ως ανεξάρτητες μεταβλητές καθένα από αυτά τα ζεύγη, π.χ.  $T=a+b*T_{\psi}+c*T_{\theta}$ . Για να ελεγχθεί η υπόθεση αυτή, θα εξετασθεί στην συνέχεια με τη βοήθεια της ανάλυσης παλινδρόμησης, εάν για 270 εξωτροπικούς σταθμούς του Β. ημισφαιρίου (δεδομένα από Pearse and Smith, 1990) η μέση θερμοκρασία κάθε μήνα ( $T$ ) μπορεί να εκτιμηθεί μέσω των παραπάνω εξισώσεων με ανεξάρτητες μεταβλητές τα ζεύγη τιμών ( $T_{an}$ ,  $T_{\theta}-T_{\psi}$ ), ( $M$ ,  $m$ ), ( $T_{\theta}$ ,  $T_{\psi}$ ) και ( $T_{an}$ ,  $T_{a}$ ). Οι εξισώσεις παλινδρόμησης μαζί με τον συντελεστή προσδιορισμού τους ( $R^2$ ) και το τυπικό σφάλμα εκτίμησής τους ( $S$ ) δίνονται στον πίνακα 3.

Από τον πίνακα 3 συμπεραίνεται, ότι η μέση μηνιαία θερμοκρασία των 270 εξωτροπικών μετεωρολογικών σταθμών του Β. ημισφαιρίου εκτιμάται με πολύ καλή ακρίβεια από τα ζεύγη των θερμομετρικών μεταβλητών ( $T_{an}$ ,  $T_{\theta}-T_{\psi}$ ), ( $T_{\psi}$ ,  $T_{\theta}$ ),

<sup>5</sup> Οι Gärtner et al. (2008), αναφερόμενοι σε άλλους ερευνητές, γράφουν ότι η δασική οξιά (*Fagus sylvatica*) ανέχεται μέση ετήσια θερμοκρασία έως  $14^{\circ}\text{C}$ , εφόσον ικανοποιητικές ποσότητες νερού είναι διαθέσιμες στο έδαφος.

**Πίνακας 3:** Εκτίμηση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας 270 εξωτροπικών μετεωρολογικών σταθμών του Β. ημισφαιρίου (T) μέσω εξισώσεων γραμμικής παλινδρόμησης και με ανεξάρτητες μεταβλητές τα ζεύγη τιμών (Tan, Tθ-Tψ), (M, m), (Tθ, Tψ) και (Tan, Tα).

<b>Εξίσωση <math>T=a+b*T_{an}+c*(T_{\theta}-T_{\psi})</math></b>					
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>S</b>
ΙΑΝ	1,7	0,95	-0,56	0,99	0,65
ΦΕΒ	-0,4	1,02	-0,44	0,99	0,80
ΜΑΡ	-1,9	1,07	-0,22	0,98	1,13
ΑΠΡ	-3,4	1,07	0,08	0,97	1,36
ΜΑΙ	-2,4	1,03	0,29	0,97	1,23
ΙΟΥΝ	-0,6	0,98	0,41	0,98	0,95
ΙΟΥΛ	1,2	0,95	0,45	0,99	0,72
ΑΥΓ	1,7	0,96	0,40	0,98	0,90
ΣΕΠ	1,5	1,00	0,24	0,99	0,80
ΟΚΤ	0,5	1,01	0,03	0,98	0,98
ΝΟΕ	1,0	1,00	-0,25	0,98	1,12
ΔΕΚ	1,7	0,95	-0,46	0,99	1,00
<b>Εξίσωση <math>T=a+b*M+c*m</math></b>					
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>S</b>
ΙΑΝ	0,0	0,14	0,94	0,99	1,09
ΦΕΒ	-2,2	0,26	0,87	0,98	1,39
ΜΑΡ	-3,5	0,43	0,70	0,97	1,69
ΑΠΡ	-4,3	0,61	0,45	0,94	1,97
ΜΑΙ	-2,9	0,71	0,25	0,93	1,83
ΙΟΥΝ	-1,2	0,77	0,12	0,95	1,43
ΙΟΥΛ	0,5	0,79	0,08	0,97	1,07
ΑΥΓ	1,1	0,76	0,14	0,96	1,21
ΣΕΠ	1,0	0,64	0,29	0,96	1,32
ΟΚΤ	-0,1	0,54	0,47	0,96	1,53
ΝΟΕ	0,0	0,35	0,71	0,97	1,54
ΔΕΚ	0,4	0,19	0,87	0,98	1,23
<b>Εξίσωση <math>T=a+b*T_{\theta}+c*T_{\psi}</math></b>					
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>S</b>
ΙΑΝ	-	-	-	-	-
ΦΕΒ	-2,0	0,15	0,92	0,99	0,97
ΜΑΡ	-3,2	0,39	0,72	0,97	1,54
ΑΠΡ	-4,3	0,68	0,43	0,94	1,90
ΜΑΙ	-3,2	0,85	0,20	0,94	1,67
ΙΟΥΝ	-1,5	0,96	0,06	0,97	1,09
ΙΟΥΛ	-	-	-	-	-
ΑΥΓ	0,7	0,95	0,07	0,98	0,76
ΣΕΠ	0,5	0,80	0,24	0,98	0,95
ΟΚΤ	-0,4	0,60	0,45	0,97	1,30
ΝΟΕ	-0,1	0,32	0,73	0,98	1,29
ΔΕΚ	0,3	0,08	0,91	0,99	1,04
<b>Εξίσωση <math>T=a+b*T_{an}+c*T_{\alpha}</math></b>					
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>S</b>
ΙΑΝ	1,1	2,30	-1,40	0,99	0,91
ΦΕΒ	-0,9	2,11	-1,10	0,99	0,88
ΜΑΡ	-2,3	1,59	-0,53	0,99	1,12
ΑΠΡ	-3,5	0,86	0,22	0,97	1,34
ΜΑΙ	-2,6	0,28	0,76	0,97	1,10

<b>ΙΟΥΝ</b>	-0,8	-0,08	1,09	0,99	0,61
<b>ΙΟΥΛ</b>	1,3	-0,19	1,16	0,99	0,62
<b>ΑΥΓ</b>	2,1	-0,01	0,99	0,97	1,01
<b>ΣΕΠ</b>	1,9	0,42	0,58	0,98	0,90
<b>ΟΚΤ</b>	0,9	0,96	0,05	0,98	1,00
<b>ΝΟΕ</b>	1,2	1,64	-0,66	0,99	0,98
<b>ΔΕΚ</b>	1,6	2,11	-1,19	0,99	0,90

(m, M) και (Tan, Ta) κάθε σταθμού, αφού ο συντελεστής προσδιορισμού είναι  $R^2 \geq 0,93$  και τυπικό σφάλμα εκτίμησης  $S < 1,97^\circ\text{C}$ . Τα καλύτερα αποτελέσματα δίνονται από τα ζεύγη (Tan, Ta) και (Tan, Tθ-Tψ) και τα χειρότερα από το ζεύγος (m, M). Να σημειωθεί, ότι η διαφορά Tθ-Tψ αποτελεί το **μέσο ετήσιο θερμομετρικό εύρος** κάθε σταθμού (**ΕΘΕ**). Επίσης, για κάθε ζεύγος τιμών οι καλύτερες εκτιμήσεις αφορούν τους χειμερινούς και θερινούς μήνες και οι χειρότερες τους ανοιξιάτικους, χωρίς αυτό να σημαίνει, ότι και τότε οι εκτιμήσεις δεν είναι ικανοποιητικές. Οι ίδιες εξισώσεις εφαρμοζόμενες στην ελληνική περιοχή δίνουν ομοίως επιτυχή αποτελέσματα. Η επιτυχία των εξισώσεων του παραπάνω πίνακα οφείλεται στο γεγονός, ότι η μέση μηνιαία θερμοκρασία στις εξωτροπικές περιοχές παρουσιάζει απλή κύμανση, με ελάχιστο τον Ιανουάριο (ή το Φεβρουάριο για τα θαλάσσια κλίματα) και μέγιστο τον Ιούλιο (ή τον Αύγουστο για τα θαλάσσια κλίματα). Εντός της τροπικής ζώνης η μέση μηνιαία θερμοκρασία μπορεί να παρουσιάζει και δευτερεύοντα μέγιστα και ελάχιστα, με τα μέγιστα να εμφανίζονται συνήθως εκατέρωθεν των βροχερών περιόδων (Ζαμπάκας 1981). Για το λόγο αυτό, ο συνυπολογισμός τροπικών σταθμών για την εξαγωγή των εξισώσεων παλινδρόμησης του πίνακα 3 μειώνει την ακρίβειά τους. Εντούτοις, επειδή στις περιοχές αυτές το ΕΘΕ είναι συνήθως  $< 10^\circ\text{C}$  (Μαχαίρας και Μπαλαφούτης 1984), αρκεί η χρήση μόνο της Tan για τον καθορισμό των ορίων εξάπλωσης των διαφόρων δασικών οικοσυστημάτων στα διάφορα υψόμετρα, όπως, για παράδειγμα, έχει γίνει για τα δάση του Μεξικού (Κατσάνος 1981). Να σημειωθεί, επίσης, ότι οι εξισώσεις παλινδρόμησης του πίνακα 3 μπορούν να χρησιμοποιηθούν με μεγάλη επιτυχία για την εκτίμηση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών των ελληνικών μετεωρολογικών σταθμών του πίνακα 2, στον οποίον παρατίθενται οι μέσες, μέσες μέγιστες και μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες του θερμότερου και ψυχρότερου μήνα και του έτους.

Με άλλα λόγια, η μέση θερμοκρασία οποιουδήποτε μήνα, συνεπώς και το θερμοκρασιακό καθεστώς κάθε τόπου εκφράζεται πολύ καλά με τα προαναφερόμενα ζεύγη θερμομετρικών μεταβλητών σε παγκόσμια κλίμακα, κάτι που σημαίνει, ότι τα ζεύγη αυτά αποτελούν δείκτες τόσο των ακραίων εκείνων θερμοκρασιών, που μπορούν να σημειωθούν σε μια περιοχή και να βλάψουν τα φυτά, όσο και των άριστων, μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών φωτοσύνθεσης και αναπνοής των διαφόρων φυτικών ειδών. Τονίζεται η λέξη δείκτες, για να καταστεί σαφές, πως τα όρια εξάπλωσης κάθε είδους φυτού δεν ακολουθούν με απόλυτη ακρίβεια, παρά μόνον προσεγγιστικά, συγκεκριμένες ισόθερμες και ότι αποκλίσεις  $1^\circ\text{C}$  ή  $2^\circ\text{C}$  από αυτές τις ισόθερμες μεταξύ απομακρυσμένων περιοχών εξάπλωσης του είδους δεν αποτελούν πρόβλημα. Όπως θα δειχθεί παρακάτω, για τον ελλαδικό χώρο απόκλιση  $2^\circ\text{C}$  από κάποια ισόθερμη αντιστοιχεί σε υψομετρικές διαφορές 240-300 m, ανάλογα με την εποχή, ως προς το πραγματικό υψόμετρο της συγκεκριμένης ισόθερμης. Σύμφωνα με αυτή τη λογική, εάν μεταξύ πολύ απομακρυσμένων περιοχών εξάπλωσης ενός είδους, όπως συμβαίνει π.χ. σε είδη με ευρεία εξάπλωση σαν τη δασική πεύκη (*Pinus silvestris*), υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις τιμές της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας (Tan), ενδέχεται τα όρια εξάπλωσης του είδους αυτού να

ακολουθούν προσεγγιστικά κάποια ισόθερμη (π.χ. της Tθ) σε μια περιοχή και άλλη ισόθερμη αυτής σε μια άλλη πολύ απομακρυσμένη περιοχή. Έτερος λόγος ύπαρξης παρόμοιων μικρών διαφορών θερμοκρασίας (1°C-2°C) των ψυχροορίων και των θερμοορίων ενός δασοπονικού είδους μεταξύ απομακρυσμένων περιοχών εξάπλωσής του μπορεί να θεωρηθεί η διαφορετική ημερήσια ή ετήσια μεταβλητότητα των θερμομετρικών μεταβλητών (π.χ. της T<sub>ψ</sub> ή της m) οφειλόμενη σε διαφορετική συχνότητα εμφάνισης ψυχρών και θερμών εισβολών. Διαπιστώνεται, για παράδειγμα, μέσα από ορισμένες εργασίες (Gausson 1954, Barberis et al. 1992), πως τα ψυχροόρια της αγριελιάς (*Olea europaea* var. *silvestris*) και του σχίνου (*Pistacia lentiscus*) στη νότια Γαλλία και βορειοδυτική Ιταλία απαντώνται σε τοποθεσίες με μέση ελάχιστη θερμοκρασία ψυχρότερου μήνα κατά 1°C με 2°C χαμηλότερη απ' ό,τι στην Ελλάδα. Αν πράγματι συμβαίνει κάτι τέτοιο, πιθανότατα οφείλεται στην συχνότερα εισβολή πολύ ψυχρών αερίων μαζών στην Ελλάδα, σε σχέση με τη δυτική Ευρώπη, προερχόμενων από Ρωσία και Σκανδιναβία (όπως και πολύ θερμών από την Αφρική, που τις αντισταθμίζουν). Αυτό τουλάχιστον προκύπτει, τόσο από πρόχειρη εξέταση της, από μέρα σε μέρα, μεταβολής των ισοθέριμων στη στάθμη των 850 hPa πάνω από την Ευρώπη ([www.wetterzentrale.de/topkarten](http://www.wetterzentrale.de/topkarten), Archiv der NCEP Reanalysis) κατά τη διάρκεια του χειμώνα διαδοχικής σειράς πολλών ετών, όσο και από το γεγονός, ότι οι απολύτως ελάχιστες θερμοκρασίες των χειμερινών μηνών στην δυτική Ευρώπη είναι γενικά υψηλότερες από εκείνες του ελλαδικού χώρου, για περιοχές φυσικά ίσης μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας, ωστόσο το θέμα αυτό απαιτεί σίγουρα περαιτέρω έρευνα.

Πολύ επιτυχημένη, επομένως, είναι και η επιλογή του συνδυασμού των Tap και Ta για τον καθορισμό του θερμοκρασιακού περιβάλλοντος εμφάνισης των διαφόρων ζωνών βλάστησης από τον Μαγί, παρά τις αντιρρήσεις σχετικά με το αν το τετράμηνο Μαΐου-Αυγούστου μπορεί να αντιπροσωπεύει την αυξητική περίοδο των φυτών σε ολόκληρο το βόρειο ημισφαίριο (Κοντός 1909, 1921, Μουλόπουλος 1965β). Να σημειωθεί, ότι οι χειμερινές θερμοκρασίες πρέπει να παίζουν και αυτές ρόλο, έστω δευτερεύοντα, στη διαμόρφωση των θερμοορίων των ειδών, αφού, για παράδειγμα, οι χαμηλές θερμοκρασίες όχι μόνο αποτελούν καταλυτικό παράγοντα στη φυτρωτικότητα των σπόρων της ελάτης και της οξιάς για τη χώρα μας, όπως συμπεραίνεται από τις εργασίες των Γρηγοριάδη (1993) και Σταματόπουλου (1995), αλλά ενδέχεται να εμποδίζουν και την ευδοκίμηση ορισμένων ανταγωνιστικών τους φυτικών ειδών, ξυλωδών και ποωδών. Επιπλέον, οι χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα είναι αυτές, που καθορίζουν την ύπαρξη ή όχι ορισμένων βλαπτικών εντόμων, νεκρώνοντας τις προνύμφες τους, που διαχειμάζουν κάτω από τους λεπτούς φλοιούς των δέντρων (Καϊλίδης 1991).

Μια πολύ διαδεδομένη μέθοδος για την έρευνα των σχέσεων της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας με την ανάπτυξη και την καρποφορία (Παπαναστάσης 1990) των φυτών είναι το άθροισμα των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών πάνω από μια θερμοκρασία βάσεως (Huang 1990). Το άθροισμα αυτό αποτελεί τους ονομαζόμενους **ημερησίους βαθμούς ανάπτυξης (growing degree days)**. Οι ημερήσιοι βαθμοί ανάπτυξης (**GDD**) 21 μετεωρολογικών σταθμών της EMY υπολογίστηκαν για πέντε θερμοκρασίες βάσεως (5°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C και 30°C) χρησιμοποιώντας τις μέσες ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας (θεωρώντας αυτές ως το ημιάθροισμα της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας εκάστης ημέρας) από 9/3/2000 έως 9/3/2004 και οι οποίες ήταν διαθέσιμες ελεύθερα στο διαδίκτυο (ιστοσελίδα: <http://meteo.infospace.ru/wcarch/html/index.sht>). Οι ημερήσιοι βαθμοί ανάπτυξης των 21 σταθμών μαζί με τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της ίδιας

**Πίνακας 4:** Ημερήσιοι βαθμοί ανάπτυξης (GDD) 21 μετεωρολογικών σταθμών της ΕΜΥ για την χρονική περίοδο από 9/3/2000 έως 9/3/2004, μαζί με τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της ίδιας περιόδου, καθώς και εξισώσεις απλής γραμμικής παλινδρόμησης για τον υπολογισμό τους από τη μέση ετήσια θερμοκρασία (Tan) κάθε σταθμού.

	Θερμοκρασία βάσης	Καστοριά	Τρίπολη	Αλεξανδρούπολη	Λάρισα	Λήμνος	Μίκρα	Λαμία	Σκύρος	Αν όραβίδα	Πρέβεζα
Ημερήσιοι βαθμοί ανάπτυξης (GDD) περιόδου 2000-2004	5 °C	4398	4607	5182	5562	5634	5693	5930	6040	6179	6253
	10 °C	3825	4008	4670	5060	5183	5238	5463	5647	5861	5963
	15 °C	3029	3093	3891	4229	4157	4367	4553	4576	4652	4775
	20 °C	1870	1875	2699	3163	2861	3374	3444	3201	3359	3397
	25 °C	337	294	1169	1718	1360	1931	1770	1534	1227	1347
	30 °C	0	0	39	70	15	116	54	54	0	23
Μέσες τιμές θερμοκρασίας περιόδου 2000-2004	ΙΑΝ	2.7	4.8	5.7	6.0	8.2	6.4	7.9	9.5	10.2	10.2
	ΦΕΒ	4.0	5.6	5.9	6.9	7.8	7.2	8.4	9.6	10.0	10.3
	ΜΑΡ	8.2	8.3	8.7	11.0	10.3	10.7	12.2	12.0	12.4	12.9
	ΑΠΡ	10.8	10.4	12.6	13.9	13.2	14.2	14.9	14.3	15.1	15.1
	ΜΑΙ	16.6	15.9	18.1	19.6	18.1	19.9	20.3	18.9	19.8	19.8
	ΙΟΥΝ	20.6	20.4	22.5	24.4	23.0	24.8	24.8	23.3	23.4	23.8
	ΙΟΥΛ	23.1	22.8	25.5	26.8	26.0	27.1	26.8	26.4	25.1	25.4
	ΑΥΓ	22.7	22.3	25.6	25.9	26.0	26.9	25.8	26.0	25.5	26.1
	ΣΕΠ	17.3	18.2	20.4	21.3	21.3	21.7	22.1	22.2	22.4	22.4
	ΟΚΤ	13.5	14.6	15.9	16.7	17.2	17.4	18.0	18.6	19.1	19.4
	ΝΟΕ	8.8	10.4	11.5	11.9	13.3	12.6	13.5	14.8	15.6	15.7
	ΔΕΚ	2.5	5.6	5.4	5.7	8.0	6.3	7.6	9.7	10.8	10.9
	ΕΤΟΣ	12.6	13.3	14.8	15.9	16.0	16.3	16.9	17.1	17.5	17.7

	Κέρκυρα	Μυτιλήνη	Μεθώνη	Κύθηρα	Μήλος	Ελληνικό	Σέμος	Νάξος	Σούδα	Ηράκλειο	Ρόδος
Ημερήσιοι βαθμοί ανάπτυξης (GDD) περιόδου 2000-2004	6382	6454	6398	6512	6573	6650	6652	6568	6654	6688	7053
	6084	6107	6185	6272	6297	6366	6370	6401	6450	6552	6929
	4978	5134	4955	5052	5240	5309	5274	5270	5278	5417	6011
	3550	3869	3462	3693	3846	4154	4086	3621	3898	3794	4397
	1819	2321	1351	1925	2043	2568	2495	1513	2116	1745	2514
	54	255	31	186	181	505	527	38	182	57	248
Μέσες τιμές θερμοκρασίας περιόδου 2000-2004	10.4	10.5	11.8	11.4	11.4	10.5	11.2	12.5	11.9	12.8	13.0
	10.1	10.1	11.0	10.7	10.9	10.2	10.5	11.9	11.3	11.9	12.7
	13.0	12.8	13.0	13.0	13.2	12.9	12.9	13.6	13.7	14.1	14.9
	15.4	15.6	15.1	15.0	15.4	15.8	15.6	15.8	15.7	15.9	16.9
	20.5	20.7	19.3	19.8	20.1	21.1	20.8	19.4	20.2	19.6	21.2
	24.8	25.4	23.4	24.3	24.3	26.0	26.1	23.4	24.3	23.2	25.3
	26.6	28.3	25.4	27.2	27.5	28.6	28.8	26.2	27.6	26.5	27.7
	26.9	27.6	25.8	27.1	26.8	28.8	28.7	25.8	26.7	26.3	27.9
	22.3	23.5	23.0	23.4	24.2	24.3	24.0	23.7	24.2	23.9	25.4
	19.2	19.2	19.9	20.2	20.3	20.2	20.1	20.2	20.5	21.0	21.9
	15.7	14.9	16.6	16.5	16.7	15.9	15.6	16.7	16.7	17.5	17.9
	11.3	10.2	12.2	11.8	11.6	10.9	11.3	12.8	12.4	13.4	13.6
	18.0	18.2	18.0	18.4	18.5	18.8	18.8	18.5	18.8	18.9	19.9

Εξισώσεις απλής γραμμικής παλινδρόμησης για τον υπολογισμό των ημερησίων βαθμών ανάπτυξης (GDD) από τη μέση ετήσια θερμοκρασία (Tan)

		R <sup>2</sup>	S
Θερμοκρασία βάσης 5 °C	GDD = 369,4*Tan - 281	0.99	16
Θερμοκρασία βάσης 10 °C	GDD = 437,8*Tan - 1803	0.99	69
Θερμοκρασία βάσης 15 °C	GDD = 388,8*Tan - 1989	0.98	102
Θερμοκρασία βάσης 20 °C	GDD = 334,5*Tan - 2366	0.94	169
Θερμοκρασία βάσης 25 °C	GDD = 271,6*Tan - 3020	0.70	349
Θερμοκρασία βάσης 30 °C	GDD = 42,0*Tan - 599	0.27	133

περιόδου, καθώς και εξισώσεις απλής γραμμικής παλινδρόμησης για τον υπολογισμό τους από τη μέση ετήσια θερμοκρασία ( $T_{an}$ ) κάθε σταθμού, δίνονται στον πίνακα 4.

Ο Huang (1990) αναφέρει ότι η Κινεζική Ακαδημία Γεωπονικών Επιστημών έχει διαχωρίσει την Κίνα σε έξι κλιματικές ζώνες ανάλογα με τους ημερησίους βαθμούς ανάπτυξης, υπολογισμένους με θερμοκρασία βάσης τους  $10^{\circ}\text{C}$ , ως εξής:

Κλιματική ζώνη	Ημερήσιοι βαθμοί ανάπτυξης (GDD)
Ψυχρή εύκρατη	Λιγότεροι από 1600-1700
Ορεινή (Οροπέδιο Θιβέτ)	Λιγότεροι από 2000
Μέση εύκρατη	Από 1600-1700 έως 3100-3400
Θερμή εύκρατη	Από 3100-3400 έως 4250-4500
Υποτροπική	Από 4250-4500 έως 6500-8000
Τροπική	Περισσότεροι από 8000

Παρατηρούμε, ότι τα όρια μεταξύ των κλιματικών ζωνών καθορίζονται όχι από μια τιμή, αλλά από ένα εύρος τιμών GDD, διότι σε αυτές τις περιπτώσεις κριτήριο για την ένταξη ενός μετεωρολογικού σταθμού σε κάποια από τις εκατέρωθεν κλιματικές ζώνες αποτελεί η μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα μαζί με την απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία (Huang 1990). Με βάση την παραπάνω κατάταξη και τις τιμές της δεύτερης γραμμής του πίνακα 4 και επειδή οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες των 21 ελληνικών σταθμών για την περίοδο 2000-2004 πλησιάζουν ικανοποιητικά τις κλιματικές τιμές τους, συμπεραίνεται ότι η Καστοριά και η Τρίπολη ανήκουν στην θερμή εύκρατη ζώνη, ενώ όλοι οι υπόλοιποι ελληνικοί σταθμοί στην υποτροπική ζώνη.

Ο Ντάφης (1986) αναφέρει, ότι η μέση θερμοκρασία (προφανώς εννοεί την μέση ετήσια) παίζει μικρότερο ρόλο από το άθροισμα των θερμοκρασιών πάνω από μια ορισμένη ελάχιστη τιμή, κάτι που δεν είναι σωστό. Οι ημερήσιοι βαθμοί ανάπτυξης σχετίζονται ισχυρά με τη μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα, τουλάχιστον για τη χώρα μας. Αυτό αποδεικνύεται εύκολα από τις εξισώσεις απλής γραμμικής παλινδρόμησης του πίνακα 4, οι οποίες εξήχθησαν για τον υπολογισμό των GDD των 21 μετεωρολογικών σταθμών από τη μέση ετήσια θερμοκρασία τους. Επειδή ο συντελεστής συσχέτισης μεταξύ GDD και  $T$  ισούται με την τετραγωνική ρίζα του συντελεστή προσδιορισμού των παραπάνω εξισώσεων (Μάτης 1991), συμπεραίνεται ότι οι ημερήσιοι βαθμοί ανάπτυξης για θερμοκρασίες βάσης  $5^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $15^{\circ}\text{C}$  και  $20^{\circ}\text{C}$  σχετίζονται ισχυρότατα με τη μέση ετήσια θερμοκρασία, τουλάχιστον για την Ελλάδα (ή καλύτερα για περιοχές με ετήσια θερμομετρικά εύρη  $14^{\circ}\text{C}$ - $22^{\circ}\text{C}$ ) και γι' αυτό μπορούν να υπολογίζονται με πολύ μεγάλη ακρίβεια από αυτήν. Η συσχέτιση εξασθενεί σημαντικά για τους GDD με θερμοκρασία βάσης  $25^{\circ}\text{C}$  και ιδιαίτερα όταν ως θερμοκρασία βάσης θεωρηθούν οι  $30^{\circ}\text{C}$  ( $R=0,52$ ), αλλά είναι και ανώφελος ο υπολογισμός τους, αφού η θερμοκρασία των  $30^{\circ}\text{C}$  συνήθως υπερβαίνει την άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης των περισσότερων ξυλωδών φυτών (Κωνσταντινίδου 1984, Huang 1990). Άλλωστε για την Κίνα - και προφανώς για όλη την εύκρατη ζώνη - η περίοδος, κατά την οποία η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι  $> 10^{\circ}\text{C}$ , αποτελεί την αυξητική περίοδο για τις περισσότερες καλλιέργειες (Huang 1990). Τέλος, επειδή, όπως προαναφέρθηκε, οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες των 21 σταθμών για την περίοδο 2000-2004 πλησιάζουν ικανοποιητικά τις κλιματικές τιμές τους, οι εξισώσεις του πίνακα 4 είναι κατάλληλες για τον υπολογισμό των GDD οποιουδήποτε ελληνικού σταθμού από τη μέση ετήσια θερμοκρασία του.

Πέρα των παραπάνω, υπάρχει και η κλιματική κατάταξη κατά Rubner (Ζαμπάκας 1981). Αποτελεί ταξινόμηση των διαφόρων περιοχών του κόσμου



ανάλογα με τον αριθμό **θερμών ημερών (ΘΗ)**, δηλαδή των ημερών με μέση θερμοκρασία  $>10^{\circ}\text{C}$ , κατά τις οποίες παρατηρείται η μέγιστη βλαστική δραστηριότητα των φυτών (Μουλόπουλος 1965β):

- α. Θερμές περιοχές με 241-300 θερμές ημέρες.
- β. Θερμές εύκρατες περιοχές με 181-240 θερμές ημέρες.
- γ. Εύκρατες περιοχές με 121-180 θερμές ημέρες.
- δ. Ψυχρές περιοχές με 61-120 θερμές ημέρες.
- ε. Υποαρκτικές ή υπαλπικές περιοχές με 1-60 θερμές ημέρες.

Για τους 21 μετεωρολογικούς σταθμούς της ΕΜΥ με τα ημερήσια δεδομένα της περιόδου 2000-2004 υπολογίστηκε ο αριθμός των θερμών ημερών:

Καστοριά	211	Σάμος	313
Τρίπολη	225	Κέρκυρα	313
Αλεξανδρούπολη	242	Πρέβεζα	314
Λάρισα	255	Μήλος	317
Θεσσαλονίκη	262	Κύθηρα	321
Λήμνος	273	Μεθώνη	327
Λαμία	275	Σούδα	328
Σκύρος	294	Νάξος	333
Μυτιλήνη	302	Ηράκλειο	337
Ανδραβίδα	310	Ρόδος	339
Αθήνα	312		

Με βάση τις παραπάνω τιμές, η Καστοριά και η Τρίπολη ανήκουν στις θερμές εύκρατες περιοχές, η Αλεξανδρούπολη, η Λάρισα, η Θεσσαλονίκη, η Λήμνος, η Λαμία και η Σκύρος στις θερμές περιοχές και όλοι οι υπόλοιποι σταθμοί σε κάποια κατηγορία ενός ακόμα θερμότερου κλίματος, που δεν αναφέρεται από τον Ζαμπάκα (1981), αφού υπερβαίνουν τις 300 θερμές ημέρες.

Σύμφωνα με τη διάκριση του Rubner, η ερυθρελάτη και η δασική πεύκη αρκούνται σε ελάχιστη βλαστική περίοδο 2 μηνών (δηλαδή 60 ΘΗ), η οξιά, η ποδισκοφόρος και η απόδισκος δρυς σε 4 περίπου μήνες, ενώ η καστανιά σε 6 τουλάχιστον μήνες. Νότια των υπαρκτικών ορίων, στις σκανδιναβικές χώρες επικρατεί το ψυχρό κλίμα, σε Γερμανία και Αυστρία το εύκρατο, σε Γαλλία, Ουγγαρία και Βουλγαρία το θερμό εύκρατο, σε Ελλάδα και Ισπανία το θερμό κλπ (Μουλόπουλος 1965β).

Βασικοί περιοριστικοί παράγοντες της χρήσης των ημερήσιων βαθμών ανάπτυξης και των θερμών ημερών μπορούν να θεωρηθούν το κόστος απόκτησης, ο κόπος επεξεργασίας και, κυρίως, η μη διαθεσιμότητα χρονοσειρών ημερήσιων τιμών θερμοκρασίας των διαφόρων μετεωρολογικών σταθμών. Καθώς στα πλέον διαθέσιμα κλιματικά δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών περιλαμβάνονται οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες τους, είναι ευνόητο το ενδιαφέρον των ερευνητών να στρέφεται στο άθροισμα ή στη διάρκεια των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών πάνω από μια θερμοκρασία βάσης. Ο Ντάφης (1986) γράφει, ότι από καθαρά δασοκομικής πλευράς μας ενδιαφέρει να γνωρίζουμε τη λεγόμενη βλαστική περίοδο, κατά την οποία η μέση θερμοκρασία παραμένει σταθερά μεγαλύτερη από την απαιτούμενη, για τη βιολογική δραστηριότητα των δένδρων, ελάχιστη θερμοκρασία. Με βάση πολυάριθμες παρατηρήσεις λαμβάνεται από τους δασολόγους η κρίσιμη αυτή θερμοκρασία ίση προς τους  $10^{\circ}\text{C}$ . Η εκλογή της οριακής αυτής τιμής βασίζεται στο γεγονός, ότι στην Β. Ευρώπη και την Β. Αμερική τα δασοόρια βρίσκονται εκεί, όπου η μέση θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από τους  $10^{\circ}\text{C}$  για τουλάχιστον 60 συνεχόμενες ημέρες. Σε ηπειρωτικές περιοχές, όπως οι κεντρικές Άλπεις, λαμβάνεται το όριο αυτό χαμηλότερα και ίσο περίπου με  $8^{\circ}\text{C}$ . Για τη γεωργία η οριακή αυτή τιμή

είναι ακόμα μικρότερη, 5°C, γιατί στη θερμοκρασία αυτή αυξάνουν πολλά λιβαδικά φυτά, όπως και πολλά δημητριακά. Έτσι, κατ' αντιστοιχία του όρου «θερμές ημέρες», οι μήνες με θερμοκρασία >10°C θα ονομάζονται, στο εξής, **θερμοί μήνες**, ο δε αριθμός τους θα συμβολίζεται με ( $N_{T10}$ ). Η προαναφερθείσα διαφορά των 2°C, όσον αφορά τα δασοόρια μεταξύ αλπικών (8°C) και αρκτικών περιοχών (10°C), δεν είναι δύσκολο να εξηγηθεί, λαμβάνοντας υπόψη τις, από έτος σε έτος, διακυμάνσεις της θερμοκρασίας περί τη μέση τιμή κάθε μήνα, όπως και το γεγονός, ότι η μεταβολή της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας με το υψόμετρο είναι πολύ μεγαλύτερη από την οριζόντια μεταβολή της κατά τον άξονα βορρά-νότου. Στη χώρα μας, για παράδειγμα, δέκα φορές εντός της περιόδου 1950-1995 ο θερμότερος μήνας του έτους (Ιούλιος ή Αύγουστος) παρουσίασε θερμοκρασίες κατά 2°C με 4°C υψηλότερες από τις κανονικές τιμές, (δεδομένα μετεωρολογικού σταθμού Τρίπολης), τυπικές δε τιμές μέσης κατακόρυφης και μέσης οριζόντιας (άξονας Β-Ν) θερμοβαθμίδας για τους ίδιους μήνες στον ελλαδικό χώρο είναι -0,8°C/100m και -0,2°C/100km αντίστοιχα. Συνεπώς, είναι ευκολότερη η επέκταση ενός δασικού είδους λίγες εκατοντάδες μέτρα ψηλότερα από τα ψυχροόριά του κατά τη διάρκεια καλοκαιριών με θερμοκρασίες υψηλότερες από τις κανονικές, παρά κάποιες δεκάδες ή εκατοντάδες χιλιόμετρα βορειότερα.

Πέρα των παραπάνω, απλές υπαίθριες παρατηρήσεις από διάφορες περιοχές της Ελλάδας επιβεβαιώνουν, ότι η βλαστητική δραστηριότητα (έκπτυξη νέων φύλλων) στα περισσότερα φυλλοβόλα πλατύφυλλα (γεωργικά και δασικά) αρχίζει την άνοιξη ή και μέσα στο χειμώνα κατά τη διάρκεια του πρώτου μήνα με μέση θερμοκρασία > 10°C. Όσον αφορά τη φθινοπωρινή ξήρανση των φύλλων στα φυλλοβόλα πλατύφυλλα, αυτή φαίνεται να αρχίζει σε λίγο μεγαλύτερη μέση μηνιαία θερμοκρασία από εκείνη των 10°C, αν και αυτό δεν είναι εύκολο να εξακριβωθεί, διότι η θερινή ανομβρία οδηγεί σε πρόωρη φθινοπωρινή ξήρανση των φύλλων (όπως το φθινόπωρο του 2007), ενώ πολλές θερινές βροχοπτώσεις προκαλούν μάλλον παράταση του πράσινου φυλλώματος μέσα στο φθινόπωρο (όπως εκείνο του 2009).

Το άθροισμα των θερμοκρασιών των μηνών με μέση θερμοκρασία >5°C (**accumulated degree-months** ή **μηνιαίοι βαθμοί ανάπτυξης**) συνιστά τον λεγόμενο «**warmth index**» (**WI**) του Kira (Krestov and Nakamura 2007), ο οποίος χρησιμοποιείται συχνά από τους Ιάπωνες ερευνητές για τη μελέτη της σχέσεως του κλίματος με τη γεωγραφική διανομή της βλάστησης (Masuda 2000). Αν αντί των 5°C χρησιμοποιηθούν οι 10°C ως θερμοκρασία βάσης των μεταβλητών WI, GGD και ΘΗ, με τη βοήθεια των ημερήσιων θερμοκρασιακών τιμών των 21 μετεωρολογικών σταθμών της ΕΜΥ για την χρονική περίοδο 9/3/2000 - 9/3/2004 αποδεικνύεται εύκολα, μέσω των παρακάτω εξισώσεων απλής γραμμικής παλινδρόμησης,

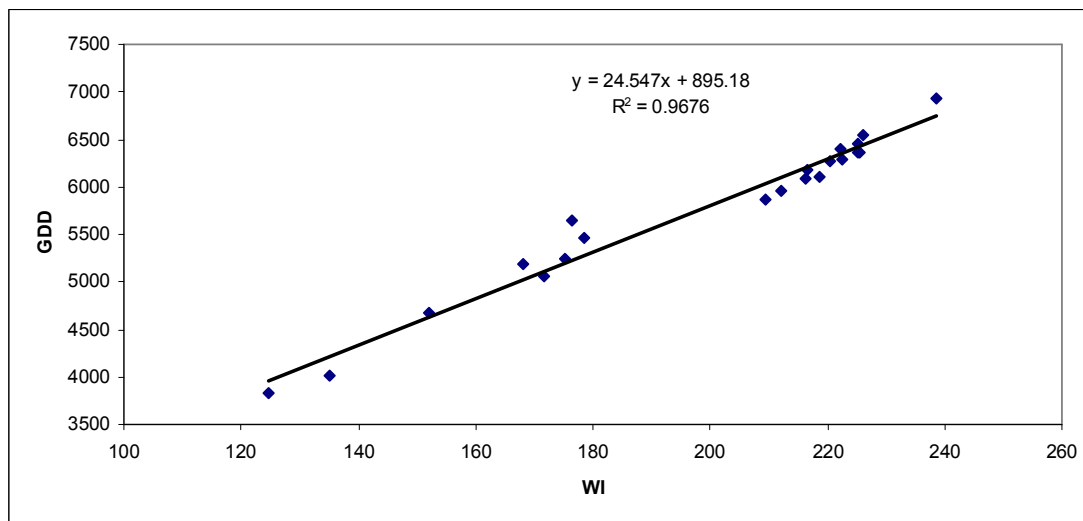
$$GGD = 24,55 * WI + 895, \text{ με } R^2 = 0,97 \text{ και } S = 153$$

$$\Theta H = 427,3 * N_{T10} + 1201, \text{ με } R^2 = 0,85 \text{ και } S = 326$$

ότι ο «warmth index» (WI) σχετίζεται ισχυρότατα με τους ημερησίους βαθμούς ανάπτυξης (GGD) και ο αριθμός των θερμών μηνών ( $N_{T10}$ ) με τον αριθμό θερμών ημερών (ΘΗ) αντίστοιχα. Αυτό φαίνεται παραστατικότερα στο σχήμα 5. Συνεπώς, είναι μεγάλο πλεονέκτημα να δουλεύει κανείς με μηνιαία κλιματικά δεδομένα αντί των ημερήσιων.

Ακόμα καλύτερα είναι, αντί της χρήσης των μηνιαίων βαθμών ανάπτυξης (WI), να χρησιμοποιείται ο δείκτης  $MWI = WI/12$ , διότι για περιοχές με όλους τους μήνες να έχουν μέση θερμοκρασία μεγαλύτερη της θερμοκρασίας βάσης, ο MWI ταυτίζεται με τη μέση ετήσια θερμοκρασία. Για θερμοκρασία βάσης 0°C, ο MWI αποτελεί τη μεταβλητή «**average biotemperature**» (**BT**) του Holdridge, που θεωρείται ανάλογος της μέσης ετήσιας δυναμικής εξατμισοδιαπνοής (Masuda 2000,

Pan et al. 2003). Επειδή αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι η σχέση της ξυλώδους (δενδρώδους και θαμνώδους) βλάστησης με το κλίμα, ως θερμοκρασία βάσης των μηνιαίων βαθμών ανάπτυξης (WI), συνεπώς και του δείκτη MWI θα χρησιμοποιηθεί στην συνέχεια εκείνη των 10°C.



**Σχήμα 5:** Σχέση των Ημερήσιων Βαθμών Ανάπτυξης (GDD) με τον warmth index (WI) 21 μετεωρολογικών σταθμών της ΕΜΥ, για την περίοδο 9/3/2000 έως 9/3/2004, υπολογισμένους με θερμοκρασία βάσης 10°C.

Βάσει όσων εγράφησαν παραπάνω, οι καταλληλότερες θερμομετρικές μεταβλητές για τη μελέτη των σχέσεων κλίματος-βλάστησης είναι: η μέση ετήσια θερμοκρασία ( $T_{an}$ ), η μέση θερμοκρασία της περιόδου Μαΐου-Αυγούστου ( $T_a$ ), η μέση ( $T_{\theta}$ ) και η μέση μέγιστη ( $M$ ) θερμοκρασία του θερμότερου μήνα, η μέση ( $T_{\psi}$ ) και η μέση ελάχιστη ( $m$ ) θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα, ο αριθμός των μηνών με θερμοκρασία >10°C ( $N_{T10}$ ), καθώς και οι δείκτες MWI (με θερμοκρασία βάσης 10°C) και BT.

### Εκτίμηση θερμοκρασιών στον ελλαδικό χώρο

Μικρή θα ήταν η σημασία όλων όσων έχουν προαναφερθεί, χωρίς τη δυνατότητα εφαρμογής μιας μεθοδολογίας σχετικής με την εκτίμηση των θερμομετρικών μεταβλητών σε οποιοδήποτε σημείο του ελλαδικού χώρου. Εάν η χώρα μας ήταν πεδινή σε όλη της την έκταση, θα ήταν εφικτό με ένα λιγότερο πυκνό, από το υπάρχον, δίκτυο σταθμών και με τη βοήθεια μιας μεθόδου παρεμβολής να χαραχθούν οι ισοπληθείς τους πάνω σε χάρτες. Έτσι θα ήταν δυνατό να εκτιμηθούν εύκολα και με καλή ακρίβεια οι τιμές τους για περιοχές, όπου δεν υπάρχουν σταθμοί. Όμως, το έντονο ανάγλυφο της Ελλάδας και η μη καλή γνώση της μεταβολής των εξεταζόμενων παραμέτρων με το υψόμετρο (κατακόρυφη θερμοβαθμίδα) κάνουν αδύνατη την εκτίμησή τους κατ' αυτόν τον τρόπο, οπότε καταφεύγει κανείς στη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων για την εξαγωγή εξισώσεων παλινδρόμησης. Στο βιβλίο μετεωρολογίας και κλιματολογίας του Φλόκα (1990) υπάρχουν εξισώσεις παλινδρόμησης, προερχόμενες από τη μελέτη του Flocas et al. (1983), με τις οποίες υπολογίζεται με ικανοποιητική ακρίβεια η μέση μηνιαία και ετήσια θερμοκρασία οποιασδήποτε τοποθεσίας στην Ελλάδα, γνωρίζοντας μονάχα τις γεωγραφικές συντεταγμένες και το υψόμετρο. Στο ίδιο βιβλίο δίνονται, επίσης, τιμές της

μεταβολής της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας με το υψόμετρο (μέσης κατακόρυφης θερμοβαθμίδας) για αναγωγή των θερμοκρασιών του πλησιέστερου μετεωρολογικού σταθμού στο υψόμετρο της περιοχής ενδιαφέροντος. Δυστυχώς, οι μέθοδοι αυτές δεν έτυχαν ευρείας χρήσης από τους ενασχολούμενους με τα θέματα της βλάστησης (με εξαίρεση λίγες μελέτες, όπως του Αθανασιάδη κ.ά. 1992β) παρά τα καλά τους αποτελέσματα (Flocas et al. 1983). Με την ίδια μεθοδολογία έχουν παραχθεί και βιοκλιματικοί χάρτες, οι οποίοι συντάχθηκαν με τη βοήθεια ψηφιακού τοπογραφικού μοντέλου της Ελλάδας από τον Ματζαράκη κ.ά. (1998). Οι θερμοκρασίες μιας περιοχής μπορεί να εκτιμηθούν απ' ευθείας πάνω στους βιοκλιματικούς χάρτες, αλλά δεν είναι γνωστό για το εάν αυτοί είναι εμπορικώς διαθέσιμοι. Όσον αφορά την εκτίμηση θερμοκρασιών σε άλλες χώρες, με παρόμοιο τρόπο έχουν δουλέψει οι Zheng and Basher (1996) για την Νέα Ζηλανδία και ο Sánchez et al. (1999) για την Ισπανία.

Καθώς η γνώση της μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας κάθε μήνα είναι εξίσου σημαντική (για παράδειγμα η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του Ιανουαρίου και του Φεβρουαρίου συσχετίζονται ισχυρά με το μέσο αριθμό ημερών μερικού παγετού των ίδιων μηνών στην Ελλάδα ( $R=-0,93$ ), πέραν του γεγονότος ότι η μέση μηνιαία θερμοκρασία υπολογίζεται και από το ημιάθροισμα της μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας (Φλόκας 1990), οι Γκουβάς και Σακελλαρίου (2002) έκαναν μια προσπάθεια εξαγωγής εξισώσεων παλινδρόμησης για την εκτίμησή τους στον ελλαδικό χώρο. Ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν το γεωγραφικό μήκος, το γεωγραφικό πλάτος και το υψόμετρο 104 μετεωρολογικών σταθμών (όπως στις εξισώσεις του Flocas et al. 1983), καθώς επίσης η απόστασή τους από την θάλασσα (όπως στις εξισώσεις του Ματζαράκη κ.ά. 1998) και το ελάχιστο υψόμετρο της λεκάνης απορροής, μέσα στην οποία βρίσκεται κάθε σταθμός, εντός ακτίνας 5 km από αυτόν. Και οι πέντε ανεξάρτητες μεταβλητές υπολογίζονται εύκολα από τοπογραφικούς χάρτες.

Πιο συγκεκριμένα, τα γεωγραφικά δεδομένα των 104 σταθμών, που χρησιμοποιήθηκαν ως ανεξάρτητες μεταβλητές, ήταν:

**Z:** υψόμετρο κάθε σταθμού σε μέτρα (m)

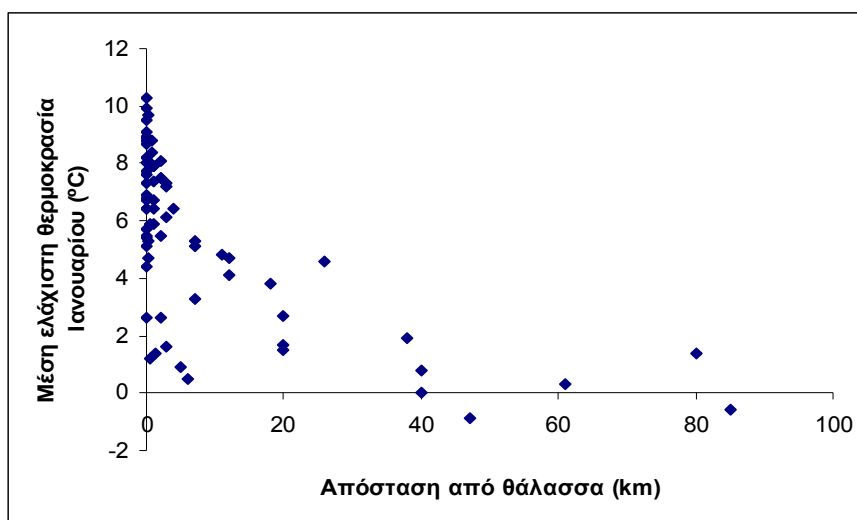
**φ:** γεωγραφικό πλάτος κάθε σταθμού σε μοίρες (δεκαδική μορφή)

**λ:** γεωγραφικό μήκος (μοίρες) σε δεκαδική μορφή (για παράδειγμα για ένα σταθμό με γεωγραφικό πλάτος  $37^{\circ} 45'$  και γεωγραφικό μήκος  $24^{\circ} 30'$  δίνουμε  $\varphi = 37,75$  και  $\lambda = 24,50$ )

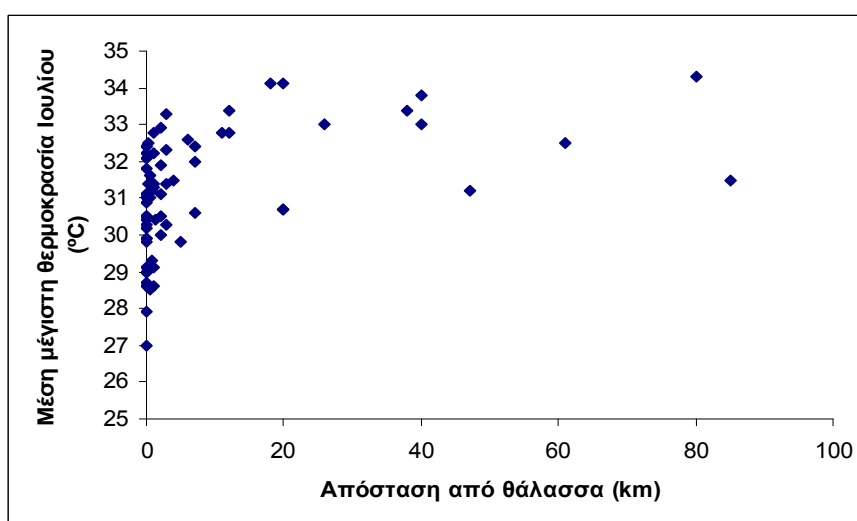
**O:** Απόσταση από την πλησιέστερη θαλάσσια ακτή σε χιλιόμετρα (km)

**$\Delta z = Z - Z_a$ :** Όπου  $Z$  είναι το υψόμετρο του σταθμού (m) και  $Z_a$  είναι το μικρότερο υψόμετρο (m) της λεκάνης απορροής, μέσα στην οποία βρίσκεται ο σταθμός, εντός ακτίνας 5 km από αυτόν. Όταν  $\Delta z = 0$  m, τότε ο σταθμός βρίσκεται σε επίπεδη έκταση, παραδείγματος χάριν σε μια πεδιάδα, οροπέδιο ή κοιλάδα. Σε αυτήν την περίπτωση, έντονες αναστροφές θερμοκρασίας παρατηρούνται κατά τις νύχτες με νηνεμία και αίθριο ουρανό, οι οποίες ανήκουν στις κατηγορίες των αναστροφών ακτινοβολίας και κατολισθήσεως (Critchfield 1983, Μαχαίρας και Μπαλαφούτης 1984). Όταν  $\Delta z > 0$  m, τότε ο σταθμός βρίσκεται σε λίγο ή πολύ κεκλιμένη επιφάνεια, όπως στις πλαγιές ή στις ράχες ενός βουνού ή λόφου. Είναι αυτονόητο, ότι σε περιοχές με μεγάλες τιμές  $\Delta z$  οι νυχτερινές αντιστροφές θερμοκρασίας είναι λιγότερο έντονες και συχνές. Να σημειωθεί, πως αν η λεκάνη απορροής παρουσιάζει κάποιο σημαντικό στένεμα εντός της ακτίνας των 5 km, με αποτέλεσμα το λίμνισμα του ψυχρού επιφανειακού αέρα κατά τις αίθριες και με ασθενείς ανέμους νύχτες, πρέπει να θεωρηθεί κλειστή σε αυτό το σημείο, οπότε εκεί θα υπολογιστεί και το  $Z_a$ .

Οι δύο τελευταίες ανεξάρτητες μεταβλητές κρίθηκαν απαραίτητες για τις εξισώσεις παλινδρόμησης, αφού είναι γνωστό, ότι οι ελάχιστες θερμοκρασίες γενικά μειώνονται, ενώ οι μέγιστες αυξάνουν αυξανόμενης της ηπειρωτικότητας και ότι οι ελάχιστες θερμοκρασίες αυξάνονται από τον πάτο μιας πεδιάδας προς τις πλαγιές και τις ράχες των παρακείμενων βουνών. Μάλιστα δε, η μεταβολή αυτή είναι πιο απότομη κοντά στις ακτές (σχήματα 6 και 7), όπως και κοντά στον πάτο των πεδιάδων, κοιλάδων και οροπεδίων, οπότε ήταν απαραίτητη η χρήση συναρτήσεων με πιο απότομη μεταβολή στις μικρότερες τιμές του πεδίου ορισμού τους. Μια τέτοια κατάσταση προσεγγίζεται συχνά επιτυχώς από τις, διαφόρων τάξεων, ρίζες των τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών και με τη βοήθεια δοκιμών βρέθηκε, ότι η 4<sup>η</sup> ρίζα της  $O$  και η τετραγωνική ρίζα της  $\Delta z$  έδιναν τις εξισώσεις παλινδρόμησης με τα μικρότερα δυνατά σφάλματα.



**Σχήμα 6:** Σχέση της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας Ιανουαρίου 70 ελληνικών μετεωρολογικών σταθμών χαμηλού υψομέτρου (0-150m) με την απόστασή τους από την πλησιέστερη θάλασσα ακτή. Η χρήση μόνο πεδινών σταθμών έγινε με σκοπό την εξάλειψη της επίδρασης του υψομέτρου επί της θερμοκρασίας.



**Σχήμα 7:** Σχέση της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας Ιουλίου 70 ελληνικών μετεωρολογικών σταθμών χαμηλού υψομέτρου (0-150m) με την απόστασή τους από την πλησιέστερη θάλασσα ακτή. Η χρήση μόνο πεδινών σταθμών έγινε με σκοπό την εξάλειψη της επίδρασης του υψομέτρου επί της θερμοκρασίας.

Ο λόγος για τον οποίον καμία άλλη ανεξάρτητη μεταβλητή, εκτός από τοπογραφικές, δεν χρησιμοποιήθηκε στις εξισώσεις, ακόμα κι αν μπορούσε να παρέχει καλύτερα αποτελέσματα, αφορά το πρόβλημα του υπολογισμού της σε περιοχές χωρίς μετεωρολογικούς σταθμούς.

Οι σταθμοί επιλέχθηκαν με την προϋπόθεση, ότι έχουν λειτουργήσει για τουλάχιστον 15 έτη. Προηγηθείσα ανάλυση των χρονοσειρών μερικών από τους σταθμούς έδειξε, ότι ένας μέσος όρος θερμοκρασίας αέρα μιας 15ετίας ικανοποιεί την ακρίβεια της μελέτης, αφού η μέγιστη απόκλιση του από το μέσο όρο θερμοκρασίας 30 ετών είναι περίπου  $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ .

Ξεκινώντας με το σκεπτικό ότι η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας μειώνεται γραμμικά αυξανόμενου του υψομέτρου, η αναγόμενη στο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας (0 m) θερμοκρασία αποτελεί μια άγνωστη συνάρτηση του γεωγραφικού μήκους και πλάτους  $F(\lambda, \varphi)$ , η οποία θα πρέπει να προσεγγισθεί από ένα πολυωνυμικό ανάπτυγμα των  $\lambda$  και  $\varphi$ , κατά αντιστοιχία της προσέγγισης μιας οποιασδήποτε μαθηματικής συνάρτησης σε μια μικρή περιοχή του πεδίου ορισμού της από τα πολυώνυμα Taylor (Μουσιάδης 1985). Λαμβάνοντας, επιπλέον, υπόψη τα προαναφερόμενα περί των μεταβλητών  $O$  και  $\Delta z$ , το μοντέλο, που ερευνήθηκε από τους Γκουβά και Σακελλαρίου (2002), είχε την μορφή:

$$T = k + \gamma * Z + a * x + b * y + c * x^3 + d * x^2 * y + e * x * y^2 + f * y^3 + g * O^{0,25} + h * \Delta z^{0,5}$$

Όπου:

**T**: η εκτιμώμενη από τις εξισώσεις μέση μέγιστη (**T<sub>x</sub>**) ή μέση ελάχιστη (**T<sub>n</sub>**) θερμοκρασία ενός τόπου ( $^{\circ}\text{C}$ )

$k, \gamma, \dots, h$ : οι συντελεστές παλινδρόμησης

$$x = \varphi - 38$$

$$y = \lambda - 24$$

Πολυωνυμικό ανάπτυγμα 4ης ή ανώτερης τάξης μπορεί να είναι ακριβέστερο μεν (να παρουσιάζει δηλαδή καλύτερη προσαρμογή στην κατά  $\varphi$  και  $\lambda$  διανομή της θερμοκρασίας), αλλά με αυτό τον τρόπο οι εξισώσεις γίνονται δύσχρηστες, χωρίς πολλές φορές σημαντική μείωση του τυπικού σφάλματος εκτίμησης. Επιπλέον, οι Draper and Smith (1981) προτείνουν ο αριθμός των παρατηρήσεων (μετεωρολογικών σταθμών στην προκειμένη περίπτωση) να είναι τουλάχιστον 5 έως 10 φορές μεγαλύτερος από τον αριθμό των ανεξάρτητων μεταβλητών στην ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης, οπότε μόνο ένα πολυωνυμικό ανάπτυγμα 3ου βαθμού των  $\lambda$  και  $\varphi$  είναι κατάλληλο για την παραπάνω εξίσωση, για την εξαγωγή της οποίας χρησιμοποιούνται 104 σταθμοί.

Οι εξισώσεις παλινδρόμησης των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002) για τη μέση μέγιστη (**T<sub>x</sub>**) και τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία (**T<sub>n</sub>**) δίνονται στον Πίνακα 5, μαζί με τον συντελεστή προσδιορισμού ( $R^2$ ) και το τυπικό σφάλμα εκτίμησης (**S**) κάθε εξίσωσης. Στις εξισώσεις αυτές διατηρήθηκαν μόνο οι όροι με συντελεστές στατιστικά διάφορους του μηδενός σε επίπεδο σημαντικότητας  $> 90\%$ . Επιλέχθηκε επίπεδο σημαντικότητας  $90\%$  και όχι  $95\%$ , όπως γίνεται συνήθως σε στατιστικές επεξεργασίες, διότι στη δεύτερη περίπτωση η αφαίρεση περαιτέρω όρων από τις εξισώσεις έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του τυπικού σφάλματος εκτίμησης, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με τον αντικειμενικό σκοπό εξαγωγής των εξισώσεων. Ωστόσο, η ενασχόληση με πολυάριθμες εξισώσεις παλινδρόμησης αποδεικνύει, ότι είναι καλύτερα να αφαιρούνται μόνο οι όροι, για τους οποίους το τυπικό σφάλμα του συντελεστή παλινδρόμησης τους είναι μεγαλύτερο από την απόλυτη τιμή του ίδιου του συντελεστή, οπότε προκύπτει και η εξίσωση με την καλύτερη δυνατή εκτίμηση.

Πρόκειται για ένα καθαρά αντικειμενικό κριτήριο ισότητας των συντελεστών παλινδρόμησης με το μηδέν, από τη στιγμή που ο αριθμός και η στο χώρο διανομή των υπάρχοντων μετεωρολογικών σταθμών δεν επιτρέπουν όχι μόνον την τυχαία δειγματοληψία τους, αλλά και την πλήρωση των υποθέσεων που πρέπει να ισχύουν για τα δεδομένα, που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση παλινδρόμησης (Μάτης 1991), ώστε να είναι στατιστικά έγκυρα τα συμπεράσματα που θα προκύψουν.

**Πίνακας 5:** Εξισώσεις πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για τον υπολογισμό της μέσης μέγιστης ( $T_x$ ) και μέσης ελάχιστης ( $T_n$ ) θερμοκρασίας στον ελλαδικό χώρο.

Μήνας	Εξίσωση	$R^2$	S
1 Ιανουάριος	$T_x = 13.2 - 0.0070 * Z - 1.23 * x - 0.048 * x * y^2 - 0.052 * y^3$	0.96	0.76
2 Φεβρουάριος	$T_x = 14.2 - 0.0069 * Z - 0.79 * x - 0.025 * x^3 - 0.031 * x * y^2 - 0.038 * y^3$	0.96	0.64
3 Μάρτιος	$T_x = 15.7 - 0.0069 * Z - 0.83 * x - 0.28 * y + 0.32 * O^{0.25}$	0.94	0.64
4 Απρίλιος	$T_x = 19.4 - 0.0072 * Z - 0.25 * x - 0.11 * y - 0.030 * x^3 + 0.70 * O^{0.25}$	0.89	0.73
5 Μάιος	$T_x = 23.8 - 0.0072 * Z - 0.29 * y - 0.044 * x^3 + 0.027 * y^3 + 0.93 * O^{0.25}$	0.84	0.84
6 Ιούνιος	$T_x = 28.2 - 0.0079 * Z - 0.59 * y - 0.058 * x^3 + 0.047 * x * y^2 + 0.072 * y^3 + 0.96 * O^{0.25}$	0.80	1.06
7 Ιούλιος	$T_x = 30.5 - 0.0084 * Z - 0.77 * y - 0.048 * x^3 + 0.056 * x * y^2 + 0.081 * y^3 + 1.11 * O^{0.25}$	0.77	1.19
8 Αύγουστος	$T_x = 30.5 - 0.0083 * Z - 0.68 * y - 0.029 * x^3 + 0.048 * y^3 + 1.13 * O^{0.25}$	0.78	1.14
9 Σεπτέμβριος	$T_x = 27.2 - 0.0079 * Z - 0.44 * x - 0.53 * y + 0.026 * y^3 + 0.90 * O^{0.25}$	0.85	0.92
10 Οκτώβριος	$T_x = 23.0 - 0.0078 * Z - 0.76 * x - 0.030 * y^3 + 0.56 * O^{0.25}$	0.90	0.88
11 Νοέμβριος	$T_x = 19.1 - 0.0063 * Z - 0.99 * x - 0.025 * y^3$	0.94	0.70
12 Δεκέμβριος	$T_x = 15.3 - 0.0065 * Z - 1.23 * x - 0.033 * y^3 - 0.27 * O^{0.25}$	0.96	0.73
13 Έτος	$T_x = 21.7 - 0.0074 * Z - 0.49 * x - 0.22 * y - 0.026 * x^3 + 0.53 * O^{0.25}$	0.93	0.66
14 Ιανουάριος	$T_n = 6.4 - 0.0065 * Z - 1.10 * x + 0.70 * y - 0.052 * x^2 * y - 0.044 * x * y^2 - 0.083 * y^3 - 0.80 * O^{0.25} + 0.120 * \Delta z^{0.5}$	0.94	0.95
15 Φεβρουάριος	$T_n = 6.7 - 0.0064 * Z - 1.08 * x + 0.55 * y - 0.045 * x^2 * y - 0.054 * y^3 - 0.78 * O^{0.25} + 0.126 * \Delta z^{0.5}$	0.93	0.94
16 Μάρτιος	$T_n = 7.8 - 0.0063 * Z - 0.89 * x + 0.45 * y - 0.052 * x^2 * y - 0.041 * y^3 - 0.60 * O^{0.25} + 0.125 * \Delta z^{0.5}$	0.92	0.89
17 Απρίλιος	$T_n = 10.5 - 0.0066 * Z - 0.58 * x + 0.49 * y - 0.055 * x^2 * y - 0.034 * y^3 - 0.49 * O^{0.25} + 0.154 * \Delta z^{0.5}$	0.88	0.97
18 Μάιος	$T_n = 14.2 - 0.0074 * Z - 0.36 * x + 0.27 * y - 0.062 * x^2 * y - 0.48 * O^{0.25} + 0.194 * \Delta z^{0.5}$	0.84	1.09
19 Ιούνιος	$T_n = 18.2 - 0.0078 * Z - 0.40 * x + 0.37 * y - 0.078 * x^2 * y - 0.49 * O^{0.25} + 0.185 * \Delta z^{0.5}$	0.83	1.23
20 Ιούλιος	$T_n = 20.6 - 0.0088 * Z + 0.35 * y - 0.053 * x^3 - 0.061 * x^2 * y - 0.45 * O^{0.25} + 0.213 * \Delta z^{0.5}$	0.83	1.28
21 Αύγουστος	$T_n = 20.7 - 0.0084 * Z - 0.46 * x + 0.27 * y - 0.065 * x^2 * y - 0.61 * O^{0.25} + 0.211 * \Delta z^{0.5}$	0.84	1.26
22 Σεπτέμβριος	$T_n = 18.0 - 0.0082 * Z - 0.68 * x + 0.43 * y - 0.068 * x^2 * y - 0.029 * y^3 - 0.63 * O^{0.25} + 0.197 * \Delta z^{0.5}$	0.88	1.16
23 Οκτώβριος	$T_n = 14.5 - 0.0076 * Z - 0.90 * x + 0.46 * y - 0.054 * x^2 * y - 0.040 * y^3 - 0.70 * O^{0.25} + 0.167 * \Delta z^{0.5}$	0.92	1.02
24 Νοέμβριος	$T_n = 11.4 - 0.0070 * Z - 0.98 * x + 0.56 * y - 0.058 * x^2 * y - 0.049 * y^3 - 0.83 * O^{0.25} + 0.156 * \Delta z^{0.5}$	0.93	0.96
25 Δεκέμβριος	$T_n = 8.2 - 0.0064 * Z - 1.16 * x + 0.63 * y - 0.040 * x^2 * y - 0.063 * y^3 - 0.95 * O^{0.25} + 0.137 * \Delta z^{0.5}$	0.94	0.98
26 Έτος	$T_n = 13.1 - 0.0073 * Z - 0.76 * x + 0.46 * y - 0.056 * x^2 * y - 0.034 * y^3 - 0.65 * O^{0.25} + 0.166 * \Delta z^{0.5}$	0.91	0.97

Τα αποτελέσματα των εξισώσεων κρίνονται ικανοποιητικά για δασολογικούς σκοπούς, καθώς ο συντελεστής προσδιορισμού ( $R^2$ ) κυμαίνεται μεταξύ 0,77 και 0,96 και το τυπικό σφάλμα εκτίμησης (S) μεταξύ 0,64°C και 1,28°C. Αυτό σημαίνει ότι, κατά μέσο όρο, οι τιμές των θερμοκρασιών, που υπολογίζονται από τις εξισώσεις, απαντώνται στην πραγματικότητα περίπου 100-150m ψηλότερα ή χαμηλότερα από το υψόμετρο για το οποίο προσδιορίστηκαν, όπως προκύπτει από τη διαίρεση του τυπικού σφάλματος εκτίμησης (S) με το συντελεστή παλινδρόμησης του υψομέτρου ( $\gamma$ ) κάθε εξίσωσης. Οι εξισώσεις για τους χειμερινούς μήνες δίνουν πιο ακριβείς

εκτιμήσεις από εκείνες των θερινών μηνών, ενώ οι εξισώσεις για τη μέση μέγιστη θερμοκρασία δίνουν ελαφρώς καλύτερα αποτελέσματα από εκείνες της μέσης ελάχιστης, κάτι που παρατηρείται και με τις εξισώσεις των Zheng and Basher (1996) για τη Νέα Ζηλανδία. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι δεν ήταν εφικτό να εισαχθούν επιτυχώς στις εξισώσεις κάποιοι επιπλέον σημαντικοί παράγοντες, όπως ο προσανατολισμός της πλαγιάς για τη μέση μέγιστη θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα μαζί με την ταχύτητα του ανέμου (Λιακατάς και Δημητρόπουλος 1987) για τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία. Οι αποκλίσεις των εκτιμώμενων θερμοκρασιών από τις πραγματικές σπάνια ξεπερνούν τους 2°C ή -2°C (στο 10% των σταθμών και μόνο τον Ιούλιο), φτάνοντας έως  $\pm 3,4^{\circ}\text{C}$ .

Προς περαιτέρω διευκόλυνση των χρηστών των εξισώσεων υπάρχει και πρόγραμμα ταχύτατου υπολογισμού των θερμοκρασιών σε φύλλο Excel (Εκτίμηση Θερμοκρασιών.xls από [www.climveget1.blogspot.com/](http://www.climveget1.blogspot.com/)).

Οι τιμές του συντελεστή παλινδρόμησης του υψόμετρου ( $\gamma$ ) στον πίνακα 5 αποτελούν εκτιμήσεις της κατακόρυφης θερμοβαθμίδας της μέσης μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα στην Ελλάδα. Εάν αυτές οι εκτιμήσεις είναι ακριβείς, τότε οι τιμές τους θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ξεχωριστά από τις εξισώσεις για την αναγωγή των  $T_x$  και  $T_n$  στην επιφάνεια της στάθμης της θάλασσας ή σε οποιοδήποτε άλλο υψόμετρο και συνεπώς για την εκτίμηση των θερμοκρασιών σε διάφορες υψομετρικές θέσεις πλησίον (εντός ακτίνας ολίγων χιλιομέτρων) υπαρχόντων μετεωρολογικών σταθμών. Ο υπολογισμός των  $T_x$  και  $T_n$  χρησιμοποιώντας τις τιμές του συντελεστή  $\gamma$  στον πίνακα 5 μπορεί να δώσει καλύτερα αποτελέσματα από τις εξισώσεις του ίδιου πίνακα, καθώς αποφεύγονται τα σφάλματα των συντελεστών παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών  $x$ ,  $y$  και  $O$ . Ο πίνακας 6 δίνει την κατακόρυφη θερμοβαθμίδα της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας στην Ελλάδα, υπολογισμένες με τη βοήθεια 12 ζευγών γειτονικών σταθμών, που βρίσκονται σε διαφορετικό υψόμετρο. Ο υπολογισμός της μέσης κατακόρυφης θερμοβαθμίδας χρησιμοποιώντας ζεύγη σταθμών πρέπει να πληρεί τις παρακάτω απαιτήσεις:

α) οι σταθμοί κάθε ζεύγους πρέπει να βρίσκονται στην ίδια απόσταση από τη θάλασσα ή, εάν αυτό δεν είναι τα εφικτό, πρέπει να βρίσκονται τουλάχιστον 15-20 km μακριά από τη θάλασσα, επειδή η μέση μέγιστη θερμοκρασία αυξάνεται με μικρό ρυθμό πέρα από αυτή την απόσταση από τις ακτές, ειδικά το καλοκαίρι (σχήμα 7). Παραδείγματος χάριν, εάν ο χαμηλού υψόμετρου σταθμός βρίσκεται κοντά στη θάλασσα, ενώ ο υψηλότερος σταθμός στην ενδοχώρα, τότε η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας των θερινών μηνών θα υποτιμηθεί (αναφερόμενοι σε απόλυτες τιμές), επειδή η  $T_x$  μειώνεται με το υψόμετρο, αλλά αυξάνεται αυξανόμενης της απόστασης από τη θάλασσα. Αυτός είναι ένας λόγος, για τον οποίον οι τιμές της κατακόρυφης θερμοβαθμίδας για τη μέση μέγιστη και μέση ελάχιστη θερμοκρασία, που είχε υπολογίσει ο Μακρής (1954), διέφεραν πολύ από ζεύγος σε ζεύγος σταθμών, οπότε και δεν ήταν δυνατό να βρουν εφαρμογή για αναγωγές της θερμοκρασίας σε ολόκληρη τη χώρα.

β) η υψομετρική διαφορά των σταθμών πρέπει να υπερβαίνει τα 200-300m, ειδάλως πιθανές διαφορές στον προσανατολισμό των πλαγιών, η ύπαρξη δασών κ.λπ. μπορούν να οδηγήσουν σε εξωπραγματικές τιμές κατακόρυφης θερμοβαθμίδας (για παράδειγμα  $< -2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  ή ακόμα και  $> 0^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ).

Μόνο 12 ζεύγη σταθμών, με μετρήσεις θερμοκρασίας τουλάχιστον 15 ετών, ικανοποιούσαν τις παραπάνω απαιτήσεις και δίνονται στον πίνακα 6. Από την σύγκριση των πινάκων 5 και 6 και λαμβάνοντας υπόψη, ότι το τυπικό σφάλμα του συντελεστή παλινδρόμησης  $\gamma$  στις εξισώσεις No1-No13 κυμαίνεται από  $0.02^{\circ}\text{C}/100\text{m}$



(χειμερινοί μήνες) ως  $0.05^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  (θερινοί μήνες), φαίνεται ότι οι τιμές του  $\gamma$  (πίνακας 5) είναι πολύ κοντά σε εκείνες του πίνακα 6, οπότε αυτός ο συντελεστής παλινδρόμησης αποτελεί έναν καλό εκτιμητή της κατακόρυφης θερμοβαθμίδας της  $T_x$ .

**Πίνακας 6:** Μηνιαίες και ετήσιες τιμές της κατακόρυφης θερμοβαθμίδας της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας στην Ελλάδα ( $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ), υπολογισμένης από 12 ζεύγη γειτονικών μετεωρολογικών σταθμών.

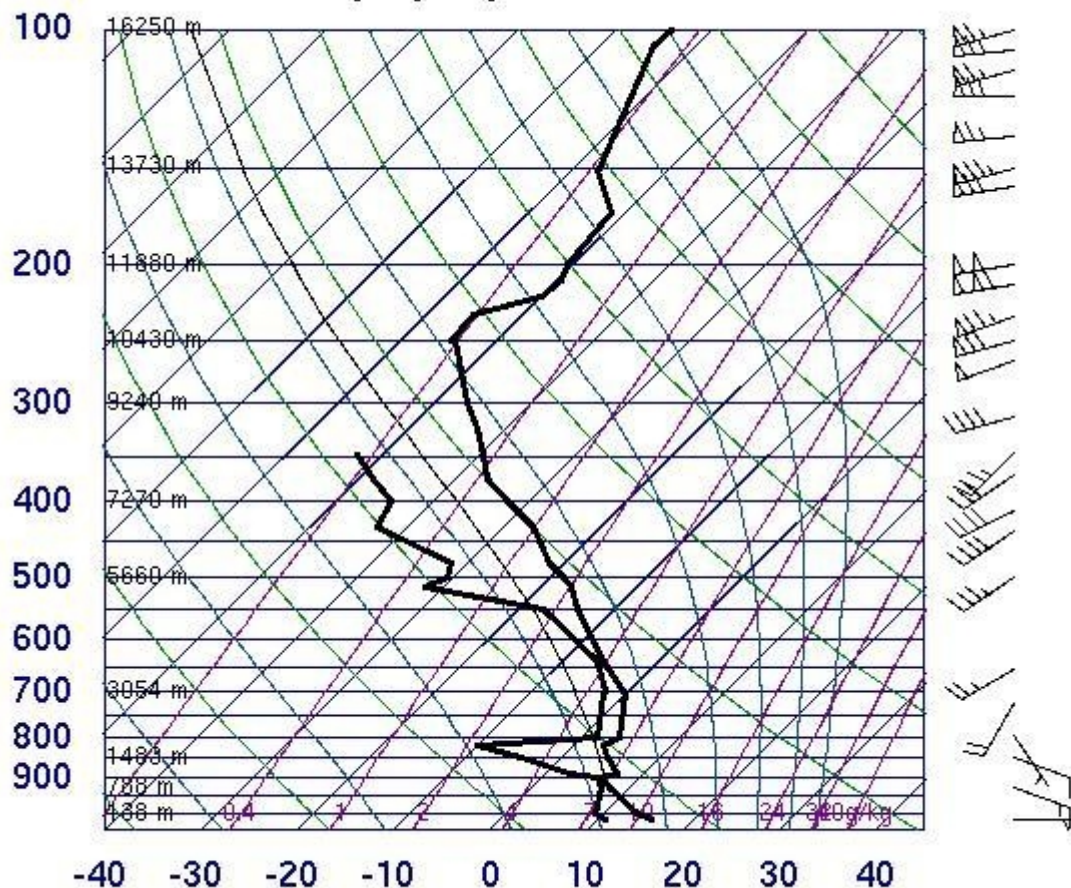
	Σταθμός	Z	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΟΣ
1	Σπάρτη	212	-0,96	-0,82	-0,81	-0,84	-0,79	-0,90	-0,94	-0,90	-0,89	-0,94	-0,71	-0,82	-0,87
	Βαμβακού	1000													
2	Βαμβακού	1000	-0,77	-0,62	-0,53	-0,83	-0,59	-0,74	-0,91	-0,77	-0,56	-0,83	-0,65	-0,68	-0,71
	Τρίπολη	661													
3	Διαβολίτσι	108	-0,89	-0,72	-0,64	-0,65	-0,65	-0,75	-0,79	-0,87	-0,90	-0,90	-0,78	-0,78	-0,77
	Ανδρίτσαινα	750													
4	Αγρίνιο	46	-0,70	-0,80	-0,76	-0,81	-0,76	-0,86	-0,94	-0,89	-0,87	-0,77	-0,71	-0,60	-0,78
	Πλάτανος	851													
5	Φάρσαλα	148	-0,50	-0,59	-0,68	-0,86	-0,88	-0,85	-0,91	-0,87	-0,74	-0,55	-0,53	-0,59	-0,65
	Φουρνά	1070													
6	Φουρνά	1070	-0,34	-0,47	-0,50	-0,74	-0,79	-0,76	-0,71	-0,68	-0,47	-0,37	-0,29	-0,42	-0,55
	Πευκόφυτο	690													
7	Πευκόφυτο	690	-0,69	-0,86	-0,71	-0,82	-0,78	-0,94	-0,86	-0,86	-0,67	-0,67	-0,67	-0,71	-0,77
	Περτούλι	1180													
8	Περτούλι	1180	-0,64	-0,82	-0,76	-0,86	-0,81	-0,96	-1,01	-1,00	-0,92	-0,88	-0,66	-0,59	-0,83
	Τρίκαλα	112													
9	Καλαμπάκα	217	-0,59	-0,68	-0,70	-0,71	-0,83	-0,97	-1,08	-1,00	-0,74	-0,68	-0,57	-0,67	-0,76
	Κρανιά	950													
10	Νεστόριο	950	-0,69	-0,62	-0,97	-0,76	-0,52	-1,00	-0,93	-0,76	-0,86	-0,76	-0,10	-0,28	-0,65
	Καστοριά	661													
11	Πτολεμαΐδα	601	-0,036	-0,25	-0,38	-0,47	-0,38	-0,52	-0,74	-0,44	-0,11	-0,22	0	-0,16	-0,36
	Έδεσσα	237													
12	Χρυσοπηγή	605	-0,38	-0,72	-0,77	-0,80	-0,84	-0,98	-1,03	-1,05	-0,91	-0,91	-0,54	-0,35	-0,75
	Σέρρες	32													
<b>Μέση θερμοβαθμίδα</b>			<b>-0,63</b>	<b>-0,66</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,76</b>	<b>-0,72</b>	<b>-0,85</b>	<b>-0,91</b>	<b>-0,84</b>	<b>-0,72</b>	<b>-0,71</b>	<b>-0,52</b>	<b>-0,55</b>	<b>-0,70</b>
<b>Τυπική απόκλιση</b>			<b>0,20</b>	<b>0,17</b>	<b>0,16</b>	<b>0,11</b>	<b>0,15</b>	<b>0,14</b>	<b>0,11</b>	<b>0,16</b>	<b>0,24</b>	<b>0,23</b>	<b>0,25</b>	<b>0,21</b>	<b>0,14</b>

Όσον αφορά τον υπολογισμό της κατακόρυφης θερμοβαθμίδας της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας με τη βοήθεια ζευγών σταθμών, αυτός προϋποθέτει επιπλέον οι σταθμοί κάθε ζεύγους να έχουν το ίδιο  $\Delta z$ , διαφορετικά η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα θα υπο- ή υπερεκτιμηθεί. Παραδείγματος χάριν, εάν ο χαμηλού υψόμετρου σταθμός βρίσκεται σε μια πεδιάδα, ενώ ο μεγάλου υψόμετρου σταθμός σε μια βουνοπλαγιά (η πιο κοινή περίπτωση στην Ελλάδα), τότε η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας θα υποεκτιμηθεί (αναφερόμενοι σε απόλυτες τιμές), λόγω των αναστροφών θερμοκρασίας κατά τις αίθριες νύχτες στην πεδιάδα. Γειτονικοί σταθμοί, που να ικανοποιούν και τις τρεις προϋποθέσεις, δεν βρέθηκαν, οπότε η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα της  $T_n$  δεν μπορεί να υπολογιστεί από ζεύγη των υπαρχόντων σταθμών. Ωστόσο θα ήταν λογικό, η  $T_n$  να μειώνεται με τον ίδιο ρυθμό με εκείνον της  $T_x$  αυξανόμενου του υψόμετρου, οπότε υπεύθυνη για τις σημαντικές διαφορές της  $T_n$  μεταξύ τόπων ίδιου γεωγραφικού μήκους, πλάτους, υψόμετρου και ηπειρωτικότητας είναι η τοπογραφική διαμόρφωση, η οποία επιτρέπει ή όχι το σχηματισμό αναστροφών θερμοκρασίας. Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα τυπικά

σφάλματα του συντελεστή  $\gamma$  στις εξισώσεις No14 - No26 του πίνακα 5 κυμαίνονται από  $0,04^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  (χειμερινοί μήνες) μέχρι  $0,07^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  (θερινοί μήνες) και χρησιμοποιώντας το t-test για την ισότητα των συντελεστών παλινδρόμησης με καθορισμένες τιμές (Μάτης 1991), εύκολα συμπεραίνεται, ότι οι συντελεστές παλινδρόμησης  $\gamma$  της  $T_x$  ισούνται με εκείνους της  $T_h$  για οποιοδήποτε επίπεδο εμπιστοσύνης (90%, 95%, 99%).

Οι τιμές του συντελεστή παλινδρόμησης  $\gamma$  αυξάνονται, κατ' απόλυτη τιμή, από το χειμώνα προς το καλοκαίρι (πίνακας 5), οπότε αυτός πρέπει να είναι ο κύριος λόγος της μείωσης του ετήσιου θερμομετρικού εύρους με το υψόμετρο (Στάθης 1998). Ο μικρότερος ρυθμός μείωσης της  $T_x$  με το υψόμετρο κατά τη διάρκεια του χειμώνα μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός, ότι τότε παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα οι ημέρες με χαμηλές νεφώσεις και κατακρημνίσματα στην Ελλάδα, οπότε επικρατούν κατακόρυφες κινήσεις του αέρα σύμφωνα με την υγρή κατακόρυφη θερμοβαθμίδα (περίπου  $-0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  κατά τον Critchfield, 1983), χωρίς να παραβλέπεται ο σχηματισμός αναστροφών θερμοκρασίας ελεύθερης ατμόσφαιρας, όπως αποκαλύπτουν οι ραδιοβολίσεις που πραγματοποιούνται καθημερινά σε Αθήνα, Ηράκλειο και Θεσσαλονίκη (σχήμα 8), ακόμα και σε υψόμετρα  $< 1000\text{m}$ . Από την

### 16716 LGAT Athinai (Airport)



12Z 23 Feb 2006

University of Wyoming

Σχήμα 8: Παράδειγμα ραδιοβόλισης με αναστροφή θερμοκρασίας στα 1014 m υψόμετρο (ισοβαρικό επίπεδο 900 hPa) στην περιοχή των Αθηνών.

(από <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>).

άλλη μεριά, η επικράτηση καλών καιρικών συνθηκών κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών στη χώρα μας συνεπάγεται κατακόρυφες κινήσεις αέρα σύμφωνα με την ξηρή

κατακόρυφη θερμοβαθμίδα (περίπου  $-1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  κατά τον Critchfield, 1983). Επίσης, αυτοί οι συντελεστές παλινδρόμησης είναι μεγαλύτεροι (σε απόλυτες τιμές) από εκείνους που αναφέρονται από τον Φλόκα (1990) για τη μέση θερμοκρασία αέρα, προφανώς διότι δεν χρησιμοποίησε πρόσθετες μεταβλητές, όπως τις  $O$  και  $\Delta z$ .

Το πρόσημο των συντελεστών  $O^{0.25}$  και  $\Delta z^{0.5}$  εμφανίζεται στις εξισώσεις του πίνακα 5, όπως αναμενόταν εμπειρικά. Η μεταβλητή  $O^{0.25}$  παρουσιάζεται με θετικό συντελεστή στις εξισώσεις της  $T_x$  (αυξάνεται δηλαδή η  $T_x$  αυξανόμενης της απόστασης από τη θάλασσα) από το Μάρτιο μέχρι τον Οκτώβριο, κάτι που δεν ισχύει στους υπόλοιπους μήνες. Αντίθετα, οι εξισώσεις παλινδρόμησης της  $T_h$  παρουσιάζουν πάντα αρνητικό συντελεστή για τον όρο  $O^{0.25}$ .

Η μεταβλητή  $\Delta z^{0.5}$  είναι απαραίτητη για τις εξισώσεις παλινδρόμησης της  $T_h$ . Έλλειψη αυτής οδηγεί σε ένα αυξημένο τυπικό σφάλμα εκτίμησης των εξισώσεων κατά  $0.3^{\circ}\text{C}$ , καθώς και σε λιγότερο απότομες κατακόρυφες θερμοβαθμίδες για τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία, που κυμαίνονται από  $-0.50^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  τον Ιανουάριο έως  $-0.63^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  τον Ιούλιο. Το πρόσημό της είναι πάντοτε θετικό, που σημαίνει ότι περιοχές με αυξημένες τιμές  $\Delta z$  (ιδιαίτερα όταν  $\Delta z > 100\text{m}$ ) βρίσκονται συνήθως εκτός των έντονων αναστροφών θερμοκρασίας, που παρατηρούνται στις πεδιάδες, τις κοιλάδες και τα οροπέδια, και, επομένως, είναι θερμότερες από περιοχές ίδιου υψομέτρου, αλλά μικρότερου  $\Delta z$ .

Η χωρική διανομή των **υπολοίπων** (residuals) των εξισώσεων του πίνακα 5, δηλαδή **των αποκλίσεων των εκτιμώμενων τιμών θερμοκρασίας από τις πραγματικές**, παρουσιάζεται στα σχήματα 9 και 10. Θετικές αποκλίσεις σημαίνουν υποεκτίμηση των τιμών θερμοκρασίας, μέσω της χρήσης των εξισώσεων, σε σχέση με τις πραγματικές τιμές και παρουσιάζονται με συνεχείς ισοπληθείς στα σχήματα 9 και 10, ενώ το αντίθετο συμβαίνει με τις αρνητικές αποκλίσεις, που παρουσιάζονται με διακεκομμένες ισοπληθείς στα ίδια σχήματα. Αποκλίσεις  $>0.5^{\circ}\text{C}$  των εκτιμώμενων χειμερινών τιμών της  $T_x$  από τις πραγματικές αντιστοιχούν, κυρίως, στις περιοχές, που προστατεύονται από ορεινούς όγκους (με υψόμετρο συνήθως μεγαλύτερο από  $1000\text{m}$ ) από τους ψυχρούς Β και ΒΑ ανέμους. Φαίνεται, επίσης, ότι όσο υψηλότερα είναι τα βουνά, τόσο μεγαλύτερες είναι και οι αποκλίσεις. Από την άλλη, οι σταθμοί με αποκλίσεις  $< -1^{\circ}\text{C}$  ή ακόμα και  $< -0.5^{\circ}\text{C}$  βρίσκονται στις προσήνεμες πλαγιές των βουνών, αλλά και στις πεδιάδες της κεντρικής και βόρειας Ελλάδας, οι οποίες είναι ευπρόσβλητες στους ψυχρούς Β και ΒΑ ανέμους, των πνεόντων από το εσωτερικό της βαλκανικής χερσονήσου. Υπάρχει, επίσης, μία ασθενής, αλλά στατιστικά σημαντική (επίπεδο σημαντικότητας 95%), συσχέτιση μεταξύ των αποκλίσεων του Ιανουαρίου και του μέσου όρου των ημερών ομίχλης ( $R = -0.35$ ). Καθώς ο μέγιστος αριθμός ημερών ομίχλης κατά τη διάρκεια του Ιανουαρίου, αλλά και όλων των χειμερινών μηνών (σχήμα 3), παρατηρείται στις πεδιάδες της κεντρικής και βόρειας Ελλάδας, ένα ποσοστό της ασθενούς χειμερινής ηλιακής ακτινοβολίας καταναλώνεται για τη διάλυση της ομίχλης (και της αχλύος) και, επομένως, οδηγεί στις μειωμένες τιμές μέγιστης θερμοκρασίας σε αυτές τις περιοχές.

Οι αποκλίσεις των εκτιμώμενων θερινών τιμών της  $T_x$  από τις πραγματικές, που είναι  $< -0.5^{\circ}\text{C}$ , αντιστοιχούν στους σταθμούς με επικρατούντες ανέμους πνέοντες από την πλησιέστερη ακτή (σύμφωνα με τα διαγράμματα επικρατούντων ανέμων που δίνονται από τον Φλόκα 1990 αναφερόμενος στην Κοτίνη-Ζαμπάκα 1983) ή σε σταθμούς που βρίσκονται στις προσήνεμες πλαγιές των βουνών. Επιπλέον, οι αρνητικές αποκλίσεις, που εμφανίζονται τους θερινούς μήνες στην κεντρική Πίνδο (σχήμα 9), μπορούν να αποδοθούν στα εκτεταμένα δάση ελάτης, μαύρης πεύκης και οξιάς και στις σχετικά μεγάλης συχνότητας θερμικές καταιγίδες. Οι θετικές αποκλίσεις αντιστοιχούν σε σταθμούς με επικρατούντες ανέμους από το εσωτερικό

της χώρας ή κατερχόμενους από βουνά. Πρέπει να αναφερθεί, ότι τα αρνητικές αποκλίσεις του Ιουλίου μειώνονται αυξανόμενης της μέσης ταχύτητας του ανέμου ( $R=-0.5$ ), ή αυξανόμενου του αριθμού ημερών με ταχύτητα ανέμου άνω των 6 μποφόρ ( $R=-0.48$ ), αλλά δεν υπάρχει καμία συσχέτιση μεταξύ των θετικών αποκλίσεων και της ταχύτητας ανέμου. Αυτό συμβαίνει προφανώς, επειδή αυξανόμενης της ταχύτητα ανέμου, που πνέει από τη θάλασσα, προκαλείται ισχυρότερη εξάτμιση ύδατος και, συνεπώς, μειωμένες τιμές μέγιστης θερμοκρασίας αέρα στους παράκτιους σταθμούς.

Από το σχήμα 9 προκύπτει, ότι η διανομή των υπολοίπων των εξισώσεων του πίνακα 5 το φθινόπωρο και την άνοιξη συνδυάζει τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά του καλοκαιριού και του χειμώνα. Επιπλέον, μερικά υπόλοιπα μεταξύ  $-0.5^{\circ}\text{C}$  και  $+0.5^{\circ}\text{C}$  μπορεί να οφείλονται και στις διαφορές των χρονοσειρών θερμοκρασίας μεταξύ των σταθμών.

Η διανομή των υπολοίπων των εξισώσεων υπολογισμού της  $T_n$  στο σχήμα 10 είναι πιο περίπλοκη και δεν μπορεί να εξηγηθεί τόσο εύκολα όσο εκείνη στο σχήμα 9. Εντούτοις, υπάρχει ασθενής, αλλά στατιστικά σημαντική, θετική συσχέτιση αυτών με τη μέση ταχύτητα του ανέμου, τουλάχιστον στους σταθμούς με μετρήσεις ταχύτητας ανέμου. Για παράδειγμα, για τον Ιανουάριο και τον Ιούλιο οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των υπολοίπων της  $T_n$  και της μέσης ταχύτητας ανέμου είναι  $R=0,42$  και  $R=0,28$  αντίστοιχα. Ωστόσο, δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ των υπολοίπων αυτής με τις μέσες μηνιαίες τιμές της νέφωσης και της σχετικής υγρασίας του αέρα, παραμέτρων που επηρεάζουν την τιμή της ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα, σύμφωνα με την εργασία των Λιακατά και Δημητρόπουλο (1987).

Μια άλλη σημαντική παρατήρηση είναι, πως οι περιοχές με θετικές ή αρνητικές αποκλίσεις παραμένουν σχεδόν οι ίδιες σε όλες τις εποχές του έτους. Σε πολλές περιπτώσεις, μάλιστα, συμβαίνει οι εξισώσεις να υποεκτιμούν τη μέση μέγιστη και να υπερεκτιμούν, για τον ίδιο τόπο, τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία και το αντίστροφο. Έτσι, το ημιάθροισμα  $(T_x+T_n)/2$  γίνεται ένας πολύ καλός εκτιμητής της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του αέρα. Αυτός πρέπει να είναι ο λόγος, γιατί ο Flocas et al. (1983) έχουν δώσει εξίσου καλές εξισώσεις παλινδρόμησης για τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα στον ελλαδικό χώρο, χρησιμοποιώντας μόνο το υψόμετρο, το γεωγραφικό πλάτος και μήκος ως ανεξάρτητες μεταβλητές.

Επειδή η θέση των σταθμών, που περιλαμβάνονται σε αυτή την εργασία, δεν δίνεται με ακρίβεια μεγαλύτερη του 1' της μοίρας, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι περισσότεροι σταθμοί με μετρήσεις θερμοκρασίας βρίσκονται σε πεδιάδες, κοιλάδες και οροπέδια, δεν ήταν δυνατό να εξακριβωθεί η επίδραση της κλίσης και του προσανατολισμού του εδάφους στις αποκλίσεις των εκτιμηθέντων τιμών θερμοκρασίας από τις πραγματικές. Λαμβάνοντας, όμως, υπόψη όλα τα προαναφερόμενα, φαίνεται ότι τελικά η διαφορά θερμοκρασίας αέρα ενός σταθμού σε Β έκθεση και ενός άλλου της ίδιας περιοχής και ίδιου υψομέτρου, αλλά σε Ν έκθεση, δεν μπορεί να υπερβαίνει τους  $1^{\circ}\text{C}$  με  $2^{\circ}\text{C}$ , στο ύψος φυσικά του 1,5m από το έδαφος και μόνο στην περίπτωση της  $T_x$  τους καλοκαιρινούς μήνες.

Τα σχήματα 9 και 10 μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για τη διόρθωση των υπολογισμένων τιμών θερμοκρασίας από τις εξισώσεις των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002), αρκεί να λαμβάνεται συνολικά υπόψη η μορφή των ισοπληθών των υπολοίπων και η διανομή των σταθμών. Έτσι, για την ακριβέστερη εκτίμηση της  $T_x$  του Ιουλίου στην περιοχή της δυτικής Αργολίδας, μπορεί να προστεθεί  $1^{\circ}\text{C}$  στην τιμή που θα εξαχθεί από την εξίσωση No7 του πίνακα 5, καθώς όλοι οι γύρω σταθμοί περικλείονται από την ισοπληθή  $+1^{\circ}\text{C}$ . Αντίθετα, δεν είναι φρόνιμο να αφαιρεθούν  $2^{\circ}\text{C}$  από την τιμή που θα βρεθεί χρησιμοποιώντας την ίδια εξίσωση για τη δυτική

Πιερία, διότι η απόκλιση  $-2^{\circ}\text{C}$  στον σταθμό Σκοτεινών (σχήμα 9) ενδέχεται να οφείλεται σε καθαρά τοπικό παράγοντα (ανάγλυφο, βλάστηση κ.λπ.) ή ακόμα και σε σφάλμα. Άλλη περίπτωση ενδεχόμενο σφάλματος μετρήσεων αποτελεί η μόνιμα αρνητική απόκλιση της  $T_n$  στην περιοχή του Γυθείου (σχήμα 10). Η χρήση, πάντως, της χωρικής διανομής των υπολοίπων των εξισώσεων παλινδρόμησης, με σκοπό τη διόρθωση των υπολογισμένων από αυτές τιμών, δεν αποτελεί καινοτομία. Έχει ήδη επισημανθεί ως μεθοδολογία από τους Flocas et al. (1983) και έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την κατασκευή χαρτών διανομής διαφόρων κλιματικών μεταβλητών στην κεντρική Ισπανία από τους Ruiz-Labourdette et al. (2010).

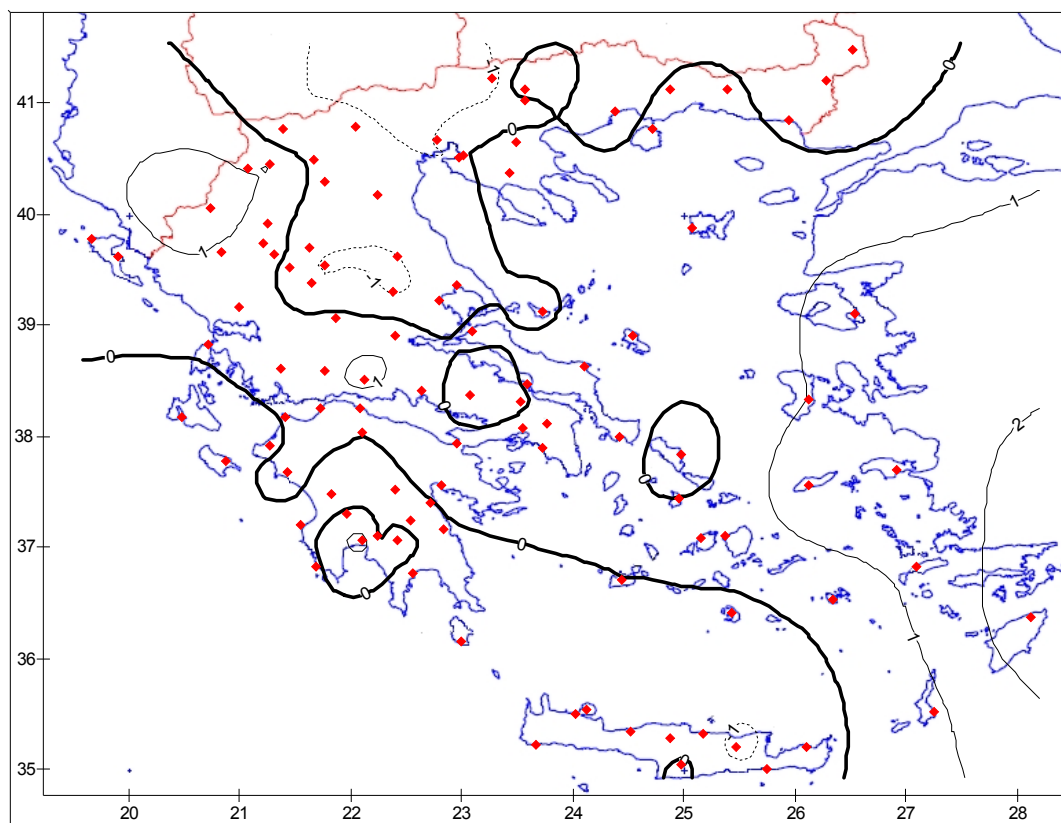
Εξαιτίας της ύπαρξης πολυωνυμικών όρων 3ης τάξης στις εξισώσεις παλινδρόμησης των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002), τα σφάλματα εκτίμησης των θερμοκρασιών σε περιοχές πέρα από τα ελληνικά σύνορα, κυρίως κατά τον άξονα ανατολής-δύσης (π.χ. για τα δυτικά παράλια της Μικράς Ασίας), γίνονται πολύ μεγάλα. Εντούτοις, η χρήση των εξισώσεων αυτών για την εκτίμηση των θερμοκρασιών ορισμένων μετεωρολογικών σταθμών πολύ μεγάλου υψόμετρου στη Βουλγαρία και συγκεκριμένα για τους σταθμούς Mussala (2925 m), Botev (2384 m), Snejanka Top/Sommet (1930 m) και Smolyan (1180 m) (δεδομένα από τις ιστοσελίδες [www.weatherbase.com](http://www.weatherbase.com) και <http://www.weatheronline.co.uk/>), έδειξε ότι οι εκτιμήσεις των θερμοκρασιών έως τα 2000 m μπορούν να θεωρηθούν καλές. Από 2000 m έως 2500 m είναι καλές μόνο οι εκτιμήσεις της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας, ενώ από 2500 m έως 3000 m είναι καλές μόνο οι εκτιμήσεις της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας από Μάρτιο έως και Νοέμβριο. Τονίζεται, ότι εντός του ελλαδικού χώρου οι εξισώσεις παλινδρόμησης των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002) ίσως να δίνουν ικανοποιητικές εκτιμήσεις της  $T_x$  και  $T_n$  ακόμα και στα ακραία αυτά υψόμετρα, αλλά πρόκειται για κάτι που δεν είναι εφικτό να εξακριβωθεί. Με το σκεπτικό ότι οι θερμοκρασίες στην κορυφή του Ολύμπου (2917 m) πρέπει να είναι παραπλήσιες, αλλά όχι μικρότερες του βουλγαρικού σταθμού Mussala (2925 m), είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε τις μέσες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες του τελευταίου, που για μια χρονοσειρά 11 ετών ([www.weatherbase.com](http://www.weatherbase.com)) προκύπτει ότι είναι:

Musala, Bulgaria, Elevation: 2925 meters, Latitude: 42°10'N Longitude: 23°35'E, 11 years													
	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	ΕΤΟΣ
$T_x$	-9	-8	-6	-2	1	5	8	9	6	2	-2	-6	-0.2
$T_n$	-13	-12	-11	-7	-3	0	2	2	0	-1	-6	-10	-4.9

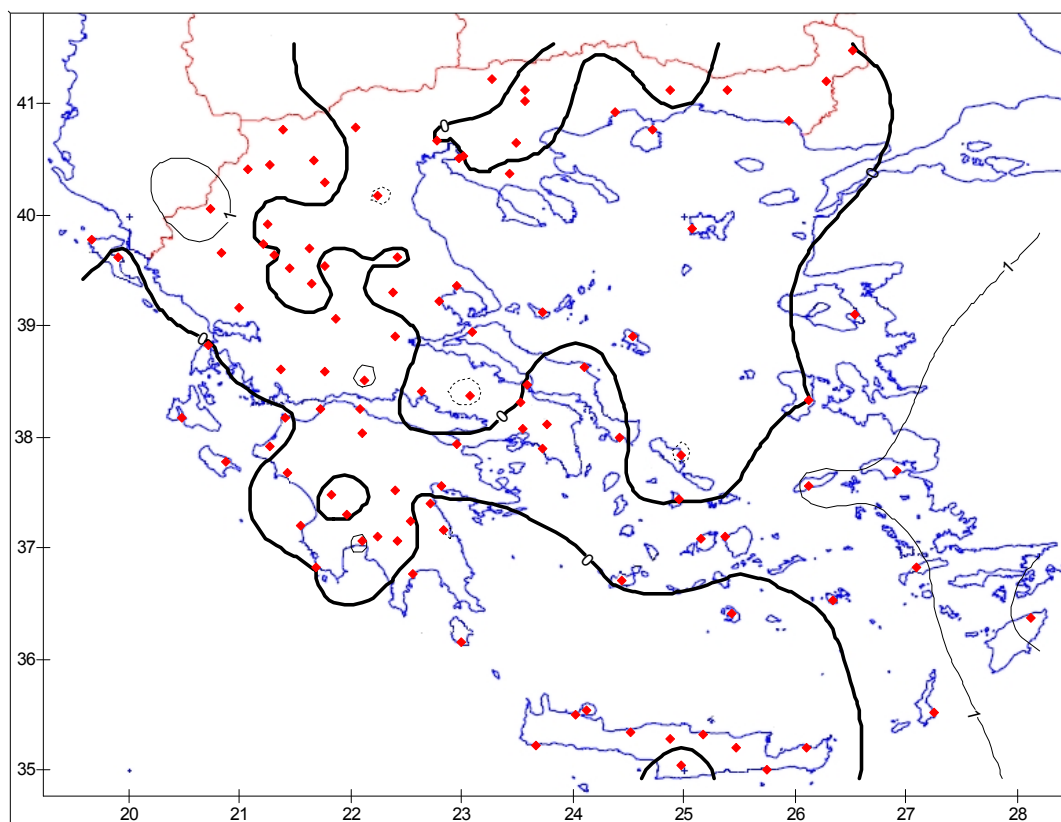
Στο σχήμα 11 δίνεται η διανομή της αναγόμενης μέσης μέγιστης θερμοκρασίας στο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας ( $Z=0$  m) μέσω της σχέσης  $T_x(Z=0)=T_x(Z)-\gamma*Z$ , όπου  $\gamma$  οι τιμές του συντελεστή παλινδρόμησης του υψόμετρου στις εξισώσεις του πίνακα 5. Για παράδειγμα, για το μήνα Ιανουάριο έγινε αναγωγή της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας καθενός από τους 159 σταθμούς του πίνακα 2 (οι οποίοι διέθεταν μετρήσεις θερμοκρασίας και παρουσιάζονται με τελείες στους χάρτες του σχήματος 11) σε υψόμετρο 0 m μέσω της εξίσωσης  $T_x(Z=0)=T_x(Z)+0,0070*Z$  και στην συνέχεια χαράχτηκαν οι ισόθερμες της  $T_x(Z=0)$  με τη μέθοδο παρεμβολής Kriging. Για την καλύτερη χάραξη των ισοθέρμων χρησιμοποιήθηκαν 120 επιπλέον σημεία σε περιοχές με αραιό δίκτυο σταθμών (όπως η Θεσπρωτία και η ανατολική Αργολίδα) και ιδιαίτερα κατά μήκος των ακτών, για τα οποία υπολογίστηκε η  $T_x(Z=0)$  μέσω των εξισώσεων No1-No13 του πίνακα 5. Τα 120 θεωρητικά αυτά σημεία μαζί με τα υπόλοιπα 159 των θέσεων των σταθμών παρουσιάζονται στο χάρτη του σχήματος 12.



## ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ

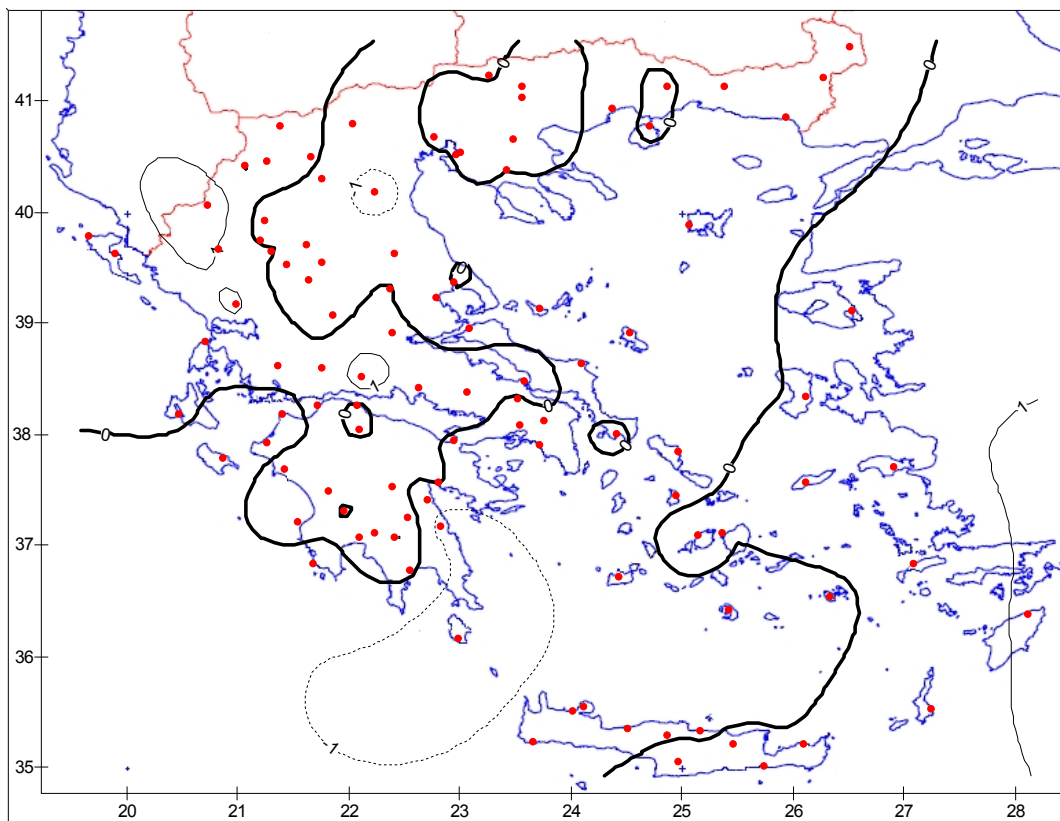


## ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ

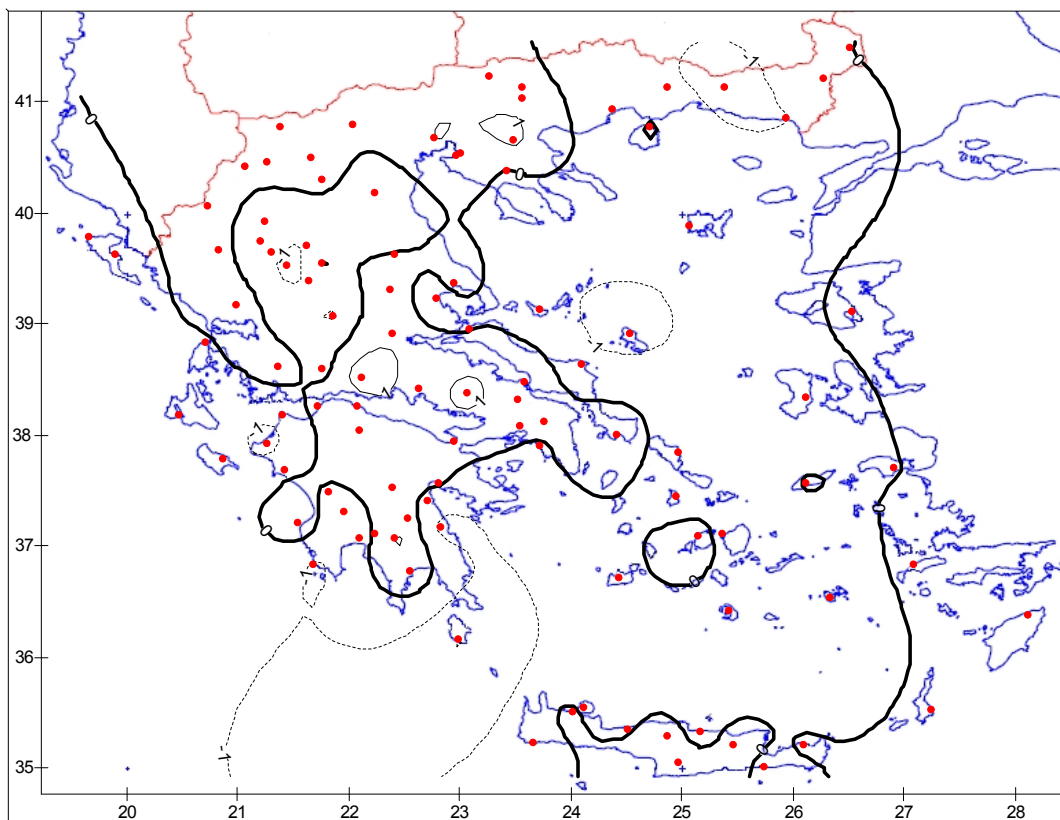


**Σχήμα 9:** Διανομή των υπολοίπων των εξισώσεων παλινδρόμησης του πίνακα 5 για τον υπολογισμό της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας ( $T_x$ ) στον Ελλαδικό χώρο.

ΜΑΡΤΙΟΣ

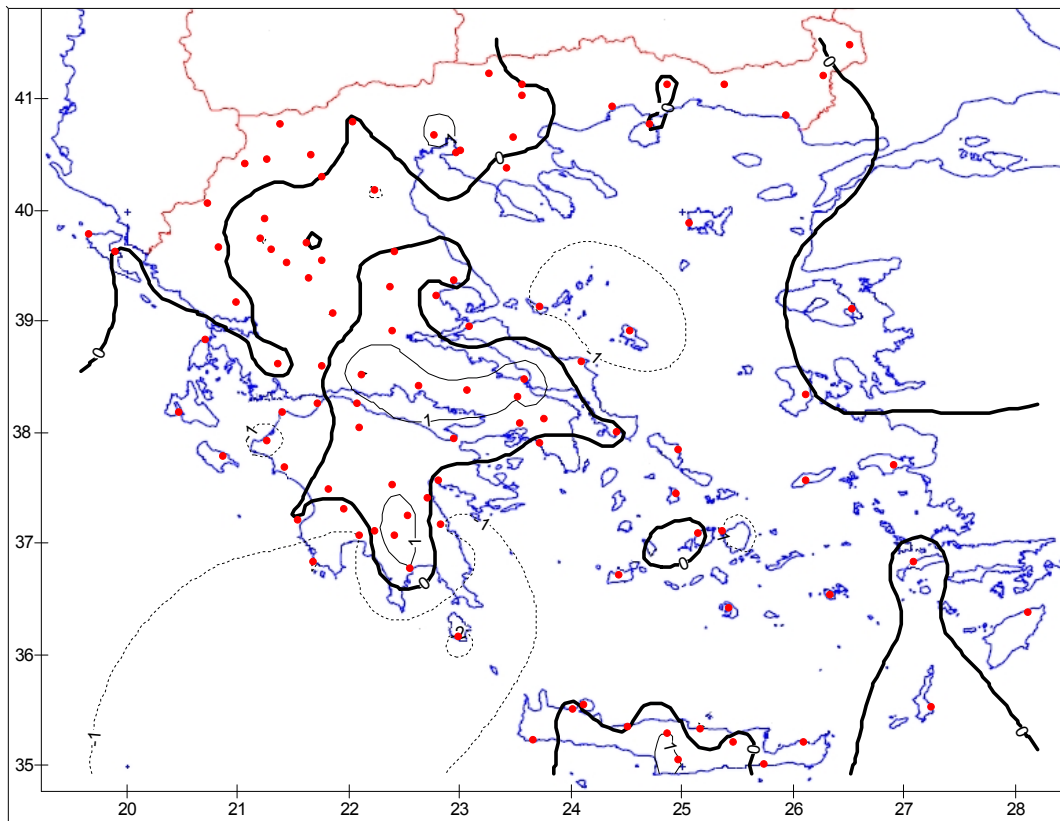


ΑΠΡΙΛΙΟΣ

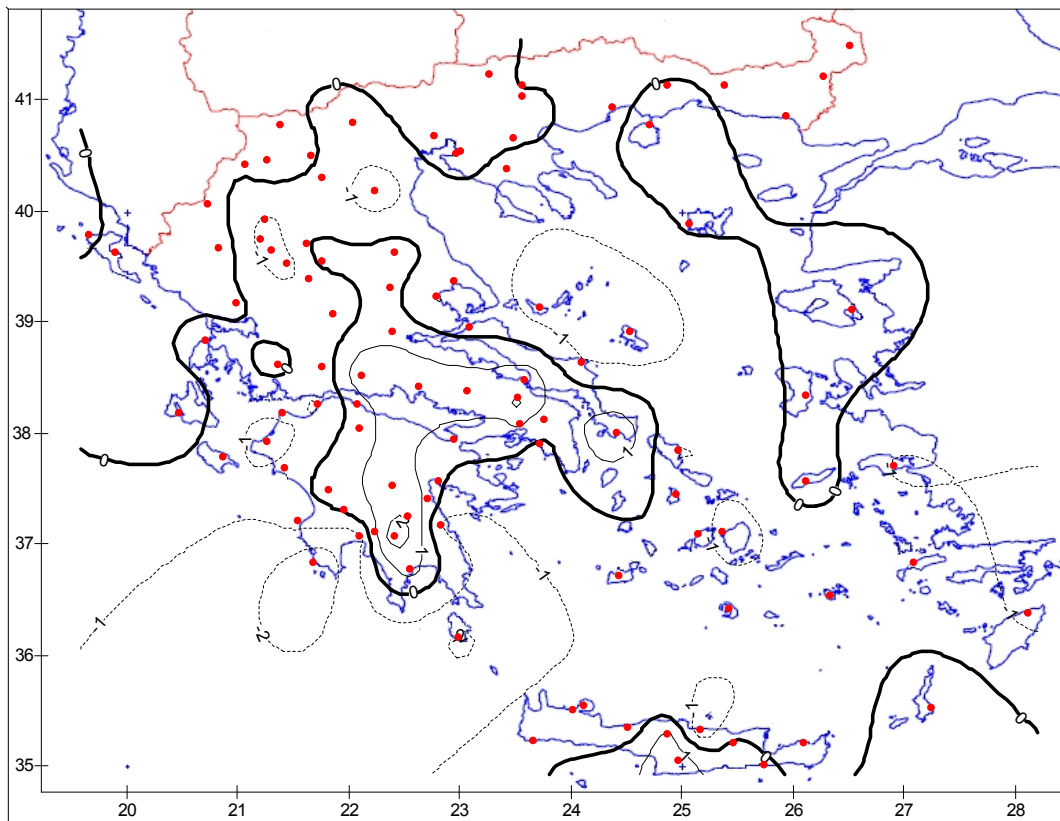


Σχήμα 9 (συνέχεια).

## ΜΑΪΟΣ



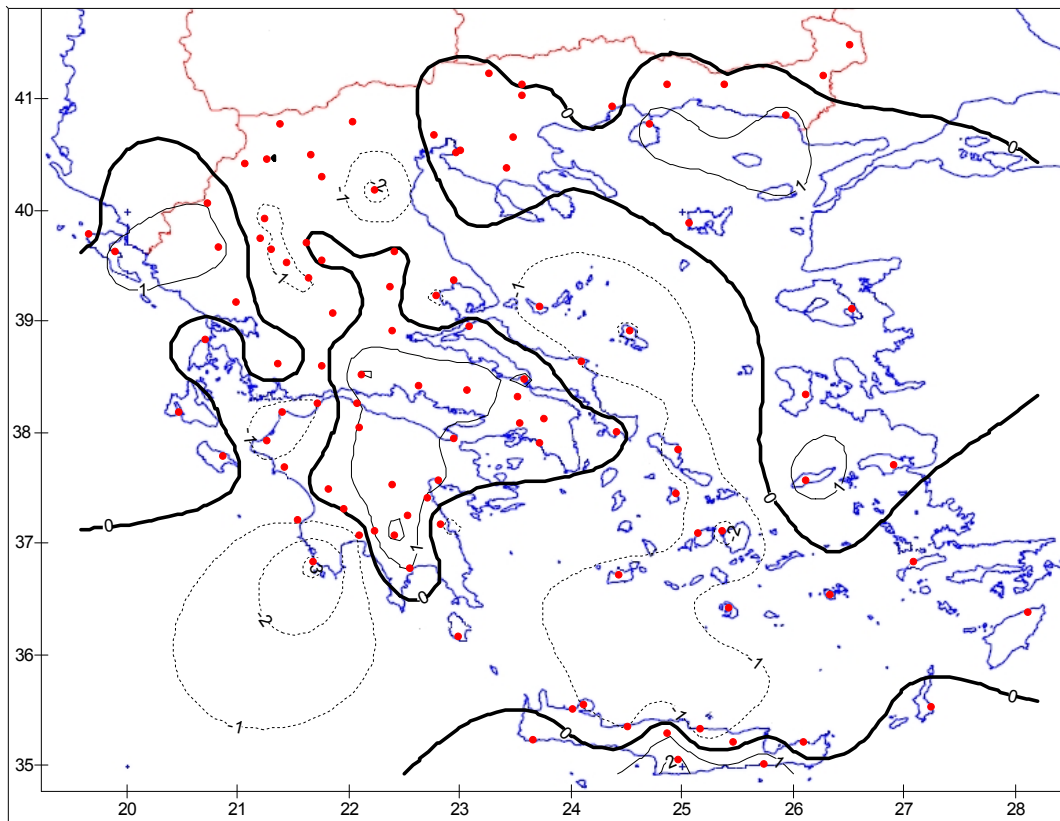
## ΙΟΥΝΙΟΣ



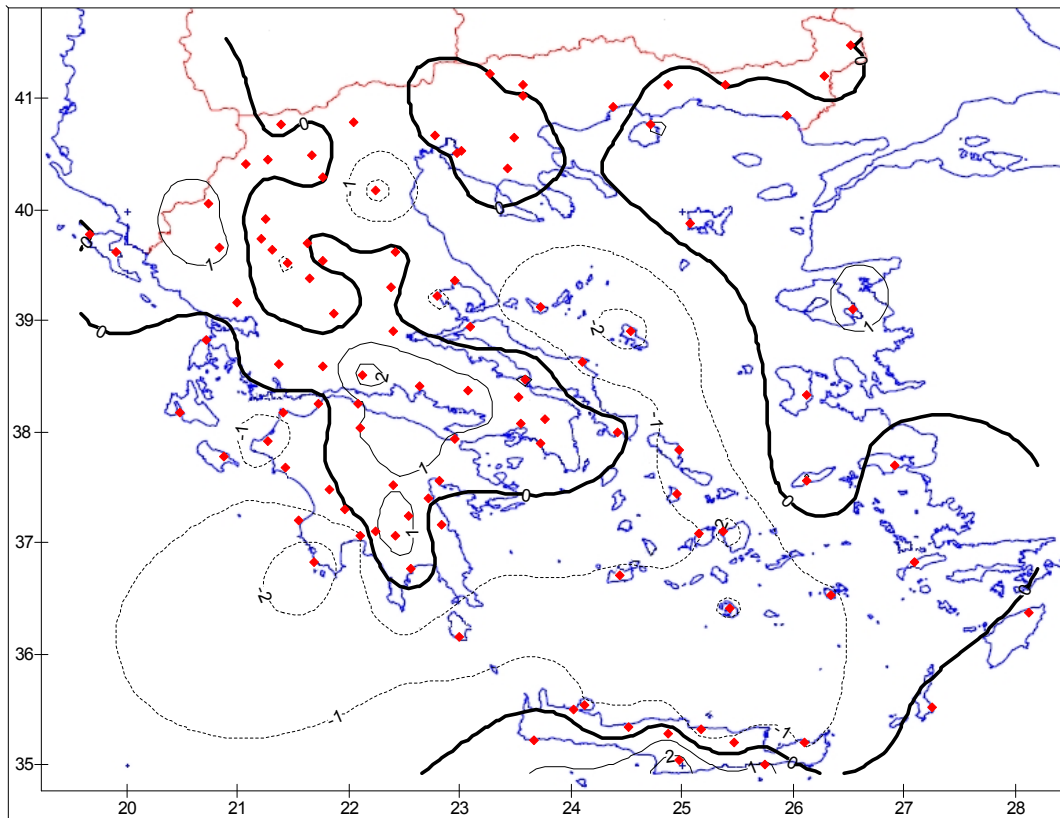
Σχήμα 9 (συνέχεια).



## ΙΟΥΛΙΟΣ

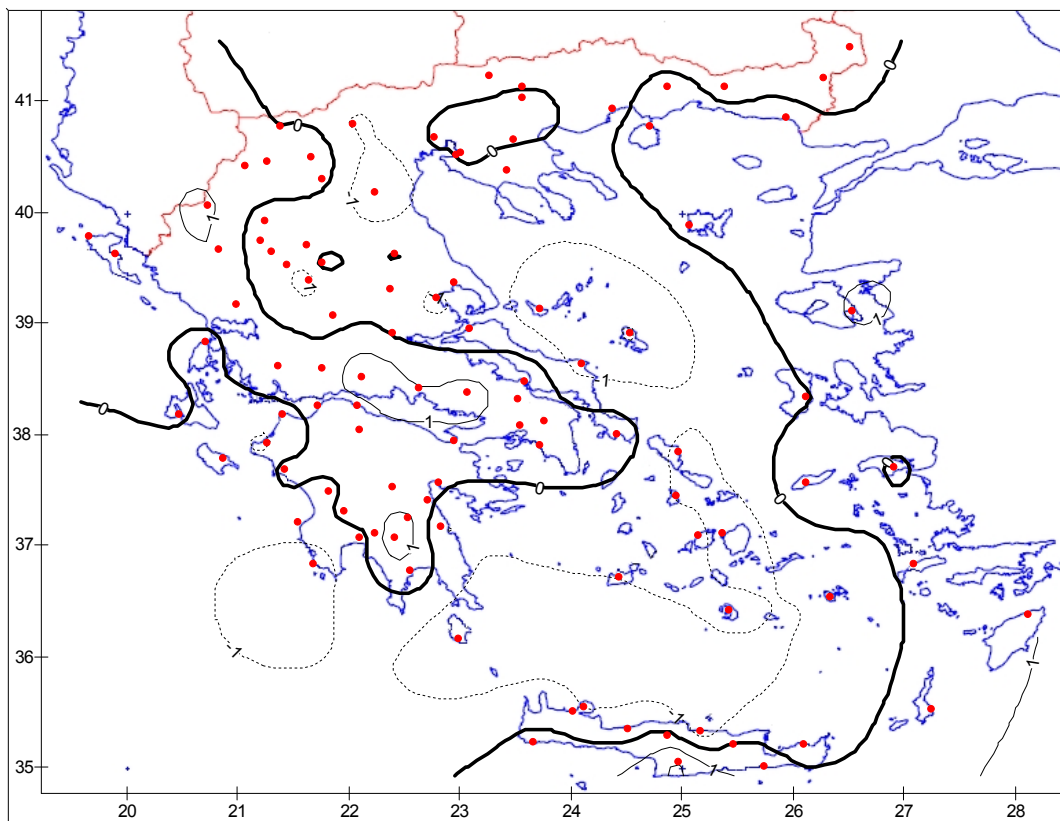


## ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ

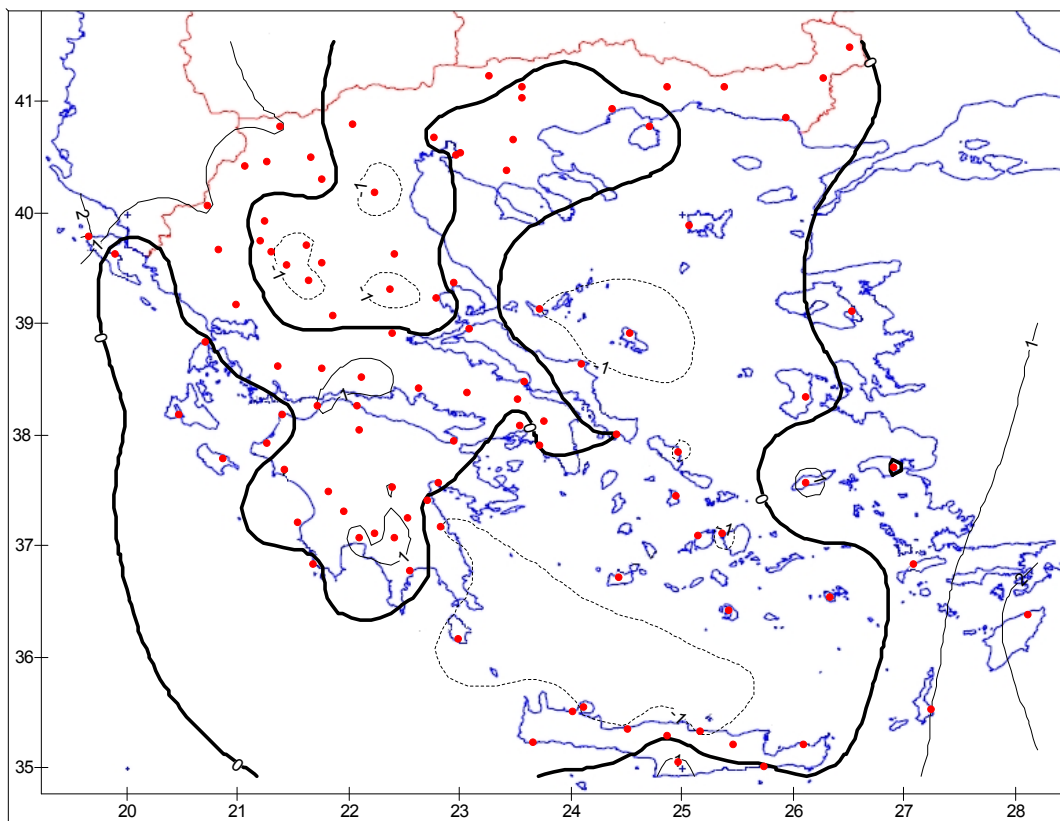


Σχήμα 9 (συνέχεια).

## ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ

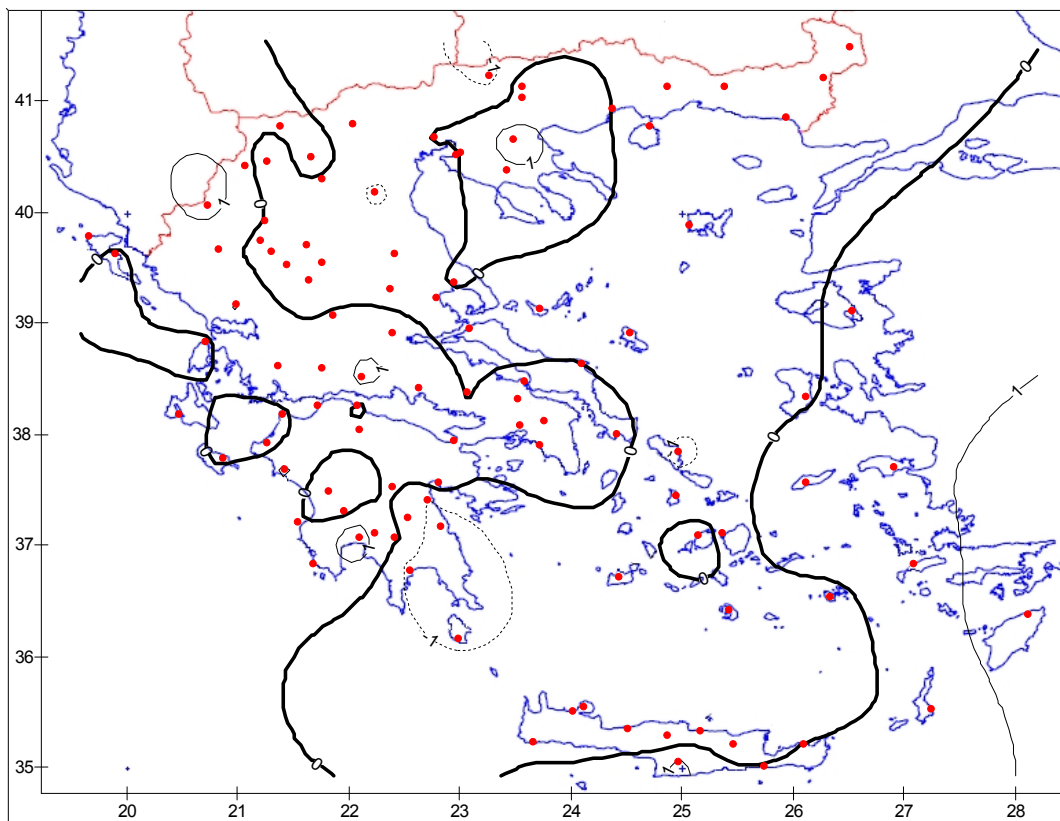


## ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ

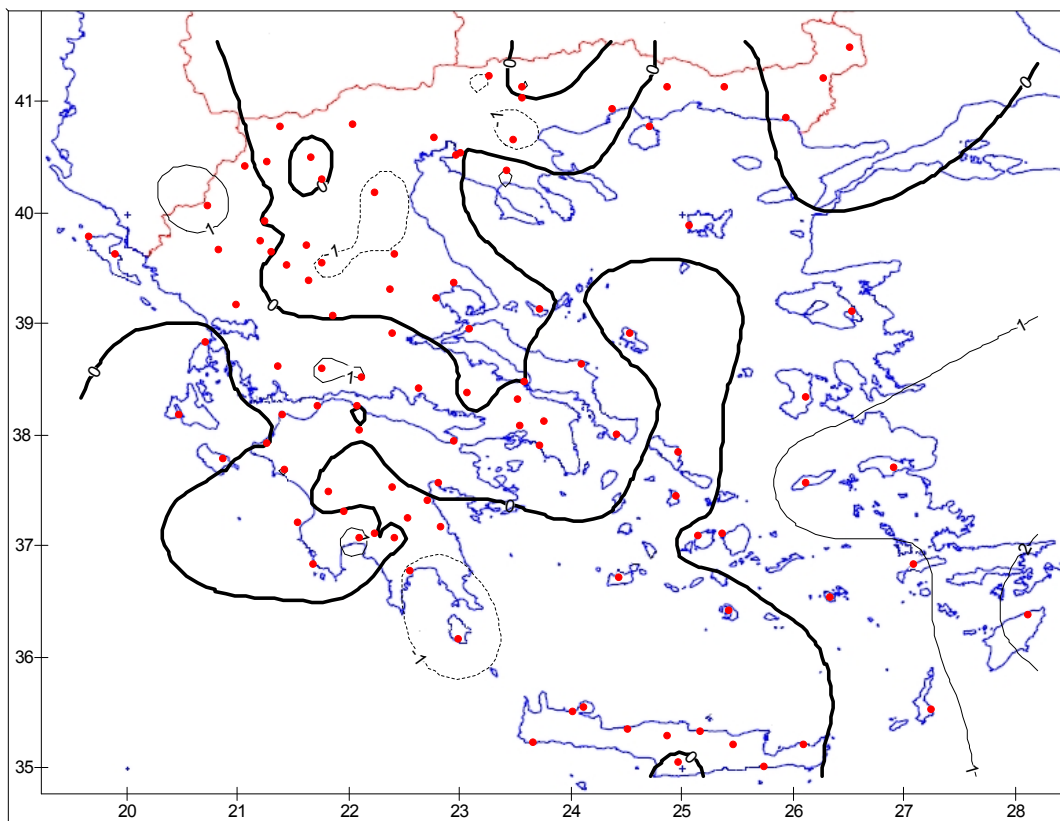


Σχήμα 9 (συνέχεια).

## ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ

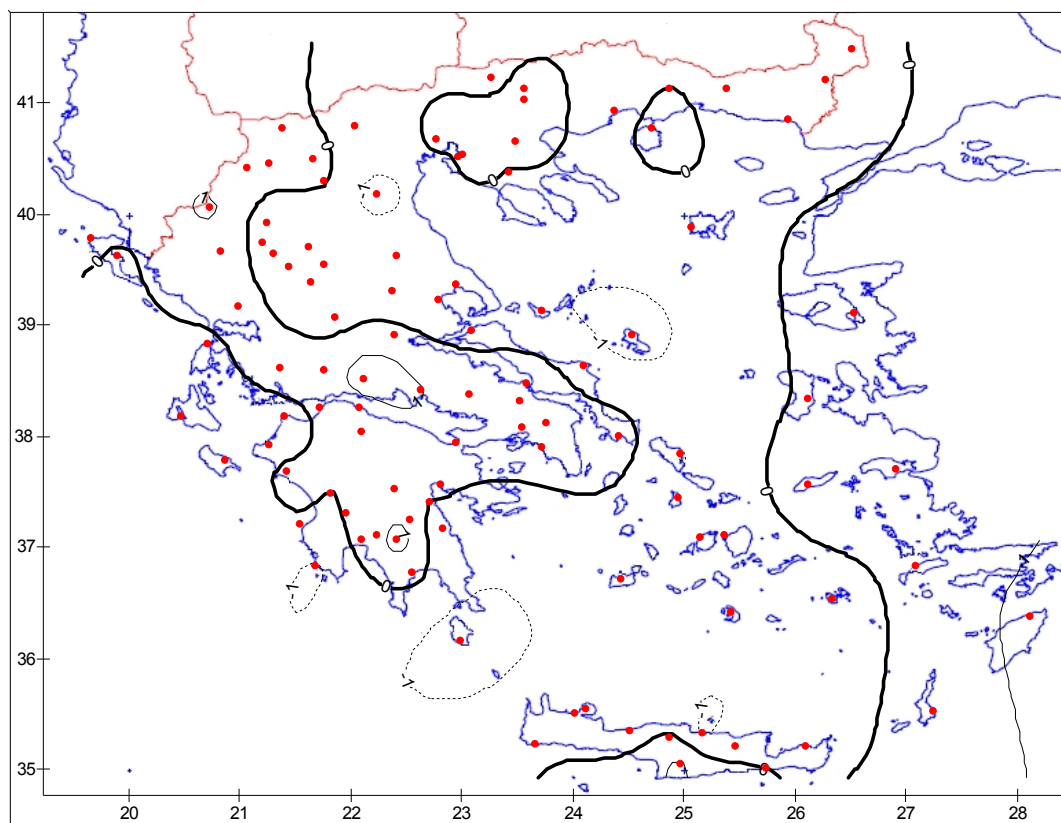


## ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ



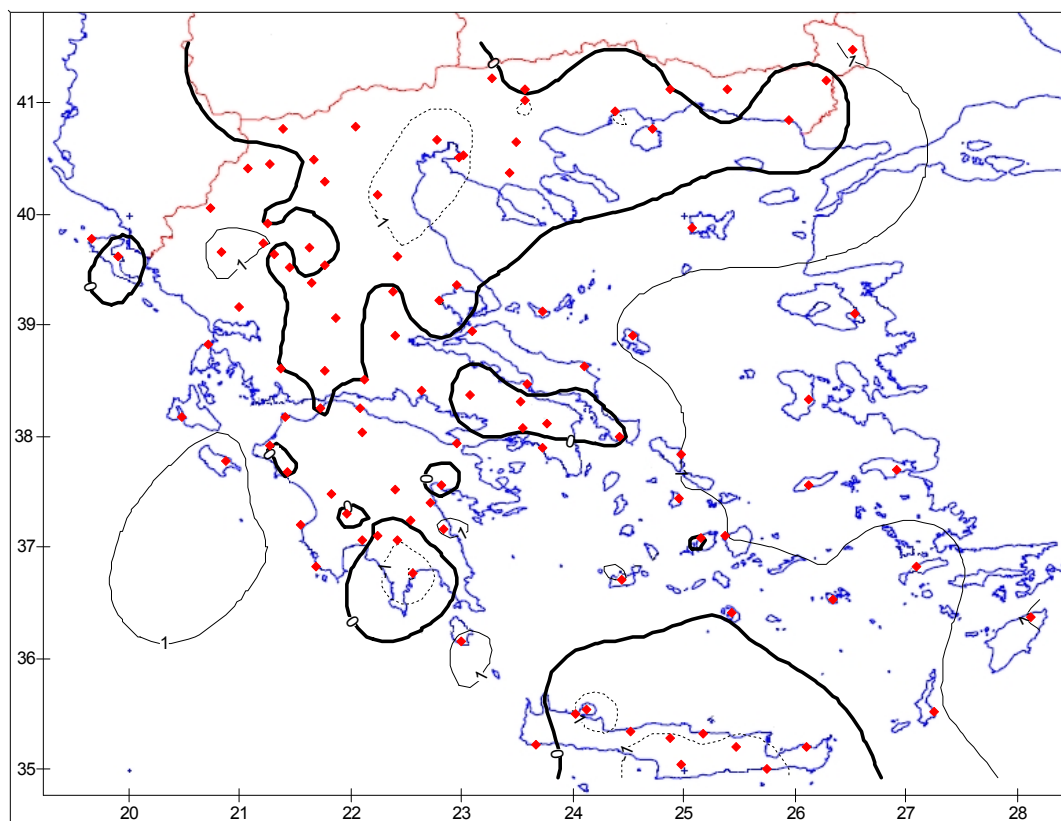
Σχήμα 9 (συνέχεια).

ΕΤΟΣ



Σχήμα 9 (συνέχεια).

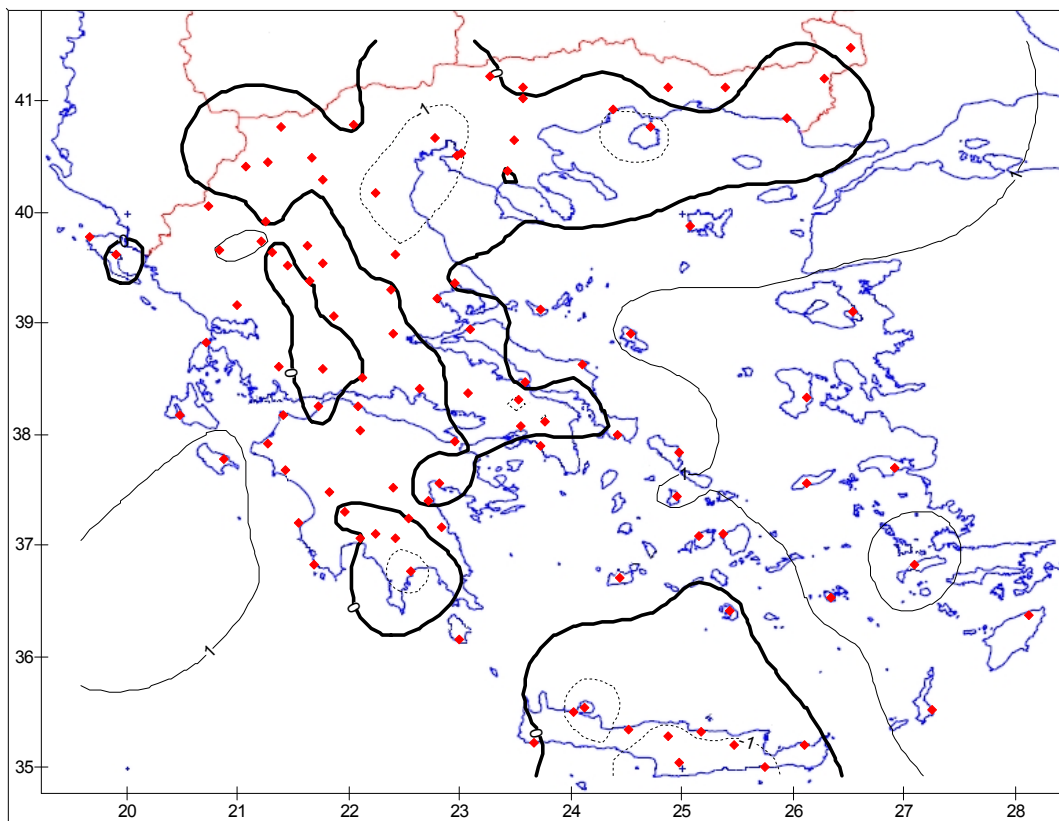
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ



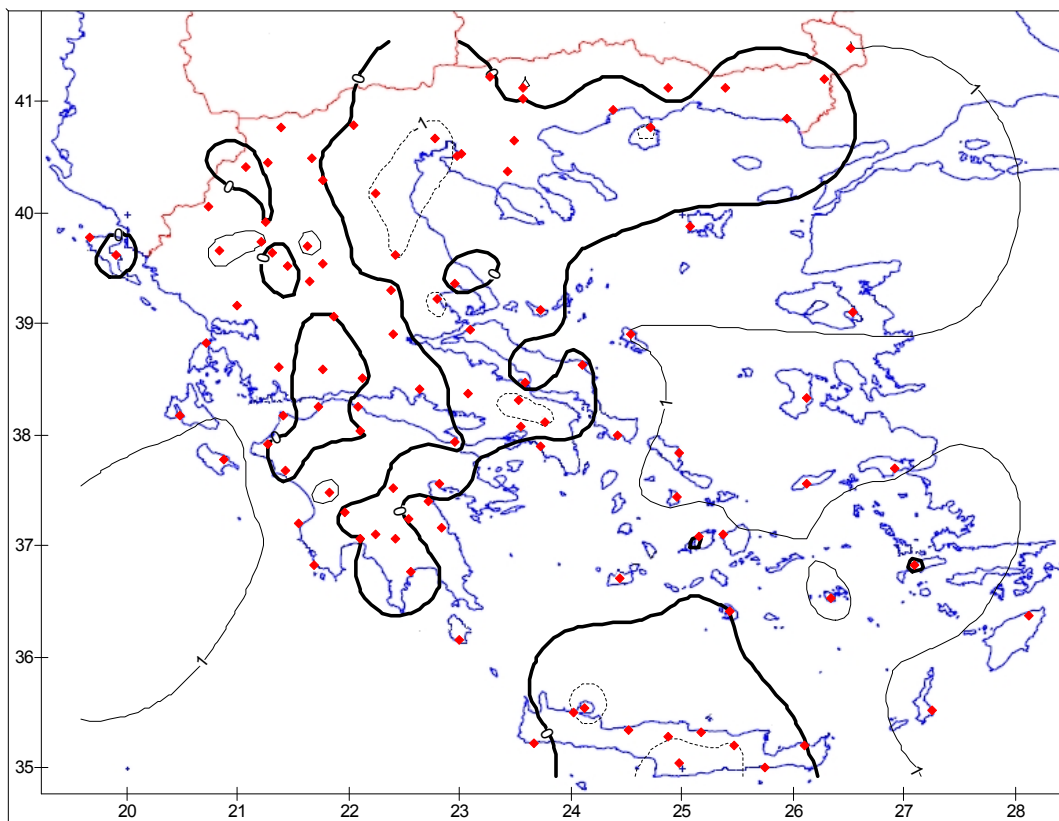
Σχήμα 10: Διανομή των υπολοίπων των εξισώσεων παλινδρόμησης του πίνακα 5 για τον υπολογισμό της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας ( $T_n$ ) στον ελλαδικό χώρο.



## ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ

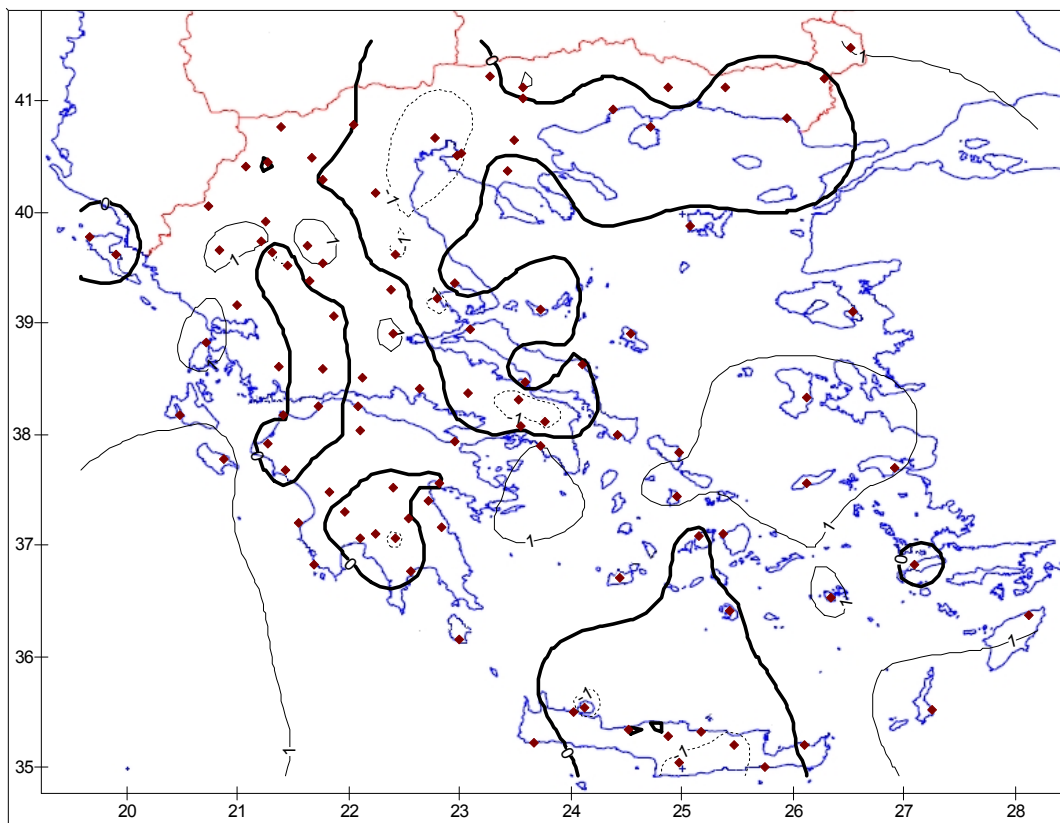


## ΜΑΡΤΙΟΣ

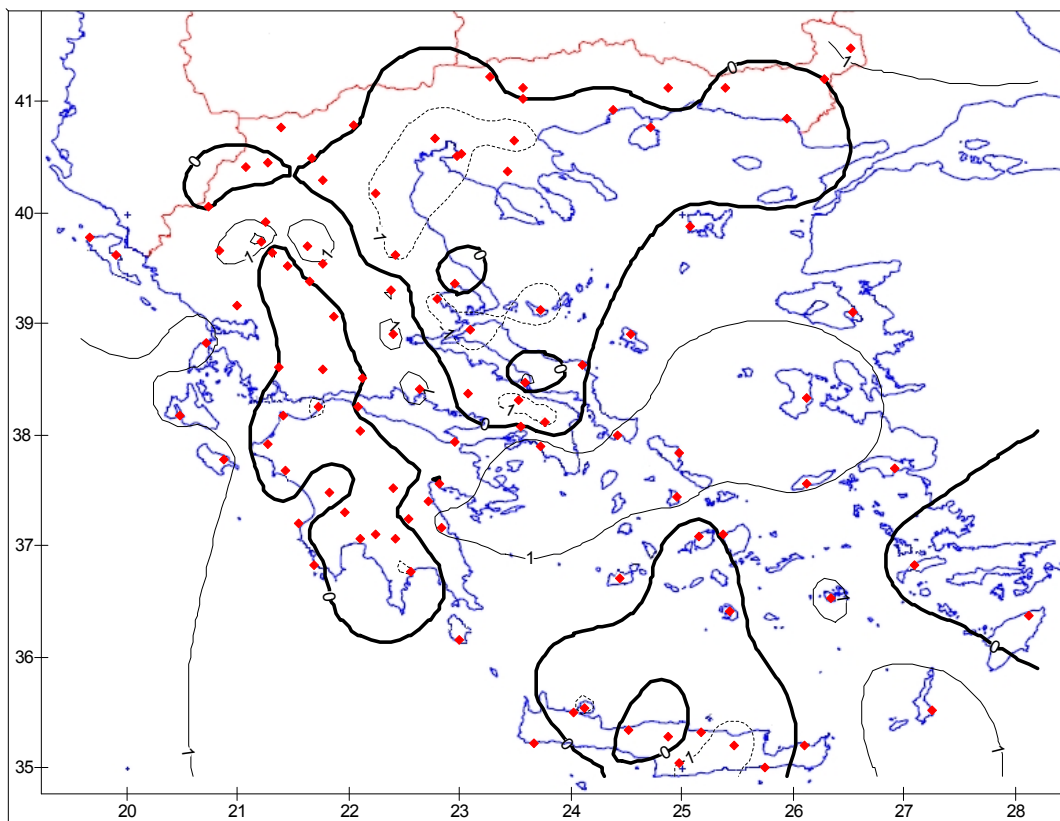


Σχήμα 10 (συνέχεια).

## ΑΠΡΙΛΙΟΣ

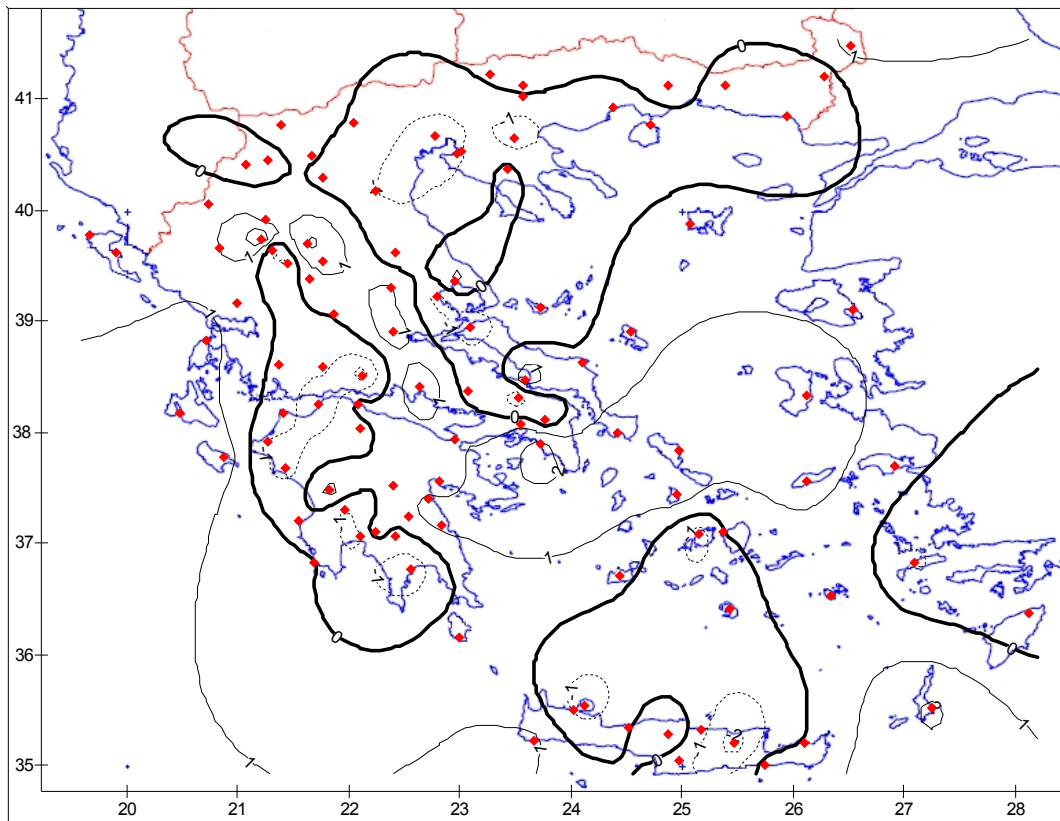


## ΜΑΪΟΣ

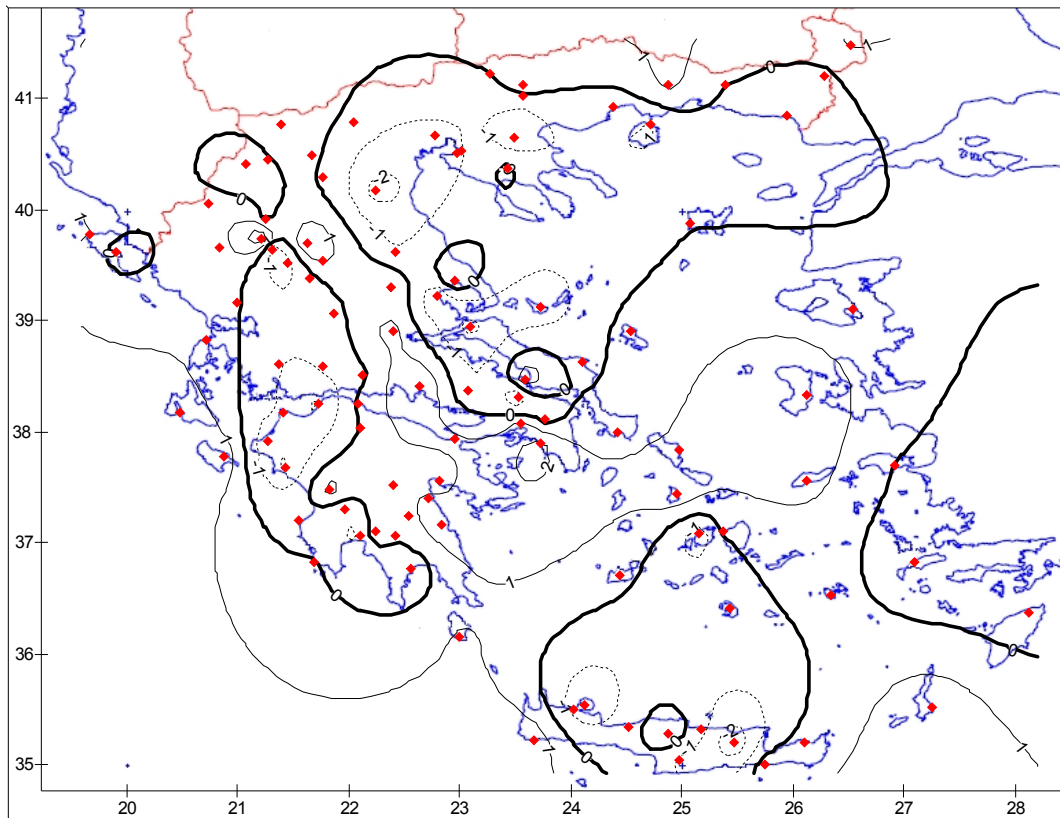


Σχήμα 10 (συνέχεια).

## ΙΟΥΝΙΟΣ

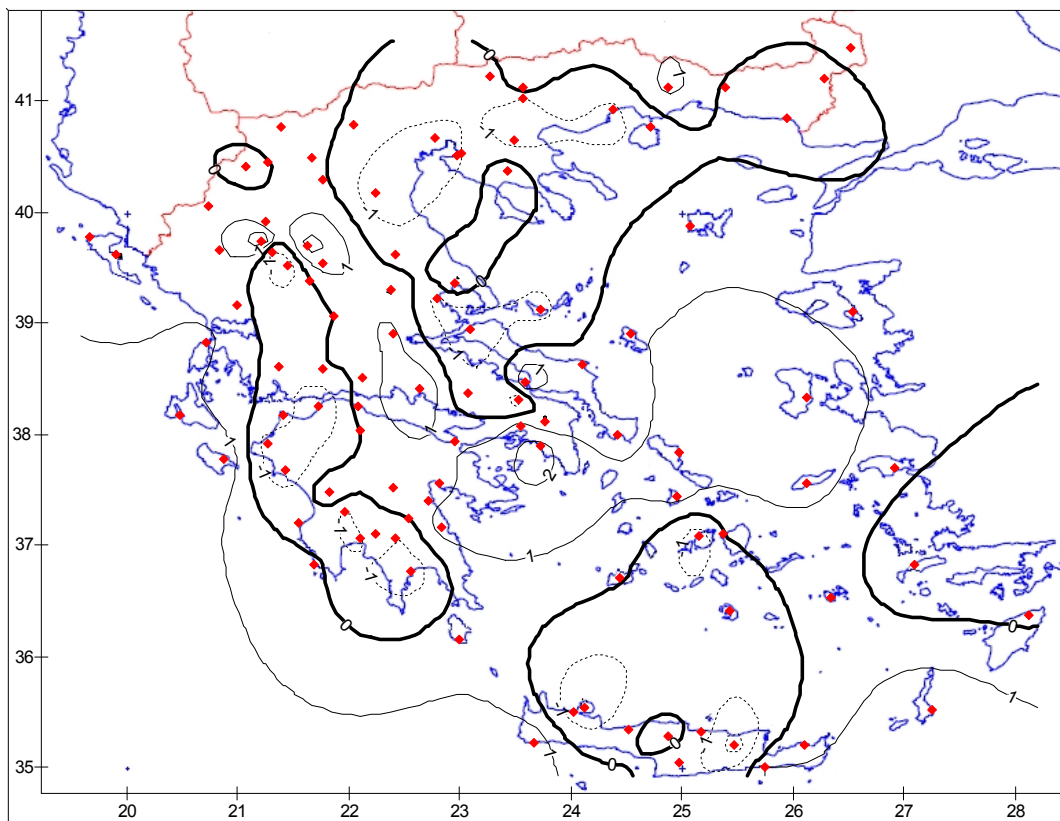


## ΙΟΥΛΙΟΣ

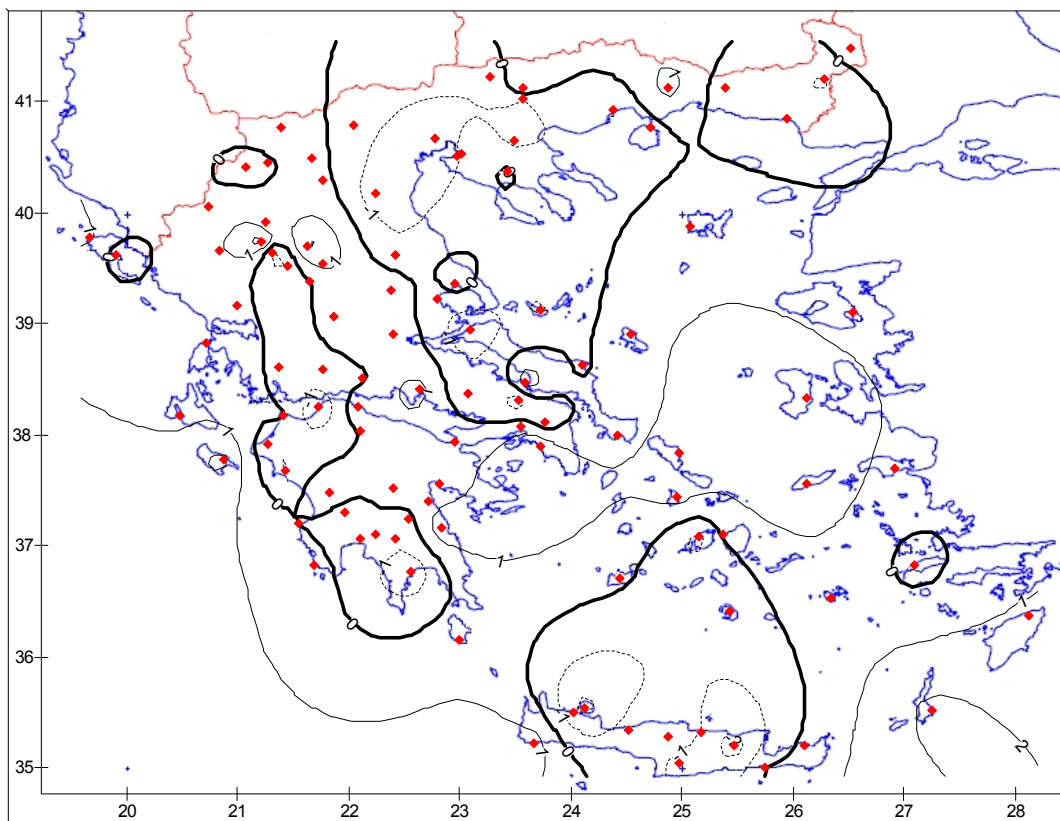


Σχήμα 10 (συνέχεια).

## ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ



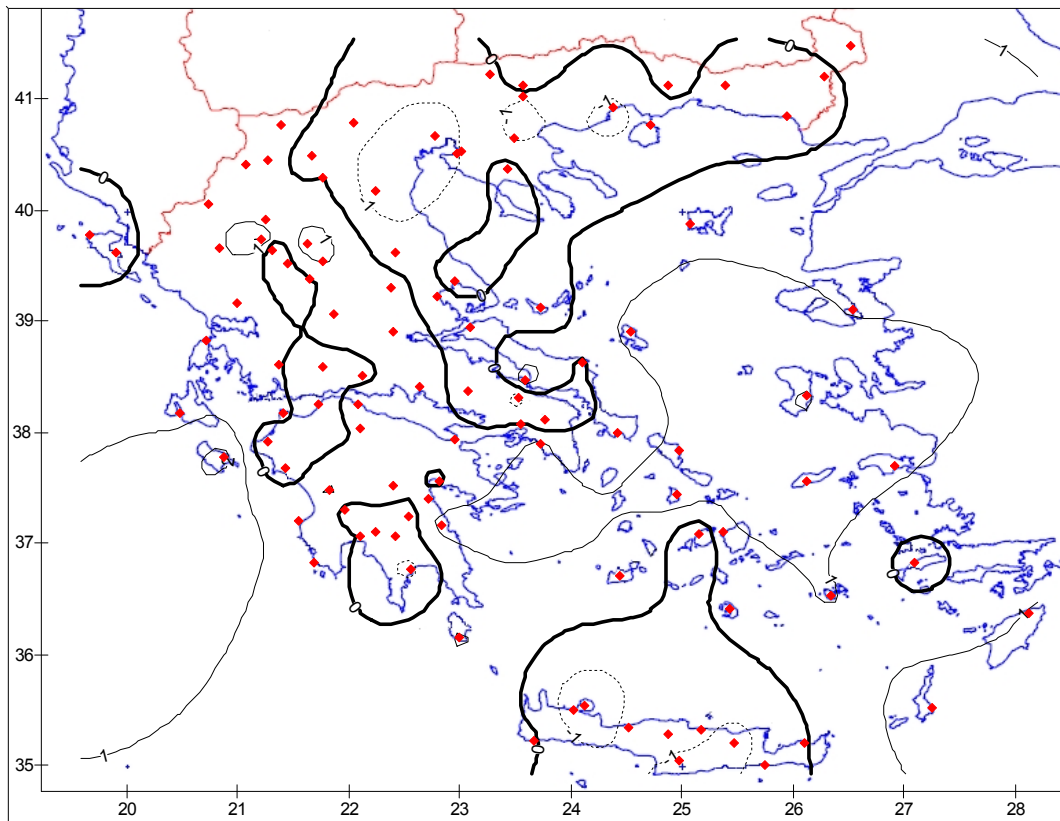
## ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ



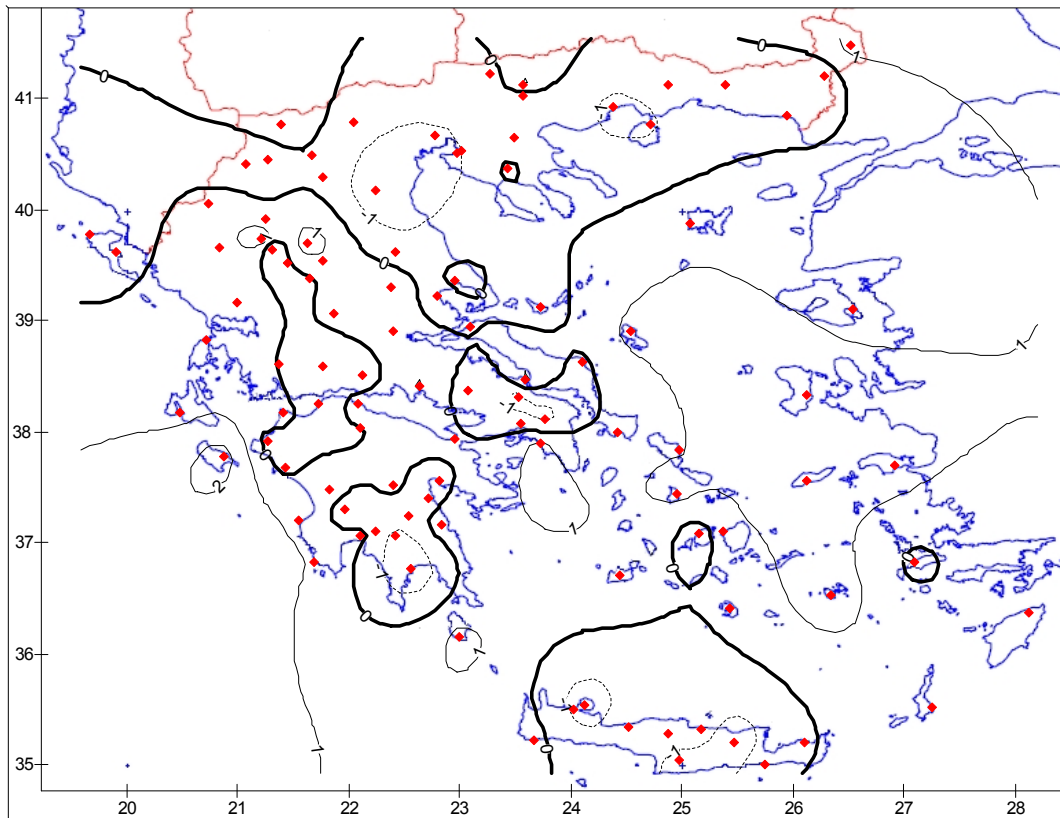
Σχήμα 10 (συνέχεια).



## ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ

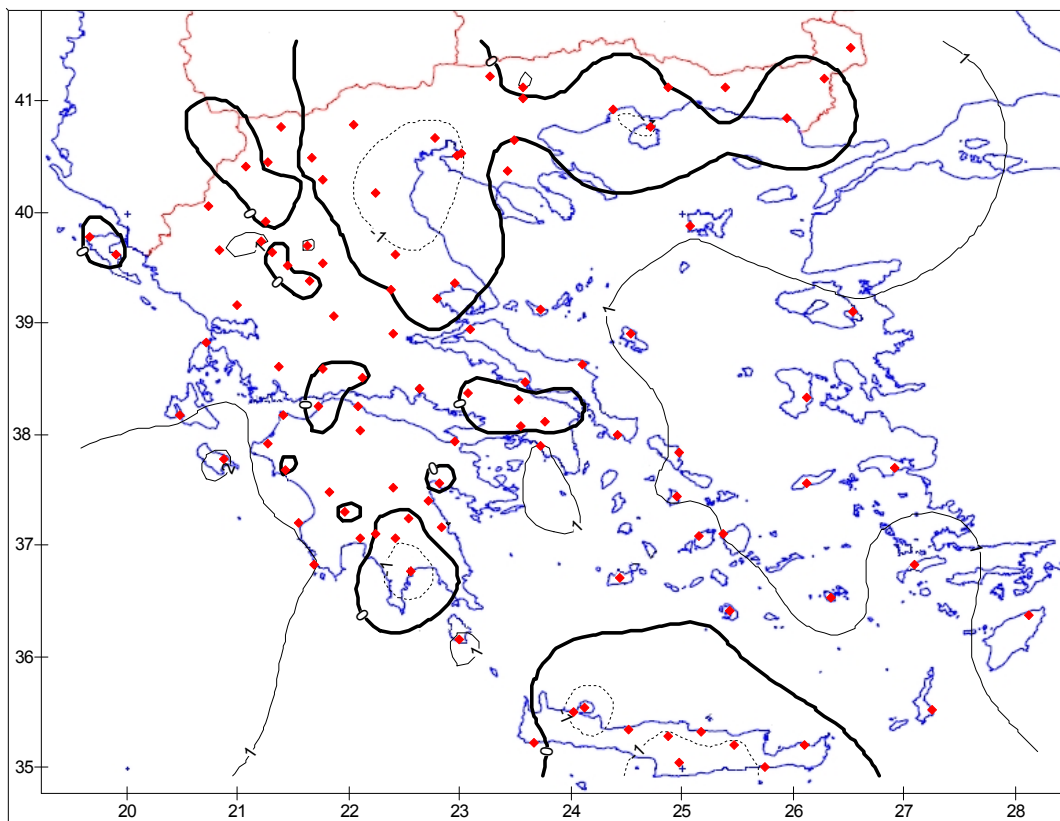


## ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ

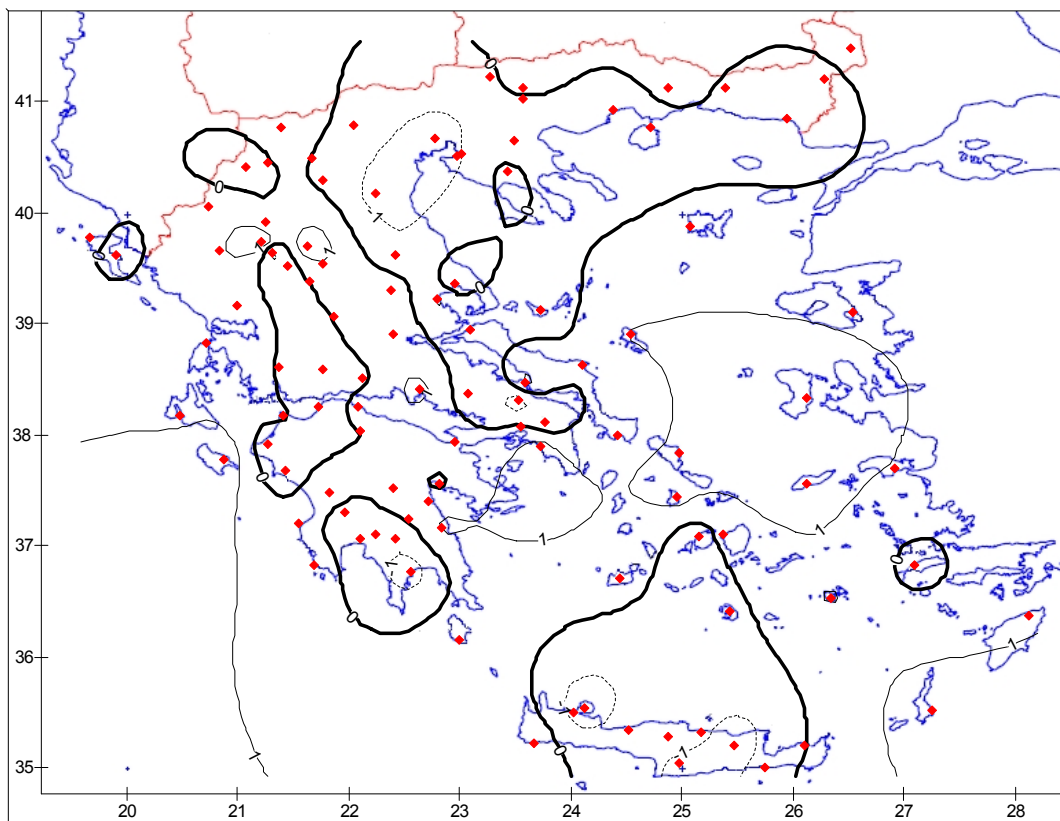


Σχήμα 10 (συνέχεια).

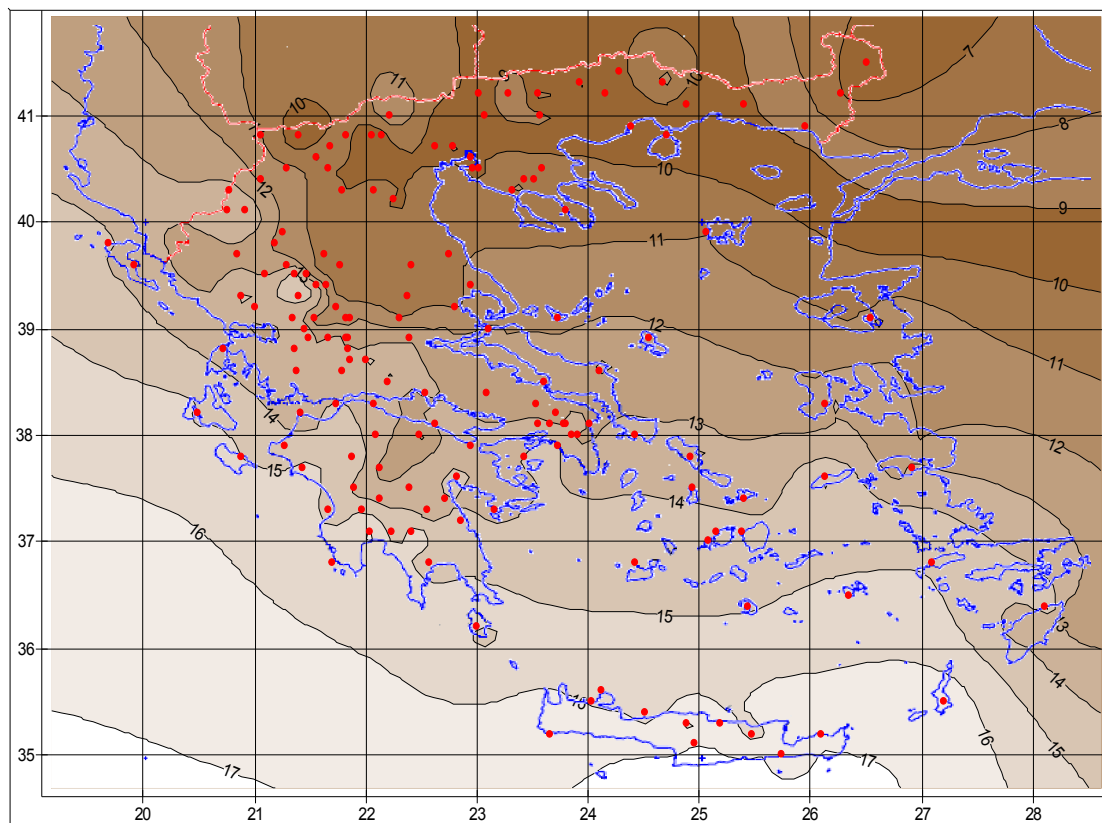
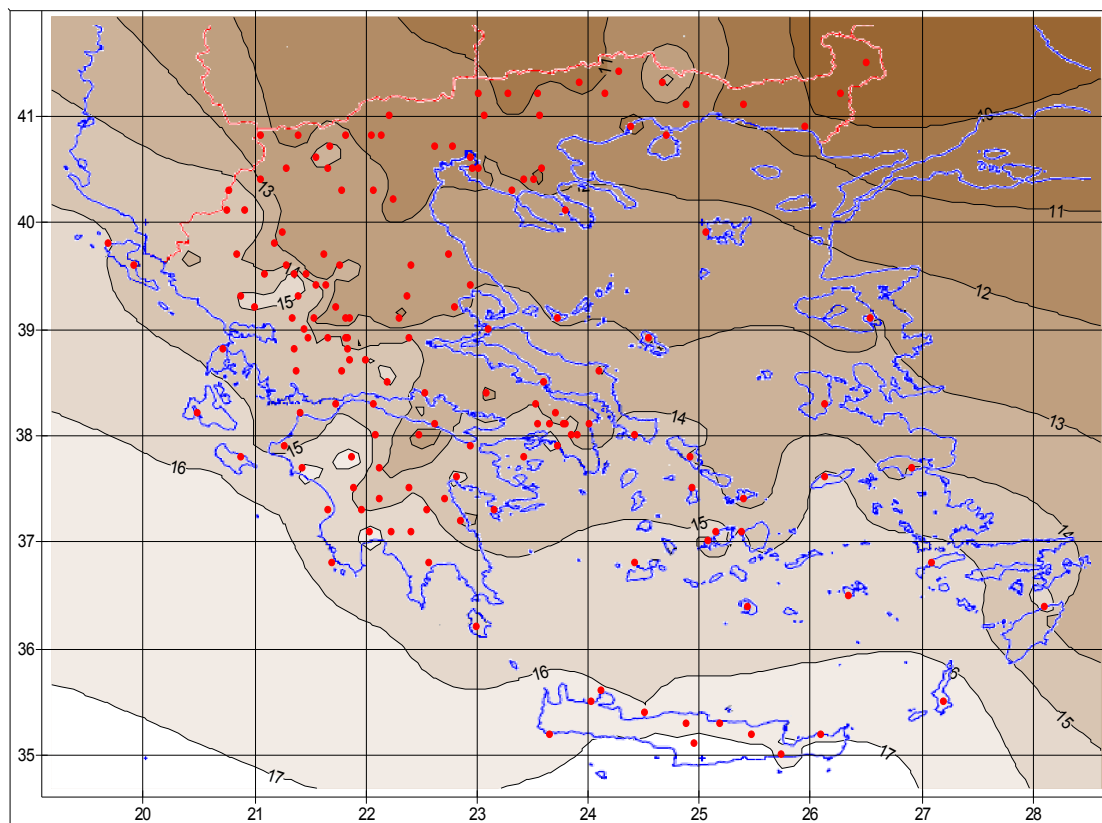
## ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ



## ΕΤΟΣ

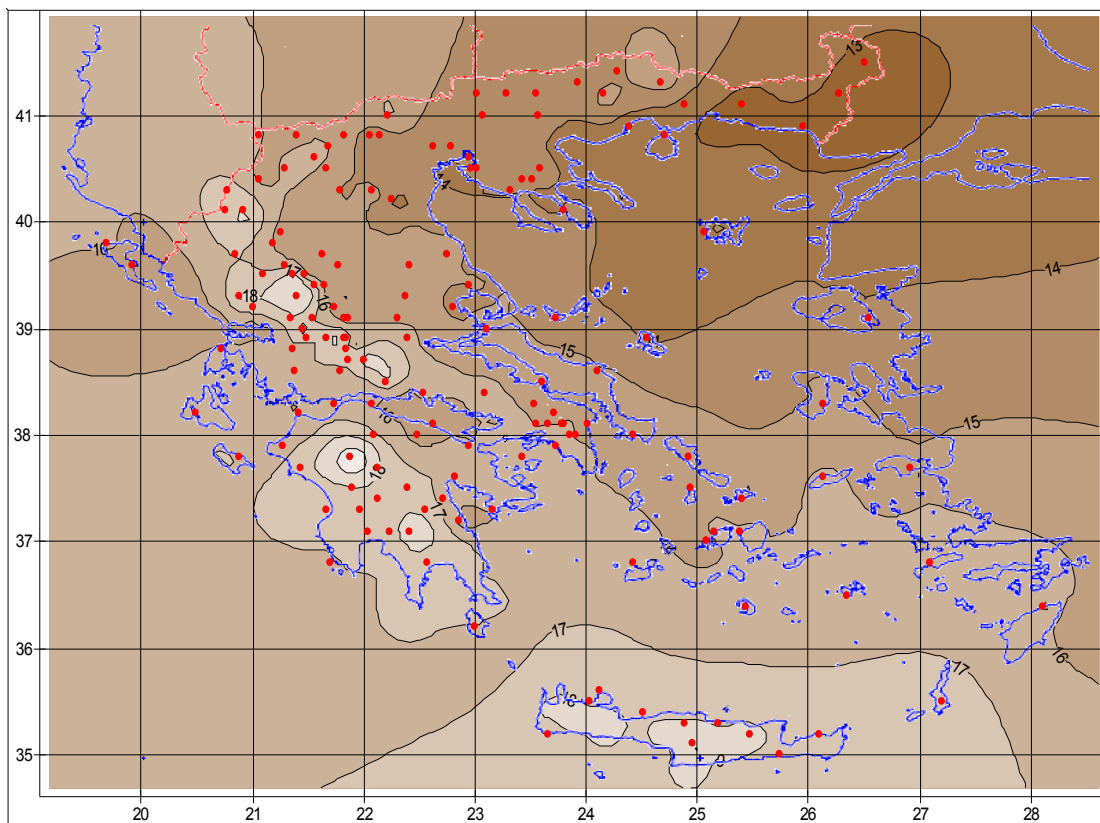


Σχήμα 10 (συνέχεια).

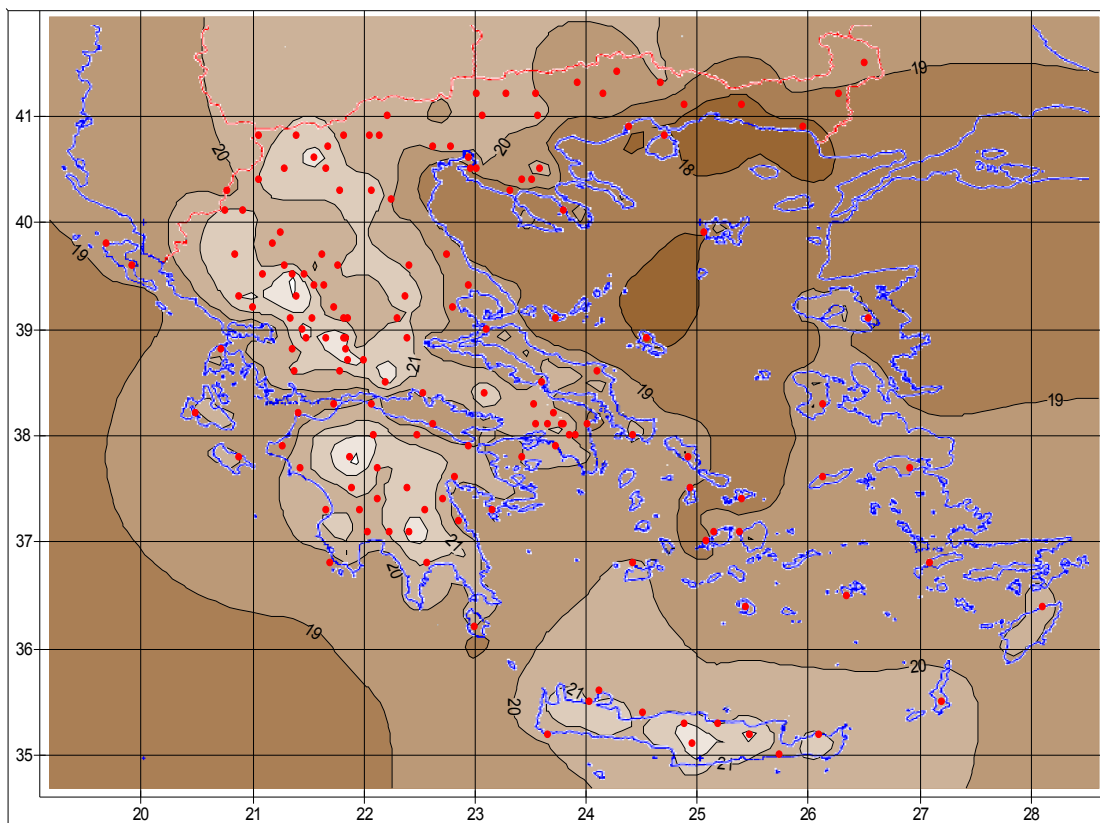
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ (Αναγωγή  $T_x$  σε  $z=0$  m)ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ (Αναγωγή  $T_x$  σε  $z=0$  m)

**Σχήμα 11:** Αναγωγή της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας ( $T_x$ ) στο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας μέσω του συντελεστή  $\gamma$  των εξισώσεων του πίνακα 5 και διανομή της στον ελλαδικό χώρο.

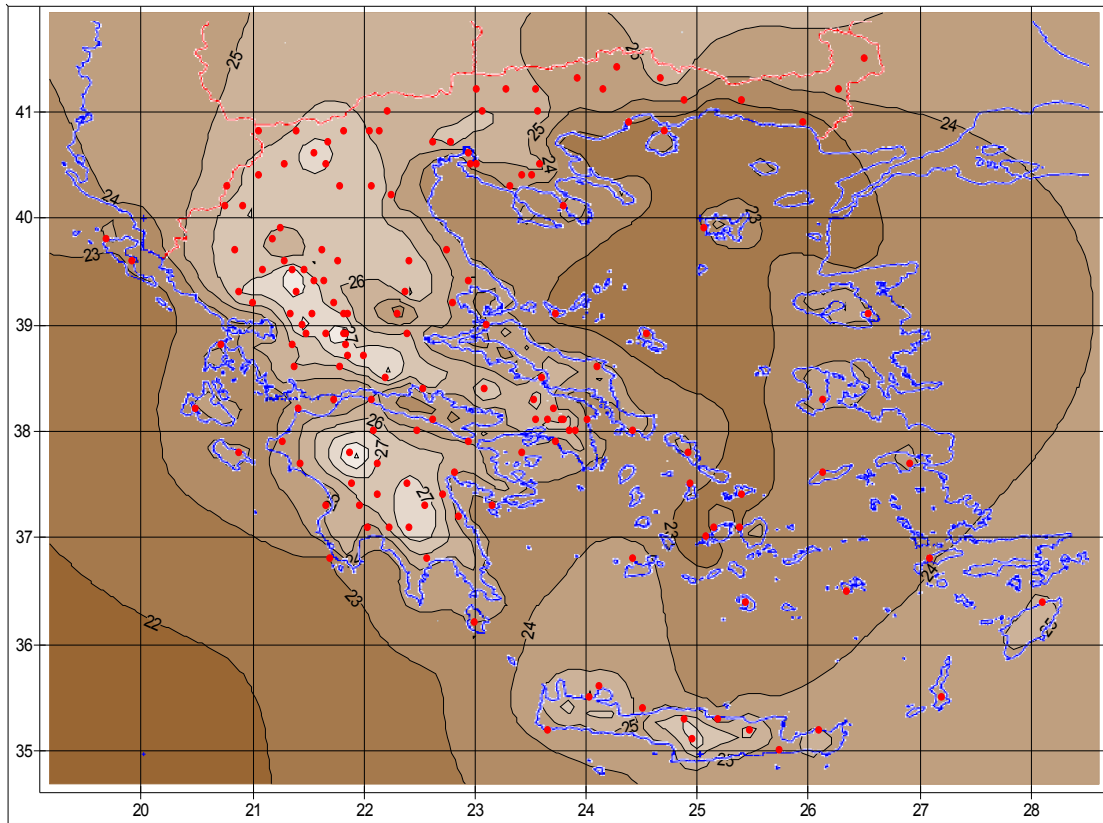
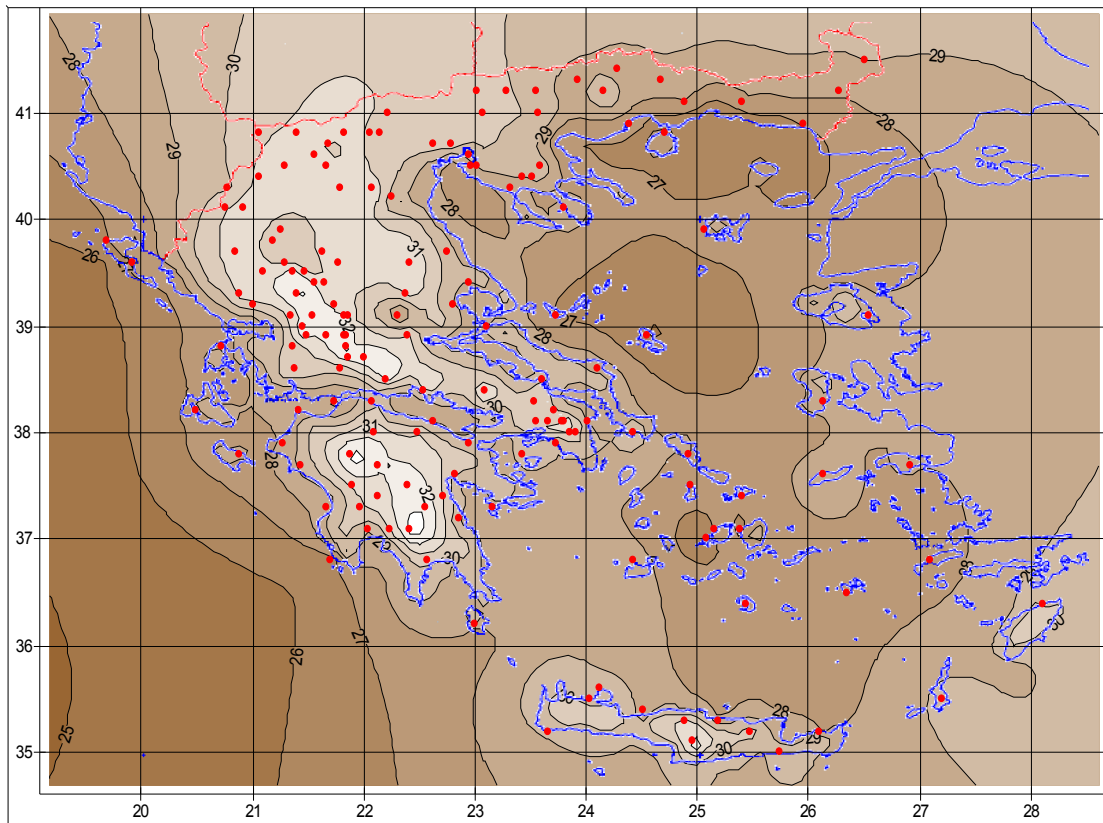
## ΜΑΡΤΙΟΣ (Αναγωγή Τχ σε z=0 m)



## ΑΠΡΙΛΙΟΣ (Αναγωγή Τχ σε z=0 m)

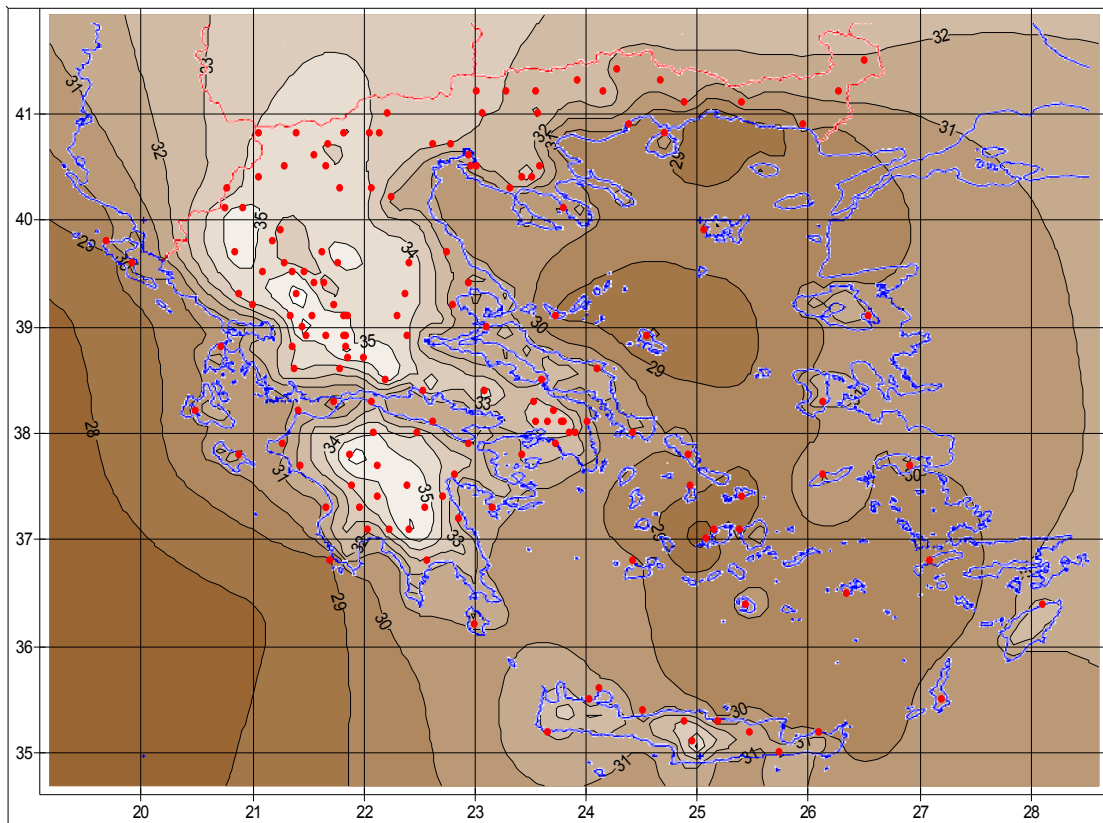
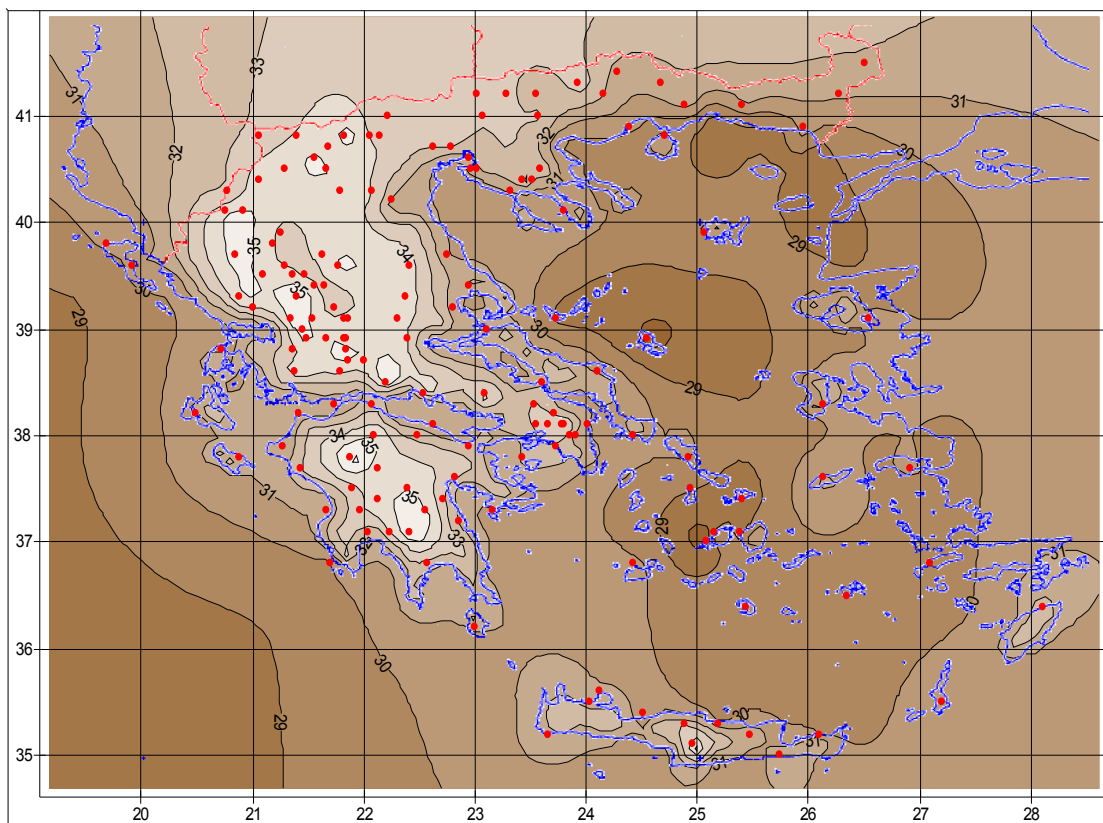


Σχήμα 11 (συνέχεια).

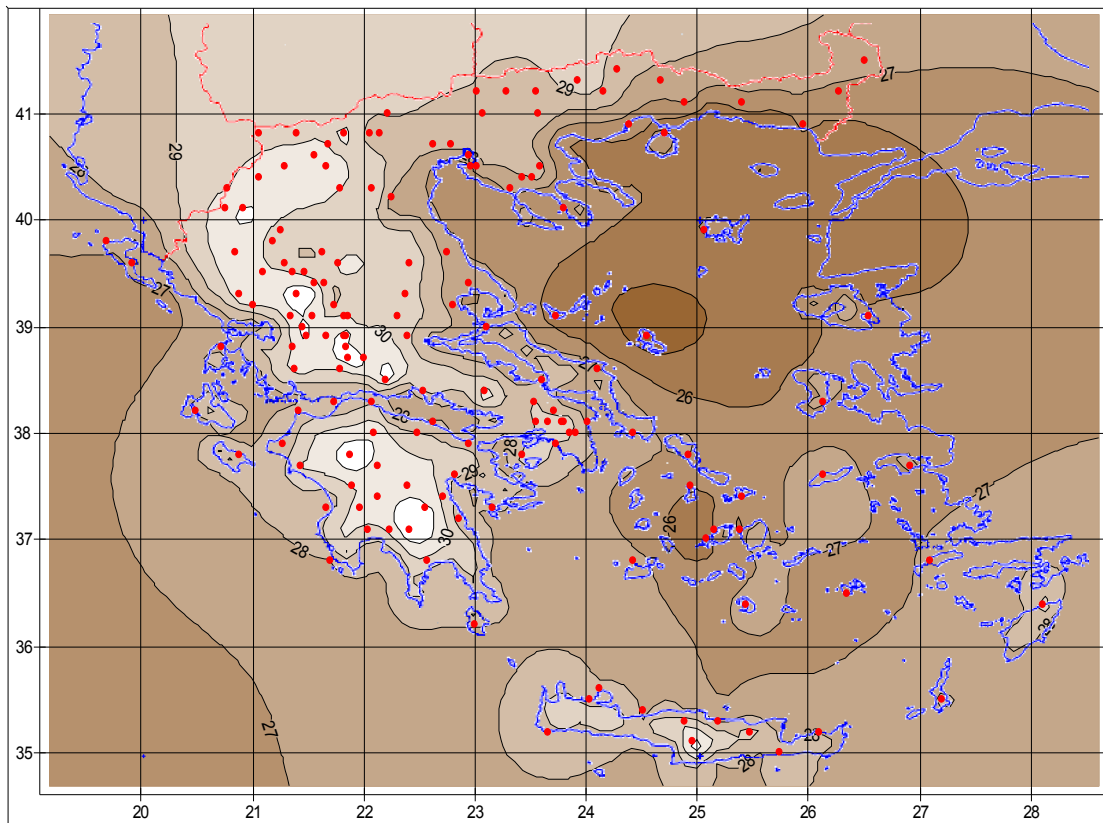
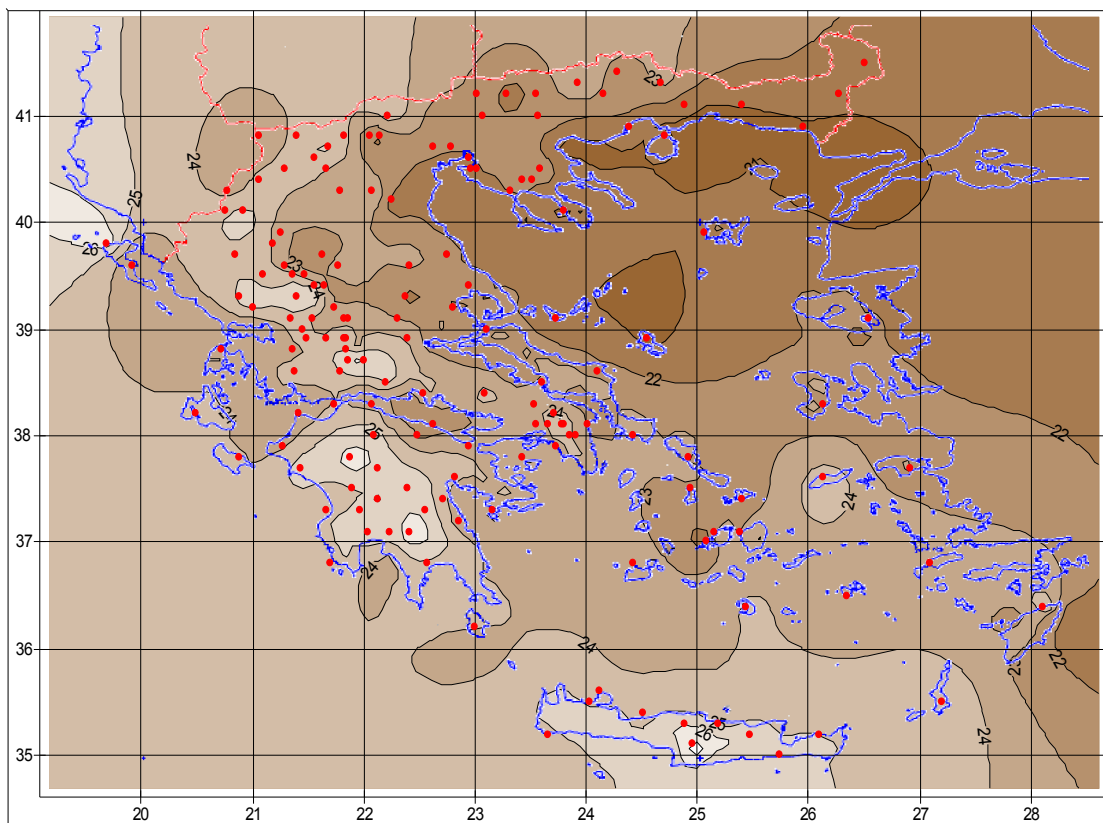
ΜΑΪΟΣ (Αναγωγή T<sub>x</sub> σε z=0 m)ΙΟΥΝΙΟΣ (Αναγωγή T<sub>x</sub> σε z=0 m)

Σχήμα 11 (συνέχεια).

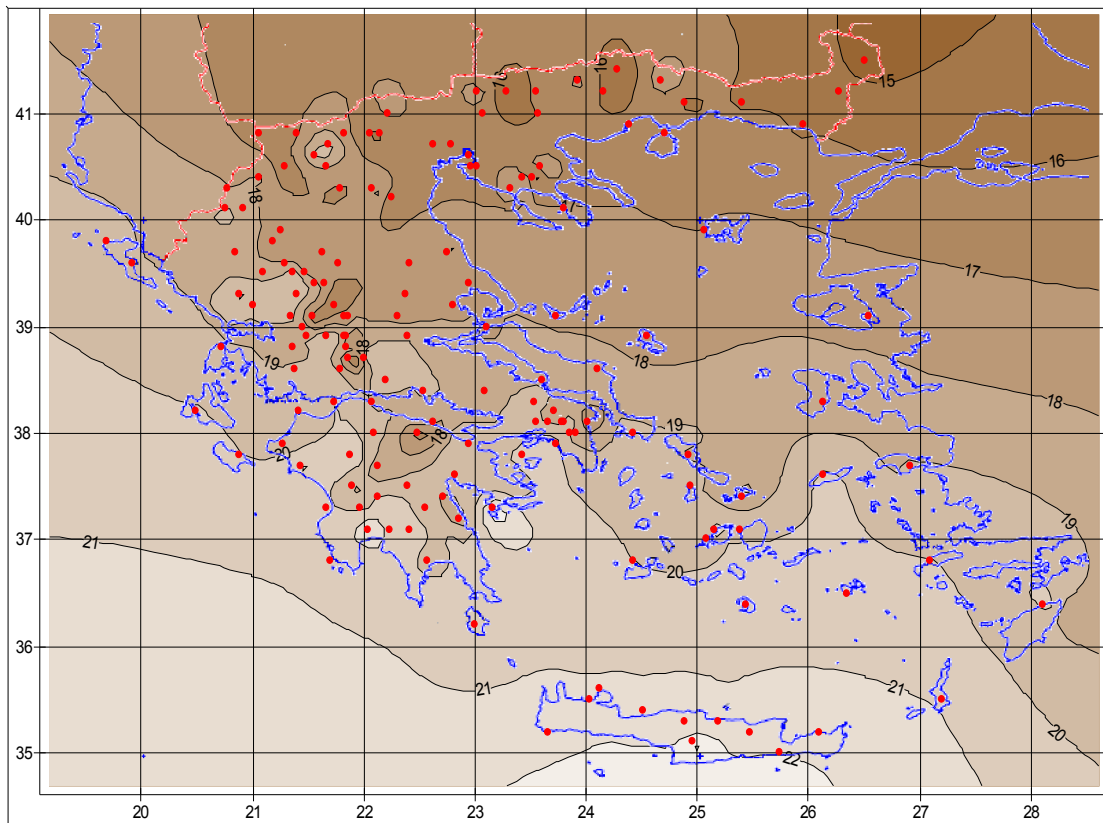
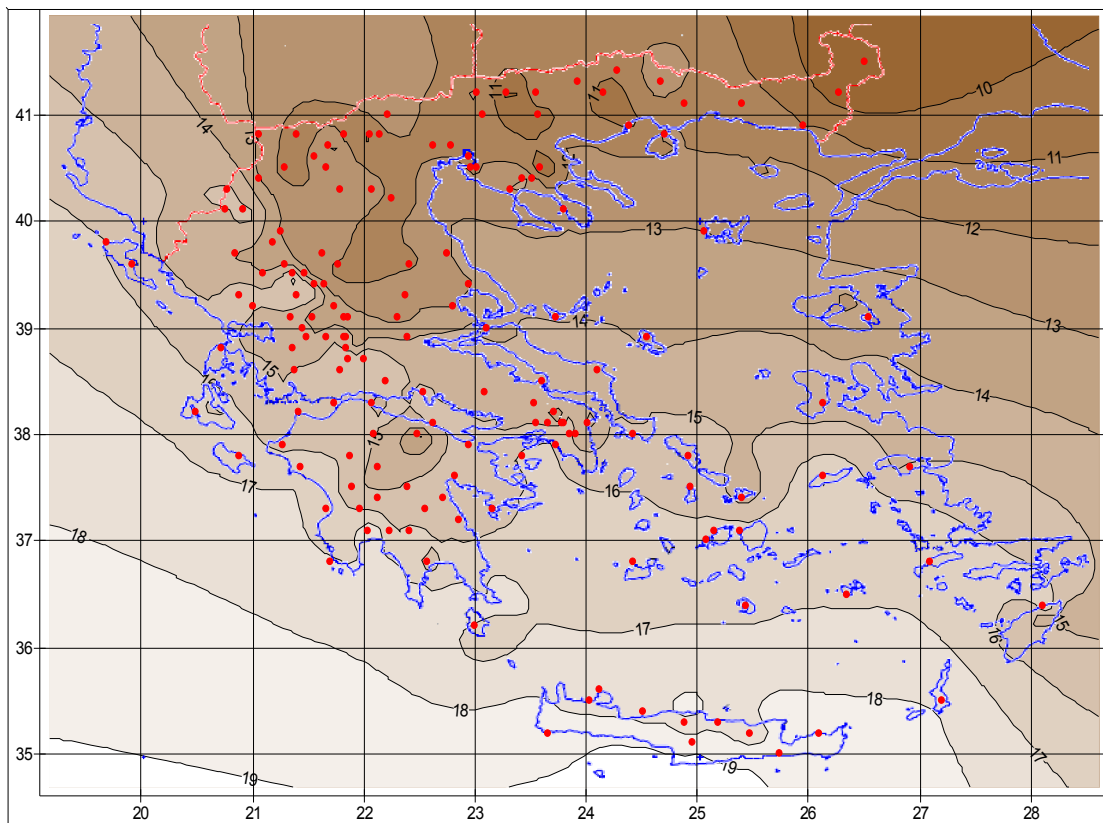


ΙΟΥΛΙΟΣ (Αναγωγή T<sub>x</sub> σε z=0 m)ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ (Αναγωγή T<sub>x</sub> σε z=0 m)

Σχήμα 11 (συνέχεια).

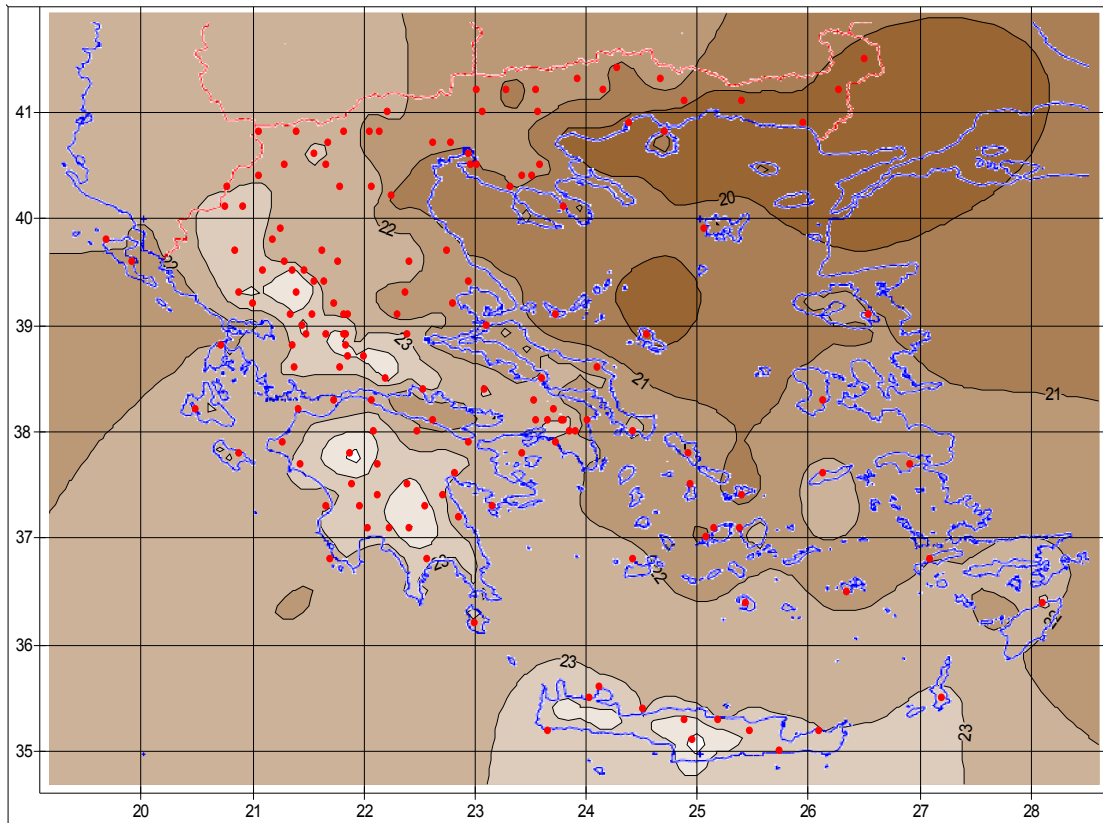
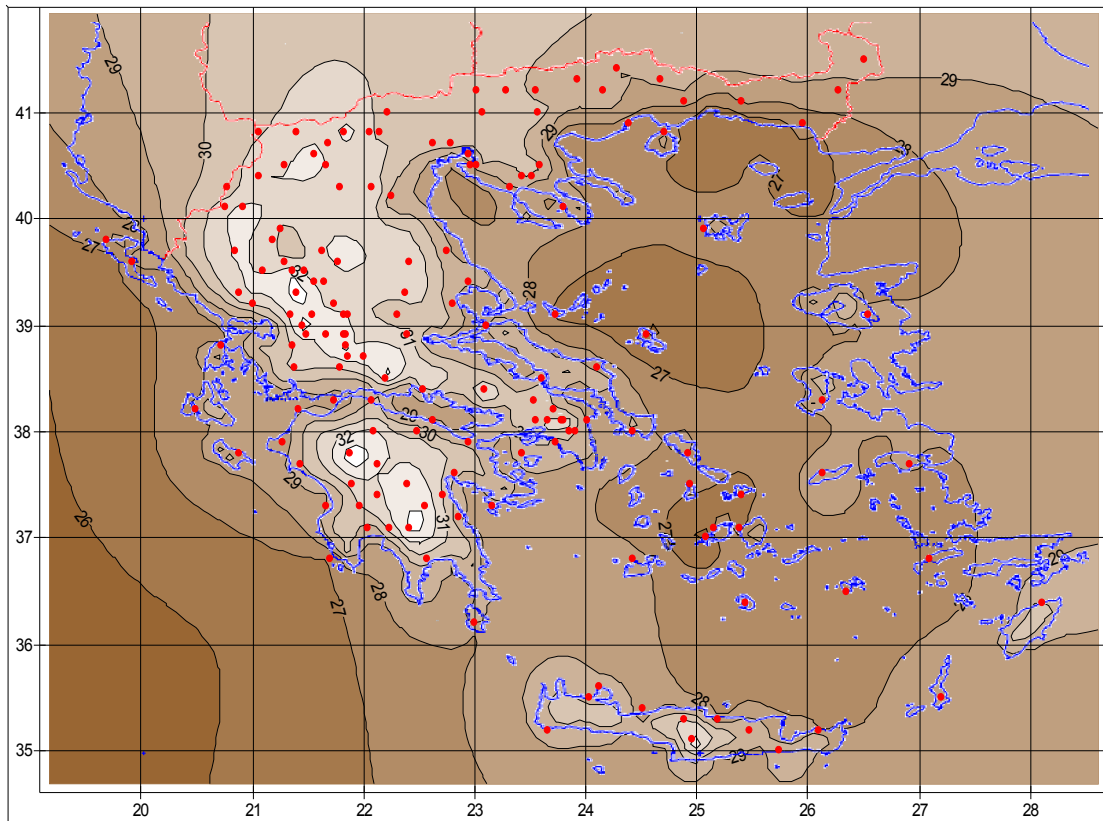
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ (Αναγωγή T<sub>x</sub> σε z=0 m)ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ (Αναγωγή T<sub>x</sub> σε z=0 m)

Σχήμα 11 (συνέχεια).

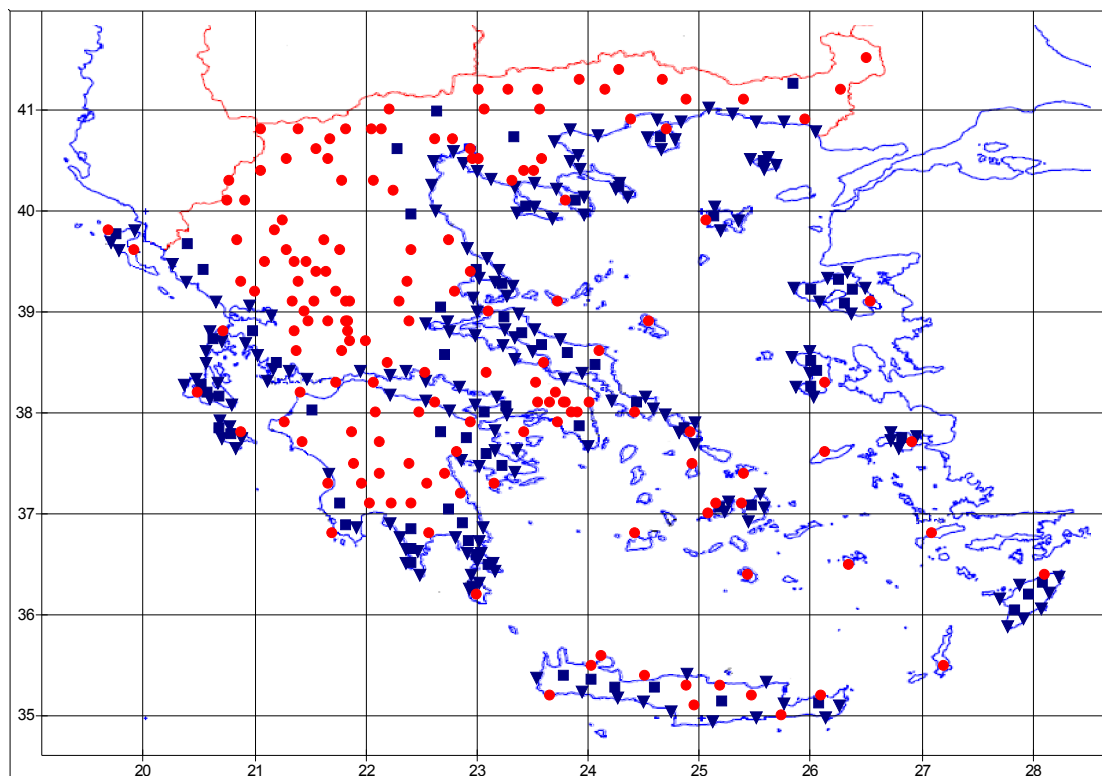
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ (Αναγωγή T<sub>x</sub> σε z=0 m)ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ (Αναγωγή T<sub>x</sub> σε z=0 m)

Σχήμα 11 (συνέχεια).



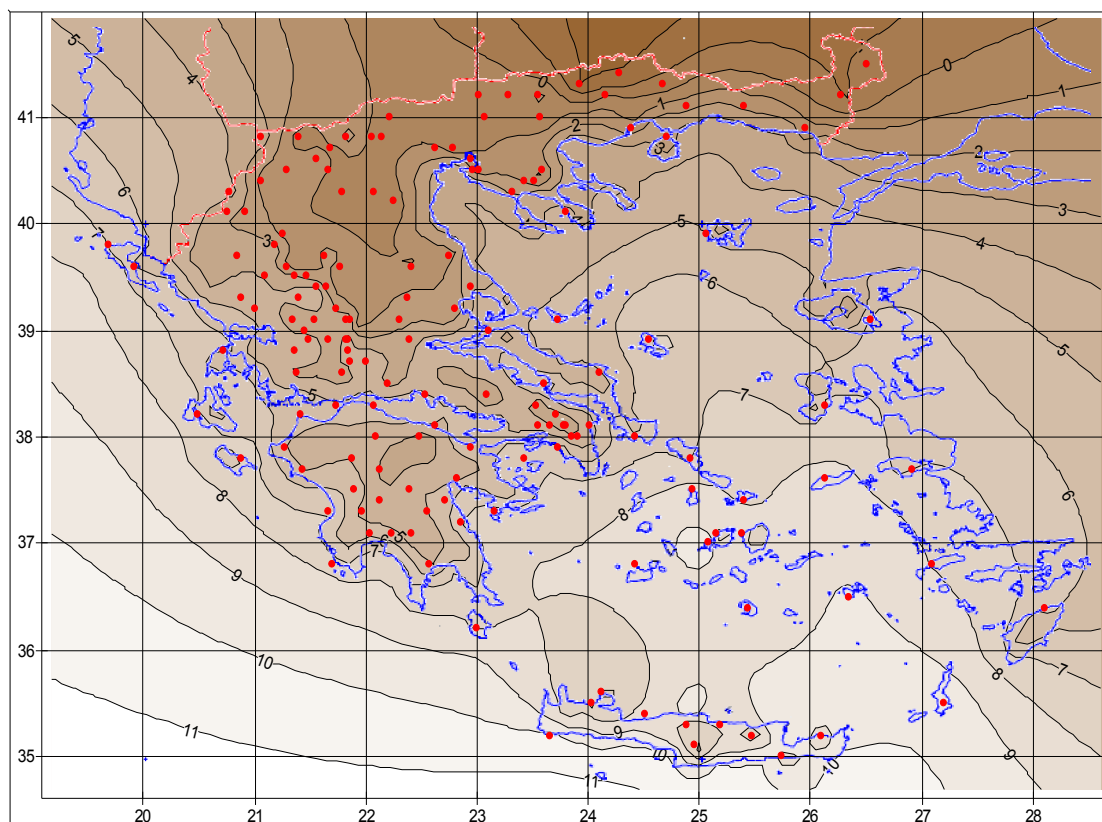
ΕΤΟΣ (Αναγωγή T<sub>x</sub> σε z=0 m)ΜΑΙ'ΟΣ-ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ (Αναγωγή T<sub>x</sub> σε z=0 m)

Σχήμα 11 (συνέχεια).

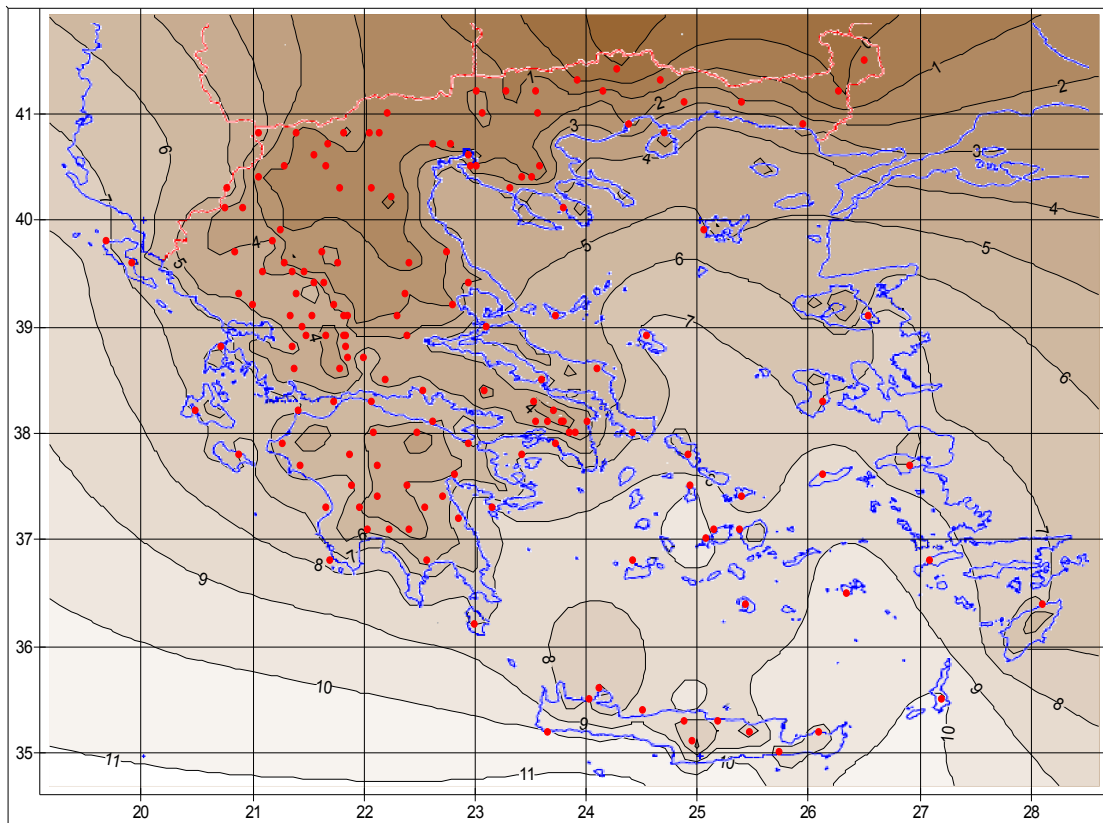
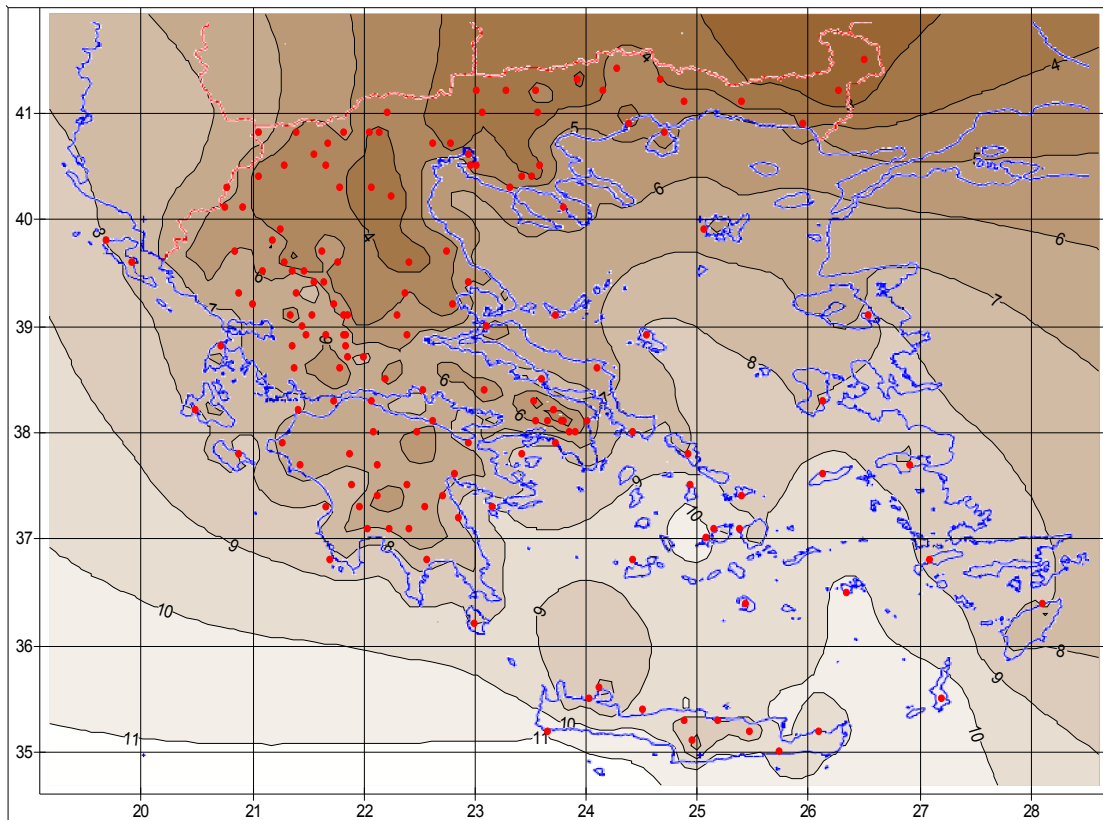


**Σχήμα 12:** Θέσεις των 159 σταθμών (τελείες) και των 120 θεωρητικών σημείων (τρίγωνα και τετράγωνα) που χρησιμοποιήθηκαν για τη χάραξη των ισοθέρμων στα σχήματα 11 και 13.

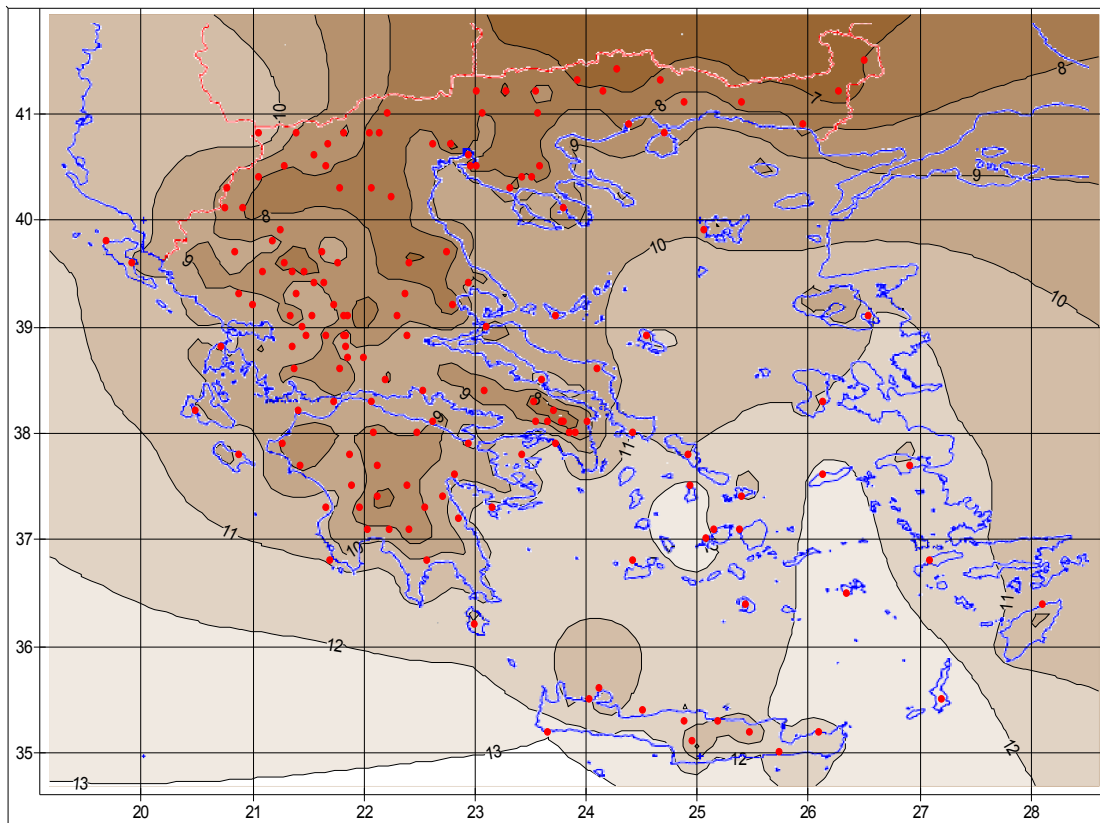
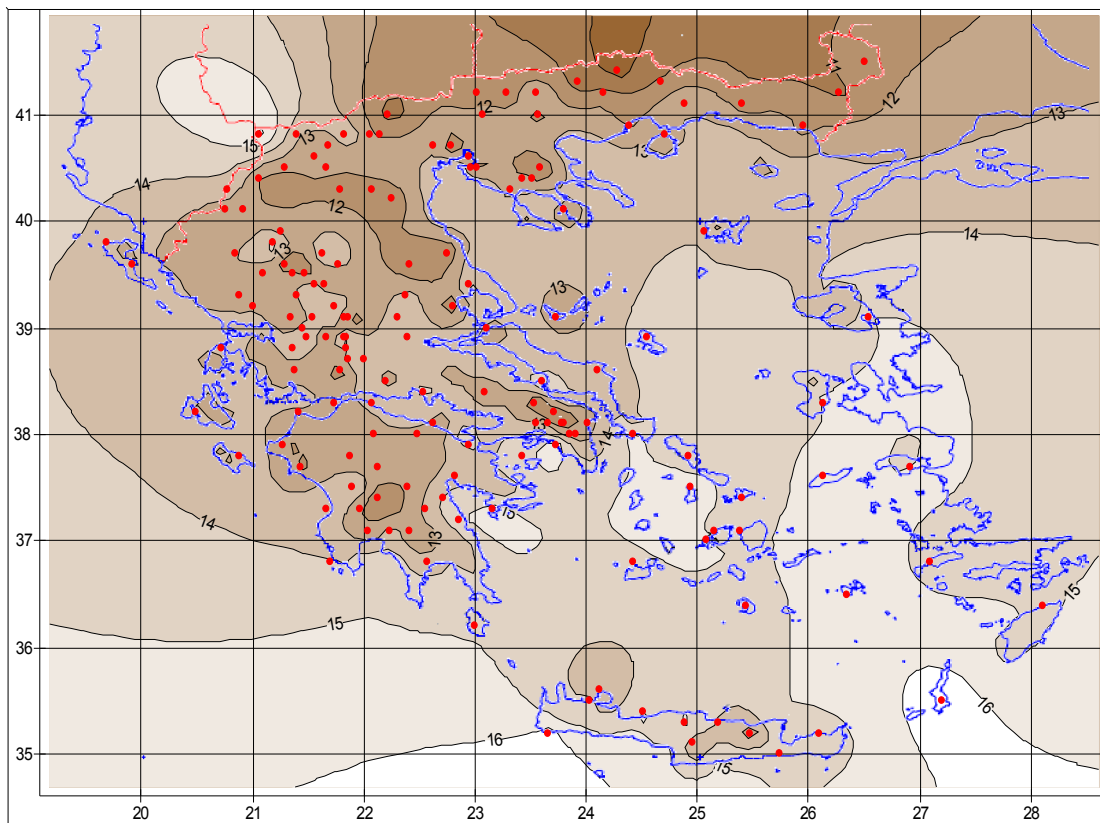
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ (Αναγωγή  $T_n$  σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)



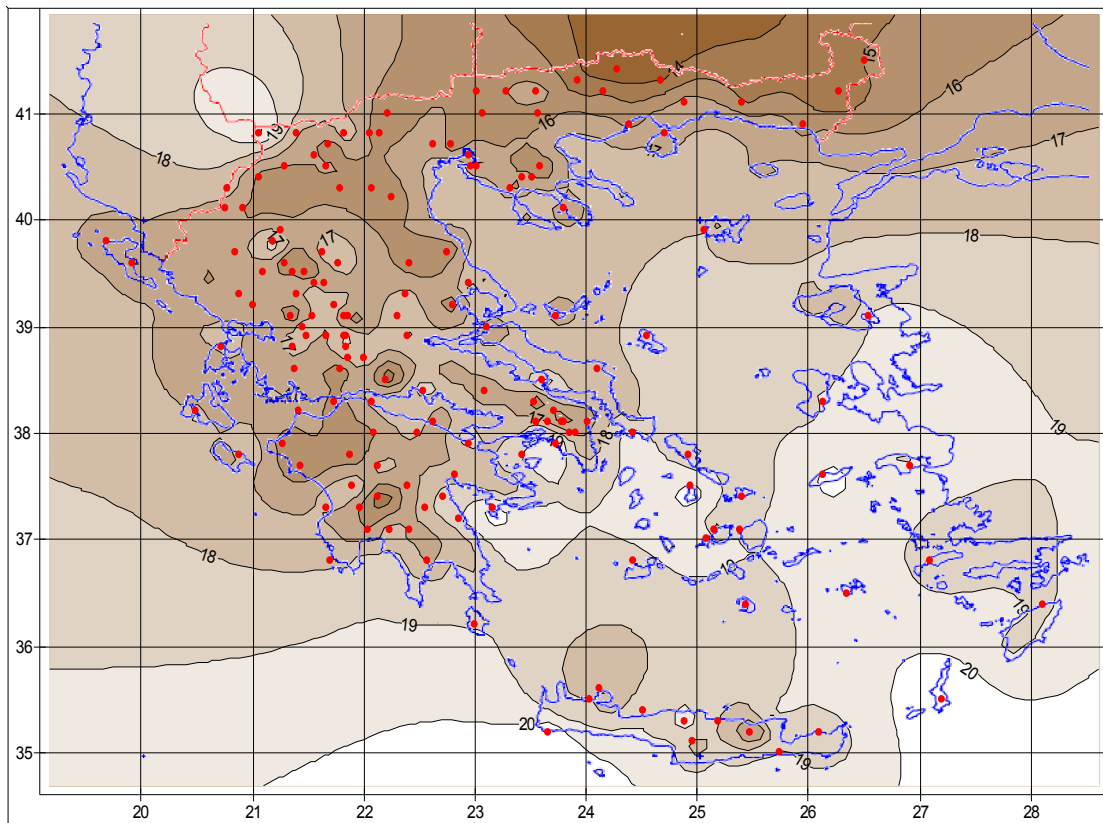
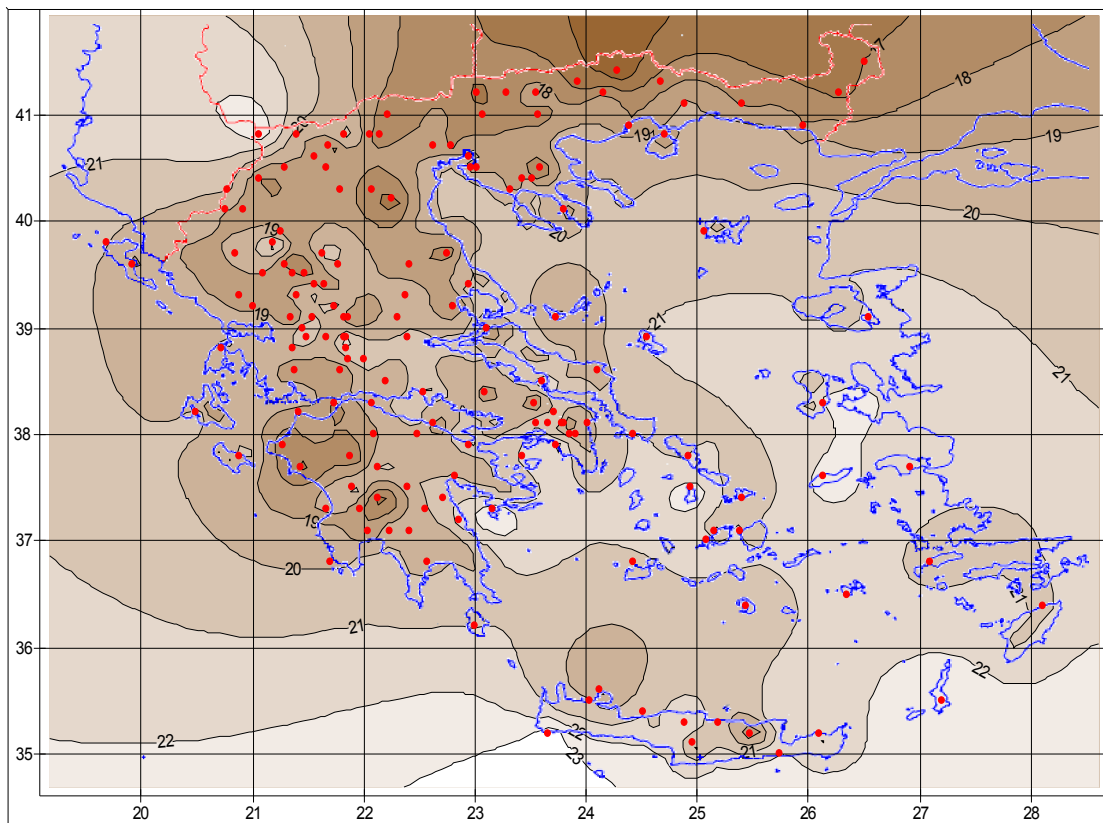
**Σχήμα 13:** Αναγωγή της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας ( $T_n$ ) στο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας και σε πεδινό έδαφος, μέσω των συντελεστών  $\gamma$  και  $h$  των εξισώσεων του Πίνακα 5 και διανομή της στον ελλαδικό χώρο.

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ (Αναγωγή  $T_h$  σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)ΜΑΡΤΙΟΣ (Αναγωγή  $T_h$  σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)

Σχήμα 13 (συνέχεια).

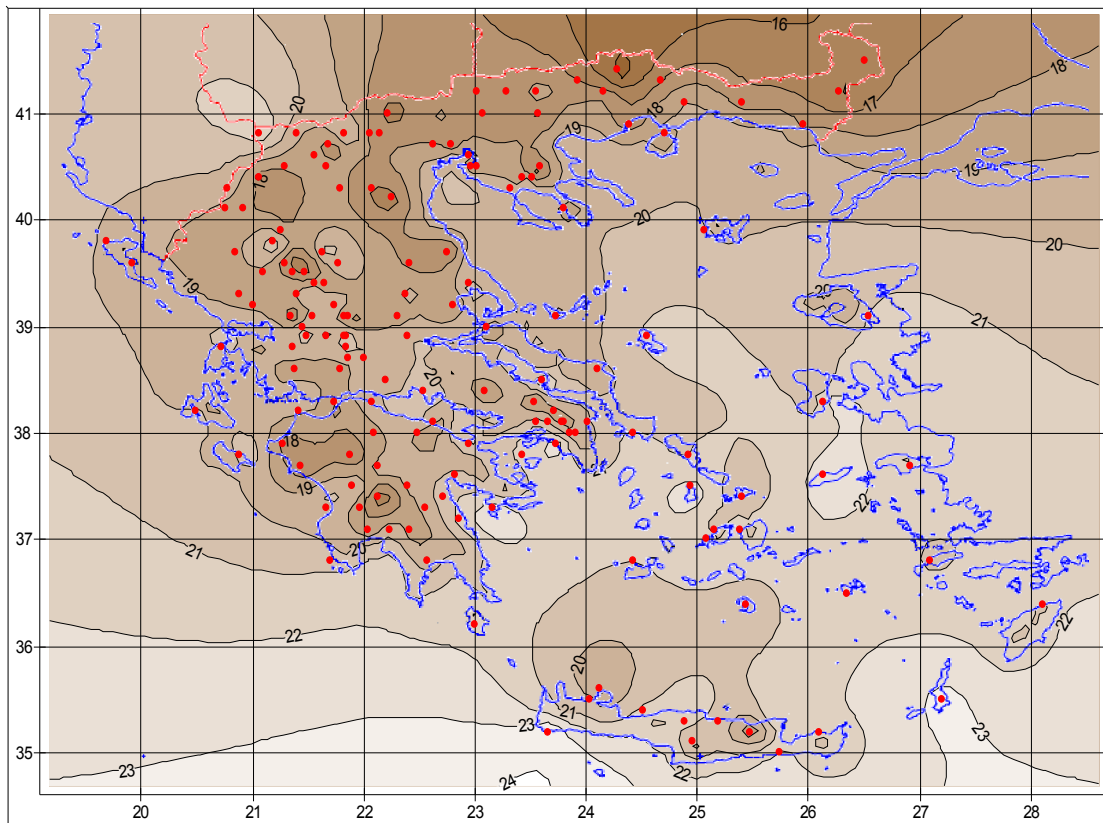
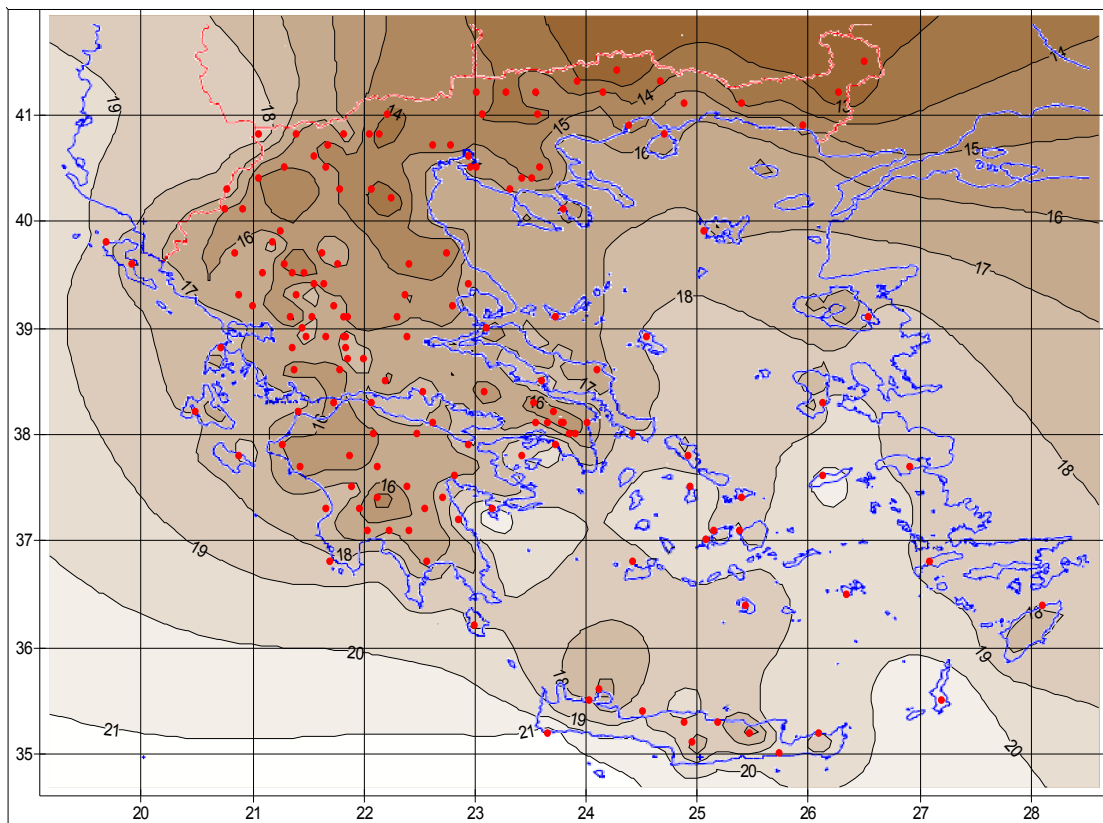
ΑΠΡΙΛΙΟΣ (Αναγωγή Τη σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)ΜΑΪΟΣ (Αναγωγή Τη σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)

Σχήμα 13 (συνέχεια).

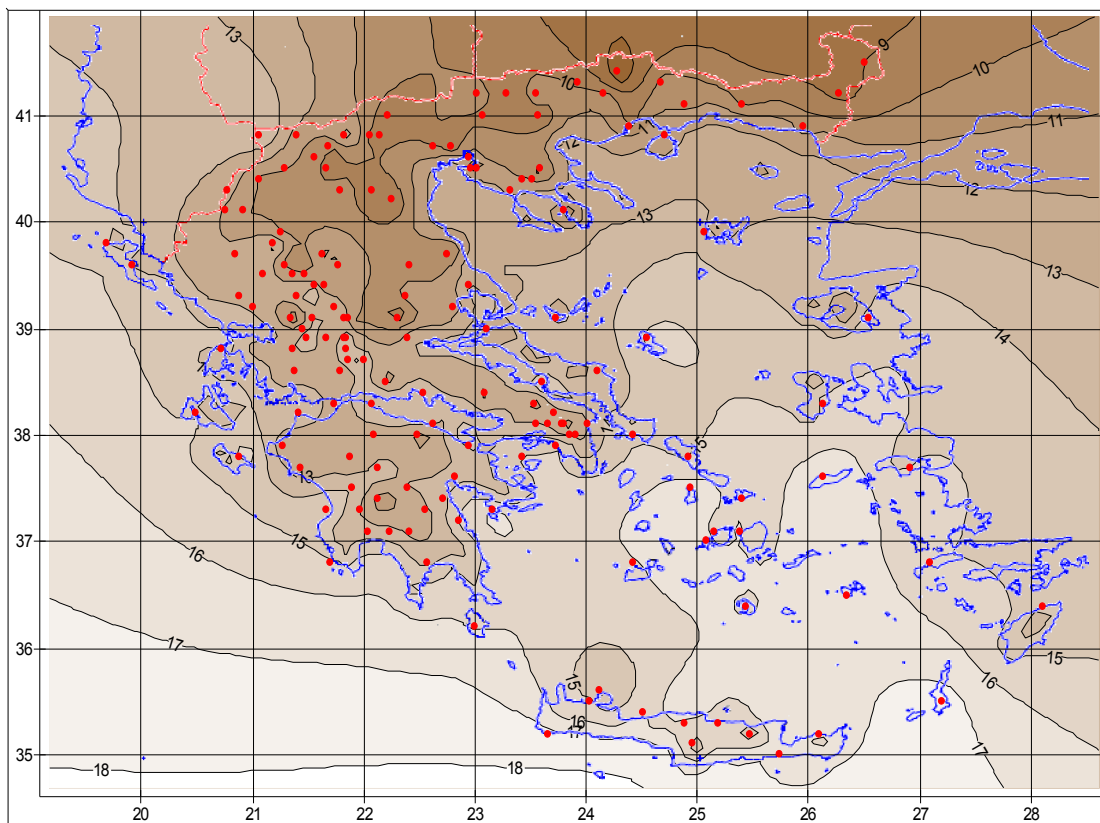
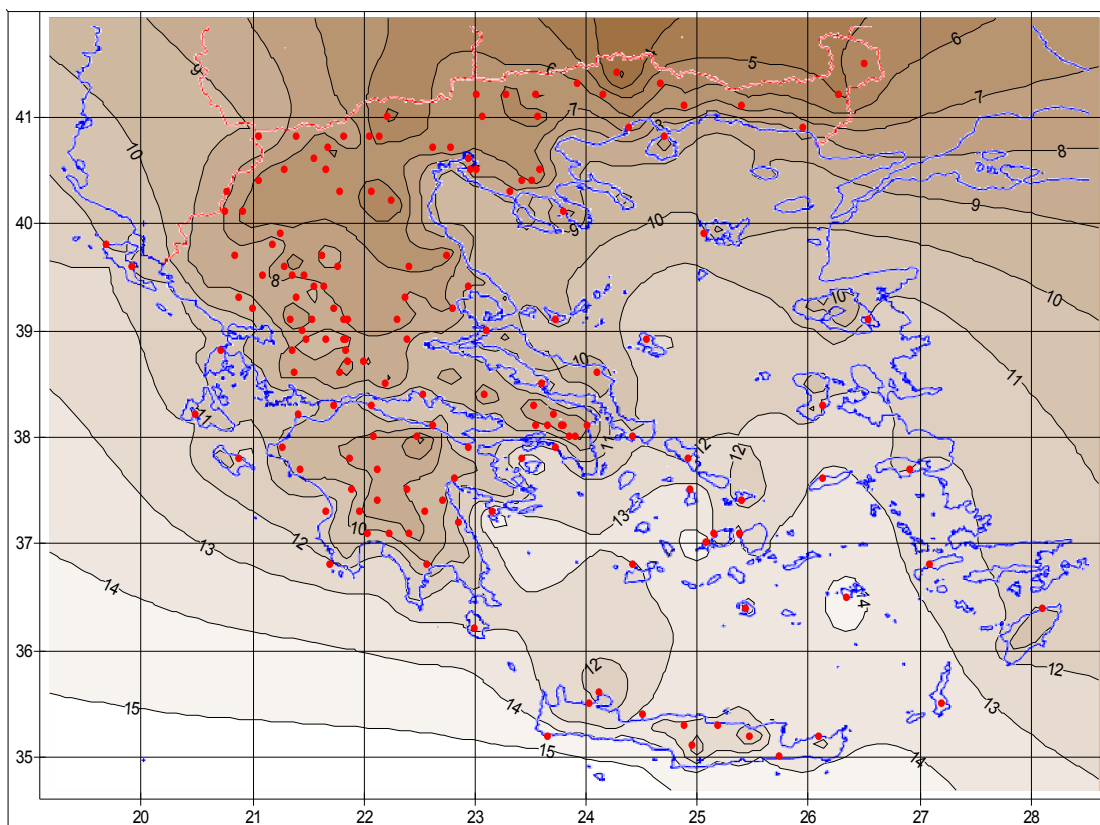
ΙΟΥΝΙΟΣ (Αναγωγή Τη σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)ΙΟΥΝΙΟΣ (Αναγωγή Τη σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)

Σχήμα 13 (συνέχεια).

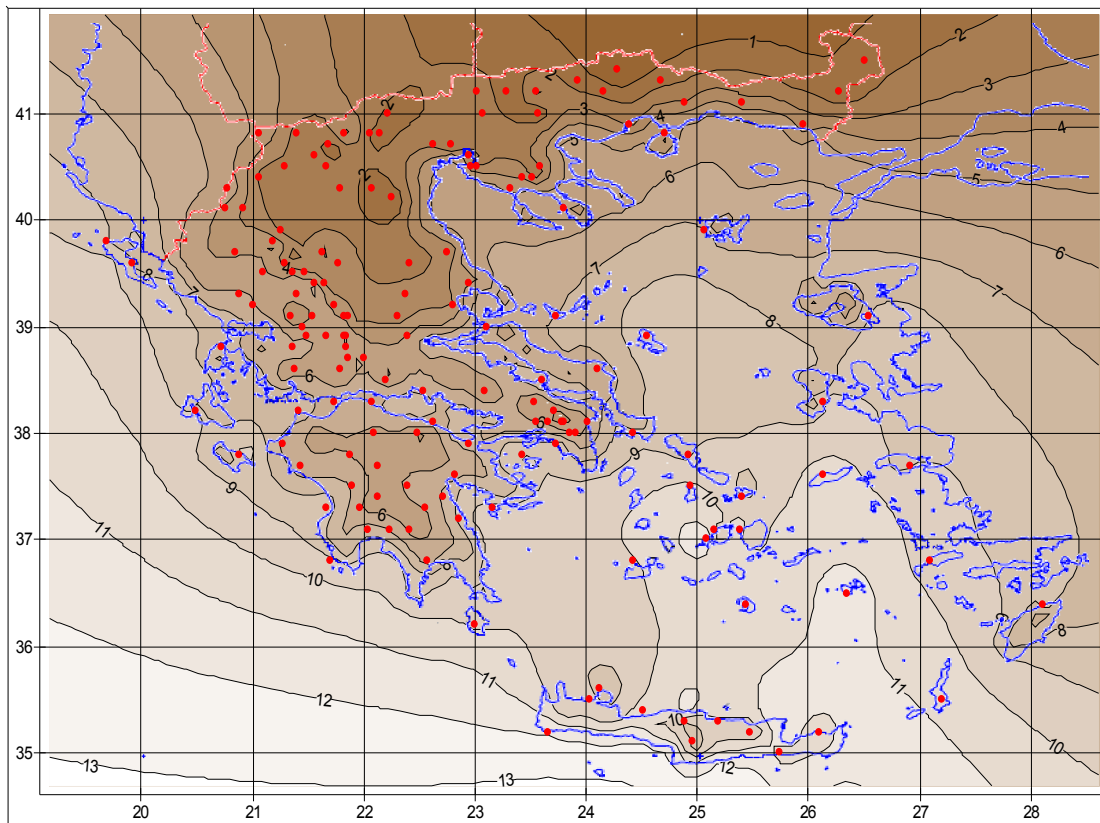
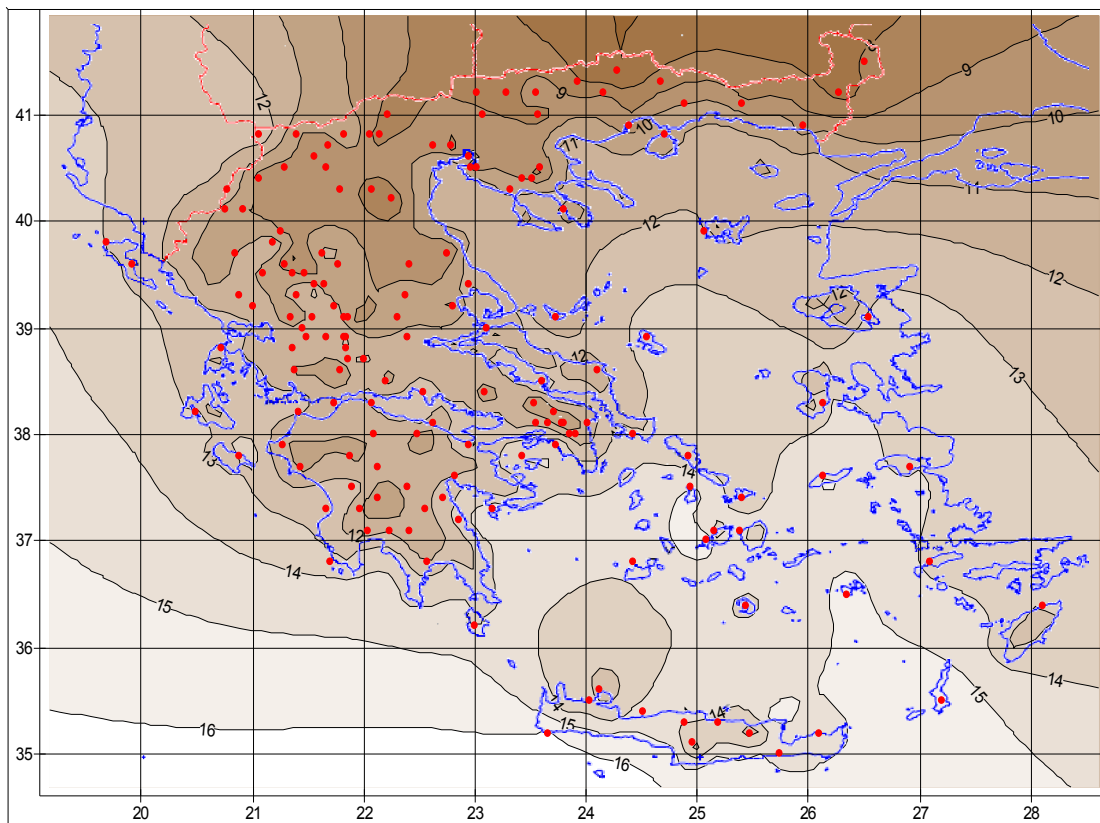


ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ (Αναγωγή  $T_h$  σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ (Αναγωγή  $T_h$  σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)

Σχήμα 13 (συνέχεια).

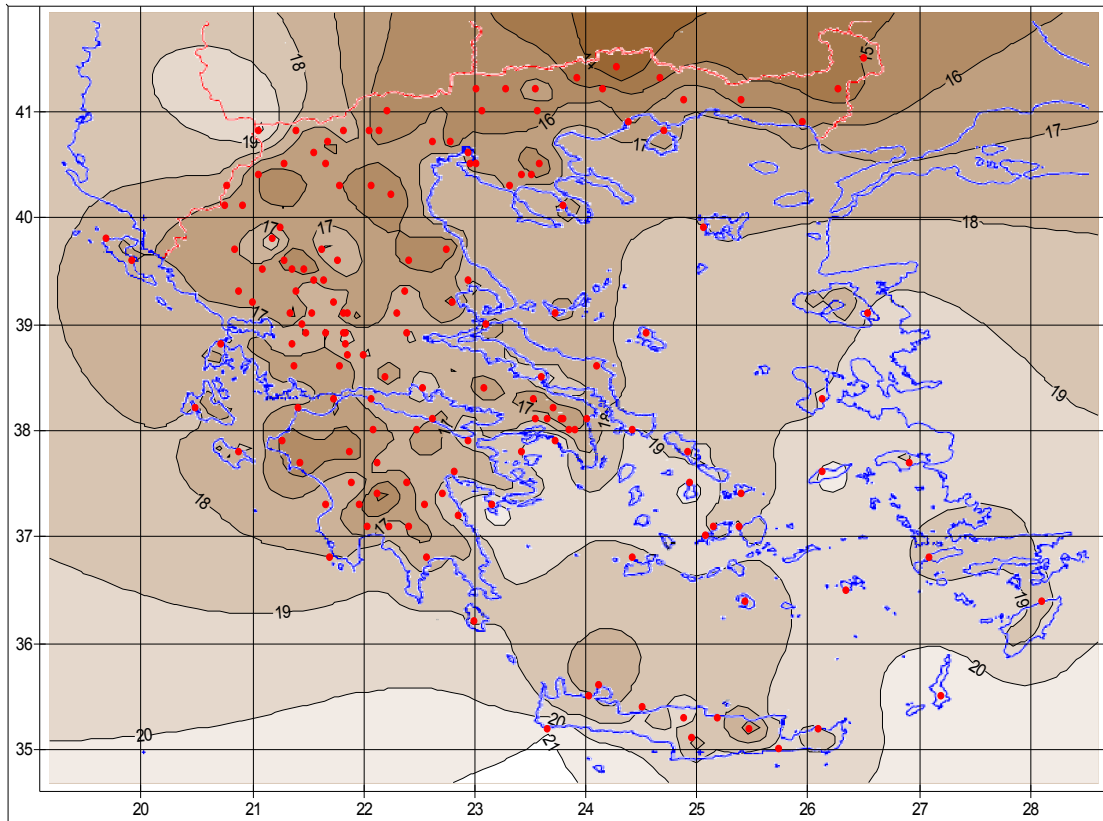
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ (Αναγωγή Τη σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ (Αναγωγή Τη σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)

Σχήμα 13 (συνέχεια).

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ (Αναγωγή Τη σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)ΕΤΟΣ (Αναγωγή Τη σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)

Σχήμα 13 (συνέχεια).



ΜΑΪΟΣ-ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ (Αναγωγή  $T_n$  σε  $z=0$  m και  $\Delta z=0$  m)

Σχήμα 13 (συνέχεια).

Με ίδιο τρόπο έχουν χαραχθεί και ισόθερμες της  $T_n(Z=0)$  κάθε μήνα στο σχήμα 13, μόνο που εδώ ήταν αναγκαία και μια ακόμα αναγωγή, η αναγωγή της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας σε επίπεδο έδαφος ( $\Delta z=0$  m), μέσω της σχέσης  $T_n(Z=0)=T_n(Z)-\gamma*Z-h*\Delta z^{0,5}$ . Για παράδειγμα, για το μήνα Ιούλιο και για την αναγωγή της  $T_n$  κάθε σταθμού σε  $Z=0$  m χρησιμοποιήθηκε η σχέση  $T_n(Z=0)=T_n(Z)+0,0088*Z-0,213*\Delta z^{0,5}$ .

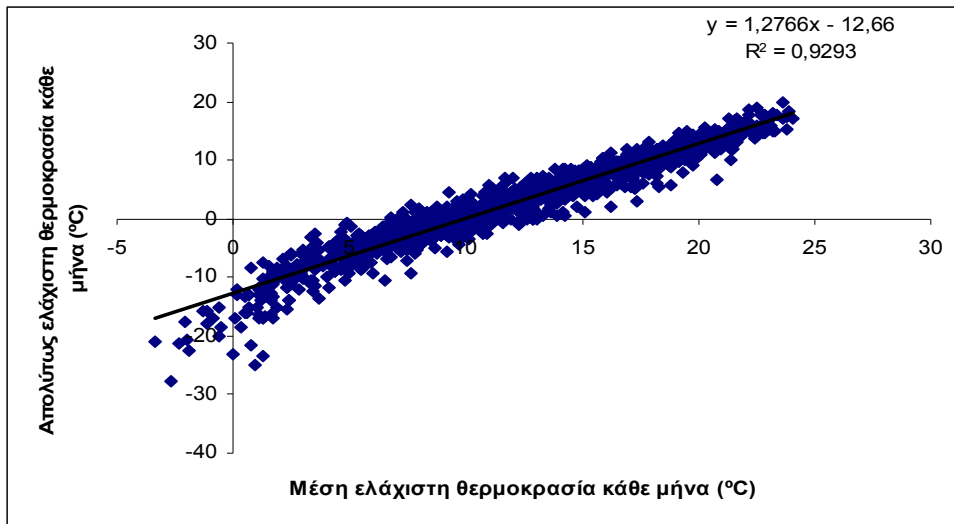
Τα σχήματα 11 και 13 έγιναν με σκοπό να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των  $T_x$  και  $T_n$  σε οποιοδήποτε σημείο του ελλαδικού χώρου μέσω των εξισώσεων  $T_x(Z)=T_x(Z=0)+\gamma*Z$  και  $T_n(Z)=T_n(Z=0)+\gamma*Z+h*\Delta z^{0,5}$  υπολογίζοντας μόνο τις μεταβλητές  $Z$  και  $\Delta z$  της περιοχής ενδιαφέροντος από τοπογραφικούς χάρτες και τις τιμές  $T_x(Z=0)$  και  $T_n(Z=0)$  για την ίδια περιοχή από τους χάρτες αυτών των σχημάτων. Η προτεινόμενη μεθοδολογία είναι σαφώς ευκολότερη και ενδεχομένως ακριβέστερη από τη χρήση των εξισώσεων παλινδρόμησης του πίνακα 5. Ο ακριβέστερος υπολογισμός των  $T_x$  και  $T_n$  έγκειται στο γεγονός, ότι η γεωγραφική διανομή των  $T_x(Z=0)$  και  $T_n(Z=0)$ , όπως απεικονίζεται στα σχήματα 11 και 13, δεν είναι εφικτό να προσεγγισθεί με μεγάλη επιτυχία από πολυωνμικά αναπτύγματα τρίτης τάξης του γεωγραφικού μήκους και πλάτους. Αν και ο βαθμός επιτυχίας της μεθόδου δεν μπορεί να εξακριβωθεί, καθώς δεν ήταν δυνατή η επιλογή ενός ικανού τυχαίου δείγματος από το σύνολο των 159 σταθμών για σύγκριση των εκτιμηθέντων θερμοκρασιών με τις πραγματικές τους τιμές (κατ' αντιστοιχία με την εργασία του Γκουβά κ.ά. (2007) για τα κατακρημνίσματα του ελλαδικού χώρου), εντούτοις ο υπολογισμός των  $T_x$  και  $T_n$  μέσω της προτεινόμενης μεθόδου για τις περιοχές ενδιάμεσα των 159 σταθμών δίνει περίπου ίδιες τιμές με εκείνες των εξισώσεων παλινδρόμησης του πίνακα 5, όταν στις τελευταίες προστεθούν τα υπόλοιπα των εξισώσεων παλινδρόμησης από τα σχήματα 9 και 10.

Με τον όρο «**αναγωγή της θερμοκρασίας**» ενός τόπου σε υψόμετρο  $Z=0$  m εννοούμε τον υπολογισμό της θερμοκρασίας που θα είχε ο ίδιος τόπος, αν βρισκόταν σε υψόμετρο 0 m, θεωρώντας όμως ίδια την τοπογραφική διαμόρφωση περιμετρικά αυτού. Αυτό φυσικά δεν σημαίνει, ότι όλη η χώρα θεωρείται πεδινή με υψόμετρο 0 m, διότι τότε η διανομή των ισοθέρμων θα ήταν λιγότερο περίπλοκη. Για παράδειγμα, η αναγωγή της θερμοκρασίας του μετεωρολογικού σταθμού Τριπόλεως σε  $Z=0$  m δίνει τη θερμοκρασία, που θα είχε η Τρίπολη, αν αντί του οροπεδίου βρισκόταν σε πεδιάδα με την ίδια ορογραφική διαμόρφωση περιμετρικά της. Κατά συνέπεια, οι χάρτες των σχημάτων 11 και 13 πέρα από την πρακτική τους αξία έχουν και θεωρητική, διότι για να συγκριθεί η μέση θερμοκρασία δυο τόπων διαφορετικού υψομέτρου, πρέπει να γίνει αναγωγή των τιμών της σε ένα κατά συνθήκη υψόμετρο, το οποίο είναι συνήθως η μέση στάθμη της θάλασσας (Λιβαδάς 1980), δηλαδή  $Z=0$  m. Έτσι, μελετώντας στο σχήμα 11 τη διανομή της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας του Ιανουαρίου, μετά την αναγωγή της σε  $Z=0$  m, γίνεται φανερό ότι στην περιοχή της Πίνδου οι ισόθερμες είναι πιο πυκνές και τείνουν να γίνουν παράλληλες με την οροσειρά. Το γεγονός αυτό φανερώνει τον πολύ γνωστό κλιματικό της ρόλο, δηλαδή ότι αποτελεί το τείχος προστασίας της δυτικής Ελλάδας από τους ψυχρούς Β και ΒΑ ανέμους, με αποτέλεσμα τα παράλια του Αιγαίου να είναι  $2^{\circ}\text{C}$  έως  $3^{\circ}\text{C}$  ψυχρότερα από εκείνα του Ιονίου με ίδιο γεωγραφικό πλάτος. Παρόμοιος είναι ο ρόλος των ορεινών όγκων της Πελοποννήσου, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη σχετικά υψηλών θερμοκρασιών στις ΝΔ περιοχές της, αλλά και της οροσειράς της Ροδόπης στη Θράκη. Κατά συνέπεια, η ψυχρότερη περιοχή της Ελλάδας κατά τον Ιανουάριο είναι η πεδιάδα του Έβρου και η θερμότερη η πεδιάδα της Μεσαράς στην Κρήτη. Δευτερεύοντα ελάχιστα και μέγιστα γύρω από μεμονωμένους σταθμούς οφείλονται ενδεχομένως και στη μικρή χρονοσειρά μετρήσεων θερμοκρασίας των σταθμών αυτών.

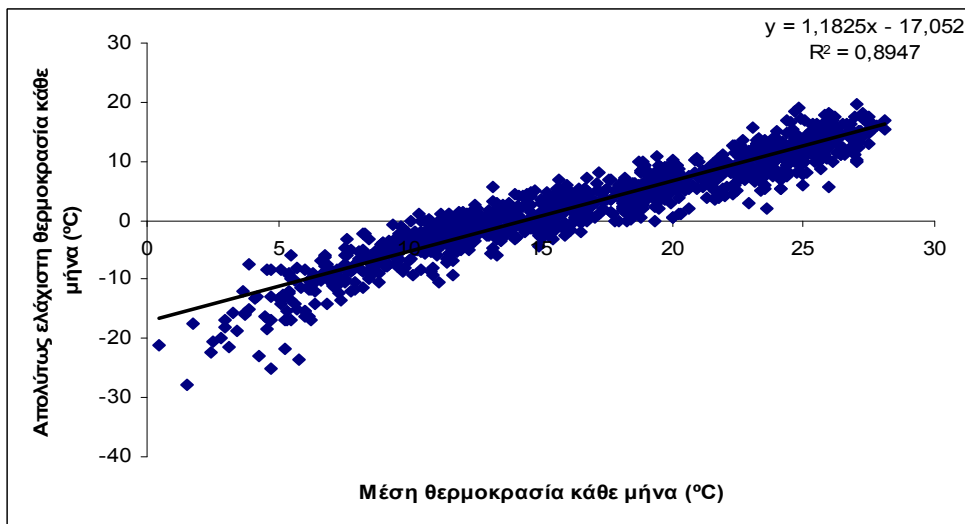
Διαφορετική είναι η διανομή των ισοθέρμων τον Ιούλιο (σχήμα 11). Παρατηρείται σαφής αύξηση της θερμοκρασίας από τα παράλια προς την ενδοχώρα, με μεγαλύτερη πυκνότητα των ισοθέρμων κοντά στα παράλια. Το φαινόμενο δεν οφείλεται μόνο στη θέρμανση του, κινούμενου από τη θάλασσα προς το εσωτερικό της χώρας, ατμοσφαιρικού αέρα, αλλά και στη θέρμανσή του λόγω μίξης με υψηλότερα ατμοσφαιρικά στρώματα, στα οποία η θερμοκρασία μειώνεται με μικρότερο ρυθμό από τη λεγόμενη ξηρή αδιαβατική θερμοβαθμίδα ( $-1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ).

Τα κύρια μέγιστα ( $>35^{\circ}\text{C}$ ) εμφανίζονται στο κεντροδυτικά τμήματα της Πελοποννήσου, της Στερεάς και της Θεσσαλίας, καθώς και στο εσωτερικό της Ηπείρου, ενώ τα κύρια ελάχιστα ( $<29^{\circ}\text{C}$ ) εμφανίζονται τόσο στα κεντρικότερα τμήματα του Αιγαίου, όσο και στο ΝΔ άκρο της Πελοποννήσου (σταθμός Μεθώνης). Γενικά, οι χαμηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται στους παραθαλάσσιους σταθμούς, όπου ο επικρατών άνεμος πνέει με σχετικά μεγάλη ένταση από τη θάλασσα προς την ξηρά (Νάξος, Αντίπαρος, Μεθώνη). Στους παραλιακούς σταθμούς, όπου ο επικρατών άνεμος πνέει από την ξηρά προς τη θάλασσα (όπως στη νότια Κρήτη), καθώς και στα παράλια των μεγάλων κόλπων (Κορινθιακού, Σαρωνικού, Β. Ευβοϊκού κλπ) η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι κάπως υψηλότερη από τα ανοιχτά πελάγη. Άξιο παρατήρησης είναι το δευτερεύον ελάχιστο στην περιοχή του Ασπροποτάμου (κεντρική Πίνδος), που πιθανόν να οφείλεται στις συχνές θερμικές καταιγίδες κατά τη διάρκεια του θέρους (Στάθης 1998) ή ακόμα και στα εκτεταμένα δάση της περιοχής.

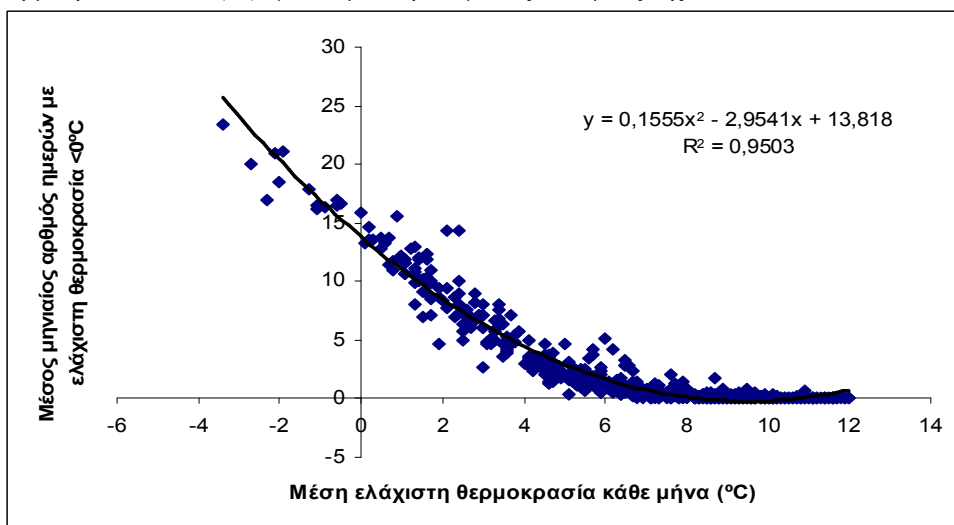
Ίδια περίπου εικόνα με εκείνης του Ιουλίου παρουσιάζει διανομή των ισοθέρμων της  $T_x(Z=0)$  από το Μάιο έως το Σεπτέμβριο, η δε του Ιανουαρίου από το Νοέμβριο έως το Φεβρουάριο, ενώ εκείνη των υπολοίπων μηνών παρουσιάζει ενδιάμεσα χαρακτηριστικά.



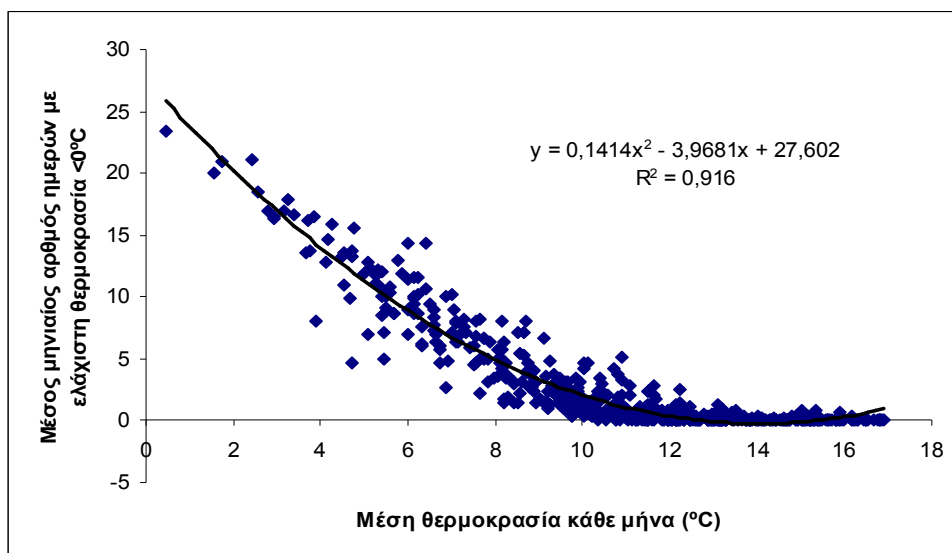
**Σχήμα 14:** Σχέση της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας κάθε μήνα ( $T_n$  σε  $^{\circ}\text{C}$ ) με την απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία αυτού ( $^{\circ}\text{C}$ ), για 94 μετεωρολογικούς σταθμούς της ΕΜΥ.



**Σχήμα 15:** Σχέση της μέσης θερμοκρασίας κάθε μήνα ( $T$  σε  $^{\circ}\text{C}$ ) με την απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία αυτού ( $^{\circ}\text{C}$ ), για 94 μετεωρολογικούς σταθμούς της ΕΜΥ.



**Σχήμα 16:** Σχέση της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας κάθε μήνα ( $T_n$  σε  $^{\circ}\text{C}$ ) με το μέσο μηνιαίο αριθμό ημερών παγετού, για 94 μετεωρολογικούς σταθμούς της ΕΜΥ. Για καλύτερη προσαρμογή της γραμμής παλινδρόμησης αφαιρέθηκαν από το διάγραμμα οι τιμές με  $T_n > 12^{\circ}\text{C}$ , που αντιστοιχούσαν μηδενικές τιμές του άξονα  $y$ .



**Σχήμα 17:** Σχέση της μέσης θερμοκρασίας κάθε μήνα ( $T$  σε  $^{\circ}\text{C}$ ) με το μέσο μηνιαίο αριθμό ημερών παγετού, για 94 μετεωρολογικούς σταθμούς της ΕΜΥ. Για καλύτερη προσαρμογή της γραμμής παλινδρόμησης αφαιρέθηκαν από το διάγραμμα οι τιμές με  $T > 17^{\circ}\text{C}$ , που αντιστοιχούσαν μηδενικές τιμές του άξονα  $y$ .

Όσον αφορά τη διανομή της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας αναγόμενης σε  $Z=0$  m, αυτή παρουσιάζει τάση μείωσης προς το εσωτερικό της χώρας, όπως άλλωστε αναμενόταν. Μάλιστα, τους θερινούς μήνες παρατηρείται μια μετατόπιση των τοπικών ελάχιστων των ισοθέρμων προς τα δυτικά, πιθανότατα λόγω της επικράτησης του μετεωριού στην ανατολική Ελλάδα, το οποίο παρεμποδίζει τις νυχτερινές αναστροφές της θερμοκρασίας.

Από τη στιγμή που μπορεί να υπολογιστεί προσεγγιστικά η μέση και η μέση ελάχιστη θερμοκρασία κάθε μήνα, είναι δυνατό με τη βοήθειά τους να εκτιμηθούν, σε κάποιο βαθμό, οι απολύτως ελάχιστες θερμοκρασίες, καθώς και ο μέσος αριθμός ημερών παγετού αυτού σε οποιαδήποτε τοποθεσία, η γνώση των οποίων είναι χρήσιμη για τις αναδασώσεις και τους δασοκομικούς χειρισμούς.

Στα σχήματα 14-17 δίνεται η σχέση της μέσης ( $T$ ) και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας ( $T_n$ ) με την απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία και το μέσο αριθμό ημερών παγετού (δηλαδή των ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία κάτω των  $0^{\circ}\text{C}$ ) κάθε μήνα στον ελλαδικό χώρο, χρησιμοποιώντας δεδομένα 94 μετεωρολογικών σταθμών της ΕΜΥ. Αν και αυτές καθ' αυτές οι εξισώσεις παλινδρόμησης, που δίνονται στα διαγράμματα των ίδιων σχημάτων, μικρή αξία έχουν εξαιτίας των μεγάλων αποκλίσεων (ακόμα και  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ) των παρατηρήσεων από τις γραμμές παλινδρόμησης, με τη βοήθεια, ωστόσο, των ίδιων των αποκλίσεων απορρέουν πολύτιμες πληροφορίες, όπως:

- 1) Για τους μήνες με  $T_n < 7^{\circ}\text{C}$  ή  $T < 9^{\circ}\text{C}$  οι απολύτως ελάχιστες θερμοκρασίες είναι πάντα  $< 0^{\circ}\text{C}$ . Αντίθετα, για τους μήνες με  $T_n > 14^{\circ}\text{C}$  ή  $T > 19^{\circ}\text{C}$  δεν υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης μερικού παγετού.
- 2) Για τους μήνες με  $T_n < 9^{\circ}\text{C}$  ή  $T < 13^{\circ}\text{C}$  υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης μερικού παγετού σχεδόν κάθε χρόνο τον ίδιο μήνα.
- 3) Η  $T_n$  αποτελεί προφανώς καλύτερο δείκτη των βλαπτικών, για τα φυτά, χαμηλών θερμοκρασιών, των παρατηρούμενων κατά την διάρκεια παγετών τις πρώτες πρωινές ώρες, σε σχέση με την  $T$ . Ωστόσο, ο αριθμός των ημερών με μέγιστη θερμοκρασία  $< 0^{\circ}\text{C}$  (ολικοί παγετοί), οι συνοδευόμενοι συνήθως από μέτριους και ισχυρούς ανέμους, γεγονός που τους καθιστά ακόμα πιο

βλαπτικούς, εμπεριέχεται (ως πληροφορία) στην  $T_x$  (μέση μέγιστη θερμοκρασία) και κατ' επέκταση στην  $T$ .

### Μέσο ημερήσιο θερμομετρικό εύρος (ΗΘΕ)

Επειδή το μέσο ημερήσιο θερμομετρικό εύρος του ψυχρότερου μήνα λέγεται πως επηρεάζει τη γεωγραφική εξάπλωση των φυτών (Retuerto and Carballeira 1990), κυρίως, όμως, διότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια πρόχειρη εκτίμηση της  $T_n$ , όταν είναι γνωστή η  $T_x$  και το αντίστροφο, είναι χρήσιμο να διερευνηθούν γενικότερα οι μέσες μηνιαίες τιμές του **ημερήσιου θερμομετρικού εύρους (ΗΘΕ)** στην Ελλάδα, δηλαδή της **διαφοράς  $T_x - T_n$** . Για το σκοπό αυτό ήταν αναγκαίος ο διαχωρισμός των 159 σταθμών του πίνακα 2 με μετρήσεις μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας σε παραθαλάσσιους ( $O < 5\text{km}$ ) και χερσαίους ( $O > 5\text{km}$ ), τα δε σημαντικότερα συμπεράσματα, που εξήχθησαν μετά την κατάταξη των σταθμών από τις μικρότερες προς τις μεγαλύτερες τιμές ΗΘΕ, ήταν τα εξής:

- 1) Σε όλους τους σταθμούς οι μικρότερες τιμές ΗΘΕ παρατηρούνται τους χειμερινούς μήνες και οι μεγαλύτερες κατά τους θερινούς, κάτι που αποτελεί κανόνα για τα μέσα και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη (Φλόκας 1990). Σε μερικούς από τους σταθμούς, ιδιαίτερα νησιωτικούς, το ΗΘΕ παίρνει τις μέγιστες τιμές του το Μάιο ή τον Ιούνιο και όχι τον Ιούλιο ή Αύγουστο. Η εξήγηση που μπορεί να δοθεί είναι, ότι τον Ιούλιο και τον Αύγουστο τα μελτέμια σε αυτές τις περιοχές συχνά δεν εξασθενούν τη νύκτα με αποτέλεσμα να μην μπορεί να πέσει αρκετά η ελάχιστη θερμοκρασία.
- 2) Στους σταθμούς των Κυκλάδων, των Κυθήρων, των Σπετσών και της Σκύρου παρατηρούνται οι μικρότερες τιμές ΗΘΕ. Οι τιμές αυτές κυμαίνονται από 4-5°C τους χειμερινούς μήνες και 6-7°C τους θερινούς.
- 3) Στους υπόλοιπους νησιωτικούς σταθμούς, καθώς και στους σταθμούς Μεθώνης, Κυπαρισσίας, Λεωνιδίου, Κορίνθου, Ελληνικού, Χαλκίδας και Βόλου το χειμώνα το ΗΘΕ είναι 5-7°C και κατά το θέρος 7-10°C. Σε όσους από τους προαναφερθέντες σταθμούς υπήρχαν μετρήσεις ταχύτητας ανέμου, η μέση ταχύτητα των ανέμων, τόσο τον Ιανουάριο και τον Ιούλιο είναι >2,5 Beaufort (Ανδρεάκος 1978).
- 4) Στους παραθαλάσσιους σταθμούς του ηπειρωτικού κορμού, ιδιαίτερα εκείνους που βρίσκονται σε κόλπους, καθώς και στους σταθμούς Σούδας, Ρόδου, Αίγινας, Θάσου και Κέρκυρας το ΗΘΕ κυμαίνεται από 7-10°C το χειμώνα μέχρι 11-14°C το θέρος. Οι περισσότεροι από τους σταθμούς αυτούς βρίσκονται σε απόσταση >1 km από την ακτή και η μέση ταχύτητα των ανέμων είναι, συνήθως, <2,5 Beaufort (Ανδρεάκος 1978), σε αντίθεση με τους προαναφερθέντες νησιωτικούς σταθμούς. Όσοι σταθμοί βρίσκονται σε πεδιάδες εκτεινόμενες αρκετά χιλιόμετρα προς το εσωτερικό της ξηράς (π.χ. Αγχίαλος, Μίκρα, Καλαμάτα) παρουσιάζουν και τις υψηλότερες τιμές ΗΘΕ, εξαιτίας των ισχυρών αναστροφών θερμοκρασίας λόγω ακτινοβολίας κατά τις αίθριες και χωρίς άνεμο νύκτες, κάτι που δεν συμβαίνει σε στενές παραθαλάσσιες πεδινές λωρίδες.
- 5) Στους χερσαίους σταθμούς που βρίσκονται, κατά κανόνα, σε κεκλιμένα εδάφη (πλαγιές και ράχες βουνών και λόφων και συνήθως με  $\Delta z > 200\text{m}$ ), το ΗΘΕ λαμβάνει τιμές 4-6°C χειμώνα και 9-12°C το θέρος.
- 6) Στους χερσαίους σταθμούς που βρίσκονται, κατά κανόνα, σε σχεδόν επίπεδα εδάφη (πεδιάδες, κοιλάδες και οροπέδια και συνήθως με  $\Delta z < 200\text{m}$ ), το ΗΘΕ παίρνει τιμές 7-10°C χειμώνα και 11-18°C το θέρος.

Να σημειωθεί, πάντως, ότι οι μέσες μηνιαίες τιμές ΗΘΕ στις κορυφογραμμές των πολύ υψηλών βουνών της χώρας μας πρέπει να είναι μικρότερες και από εκείνες των νησιωτικών σταθμών. Αυτό προκύπτει από τα κλιματικά στοιχεία ([www.wetteronline.de/Europa.htm](http://www.wetteronline.de/Europa.htm) και [www.weatherbase.com](http://www.weatherbase.com)) των μετεωρολογικών σταθμών στις υψηλές κορυφές της Βουλγαρίας και Ρουμανίας (Mussala με υψόμετρο 2925m, Botev με υψόμετρο 2384m, Omu με υψόμετρο 2504m), όπου το ΗΘΕ κυμαίνεται γύρω στους 4-5°C ανεξαρτήτως εποχής. Αντιθέτως, οι τιμές ΗΘΕ στους σταθμούς Σόφιας, Βουκουρεστίου κ.λ.π. κυμαίνονται εντός του εύρους των τιμών ΗΘΕ της κατηγορίας των χερσαίων πεδινών ελληνικών μετεωρολογικών σταθμών, που αναφέρθηκαν παραπάνω. Με άλλα λόγια, οι τιμές του ΗΘΕ σε πολύ υψηλές κορυφές είναι παραπλήσιες ή και μικρότερες των ανεμωδών νησιωτικών σταθμών και είναι προφανές, ότι η ανεμπόδιστη συνεχής πνοή ισχυρών ανέμων, καθώς και η συχνή κάλυψη των κορυφών αυτών από νέφη ευθύνονται για τις εκεί παρατηρούμενες πολύ μικρές τιμές ΗΘΕ.

Προσεκτική μελέτη των κλιματικών δεδομένων 483 σταθμών από όλο τον κόσμο (Pearce and Smith 1990) δείχνει, ότι οι μέσες μηνιαίες τιμές ΗΘΕ σε παγκόσμιο επίπεδο κυμαίνονται συνήθως εντός του εύρους τιμών 4-18°C των ελληνικών σταθμών. Τιμές ΗΘΕ  $\leq 3^\circ\text{C}$  σπανίζουν πολύ και αυτές παρατηρούνται, κυρίως, σε νησιωτικούς σταθμούς (Honolulu HAWAIIAN ISLANDS, Port Victoria SEYCHELLES, Copenhagen DENMARK). Το ίδιο σπάνια, οι μέσες τιμές ΗΘΕ ξεπερνούν τους 18°C, κυρίως σε περιοχές με υγρό-ξηρό τροπικό κλίμα, όπως σε Parana BRAZIL (17-22°C), Lubumbashi ZAÏRE (11-20°C), Cusco PERU (13-22°C), ή σε περιοχές με ξηρό (στεππικό ή ερημικό) κλίμα, όπως σε Riyadh SAUDI ARABIA (12-18°C), Kandahar AFGHANISTAN (14-20°C), Faya CHAD (17-20°C), και Las Vegas USA (17-21°C). Στις τροπικές περιοχές με υγρή και ξηρή εποχή, οι μέγιστες τιμές ΗΘΕ παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της ξηρής εποχής. Στη δυτική και κεντρική Ευρώπη το ΗΘΕ παίρνει, συνήθως, τιμές 4-6°C το χειμώνα και 7-12°C (σπάνια 15°C) το καλοκαίρι. Τέλος, ενώ θα περίμενε κανείς το ΗΘΕ να παρουσιάζει πολύ μικρές ή μηδενικές τιμές στα πολύ μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, λόγω της μεγάλης διάρκειας της νύκτας κατά το χειμώνα και της ημέρας κατά το θέρος, εντούτοις αυτό κυμαίνεται από 3°C έως 12°C ανεξαρτήτως εποχής, π.χ. Spitzbergen NORWAY, Thule GREENLAND, Arctic Bay CANADA.

Οι παράγοντες, που ευθύνονται για τη διαφοροποίηση του ΗΘΕ από περιοχή σε περιοχή, είναι (Λιβαδάς 1980, Μαχαίρας και Μπαλαφούτης 1984, Φλόκας 1990, Νιάχου 1997):

1) Το γεωγραφικό πλάτος και η εποχή. Επειδή το ΗΘΕ επηρεάζεται από τη διάρκεια της ημέρας και της νύκτας, γι' αυτό και οι τιμές του είναι μεγαλύτερες κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου και μικρότερες κατά την ψυχρή περίοδο στα μέσα και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Το ίδιο ισχύει και για τον ελλαδικό χώρο, όπως προαναφέρθηκε. Για τον ίδιο λόγο θεωρείται ότι το ΗΘΕ αυξάνεται από τους πόλους προς τον ισημερινό. Για την Ελλάδα, ωστόσο και με βάση τα δεδομένα των υπό μελέτη 159 σταθμών, δεν βρέθηκε η ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ των μέσων μηνιαίων τιμών ΗΘΕ και του γεωγραφικού πλάτους, με εξαίρεση τις μέσες τιμές ΗΘΕ των παράκτιων σταθμών κατά τους θερινούς μήνες, που παραδόξως αυξάνονται με την αύξηση του γεωγραφικού πλάτους ( $R=0,40$ ). Αυτό συμβαίνει, επειδή οι περισσότεροι νησιωτικοί σταθμοί με μικρές τιμές ΗΘΕ, είναι συγκεντρωμένοι στο κεντρικό και νότιο Αιγαίο.

2) Η νέφωση και ο άνεμος. Οι τιμές του ΗΘΕ κατά τη διάρκεια νεφοσκεπών ημερών είναι μικρότερες από εκείνες των αίθριων ημερών. Γενικά, η πυκνή χαμηλή νέφωση και η ομίχλη δεν επιτρέπουν την ισχυρή ψύξη του εδάφους και του αέρα κατά τη διάρκεια της νύκτας και τη θέρμανσή τους κατά την ημέρα. Η επίδρασή τους στο

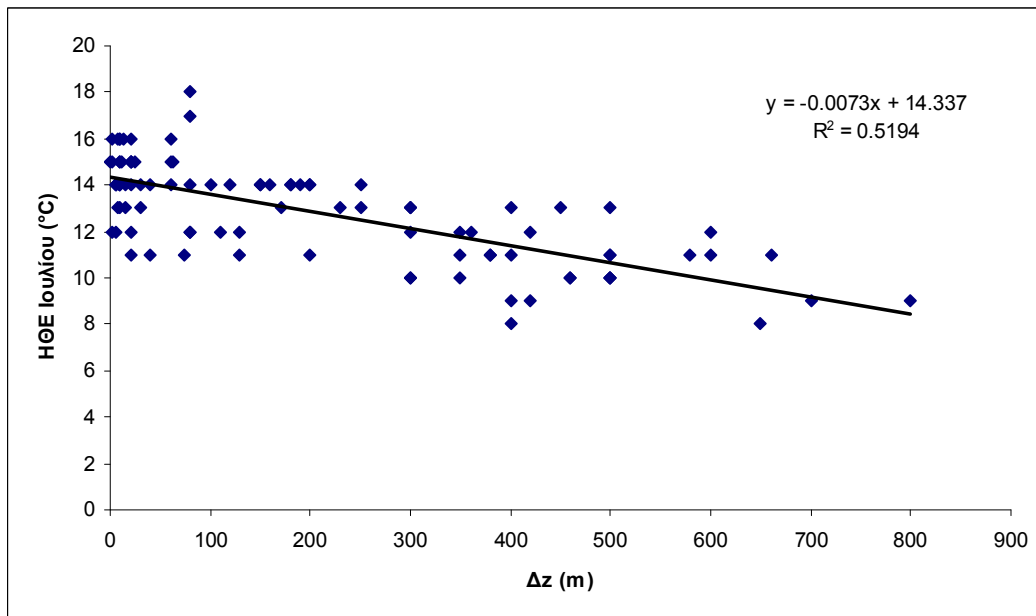
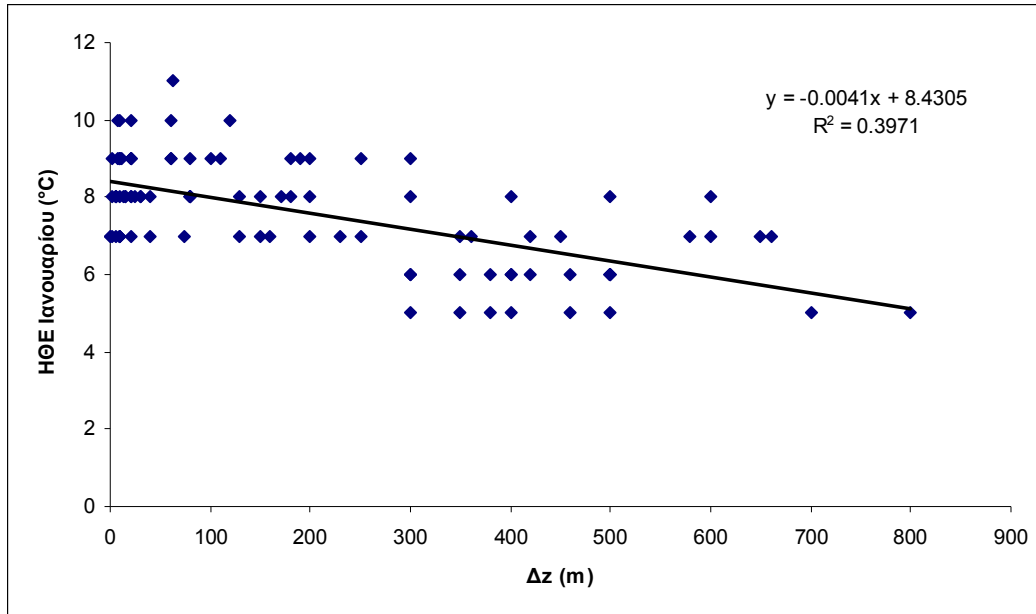
HΘΕ γίνεται φανερή κυρίως στις τροπικές περιοχές, όπου κατά την υγρή περίοδο του έτους παρατηρούνται χαμηλότερες τιμές HΘΕ σε σχέση με την ξηρή περίοδο. Επίσης, κατά τη διάρκεια μιας ημέρας με μέτριους ή ισχυρούς ανέμους το ημερήσιο θερμομετρικό εύρος είναι μικρότερο από τις ημέρες με άπνοια, εξαιτίας των προκαλούμενων ισχυρών αναταράξεων των επιφανειακών στρωμάτων του αέρα, που παρεμποδίζουν τη δημιουργία και διατήρηση θερμοκρασιακών αναστροφών τις νυκτερινές και πρώτες πρωινές ώρες σε πεδιάδες, κοιλάδες και οροπέδια, με αποτέλεσμα τη μη σημαντική πτώση της θερμοκρασίας (όταν φυσικά ο ουρανός είναι αίθριος) και, συνεπώς, τις μειωμένες τιμές HΘΕ. Αυτό, όμως, ισχύει για τα μικρά και μέσα γεωγραφικά πλάτη. Στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη συμβαίνει ο άνεμος να αυξάνει το HΘΕ, που κανονικά θα έπρεπε να είναι πολύ μικρό λόγω της μεγάλης διάρκειας της ημέρας ή της νύκτας και του μικρού ύψους του ηλίου στον ουρανό, διότι καταστρέφει τις αντικυκλωνικές αναστροφές κατά την πνοή του, προκαλώντας μεταβολή (αύξηση) της θερμοκρασίας. Επίσης, το φαινόμενο της εισβολής θερμότερων ή ψυχρότερων αερίων μαζών αποτελεί έναν ακόμα αίτιο μεταβολής της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του 24ωρου στα μέσα και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη και, συνεπώς, αύξησης του HΘΕ σε αυτές τις περιοχές (Landsberg 1969-1984). Στο ίδιο φαινόμενο πρέπει να οφείλονται και οι αυξημένες τιμές HΘΕ το χειμώνα στις κεντρικές και τις ανατολικές ΗΠΑ σε σχέση με τη δυτική και κεντρική Ευρώπη (δεδομένα από Pearche and Smith 1990). Πάντως, όσον αφορά τη χώρα μας, οι μέσες μηνιαίες τιμές της νέφωσης και της ταχύτητας του ανέμου δεν σχετίζονται με τις μέσες μηνιαίες τιμές HΘΕ. Λογικά, πρέπει τα αίτια να αναζητηθούν στη μέση ταχύτητα του ανέμου και στη μέση κάλυψη των κατωτέρων νεφών περί την ώρα της ανατολής του ήλιου, αλλά τέτοια κλιματικά δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα.

3) Η φύση του εδάφους και η βλάστηση. Το HΘΕ είναι μικρότερο σε περιοχές που καλύπτονται από εκτεταμένη και πυκνή βλάστηση σε σχέση με περιοχές με αραιή βλάστηση, διότι η θέρμανση και η ψύξη του εδάφους είναι πολύ μικρότερη στην πρώτη περίπτωση. Επιπλέον, οι τιμές του HΘΕ είναι μεγαλύτερες πάνω από εδάφη με μικρή θερμική αγωγιμότητα, καθώς και πάνω από ξηρά εδάφη.

4) Γεωγραφική θέση. Οι παραθαλάσσιες περιοχές παρουσιάζουν μικρότερα HΘΕ από τις ηπειρωτικές, εξαιτίας της μεγαλύτερης θερμοχωρητικότητας και διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της θάλασσας σε σχέση με την ξηρά, καθώς και της ανάμιξης των επιφανειακών υδάτων με στρώματα νερού από διαφορετικά βάθη.

5) Το ανάγλυφο της περιοχής (τοπογραφική διαμόρφωση). Είναι, ίσως, ο σημαντικότερος παράγοντας διαμόρφωσης του HΘΕ, τουλάχιστον για τα δικά μας γεωγραφικά πλάτη. Στους σταθμούς που βρίσκονται σε σχεδόν επίπεδα εδάφη (πεδιάδες, κοιλάδες και οροπέδια), ο αέρας λιμνάζει τις νήνεμες και αίθριες νύκτες προκαλώντας ισχυρές αναστροφές θερμοκρασίας κατά τις πρώτες πρωινές ώρες και, κατά συνέπεια, μεγαλύτερα HΘΕ σε σχέση με σταθμούς του ίδιου υψομέτρου, αλλά ευρισκόμενους σε κεκλιμένα εδάφη (πλαγιές ή ράχες λόφων ή βουνών). Μία απλή μαθηματική έκφραση της τοπογραφικής διαμόρφωσης, που χρησιμοποιείται στις εξισώσεις παλινδρόμησης των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002) για τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία, είναι η μεταβλητή  $\Delta z$ , όπως έχει γραφτεί και προηγούμενα. Η μεταβλητή  $\Delta z$  σχετίζεται ικανοποιητικά με το μέσο μηνιαίο HΘΕ των χειρσαίων σταθμών ( $R=-0,63$  για τον Ιανουάριο και  $R=-0,72$  για τον Ιούλιο). Η ασθενέστερη συσχέτιση του Ιανουαρίου σε σχέση με του Ιουλίου εξηγείται από τη συχνότερη εμφάνιση ανέμου, νέφωσης και ομίχλης κατά τις νύχτες του χειμώνα, που παρεμποδίζουν του σχηματισμό αναστροφών θερμοκρασίας. Τα διαγράμματα διασποράς, καθώς και οι εξισώσεις απλής γραμμικής παλινδρόμησης για τον Ιανουάριο και τον Ιούλιο δίνονται στο σχήμα 18.





**Σχήμα 18:** Σχέση του μέσου ημερήσιου θερμομετρικού εύρους (HΘΕ) του Ιανουαρίου και του Ιουλίου με την τοπογραφική μεταβλητή  $\Delta z$  για 98 χερσαίους ελληνικούς μετεωρολογικούς σταθμούς.

Από τα διαγράμματα του σχήματος 18 συμπεραίνεται, ότι οι αποκλίσεις των παρατηρούμενων τιμών HΘΕ από τη ευθεία παλινδρόμησης σπάνια ξεπερνούν τους  $2^{\circ}\text{C}$ . Σε αντίθεση με τους χερσαίους σταθμούς, οι παράκτιοι παρουσιάζουν χειρότερες συσχετίσεις μεταξύ  $\Delta z$  και HΘΕ ( $R=-0,33$  για τον Ιανουάριο και  $R=-0,39$  για τον Ιούλιο), ακριβώς διότι οι νυχτερινές αναστροφές θερμοκρασίας λόγω ακτινοβολίας εμφανίζονται μόνο σε σταθμούς πεδιάδων εκτεινόμενων βαθιά στη χέρσο, ή στους σταθμούς που έχουν κάποια απόσταση από τη θάλασσα.

Αν και θεωρείται, ότι το υψόμετρο αποτελεί παράγοντα διαμόρφωσης του HΘΕ, η συσχέτιση μεταξύ των δύο αυτών μεταβλητών είναι γενικά ασθενής ( $R=0,52$  για τον Ιανουάριο και  $R=0,51$  για τον Ιούλιο) για τους 98 χερσαίους σταθμούς και ακόμα μικρότερη ( $R=0,37$  για τον Ιανουάριο και  $R=0,31$  για τον Ιούλιο) για τους 61

παράκτιους. Αν εξαχθούν εξισώσεις γραμμικής παλινδρόμησης για τον υπολογισμό του ΗΘΕ με ανεξάρτητες μεταβλητές το υψόμετρο ( $Z$ ) και τη μεταβλητή  $\Delta z$ , τότε ο συντελεστής παλινδρόμησης της  $Z$  γίνεται στατιστικά ίσος με το 0, που σημαίνει ότι η τοπογραφική διαμόρφωση αποτελεί τον παράγοντα διαμόρφωσης του ΗΘΕ και όχι το υψόμετρο. Συνεπώς, η προαναφερόμενη ασθενής συσχέτιση μεταξύ ΗΘΕ και υψομέτρου οφείλεται, στην πραγματικότητα, στην συσχέτιση μεταξύ υψομέτρου και  $\Delta z$  των χερσαίων σταθμών ( $R=0,71$ ).

6) Προσανατολισμός της πλαγιάς. Επειδή η θέση των σταθμών, που περιλαμβάνονται σε αυτή την εργασία, δεν δίνεται με ακρίβεια μεγαλύτερη του 1' της μοίρας, δεν κατέστη δυνατό να εξακριβωθεί και να μελετηθεί η επίδραση του προσανατολισμού των πλαγιών στο ΗΘΕ. Φαίνεται ωστόσο, ότι οι σταθμοί σε πλαγιές με νότιο και δυτικό προσανατολισμό παρουσιάζουν κάπως μεγαλύτερες μέσες μηνιαίες τιμές ΗΘΕ από σταθμούς ίδιου  $\Delta z$ , αλλά ευρισκόμενους σε πλαγιές βορείου και ανατολικού προσανατολισμού, εξαιτίας της υψηλότερων μέσων μέγιστων θερμοκρασιών, που παρατηρούνται στην πρώτη περίπτωση.

## Κατακρημνίσματα, εξατμισοδιαπνοή, υγρασία εδάφους

Τα χερσαία φυτά προσλαμβάνουν το απαραίτητο γι' αυτά νερό μέσω των ριζών τους από το έδαφος. Με εξαίρεση μια στενή ζώνη γύρω από τις παραποτάμιες και παραλίμινες περιοχές, όπου το λεγόμενο φρεάτιο ύδωρ βρίσκεται σε μικρό βάθος, ο εμπλουτισμός του εδάφους με νερό γίνεται από τα ατμοσφαιρικά **κατακρημνίσματα** ή αλλιώς **υετό** (βροχή, ψεκάδες, χιόνι, χιονόλυτος, χαλάζι κλπ). Οι υδατώδεις ατμοσφαιρικές αποθέσεις (ομίχλη, δρόσος) μικρές ποσότητες νερού μπορούν να αποδώσουν στο έδαφος και μόνο μέχρις ένα βάθος λίγο εκατοστών από την επιφάνεια, ώστε μόνο ξηροφυτική βλάστηση (είδη των γενών Cactus και Agave) μπορούν να συντηρήσουν. Αυτό συμβαίνει σε μερικές παραθαλάσσιες περιοχές ερημικών κλιμάτων, όπως στο δυτικό Περού (Κατσάνος 1981), όπου παρατηρείται πολύ συχνά ο σχηματισμός ομίχλης, εξαιτίας των ψυχρών θαλάσσιων ρευμάτων που τις παραπλέουν. Η λεγόμενη ομιχλοβροχή, δηλαδή το νερό που συλλέγεται από την κόμη των δέντρων και των θάμνων εξαιτίας της πρόσκρουσης των σταγονιδίων της ομίχλης σε αυτήν, αποδίδει μεγάλες ποσότητες νερού στο δασικό έδαφος μόνο στις περιοχές με επαρκές, για τη συντήρηση δασών και θαμνώνων, ύψος βροχής. Οι υλοτομικές επεμβάσεις μειώνουν την επιφάνεια συλλογής των σταγονιδίων της ομίχλης και, συνεπώς, μειώνουν την ομιχλοβροχή (Μπαλούτσος κ.ά. 2005).

Το εδαφικό νερό αποδίδεται πάλι στην ατμόσφαιρα μέσω της εξάτμισης, ενώ το νερό των φυτών μέσω της διαπνοής. Ο συνδυασμός των δύο παραπάνω διαδικασιών καλείται εξατμισοδιαπνοή ή ολική εξάτμιση. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για την έκφραση της διεργασίας της μεταφοράς των υδρατμών στην ατμόσφαιρα από μια εδαφική επιφάνεια που καλύπτεται από βλάστηση (Φλόκας 1990). Η εξατμισοδιαπνοή διακρίνεται σε δυναμική και πραγματική. Σύμφωνα με τον Thornthwaite (Φλόκας 1990), ως **δυναμική εξατμισοδιαπνοή (PE)** ορίζεται η απώλεια νερού, που θα σημειωθεί για τις ανάγκες της βλάστησης, αν σε καμιά περίπτωση δεν παρατηρηθεί έλλειψη νερού στο έδαφος. Στις περιοχές όπου παρατηρείται έλλειψη νερού στο έδαφος, λόγω ανεπάρκειας των βροχοπτώσεων κάποια συγκεκριμένη εποχή του χρόνου, η ποσότητα του νερού, που τελικά θα μεταφερθεί από το έδαφος και τα φυτά στην ατμόσφαιρα μέσω της εξάτμισης και της διαπνοής, είναι μικρότερη της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής και αποτελεί την **πραγματική εξατμισοδιαπνοή (AE)**. Είναι φανερό, ότι στα κλίματα χωρίς περιόδους ξηρασίας η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ισούται με τη δυναμική εξατμισοδιαπνοή.

Η PE ελέγχεται ουσιαστικά από μετεωρολογικούς παράγοντες, σε αντίθεση με την AE, η οποία σε σημαντικό βαθμό ελέγχεται και επηρεάζεται από παράγοντες σχετικούς με τα φυτά, το έδαφος και τη διαθεσιμότητα του νερού. Οι σημαντικότεροι μετεωρολογικοί παράγοντες, που επηρεάζουν την PE, είναι η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία, η ατμοσφαιρική υγρασία και ο άνεμος. Γενικά μπορεί να ειπωθεί, ότι η PE τείνει ν' αυξηθεί αυξανομένης της θερμοκρασίας, της ηλιακής ακτινοβολίας και της ταχύτητας του ανέμου, ενώ τείνει να ελαττωθεί αυξανομένης της σχετικής υγρασίας.

Για την πραγματική εξατμισοδιαπνοή, πέραν των παραγόντων που επηρεάζουν το ρυθμό της PE, υπάρχουν και μερικοί πρόσθετοι παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται. Απ' αυτούς, ο πιο σημαντικός είναι η ανεπάρκεια υγρασίας, καθώς και άλλοι δευτερεύουσας σημασίας, όπως ο βαθμός πυκνότητας της φυτικής βλάστησης, που μπορεί να εκφραστεί με το πλήθος των φυτών ανά μονάδα εδαφικής επιφάνειας. Ένας άλλος παράγοντας είναι και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών σε μια περιοχή. Έτσι, π.χ. στο αρχικό στάδιο της ανάπτυξης του φυτού, υπάρχει μια τάση αύξησης της εξατμισοδιαπνοής, ενώ για τα τελευταία στάδια (καρποφορία,

ωρίμανση, κλπ.) ή κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου η εξατμισοδιαπνοή ελαττώνεται σημαντικά κάτω από το ρυθμό της PE. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ελαττώνεται από τα τροπικά γεωγραφικά πλάτη προς τους πόλους. Επειδή, όπως γράφτηκε προηγουμένως, η ΑΕ εξαρτάται από τις διαθέσιμες ποσότητες νερού, αυτή λαμβάνει πάρα πολύ μικρές τιμές πάνω από τις έρημους.

Σύμφωνα με τον Φλόκα (1990), οι τρόποι μέτρησης και υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής προσέλκυσαν και προσελκύουν το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών διαφόρων τομέων, χωρίς ωστόσο μέχρι σήμερα να έχει προσδιοριστεί μια απόλυτα πετυχημένη τεχνική για τη μέτρηση της. Ειδικά για τη μέτρηση της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής, τρεις κύριες προσεγγίσεις εφαρμόζονται:

α) Η προσαρμογή και μετατροπή των μετρήσεων από όργανα μέτρησης της εξάτμισης σε επιφάνειες χωρίς φυτική κάλυψη (εξατμισόμετρα, εξατμισογράφοι).

β) Η απευθείας μέτρησή της με λυσίμετρα.

γ) Η χρήση τύπων και σχέσεων, λιγότερο ή περισσότερο εμπειρικών (του Thornthwaite, του Penman, του Turc, του Holdridge, του Hamon), οι σπουδαιότεροι εκ των οποίων είναι ο τύπος του Penman και ο τύπος του Thornthwaite. Οι άλλοι τρεις είναι απλούστεροι στους υπολογισμούς (Μαχαίρας και Μπαλαφούτης 1984, Νικολαΐδης 1990), ωστόσο και οι πέντε προαναφερόμενοι τύποι δίνουν τιμές PE μεγαλύτερες ή μικρότερες από τις μετρηθείσες με λυσίμετρα και πάντοτε μικρότερες από τις τιμές εξάτμισης των εξατμισιμέτρων λεκάνης και Piche. Οι χαμηλότερες ετήσιες τιμές PE λαμβάνονται συνήθως από τον τύπο του Thornthwaite και οι υψηλότερες από εκείνον του Penman, η δε διαφορά τους για την περιοχή των Αθηνών ξεπερνά τα 200 mm (Νικολαΐδης 1979, 1990).

Στον τύπο του Penman για την εκτίμηση της PE λαμβάνεται υπόψη αφενός η ενέργεια υπό μορφή ακτινοβολίας, που δαπανάται για την εξάτμιση και, αφετέρου, η συμβολή το ανέμου, καθώς και του ελλείμματος της ατμοσφαιρικής υγρασίας στην απομάκρυνση των υδρατμών από τη θεωρούμενη υδάτινη επιφάνεια. Για τον σκοπό αυτό, στον τύπο του Penman απαιτούνται δεδομένα (όπως η πραγματική ηλιοφάνεια, η μέση ταχύτητα του ανέμου και η μέση τάση των υδρατμών της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου), τα οποία δεν είναι διαθέσιμα για τους περισσότερους μετεωρολογικούς σταθμούς. Έτσι, καταφεύγει κανείς στον υπολογισμό της PE μέσω του εμπειρικού τύπου του Thornthwaite, όπου αυτή υπολογίζεται μόνο από τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες κάθε σταθμού. Για τον ίδιο λόγο, στην συνέχεια της παρούσας μελέτης η δυναμική εξατμισοδιαπνοή υπολογίζεται μέσω του τύπου του Thornthwaite, ο οποίος δίνεται από τη σχέση (Φλόκας 1990):

$$E_m = 1,6 \cdot (10 \cdot T_K / I)^a$$

όπου:

$E_m$  = η μηνιαία, μη διορθωμένη, τιμή της PE, εκφρασμένη σε cm,

$T_K$  = μηνιαία μέση θερμοκρασία (°C) το μήνα κ (κ = 1, 2, ..., 12),

$I$  = δείκτης θερμότητας, σταθερός για κάθε τοποθεσία. Αυτός ισούται με το άθροισμα 12 μηνιαίων τιμών του  $i_k$ , όπου

$$i_k = (T_K / 5)^{1,514}$$

$a$  = ένας εκθέτης που εξαρτάται από το  $I$  και δίνεται από τον εμπειρικό τύπο:

$$a = 0,000000675 \cdot I^3 - 0,00007714 \cdot I^2 + 0,01792 \cdot I + 0,49239$$

Η διορθωμένη μηνιαία τιμή της PE ισούται με το γινόμενο της  $E_m$  επί έναν συντελεστή διόρθωσης, που είναι συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους και ισούται με το κλάσμα  $Dn \cdot Hn / 360$  (Κωτούλας 1986), όπου

$Dn$ : ο αριθμός των ημερών του συγκεκριμένου μήνα,

$Hn$ : ο μέσος αριθμός ωρών μεταξύ ανατολής και δύσης του ηλίου (θεωρητική ηλιοφάνεια) για το συγκεκριμένο μήνα, που δίνεται από την σχέση (Φλόκας 1990):

$H_n = 2 * |\text{τοξ συν}(-\text{εφφ} * \text{εφ}[23,75 * \text{συν}(30 * \kappa + 15 - 202)])| / 15$ , με  $\phi$  το γεωγραφικό πλάτος και  $\kappa$  η τάξη του μήνα ( $\kappa=1, 2 \dots 12$ ) μέσα στο έτος.

Παλαιότερα η αριθμητική λύση του τύπου Thornthwaite ήταν αρκετά επίπονη, γι' αυτό και κατά την εφαρμογή του γινόταν χρήση πίνακα ή γραφικής λύσης της εξίσωσης. Μάλιστα, στο βιβλίο του Φλόκα (1990) δίνεται πίνακας με τις τιμές του εν λόγω συντελεστή διόρθωσης για  $20^\circ \leq \phi \leq 45^\circ$ . Σήμερα, ωστόσο, το πρόβλημα αυτό έχει ξεπεραστεί με τη χρησιμοποίηση των υπολογιστικών φύλλων excel.

Ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου με τη μέθοδο του Thornthwaite γίνεται συνοπτικά ως εξής (Καρράς 1973, Μαχαίρας και Μπαλαφούτης 1984): Υπολογίζονται για κάθε μήνα:

- 1) Η διαφορά μεταξύ του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής (P) και της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής (PE), δηλαδή η διαφορά P-PE.
- 2) Η **συσσωρευμένη δυνητική απώλεια ύδατος (APWL)**, δηλαδή το άθροισμα των αρνητικών τιμών P-PE όλων των μηνών. Εάν για όλο το έτος είναι  $\Sigma(P-PE) < 0$ , πρέπει να βρεθεί η πραγματική τιμή της APWL κατά τον πρώτο μήνα με αρνητική P-PE και από την οποία αρχίζει πλέον η διαδοχική άθροιση των αρνητικών τιμών της P-PE. Η τιμή αυτή βρίσκεται με διαδοχικές προσεγγίσεις ως εξής: Γίνεται η υπόθεση, ότι στο τέλος του τελευταίου μήνα με θετική P-PE το έδαφος περιέχει νερό, που αντιστοιχεί εξολοκλήρου στην **ικανότητα κατακράτησης FC** (συνήθως θεωρείται  $FC=300\text{mm}$ ) και συνεπώς  $APWL=0$ . Στην συνέχεια, αν προστεθούν οι αρνητικές τιμές της P-PE, τότε με τη βοήθεια της σχέσης  $St=FC * \exp(-APWL/FC)$  (Kerkides et al. 1996, Dexter and Avery 1991), που συνδέει την APWL με το **αποθηκευμένο εδαφικό νερό (St)**, βρίσκεται η ποσότητα ύδατος που παραμένει στο έδαφος στο τέλος της ξηρής περιόδου. Αν σ' αυτήν την τιμή St προστεθεί το άθροισμα των θετικών τιμών της P-PE, τότε βρίσκεται η ποσότητα του εδαφικού ύδατος στο τέλος της υγρής περιόδου, οπότε μέσω της προαναφερόμενης σχέσης υπολογίζεται η APWL κατά τη διάρκεια του τελευταίου μήνα της υγρής περιόδου (εκείνου, δηλαδή, με την τελευταία θετική τιμή της P-PE). Έτσι βρίσκεται μια νέα τιμή APWL κατά την έναρξη της ξηρής περιόδου. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται, μέχρις ότου η τιμή της APWL του τελευταίου μήνα της υγρής περιόδου δεν μεταβάλλεται από τις επανειλημμένες προσθέσεις των θετικών και αρνητικών τιμών της P-PE.
- 3) Οι τιμές της υγρασίας (**St**), που διατηρείται στο έδαφος, για κάθε μήνα αρνητικών τιμών P-PE μέσω της παραπάνω σχέσης  $St=FC * \exp(-APWL/FC)$ . Για τους μήνες με θετικές τιμές P-PE, ο υπολογισμός γίνεται με τον εξής τρόπο: Προστίθεται στο ποσό του τελευταίου μήνα με αρνητική τιμή P-PE το ποσό της P-PE του επόμενου μήνα και η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να βρεθεί τιμή ίση με την ικανότητα κατακράτησης (FC). Όπου η μέση θερμοκρασία του αέρα είναι μικρότερη των  $-1^\circ\text{C}$  γίνεται η υπόθεση, ότι η βροχή πέφτει με τη μορφή χιονιού, με αποτέλεσμα το συνολικό απόθεμα να είναι ενδεχομένως μεγαλύτερο της ικανότητας κατακράτησης, μέχρι το μήνα του οποίου η μέση θερμοκρασία του αέρα γίνεται μεγαλύτερη του  $-1^\circ\text{C}$ . Στο μήνα αυτό, η τιμή του St γίνεται ίση με την τιμή της ικανότητας κατακράτησης και το υπόλοιπο ποσό χρησιμοποιείται για την απορροφή.
- 4) Η μεταβολή την οποία υφίσταται το νερό που περιέχεται στο έδαφος ( **$\Delta St$** ) από μήνα σε μήνα.
- 5) Οι μέσες μηνιαίες τιμές της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής (AE). Εφόσον  $P-PE > 0$ , η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ισούται με τη δυναμική (δηλαδή  $AE=PE$ ), ενώ αν  $P-PE < 0$ , η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ισούται με το

άθροισμα του ύψους βροχής και της απόλυτης τιμής της μεταβολής του εδαφικού νερού μεταξύ του τρέχοντος και του προηγούμενου μηνός, δηλαδή  $AE=P+|\Delta St|$ .

- 6) Το **έλλειμμα (D)** και το **πλεόνασμα υγρασίας (S)**. Και το μεν έλλειμμα είναι ίσο με το ποσόν του ύδατος κατά το οποίο η PE διαφέρει της AE, δηλαδή  $D=PE-AE$ , το δε πλεόνασμα ισούται με το πλεονάζον ποσόν του ύδατος, εξαιτίας των υψηλών τιμών του μηνιαίου ύψους βροχής, το οποίο δεν χρησιμοποιείται για την αναπλήρωση του εδαφικού νερού. Το ποσό αυτό διατίθεται για την απορροή (RO). Θα πρέπει να τονιστεί, ότι στην περίπτωση που η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα είναι μικρότερη των  $-1^{\circ}C$  δεν υπάρχει πλεονάζον ποσόν ύδατος. Το επιπλέον ποσόν ύδατος θεωρείται πλεονάζον, μόνον όταν η μέση θερμοκρασία του αέρα γίνει μεγαλύτερη των  $-1^{\circ}C$ . Το ποσό αυτό, που προκύπτει από την τήξη του χιονιού, υπολογίζεται ξεχωριστά.

Για την αποφυγή των πολύπλοκων υπολογισμών του υδατικού ισοζυγίου μέσω της παραπάνω διαδικασίας, επινοήθηκαν οι λεγόμενοι δείκτες ερημικότητας - ευφορίας ή αλλιώς δείκτες ξηρότητας - υγρασίας (Φλόκας 1990). Πρόκειται για σχετικά απλές μαθηματικές σχέσεις του μέσου ετήσιου ή μηνιαίου ύψους νετού με τη μέση ετήσια ή μέση μηνιαία θερμοκρασία, ακριβώς επειδή η δυναμική εξατμισοδιαπνοή αυξάνεται αυξανόμενης της θερμοκρασίας. Βέβαια, θεωρείται από πολλούς, ότι είναι δύσκολο μια εμπειρική σχέση να προσδιορίζει με ακρίβεια την ερημικότητα σ' ολόκληρη την επιφάνεια της γης, όμως για διάφορες υποπεριοχές υπάρχουν αποτελεσματικές εκφράσεις. Οι γνωστότεροι από αυτούς τους δείκτες είναι (Ντάφης 1986, Φλόκας 1990):

A) Ο δείκτης ξηρότητας του De Martone

$$I = \frac{Pan}{(Tan+10)}$$

όπου: Pan = μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων (mm) και Tan = μέση ετήσια τιμή της θερμοκρασίας του αέρα ( $^{\circ}C$ ). Προφανώς, αύξηση του I, με σταθερή την τιμή της Tan, δείχνει αύξηση του Pan. Μικρές τιμές του I υποδηλώνουν μεγάλη ξηρότητα κλίματος και, μάλιστα, αν  $I < 10$  το κλίμα χαρακτηρίζεται ξηρό ή ερημικό.

Στην ελληνική περιοχή ο δείκτης I παρουσιάζει ένα μεγάλο εύρος τιμών ( $10 < I < 75$ ), με τις υψηλότερες τιμές να παρατηρούνται στους ορεινούς σταθμούς, αλλά και σε εκείνους της δυτικής Ελλάδας (Μάρκου Ιακωβάκη και Λιώκη-Λειβαδά-Τσελεπιδάκι 1975).

B) Ο δείκτης ξηρότητας του Pinna, ο οποίος για την Ιταλία έχει εφαρμόσει το συνδυαστικό δείκτη  $I_p = \{ \frac{Pan}{(Tan+10)} + \frac{[12 \cdot P\xi']}{(T\xi'+10)} \} / 2$

όπου Pan και Tan είναι η μέση ετήσια βροχόπτωση και θερμοκρασία, ενώ  $P\xi'$  και  $T\xi'$  είναι τα αντίστοιχα μεγέθη της βροχόπτωσης και θερμοκρασίας για τον ξηρότερο μήνα. Ο δείκτης αυτός μας δίνει τη δυνατότητα καλύτερης περιγραφής των περιοχών και εποχών, που η άρδευση είναι αναγκαία. Για  $I_p < 10$  τα κλίματα χαρακτηρίζονται ξηρά, ενώ για  $10 < I_p < 20$  τα κλίματα θεωρούνται ημίξηρα μεσογειακά, με τυπική μεσογειακή βλάστηση.

Γ) Το ομβροθερμικό πηλίκο του Lang ( $\frac{Pan}{Tan}$ ) το οποίο προκύπτει από τη διαίρεση του μέσου ετήσιου ύψους νετού (Pan), που εκφράζεται σε χιλιοστά, δια της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας (Tan), που εκφράζεται σε βαθμούς Κελσίου. Στη χώρα μας το ομβροθερμικό πηλίκο του Lang κυμαίνεται μεταξύ 17 στην Αίγινα και 237 στα Θεοδώριανα Άρτας.

Δ) Ο τύπος του Meyer ( $\frac{Pan}{Sd}$ ), ο οποίος αντί για τη μέση ετήσια θερμοκρασία παίρνει υπόψη του το μέσο ετήσιο **κοροπλήρωμα** ή **έλλειμμα κόρου (Saturation deficit, Sd)**. Έτσι, εκτός από τη βροχόπτωση και τη θερμοκρασία,



υπαισέρχεται και η σχετική υγρασία του αέρα (RH), επειδή η εξάτμιση (E, σε mm/sec) είναι ανάλογη του κοροπληρώματος, όπως αποδεικνύεται από τις παρακάτω εξισώσεις (Φλόκας 1990):

$$E=A*Sd/P \text{ (νόμος του Dalton)}$$

$$Sd= e_s-e = e_s*[1-(e/e_s)]= e_s*(1-RH)$$

$$\log(e_s)=9,4041-(2354/T)$$

όπου: e = τάση των υδρατμών σε hPa,

$e_s$  = η τάση των κορεσμένων υδρατμών σε hPa,

T = η θερμοκρασία σε βαθμούς Κέλβιν,

P = η ατμοσφαιρική πίεση σε hPa,

A = συντελεστής, που εξαρτάται από τη φύση του υγρού και την ταχύτητα του ανέμου.

Ο τύπος του Meyer δεν είναι πάντοτε εφαρμόσιμος, διότι για πολλούς μετεωρολογικούς σταθμούς δεν υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις σχετικής υγρασίας, από τις οποίες υπολογίζεται το κοροπλήρωμα. Επίσης, όπως οι δείκτες του De Martone και του Lang, δεν μπορεί να εντοπίσει ξηρές περιόδους εντός του έτους.

Εκτός από τα παραπάνω πηλικά χρησιμοποιήθηκαν και άλλα, τα οποία αντί για το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης και τη μέση ετήσια θερμοκρασία ή το μέσο ετήσιο κοροπλήρωμα, παίρνουν τη βροχόπτωση, τη μέση θερμοκρασία ή το μέσο κοροπλήρωμα της βλαστητικής περιόδου. Τέτοιοι τύποι είναι (Ντάφης 1986):

Του Albert Μέσο ύψος νετού κατά την εποχή χωρίς παγετούς  
Μέση θερμοκρασία κατά την εποχή χωρίς παγετούς

Του Burger Μέσο ύψος νετού Απριλίου – Σεπτεμβρίου  
Μέση θερμοκρασία Απριλίου - Σεπτεμβρίου

ή καλύτερα Μέσο ύψος νετού Απριλίου - Σεπτεμβρίου  
Κοροπλήρωμα Απριλίου - Σεπτεμβρίου

Για την περιοχή της Μεσογείου δίνει καλά αποτελέσματα και ο τύπος (ομβροθερμικό πηλίκιο) του Emberger.

$$Q=2000*Pan/[(M+m)*(M-m)],$$

όπου Pan το ετήσιο ύψος νετού σε mm, M η μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα και m η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα, εκφρασμένες σε βαθμούς Κέλβιν. Όσο μικρότερος είναι ο δείκτης Q (κανονικά συμβολίζεται με  $Q_2$ ) τόσο ξηρότερο είναι το κλίμα.

Για την περιοχή της Μεσογείου ο Emberger διακρίνει επτά βιοκλίματα ή βιοκλιματικούς ορόφους πάνω στο λεγόμενο «Κλιματικό Διάγραμμα Emberger», τα όρια των οποίων εξαρτώνται από τις τιμές τόσο του ομβροθερμικού πηλίκιου, όσο και της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα (Ντάφης 1986):

1. πολύ ξηρός (σαχαριανός)
2. ξηρός
3. ημίξηρος
4. ύφυγρος
5. υγρός
6. υπέρυγρος
7. υψηλών ορέων

Οι επί μέρους βιοκλιματικοί όροφοι υποδιαιρούνται σε πέντε παραλλαγές ή υπο-ορόφους, που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο «Θερμοκρασία του περιβάλλοντος» της παρούσας μελέτης.

Ο Ντάφης (1986) γράφει, ότι για τη δασική οικολογία δεν έχει σημασία μόνο ο βαθμός ξηρότητας ενός κλίματος, αλλά και η διάρκεια της ξηρής περιόδου. Μέχρι σήμερα όμως δεν έχει καθορισθεί σαφώς η έννοια της ξηρής περιόδου. Μια ορθολογική, επιστημονικά, λύση θα ήταν πιθανώς να θεωρήσουμε σαν ξηρή περίοδο εκείνη κατά την οποία η δυναμική εξατμισοδιαπνοή ενός σταθμού είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα της βροχής, που πέφτει στην ίδια περίοδο. Για το σκοπό αυτό απαιτούνται ακριβείς μετρήσεις της εξατμισοδιαπνοής και του υδατικού ισοζυγίου, γεγονός σπάνιο, αλλά και προσδιορίζοντας την ξηρή περίοδο καθαρά «φυσικά», είναι δυνατό να χαρακτηριστεί μια περίοδος ως ξηρή, ενώ στην πραγματικότητα είναι ακόμα υγρή για τη βλάστηση.

Μεταξύ των μετεωρολόγων και των βιολόγων υπάρχουν επίσης διαφορές απόψεων. Οι μετεωρολόγοι, για παράδειγμα, θεωρούν ως ξηρούς εκείνους τους μήνες, κατά τους οποίους ο όμβρος δεν ξεπερνάει το ένα χιλιοστό βροχής. Τα κριτήρια των βιολόγων είναι εντελώς διαφορετικά. Άλλοι θεωρούν ως ξηρούς μήνες, εκείνους που δέχονται όμβρο μικρότερο από 10 ή 25 χιλιοστά και άλλοι ανεβάζουν την κλίμακα υψηλότερα στα 30, 40 ή και 50 χιλιοστά. Στη δασική οικολογία η γνώση μόνο του ύψους της βροχής δεν είναι αρκετή για τον χαρακτηρισμό μιας περιόδου ως ξηρής. Σημασία έχει το ποσό του νερού, του διαθέσιμου για τα φυτά. Το ποσό αυτό είναι ό,τι απομένει ύστερα από την αφαίρεση των διαφόρων απωλειών, στις οποίες συμπεριλαμβάνεται και η εξάτμιση και στο σημείο αυτό η θερμοκρασία υπεισέρχεται σαν σημαντικός παράγοντας, επειδή επηρεάζει την εξάτμιση και τη διαπνοή. Οι Andrews και Maze (αναφερόμενοι από Ντάφη 1986), θεωρούν ως ξηρούς μήνες εκείνους κατά τους οποίους το πηλίκο

$$\frac{[\text{Υετός μήνα (mm)}]}{\{[\text{Μέση θερμοκρασία μήνα (}^{\circ}\text{C)}] + 10\}}$$

είναι μικρότερο της μονάδας. Έτσι, π.χ. για θερμοκρασία 25-30°C, ξηροί μήνες θεωρούνται εκείνοι που δέχονται όμβρο μικρότερο από 35-40 χιλιοστά. Αντίθετα, κατά τον Scaefta (1937, αναφερόμενος από Ντάφη 1986) ξηροί θεωρούνται οι μήνες όταν το ίδιο πηλίκο είναι < 1,66.

Η επιτροπή UNESCO-FAO (1963) δέχεται ως ξηρό ένα μήνα, όταν το μέσο ύψος υετού (P) του μήνα αυτού (σε mm) είναι μικρότερο από το διπλάσιο της μέσης θερμοκρασίας του (T, σε °C), δηλαδή

$$P < 2 * T$$

Ανάλογη παραδοχή κάνουν οι **Bagnouls και Gausson**, οι οποίοι προτείνουν να απεικονίζεται σε ένα διάγραμμα, το αποκαλούμενο **ομβροθερμικό διάγραμμα**, η κατά τη διάρκεια του έτους πορεία της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (σε °C) και του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής (σε χιλιοστά). Για την καμπύλη των θερμοκρασιών χρησιμοποιείται κλίμακα διπλάσια εκείνης της βροχής (π.χ. 5°C αντιστοιχούν σε 10 mm βροχής). Σε ένα ομβροθερμικό διάγραμμα ξηρή περίοδος θεωρείται εκείνη, κατά την οποία η καμπύλη της βροχόπτωσης βρίσκεται χαμηλότερα από την καμπύλη της θερμοκρασίας.

Επειδή οι μήνες, που χαρακτηρίζονται ξηροί σύμφωνα με τα ομβροθερμικά διαγράμματα, δεν παρουσιάζουν την ίδια ένταση ξηρασίας, έχει εισαχθεί και μια άλλη έννοια, σαν μέτρο σύγκρισης, η έννοια του ξηροθερμικού δείκτη.

Ο μηνιαίος αυτός δείκτης **Xm** χαρακτηρίζει την ένταση της ξηρασίας του ξηρού μήνα και προσδιορίζεται από τον αριθμό των ημερών του μήνα, που θεωρούνται ξηρές από βιολογική άποψη.

Ο υπολογισμός του δείκτη αυτού γίνεται με τον εμπειρικό τύπο:

$$X_m = \{J_m - [J_p + (J_{rb}/2)]\} * f_h.$$

όπου:

$J_m$  = συνολικός αριθμός ημερών του μήνα

$J_p$  = οι ημέρες βροχής

$J_{rb}$  = ημέρες δρόσου και ομίχλης. Μια ημέρα δρόσου ή ομίχλης θεωρείται ως μισή ημέρα βροχής.

$f_h$  = συντελεστής σχετικής υγρασίας, που ορίζεται ανάλογα με τη μέση σχετική υγρασία (RH) του ίδιου μήνα ως εξής:

Όταν  $RH < 40\%$ , τότε  $f_h = 1$

»  $40\% < RH < 60\%$ , τότε  $f_h = 0,9$

»  $60\% < RH < 80\%$ , »  $f_h = 0,8$

»  $80\% < RH < 90\%$ , »  $f_h = 0,7$

»  $90\% < RH < 100\%$  »  $f_h = 0,6$

Οι τιμές του συντελεστή  $f_h$  προέκυψαν από το σκεπτικό του Gausson (1954), ότι μια ημέρα με  $RH < 40\%$ , αποτελεί μια καθαρά ξηρή ημέρα, ενώ μία ημέρα, κατά τη διάρκεια της οποίας η RH είναι 100% (παρατηρείται ομίχλη), αντιστοιχεί σε μισή ημέρα βροχής.

Ο **ξηροθερμικός δείκτης (X)** αποτελεί το άθροισμα των επιμέρους ξηροθερμικών δεικτών ( $\Sigma X_m$ ) των μηνών της ξηρής περιόδου και δίνει τον συνολικό αριθμό των «βιολογικώς» ξηρών ημερών κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής (Μαυρομάτης 1980α). Με τη βοήθειά του πραγματοποιήθηκε η βιοκλιματική ταξινόμηση UNESCO-FAO (1963), που παρουσιάζεται σε επόμενη ενότητα.

Ο Μαυρομάτης (1980α) υπολόγισε για τη χώρα μας τον ξηροθερμικό δείκτη για 105 μετεωρολογικούς σταθμούς. Για παράδειγμα, υψηλό ξηροθερμικό δείκτη εμφανίζει η Σητεία (162), η Νάξος (155) και η Κάρυστος (150) παρουσιάζοντας συνεπώς ξηροθερμομεσογειακό χαρακτήρα. Το Ελληνικό (133) και η Άνδρος (137) παρουσιάζουν έντονο θερμομεσογειακό χαρακτήρα. Η Θεσσαλονίκη (85), η Άρτα (85) και τα Καλάβρυτα (84) παρουσιάζουν έντονο μεσομεσογειακό χαρακτήρα, ενώ η Αρναία (20), η Κρανιά (39), ο Εχίνος (30) και η Χρυσοπηγή (22) υπομεσογειακό χαρακτήρα. Ο ίδιος ο συγγραφέας κάνει μια αντιπαράθεση των κλιματικών τύπων, που διαχώρισε με τη βοήθεια του ομβροθερμικού πηλίκου του Emberger (Q) και του ξηροθερμικού δείκτη (X) και της βλάστησης. Τα ευρήματά του τα απεικονίζει σε τρεις αντίστοιχους χάρτες του ελλαδικού χώρου.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα στην εφαρμογή του ξηροθερμικού δείκτη είναι, ότι συμπεριλαμβάνονται στον υπολογισμό του οι ημέρες δρόσου, η καταγραφή των οποίων απαιτεί κάποια ιδιαίτερη προσοχή από τον παρατηρητή μετεωρολόγο. Δεν είναι λογικό, για παράδειγμα, στον μετεωρολογικό σταθμό του Τατοΐου να καταγράφονται ετησίως 4,9 ημέρες δρόσου, ενώ στον γειτονικό σταθμό των Αναβρύτων 92,2 ημέρες (Ανδρέακος 1978), ούτε 227 ημέρες στην Πάτρα, τη στιγμή που σε κανένα άλλο ελληνικό σταθμό ο αριθμός αυτός δεν υπερβαίνει τις 137 ημέρες. Εξάλλου, η ποσότητα του νερού που σχηματίζεται σε μορφή δρόσου ανέρχεται, κατά μέσο όρο, σε μόλις 10-30 mm βροχής το χρόνο (Ντάφης 1986). Με αυτό το σκεπτικό, ίσως δεν θα έπρεπε να θεωρείται ότι μία ημέρα δρόσου αντιστοιχεί σε μισή ημέρα βροχής στον υπολογισμό του ξηροθερμικού δείκτη, αλλά σε μικρότερο κλάσμα αυτής. Από την άλλη, όμως, θα ήταν λάθος να εξαιρεθούν οι ημέρες δρόσου από τον υπολογισμό του, διότι ο σχηματισμός της προϋποθέτει άπνοια ή υποπνέοντα άνεμο κατά τη διάρκεια της νύκτας (Φλόκας 1990). Συνεπώς, σε ιδιαίτερα ανεμώδεις περιοχές, όπου και η εξατμισοδιαπνοή είναι μεγάλη, θα παρατηρείται μικρότερος αριθμός ημερών δρόσου κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου (επομένως και μεγαλύτερος ξηροθερμικός δείκτης), σε σχέση με περιοχές με όμοιες, κατά τ' άλλα,

συνθήκες θερμοκρασίας και βροχόπτωσης. Πράγματι, οι ανεμώδεις παραλιακές περιοχές του Αιγαίου παρουσιάζουν μικρότερο αριθμό ημερών δρόσου κατά τη διάρκεια της ξηροθερμικής περιόδου, συγκριτικά με τα παράλια του Ιονίου (Ανδρεάκος 1978).

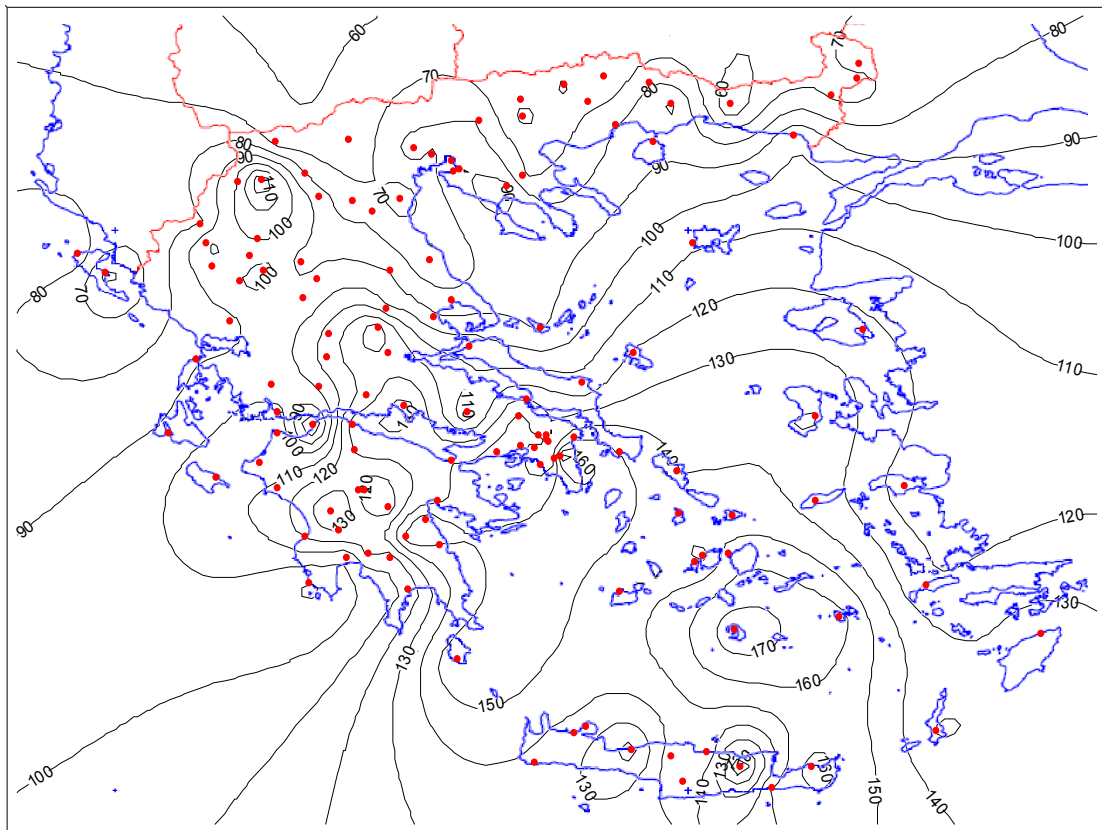
Όσον αφορά την ομίχλη, εξαιτίας του πολύ μικρού αριθμού ημερών της στη χώρα μας κατά το τετράμηνο Μαΐου-Αυγούστου (σχήμα 3), μηδαμινή είναι και η συμβολή της στη μείωση του αριθμού των βιολογικά ξηρών ημερών της ξηροθερμικής περιόδου, αφού μία ημέρα ομίχλης αντιστοιχεί σε μισή μέρα βροχής στην βιοκλιματική κατάταξη UNESCO-FAO, όπως προαναφέρθηκε.

Από τον σύνολο των εξεταζομένων σταθμών αυτής της μελέτης, μόνο οι 130 διέθεταν τα απαραίτητα κλιματικά δεδομένα για τον υπολογισμό του  $X$ , ο οποίος δίνεται σε ειδική στήλη του πίνακα 9. Για την ακρίβεια, οι τιμές του  $X$  για 103 από αυτούς τους σταθμούς ελήφθησαν απευθείας από τον Μαυρομμάτη (1980α), για έναν (Μέγαρο) από τους Tselepidakis and Theocharatos (1989), ενώ για τους υπόλοιπους 26, οι οποίοι ανήκουν στην EMY (Ανδρεάκος 1978), υπολογίστηκαν σύμφωνα με τα προαναφερόμενα. Για τους άλλους 405 σταθμούς, ο  $X$  δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί ούτε με τη βοήθεια χαρτών εκτίμησης του μέσου μηνιαίου αριθμού ημερών βροχής, ομίχλης και δρόσου στον ελλαδικό χώρο, διότι η συσσώρευση των σφαλμάτων εκάστης εκτίμησης θα διόγκωνε το τελικό σφάλμα. Η εξίσωση πολλαπλής παλινδρόμησης των Tselepidakis and Theocharatos (1989) για την εκτίμηση του  $X$  στην Ελλάδα ( $X=116,55-0,064*Z-0,3*O$ , όπου  $Z$  το υψόμετρο σε m και  $O$  η απόσταση από τη θάλασσα σε km) δεν βοηθά, καθώς ο υπολογισμός του  $X$  των 130 αυτών σταθμών δίνει μέσο τετραγωνικό σφάλμα 27 ημερών, ενώ το μέγιστο σφάλμα φτάνει τις 61 μέρες (Θήρα). Βέβαια, το σφάλμα αυτό μειώνεται στις 16 μέρες, αν η προαναφερόμενη εξίσωση των Tselepidakis and Theocharatos (1989) συμπεριλάβει πολυωνυμικό ανάπτυγμα 2ης (ή ανώτερης τάξης) του γεωγραφικού πλάτους ( $\phi$ ) και γεωγραφικού μήκους ( $\lambda$ ), αλλά και πάλι η εκτίμηση του  $X$  δεν είναι ικανοποιητική, ώστε να ενταχθούν με σιγουριά οι περισσότεροι σταθμοί σε κάποια από τις κατηγορίες της κλιματικής ταξινόμησης UNESCO-FAO (1963), που θα αναφερθεί παρακάτω. Εντούτοις, επειδή ο συντελεστής παλινδρόμησης του  $Z$  παραμένει περίπου ο ίδιος (-0,064 days/m) σχεδόν σε όλες τις εξισώσεις παλινδρόμησης, είναι προτιμότερη η αναγωγή του  $X$  στην επιφάνεια της θάλασσας ( $Z=0m$ ) για τις θέσεις των 130 σταθμών και, στην συνέχεια, η εκτίμησή του σε οποιαδήποτε περιοχή του ελλαδικού χώρου με τη βοήθεια της μεθόδου παρεμβολής kriging μέσω του χάρτη του σχήματος 19.

Στο σχήμα 19 είναι εμφανείς οι υψηλές τιμές του  $X$  σε Κυκλάδες, ανατολική Στερεά και ανατολική Πελοπόννησο, το τοπικό μέγιστο της Καστοριάς (πιθανόν εξαιτίας της πιο πρόσφατης χρονοσειράς), καθώς και το τοπικό ελάχιστο της Πάτρας (που πιθανότατα αποτελεί σφάλμα) και των Τζερμιιάδων στην Κρήτη. Η μεγάλη πυκνότητα των ισοπληθών σε ορισμένες περιοχές, όπως στην κεντρική Πελοπόννησο, δυσχεραίνει τον ακριβή υπολογισμό του  $X$  στις ίδιες περιοχές. Είναι αυτονόητο, ότι η εκτίμηση του  $X$  μέσω του σχήματος 19 γίνεται μέχρι το υψόμετρο της ισοθέριμου  $T_{\psi}=0^{\circ}C$ , η οποία στην νότια Ελλάδα (Κρήτη) απαντάται περίπου στα 2000m, στην κεντρική (Στερεά) στα 1500m και στη βόρεια Ελλάδα στα 1000m, όπως εκτιμάται από τις εξισώσεις των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002).

Τα μέχρι τώρα λεχθέντα φανερώνουν, ότι το ενδιαφέρον μας επικεντρώνεται στην ύπαρξη ξηρής περιόδου κατά τη διάρκεια του έτους σε μια περιοχή, καθώς και στη διάρκεια και ένταση αυτής, αφού οι βλαβερές επιπτώσεις του υδατικού ελλείμματος, αρχικά στο έδαφος και στην συνέχεια στα φυτά, είναι εμφανέστερες και συχνότερες από εκείνες των άλλων κλιματικών παραγόντων (Μουλόπουλος 1954,

Χατζηστάθης 1980, Παπαμίχος 1990). Οι έμμεσες ωστόσο, επιπτώσεις της είναι συχνά καταστροφικότερες, αφού αυξανόμενης της διάρκειας και έντασης της ξηρασίας αυξάνονται δυσανάλογα οι βλάβες από τις πυρκαγιές και τις επιδημίες εντόμων (Μπρόφας και Οικονομίδου 1989, Διαμαντής 1989, Καϊλίδης 1990β, 1991). Τα ομβροθερμικά διαγράμματα και ο ξηροθερμικός δείκτης του Gausse, παρ' όλο που είναι περισσότερο κατατοπιστικά από τους αριθμοδείκτες, δεν αποδίδουν την πραγματική, από οικολογικής σκοπιάς, ξηρή περίοδο, γιατί αυτή καθορίζεται και από τα αποταμιεύματα του εδάφους σε διαθέσιμο για τα φυτά νερό, τα οποία εξαρτώνται από το ύψος των κατακρημνισμάτων, που προηγήθηκαν, καθώς και από τη δομή, τη σύσταση και το βάθος του εδάφους. Το πρόβλημα αυτό έρχεται να το επιλύσει η μέθοδος υπολογισμού του υδατικού ισοζυγίου κατά Thornthwaite, που αναπτύχθηκε συνοπτικά προηγουμένως και η οποία στηρίζεται στην σχέση ανάμεσα στη θερμοκρασία και την δυναμική εξατμισοδιαπνοή. Με τη βοήθεια του μέσου ύψους βροχής, της μέσης θερμοκρασίας κάθε μήνα και της αποταμιευτικής ικανότητας του εδάφους σε νερό, υπολογίζεται η δυναμική εξατμισοδιαπνοή, η μεταβολή του εδαφικού νερού από μήνα σε μήνα, η πραγματική εξατμισοδιαπνοή, το υδατικό έλλειμμα και η περίσσεια ύδατος του εδάφους (Καρράς 1973, Παπούλιας 1973), κάτι που είναι αδύνατο να γίνει με τους δείκτες ερημικότητας - ευφορίας.



**Σχήμα 19:** Αναγωγή του ξηροθερμικού δείκτη X του Gausse σε υψόμετρο  $Z=0$  m, με βαθμίδα  $\Delta X/\Delta Z=-0,064$  days/m.

### Εκτίμηση των κατακρημνισμάτων (υετού) στον ελλαδικό χώρο

Η γνώση της χωρικής κατανομής των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στη χώρα μας είναι απαραίτητη για τις μελέτες και τις εφαρμογές πολλών επιστημονικών κλάδων, ιδιαίτερα των γεωτεχνικών (δασολόγων, γεωπόνων, γεωλόγων, βιολόγων

κ.λπ.). Δυστυχώς, δεν είναι εύκολο να υπολογιστεί το μέσο μηνιαίο και ετήσιο ύψος υετού πολλών περιοχών στην Ελλάδα, ιδιαίτερα των ορεινών, παρά την ύπαρξη ενός μεγάλου αριθμού μετεωρολογικών σταθμών. Το μέσο ετήσιο ή μηνιαίο ύψος υετού διαφέρει σημαντικά μεταξύ γειτονικών σταθμών και σε αποστάσεις μόνο μερικών χιλιομέτρων, κάτι που οφείλεται στο έντονο ανάγλυφο και τη διανομή ξηράς και θάλασσας (Μαριολόπουλος και Καραπιπέρης 1955). Αν η χώρα μας ήταν επίπεδη σε όλη της την έκταση, θα ήταν δυνατό με τη χρησιμοποίηση ενός περιορισμένου αριθμού μετεωρολογικών σταθμών, κανονικά κατανομημένων στον χώρο, να χαραχθούν οι μεταξύ των σταθμών **ισοϋετείς**<sup>6</sup> καμπύλες και με τη βοήθεια αυτών να εκτιμηθεί το ύψος υετού σε οποιοδήποτε σημείο της με ικανοποιητική ακρίβεια. Αυτό όμως δεν είναι εφικτό, διότι η ύπαρξη των ορεινών όγκων επηρεάζει τόσο πολύ την κατανομή των κατακρημνισμάτων μεταξύ των σταθμών, που αχρηστεύει τη μέθοδο. Η παραδοχή της αύξησης των κατακρημνισμάτων με το υψόμετρο (Τσελεπιδάκι 1982, Critchfield 1983, Κωτούλας 1986, Basist et al. 1994, Στάθης 1998) δεν λύνει το πρόβλημα. Προσεκτική μελέτη των μέσων ετησίων και μηνιαίων υψών υετού μετεωρολογικών σταθμών διαφορετικού υψομέτρου, που απέχουν μικρή απόσταση μεταξύ τους, όπως των σταθμών Πάρνηθας, Δεκέλειας, Βαρνάβα, Φράγματος Μαραθώνα και Αθηνών (Μαριολόπουλος και Καραπιπέρης 1955) φανερώνει, ότι το ύψος υετού αυξάνεται όσο ένας σταθμός βρίσκεται πλησιέστερα στον κεντρικό άξονα ενός ορεινού όγκου και όσο υψηλότερος και επιμήκης είναι αυτός ο όγκος. Επειδή, όμως, πλησιέστερα στον κεντρικό άξονα ενός ορεινού όγκου βρίσκονται συνήθως σταθμοί μεγάλου υψομέτρου, δίνεται η εντύπωση της αύξησης του υετού με το υψόμετρο του σταθμού. Οι Μαριολόπουλος και Καραπιπέρης (1955) είχαν επισημάνει, ότι δεν υφίσταται σαφής νόμος της μεταβολής του υετού με το υψόμετρο και ως εκ τούτου είναι αδύνατη η αναγωγή των, εις διάφορα υψόμετρα, σημειωμένων υψών υετού εις την επιφάνεια της θάλασσας. Για παράδειγμα, ο ρυθμός αύξησης του μέσου ετήσιου ύψους υετού με το υψόμετρο κυμαίνεται από 35mm/100m έως 125mm/100m ανάμεσα στα διάφορα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδας (Μαριολόπουλος και Καραπιπέρης 1955).

Υπάρχουν εργασίες (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2004, Γκουβάς κ.ά. 2007, Gouvas et al. 2009), που δείχνουν ότι η αύξηση των κατακρημνισμάτων με το υψόμετρο είναι φαινομενική και οφείλεται στην ύπαρξη θετικής συσχέτισης μεταξύ του υψομέτρου των σταθμών και του ανάγλυφου της γύρω από το σταθμό περιοχής, αφού, με τον τρόπο που έχουν ιδρυθεί οι σταθμοί στις ορεινές περιοχές, συμβαίνει οι σταθμοί με το μεγαλύτερο υψόμετρο να βρίσκονται και πλησιέστερα στον κύριο άξονα των ορεινών όγκων. Εξάλλου και άλλοι ερευνητές (Johansson and Chen 2003) διαπίστωσαν καλύτερη συσχέτιση του ύψους των κατακρημνισμάτων με το μέσο υψόμετρο της περιοχής γύρω από τους μετεωρολογικούς σταθμούς παρά με τα υψόμετρα των σταθμών. Ένας απλός τρόπος έκφρασης του ανάγλυφου γύρω από κάθε σταθμό αποτελεί η μεταβλητή  $Z'$ , η οποία δίνεται από τη σχέση (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2004, Gouvas et al. 2009):

$$Z' = Z_2 + (Z_5/3,5)$$

όπου

$Z_2$ =το μεγαλύτερο υψόμετρο του εδάφους (m) σε απόσταση έως 2 km από το σταθμό και

$Z_5$ =το μεγαλύτερο υψόμετρο του εδάφους (m) σε απόσταση μεταξύ 2 και 5 km από το σταθμό.

<sup>6</sup> Ισοϋετείς καμπύλες: Οι καμπύλες που ενώνουν, πάνω σε ένα χάρτη, σημεία του ίδιου ύψους υετού. Για λόγους συντομίας, η λέξη καμπύλες θα παραλείπεται στο υπόλοιπο κείμενο.

Η μεταβλητή  $Z'$  συνδυάζει το ύψος του πλησιέστερου ορεινού όγκου με την απόστασή του από το σταθμό, σχετίζεται ( $R=0,83$ ) με τα υψόμετρα των σταθμών και η τιμή της για κάθε σταθμό της παρούσας εργασίας αναγράφεται στον πίνακα 2.

Αποδεικνύεται (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2004, Gouvas et al. 2009), ότι το μέσο ύψος των κατακρημνισμάτων σχετίζεται καλύτερα με τη μεταβλητή  $Z'$ , απ' ότι με το υψόμετρο του σταθμού ( $Z$ ) από τον Σεπτέμβριο έως τον Απρίλιο, ενώ από το Μάιο έως τον Αύγουστο συμβαίνει το αντίθετο. Η αιτία είναι φανερή. Η επίδραση ενός ορεινού όγκου πλησίον του μετεωρολογικού σταθμού επί των βροχοπτώσεων αυτού γίνεται πιο ουσιαστική στην περίπτωση των εκτεταμένων κυκλωνικών και μετωπικών βροχοπτώσεων, που παρατηρούνται στη χώρα μας κατά τη χειμερινή περίοδο. Εμποδίζοντας την κίνηση των ανέμων των βαρομετρικών υφέσεων, οι ορεινοί όγκοι ενισχύουν τις συνοπτικές κλίμακας (εκτεταμένες) κατακόρυφες κινήσεις του ατμοσφαιρικού αέρα, κάτι που δεν είναι εφικτό κατά τη διάρκεια της ξηρής-θερινής περιόδου, που κυριαρχούν οι μικρής κλίμακας ισχυρές κατακόρυφες κινήσεις, με τελικό αποτέλεσμα την ανάπτυξη των τοπικών θερμικών καταγίδων στην ηπειρωτική χώρα. Επιπλέον είναι ευνόητο, ότι το καλοκαίρι οι σταγόνες της βροχής εξατμίζονται εντονότερα απ' ότι το χειμώνα, κατά τη διάρκεια της πτώσης τους μέσω του ακόρεστου ατμοσφαιρικού στρώματος μεταξύ της βάσης των νεφών και του εδάφους, λόγω της υψηλότερης ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας και του μεγαλύτερου απαιτούμενου χρόνου για να φθάσουν στο έδαφος, καθώς οι βάσεις των νεφών παρατηρούνται σε πολύ μεγαλύτερα ύψη κατά το θέρος. Πρακτικά αυτό σημαίνει, ότι για δύο περιοχές διαφορετικού υψομέτρου, αλλά με πολύ μικρή οριζόντια απόσταση μεταξύ τους, π.χ. το κατώτερο και ανώτερο τμήμα μιας απόκρημνης πλαγιάς, η βροχόπτωση που θα σημειωθεί στην περιοχή με το χαμηλότερο υψόμετρο θα είναι λιγότερη από εκείνη της υψηλότερης περιοχής, λόγω της εξάτμισης των υδροσταγόνων στο μεταξύ τους ατμοσφαιρικό στρώμα. Συνεπώς, η διαφορά του ύψους βροχής μεταξύ γειτονικών περιοχών διαφορετικού υψομέτρου, αλλά ίσης απόστασης από την κορυφογραμμή, θα είναι μέγιστη το καλοκαίρι και ελάχιστη (ίσως αμελητέα) το χειμώνα.

Χρησιμοποιώντας τα βροχομετρικά δεδομένα 515 σταθμών από όλη την Ελλάδα (το σύνολο των οποίων συμπεριλαμβάνεται στην παρούσα εργασία) και με σκοπό την ανάδειξη της μεθόδου με τα λιγότερα δυνατά σφάλματα στην εκτίμηση του μέσου μηνιαίου και ετήσιου ύψους υετού σε οποιαδήποτε σημείο του ελλαδικού χώρου, εξετάστηκαν από τον Γκουβά κ.ά. (2007) πέντε διαφορετικές μέθοδοι:

α) Σχεδίαση των ισοϋετών στον ελλαδικό χώρο μετά από αναγωγή του μέσου μηνιαίου ή ετήσιου ύψους υετού  $P(Z')$  κάθε σταθμού σε  $Z'=0$  m,  $P(Z'=0)$ , μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - b \cdot Z']$ , εκτίμηση του  $P(Z'=0)$  μέσω αυτών των χαρτών στις περιοχές όπου δεν υπάρχουν σταθμοί και υπολογισμός του  $P(Z')$  των ίδιων περιοχών δια της προαναφερόμενης εξίσωσης.

β) Σχεδίαση των ισοϋετών στον ελλαδικό χώρο μετά από αναγωγή του μέσου μηνιαίου ή ετήσιου ύψους υετού  $P(Z)$  κάθε σταθμού σε  $Z=0$  m,  $P(Z=0)$ , μέσω της εξίσωσης  $P(Z=0) = \exp[\ln(P(Z)) - b \cdot Z]$ , εκτίμηση του  $P(Z=0)$  μέσω αυτών των χαρτών στις περιοχές όπου δεν υπάρχουν σταθμοί και υπολογισμός του  $P(Z)$  των ίδιων περιοχών δια της προαναφερόμενης εξίσωσης.

γ) Σχεδίαση των ισοϋετών στον ελλαδικό χώρο, χωρίς καμία αναγωγή του μέσου μηνιαίου ή ετήσιου ύψους υετού κάθε σταθμού και εκτίμησή του, μέσω αυτών των χαρτών, στις περιοχές όπου δεν υπάρχουν σταθμοί. Και στις 3 παραπάνω μεθόδους των ισοϋετών, η σχεδιάσή τους έγινε με την μέθοδο παρεμβολής Kriging.

δ) Εκτίμηση του μέσου μηνιαίου ή ετήσιου ύψους υετού ( $P$ ) στις περιοχές, όπου δεν υπάρχουν σταθμοί, μέσω της εξίσωσης πολλαπλής παλινδρόμησης



$$\ln(P) = a + b*Z + c*x + d*y + e*x^2 + f*x*y + g*y^2 + h*x^3 + i*x^2*y + j*x*y^2 + k*y^3 + l*O$$

και

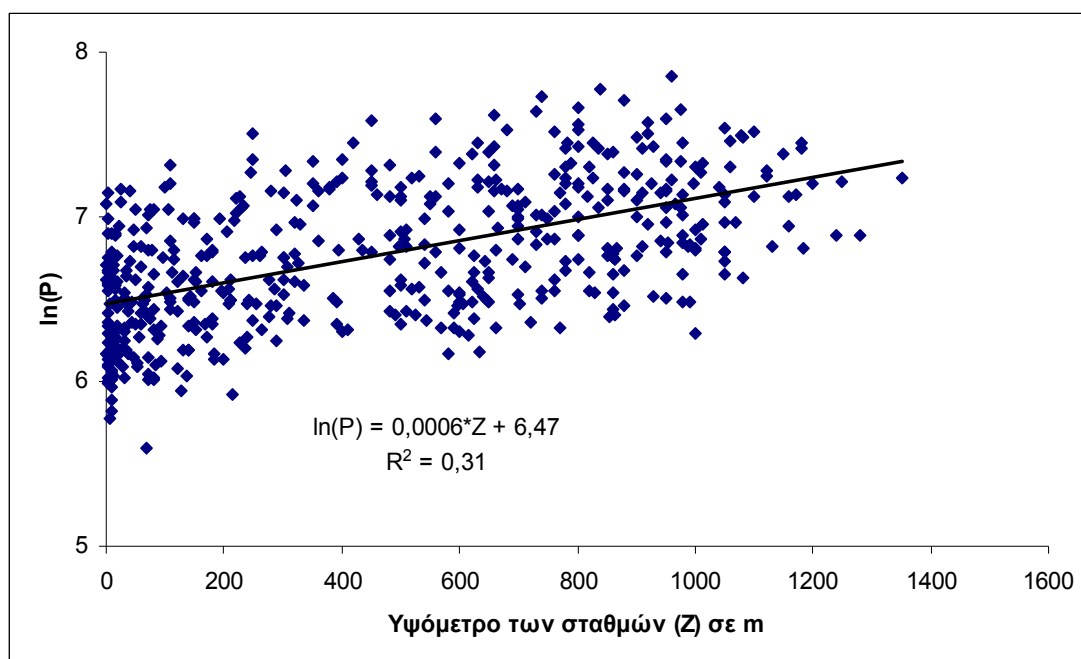
ε) Εκτίμηση του μέσου μηνιαίου ή ετήσιου ύψους νετού (P) στις περιοχές, όπου δεν υπάρχουν σταθμοί, μέσω της εξίσωσης πολλαπλής παλινδρόμησης

$$\ln(P) = a' + b'*Z' + c'*x + d'*y + e'*x^2 + f'*x*y + g'*y^2 + h'*x^3 + i'*x^2*y + j'*x*y^2 + k'*y^3 + l'*O,$$

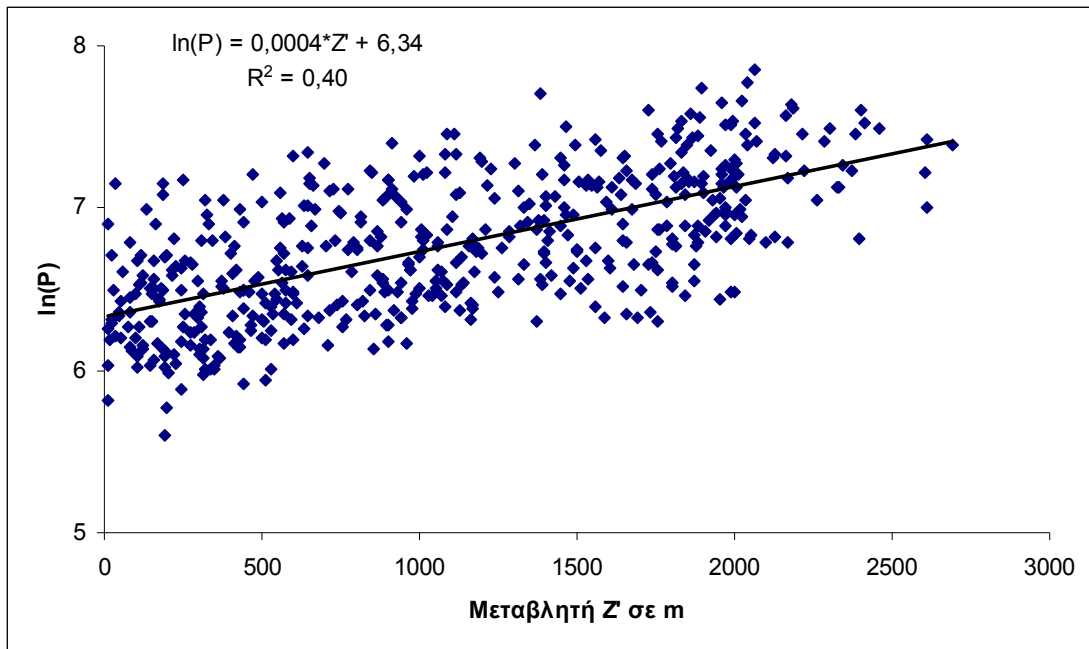
όπου  $x = \varphi - 38$ ,  $y = \lambda - 24$ ,  $\varphi$ ,  $\lambda$ : το γεωγραφικό πλάτος και μήκος του σταθμού,

O: η απόσταση κάθε σταθμού από την πλησιέστερη ακτή (km).

Επιλέχθηκε ο νεπέρειος λογάριθμος των κατακρημνισμάτων ως εξαρτημένη μεταβλητή σε όλες τις παραπάνω εξισώσεις, διότι στην περίπτωση που χρησιμοποιηθούν τα κατακρημνίσματα χωρίς μετασχηματισμό, όπως στις εξισώσεις απλής και πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης των Γκουβά και Σακελλαρίου (2004), η αναγωγή τους σε  $Z=0$  m ή  $Z'=0$  m οδηγεί μερικές φορές σε εξωπραγματικές (πολύ μικρές ή και αρνητικές) μέσες μηνιαίες ή ετήσιες τιμές! Κάτι τέτοιο αποφεύγεται με την χρήση του λογαρίθμου των κατακρημνισμάτων. Εξάλλου, στα διαγράμματα διασποράς των λογαριθμικών τιμών του μέσου ετησίου ύψους νετού των 515 σταθμών ως προς το υψόμετρο Z και τη μεταβλητή Z' αυτών (σχήματα 20 και 21 αντίστοιχα) φαίνεται καθαρά, ότι οι παρατηρήσεις κατανέμονται σε μια ζώνη σχεδόν σταθερού πλάτους γύρω από την ευθεία παλινδρόμησης, κάτι που αποτελεί ένα επιπλέον στοιχείο της ορθότητας του μετασχηματισμού της εξαρτημένης μεταβλητής σε λογαριθμική μορφή. Το ίδιο ισχύει για τα μέσα μηνιαία ύψη νετού από Οκτώβριο έως Απρίλιο, όχι όμως και για τους υπόλοιπους μήνες. Αντίθετα, σε εξισώσεις παλινδρόμησης χωρίς μετασχηματισμό των κατακρημνισμάτων παρατηρείται αύξηση της διασποράς των σημείων του στικτού διαγράμματος αυξανόμενης της Z και της Z'.



**Σχήμα 20:** Διάγραμμα των λογαριθμικών τιμών του μέσου ετησίου ύψους νετού 515 σταθμών ως προς το υψόμετρο Z αυτών.



**Σχήμα 21:** Διάγραμμα των λογαριθμικών τιμών του μέσου ετησίου ύψους νετού 515 σταθμών ως προς τη μεταβλητή  $Z'$  αυτών.

Ο πίνακας 7 περιλαμβάνει τις εξισώσεις απλής γραμμικής παλινδρόμησης, στις οποίες η εξαρτημένη μεταβλητή αντιπροσωπεύεται από το νεπέριο λογάριθμο των κατακρημνισμάτων  $\ln(P)$ , ενώ η ανεξάρτητη μεταβλητή από το υψόμετρο  $Z$  και την τοπογραφική μεταβλητή  $Z'$  των 515 σταθμών. Στον πίνακα αυτόν και για κάθε εξίσωση δίνονται ο συντελεστής προσδιορισμού ( $R^2$ ), το τυπικό σφάλμα εκτίμησης ( $S$ ), οι σταθερές ( $a$  και  $a'$ ), οι συντελεστές παλινδρόμησης ( $b$  και  $b'$ ) και τα τυπικά σφάλματα αυτών ( $s(b)$  και  $s(b')$ ).

Οι συντελεστές παλινδρόμησης  $b$  και  $b'$  των εξισώσεων του πίνακα 7 χρησιμοποιήθηκαν για την αναγωγή των κατακρημνισμάτων των σταθμών σε  $Z=0$  m και  $Z'=0$  m δια των σχέσεων:

$$P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - b' \cdot Z'] \text{ και } P(Z=0) = \exp[\ln(P(Z)) - b \cdot Z] \text{ αντίστοιχα.}$$

Για την πραγματοποίηση της σύγκρισης των πέντε μεθόδων εκτίμησης του μέσου ύψους νετού στην εργασία του Γκουβά κ.ά. (2007), από το σύνολο των 515 σταθμών επιλέχθηκε δείγμα 50 σταθμών, με τη βοήθεια της απλής τυχαίας δειγματοληψίας, με τον περιορισμό να μην είναι οριακοί, όσον αφορά το γεωγραφικό μήκος και πλάτος τους. Σκοπός της επιλογής του δείγματος των 50 σταθμών ήταν η εκτίμηση των κατακρημνισμάτων τους με τη βοήθεια των υπόλοιπων 465 σταθμών και η μελέτη των αποκλίσεων των εκτιμηθέντων υψών νετού από τις πραγματικές τιμές. Με τη βοήθεια των υπολοίπων 465 σταθμών συντάχθηκαν χάρτες ισοϋετών για το μέσο ετήσιο ύψος νετού, το μέσο ύψος νετού Μαΐου-Αυγούστου και τα μέσα μηνιαία ύψη νετού: α) χωρίς καμία αναγωγή, β) με αναγωγή τους σε  $Z'=0$  m και γ) με αναγωγή τους σε  $Z=0$  m. Οι παραχθείσες ισοϋετές χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση των κατακρημνισμάτων στις γεωγραφικές θέσεις του δείγματος των 50 σταθμών. Οι αποκλίσεις των εκτιμηθέντων υψών νετού από τα πραγματικά ύψη νετού των 50 σταθμών και, κυρίως, το μέσο τετραγωνικό σφάλμα της κάθε μεθόδου αποτέλεσαν τα κριτήρια για την πιστοποίηση του καλύτερου τρόπου εκτίμησης των κατακρημνισμάτων, δηλαδή εκείνου με τα μικρότερα σφάλματα. Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα ορίζεται από τη σχέση  $RMSE = \sqrt{(\sum (P_{\text{πραγ}} - P_{\text{εκτ}})^2 / n)}$ , όπου  $P_{\text{πραγ}}$  το

πραγματικό μέσο μηνιαίο ή ετήσιο ύψος νετού κάθε σταθμού,  $P_{εκτ}$  το ύψος νετού που προέκυψε μέσω των μεθόδων εκτίμησης και  $n$  ο αριθμός του δείγματος.

**Πίνακας 7.** Αποτελέσματα εξισώσεων παλινδρόμησης.

Εξίσωση $\ln(P)=a+b*Z$						
	Μήνας	R <sup>2</sup>	S	a	b	s(b)
1	Ιανουάριος	0,11	0,51	4,50	0,00048	6,06E-05
2	Φεβρουάριος	0,20	0,49	4,27	0,00066	5,9E-05
3	Μάρτιος	0,25	0,37	4,13	0,00058	4,41E-05
4	Απρίλιος	0,40	0,41	3,68	0,00090	4,93E-05
5	Μάιος	0,42	0,44	3,38	0,00100	5,24E-05
6	Ιούνιος	0,27	0,70	2,75	0,00116	8,41E-05
7	Ιούλιος	0,23	1,03	2,01	0,00152	0,000123
8	Αύγουστος	0,21	0,95	2,07	0,00131	0,000114
9	Σεπτέμβριος	0,17	0,65	3,10	0,00079	7,77E-05
10	Οκτώβριος	0,19	0,40	4,24	0,00052	4,71E-05
11	Νοέμβριος	0,20	0,48	4,43	0,00066	5,74E-05
12	Δεκέμβριος	0,15	0,48	4,66	0,00055	5,74E-05
13	Έτος	<b>0,31</b>	<b>0,35</b>	<b>6,47</b>	<b>0,00064</b>	<b>4,18E-05</b>
14	Μάιος-Αύγ.	0,35	0,55	4,19	0,00110	6,59E-05
Εξίσωση $\ln(P)=a'+b'*Z'$						
	Μήνας	R <sup>2</sup>	S	a'	b'	s(b')
15	Ιανουάριος	0,20	0,48	4,34	0,00035	3,12E-05
16	Φεβρουάριος	0,29	0,46	4,10	0,00044	3E-05
17	Μάρτιος	0,35	0,34	4,00	0,00037	2,23E-05
18	Απρίλιος	0,45	0,39	3,52	0,00053	2,54E-05
19	Μάιος	0,39	0,45	3,28	0,00053	2,91E-05
20	Ιούνιος	0,23	0,72	2,65	0,00058	4,69E-05
21	Ιούλιος	0,18	1,03	1,92	0,00069	6,71E-05
22	Αύγουστος	0,18	0,97	1,94	0,00067	6,28E-05
23	Σεπτέμβριος	0,17	0,65	3,01	0,00043	4,22E-05
24	Οκτώβριος	0,27	0,38	4,12	0,00033	2,44E-05
25	Νοέμβριος	0,28	0,46	4,28	0,00042	2,95E-05
26	Δεκέμβριος	0,24	0,45	4,50	0,00038	2,94E-05
27	Έτος	<b>0,41</b>	<b>0,33</b>	<b>6,34</b>	<b>0,00039</b>	<b>2,11E-05</b>
28	Μάιος-Αύγ.	0,31	0,57	4,09	0,00060	3,69E-05

Με τη διαδικασία που ακολουθήθηκε (Γκουβάς κ.ά. 2007), καλύτερη μέθοδος αναδείχθηκε για μεν το μέσο ετήσιο ύψος νετού, καθώς και εκείνο της περιόδου Οκτωβρίου-Μαρτίου η μέθοδος (χαρτογράφησης) των ισοϋετών με αναγωγή των κατακρημισμάτων σε  $Z'=0$  m, ενώ για την περίοδο Απριλίου-Σεπτεμβρίου η μέθοδος των ισοϋετών χωρίς καμία αναγωγή. Ειδικότερα όσον αφορά το μέσο ετήσιο ύψος νετού αποδείχθηκε, ότι το μικρότερο RMSE προκύπτει από τη μέθοδο των ισοϋετών με αναγωγή των κατακρημισμάτων σε  $Z'=0$  m (RMSE=146 mm). Ακολουθεί η μέθοδος εκτίμησης με αναγωγή τους σε  $Z=0$  m (RMSE=149 mm), η μέθοδος χωρίς αναγωγή (RMSE=152 mm), η μέθοδος μέσω εξισώσεων παλινδρόμησης με ανεξάρτητη μεταβλητή την  $Z'$  (RMSE=219 mm), ενώ χειρότερη από όλες αναδεικνύεται η μέθοδος εκτίμησης μέσω εξισώσεων παλινδρόμησης με ανεξάρτητη μεταβλητή την  $Z$  (με RMSE=237 mm). Τα δε σφάλματα εκτίμησης του ύψους των κατακρημισμάτων αυξάνονται, κατά απόλυτη τιμή, αυξανόμενου του μέσου μηνιαίου ή ετήσιου ύψους νετού.

Με την ανωτέρω σύγκριση αποδείχθηκε επίσης, ότι παρά τον μεγάλο αριθμό όρων (τρίτης τάξης πολυωνυμικό ανάπτυγμα του γεωγραφικού μήκους και πλάτους) των εξισώσεων γραμμικής παλινδρόμησης, εξαιτίας του οποίου αποβαίνουν και δύσχρηστες, αυτές υπολείπονται πολύ του τρόπου εκτίμησης του υετού με τη βοήθεια μεθόδων σχεδίασης των ισοϋετών σε χάρτες. Και φυσικά, με τη μείωση της τάξης του πολυωνυμικού αναπτύγματος των  $x$  και  $y$  μειώνεται ακόμα περισσότερο η ακρίβεια των εκτιμήσεων. Συνεπώς, σε αντίθεση με τη θερμοκρασία του αέρα (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2002), η πολύπλοκη γεωγραφική κατανομή των κατακρημισμάτων στη χώρα μας δεν μπορεί να προσεγγισθεί επιτυχώς από πολυωνυμικά αναπτύγματα 3ης τάξης του γεωγραφικού μήκους και πλάτους, γι' αυτό και τα σφάλματα εκτίμησης είναι πολύ μεγάλα. Ούτε προτείνεται ανάπτυγμα μεγαλύτερης τάξης, διότι ακόμα και εκείνο της 3ης τάξης είναι πολύ δύσχρηστο. Η χρησιμότητά τους συνίσταται στον υπολογισμό και την απομόνωση μιας μόνο ανεξάρτητης μεταβλητής ( $Z'$  ή  $Z$ ) με βάση την οποία μπορούν να γίνουν οι αναγωγές, ενώ η οριζόντια κατανομή των, υπό αναγωγή, κατακρημισμάτων πραγματοποιείται στην συνέχεια μέσω μεθόδων παρεμβολής.

Αν και συστήνεται από τον Γκουβά κ.ά (2007) να χρησιμοποιείται η μέθοδος των ισοϋετών με αναγωγή των κατακρημισμάτων σε  $Z'=0$  m για όλους τους μήνες του έτους, μετέπειτα προσπάθειες πρακτικής εφαρμογής της συγκεκριμένης μεθόδου έδωσαν έντονα υπερτιμημένες εκτιμήσεις του μέσου μηνιαίου ύψους κατακρημισμάτων για την περίοδο Μαΐου-Σεπτεμβρίου στις περιοχές με  $Z' > 2000$  m, εξαιτίας των υψηλών τιμών του συντελεστή παλινδρόμησης  $b'$  για τους ίδιους μήνες στον πίνακα 7. Αιτία του προβλήματος αποτελεί η μη σταθερή διασπορά των παρατηρήσεων  $\ln(P)$  γύρω από την ευθεία παλινδρόμησης  $\ln(P)=a'+b'*Z'$ . Στην συγκεκριμένη περίπτωση, οι τιμές  $\ln(P)$  παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη διακύμανσή τους στις μικρότερες τιμές της  $Z'$ , με αποτέλεσμα την αύξηση της κλίσης της ευθείας παλινδρόμησης, σε αντίθεση με τη σταθερή διασπορά τους στο σχήμα 21, που είναι τυπική και για την περίοδο από Οκτώβριο έως τον Απρίλιο. Αυτό ισχύει και για το διάγραμμα των υπολοίπων της ίδιας εξίσωσης παλινδρόμησης ως προς τη μεταβλητή  $Z'$ , όπου τα υπόλοιπα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη διακύμανση στις μικρότερες τιμές της  $Z'$ . Συνεπώς ήταν λαθεμένη η επιλογή του συντελεστή παλινδρόμησης  $b'$  από την εξίσωση  $\ln(P)=a'+b'*Z'$  για την αναγωγή του μέσου μηνιαίου ύψους υετού Μαΐου-Σεπτεμβρίου σε  $Z'=0$  m. Αν, αντίθετα, γίνει χρήση του συντελεστή  $b'$  από την εξίσωση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης

$\ln(P)=a'+b'*Z'+c'*x+d'*y+e'*x^2+f'*x*y+g'*y^2+h'*x^3+i'*x^2*y+j'*x*y^2+k'*y^3+l'*O$ , οι μεν τιμές του για το μέσο ετήσιο ύψος κατακρημισμάτων και για το μέσο μηνιαίο της περιόδου Οκτωβρίου-Μαρτίου είναι περίπου ίδιες με εκείνες του πίνακα 7, ενώ για την περίοδο Απριλίου-Σεπτεμβρίου οι τιμές του  $b'$  είναι:

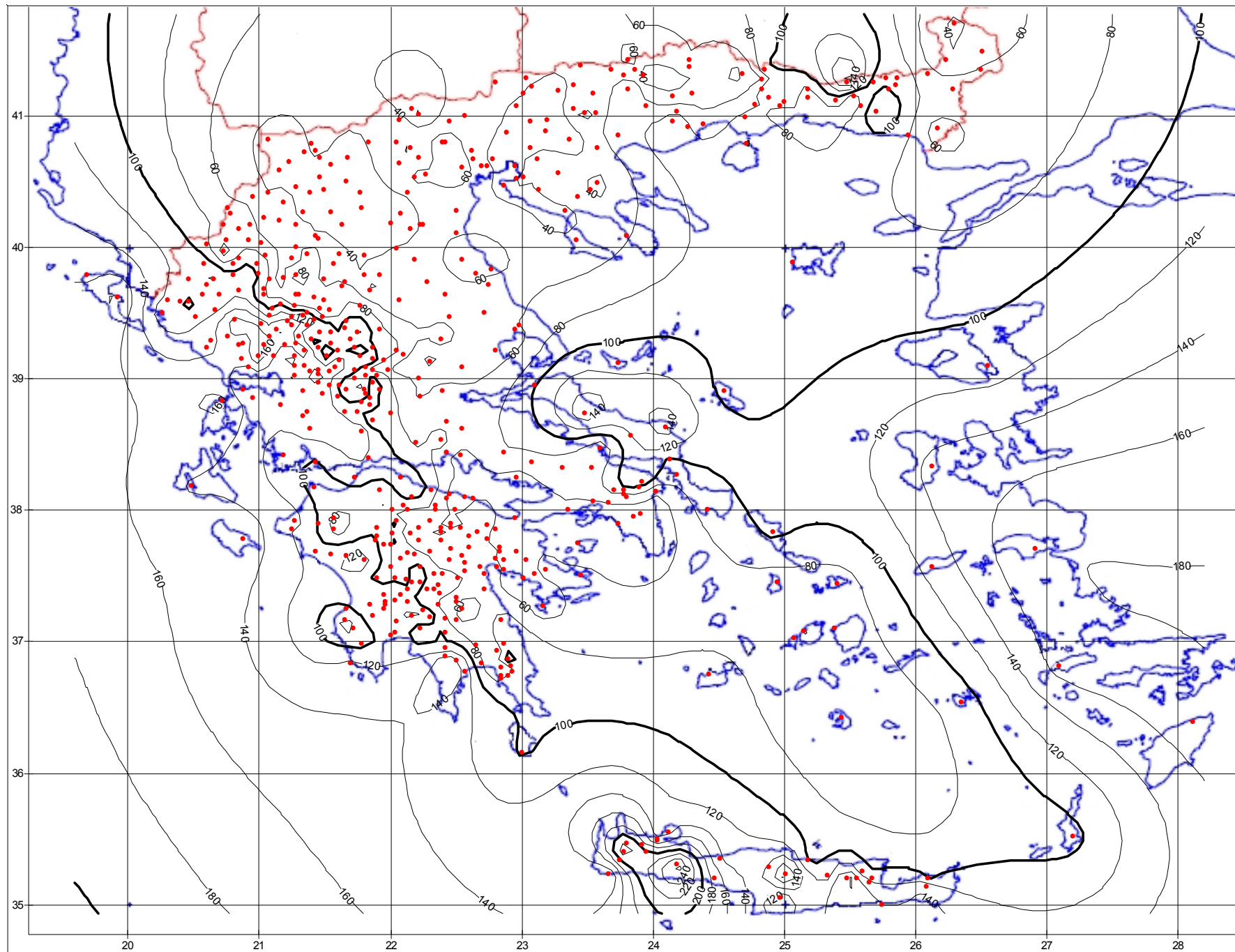
Απρίλιος	0,00044	Ιούλιος	0,00052
Μάιος	0,00040	Αύγουστος	0,00040
Ιούνιος	0,00045	Σεπτέμβριος	0,00026

Παρατηρούμε, ότι οι τιμές του  $b'$  της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι αρκετά μειωμένες σε σχέση με εκείνες της εξίσωσης απλής γραμμικής παλινδρόμησης (πίνακας 7) για την περίοδο Απριλίου-Σεπτεμβρίου και περίπου στα ίδια επίπεδα με τους χειμερινούς μήνες, υπενθυμίζοντας εδώ, ότι χωρίς λογαριθμικό μετασχηματισμό του μέσου ύψους κατακρημισμάτων οι τιμές του συντελεστή  $b'$  είναι υψηλότερες το χειμώνα και μικρότερες το καλοκαίρι (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2004, Gouvas et al. 2009). Επιπλέον επιτυγχάνεται σημαντικά μειωμένη διασπορά των υπολοίπων της εξίσωσης πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης ως προς τη μεταβλητή  $Z'$  σε σχέση με της απλής γραμμικής παλινδρόμησης.

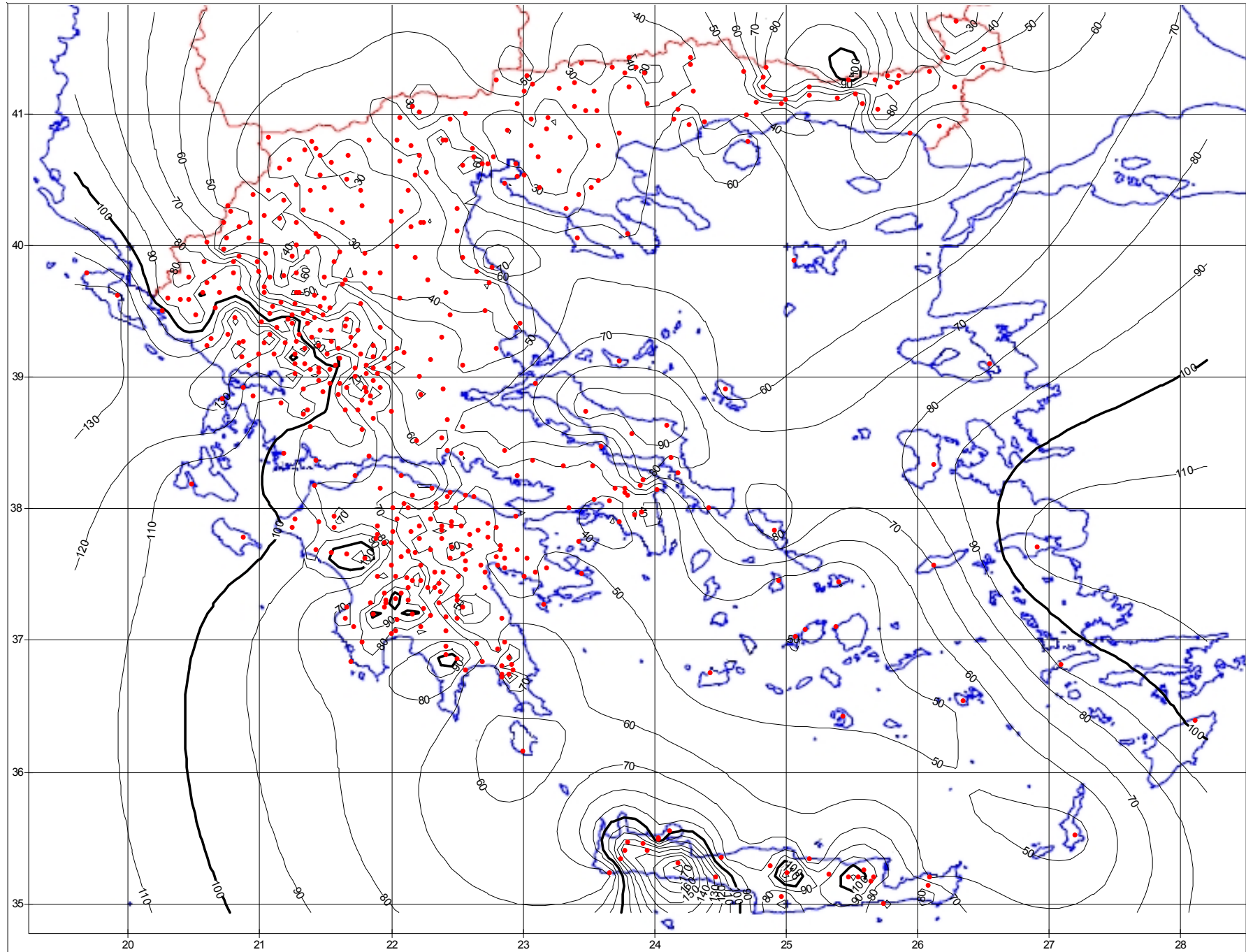
Η βελτίωση της μεθόδου επιβεβαιώνεται και από δύο ακόμα γεγονότα: 1) Την σημαντική μείωση της διαφοράς του μέσου ετήσιου ύψους υετού, που εκτιμάται από το χάρτη του σχήματος 34 και εκείνου που προκύπτει από το άθροισμα των εκτιμήσεων του μέσου ύψους υετού των 12 επιμέρους μηνών των θεωρητικών σταθμών αυτής της εργασίας (σχήματα 22-33). Η διαφορά αυτή έφτανε τα 100 με 300 mm για τις περισσότερες περιοχές με  $Z' > 2000$  m με τη χρήση των τιμών  $b'$  του πίνακα 7, ενώ με τη χρήση των προαναφερόμενων τιμών  $b'$  της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης για την περίοδο Απριλίου-Σεπτεμβρίου, η διαφορά πλέον δεν υπερβαίνει τα 50 mm. 2) Την περαιτέρω μείωση του RMSE των 50 σταθμών της εργασίας του Γκουβά κ.ά (2007), σε βαθμό ώστε η μέθοδος των ισοϋετών με αναγωγή των κατακρημνισμάτων σε  $Z'=0$  m να αποβαίνει η καλύτερη, υπερτερώντας ελαφρώς της μεθόδου των ισοϋετών χωρίς αναγωγή για τους μήνες Απρίλιο, Μάιο, Ιούνιο και Σεπτέμβριο, καθώς και για ολόκληρο το τετράμηνο Μαΐου-Αυγούστου.

Στα σχήματα 22-35 παρουσιάζονται χάρτες ισοϋετών του ελλαδικού χώρου, που σχεδιάστηκαν με τη μέθοδο παρεμβολής Kriging των κατακρημνισμάτων 515 σταθμών, αφού πραγματοποιήθηκε αναγωγή αυτών σε  $Z'=0$  m, με σκοπό τη χρήση τους για την εκτίμηση του μέσου μηνιαίου και ετήσιου ύψους υετού, καθώς και του τετραμήνου Μαΐου-Αυγούστου, από κάθε ενδιαφερόμενο. Η αναγωγή των κατακρημνισμάτων σε  $Z'=0$  m για τη θέση κάθε σταθμού έγινε δια της σχέσεως  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - b' * Z']$ , όπου  $b'$  οι τιμές του συντελεστή παλινδρόμησης της εξίσωσης  $\ln(P) = a' + b' * Z'$  από τον πίνακα 7 για το έτος και τους μήνες από Οκτώβριο έως Μάρτιο και οι προαναφερόμενες τιμές του ίδιου συντελεστή από την εξίσωση πολλαπλής παλινδρόμησης για τους υπόλοιπους μήνες. Από τα εν λόγω σχήματα είναι δυνατόν να εξαχθούν και άλλα, περισσότερο θεωρητικού ενδιαφέροντος, συμπεράσματα, αφού αναγωγή του ύψους υετού σε  $Z'=0$  m σημαίνει πρακτικά την ποσότητα των κατακρημνισμάτων, που θα σημειώνονταν σε ένα σταθμό, αν όλη η γύρω περιοχή σε ακτίνα 5 km ήταν πεδινή με υψόμετρο 0 m. Έτσι τα κατακρημνίσματα σε αυτή την περιοχή θα ήταν το αποτέλεσμα της συνεπίδρασης του ανάγλυφου σε απόσταση πέρα των 5 km από το σταθμό και των δυναμικών-θερμοδυναμικών ατμοσφαιρικών διεργασιών.

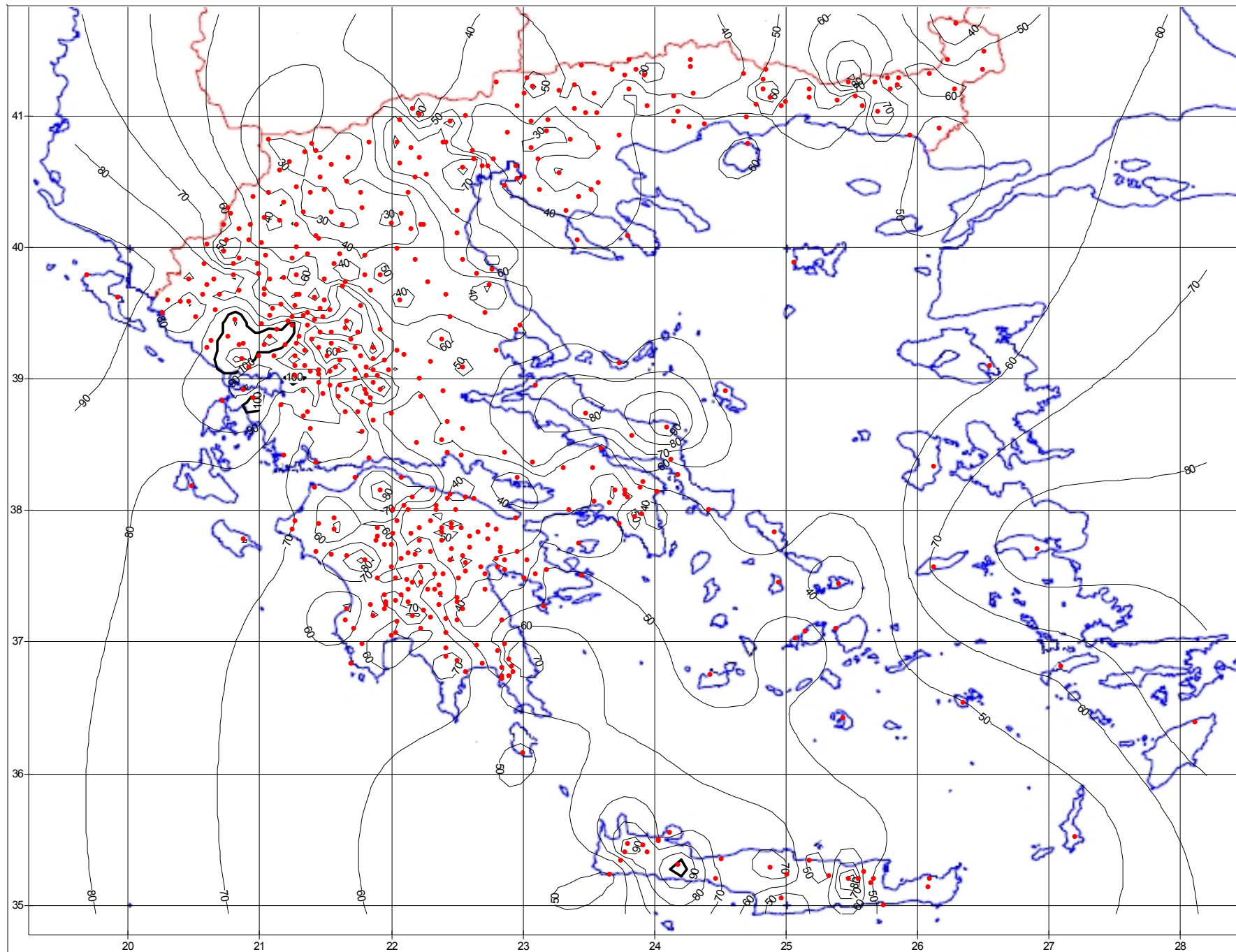
Στα σχήματα 36-49 δίνονται οι χάρτες ισοϋετών, οι οποίες σχεδιάστηκαν με τη μέθοδο παρεμβολής Kriging των κατακρημνισμάτων από 515 σταθμούς χωρίς αναγωγή, για την εκτίμηση του μέσου μηνιαίου ύψους υετού, ολόκληρου του τετραμήνου Μαΐου-Αυγούστου, καθώς και του μέσου ετήσιου ύψους υετού, ως συμπλήρωμα. Ο τελευταίος χάρτης μπορεί να φανεί χρήσιμος για μια λιγότερο ακριβή, αλλά ταχύτερη εκτίμηση του μέσου ετήσιου ύψους υετού στις περιοχές με πυκνό δίκτυο σταθμών, όπως στην κεντρική και βόρεια Πίνδο και στην κεντρική Πελοπόννησο. Ωστόσο, στις ορεινές περιοχές με αραιό δίκτυο σταθμών, όπως στη βορειοδυτική Αττική, στην κεντροδυτική Αχαΐα, στο Πήλιο κλπ, η εκτίμηση επιβάλλεται να γίνεται μόνο από το σχήμα 34. Όσον αφορά τον υπολογισμό του μέσου ύψους βροχής του Ιουλίου και του Αυγούστου, είναι πιο φρόνιμο να προτιμώνται τα σχήματα 42 και 43, έναντι των σχημάτων 28 και 29, αφού για τους τελευταίους μήνες του καλοκαιριού συνεχίζει να υπερτερεί η μέθοδος των ισοϋετών χωρίς αναγωγή, όπως προαναφέρθηκε. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι πέρα των οριακών, ως προς το γεωγραφικό πλάτος και μήκος, σταθμών η κατανομή των ισοϋετών δεν πρέπει να λαμβάνεται υπόψη (π.χ. η θαλάσσια περιοχή νότια των Λευκών Ορέων Κρήτης, οπότε δεν μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια ο υετός στη νήσο Γαύδο).

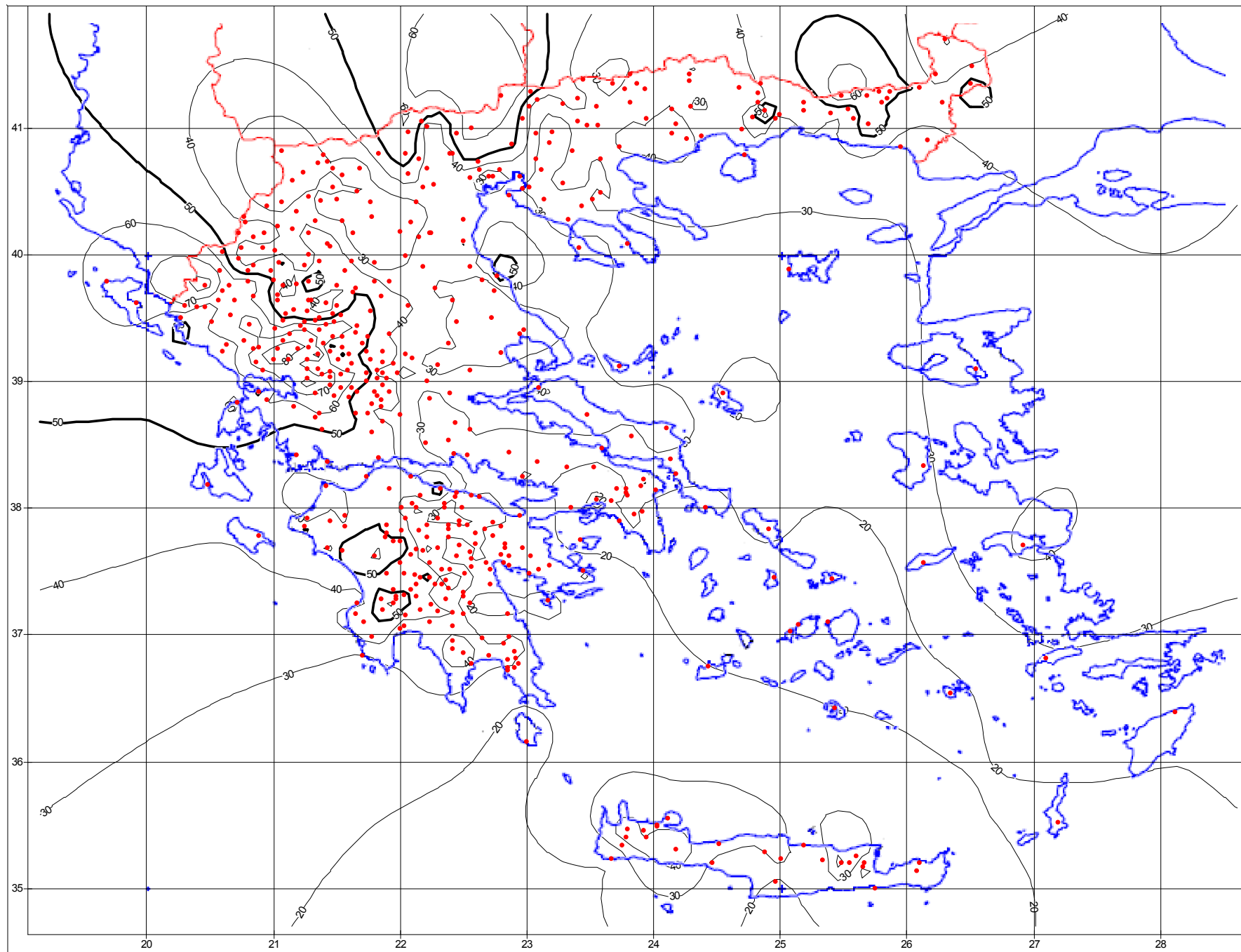
ΣΧΗΜΑ 22. Μέσο ύψος υετού Ιανουαρίου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - 0,00035 \cdot Z']$ 

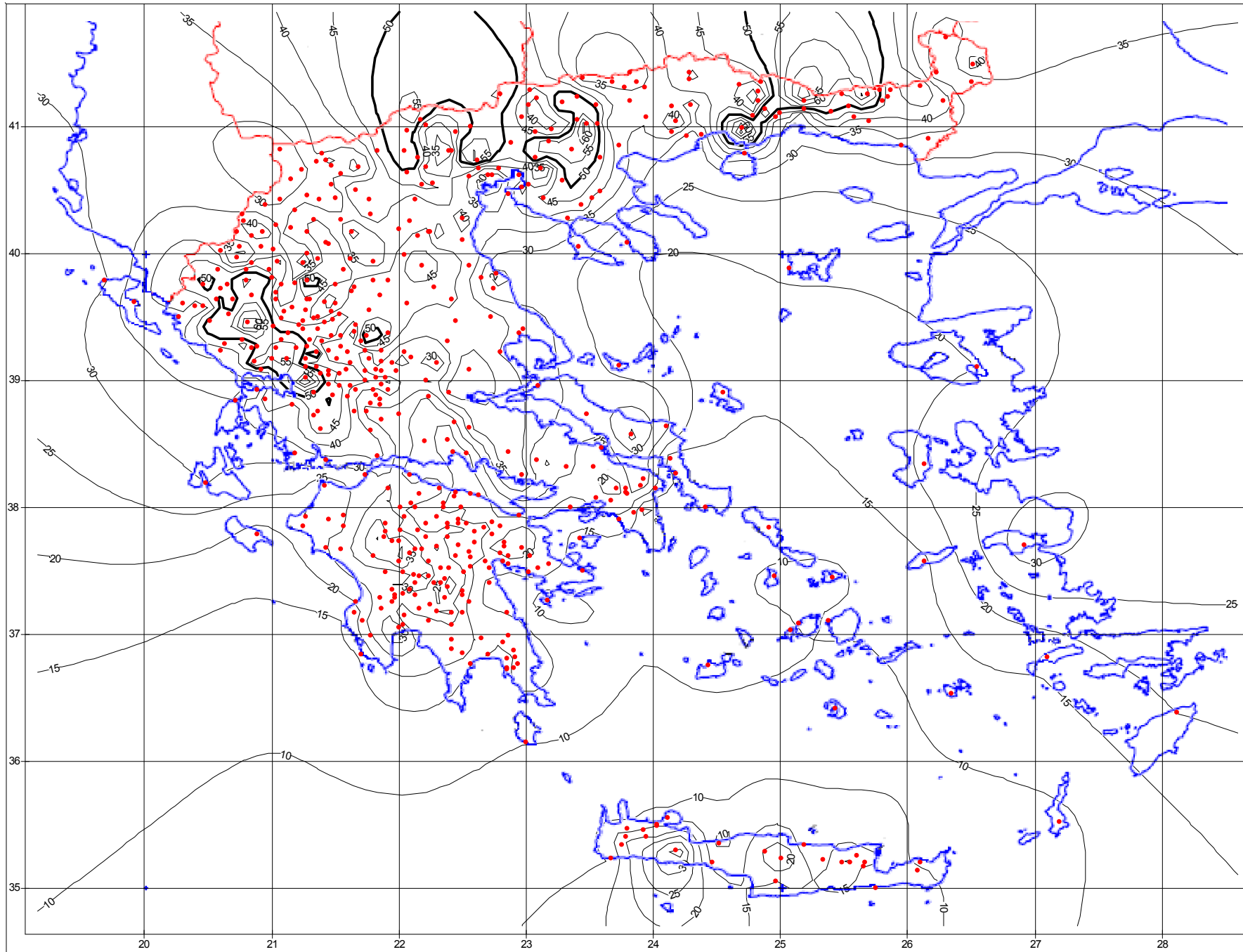


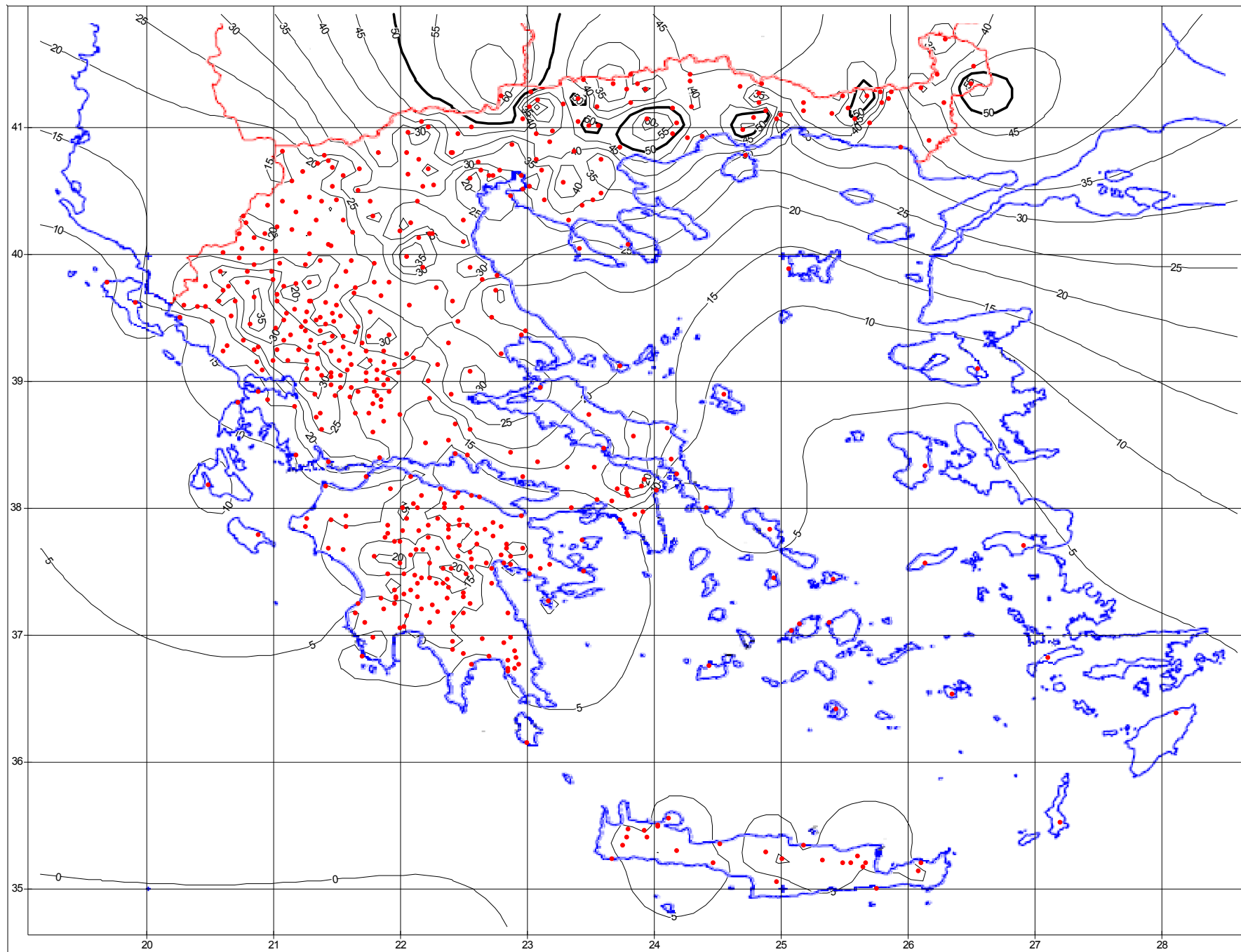
ΣΧΗΜΑ 23. Μέσο ύψος νετού Φεβρουαρίου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - 0,00044 * Z']$ 

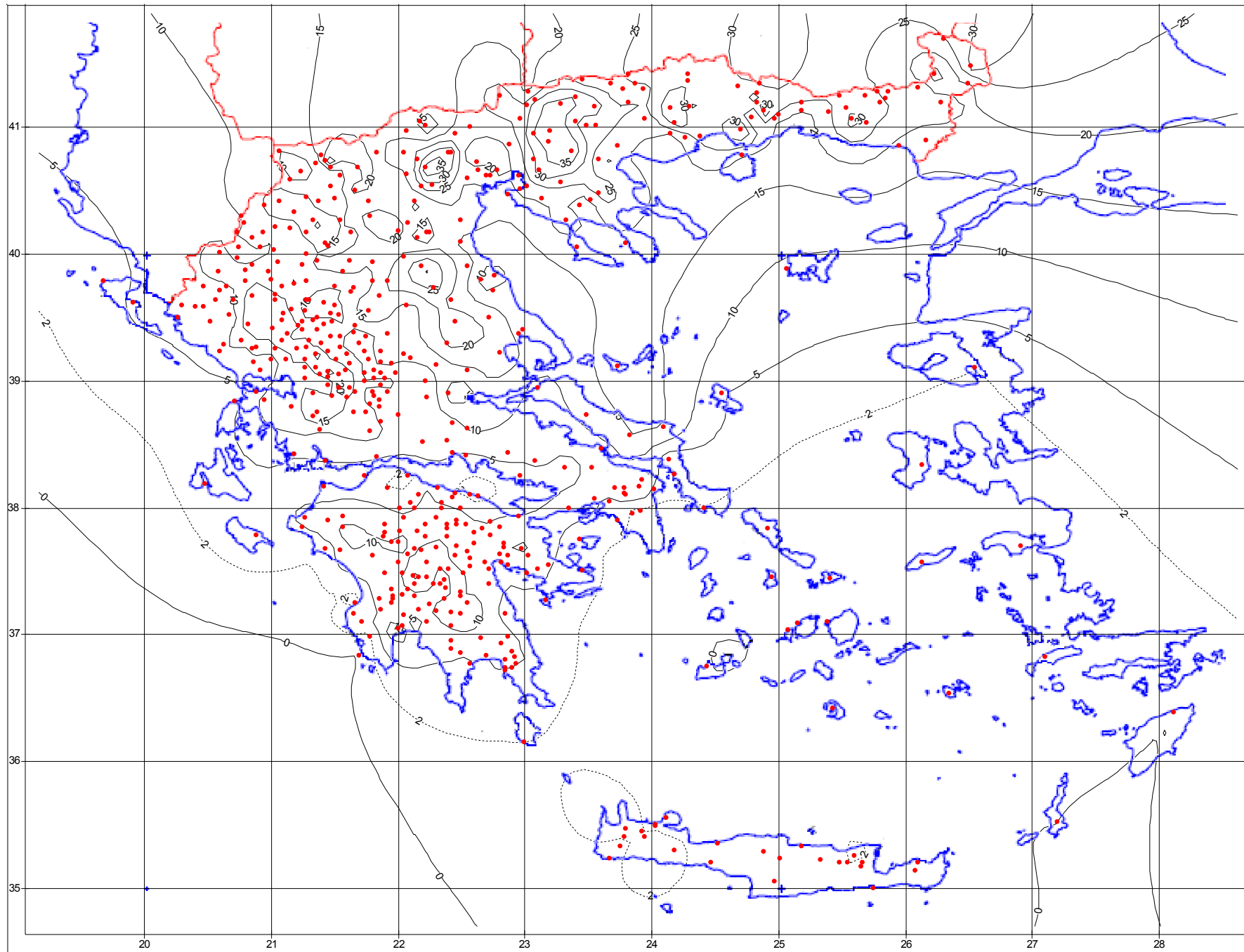


ΣΧΗΜΑ 24. Μέσο ύψος υετού Μαρτίου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - 0,00037 * Z']$ 

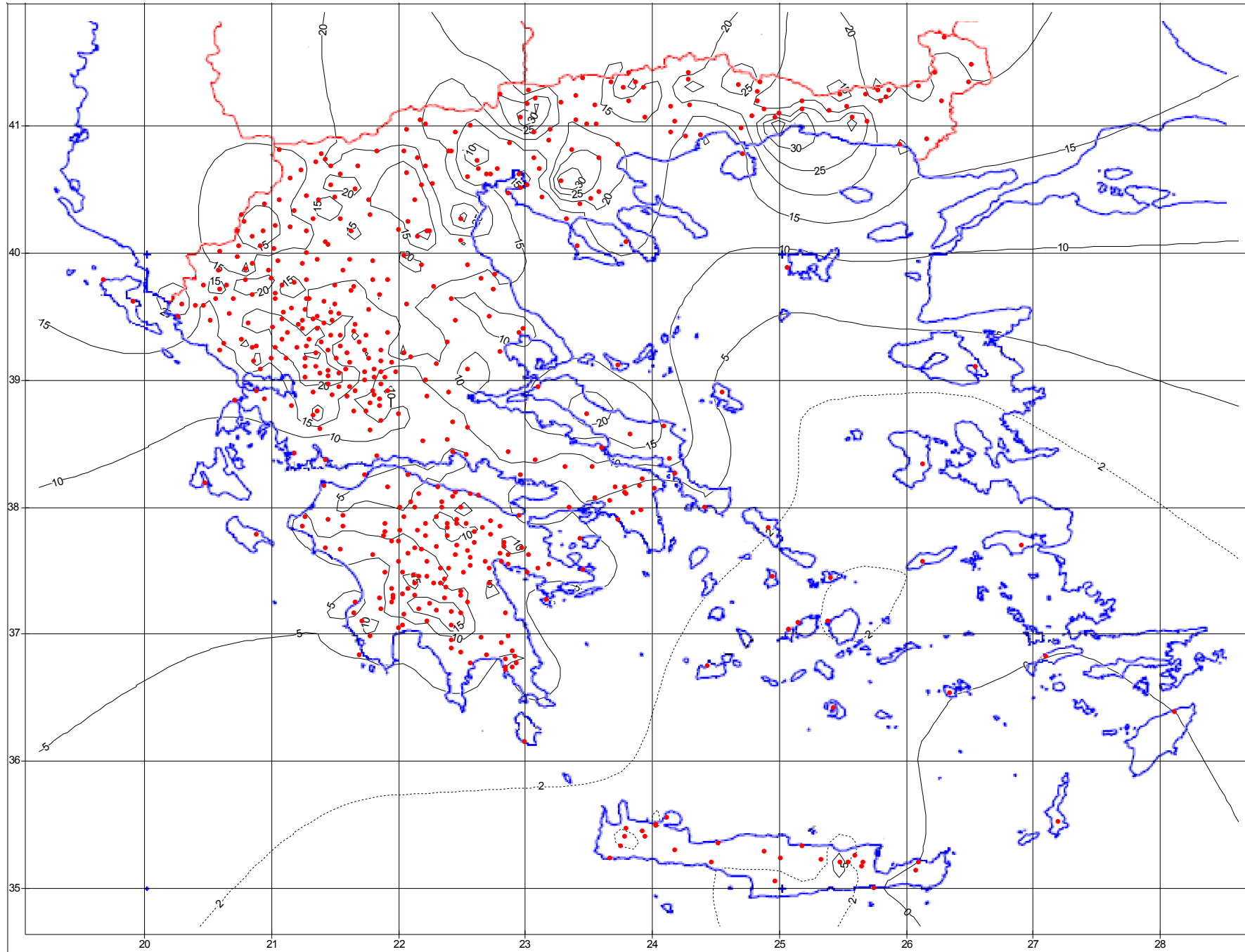
ΣΧΗΜΑ 25. Μέσο ύψος υετού Απριλίου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - 0,00044 * Z']$ 

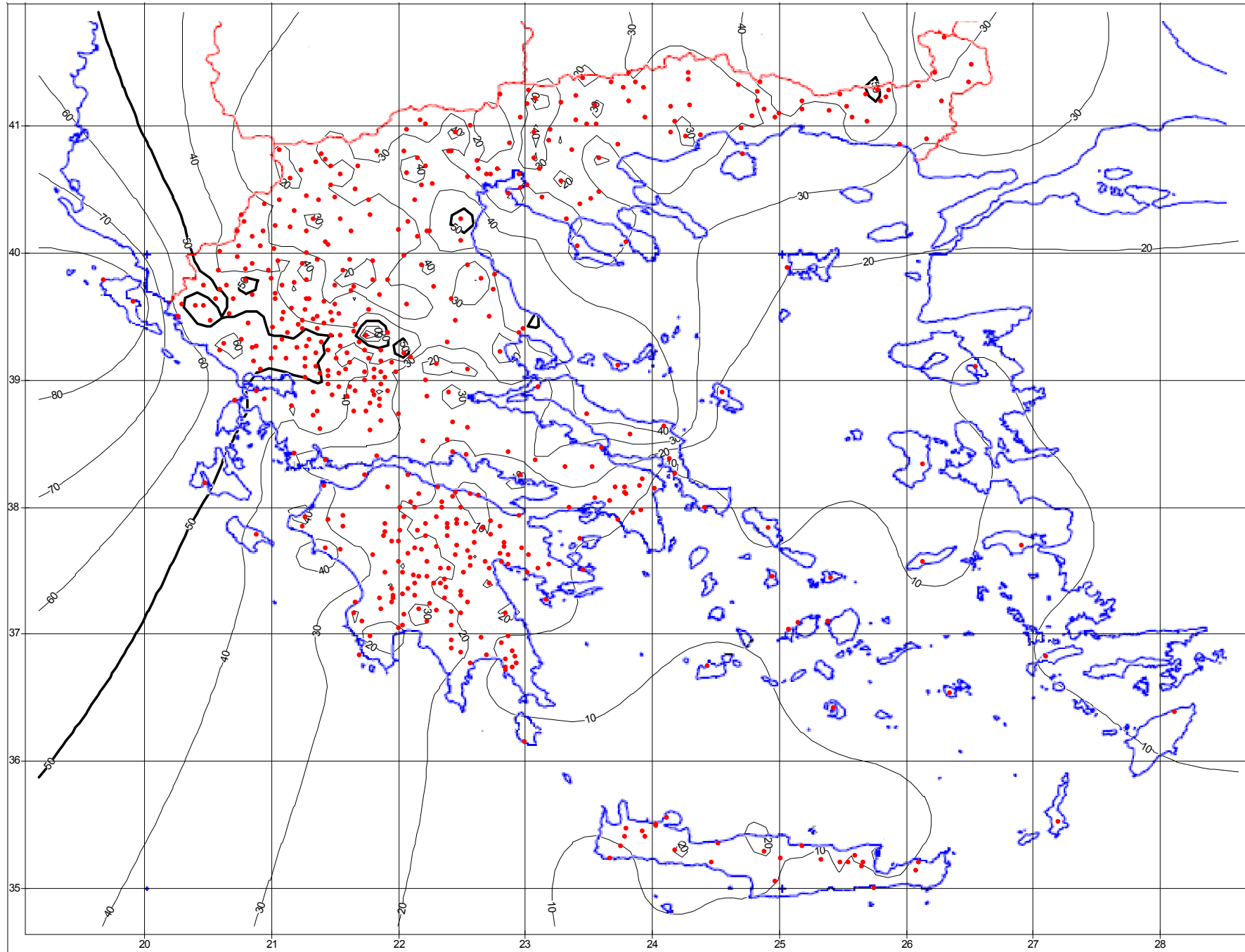
ΣΧΗΜΑ 26. Μέσο ύψος νετού Μαΐου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - 0,00040 \cdot Z']$ 

ΣΧΗΜΑ 27. Μέσο ύψος νετού Ιουνίου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - 0,00045 * Z']$ 

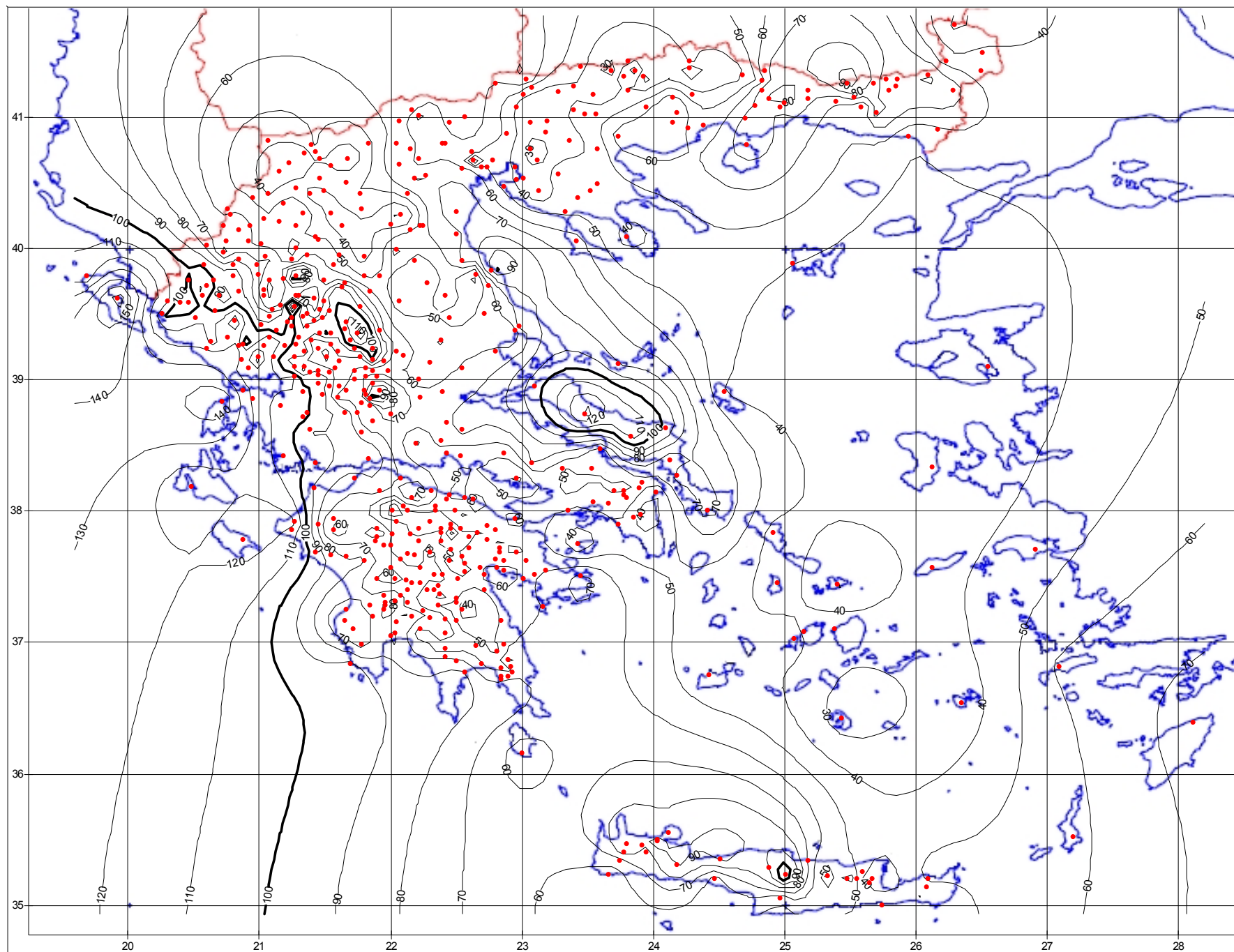
ΣΧΗΜΑ 28. Μέσο ύψος νετού Ιουλίου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - 0,00052 * Z']$ 

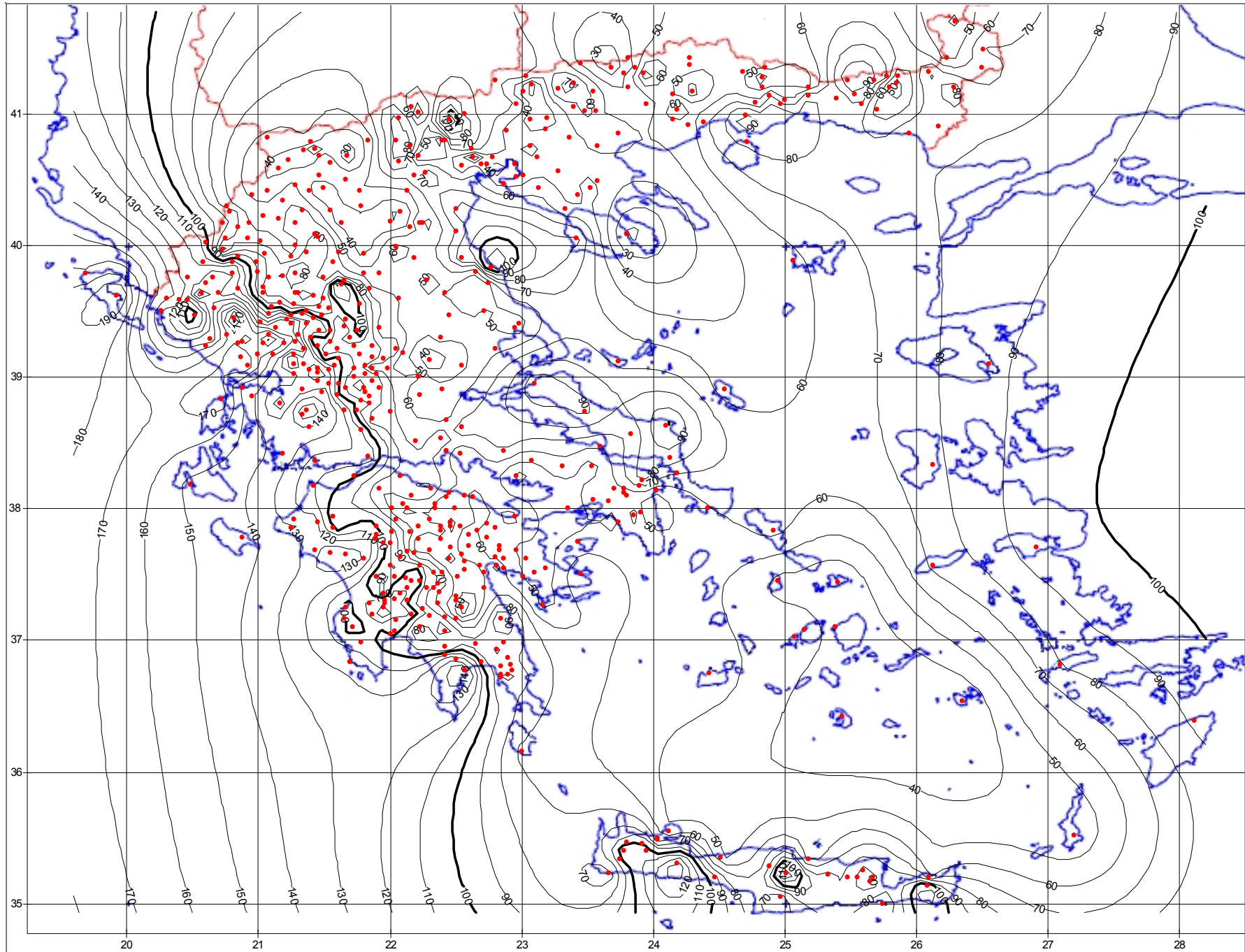


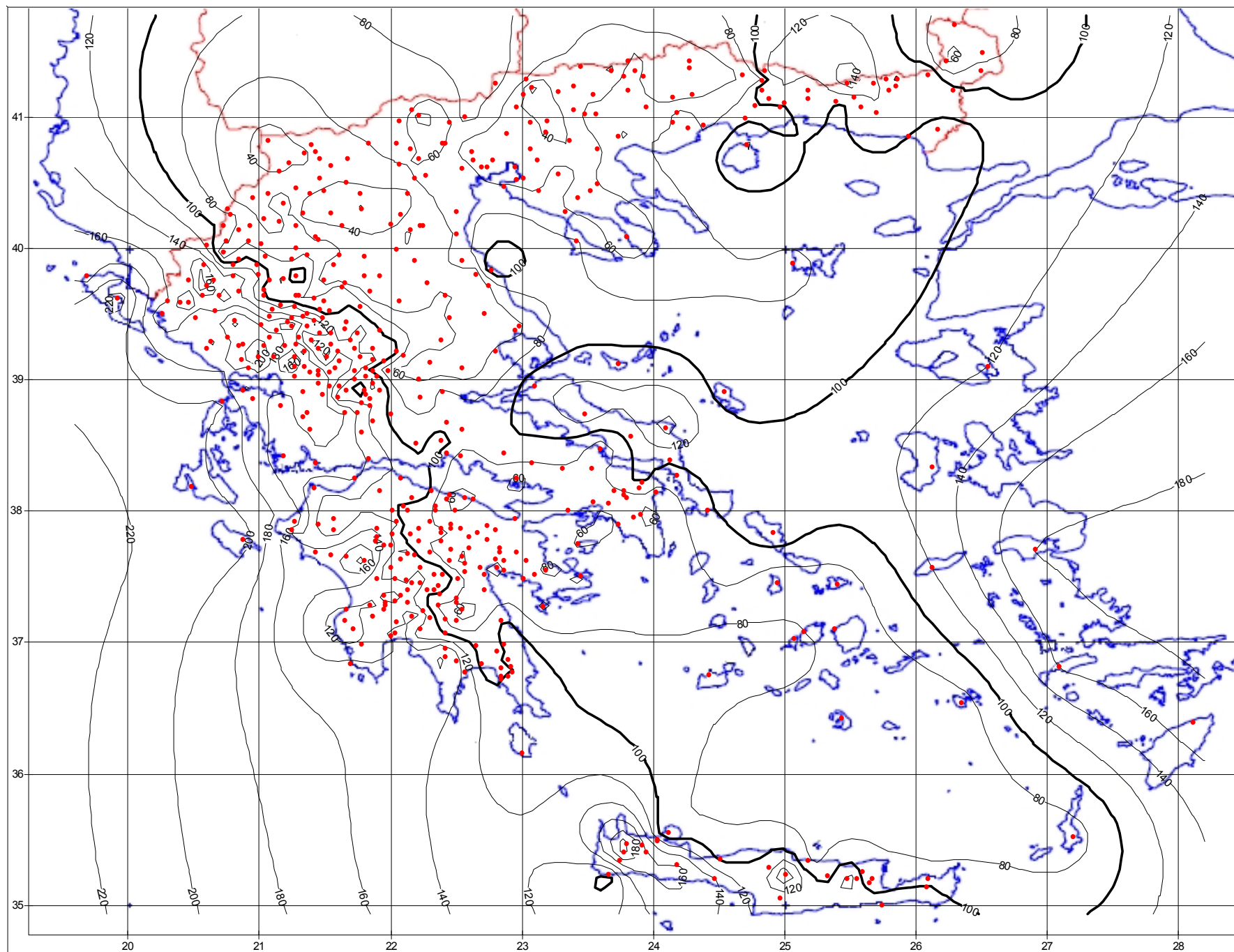
ΣΧΗΜΑ 29. Μέσο ύψος υετού Αυγούστου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - 0,00040 * Z']$ 

ΣΧΗΜΑ 30. Μέσο ύψος νετού Σεπτεμβρίου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z)) - 0,00026 \cdot Z']$ 

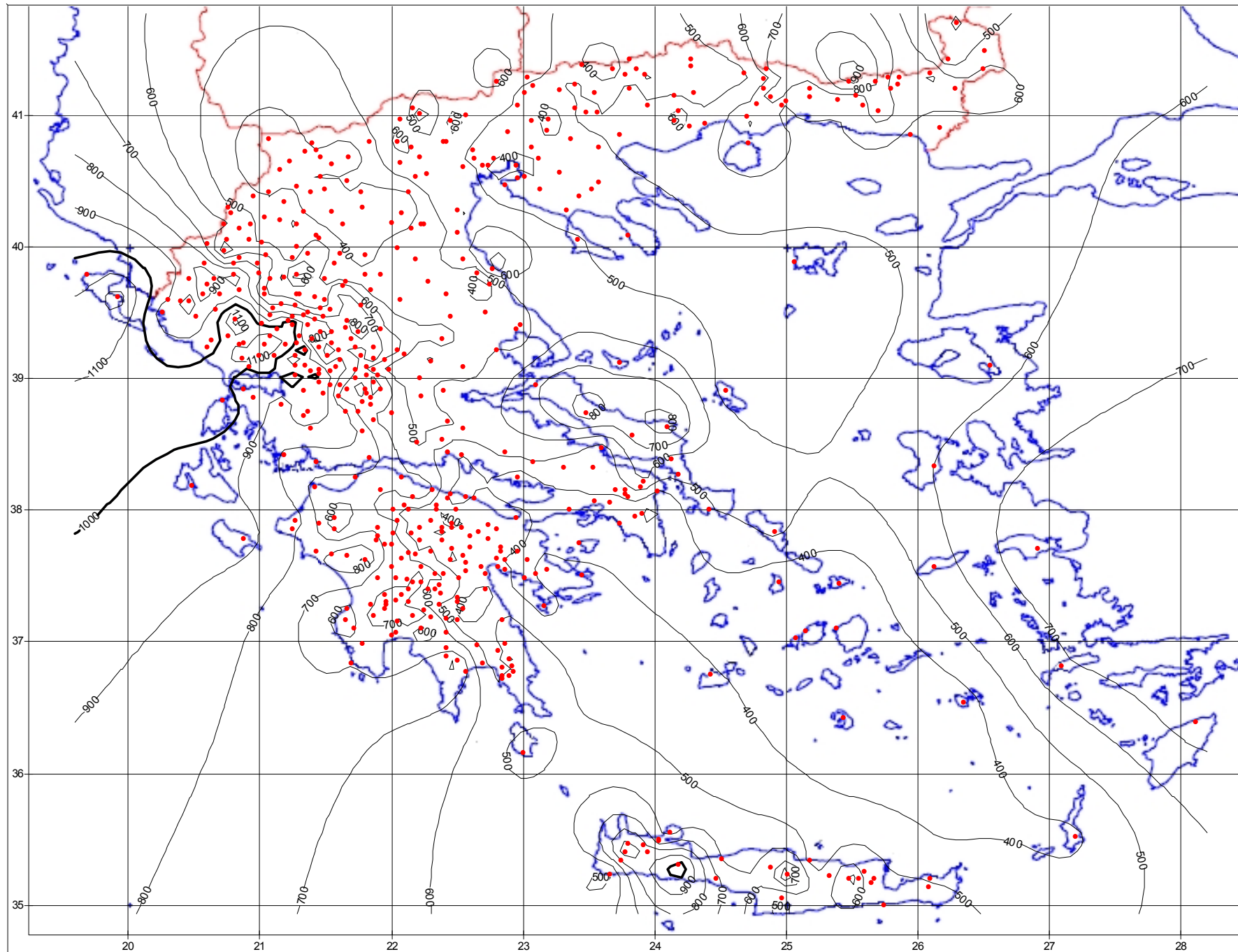


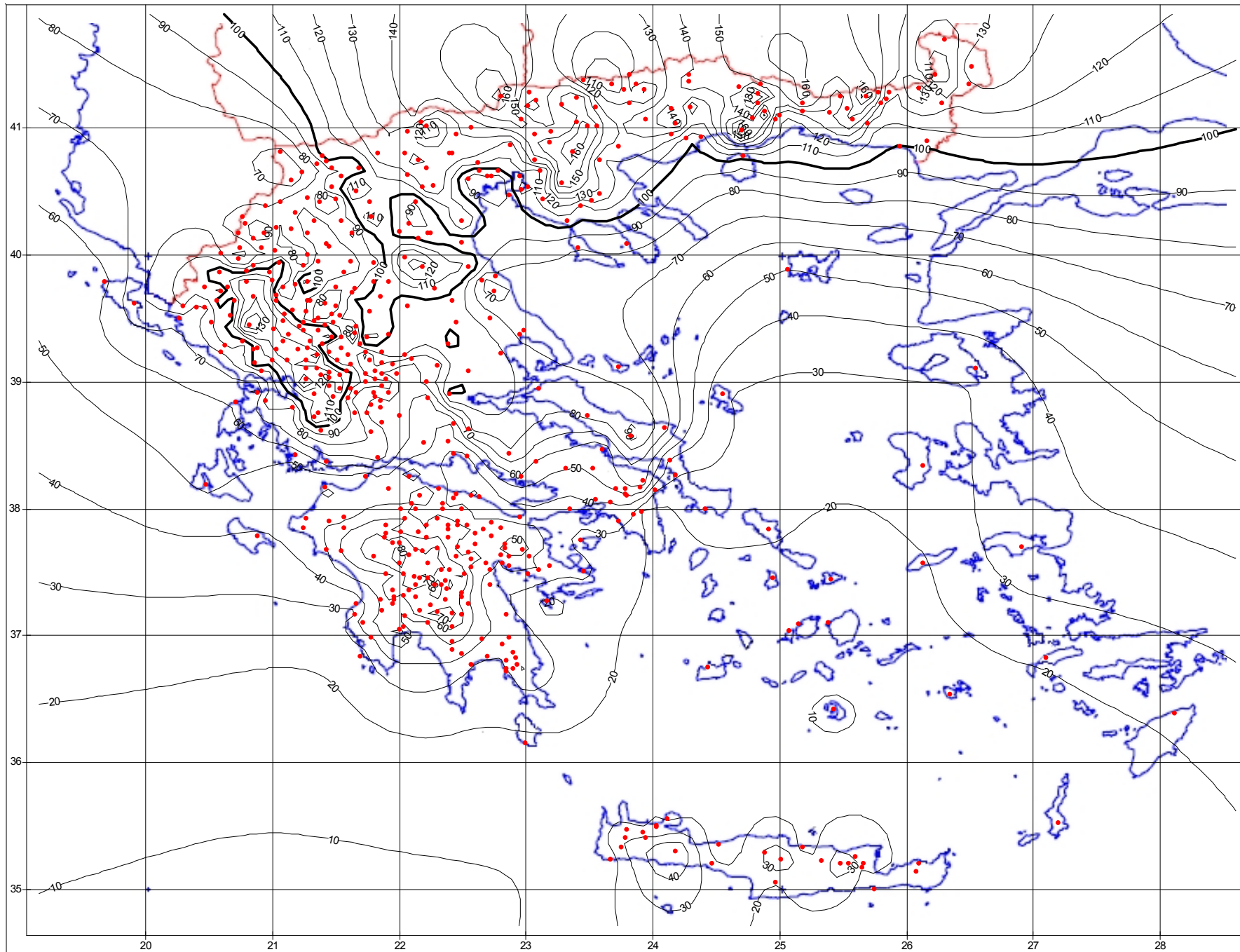
ΣΧΗΜΑ 31. Μέσο ύψος υετού Οκτωβρίου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - 0,00033 \cdot Z']$ 

ΣΧΗΜΑ 32. Μέσο ύψος υετού Νοεμβρίου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - 0,00042 \cdot Z']$ 

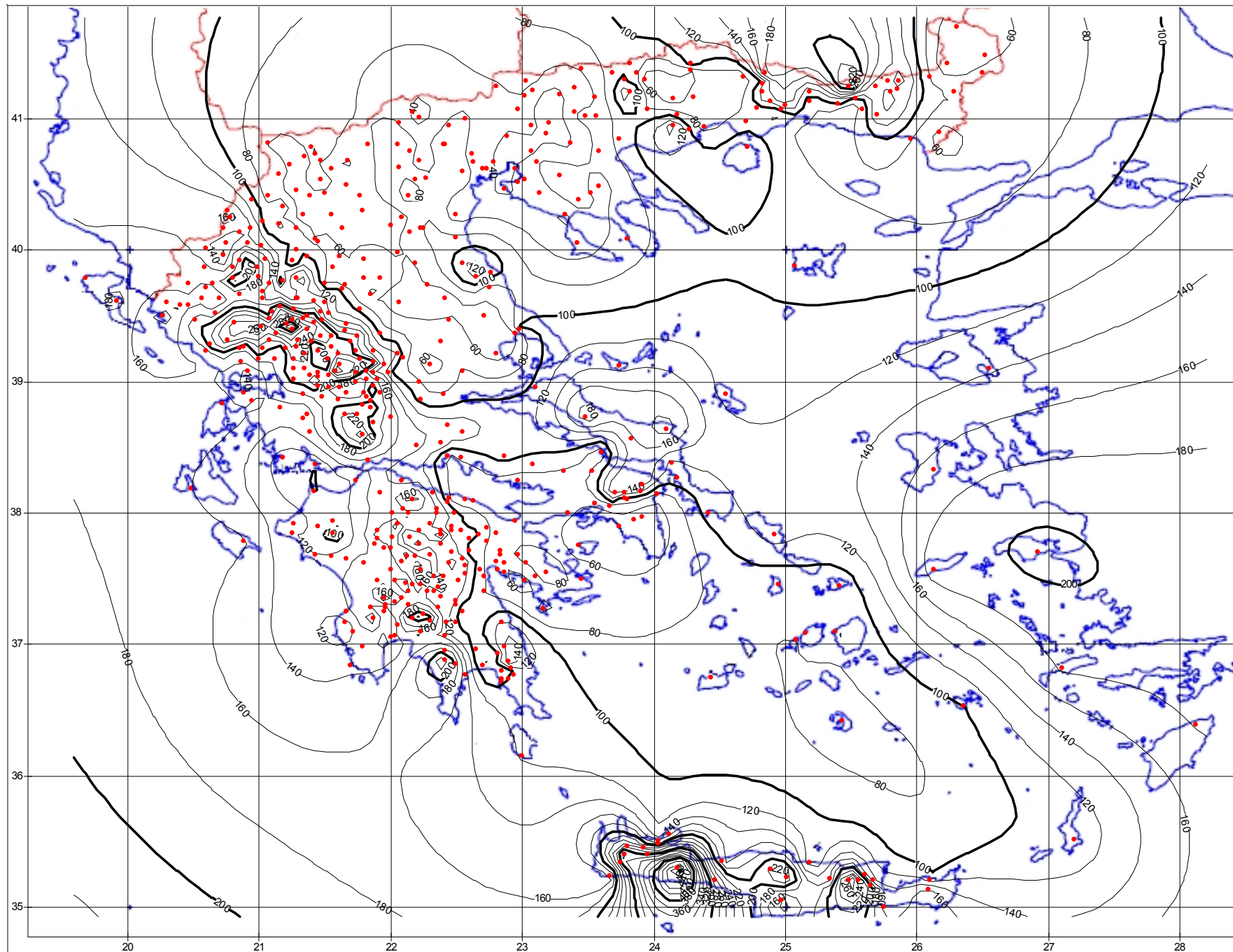
ΣΧΗΜΑ 33. Μέσο ύψος νετού Δεκεμβρίου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - 0,00038 \cdot Z']$ 



ΣΧΗΜΑ 34. Μέσο ετήσιο ύψος υετού. Αναγωγή σε Z'=0 μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z)) - 0,00039 * Z]$ 

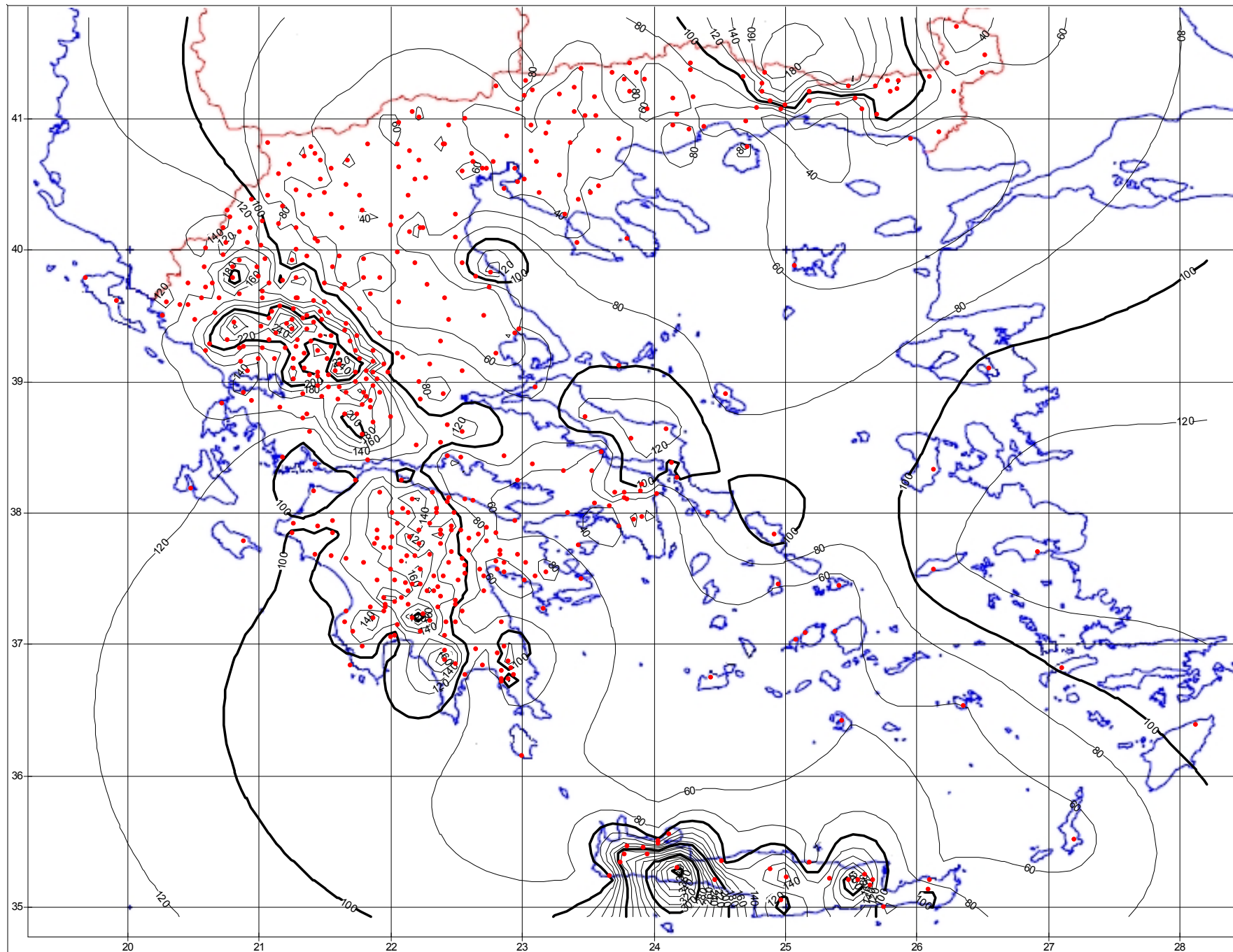
ΣΧΗΜΑ 35. Μέσο ύψος υετού Μαΐου-Αυγούστου. Αναγωγή σε  $Z'=0$  μέσω της εξίσωσης  $P(Z'=0) = \exp[\ln(P(Z')) - 0,00042 * Z']$ 

ΣΧΗΜΑ 36. Μέσο ύψος υετού Ιανουαρίου



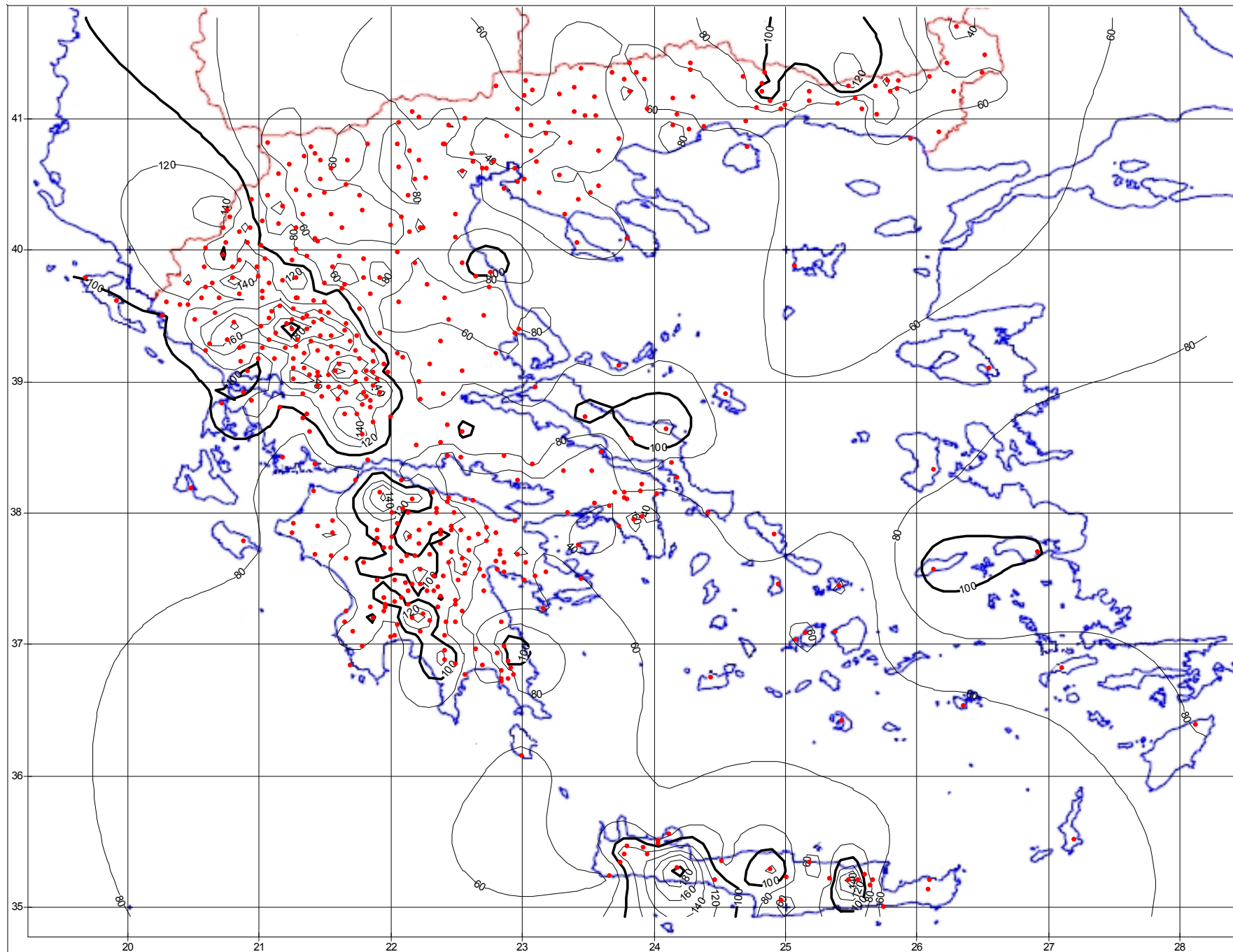


ΣΧΗΜΑ 37. Μέσο ύψος υετού Φεβρουαρίου

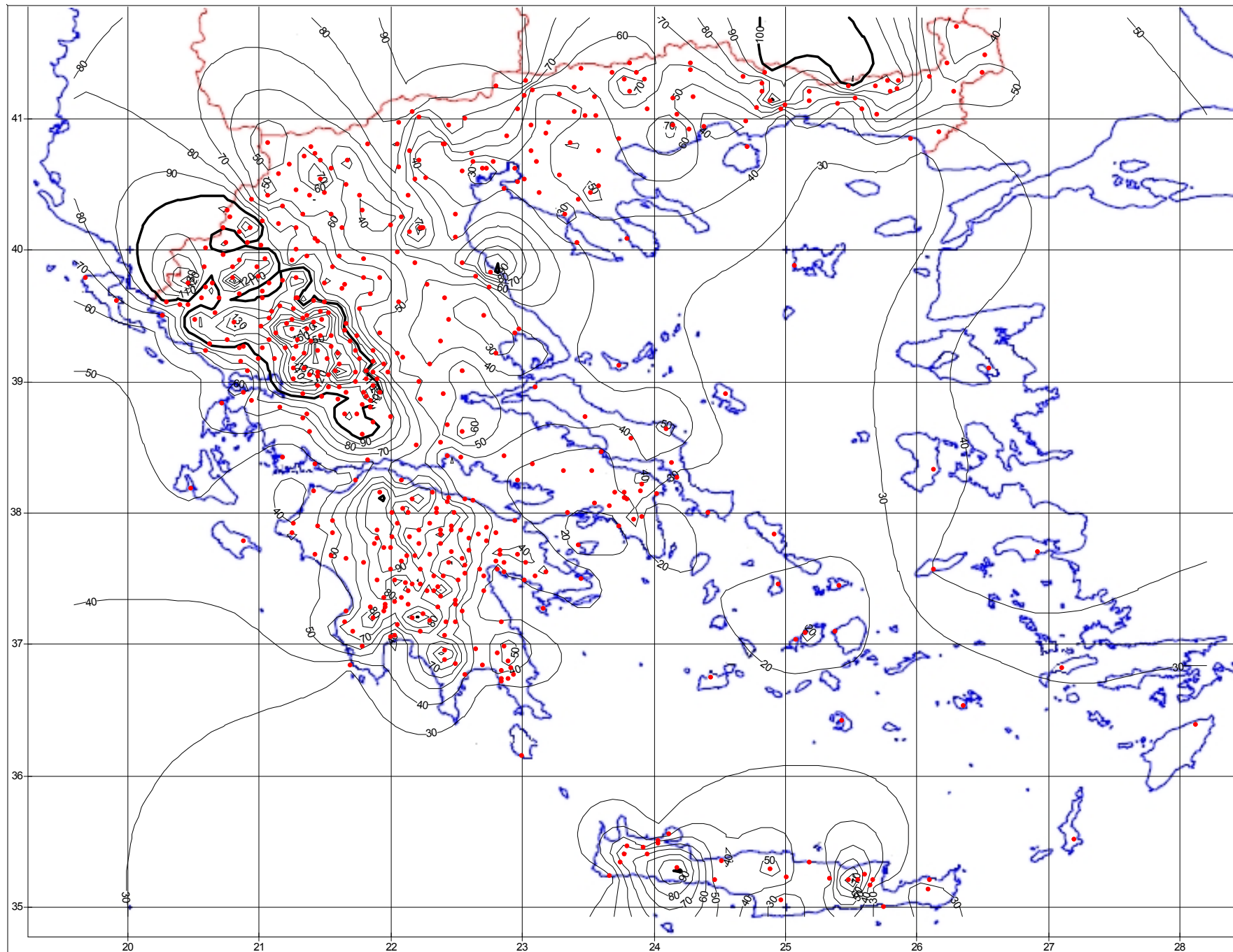




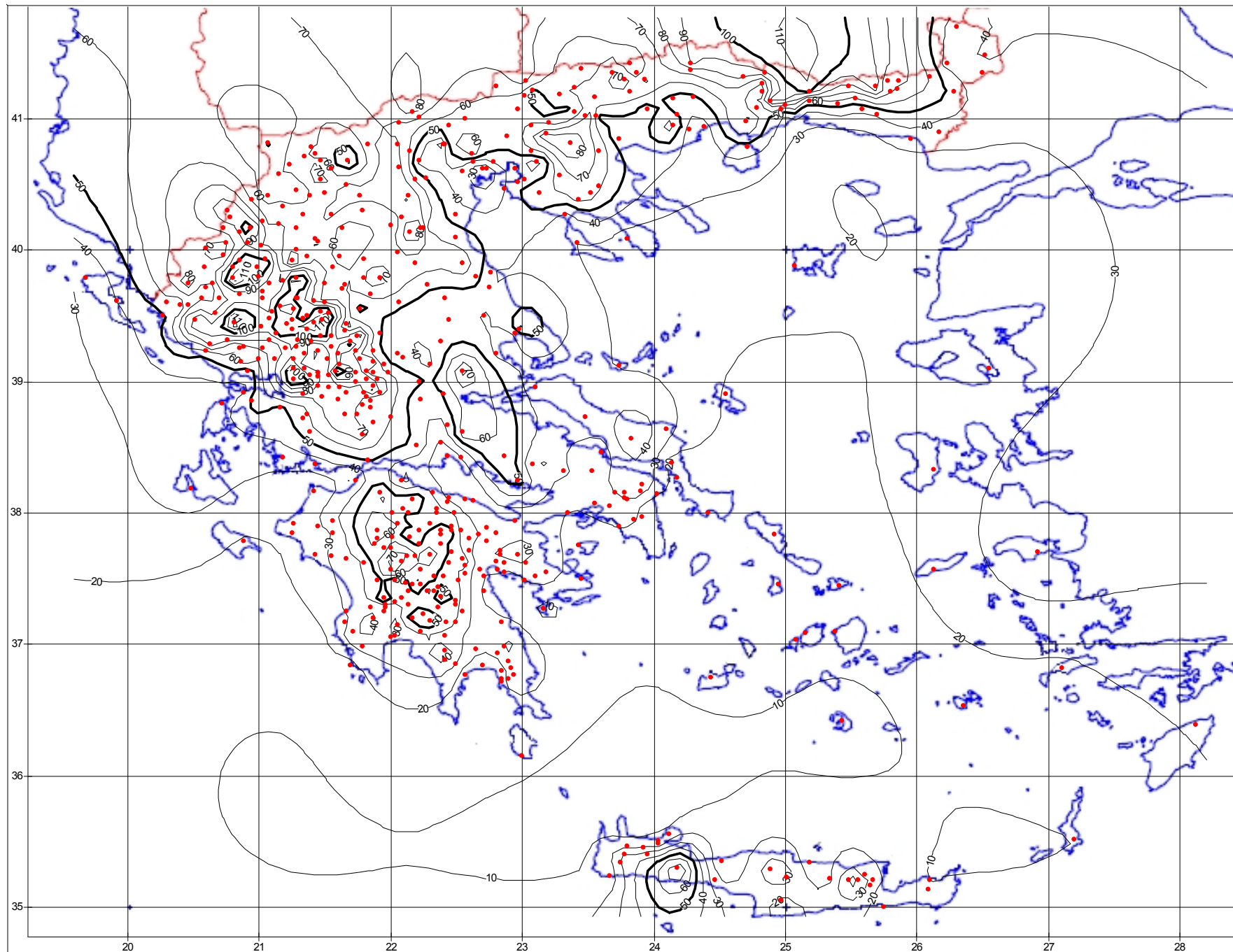
ΣΧΗΜΑ 38. Μέσο ύψος υετού Μαρτίου



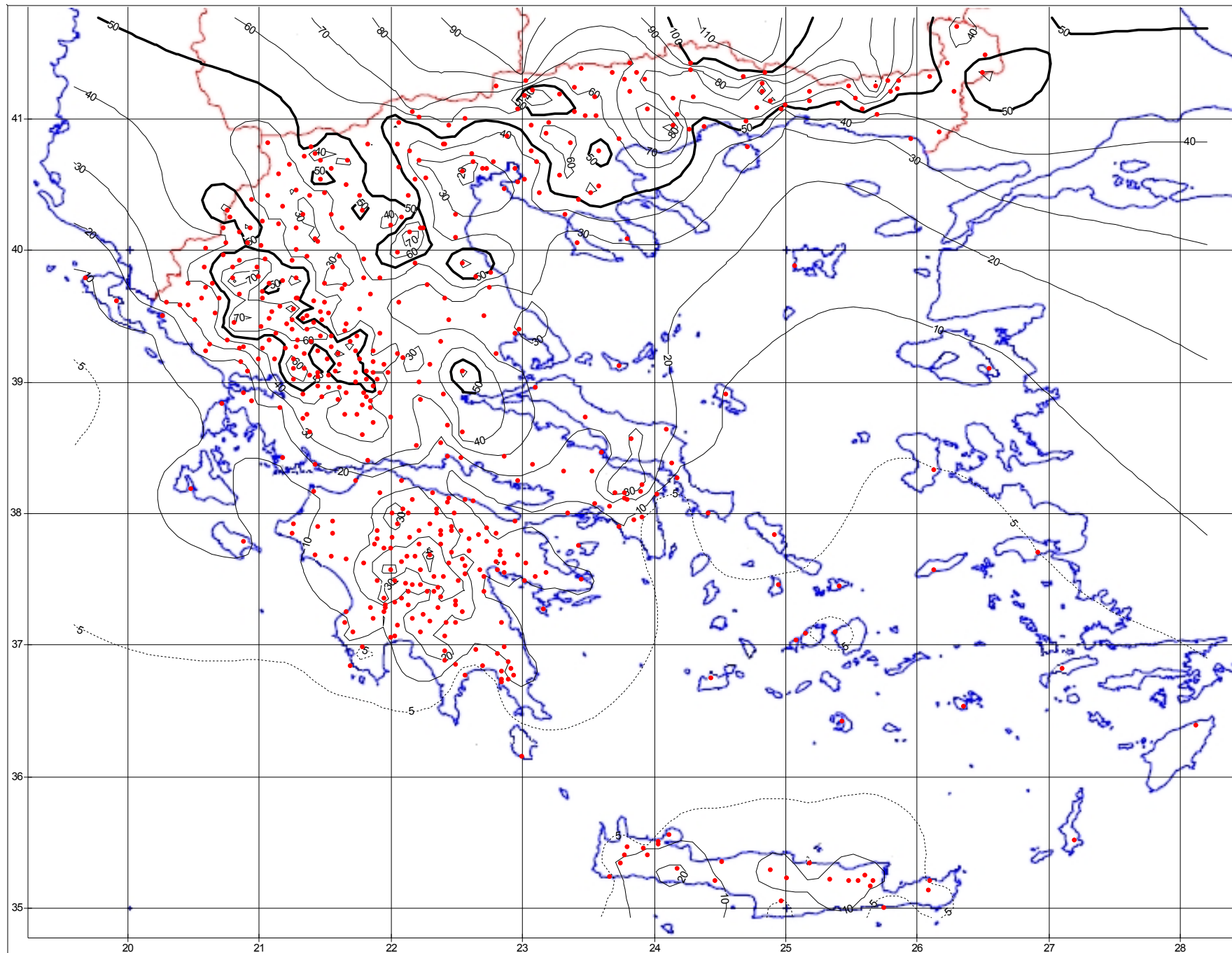
ΣΧΗΜΑ 39. Μέσο ύψος υετού Απριλίου



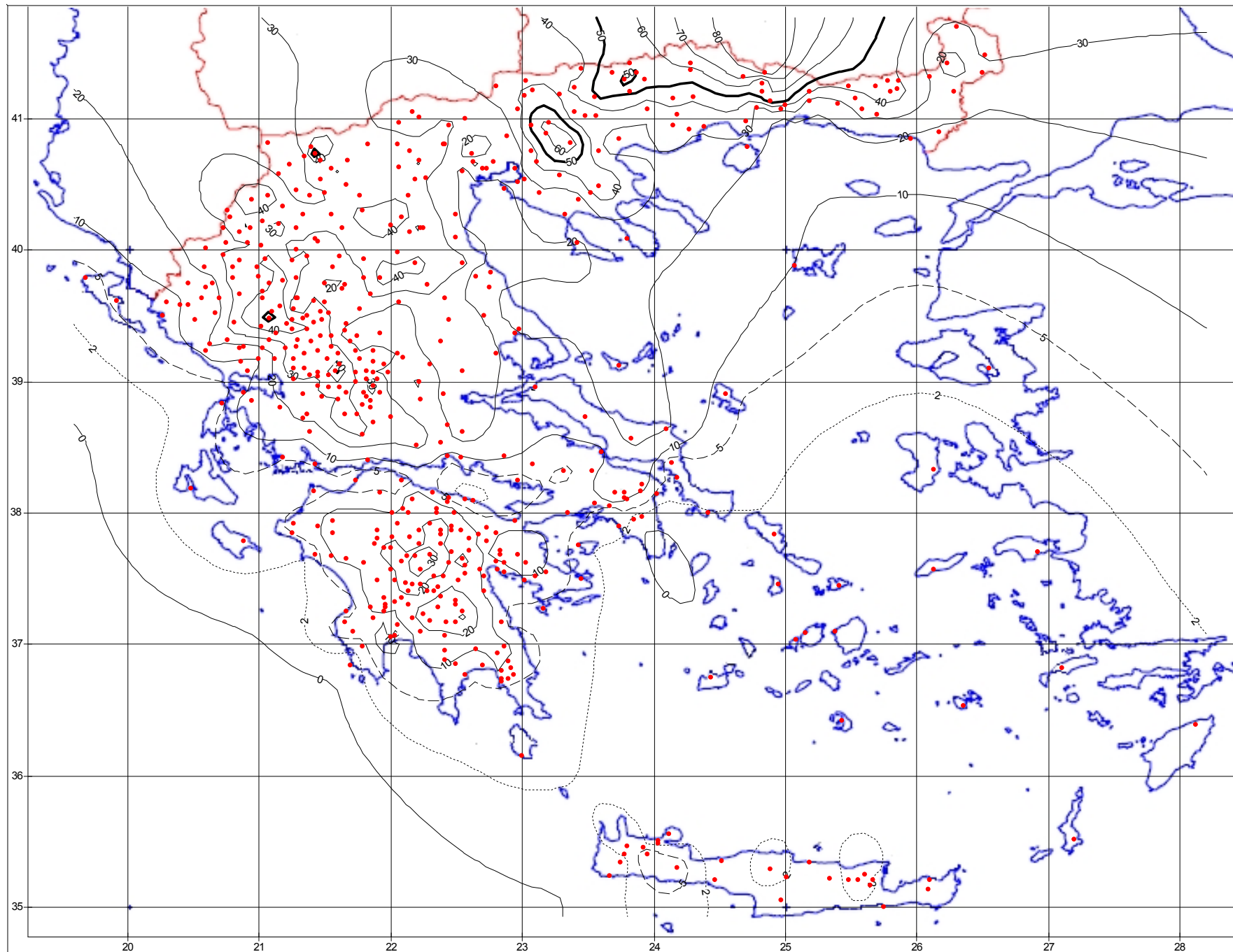
ΣΧΗΜΑ 40. Μέσο ύψος υετού Μαΐου



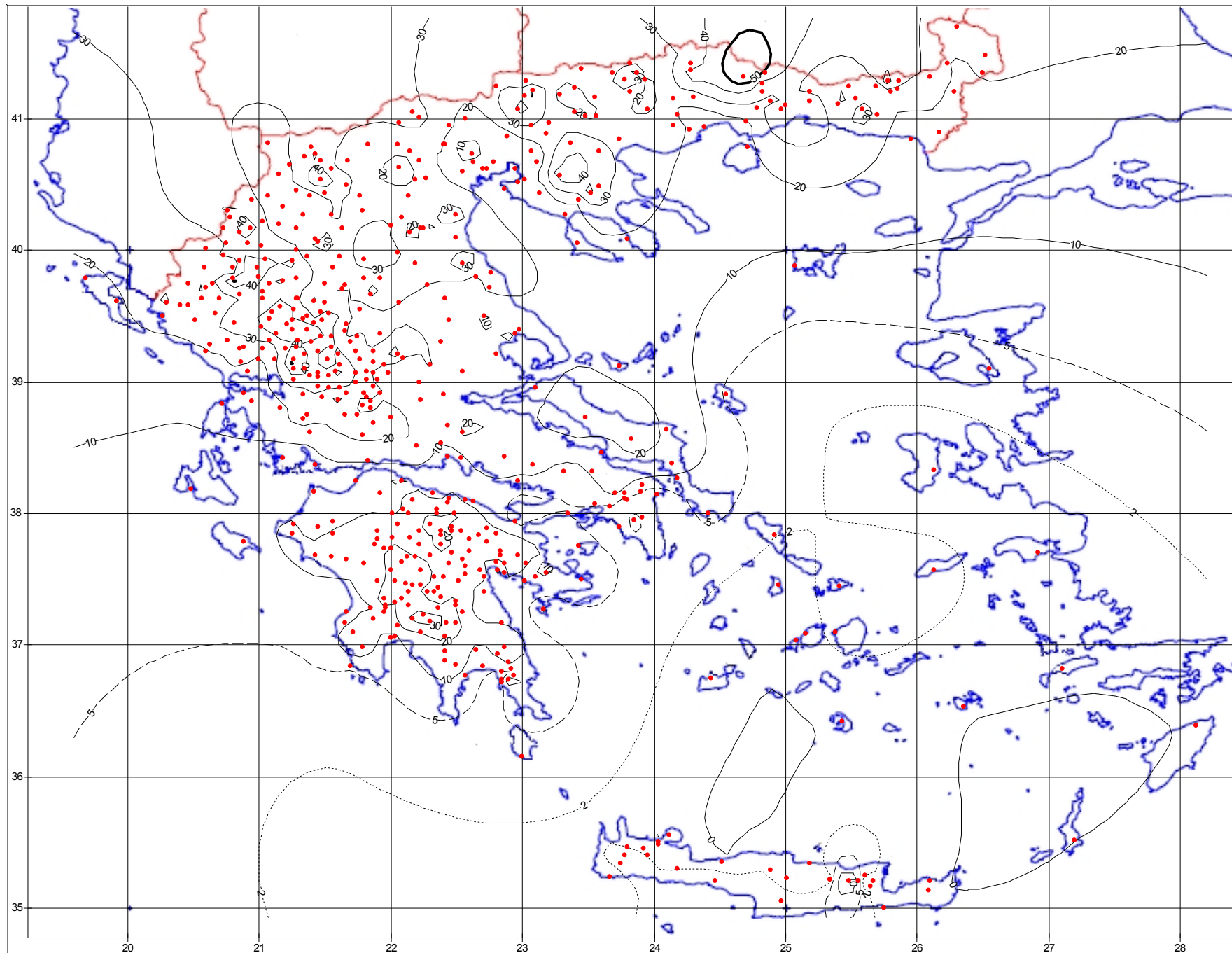




ΣΧΗΜΑ 42. Μέσο ύψος υετού Ιουλίου

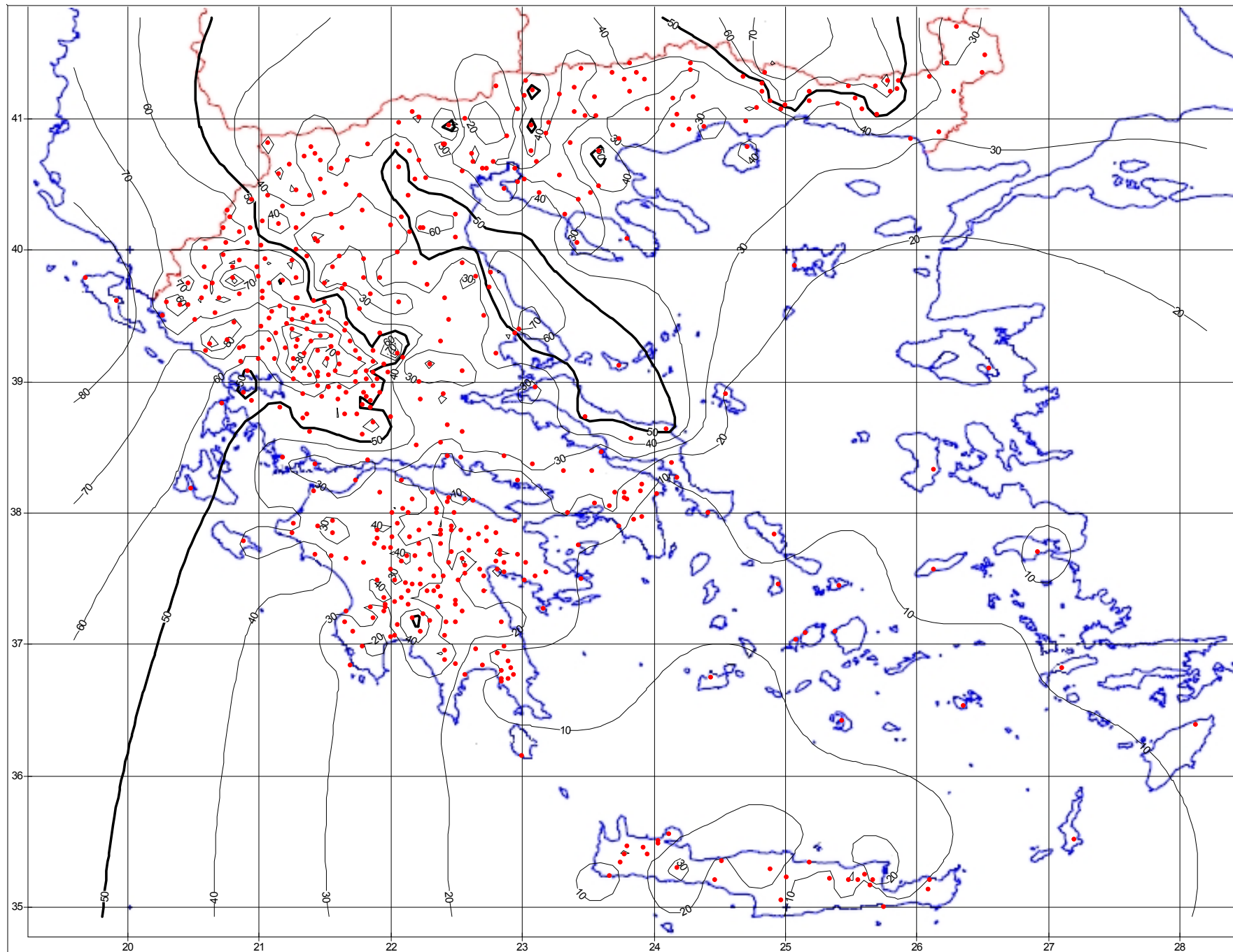


ΣΧΗΜΑ 43. Μέσο ύψος υετού Αυγούστου



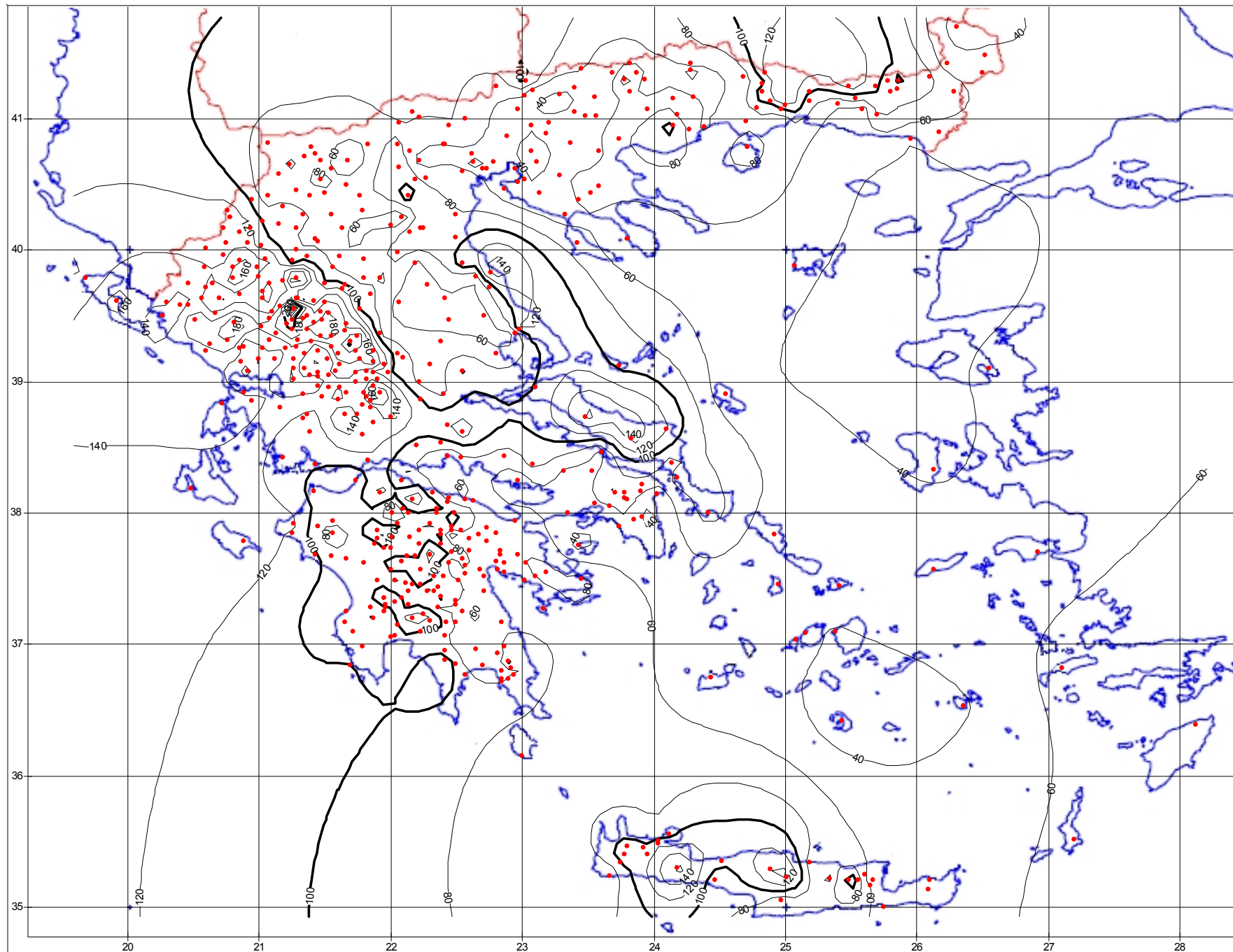


ΣΧΗΜΑ 44. Μέσο ύψος υετού Σεπτεμβρίου

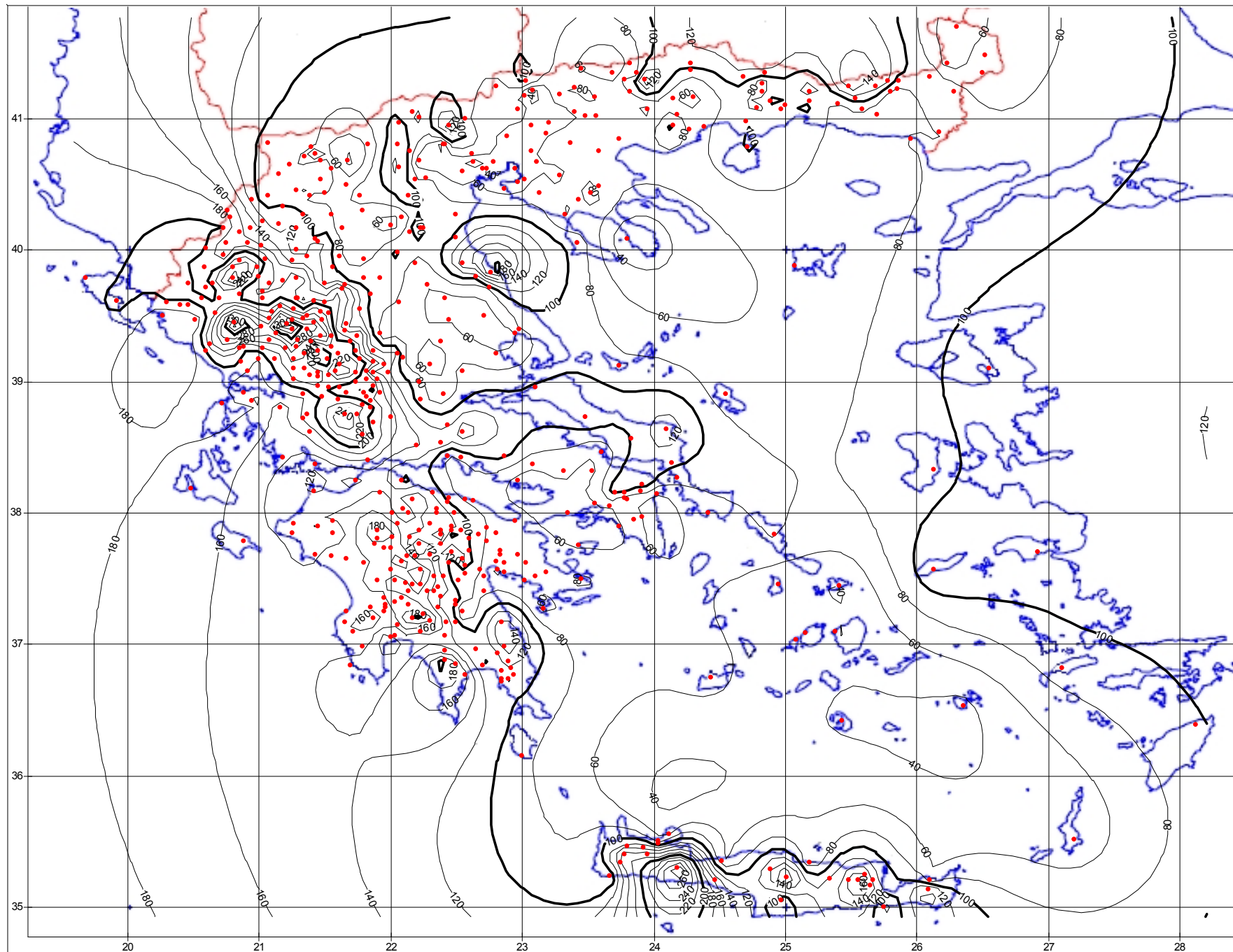




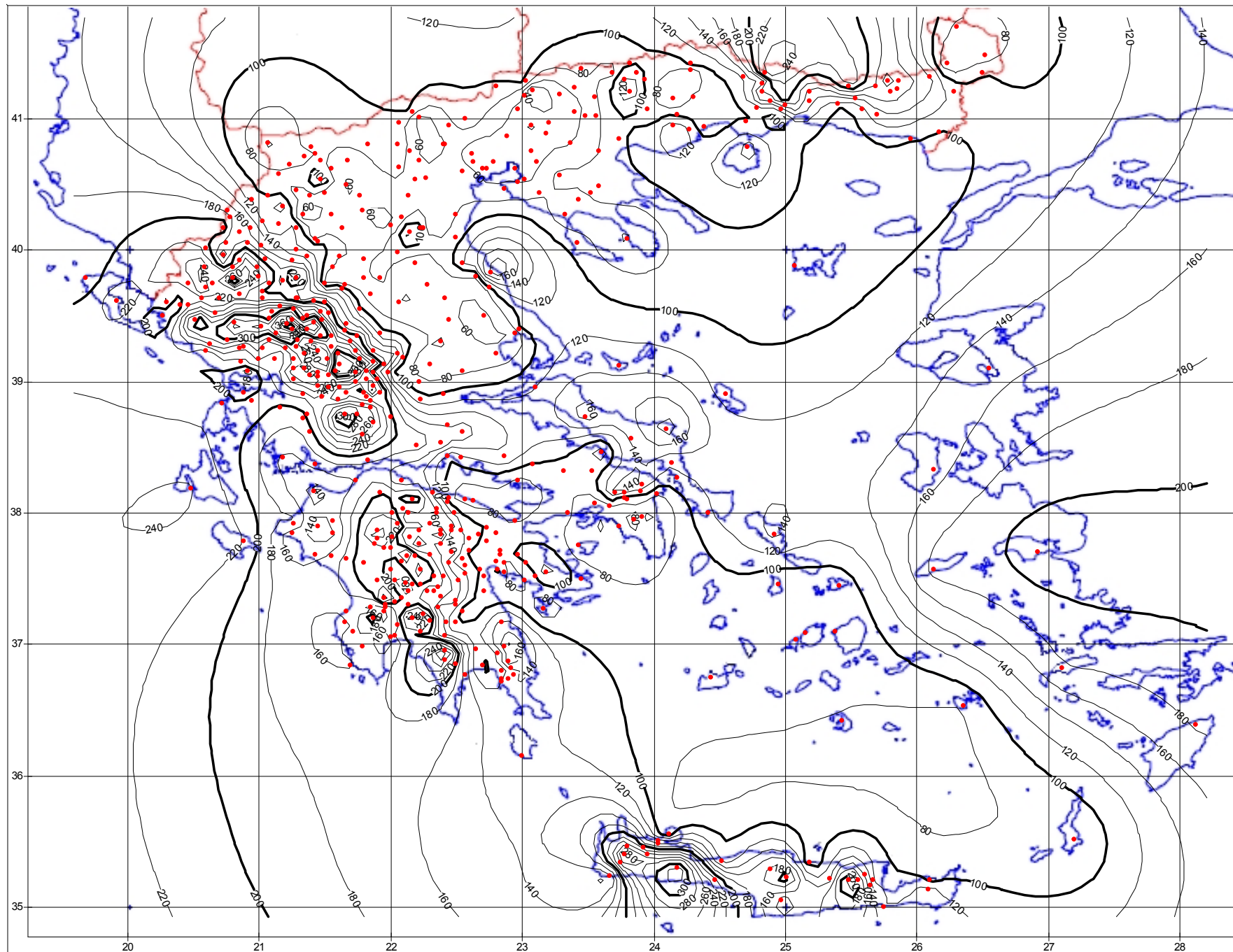
ΣΧΗΜΑ 45. Μέσο ύψος υετού Οκτωβρίου



ΣΧΗΜΑ 46. Μέσο ύψος υετού Νοεμβρίου

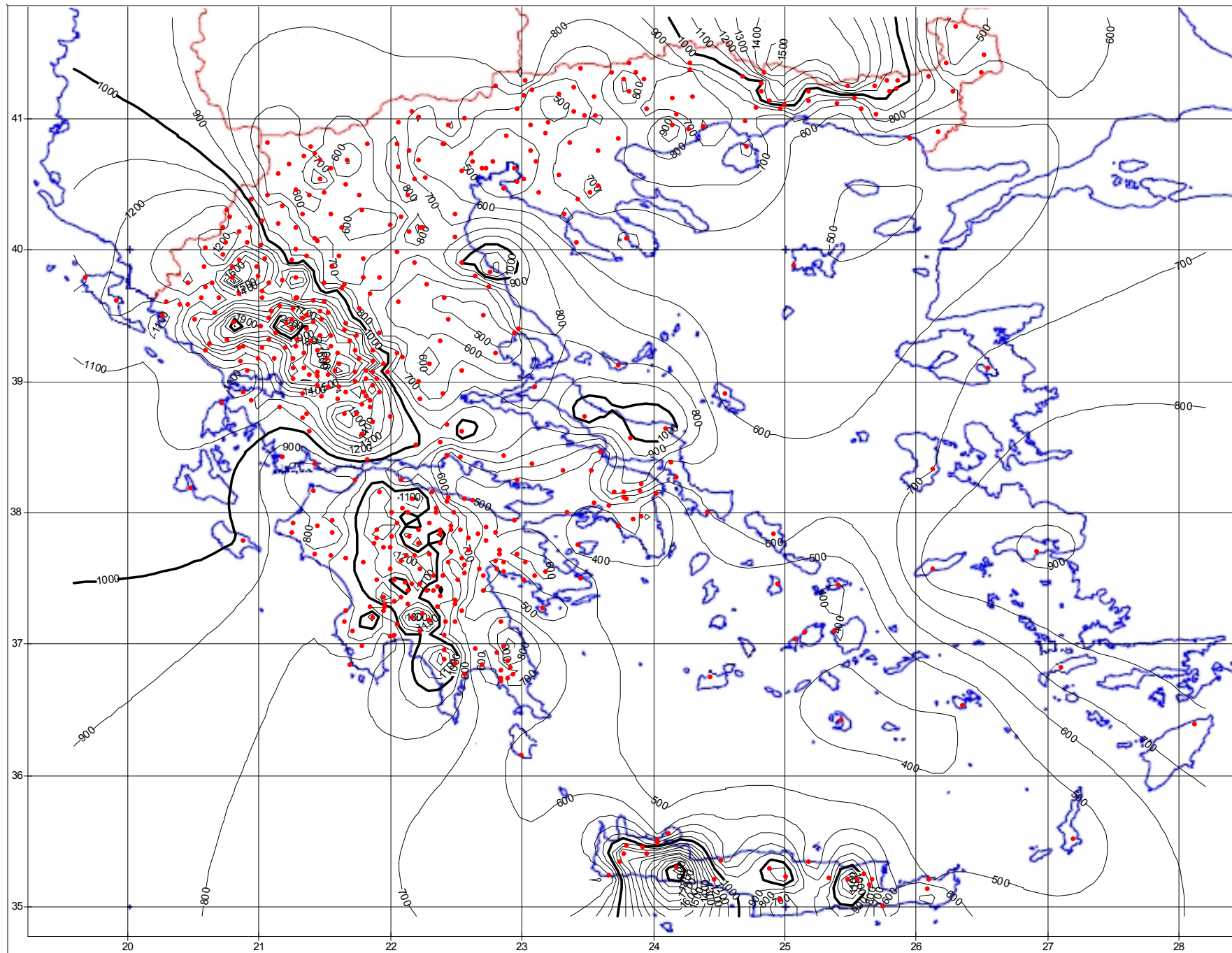


ΣΧΗΜΑ 47. Μέσο ύψος νετού Δεκεμβρίου

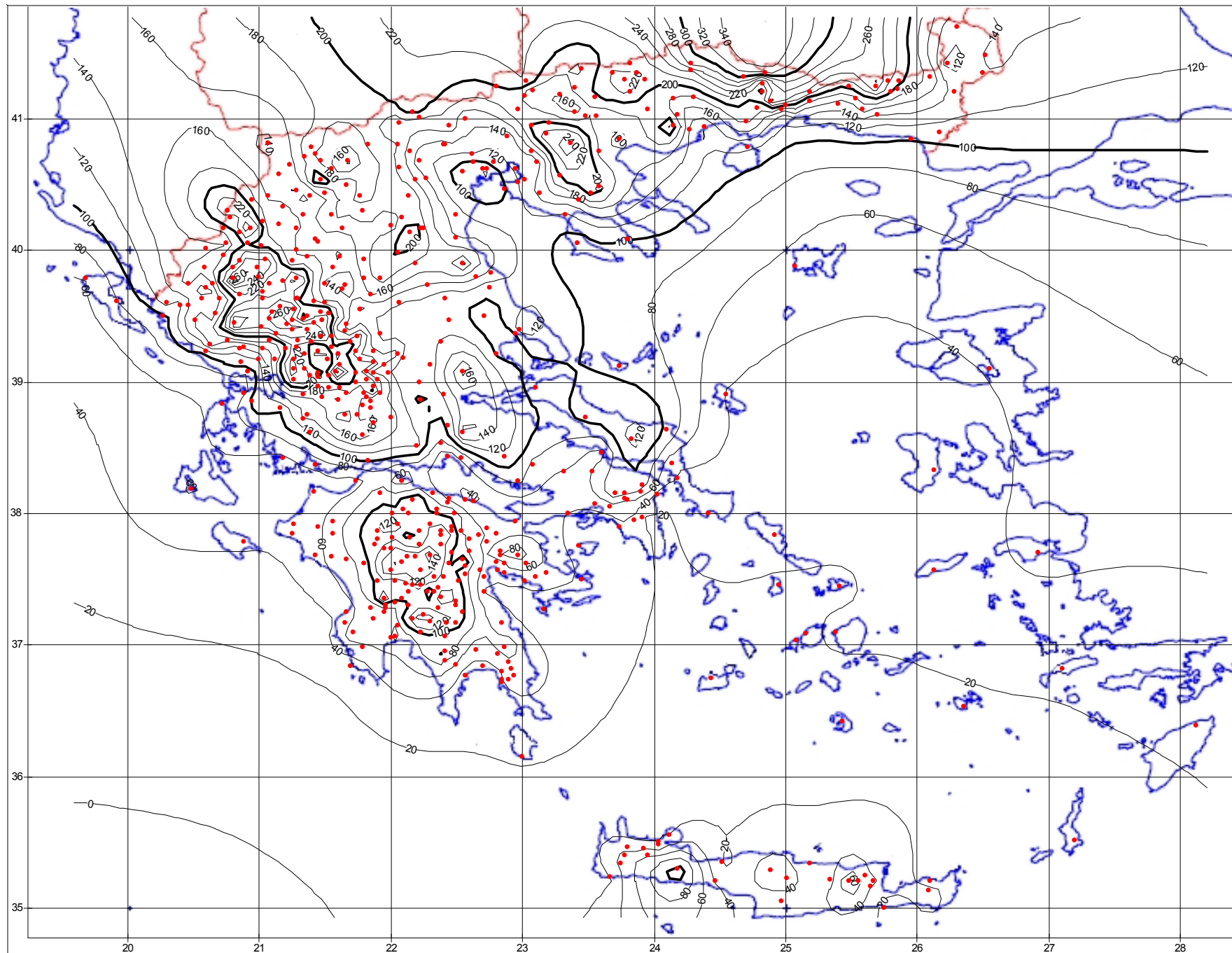




ΣΧΗΜΑ 48. Μέσο ετήσιο ύψος υετού



ΣΧΗΜΑ 49. Μέσο ύψος μετού Μαΐου-Αυγούστου



Κύρια αίτια των αποκλίσεων των εκτιμηθέντων υψών υετού, μέσω των προαναφερθέντων μεθόδων, από τις πραγματικές τους τιμές πρέπει να θεωρηθούν:

1) Ότι δεν ελήφθη υπόψη η θέση του σταθμού (προσανατολισμός) ως προς τον ορεινό όγκο, αλλά και άλλοι τοπικοί παράγοντες, όπως η κλίση του εδάφους και ο προσανατολισμός του άξονα της λεκάνης απορροής (Basist et al. 1994). Βέβαια, αυτό δεν ήταν εφικτό να γίνει, αφού είναι δύσκολο για κάθε περιοχή της χώρας μας να προσδιοριστεί, ποιοι άνεμοι θα πρέπει να χαρακτηριστούν βροχοφόροι (ή έστω κύριοι βροχοφόροι), δια της αναλύσεως της συχνότητας εμφάνισής τους και να καθοριστούν, στην συνέχεια, ποιες πλαγιές των ορεινών όγκων θα θεωρηθούν προσήνεμες και ποιες υπήνεμες στους βροχοφόρους ανέμους. Εκ των πραγμάτων είναι αδύνατο να γίνει ανάλογος καθορισμός για όλη τη χώρα, διότι για μεν την ανατολική Ελλάδα κύριοι βροχοφόροι άνεμοι είναι οι Β, ΒΑ, Α και ΝΑ διευθύνσεων, για δε τη δυτική Ελλάδα οι Δ, ΝΔ και Ν (Λιβαδάς 1980). Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι ο κύριος κορμός της χώρας μας βρέχεται από την πηγή των υδρατμών, τη θάλασσα, στις τρεις από τις τέσσερις πλευρές του. Για περιοχές δε που βρίσκονται σε κοιλάδες, όπως π.χ. η Λαμία, είναι ακόμα πιο δύσκολο να βρεθεί, άνευ ειδικής μελέτης, ποιος από τους ορεινούς όγκους έχει τη μεγαλύτερη επίδραση επί των κατακρημνισμάτων και έτσι να καθοριστεί αν η περιοχή αυτή ανήκει στα προσήνεμα ή υπήνεμα αυτού. Το πρόβλημα εντείνεται όσο στενότερη είναι η κοιλάδα και όσο πλησιέστερα στον κύριο άξονά της βρίσκεται ο σταθμός. Επιπλέον, είναι γνωστό, ότι ειδικά για απότομα βουνά, όπως της Ελλάδας και μέχρι μια απόσταση ολίγων χιλιομέτρων από την κορυφογραμμή τα κατακρημνίσματα είναι αφθονότερα στην υπήνεμη πλαγιά. Αυτό οφείλεται, κατά τους Barry and Chorley (1976), στην ανοδική κίνηση του αέρα, που συνεχίζει να υψίζεται σε μικρή απόσταση στα υπήνεμα του όρους, καθώς και στο χρόνο που απαιτείται να παρέλθει από την συμπύκνωση των υδρατμών μέχρι τον σχηματισμό του υετού. Παράδειγμα αυτού του φαινομένου έχουμε στον Ταΰγετο, στις ανατολικές πλαγιές του οποίου (σταθμός Καστόρειο) παρατηρούνται μεγαλύτερα ύψη βροχής από τις δυτικές (σταθμός Αρτεμισία), παρά το γεγονός ότι για τον Ταΰγετο κύριοι βροχοφόροι άνεμοι πρέπει να θεωρηθούν οι Ν, ΝΔ και Δ. Αύξηση των κατακρημνισμάτων στα υπήνεμα ορεινών όγκων έχει παρατηρηθεί και στο Ισραήλ (Goldreich et al. 1997), όπου η διάκριση βροχοφόρων (δυτικών διευθύνσεων) και μη ανέμων είναι σαφέστατη. Όλα τα προαναφερόμενα εξηγούν και το γιατί τα κατακρημνίσματα αυξάνονται αυξανόμενης της μεταβλητής  $Z'$  χωρίς να ληφθεί υπόψη ο προσανατολισμός των πλαγιών.

2) Η περίοδος λειτουργίας των σταθμών δεν ήταν η αυτή, καθώς άλλοι σταθμοί λειτούργησαν στις αρχές του 20ου αιώνα, άλλοι στα μέσα και άλλοι στα τέλη αυτού. Επειδή η μεταβλητότητα του ύψους υετού στη χώρα μας είναι σημαντική από έτος σε έτος (σύμφωνα με τύπο που δίνει ο Φλόκας (1990), η μεταβλητότητα του μέσου ετήσιου ύψους υετού κυμαίνεται από περίπου 19% για τις ξηρότερες περιοχές μέχρι 32% για τις υγρότερες), όταν το μέσο ετήσιο (ή μηνιαίο) ύψος υετού έχει υπολογιστεί για ένα χρονικό διάστημα ολίγων ετών, ενδέχεται η τιμή, που θα προκύψει, να αποκλίνει αρκετά από την πραγματική μέση (κλιματική) τιμή. Έχει υπολογιστεί με βάση τα δεδομένα 53 σταθμών απ' όλο τον κόσμο (Τσελεπιδάκι 1982, Κωτούλας 1986), ότι το μέσο ετήσιο ύψος υετού αποκλίνει έως και 15% από την πραγματική του τιμή, όταν αυτό υπολογισθεί από μια χρονοσειρά 5 ετών, έως 8,2% από χρονοσειρά 10 ετών και έως 3,2% από μια χρονοσειρά 20 ετών. Σε χρονοσειρές 30 ετών οι αποκλίσεις φτάνουν μόλις το 2,3% του ετήσιου ύψους υετού. Στην εργασία του Γκουβά κ.ά (2007), όπως και στην παρούσα, πολλοί είναι οι σταθμοί με περίοδο λειτουργίας μόλις 10 έτη. Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα, ένας σταθμός με 10 έτη λειτουργίας και με μέσο ετήσιο ύψος υετού 1000 mm μπορεί να αποκλίνει κατά  $\pm 82$



mm από την πραγματική μέση τιμή. Στην πραγματικότητα οι αποκλίσεις αυτές σε πολλές περιοχές της χώρας μας είναι πολύ μεγαλύτερες, αν και αφορούν μεγαλύτερες χρονοσειρές. Σταθμοί, όπως το Λιδωρίκι, τα Ιωάννινα, η Άρτα, η Καλαμπάκα, η Λευκάδα και το Αργοστόλι, είχαν στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα (Μαριολόπουλος και Καραπιπέρης 1955) μικρότερα μέσα ετήσια ύψη υετού κατά 100-200 mm, σε σχέση με τα μέσα αυτού (Ανδρεάκος 1978).

3) Η αδυναμία των βροχόμετρων των ορεινών περιοχών για την καταγραφή του χιονιού<sup>7</sup>. Τέτοια σφάλματα παρουσιάζονται ενδεχομένως στην εκτίμηση του μέσου ετήσιου ύψους υετού και εκείνου των χειμερινών μηνών των ορεινών περιοχών όλης της χώρας και των ημιορεινών της Β. Ελλάδας. Τα μέσα ετήσια ύψη χιονιού στις περιοχές αυτές αποτελούν ένα μη ευκαταφρόνητο ποσοστό του ετησίου ύψους των κατακρημνισμάτων. Για παράδειγμα, το μέσο ετήσιο ύψος χιονιού στο Περούλι Τρικάλων είναι 296 cm, στα Στουρναρέικα Τρικάλων 131 cm, στη Φαρκαδόνα Τρικάλων 20 cm, στον Πεντάλοφο Κοζάνης 209 cm και στο Τσοτύλι Κοζάνης 131 cm (Στάθης 1998). Το ισοδύναμο των παραπάνω υψών χιονιού σε ύψος βροχής υπολογίζεται βάσει της θεώρησης, ότι 1 cm χιονιού αντιστοιχεί σε 1 mm βροχής (Τσελεπιδάκι 1982). Κατά συνέπεια, το πραγματικό ύψος υετού τέτοιων σταθμών είναι μεγαλύτερο του καταγεγραμμένου στα βροχόμετρα, προκαλώντας σφάλμα και στον υπολογισμό του ύψους υετού των, μεταξύ των σταθμών αυτών, περιοχών, που έχουν διαφορετικό υψόμετρο. Επειδή, όμως, οι σταθμοί με καταγεγραμμένα ύψη χιονιού είναι ελάχιστοι, ήταν αδύνατος ο εντοπισμός του συγκεκριμένου σφάλματος.

4) Η μεταβλητή  $Z'$  αποτελεί μια πολύ απλοποιημένη έκφραση του ανάγλυφου γύρω από το σταθμό. Αν η μεταβλητή  $Z'$  οριζόταν με περισσότερα από 2 σημεία εντός της απόστασης των 5 km και αν υπήρχε τρόπος να συνυπολογιστεί το γεωμετρικό σχήμα, που σχηματίζεται από αυτά, ενδεχομένως τα σφάλματα, που αφορούν τη μέθοδο με τη μεταβλητή  $Z'$ , να μειώνονταν ακόμα περισσότερο. Να σημειωθεί, ότι στην αρχική της μορφή η μεταβλητή  $Z'$  περιείχε τα μέγιστα υψόμετρα γύρω από το σταθμό μέχρι και απόσταση 30 χιλιομέτρων από αυτόν, αλλά αύξηση της συσχέτισής της με τα κατακρημνίσματα δεν παρατηρήθηκε για αποστάσεις > 10 km.

Έχοντας υπόψη τις σημαντικές προαναφερόμενες πιθανές πηγές απόκλισης των εκτιμηθέντων υψών υετού από τις πραγματικές τους τιμές, μπορεί να ειπωθεί, ότι οι αποκλίσεις δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές και, συνεπώς, οι εκτιμήσεις του μέσου μηνιαίου και ετήσιου ύψους υετού, μέσω των μεθόδων που αναπτύχθηκαν, είναι ικανοποιητικές και χρήσιμες στο σύνολό τους.

Επιπροσθέτως, η μορφή και η κατανομή των ισοϋετών (πυκνότητα, πλήθος μεγίστων και ελαχίστων, εξάρσεων και αυλώνων, αριθμός γειτονικών σταθμών που εγκλείονται μεταξύ δύο ισοϋετών, αριθμός ισοϋετών μεταξύ δύο γειτονικών σταθμών) των σχημάτων (χάρτες) της εργασίας του Γκουβά κ.ά. (2007) αρκεί για να αναδειχθεί ποια από τις μεθόδους εκτίμησης είναι η ορθότερη. Όσο πυκνότερες οι ισοϋετείς τόσο δυσχεραίνεται η ακριβής εκτίμηση των κατακρημνισμάτων. Είναι βέβαιο, για παράδειγμα, ότι αν χρειαστεί να εκτιμηθεί το μέσο ετήσιο ύψος υετού σε κάποιο σημείο των Λευκών Ορέων στην Κρήτη μέσω του χάρτη διανομής του μέσου ετήσιου ύψους κατακρημνισμάτων χωρίς αναγωγή (σχήμα 48), ότι το σφάλμα εκτίμησής του θα είναι πολύ μεγάλο. Επίσης, όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των σταθμών, που εγκλείονται μεταξύ δύο διαδοχικών ισοϋετών, όσο λιγότερες οι ισοϋετείς μεταξύ δύο γειτονικών σταθμών και όσο λιγότερα είναι τα μέγιστα και τα

<sup>7</sup> Είναι γνωστό ότι τα σφάλματα μέτρησης του χιονιού από τα βροχόμετρα είναι πολύ μεγαλύτερα από εκείνα της μέτρησης της βροχής, λόγω της έντονης επίδρασης του ανέμου (Κωτούλας 1986).

ελάχιστα των κατακρημνισμάτων σε ένα τέτοιο χάρτη, τόσο πιο ικανή είναι η μέθοδος στο να εξαλείφει την επίδραση του τοπικού ανάγλυφου επί των κατακρημνισμάτων. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα των σταθμών Ασκύφου, Παλαιών Ρουμάτων και Βουκολιών γύρω από τα Λευκά Όρη, των οποίων το ετήσιο ύψος υετού είναι 2288 mm, 1533 mm, και 1143 mm αντίστοιχα. Για τις γεωγραφικές θέσεις των εν λόγω σταθμών η αναγωγή του μέσου ετήσιου ύψους υετού αυτών σε  $Z'=0$  δίνει αντίστοιχα 1093 mm, 993 mm και 940 mm, ενώ η αναγωγή του σε  $Z=0$  δίνει 1424 mm, 1225 mm και 1069 mm. Με άλλα λόγια ελαχιστοποιείται η διαφορά τους για  $Z'=0$ .

Και οι παραπάνω προϋποθέσεις πληρούνται συνεπώς από τη μέθοδο των ισοϋετών με αναγωγή σε  $Z'=0$  m, ενώ δεν πρέπει να παραβλεφθεί, ότι τα καλά αποτελέσματα των άλλων δύο μεθόδων ισοϋετών στην συγκριτική έρευνα του Γκουβά κ.ά. (2007) οφείλονται στο γεγονός, ότι οι 50 σταθμοί, που επιλέχθηκαν τυχαία, βρίσκονται σε περιοχές με σχετικά πυκνό δίκτυο σταθμών. Παράδειγμα του κινδύνου υπό- ή υπερεκτίμησης, που κρύβεται πίσω από τη μέθοδο εκτίμησης με αναγωγή των κατακρημνισμάτων σε  $Z=0$  m, αλλά και των αστοχιών όλων γενικά των μεθόδων στις περιοχές με αραιό δίκτυο σταθμών, αποτελούν οι ανατολικές ακτές του Πηλίου. Η περιοχή αυτή εκτιμάται ότι δέχεται άφθονες βροχές και μάλιστα αφθονότερες της Σκοπέλου (που έχει  $P_{\text{αν}}=796$  mm), εξαιτίας της πυκνότερης, θαλαρότερης και ταχύτερα αυξανόμενης βλάστησης αειφύλλων και φυλλοβόλων πλατυφύλλων (Κοντός 1909, Λαμπρινός 1962). Με τη βοήθεια του σχήματος 34 (αναγωγή σε  $Z'=0$  m) για τις ανατολικές ακτές του Πηλίου, όπου  $Z'=900$  m, εκτιμάται μέσο ετήσιο ύψος υετού 730 mm. Με βάση το σχήμα 48 εκτιμάται σε 800-850 mm, αλλά ήδη από το ίδιο σχήμα προκύπτει, ότι το μέσο ετήσιο ύψος υετού των ανατολικών ακτών του Πηλίου δεν μπορεί να υπολείπεται εκείνου των ακτών της βόρειας και κεντρικής Εύβοιας (>1000 mm) και των ακτών ανατολικά του όρους Όσσα (>1100 mm). Τα σφάλματα αυτά οφείλονται σε αδυναμία των μεθόδων παρεμβολής να σχεδιάζουν σωστά τις ισοϋετείς σε περιοχές με πολύ αραιό δίκτυο σταθμών.

Πρέπει, συνεπώς, ο μελετητής να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός στις περιοχές με αραιό δίκτυο σταθμών και, με βάση την τοπογραφική διαμόρφωση, να προσπαθεί να κατανοήσει, αν η κατανομή των ισοϋετών, που εμφανίζεται στους χάρτες αυτής της εργασίας, είναι λογική ή όχι. Για το παράδειγμα των ανατολικών ακτών του Πηλίου και χρησιμοποιώντας το χάρτη του σχήματος 34, πρέπει να υποθεθεί, ότι πάνω από αυτές διέρχεται η ισοϋετής των 700 mm, η οποία να ενώνει τη βόρεια Εύβοια με την ανατολική Όσσα. Τότε, για  $Z'=900$  m το μέσο ετήσιο ύψος υετού στις ανατολικές ακτές του Πηλίου γίνεται 994 mm, τιμή πολύ λογική για την περιοχή. Άλλες περιοχές, που ελλοχεύει τέτοιος κίνδυνος, είναι η ορεινή βορειοδυτική Αττική (όρη Κιθαιρώνας, Πάστρα και Πατέρας), η περιοχή Αγ. Κωνσταντίνου-Θερμοπυλών Φθιώτιδας, η περιοχή του βορείου Πάρνωνα και γενικά οι περιοχές με έντονο ανάγλυφο, αλλά με αραιό δίκτυο σταθμών. Από τα παραπάνω αναδεικνύεται και η ανάγκη ίδρυσης, ολίγων έστω, βροχομετρικών σταθμών σε κατάλληλες θέσεις (δηλαδή κοντά στις κορυφογραμμές) των περιοχών αυτών, για την επίτευξη ακριβέστερης εκτίμησης των κατακρημνισμάτων τους.

Πρέπει να τονιστεί, ότι αν και οι εκτιμήσεις του μέσου ετήσιου και μηνιαίου ύψους υετού, κατά την προτεινόμενη μεθοδολογία, δεν είναι δυνατό να προσεγγίσουν την ακρίβεια υπολογισμού των μέσων τιμών της θερμοκρασίας του αέρα μέσω εξισώσεων παλινδρόμησης (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2002), εν τούτοις αποτελούν τον ακριβέστερο δυνατό, μέχρι στιγμής, τρόπο εκτίμησης των κατακρημνισμάτων στην Ελλάδα, αναδεικνύοντας ταυτόχρονα το πόσο εσφαλμένη μπορεί να καταστεί η

χρήση των βροχομετρικών δεδομένων του πλησιέστερου σταθμού ως αντιπροσωπευτικών των κατακρημνισμάτων μιας περιοχής μελέτης με διαφορετικό ανάγλυφο.

Τέλος, στον πίνακα 8 δίνεται ο νεπέρειος λογάριθμος των αριθμών 1 έως 3000, για τους απαραίτητους υπολογισμούς αναγωγής των κατακρημνισμάτων, αποφεύγοντας τη χρήση H/Y ή αριθμομηχανής. Έστω, δηλαδή, ότι σκοπεύουμε να εκτιμήσουμε το μέσο ετήσιο ύψος νετού σε μια περιοχή της Ελλάδας με  $Z'=1000$  m, πάνω από την οποία υπολογίζουμε ότι διέρχεται η ισοϋετής των 430 mm, σύμφωνα με τον χάρτη του σχήματος 34. Από τον πίνακα 8 προκύπτει, ότι ο νεπέρειος λογάριθμος της τιμής των 430 mm είναι 6,064. Στη συνέχεια και σύμφωνα με την εξίσωση  $P(Z'=0)=\exp[\ln(P(Z'))-b'*Z']$  έχουμε  $6,064+(0,00039*1000)=6,454$  οπότε πάλι μέσω του πίνακα 8 προκύπτει, ότι το μέσο ετήσιο ύψος νετού αυτής της περιοχής είναι 635 mm.

**Πίνακας 8.** Νεπέρειος λογάριθμος των αριθμών 1 έως 3000.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0,000	0,693	1,099	1,386	1,609	1,792	1,946	2,079	2,197	2,303
	11	12	13	15	15	16	17	18	19	20
	2,398	2,485	2,565	2,708	2,708	2,773	2,833	2,890	2,944	2,996
Εκατοντάδες\ Δεκάδες	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	-	2,303	2,996	3,401	3,689	3,912	4,094	4,248	4,382	4,500
100	4,605	4,700	4,787	4,868	4,942	5,011	5,075	5,136	5,193	5,247
200	5,298	5,347	5,394	5,438	5,481	5,521	5,561	5,598	5,635	5,670
300	5,704	5,737	5,768	5,799	5,829	5,858	5,886	5,914	5,940	5,966
400	5,991	6,016	6,040	6,064	6,087	6,109	6,131	6,153	6,174	6,194
500	6,215	6,234	6,254	6,273	6,292	6,310	6,328	6,346	6,363	6,380
600	6,397	6,413	6,430	6,446	6,461	6,477	6,492	6,507	6,522	6,537
700	6,551	6,565	6,579	6,593	6,607	6,620	6,633	6,646	6,659	6,672
800	6,685	6,697	6,709	6,721	6,733	6,745	6,757	6,768	6,780	6,791
900	6,802	6,813	6,824	6,835	6,846	6,856	6,867	6,877	6,888	6,898
1000	6,908	6,918	6,928	6,937	6,947	6,957	6,966	6,975	6,985	6,994
1100	7,003	7,012	7,021	7,030	7,039	7,048	7,056	7,065	7,073	7,082
1200	7,090	7,098	7,107	7,115	7,123	7,131	7,139	7,147	7,155	7,162
1300	7,170	7,178	7,185	7,193	7,200	7,208	7,215	7,223	7,230	7,237
1400	7,244	7,251	7,258	7,265	7,272	7,279	7,286	7,293	7,300	7,307
1500	7,313	7,320	7,326	7,333	7,340	7,346	7,352	7,359	7,365	7,371
1600	7,378	7,384	7,390	7,396	7,402	7,409	7,415	7,421	7,427	7,432
1700	7,438	7,444	7,450	7,456	7,462	7,467	7,473	7,479	7,484	7,490
1800	7,496	7,501	7,507	7,512	7,518	7,523	7,528	7,534	7,539	7,544
1900	7,550	7,555	7,560	7,565	7,570	7,576	7,581	7,586	7,591	7,596
2000	7,601	7,606	7,611	7,616	7,621	7,626	7,630	7,635	7,640	7,645
2100	7,650	7,654	7,659	7,664	7,669	7,673	7,678	7,682	7,687	7,692
2200	7,696	7,701	7,705	7,710	7,714	7,719	7,723	7,728	7,732	7,736
2300	7,741	7,745	7,749	7,754	7,758	7,762	7,766	7,771	7,775	7,779
2400	7,783	7,787	7,792	7,796	7,800	7,804	7,808	7,812	7,816	7,820
2500	7,824	7,828	7,832	7,836	7,840	7,844	7,848	7,852	7,856	7,859
2600	7,863	7,867	7,871	7,875	7,879	7,882	7,886	7,890	7,894	7,897
2700	7,901	7,905	7,908	7,912	7,916	7,919	7,923	7,927	7,930	7,934
2800	7,937	7,941	7,944	7,948	7,952	7,955	7,959	7,962	7,966	7,969
2900	7,972	7,976	7,979	7,983	7,986	7,990	7,993	7,996	8,000	8,003
3000	8,006	8,010	8,013	8,016	8,020	8,023	8,026	8,029	8,033	8,036

## Σχετική υγρασία του αέρα

Η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας (**RH**) έχει μεγάλη σημασία για τα φυτά, αφού αποτελεί ρυθμιστή της διαπνοής αυτών, αλλά και της εξάτμισης του εδαφικού νερού, ακριβώς διότι η εξάτμιση του νερού από μια ελεύθερη επιφάνεια είναι ανάλογη του κοροπληρώματος,  $S_d = e_s - e$  (Φλόκας 1990) και, συνεπώς, ανάλογη της ποσότητας  $(100 - RH)\%$ . Σύμφωνα με τον Ντάφη (1986), χαμηλή υγρασία του αέρα ασκεί δυσμενή επίδραση στα φυτά, επειδή εντείνει τη διαπνοή των φύλλων με αποτέλεσμα τη μάρανση ή την ξήρανσή τους σαν συνέπεια αφυδάτωσης, αλλά και εντείνει την εξάτμιση του εδαφικού νερού, προκαλώντας μείωση της υγρασίας των ανώτερων στρωμάτων του εδάφους. Ωστόσο, ατμόσφαιρα συχνά κορεσμένη με υδρατμούς παρεμποδίζει τη διαπνοή και έμμεσα το μεταβολισμό των φυτών, δυσκολεύει τη διασπορά της γύρης και παρεμποδίζει το άνοιγμα ώριμων κώνων ορισμένων ειδών πεύκης.

Υψηλές τιμές RH συχνά ευνοούν τη διάδοση και βλάστηση των σπορίων των βλαπτικών μυκήτων, ευνοούν δηλαδή τις περισσότερες ασθένειες των δέντρων και θάμνων (Καϊλίδης 1990α). Έτσι η εισαγωγή της *Pinus radiata* σε περιοχές με υψηλή RH και πολλές βροχοπτώσεις κατά τη θερινή περίοδο, όπως στη Νότια Αφρική, είναι μάλλον ανεπιτυχής, διότι εκεί ευνοούνται οι προσβολές της από την *Diplodia pinea* και άλλα παθογόνα είδη μυκήτων, κάτι που δεν συμβαίνει στην περιοχή καταγωγής της (Καλιφόρνια), όπου η υψηλή RH τους καλοκαιρινούς μήνες αντισταθμίζεται από περιορισμένα ή μηδαμινά κατακρημνίσματα (Eccher 1969).

Αλλά και γενικότερα τον δασολογικό κλάδο ενδιαφέρει η γνώση της RH. Η υγρασία των ξύλινων κατασκευών μεταβάλλεται ανάλογα με την σχετική υγρασία του αέρα, με άμεσο επακόλουθο τη διόγκωση ή τη ρίκνωση τους και, συνεπώς, με σοβαρές συνέπειες στην αξιοποίησή τους (Τσουμής 1986). Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο η RH επηρεάζει την περιεχόμενη υγρασία νεκρών φύλλων, βελονών, κλάδων κ.λπ. σε δάση και δασικές εκτάσεις, μεταβάλλοντας έτσι την ευφλεκτικότητά τους (Καϊλίδης 1990β).

Για όλα τα παραπάνω απαιτείται η γνώση τουλάχιστον των μέσων μηνιαίων τιμών της σχετικής υγρασίας του αέρα. Το ίδιο ισχύει για την χρησιμότητα βιοκλιματική κατάταξη Unesco-Fao (Φλόκας 1990) και για τα υγροθερμικά πηλικά του Meyer και του Burger (Ντάφης 1986). Το πρόβλημα έγκειται στο ότι αυτό δεν είναι εφικτό, όχι μόνο για τις ορεινές περιοχές, όπου δεν υπάρχουν μετεωρολογικοί σταθμοί, αλλά και για τους μη ανήκοντες στην Ε.Μ.Υ μετεωρολογικούς σταθμούς. Μερική λύση στο εν λόγω πρόβλημα μπορεί να δοθεί με τη βοήθεια προσεγγιστικών μέσων μηνιαίων τιμών σχετικής υγρασίας του αέρα μέσω εξισώσεων πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης ή μέσω χαρτογράφησης των τιμών της, όπως θα δειχθεί στην συνέχεια.

Τα επί μέρους δασοπονικά είδη έχουν διαφορετικές απαιτήσεις ως προς την υγρασία του αέρα. Ορισμένα έχουν ανάγκη από υψηλή υγρασία αέρος για να ευδοκιμήσουν, ενώ άλλα αντέχουν σε χαμηλή υγρασία. Ανάλογα με τις απαιτήσεις τους σε υγρασία αέρος κατατάσσονται τα δασοπονικά είδη με φθίνουσα σειρά απαιτήσεων, όπως παρακάτω (Ντάφης 1986, αναφερόμενος στον Perrin 1952):

Πλατύφυλλα	Κοινοφόρα
Κλήθρα, ποδισκοφόρος δρυς, φτελιά, φράξος, ορεινή σφένδαμος, δασική οξιά, γαύρος βετουλοειδής, απόδισκος δρυς, καστανιά, πεδινή σφένδαμος, σορβιά η αρία, χνοώδης δρυς, αρία, πρίνος.	Ερυθρελάτη, ψευδοτσούγκα, ελάτη, ακτινωτή πεύκη, παραθαλάσσια πεύκη, μαύρη πεύκη, κορσικανή, δασική πεύκη, μαύρη πεύκη αυστριακή, χαλέπιος πεύκη.

Προφανώς, οι απαιτήσεις των διαφόρων ειδών σε σχετική ατμοσφαιρική υγρασία δεν μπορούν να εκφραστούν με συγκεκριμένες τιμές της, κάτω ή άνω των οποίων ευδοκιμούν τα φυτά, αλλά αυτές είναι συνάρτηση του διαθέσιμου εδαφικού νερού και κατ' επέκταση της ποσότητας των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων μιας περιοχής. Σε έναν τόπο με λίγες βροχές, απαιτητικά σε εδαφική υγρασία δασοπονικά είδη θα απαιτούν σίγουρα υψηλότερες τιμές RH σε σχέση με τόπους άφθονων βροχοπτώσεων. Καλό παράδειγμα φαίνεται να αποτελεί η εξάπλωση του χαμαίφυτου *Silene spinescens* στο όρος Υμηττός, όπου φύτευται πάνω από το υψόμετρο των 300μ. και, μάλιστα, αυξανόμενου του υψομέτρου αυξάνεται η πληθοκάλυψή του (προτιμά, δηλαδή, τα υγροψυχροβιότερα περιβάλλοντα του Υμηττού για την ανάπτυξή του). Εντούτοις, λίγο νοτιότερα, στην περιοχή ανάμεσα σε Βάρη, Βάρκιζα και Βουλιαγμένη το είδος αυτό φύτευται στις βραχώδεις κορυφές των λόφων από τα 80μ. και πάνω και, πλησιάζοντας το ακρωτήριο Ζωστήρ, η *Silene spinescens* εμφανίζεται στη βραχώδη ακτή (Γκουβάς 2001). Η πιθανότερη εξήγηση για το εν λόγω φαινόμενο είναι ότι, πλησιάζοντας στη θάλασσα, η αύξηση της ατμοσφαιρικής υγρασίας μειώνει την εξατμισοδιαπνοή και συμβάλλει στη διατήρηση της απαραίτητης εδαφικής υγρασίας για την ευδοκίμηση της *Silene spinescens*, χωρίς να αποκλείεται και το ενδεχόμενο να είναι απαιτητική για μέση μέγιστη θερμοκρασία Ιουλίου < 30°C, όπως προκύπτει από τις εξισώσεις των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002) για τις προαναφερόμενες τοποθεσίες.

Συμβαίνει, ωστόσο, σε περιοχές με πολλές βροχοπτώσεις να επικρατούν υψηλότερες τιμές RH σε σχέση με περιοχές της ίδιας θερμοκρασίας, αλλά με λιγότερες βροχοπτώσεις. Σε περιοχές όπου βρέχει πολύ, η ατμόσφαιρα εμπλουτίζεται σε υδρατμούς όχι μόνο μέσω της εξάτμισης των βροχοσταγόνων και του εδαφικού νερού, αλλά καθώς κύρια πηγή των υδρατμών είναι οι θάλασσες και οι μεγάλες λίμνες, ο σχηματισμός της βροχής προαπαιτεί τη μεταφορά υδρατμών, με τη βοήθεια του ανέμου, από τη θάλασσα τόσο προς την στεριά, όσο και σε μεγάλο ύψος μέσα στην τροπόσφαιρα.

Τα παραπάνω γίνονται φανερά στο διάγραμμα του σχήματος 50, όπου δίνονται οι μέσες μηνιαίες τιμές RH, ως συνάρτηση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας (T) και του μέσου μηνιαίου ύψους νετού (P) 225 χειρσαίων σταθμών από όλο τον κόσμο (δεδομένα από Pearse and Smith 1990) και συνεπώς έχει σχεδιαστεί βάσει  $225 \cdot 12 = 13500$  παρατηρήσεων. Στο σχήμα 50 παρατηρείται μια τάση μείωσης της RH αυξανόμενης της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας και μειωμένου του μέσου μηνιαίου ύψους νετού.

Αυτός είναι ο λόγος, για τον οποίο η προαναφερόμενη κατάταξη ορισμένων δασοπονικών ειδών ως προς τις απαιτήσεις τους σε RH, συμπίπτει σχεδόν με την κατάταξή τους ως προς τις απαιτήσεις τους σε υγρασία εδάφους (κατά Ντάφη 1986).

Για τους 225 χειρσαίους μετεωρολογικούς σταθμούς του σχήματος 50 η εξίσωση παλινδρόμησης, που περιγράφει τη σχέση της μέσης μηνιαίας RH με την μέση μηνιαία θερμοκρασία και βροχόπτωση, καθώς και το υψόμετρο των σταθμών είναι:

$$RH = 70 - 0,73 \cdot T + 0,137 \cdot P - 0,004 \cdot Z \quad (1)$$

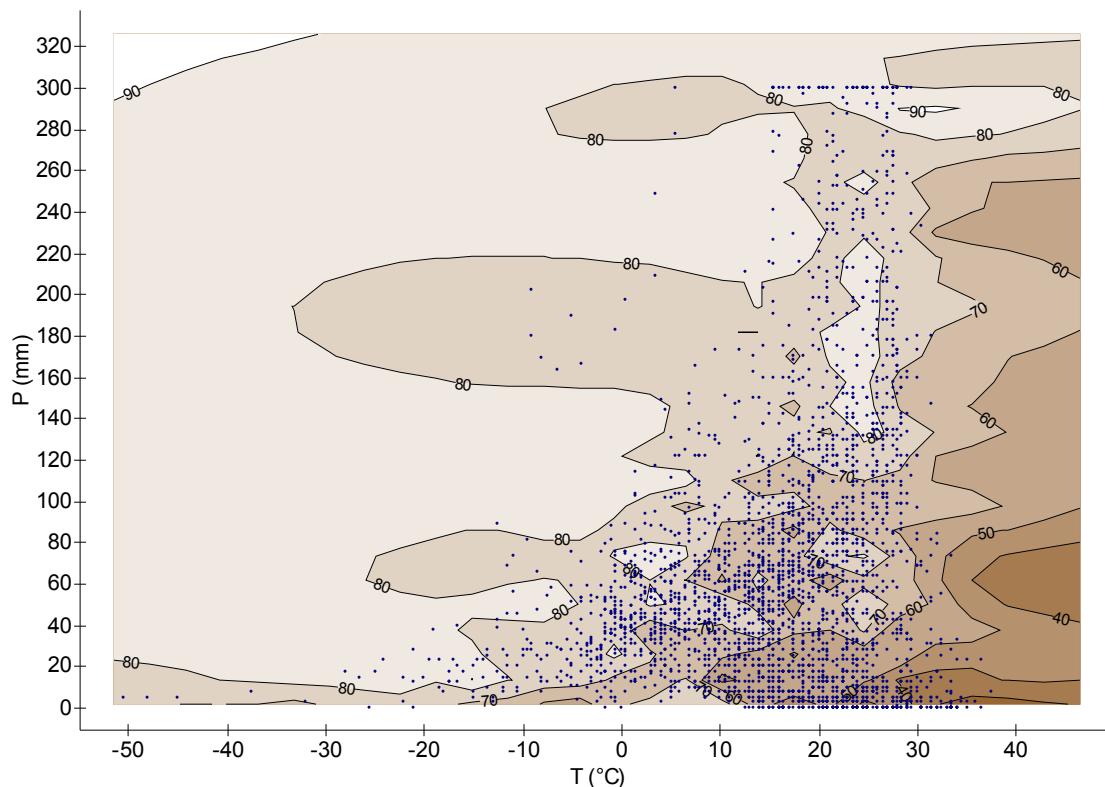
με  $R^2 = 0,50$  και  $S = 10,8$

Όπου: RH = η μέση σχετική υγρασία του αέρα οποιουδήποτε μήνα (%).

T = η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα, ως το ημίθροισμα της μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας (°C).

P = το μέσο μηνιαίο ύψος νετού (mm). Για  $P > 300$ mm, τίθεται  $P = 300$ mm.

Z = το υψόμετρο (m) των σταθμών.



**Σχήμα 50:** Σχέση της μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας RH (%) με τη μέση μηνιαία θερμοκρασία T (°C) και το μέσο μηνιαίο ύψος νετού P (mm) 225 χερσαίων σταθμών από όλο τον κόσμο.

Κύριο κριτήριο για την επιλογή των ανεξάρτητων μεταβλητών αποτέλεσε η παρατήρηση, ότι η ετήσια πορεία της RH είναι αντιστρόφως ανάλογη εκείνης των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών και ότι για τις τροπικές περιοχές το μέγιστό της σημειώνεται κατά την εποχή των βροχών (Λιβαδάς 1980).

Όσον αφορά τους παραθαλάσσιους (ή παραλίμνιους) μετεωρολογικούς σταθμούς, τα παραπάνω ισχύουν σε μικρότερο βαθμό. Καθώς η ατμόσφαιρά τους τροφοδοτείται συνεχώς με υγρασία από τη θάλασσα, αυτοί παρουσιάζουν μόνιμα υψηλές μέσες μηνιαίες τιμές RH (συνήθως >60%), με εξαίρεση κάποιους μήνες που επικρατούν άνεμοι πνέοντες από τη χέρσο. Ανάλογο διάγραμμα με εκείνο του σχήματος 50 για τους παραθαλάσσιους σταθμούς δεν βοηθά στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

Για τον ελλαδικό χώρο και για 98 από τους χρησιμοποιούμενους μετεωρολογικούς σταθμούς, της ΕΜΥ στην πλειοψηφία τους, οι οποίοι είχαν δεδομένα RH, προκύπτουν πολύ καλύτερες εξισώσεις παλινδρόμησης:

α) για τους 44 χερσαίους σταθμούς

$$RH = 85 - 1.1 * T + 0.044 * P - 0.005 * Z - 1.8 * O^{0.25} \quad (2)$$

με  $R^2=0.78$  και  $S=4.8$

β) για τους 54 παράκτιους σταθμούς

$$RH = 82 - 0.8 * T + 0.028 * P + 0.009 * Z - 2.9 * O^{0.25} \quad (3)$$

με  $R^2=0.63$  και  $S=4.4$

Όπου: RH = η μέση σχετική υγρασία του αέρα οποιουδήποτε μήνα (%)

T = η μέση μηνιαία θερμοκρασία του αέρα, ως το ημίθροισμα της μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας (°C).

P = το μέσο μηνιαίο ύψος νετού (mm).



$Z$  = το υψόμετρο (m).

$O$  = η απόσταση από την πλησιέστερη θαλάσσια ακτή (km) κάθε σταθμού.

Και για τις δύο εξισώσεις τα επίπεδα σημαντικότητας των συντελεστών παλινδρόμησης είναι  $<10^{-2}$ .

Ο διαχωρισμός των σταθμών σε χερσαίους (με  $O \geq 5\text{km}$ ) και παράκτιους (με  $O < 5\text{km}$ ) θεωρήθηκε σκόπιμος, διότι εξετάζοντας προσεκτικά τις τιμές RH σε αντιπαραβολή με εκείνες των T και P, τόσο των ελληνικών σταθμών όσο και 483 σταθμών από όλο τον κόσμο φάνηκε, ότι το εύρος τιμών της RH μεταξύ θερινών και χειμερινών μηνών είναι μεγάλο στους χερσαίους σταθμούς και μικρό στους παράκτιους. Επίσης, η τέταρτη ρίζα της μεταβλητής  $O$  (απόσταση από τη θάλασσα) χρησιμοποιήθηκε εδώ, διότι βελτιώνει περισσότερο τις εξισώσεις παλινδρόμησης σε σχέση με άλλες δυνάμεις αυτής, δείχνοντας συγχρόνως, ότι η RH μειώνεται σημαντικά κοντά στην ακτή και με μικρότερο ρυθμό στην ενδοχώρα.

Από τις παραπάνω εξισώσεις παλινδρόμησης είναι προφανές, ότι για τους χερσαίους σταθμούς επιτυγχάνεται καλύτερη εκτίμηση των τιμών της μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας και ότι αυτές εξαρτώνται από τη μέση μηνιαία θερμοκρασία και βροχόπτωση σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τους παράκτιους. Επιπλέον φαίνεται, ότι η RH μειώνεται αυξανόμενου του υψομέτρου στην ενδοχώρα, ενώ το αντίθετο συμβαίνει στις παράκτιες περιοχές. Το γεγονός αυτό δεν είναι παράδοξο, αν ληφθεί υπόψη, ότι καθόσον κύρια πηγή των υδρατμών είναι η θάλασσα, η RH θα αυξάνεται με το υψόμετρο κατά τις ημέρες επικράτησης ανοδικών κινήσεων στην ατμόσφαιρα και θα μειώνεται τις ημέρες επικράτησης καθοδικών κινήσεων. Συνεπώς η σχετική αναλογία ημερών κάθε μήνα με ανοδικές ή καθοδικές ατμοσφαιρικές κινήσεις πρέπει να καθορίζει και το πρόσημο του συντελεστή παλινδρόμησης του υψομέτρου. Μάλιστα, στο επιστημονικό κέντρο επί της κορυφής Άγιος Αντώνιος του Ολύμπου (υψόμ. 2817m) και κατά τις παρατεταμένες καλοκαιρίες της θερινής περιόδου έχουν σημειωθεί τιμές RH από 0,7% έως 2,1% (Λιβαδάς 1980). Για τους ίδιους λόγους παρατηρείται RH μικρότερη τις πρωινές ώρες, παρά τις μεσημεριανές, στις κορυφές και πλαγιές των βουνών, ενώ το αντίθετο συμβαίνει στις πεδιάδες και τα οροπέδια (Δελλά 2000). Είναι αξιοσημείωτο, πάντως, ότι και σε παγκόσμιο επίπεδο η RH μειώνεται αυξανόμενου του υψομέτρου στην ενδοχώρα και μάλιστα με σχεδόν τον ίδιο ρυθμό που παρατηρείται στην Ελλάδα, όπως προκύπτει από την σύγκριση των εξισώσεων (1) και (2). Το ίδιο ισχύει και στην Κύπρο. Στον ορεινό μετεωρολογικό σταθμό «Τρόδος» (υψόμ. 1725 m) η μέση RH του Ιουλίου είναι μόλις 37%, όσο δηλαδή και του πεδινού και πολύ θερμότερου σταθμού Αθαλάσσας σε υψόμετρο 155 m (Δελλά 2000).

Αυτό που έχει μεγαλύτερη σημασία από πρακτικής πλευράς, όσον αφορά τις εξισώσεις (2) και (3), είναι τα σφάλματά τους. Γενικά μπορεί να ειπωθεί, ότι δίνουν καλές εκτιμήσεις της RH, αφού κατά μέσον όρο το σφάλμα κυμαίνεται περίπου στο  $\pm 5\%$ . Αν θεωρηθούν προβληματικές οι εκτιμήσεις με σφάλμα  $<-10\%$  ή  $>10\%$  τότε τα μεγαλύτερα σφάλματα, που παρατηρήθηκαν, είναι:

Σφάλμα εξίσωσης 2	Σταθμός	Μήνας	Σφάλμα εξίσωσης 3	Σταθμός	Μήνας
-12	Δομοκός	Οκτ	-14	Μαραθώνας	Ιουλ
-11	Πτολεμαΐδα	Απρ	-11	Μαραθώνας	Αυγ
-11	Δεσφίνα	Ιουλ	-10	Ελευσίνα	Ιουλ
-11	Πλάτανος	Ιαν	-10	Μυτιλήνη	Μαρ
-10	Φάρσαλα	Ιουν	10	Αυλώτες	Αυγ
-10	Δομοκός	Αυγ	10	Λευκάδα	Σεπ
-10	Λιδωρίκι	Φεβ	10	Πάρος	Σεπ
-10	Δεσφίνα	Αυγ	10	Πάρος	Οκτ
10	Ταξιάρχης	Οκτ	10	Λευκάδα	Αυγ
10	Λάρισα	Νοε	12	Μεθώνη	Ιουν

11	Πύργος	Οκτ	13	Μεθώνη	Αυγ
11	Τζερμιάδες	Αυγ	13	Αντίπαρος	Οκτ
11	Τζερμιάδες	Σεπ	13	Αντίπαρος	Ιουν
11	Πύργος	Μαϊ	14	Αντίπαρος	Σεπ
14	Πύργος	Σεπ	14	Μεθώνη	Ιουλ
14	Πύργος	Ιουν	14	Αντίπαρος	Νοε
14	Πύργος	Ιουλ	15	Αντίπαρος	Ιουλ
14	Πύργος	Αυγ	17	Αντίπαρος	Αυγ

Παρατηρήθηκε επίσης, ότι οι αποκλίσεις των εκτιμηθέντων τιμών από τις πραγματικές είναι αρνητικές (υπερεκτιμάται δηλαδή η σχετική υγρασία) την άνοιξη και θετικές το φθινόπωρο. Όσον αφορά τις αποκλίσεις κατά τους θερινούς μήνες, που έχουν και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον από οικολογική άποψη, αυτές είναι συνήθως αρνητικές στους παράκτιους σταθμούς με επικρατούντες ανέμους (σύμφωνα με Ανδρεάκο 1978) προερχόμενους από την ξηρά (όπως στους παραθαλάσσιους σταθμούς της Αττικής) και θετικές (δηλαδή υποεκτιμάται η RH), αν ο επικρατών άνεμος πνέει από τη θάλασσα (όπως σε Μεθώνη, Πάρο και Αντίπαρο). Όσον αφορά τους χερσαίους σταθμούς, φαίνεται πως παίζει ρόλο στις αποκλίσεις των εκτιμηθέντων τιμών από τις πραγματικές, το αν ο επικρατών άνεμος κατέρχεται ή όχι από υψηλά όρη, η ύπαρξη μεγάλων ποταμών και λιμνών, καθώς και το είδος της φυσικής βλάστησης και των καλλιεργειών (αρδευόμενες ή μη). Σύμφωνα με τον Ντάφη (1986), μέσα στο δάσος η σχετική υγρασία του αέρα είναι το καλοκαίρι μεγαλύτερη κατά 5-8% και σε μερικές περιπτώσεις μέχρι 11-13%, σε σχέση με την υγρασία του αντίστοιχου υπαίθριου περιβάλλοντος. Η διαφορά αυτή οφείλεται στη μεγαλύτερη συγκέντρωση υδρατμών (απόλυτη υγρασία), λόγω της διαπνοής των δασικών δένδρων, των θάμνων και της παρεδαφιαίας βλάστησης, καθώς και στη μικρότερη θερμοκρασία του ενδοδασικού περιβάλλοντος. Για τον ίδιο λόγο, όταν ένας σταθμός είναι κοντά σε δάσος και ο επικρατών άνεμος πνέει από το δάσος προς το σταθμό, είναι βέβαιο, ότι η RH θα υποεκτιμάται από τις εξισώσεις στον συγκεκριμένο σταθμό. Αιτίες αποκλίσεων αποτελούν και τα πιθανά σφάλματα παρατηρήσεων ή και διαφορετική μεθοδολογία μετρήσεων, χωρίς να αποκλείεται το ενδεχόμενο κλιματικής αλλαγής. Δεν φαίνεται τυχαίο το γεγονός, ότι για τους σταθμούς της ΕΜΥ με παρατηρήσεις μετά το 1975 (Άστρος, Γύθειο, Διαβολίτσι, Καστοριά, Λεωνίδιο, Μαραθώνα, Μύκονος, Παιανία, Σπάρτη και Σπάτα), η RH σχεδόν πάντα υπερεκτιμάται από τις εξισώσεις (2) και (3). Τέλος, δεν πρέπει να αγνοείται, ότι καθώς η μέση μηνιαία RH υπολογίζεται από το μέσο όρο των παρατηρήσεων στις 08:00, 14:00 και 20:00 τοπική ώρα (Φλόκας 1990) και η μέση μηνιαία θερμοκρασία από το ημιάθροισμα της μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας κάθε μήνα, δεν συμπίπτουν πάντα αυτοί οι μέσοι όροι με την πραγματική μέση μηνιαία RH και T, που θα προέκυπταν από τον μέσον όρο εικοσιτετράωρων παρατηρήσεων.

Λαμβάνοντας υπόψη:

- α) την ευκολία των εξισώσεων,
- β) το γεγονός ότι η μέση μηνιαία θερμοκρασία και τα κατακρημνίσματα μπορούν να εκτιμηθούν με σχετικά καλή ακρίβεια (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2002, Γκουβάς κ.ά. 2007) και πως ακόμα και πιθανά μεγάλα σφάλματα εκτίμησης αυτών (έως  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  στην θερμοκρασία και  $\pm 10\text{mm}$  στη βροχόπτωση, κατά τους θερινούς μήνες) ελάχιστα επιδρούν στις εκτιμηθείσες τιμές RH, σύμφωνα με τους συντελεστές παλινδρόμησης αυτών στις εξισώσεις (2) και (3),
- γ) τις πολυάριθμες πηγές των σφαλμάτων και ότι στα 3/4 των εκτιμήσεων μέσω των εξισώσεων (2) και (3) τα σφάλματα δεν υπερβαίνουν το  $\pm 5\%$ , ενώ μόλις στο 1/25 των εκτιμήσεων τα σφάλματα υπερβαίνουν το  $\pm 10\%$ ,

μπορεί να ειπωθεί, πως για μια πρώτη προσέγγιση στο θέμα της εκτίμησης της μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας σε περιοχές χωρίς μετεωρολογικούς σταθμούς, τα αποτελέσματα των εξισώσεων (2) και (3) είναι ικανοποιητικά. Επίσης, επειδή για τους χερσαίους σταθμούς η RH ελαττώνεται μόλις κατά 5% για μείωση του υψόμετρου κατά 1000 m, μπορεί να υποθεθεί, ότι η εκτίμηση αυτής με τη βοήθεια της σχεδίασης των ισοπληθών της σε χάρτες, βάσει του δικτύου σταθμών και χωρίς καμιά αναγωγή στο υψόμετρο, ενδεχομένως να είναι επιτυχέστερη από εκείνη των εξισώσεων (2) και (3), ωστόσο δεν είναι απαραίτητη περαιτέρω επέκταση του θέματος.

### **Άλλοι κλιματικοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν την ευδοκίμηση των διαφόρων δασοπονικών ειδών και την σύνθεση της βλάστησης**

Οι επόμενοι κλιματικοί παράγοντες, εκτός από τις βλάβες που προκαλούν συχνά στην κόμη και τον κορμό μεμονωμένων δέντρων ή συστάδων (θραύσεις κλάδων, ραγάδες κ.λπ.) με σύνθητες αποτέλεσμα τη δευτερογενή προσβολή τους από έντομα και ασθένειες (Ντάφης 1986, Καϊλίδης 1990α), επηρεάζουν ενδεχομένως και με διαφορετικό τρόπο τη γεωγραφική εξάπλωση των διαφόρων δασικών δέντρων και θάμνων.

**Α) Άνεμος.** Σύμφωνα με το νόμο του Dalton, που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο των κατακρημνισμάτων, η εξάτμιση του νερού από τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους, καθώς και η διαπνοή των φυτών είναι ανάλογες της ταχύτητας του ανέμου. Σύμφωνα με τον Ντάφη (1986), η διαπνοή των φυτών εντείνεται σε ταχύτητες ανέμου  $>3,4$  m/sec ( $\geq 3$  Beaufort) προκαλώντας ισχυρή αφαίρεση νερού και επιταχύνοντας το κλείσιμο των στοματιών, οπότε μειώνεται και η ένταση της αφομοίωσης. Ωστόσο, μείωση της έντασης της αφομοίωσης παρατηρείται και με ταχύτητα ανέμου  $<1,7$  m/sec ( $\leq 1$  Beaufort), λόγω μείωσης της συγκέντρωσης  $\text{CO}_2$  στο στρώμα του αέρα, που περιβάλλει τα φύλλα. Έτσι, ακόμα και σε περιοχές με υψηλή υγρασία και γόνιμα εδάφη, οι υπήνεμες θέσεις είναι γονιμότερες σε σχέση με τις ράχες και τις κορυφές ή και τις ακτές θαλασσών, που είναι εκτεθειμένες στους ανέμους. Ανάλογα με τις ανάγκες σε διαπνοή, επιδρά ο άνεμος διαφορετικά στην ευδοκίμηση και την αύξηση των διάφορων δασοπονικών ειδών. Τα σκιοφύτα και ημισκιοφύτα είδη, όπως η οξιά, η ελάτη και η κασταριά, προτιμούν θέσεις περισσότερο προστατευμένες από τους ισχυρούς ανέμους. Φωτόφυτα είδη, όπως οι πεύκες, η γνοώδης δρυς κ.λ.π. μπορούν να ευδοκιμήσουν πολύ καλά ακόμα και σε ανεμώδη θέσεις (ράχες κ.λ.π.).

Μεγάλη είναι η σημασία του ανέμου για τη διασπορά των σπόρων ορισμένων ειδών. Οι σπόροι των δασικών δένδρων, ανάλογα με το βάρος τους, την ύπαρξη και το μέγεθος των πτερυγίων, καθώς και την ένταση των ανέμων, που πνέουν κατά την εποχή της διασποράς, μπορούν να μεταφερθούν σε μικρές ή μεγάλες αποστάσεις. Ελαφροί σπόροι, όπως της ερυθρελάτης και της δασικής πεύκης, μεταφέρονται, κατά τον Braun-Blanquet (αναφερόμενος από Ντάφη 1986), σε μία απόσταση μέχρι 10-15 χιλιομέτρων. Εντούτοις, οι με πτερύγια, αλλά σχετικά βαρύτεροι, σπόροι της ελάτης μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλη απόσταση από τα μητρικά δέντρα μόνο με την πνοή ισχυρών ή θυελλωδών ανέμων κατά την εποχή πτώσης τους από τους κόνους. Ως παράδειγμα αναφέρει ο Μουλόπουλος (1965β), πως η εκ σπόρων μεμονωμένων δέντρων φυσική εξάπλωση συστάδων χαλεπίου πεύκης στη νότια Γαλλία και του κυπαρισσιού στη Ρόδο βαίνει συχνά κατά την κατεύθυνση του επικρατούντος ανέμου. Συνεπώς, η γνώση της συχνότητας και της διεύθυνσης ισχυρών ή θυελλωδών ανέμων κατά την περίοδο αυτή ίσως μπορούσε να εξηγήσει τη δυσκολία επέκτασης των ελατοδασών της κεντρικής και δυτικής Πελοποννήσου (Μαινάλου, Παναχαϊκού) προς τις δυτικές απολήξεις τους, όπως και την ανυπαρξία ελατοδασών στα όρη Λύκαιο, Τετράζιο και Μίνθη (όρια Αρκαδίας, Ηλείας και Μεσσηνίας). Και αυτό, διότι βάσει των συνοπτικών καταστάσεων καιρού επιφανείας, ισχυροί ή θυελλώδεις άνεμοι κατά την διάρκεια του φθινοπώρου πνέουν συχνότερα από νότιες και δυτικές διευθύνσεις στην κεντρική και δυτική Πελοπόννησο, οπότε η διασπορά των σπόρων της ελάτης ευνοείται γενικά προς τα ανατολικά των οροσειρών. Δυστυχώς τέτοια στοιχεία είναι εξαιρετικά δυσεύρετα και πρέπει κανείς να καταφύγει στα ημερήσια κλιματικά δελτία των διαφόρων σταθμών, συνεπώς οι παραπάνω υποθέσεις είναι δύσκολο να επιβεβαιωθούν.

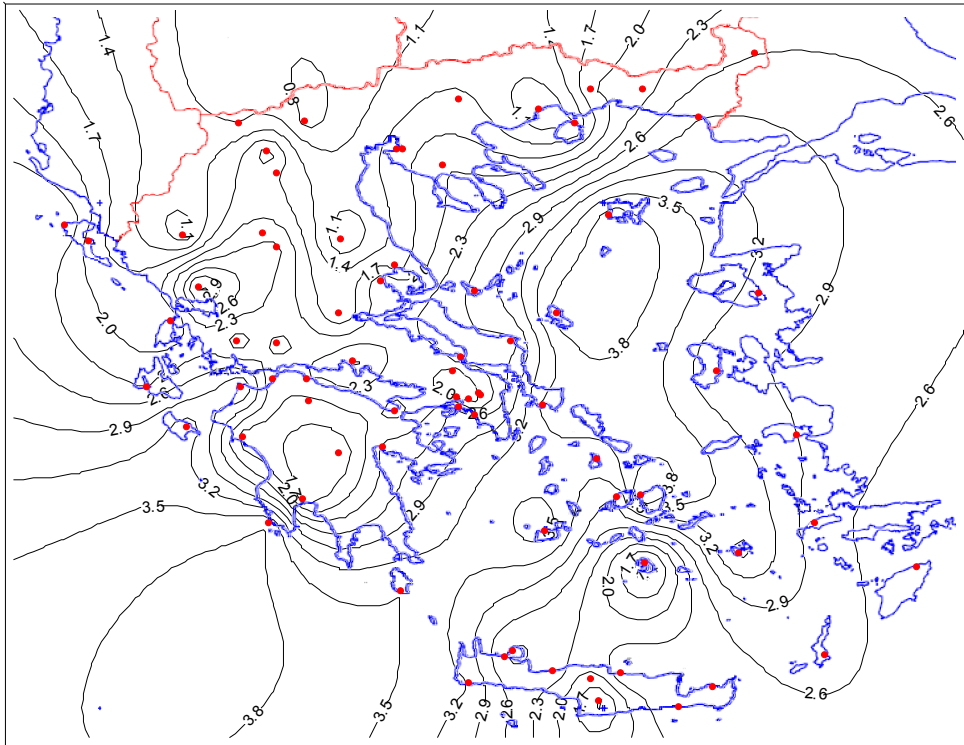
Πολύ ισχυροί άνεμοι (θύελλες) μπορούν να φορτίσουν τόσο πολύ τα δένδρα, ώστε να ξεριζωθούν (ανεμορριψίες) ή να σπάσουν (ανεμοθλασίες). Ανεμορριψίες παρατηρούνται σε επιπολαιόριζα είδη ή όταν το έδαφος γίνεται χαλαρό κατόπιν διαβροχής. Οι ανεμορριψίες επεκτείνονται με τα δημιουργημένα, από τις ίδιες, διάκενα στην συστάδα, με συχνό αποτέλεσμα την ολοκληρωτική καταστροφή των αμιγών ομήλικων συστάδων και το σχηματισμό μικτών με πρόδρομα είδη. Σχετικά ανθεκτικά είδη σε ανεμορριψίες και ανεμοθλασίες θεωρούνται οι δρυς, η ορεινή σφένδαμνος, η λάρικα και τα διάφορα είδη πεύκης. Μετρίως ανθεκτικά θεωρούνται η φιλύρα, η οξιά και τα περισσότερα από τα πλατύφυλλα. Η ελάτη είναι ευπαθής σε ανεμοθλασίες και σε ανεμορριψίες, ενώ η ερυθρελάτη εμφανίζεται ως το περισσότερο ευπαθές είδος. Η ανθεκτικότητά τους, πέρα από τις ιδιότητες του είδους, εξαρτάται και από την κατάσταση του εδάφους, από την εποχή του έτους, ιδιαίτερα για τα φυλλοβόλα, από τη δομή και το χειρισμό των συστάδων, τη σχέση μήκους και στηθιαίας διαμέτρου του κορμού των δέντρων, καθώς και από τα χαρακτηριστικά των ανέμων, όπως ένταση, διεύθυνση, ρυθμό κύμανσης της ταχύτητας κλπ (Στάμου 1974, Ντάφης 1986).

Σοβαρή μηχανική επίδραση ασκούν, επίσης, οι άνεμοι πάνω στη διαμόρφωση του κορμού, της κόμης και των ριζών (Ντάφης 1986), κάτι που βοηθά στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη διεύθυνση των επικρατούντων ανέμων σε μια περιοχή και την επικράτηση δυσμενών συνθηκών για την ανάπτυξη της βλάστησης. Μονομερής, συνεχής φόρτιση προκαλεί έκκεντρη αύξηση του κορμού, ο οποίος παίρνει μια ελλειψοειδή ή ακόμα και διπλοταφοειδή μορφή, αντί της κανονικής κυκλικής, κατά τη διεύθυνση του επικρατούντος ανέμου. Καλύτερο δείκτη αποτελεί η κόμη των δένδρων, η οποία διαμορφώνεται επίσης με την επίδραση των ανέμων, παίρνοντας μια ασύμμετρη μορφή με το μεγαλύτερο μήκος προς την υπήνεμη πλευρά. Σε ακραίες περιπτώσεις παίρνει η κόμη μια σημαιοειδή μορφή και ο κορμός λυγίζει σχεδόν παράλληλα προς το έδαφος, όπως συμβαίνει συχνά στη χώρα μας σε ανεμόπληκτες παραλίες, φαράγγια (π.χ. στη νότια Κρήτη) ή σε κορυφογραμμές, όπου ο άνεμος επιταχύνεται. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι κορυφές του όρους Λύκαιο (σύνορα Αρκαδίας, Ηλείας και Μεσσηνίας, σε υψόμετρο 1350 m), όπου η σημαιοειδής διαμόρφωση του φυλλώματος των μεμονωμένων θάμνων φανερώνει την επικράτηση ισχυρών παγερών ανέμων δυτικών διευθύνσεων. Η διαμόρφωση σημαιοειδούς μορφής της κόμης οφείλεται πέρα από τις μηχανικές και σε καθαρά φυσιολογικές επιδράσεις των ισχυρών ανέμων. Το διαπνεόμενο ποσό ύδατος δεν μπορεί να αντικατασταθεί από εκείνο του εδάφους, είτε διότι το έδαφος είναι ξηρό, είτε παγωμένο, κάτι που συνεπάγεται μαρασμό ή ξήρανση των φύλλων και των βλαστών. Συνεχής πνοή τέτοιων ανέμων προκαλεί στρέβλωση του κορμού και της κόμης, νανοποίηση ή και θάνατο των δέντρων, καθορίζοντας συχνά τα αλπικά και πολικά όρια, οπότε μόνο σε θέσεις προστατευμένες υπό βράχων κ.λπ. μπορούν να αναπτυχθούν δέντρα (Μουλόπουλος 1965β). Ο ίδιος (Μουλόπουλος 1965β), αναφερόμενος σε παλιότερο ερευνητή, γράφει ότι οι ψυχρές περιοχές με ταχύτητες ανέμου άνω των 8 m/sec είναι άδενδρες και ότι προσπάθειες αναδάσωσης ανεμόπληκτων περιοχών των Άλπεων έχουν αποτύχει.

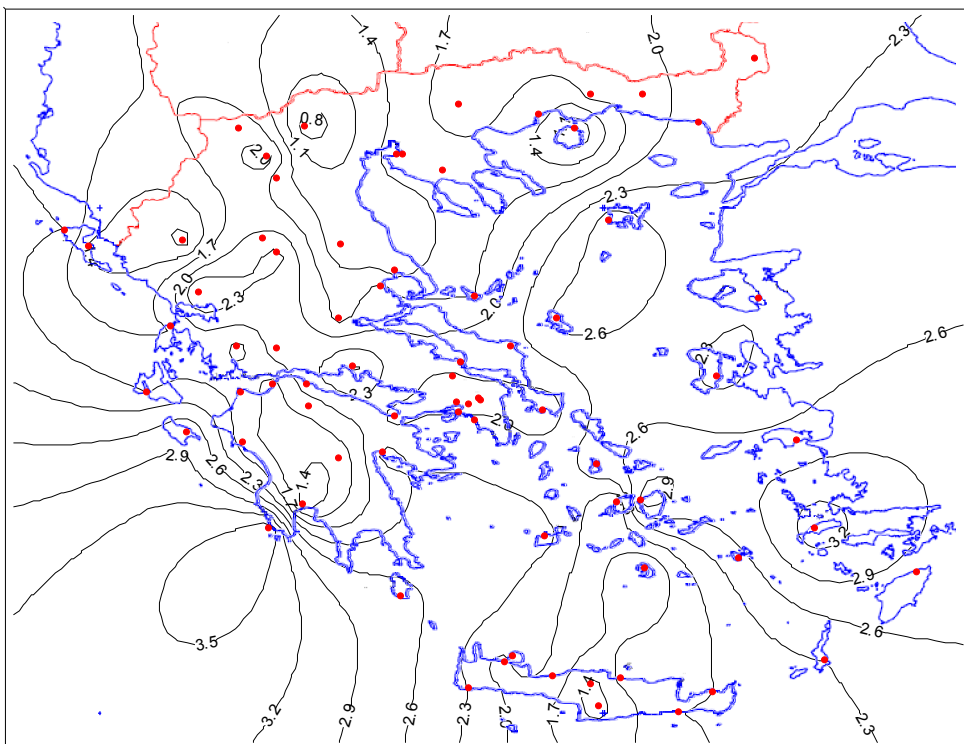
Δεν πρέπει, τέλος, να παραβλεφθεί και η εκτεταμένη αλλαγή της σύνθεσης και της δομής (υποβάθμισης) της βλάστησης στις περιοχές ενισχυμένης πνοής των ανέμων κατά την ξηροθερμική περίοδο, εξαιτίας της συμβολής τους στην επέκταση των πυρκαγιών, που τυχόν εκδηλωθούν εκεί, όπως άλλωστε μαρτυρεί το τοπίο των νησιών του Αιγαίου, της Κρήτης, της Μάνης κλπ.

Στο σχήμα 51 δίνεται η διανομή της μέσης ταχύτητας του ανέμου (σε κλίμακα Beaufort) στον Ελλαδικό χώρο κατά τον Ιανουάριο, το Μάιο και τον Ιούλιο.

## ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ



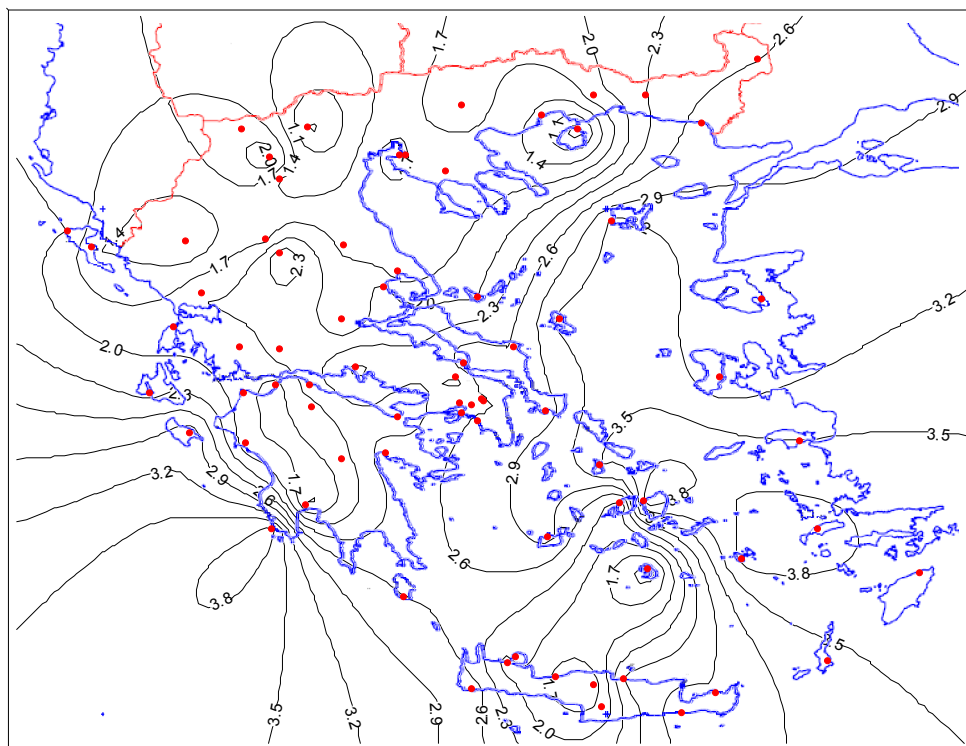
## ΜΑΪΟΣ



**Σχήμα 51:** Μέση ταχύτητα ανέμου (σε Beaufort) 75 μετεωρολογικών σταθμών τον Ιανουάριο, το Μάιο και τον Ιούλιο.



ΙΟΥΛΙΟΣ



Σχήμα 51 (συνέχεια).

Προσεκτική παρατήρηση των μέσων μηνιαίων τιμών ταχύτητας ανέμου των 75 ελληνικών μετεωρολογικών σταθμών, που διέθεταν τέτοια δεδομένα (Ανδρεάκος 1978), φανερώνει ένα κύριο μέγιστο συνήθως τον Ιούλιο ή τον Ιανουάριο και ένα κύριο ελάχιστο συνήθως το Μάιο, χωρίς ιδιαίτερα μεγάλες διαφορές από τους άλλους μήνες (μεταβολές μόλις 0,1-0,2 μποφόρ από μήνα σε μήνα). Συνεπώς, με υπολογισμό των μέσων μηνιαίων τιμών ταχύτητας ανέμου για τους τρεις αυτούς μήνες, μέσω των χαρτών του σχήματος 51 και θεωρώντας, ότι παρατηρούνται ενδιάμεσες τιμές κατά τους υπόλοιπους μήνες, μπορεί να επιτευχθεί μια ικανοποιητική εκτίμηση των μέσων μηνιαίων τιμών ταχύτητας ανέμου σε όλο τον ελλαδικό χώρο για χρήση σε πρακτικές εφαρμογές.

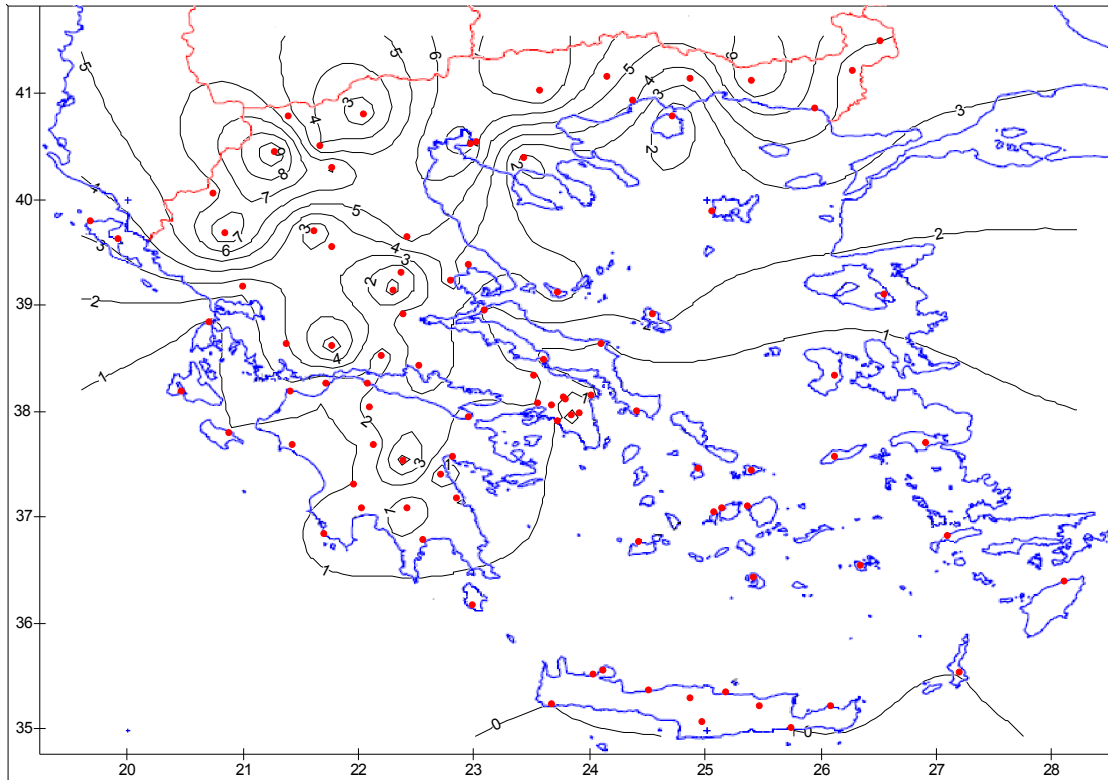
**Β) Καταιγίδες (κεραυνοί, χαλάζι) και πυρκαγιές.** Οι καταιγίδες κατά την ξηρή θερινή περίοδο, ιδιαίτερα τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο και για την ακρίβεια οι κεραυνοί, που τις συνοδεύουν, αποτελούν θετικό ή αρνητικό παράγοντα ευδοκίμησης ορισμένων δασοπονικών ειδών. Για παράδειγμα, τον Αύγουστο του πολύ ξηρού και θερμού έτους 2000 κάηκαν στο όρος Μαίναλο 30000 στρέμματα ελατοδάσους, από πυρκαγιά που ξεκίνησε από κεραυνό. Ως γνωστόν, τα ελατοδάση δεν παρουσιάζουν φυσική αναγέννηση μετά από πυρκαγιά, χωρίς την ύπαρξη προδάσους από άλλα είδη, οπότε το τοπίο αλλάζει όψη για πολλές δεκαετίες σε περιοχές με μερική καταστροφή του ελατοδάσους ή και μόνιμα σε περιπτώσεις πυρκαγιών απομονωμένων ελατοδασών (όπως του όρους Ελληνίτσα, στο νότιο άκρο του οροπεδίου της Μεγαλόπολης Αρκαδίας, το οποίο κάηκε το πολύ ξηρό και θερμό θέρος του 2007). Ωστόσο, η προαναφερόμενη πυρκαγιά του Μαινάλου, παρά το ανυπολόγιστο οικολογικό, αισθητικό και οικονομικό κόστος της, οδηγεί σε πολύτιμα συμπεράσματα, όσον αφορά τις πυρκαγιές των ελατοδασών. Στο Μαίναλο κάηκαν σχεδόν ολοσχερώς οι πλαγιές με νότιο προσανατολισμό και σε μικρό μόνο ποσοστό εκείνες με βόρειο προσανατολισμό. Επιπλέον, είναι εμφανής η καταστροφή στις

ράχες, ενώ έχουν διασωθεί έλατα στα κατώτερα τμήματα των πλαγιών, όπου το έδαφος είναι βαθύ. Είναι προφανές, ότι σε αυτή την περίπτωση σημαντικό ρόλο έπαιξε η εδαφική υγρασία. Δηλαδή, ακόμα και σε τόσο πολύ θερμές και ξηρές χρονιές όπως το 2000, σε θέσεις με μεγαλύτερα αποθέματα εδαφικής υγρασίας, δηλαδή στις βόρειες εκθέσεις και στα κατώτερα τμήματα των πλαγιών (Κοντός 1921), τα έλατα καίγονται δύσκολα. Η σημερινή εικόνα, επομένως, πολλών ορεινών όγκων της Πελοποννήσου και της Στερεάς Ελλάδας με τα εκτεταμένα χορτολίβαδα σε πλαγιές νότιας έκθεσης και τις δασωμένες με έλατα πλαγιές βόρειας έκθεσης στο ίδιο υψόμετρο, είναι ενδεχομένως αποτέλεσμα μεγάλων δασικών πυρκαγιών, όπως εκείνης του Μαινάλου. Αποτέλεσμα αυτών πρέπει να είναι και ο κατακερματισμός των δασών ελάτης και η εμφάνιση μεμονωμένων, μικρής έκτασης ελατοδασών, όπως εκείνα στα σύνορα Αρκαδίας-Αργολίδας (στα όρη Φαρμακάς, Μελιδόνι και Αρτεμίσιο). Όλα τα προαναφερόμενα μπορούν εύκολα να διαπιστωθούν, χωρίς επιτόπου παρατηρήσεις, μέσω του προγράμματος GOOGLE EARTH στο διαδίκτυο, που παρέχει τη δυνατότητα τρισδιάστατης απεικόνισης του ανάγλυφου, προσεγγίζοντας ικανοποιητικά την πραγματικότητα.

Πιστεύεται (Λιακάκος 1933), ότι οι κεραυνοί αποφεύγουν τα δέντρα της οξιάς, ενώ αντίθετα πλήττουν συχνότερα δέντρα ελάτης και δρυός. Το φαινόμενο αποδίδεται στη μικρότερη ηλεκτρική αγωγιμότητα του ξύλου της οξιάς σε σχέση με της δρυός. Στην κατηγορία των «αλεξικεραυνών» δέντρων μαζί με την οξιά φαίνεται ότι ανήκει η ερυθρελάτη, η λάρικα, η σημύδα, η φιλύρα και η καρυδιά, ενώ στην κατηγορία των κεραυνοπλήκτων δέντρων, μαζί με την ελάτη και τη δρυ, ανήκει η σφένδαμος, η λεύκη, η ιτιά, η φτελιά και ο φράξος.

Έχοντας υπόψη τα παραπάνω μπορεί να υποθεθεί, ότι για την εποχή πριν την σύσταση της Δασικής Υπηρεσίας, οι προερχόμενες από κεραυνούς πυρκαγιές έκαιγαν ανεμπόδιστα στις ορεινές περιοχές, επηρεάζοντας σε μικρή ή μεγάλη έκταση την εκεί σύνθεση της βλάστησης, ανάλογα με την ανομβρία της χρονιάς και των θερμοκρασιών του θέρους. Έτσι, η διανομή του μέσου αριθμού ημερών καταιγίδας του διμήνου Ιουλίου-Αυγούστου στον ελλαδικό χώρο, που παρουσιάζεται στο σχήμα 52, μπορεί να συμβάλει στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την επίδρασή τους στη βλάστηση ορισμένων περιοχών. Ο περιορισμός στο δίμηνο αυτό έγινε, διότι τότε έχουμε και τη μεγαλύτερη συχνότητα πυρκαγιών από κεραυνούς (Καϊλίδης 1990β), αφού κατά τις άλλες εποχές η περιεχόμενη στα δασικά δέντρα και θάμνους υγρασία δεν επιτρέπει στις πυρκαγιές από κεραυνούς να επεκτείνονται παρά μόνον σε απόσταση λίγων μέτρων από το σημείο πτώσης τους.

Στο σχήμα 52 παρατηρείται υπεροχή του μέσου αριθμού ημερών καταιγίδας στη βόρεια Ελλάδα κατά το δίμηνο Ιουλίου-Αυγούστου, όπου ξεπερνά τις 8 ημέρες, σε σχέση με την υπόλοιπη χώρα. Ίσως θα μπορούσε να συνδεθεί το μέγιστο του αριθμού ημερών καταιγίδας στη βόρεια Ελλάδα, ιδιαίτερα εκείνου στην περιοχή της Ηπείρου και της Δυτικής Μακεδονίας, με την επικράτηση των δασών μαύρης πεύκης, οξιάς και δρυός εις βάρος της ελάτης, ωστόσο οι πυρκαγιές από κεραυνούς αποτελούν μόλις το 2,2% των δασικών πυρκαγιών στη χώρα μας (Καϊλίδης 1990β) και συνεπώς οι προερχόμενες από μη φυσικά αίτια πυρκαγιές παίζουν σημαντικότερο ρόλο στη διαμόρφωση της σημερινής σύνθεσης της βλάστησης στον ελλαδικό χώρο. Βέβαια, τα τελευταία χρόνια είναι πλέον εφικτή η καταγραφή των ατμοσφαιρικών ηλεκτρικών εκκενώσεων, δηλαδή των αστραπών και των κεραυνών (Μαζαράκης κ.ά. 2006), οπότε η χωρική διανομή του μέσου αριθμού τους κατά το δίμηνο Ιουλίου-Αυγούστου σίγουρα θα αποδειχθεί πολύ πιο χρήσιμη από το μέσο αριθμό ημερών καταιγίδας για τη μελέτη της σχέσης κεραυνών-πυρκαγιών-βλάστησης.



**Σχήμα 52:** Διανομή του μέσου αριθμού ημερών καταιγίδας κατά το δίμηνο Ιουλίου-Αυγούστου στον ελλαδικό χώρο.

Θα μπορούσε κανείς να υποθέσει, ότι η γνώση του μέσου αριθμού ημερών καταιγίδας για την υπόλοιπη βλαστητική περίοδο (Απριλίου-Ιουνίου) έχει επίσης κάποια αξία για την σύνθεση της βλάστησης, επειδή κατά τη διάρκεια των καταιγίδων παρατηρούνται συχνά θυελλώδεις ριπαίοι άνεμοι, καθώς και χαλάζι, προκαλώντας καταστροφές οφθαλμών, ανθέων, φυλλώματος, βλαστών κ.λπ., (με αποτέλεσμα τα δασικά φυτά να προσβάλλονται δευτερογενώς από ασθένειες και έντομα) ή και ολοκληρωτική καταστροφή της ανθοφορίας και καρποφορίας (Ντάφης 1986). Εξαιτίας, ωστόσο, της περιορισμένης έκτασης και συχνότητας εμφάνισης τέτοιων φαινομένων, η παράθεση της διανομής του μέσου αριθμού ημερών χαλαζιού κατά την περίοδο Απριλίου-Αυγούστου και του μέσου αριθμού ημερών καταιγίδας κατά την περίοδο Απριλίου-Ιουνίου στον ελλαδικό χώρο μικρή αξία έχει για τη ελληνική βλάστηση, γι' αυτό και παραλείπεται.

**Γ) Χιόνι.** Η μέση διάρκεια χιονοκάλυψης σε συνδυασμό με το ύψος του χιονιού ίσως να παίζει ρόλο στη σύνθεση της βλάστησης μιας περιοχής. Σύμφωνα με τον Ντάφη (1986), το χιόνι επιδρά τόσο με τρόπο ωφέλιμο, όσο και επιζήμιο. Για παράδειγμα, κάτω από την επίδραση ισχυρών ανέμων κινούνται οι χιονοκρύσταλλοι σε μορφή χιονοκονιορτού με μεγάλη ταχύτητα προκαλώντας καταστροφή των οφθαλμών, ενώ τα χιόνια, που επικάθονται στην κόμη των δένδρων, προκαλούν ισχυρές φορτίσεις πάνω στα κλαδιά και τον κορμό, με αποτέλεσμα τις χιονοθλασίες και τις χιονορριψίες. Σε χιονοθλασίες ευπαθή είναι τα είδη με θραυνορό ξύλο, όπως η οξιά, οι πεύκες (εκτός από τη λευκόδερμο και τη βαλκανική) και σχεδόν όλα τα είδη όταν η θερμοκρασία έχει κατεβεί πολύ χαμηλά. Σε χιονορριψίες ευπαθή είναι τα επιπολαιόρριζα και καρδιόρριζα κωνοφόρα, όπως η ερυθρελάτη και η ελάτη. Χιονορριψίες σε μεγάλη έκταση, αλλά και χιονολισθήσεις (Κωτούλας 1982) είναι

ενδεχομένως υπεύθυνες για το σχηματισμό μικτών συστάδων ελάτης, ερυθρελάτης και οξιάς με πρόδρομα είδη (αρκεύθους, πεύκα, σημύδες, δρυς κλπ).

Στις ωφέλιμες επιδράσεις του χιονιού στη βλάστηση πρέπει να συγκαταλεχθούν η προστασία των νεαρών φυταρίων από τους παγετούς και τους ξηρούς παγερούς ανέμους, ο αποτελεσματικότερος εμπλουτισμός του εδάφους με νερό από τη βαθμιαία τήξη του χιονιού, καθώς και η διασπορά των σπόρων, που πέφτουν πάνω σ' αυτό. Σε ό,τι αφορά την προστασία των νεαρών φυταρίων από τους παγετούς, η θερμοκρασία ενός εδάφους, που καλύπτεται από στρώμα χιονιού 20-30 εκατοστών, μπορεί να είναι μεγαλύτερη κατά 15-20°C από την αντίστοιχη γυμνού εδάφους. Έτσι, στα ψηλά βουνά οι αναδασώσεις και η φυσική αναγέννηση έχουν μεγαλύτερη επιτυχία σε κοιλάματα, όπου συγκεντρώνεται παχύ στρώμα χιονιού, παρά στις λιγότερο χιονισμένες κορυφές και ράχες (Ντάφης 1986). Εύκολα, άλλωστε, παρατηρεί κανείς, ότι η θερμική ακτινοβολία του ηλίου είναι ικανή να λιώνει το χιόνι στις προσήλιες θέσεις, ακόμα και όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι λίγο κάτω από το μηδέν, αλλά και ότι το χιόνι παρασύρεται εύκολα από τους ισχυρούς ανέμους, που επικρατούν στις κορυφές και τις ράχες. Συνεπώς, σε πλαγιές με Ν, ΝΔ, ΝΑ και Δ προσανατολισμό, σε ράχες ή και σε επίπεδα εδάφη, η γρηγορότερη τήξη του χιονιού και αποκάλυψη του εδάφους σε σχέση με τις πλαγιές ΒΑ, Β, Α και ΒΔ προσανατολισμού, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις πολύ χαμηλών θερμοκρασιών που έπονται ασθενών χιονοπτώσεων, ενδέχεται να αποτελεί αιτία δυσκολίας ευδοκίμησης ορισμένων φυτικών ειδών (όπως της ελάτης), παρά το γεγονός ότι οι υπόλοιποι σημαντικοί κλιματικοί παράγοντες (θερμοκρασία και βροχόπτωση) μπορεί να είναι ευνοϊκοί. Ωστόσο, οι σκιερές πλαγιές με ΒΑ, Β, Α και ΒΔ προσανατολισμό και σε περιοχές της χώρας μας με ισχυρές χιονοπτώσεις κατά τη χειμερινή περίοδο (ορεινά Εύβοιας, ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, Θεσσαλίας και Κρήτης), εξαιτίας της αργής τήξης του μεγάλου πάχους χιονοστρώματος όταν οι θερμοκρασίες γίνουν πάλι θετικές, μπορεί να μην είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη ορισμένων άλλων φυτικών ειδών (ιδιαίτερα εκείνων της ζώνης των αειφύλλων πλατυφύλλων) χωρίς να είναι απαγορευτικές για την ευδοκίμησή τους οι εκεί παρατηρούμενες χειμερινές θερμοκρασίες, αφού τα νεαρά φυτά υπό το χιονοκάλυμμα ζουν όλο αυτό το διάστημα σε θερμοκρασία περίπου 0°C.

Η επίδραση του χιονιού με τους δύο παραπάνω τρόπους στη βλάστηση της χώρας μας δεν έχει μελετηθεί, γι' αυτό μόνο υποθέσεις μπορούν να γίνουν σχετικά. Σε αυτό μπορεί να συμβάλει θετικά ο υπολογισμός του μέσου ετήσιου **αριθμού ημερών χιονοσκεπούς εδάφους (ΗΧΕ)** ως συνάρτηση της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας της περιόδου Οκτωβρίου-Απριλίου ( $T_{x1}$ ) ή του Νοεμβρίου ( $T_{x2}$ ) (Γκουβάς και Σακελλαρίου 2006):

$$HXE = (6,741 - 0,3597 * T_{x1})^3 \quad \text{με } R^2=0,86$$

$$HXE = (7,207 - 0,3479 * T_{x2})^3 \quad \text{με } R^2=0,87$$

Οι αποκλίσεις των πραγματικών τιμών ΗΧΕ από τις θεωρητικές, που υπολογίζονται από τις παραπάνω εξισώσεις και που αυξάνονται αυξανόμενων των τιμών ΗΧΕ, οφείλονται, πιθανότατα, στους εξής παράγοντες:

1) Επίδραση της κλίσης και του προσανατολισμού του εδάφους των σταθμών. Εύκολα παρατηρεί κανείς, ότι οι πλαγιές με Β, ΒΑ, Α και ΒΔ προσανατολισμό διατηρούν το χιόνι περισσότερο από τις πλαγιές με Ν, ΝΑ, Δ και ΝΔ προσανατολισμό. Οι διαφορές αυτές γίνονται πιο έντονες, όσο αυξάνει η κλίση της πλαγιάς. Επειδή η θέση των σταθμών, που περιλαμβάνονται στην εργασία των Γκουβά και Σακελλαρίου (2006), δεν δίνεται με ακρίβεια μεγαλύτερη του 1' της μοίρας, δεν κατέστη δυνατό να εξακριβωθεί και να μελετηθεί η επίδραση της κλίσης και του προσανατολισμού του εδάφους στον αριθμό ΗΧΕ. Ωστόσο, το πόσο

σημαντικοί είναι οι παράγοντες αυτοί, μπορεί να γίνει αντιληπτό με το ακόλουθο παράδειγμα: Την 11η Ιανουαρίου 2005, τρεις ημέρες μετά την εκδήλωση χιονοπτώσεων στα ορεινά της Πελοποννήσου, οι βορινές πλαγιές των ορεινών όγκων του Μαινάλου, του Πάρνωνα και του Αρτεμισίου ήταν ομοιόμορφα καλυμμένες με χιόνι πάχους 5-10 cm από τα 1000 m υψόμετρο και πάνω, ενώ οι πλαγιές με νότιο προσανατολισμό ήταν ελεύθερες χιονιού μέχρι και τα 1900 m υψόμετρο.

2) Ύψος χιονιού που συσσωρεύεται στο έδαφος κατά τη διάρκεια των χιονοπτώσεων. Είναι ευνόητο, ότι στις περιοχές, όπου παρατηρούνται ισχυρές χιονοπτώσεις, όπως π.χ. στα ορεινά της Εύβοιας και της Κρήτης, το χιόνι θα διατηρείται περισσότερο από περιοχές ίδιας θερμοκρασίας, αλλά με ασθενέστερες χιονοπτώσεις. Η επίδραση του παράγοντα αυτού επί των αποκλίσεων από τη γραμμή παλινδρόμησης δεν μπορεί να μελετηθεί, διότι ελάχιστοι σταθμοί στη χώρα μας διαθέτουν παρατηρήσεις μέσου μηνιαίου ύψους χιονιού. Ο Στάθης (1998) δίνει τέτοιες μετρήσεις για ορισμένους σταθμούς της Πίνδου. Μεγάλη σημασία έχει το εάν η χιονόπτωση συνοδεύεται από ισχυρό άνεμο. Στην περίπτωση αυτή το χιόνι συσσωρεύεται σε μεγάλες ποσότητες στις υπήνεμες (συνήθως Ν, ΝΔ) πλαγιές των βουνών και μετά την πάροδο ημερών τήξης αυτού, οι ράχες και οι βορινές πλαγιές αποκαλύπτονται από το χιόνι γρηγορότερα σε σχέση με τις νότιες. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να το παρατηρήσει κανείς συχνά στα όρη της Εύβοιας (Δίρφος, Όχη), αλλά παρατηρήθηκε και στην Πεντέλη μετά τις ισχυρές χιονοπτώσεις της 5ης και 6ης Ιανουαρίου 2002 και της 13ης Φεβρουαρίου 2004.

3) Διαφορετικές χρονοσειρές των δεδομένων ΗΧΕ και  $T_x$  των σταθμών που μελετήθηκαν. Ο αριθμός ΗΧΕ υπόκειται σε μεγάλη χρονική μεταβλητότητα. Αξίζει ενδεικτικά να αναφερθεί, ότι ο μέσος ετήσιος αριθμός ΗΧΕ της Τρίπολης για την τριακονταετία 1960-1989 (δεδομένα από τα μηνιαία κλιματολογικά δελτία της Ε.Μ.Υ.) είναι ίσος με 5,7 και με τυπική απόκλιση 5,7. Ο δε κινητός μέσος όρος 15 ετών του μέσου ετήσιου αριθμού ΗΧΕ κυμαίνεται από 4 στην αρχή της περιόδου έως 7,5 στο τέλος αυτής. Το παράδειγμα αυτό δείχνει, ότι ο μέσος αριθμός ΗΧΕ των σταθμών που λειτούργησαν 15 ή και λιγότερα χρόνια (όπως συμβαίνει με τους περισσότερους σταθμούς, που μελετήθηκαν στην εργασία των Γκουβά και Σακελλαρίου 2006) μπορεί να αποκλίνει αρκετά από εκείνον της 30ετίας.

Το γεγονός ότι οι πλαγιές με ΒΑ, Α, Β και ΒΔ προσανατολισμό διατηρούν το χιόνι περισσότερο από τις πλαγιές με ΝΔ, Δ, Ν και ΝΑ προσανατολισμό αποτελεί την καλύτερη απόδειξη, ότι στις πρώτες πλαγιές η θερμοκρασία του εδάφους παρουσιάζει χαμηλότερες μέγιστες τιμές και συνεπώς υψηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία από τις δεύτερες. Αυτό δεν οφείλεται στην κατανάλωση ενέργειας για εξάτμιση της πρωινής δρόσου, όπως αναφέρει ο Ντάφης (1986), αλλά στο ότι οι μέγιστες θερμοκρασίες σε έναν τόπο παρατηρούνται λίγες ώρες μετά τη μεσουράνηση του ηλίου (Φλόκας 1990), οπότε στις πλαγιές με Α, ΒΑ, Β και ΒΔ προσανατολισμό η καθετότητα των ηλιακών ακτίνων (συνεπώς και η ηλιακή ακτινοβολία) είναι μικρότερη από τις πλαγιές με Δ, ΝΔ, Ν και ΝΑ προσανατολισμό, πέραν του ότι το φαινόμενο της δρόσου είναι σπάνιο σε πλαγιές βουνών.

### 3.2 Σχέση των διαφόρων κλιματικών κατατάξεων, δεικτών και μεταβλητών με τη δασική βλάστηση της Ελλάδας

Έχοντας ως βάση όλα τα προαναφερθέντα, καταλήγει κανείς στο συμπέρασμα των Ιαπώνων ερευνητών, ότι τρεις είναι οι καθοριστικότεροι κλιματικοί παράγοντες της γεωγραφικής εξάπλωσης της βλάστησης σε παγκόσμια κλίμακα (Masuda 2000):

α) ο ενεργειακός παράγοντας (energy factor) της αυξητικής περιόδου, που σχετίζεται με την αναγκαία θερμότητα για τη βλάστηση και ανάπτυξη των φυτών και ο οποίος εκφράζεται, στις διάφορες κλιματικές κατατάξεις, δια της μέσης θερμοκρασίας του θερμότερου μήνα και τον αριθμό των μηνών με θερμοκρασία  $>10^{\circ}\text{C}$  (Köppen), της μέσης ετήσιας δυναμικής εξατμισοδιαπνοής (Thorntwaite), της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας και εκείνης της περιόδου Μαΐου-Αυγούστου (Mayr), του «warmth index» κ.λπ.

β) ο υγρασιακός παράγοντας (moisture factor), ο οποίος καθορίζεται από τη σχέση κατακρημνισμάτων και εξατμισοδιαπνοής και εκφράζεται δια των δεικτών υγρασίας, υγρότητας, ξηρότητας και ετησίου υδατικού ελλείμματος του Thorntwaite, τις μαθηματικές σχέσεις μεταξύ βροχόπτωσης και θερμοκρασίας των διαφόρων κλιματικών τύπων του Köppen, τα διάφορης μορφής ομβροθερμικά πηλίκια (Emberger, De Martone, Pinna, Lang) κ.λπ.

γ) ο παράγοντας ψύχους (chill factor), ο οποίος σχετίζεται με την παγοποίηση του νερού στα φυτικά κύτταρα, συνιστώντας φαινόμενο ζωτικής σημασίας για τα φυτά και ο οποίος εκφράζεται δια της μέσης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα στην κλιματική κατάταξη Köppen, του δείκτη θερινής συγκέντρωσης στην κατάταξη του Thorntwaite (εμμέσως), της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα στην βιοκλιματική κατάταξη Emberger κ.λπ.

Στον πίνακα 9 δίνονται για κάθε έναν από τους 535 μετεωρολογικούς σταθμούς (πραγματικούς και θεωρητικούς) οι κλιματικοί δείκτες και μεταβλητές, πέραν εκείνων του πίνακα 2, που θα χρησιμοποιηθούν παρακάτω σε πίνακες και διαγράμματα, καθώς και οι κλιματικοί τους τύποι κατά Köppen και Thorntwaite:

Στήλη 1	ΔΚΖ	Δασική κλιματική ζώνη
Στήλη 2	$D_{an}$	Μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα του Thorntwaite (mm)
Στήλη 3	$D_{an}'$	Τροποποιημένο μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα του Thorntwaite (mm)
Στήλη 4	$AE_{an}$	Μέση ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή του Thorntwaite (mm)
Στήλη 5	$I_{\theta}$	Δείκτης θερμικής αποτελεσματικότητας του Thorntwaite, που ισούται με την μέση ετήσια δυναμική εξατμισοδιαπνοή (mm)
Στήλη 6	$C_{\theta}$	Δείκτης θερινής συγκέντρωσης του Thorntwaite (%)
Στήλη 7	$I_a$	Δείκτης ξηρότητας του Thorntwaite (%)
Στήλη 8	$I_h$	Δείκτης υγρότητας του Thorntwaite (%)
Στήλη 9	$I_m$	Δείκτης υγρασίας του Thorntwaite (%)
Στήλη 10		Κλιματικός τύπος κατά Thorntwaite
Στήλη 11		Κλιματικός τύπος κατά Köppen
Στήλη 12	MWI	Warmth index διαφερέμενος με το 12 και υπολογισμένος με $10^{\circ}\text{C}$ ως θερμοκρασία βάσης ( $^{\circ}\text{C}$ )
Στήλη 13	BT	Average biotemperature του Holdridge ( $^{\circ}\text{C}$ )
Στήλη 14	I	Δείκτης ξηρότητας του De Martone (mm/ $^{\circ}\text{C}$ )
Στήλη 15	$I_p$	Δείκτης ξηρότητας του Pinna (mm/ $^{\circ}\text{C}$ )
Στήλη 16	Q	Ομβροθερμικό πηλίκιο του Emberger (mm/ $^{\circ}\text{K}^2$ )
Στήλη 17	X	Ξηροθερμικός δείκτης του Gaussen (days)
Στήλη 18	PER	Potential evaporation rate του Holdridge
Στήλη 19	EΘE	Μέσο ετήσιο θερμομετρικό εύρος ( $^{\circ}\text{C}$ )



Πίνακας 9: Κλιματικοί δείκτες και μεταβλητές, καθώς και κλιματικοί τύποι Thornthwaite και Köppen των 535 ελληνικών μετεωρολογικών σταθμών, με επεξήγηση αυτών στο κείμενο																						
A/A	Σταθμός	Νομός	ΔΚΖ	1 D <sub>an</sub>	2 D <sub>an'</sub>	3 AE <sub>an</sub>	4 I <sub>θ</sub>	5 C <sub>θ</sub>	6 I <sub>a</sub>	7 I <sub>η</sub>	8 I <sub>μ</sub>	9	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 ΕΘΕ
1	Αγρίνιο	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ2	250	372	640	890	51,1	28	42	13		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	15,7	17,2	37	21	114	91	0,88	18,1
2	Αράχοβα	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ5	106	202	604	711	49,7	15	109	94		B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s b	10,4	12,8	61	35	190		0,52	17,4
3	Βόνιτσα	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ2	267	391	599	866	50,2	31	46	15		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	15,4	16,9	37	20	124		0,87	16,9
4	Καστράκι	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ2	233	353	659	891	51,8	26	55	29		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	15,6	17,1	42	25	137		0,78	17,9
5	Κρεμαστά	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ4	174	285	653	826	51,7	21	86	65		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	C s a	13,0	15,7	53	31	166		0,61	18,7
6	Λεσίνι	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ2	309	437	570	880	50,6	35	28	-7		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	15,6	17,1	30	16	98		1,07	17,1
7	Μαλεσιάδα	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ4	155	263	641	796	51,0	20	83	63		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	12,6	15,2	52	29	163		0,61	18,0
8	Ματσούκι	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ2	212	329	657	869	51,4	24	57	32		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	14,5	16,7	43	26	133		0,76	18,0
9	Μεσολόγγι	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ2	289	415	587	876	49,6	33	23	-9		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	16,5	17,3	29	16	107	105	1,10	16,2
10	Μοναστηράκι	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ2	200	315	623	823	50,3	24	78	54		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	13,8	15,9	49	27	166		0,65	17,4
11	Ναύπακτος	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ2	261	385	620	881	50,2	30	41	12		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	16,5	17,3	36	20	131		0,90	16,7
12	Παπίοπουλο	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ4	52	126	647	699	50,6	7	169	162		B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f b	9,9	12,5	81	49	239		0,38	17,7
13	Περδικάκι	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ3	61	140	668	730	51,1	8	164	155		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f a	11,4	13,4	80	49	240		0,39	18,2
14	Πλάτανος	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ5	96	188	600	695	50,4	14	145	132		B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s b	9,9	12,5	72	40	216	47	0,43	17,8
15	Σταθάς	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ4	92	183	645	737	50,6	12	147	134		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s a	11,5	13,6	73	43	226		0,43	17,8
16	Στανός	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ2	243	364	618	862	51,0	28	54	26		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	14,4	16,7	41	23	136		0,80	17,7
17	Τρίκλινο	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ3	156	264	665	821	53,0	19	115	96		B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>4</sub>	C s a	13,7	15,4	63	38	189		0,51	19,9
18	Ψηλόβραχος	Αιτωλοακαρνανίας	ΔΚΖ4	153	260	630	782	51,5	20	87	67		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	12,3	14,7	53	30	154		0,60	18,5
19	Αγία Τριάδα	Αργολίδας	ΔΚΖ1	466	549	440	906	50,7	51	0	-51		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	16,9	17,6	16	9	55		2,06	17,2
20	Αμυδαλίτσα	Αργολίδας	ΔΚΖ1	275	400	597	872	50,7	32	8	-24		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	15,5	17,0	25	16	86		1,31	17,5
21	Αραχναίο	Αργολίδας	ΔΚΖ3	179	291	542	721	49,3	25	16	-9		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s b	11,2	13,4	28	17	85		1,10	16,6
22	Ασίνη	Αργολίδας	ΔΚΖ1	417	512	486	903	50,3	46	0	-46		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	16,9	17,7	18	11	62		1,86	16,7
23	Αχλαδόκαμπος	Αργολίδας	ΔΚΖ3	235	355	544	778	49,7	30	21	-9		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	12,3	15,0	28	16	95		1,10	17,0
24	Ίρια	Αργολίδας	ΔΚΖ1	497	562	408	905	50,1	55	0	-55		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	16,9	17,7	15	9	55		2,22	16,7
25	Καναπίτσα	Αργολίδας	ΔΚΖ2	287	413	544	831	49,9	35	3	-31		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	14,0	16,2	22	13	80		1,45	17,0
26	Καρυά	Αργολίδας	ΔΚΖ3	172	282	580	752	49,7	23	38	16		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	11,8	14,2	36	21	116		0,87	17,1
27	Κεφαλόβρυσο	Αργολίδας	ΔΚΖ5	194	309	548	742	49,8	26	49	23		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	11,6	14,0	38	22	117		0,81	17,1
28	Κιβέρι	Αργολίδας	ΔΚΖ1	364	476	535	899	49,4	41	0	-41		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	17,8	17,8	19	12	74		1,68	16,0
29	Λυγουριό	Αργολίδας	ΔΚΖ2	261	384	537	798	49,7	33	6	-26		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,6	15,5	23	13	75		1,36	16,8
30	Μερκούριον	Αργολίδας	ΔΚΖ2	208	325	595	803	50,0	26	37	12		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	12,7	15,6	35	20	116		0,90	17,1
31	Ναύπλιο	Αργολίδας	ΔΚΖ1	394	506	512	906	50,9	44	0	-44		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	16,9	17,7	18	10	64	137	1,77	17,0
32	Νέο Ροινό	Αργολίδας	ΔΚΖ1	445	523	434	879	50,5	51	0	-51		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	15,6	17,2	16	10	55		2,02	17,1
33	Προσύμνη	Αργολίδας	ΔΚΖ1	300	412	530	830	50,3	36	0	-36		B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	14,0	16,1	20	13	66		1,57	17,2
34	Σκαφιδάκι	Αργολίδας	ΔΚΖ1	352	478	552	904	50,5	39	0	-39		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	16,9	17,6	20	12	72		1,64	17,0
35	Στέρνα	Αργολίδας	ΔΚΖ1	315	443	552	867	50,8	36	2	-35		B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	15,4	16,8	21	12	69		1,53	17,5
36	Άκοβος	Αρκαδίας	ΔΚΖ5	96	188	604	699	48,5	14	154	140		B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s b	10,8	12,9	74	44	228		0,42	16,1
37	Αραχαμίτες	Αρκαδίας	ΔΚΖ4	132	234	559	691	49,2	19	82	63		B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	9,8	12,5	50	30	142		0,61	16,5
38	Άσέα	Αρκαδίας	ΔΚΖ4	192	306	517	709	49,3	27	41	14		B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s b	11,0	13,1	35	20	103		0,87	16,6
39	Άστρος	Αρκαδίας	ΔΚΖ1	446	564	489	935	52,0	48	0	-48		B <sub>3'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	17,2	18,0	17	10	61	157	1,91	17,5
40	Βλαχοκερασιά	Αρκαδίας	ΔΚΖ5	113	210	542	655	49,1	17	73	55		B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>2</sub>	C s b	8,2	11,4	48	26	137		0,64	16,2
41	Βούρβουρα	Αρκαδίας	ΔΚΖ5	120	219	527	647	48,9	19	57	39		B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>1</sub>	C s b	8,1	11,1	43	26	121		0,72	16,0

A/A	Σταθμός	Νομός	1 ΔΚΖ	2 D <sub>an</sub>	3 D <sub>an'</sub>	4 AE <sub>an</sub>	5 I <sub>g</sub>	6 C <sub>g</sub>	7 I <sub>a</sub>	8 I <sub>h</sub>	9 I <sub>m</sub>	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 EGE
42	Βυτίνα	Αρκαδίας	ΔΚΖ5	95	187	548	643	49,6	15	78	63	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	8,1	10,9	50	30	139	42	0,61	16,3
43	Δημητσάνα	Αρκαδίας	ΔΚΖ5	109	205	577	686	49,5	16	89	73	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	9,7	12,3	53	31	165		0,58	16,9
44	Εκκληρσούλα	Αρκαδίας	ΔΚΖ4	148	254	596	744	49,6	20	104	84	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s a	11,7	14,1	57	32	176		0,54	17,0
45	Ζώνη	Αρκαδίας	ΔΚΖ4	189	303	585	774	49,8	24	43	18	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	12,2	14,8	37	22	116		0,85	17,1
46	Κανδήλα	Αρκαδίας	ΔΚΖ3	149	255	553	702	49,8	21	53	32	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s b	10,8	12,8	41	26	116		0,76	17,0
47	Καρίταινα	Αρκαδίας	ΔΚΖ3	221	339	578	798	50,0	28	43	15	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	12,6	15,4	36	22	120		0,87	17,3
48	Καρκαλού	Αρκαδίας	ΔΚΖ5	90	180	541	631	49,5	14	104	90	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s b	7,8	10,5	58	35	156		0,53	16,3
49	Κολλίνες	Αρκαδίας	ΔΚΖ3	170	281	554	724	49,3	24	40	16	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	11,3	13,5	36	23	114		0,86	16,8
50	Κοντοβάζαινα	Αρκαδίας	ΔΚΖ4	197	312	589	787	50,3	25	91	66	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	C s a	12,4	15,1	52	28	166		0,60	17,6
51	Λάδωνας	Αρκαδίας	ΔΚΖ2	256	378	644	900	50,1	28	49	21	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	16,8	17,5	39	22	123		0,83	17,2
52	Λεβίδι	Αρκαδίας	ΔΚΖ5	102	196	584	685	49,6	15	84	69	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	9,7	12,3	52	29	149		0,59	16,8
53	Λεωνίδιο	Αρκαδίας	ΔΚΖ1	344	475	574	918	50,3	37	22	-15	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	18,0	18,0	28	16	111	149	1,18	16,4
54	Λίμνη Τάκα	Αρκαδίας	ΔΚΖ3	150	256	544	694	49,0	22	69	47	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s b	10,6	12,6	45	26	125		0,68	16,3
55	Μαγούλιανα	Αρκαδίας	ΔΚΖ5	93	185	541	634	51,5	15	126	112	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s b	8,1	10,5	65	37	180	50	0,47	18,4
56	Μάναρης	Αρκαδίας	ΔΚΖ3	151	258	551	702	49,2	22	58	37	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s b	10,8	12,9	42	26	124		0,73	16,5
57	Μεγαλόπολη	Αρκαδίας	ΔΚΖ4	175	286	573	748	48,9	23	43	19	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	11,7	14,3	37	22	106		0,84	16,3
58	Νεοχώρι	Αρκαδίας	ΔΚΖ4	193	307	582	775	49,5	25	81	56	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	12,2	14,9	49	28	155		0,64	16,8
59	Νεσάνη	Αρκαδίας	ΔΚΖ3	178	290	527	705	49,2	25	22	-4	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	10,9	13,0	30	18	85		1,04	16,5
60	Παναγίτσα	Αρκαδίας	ΔΚΖ3	176	288	565	741	50,0	24	36	12	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	11,6	13,9	35	19	101		0,89	17,2
61	Παρθένη	Αρκαδίας	ΔΚΖ3	156	264	550	707	48,9	22	41	19	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s b	10,9	13,0	37	21	107		0,84	16,3
62	Περδικονέρι	Αρκαδίας	ΔΚΖ3	110	207	579	689	49,7	16	92	76	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	9,8	12,4	54	32	162		0,57	17,1
63	Πιάνα	Αρκαδίας	ΔΚΖ5	100	194	554	654	49,5	15	120	105	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C f b	8,3	11,3	63	38	177		0,49	16,6
64	Ποταμιά	Αρκαδίας	ΔΚΖ4	208	325	572	780	49,5	27	50	23	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	12,3	15,1	38	23	119		0,81	16,8
65	Σιλίμνα	Αρκαδίας	ΔΚΖ3	116	214	550	666	49,3	17	75	57	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>2</sub>	C s b	8,5	11,7	48	27	137		0,64	16,5
66	Τρίπολη	Αρκαδίας	ΔΚΖ3	166	275	560	726	50,5	23	46	24	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	11,3	13,5	38	22	107	72	0,81	17,4
67	Τριποταμιά	Αρκαδίας	ΔΚΖ2	276	401	606	882	50,6	31	51	20	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	15,6	17,2	39	21	131		0,83	17,3
68	Τρόπαια	Αρκαδίας	ΔΚΖ4	159	267	572	731	49,8	22	72	50	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	11,4	13,6	46	27	142		0,67	17,2
69	Χράνοι	Αρκαδίας	ΔΚΖ4	204	320	564	768	49,5	27	75	48	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	12,1	14,7	46	26	155		0,68	17,0
70	Άγναντα	Άρτας	ΔΚΖ5	60	139	671	731	51,5	8	139	130	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f a	11,4	13,3	72	45	209		0,43	18,8
71	Ανέζα	Άρτας	ΔΚΖ2	265	389	609	874	50,7	30	44	14	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	15,5	17,0	37	20	123		0,88	17,3
72	Ανεμορράχη	Άρτας	ΔΚΖ4	145	250	648	793	51,4	18	114	96	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s a	12,5	15,0	62	36	190		0,51	18,6
73	Άνω Καλεντίνη	Άρτας	ΔΚΖ3	152	258	670	821	51,6	18	94	76	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	12,9	15,6	56	33	171		0,57	18,6
74	Άρτα	Άρτας	ΔΚΖ2	242	363	660	902	50,9	27	69	42	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	15,9	17,5	47	26	153	85	0,70	17,6
75	Αστροχώρι	Άρτας	ΔΚΖ5	71	154	670	740	51,3	10	179	170	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f a	11,6	13,6	85	50	244		0,37	18,5
76	Θεοδώριανα	Άρτας	ΔΚΖ5	40	106	608	648	51,7	6	302	296	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f b	8,3	10,8	123	70	321		0,25	18,2
77	Καστανιά	Άρτας	ΔΚΖ5	65	146	627	692	51,4	9	159	149	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C s b	9,9	12,2	78	46	215		0,40	18,4
78	Κάτω Καλεντίνη	Άρτας	ΔΚΖ2	179	291	671	850	51,6	21	98	77	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	C s a	14,2	16,3	57	33	174		0,57	18,5
79	Κάψαλα	Άρτας	ΔΚΖ5	46	116	632	678	51,6	7	258	251	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f b	9,6	11,8	109	63	296		0,28	18,5
80	Μεσόπυργος	Άρτας	ΔΚΖ4	93	184	673	766	51,4	12	137	125	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C f a	12,1	14,3	71	43	205		0,44	18,5
81	Πέτρα	Άρτας	ΔΚΖ4	129	231	642	771	50,9	17	96	79	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	12,1	14,5	56	33	179		0,56	18,2
82	Πηγές	Άρτας	ΔΚΖ5	115	213	645	761	51,1	15	91	76	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C f a	11,9	14,2	55	33	165		0,57	18,2
83	Σκιαδάδες	Άρτας	ΔΚΖ5	71	153	632	703	51,3	10	184	174	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C f b	10,1	12,5	85	52	247		0,37	18,5

A/A	Σταθμός	Νομός	1 ΔΚΖ	2 D <sub>an</sub>	3 D <sub>an'</sub>	4 AE <sub>an</sub>	5 I <sub>g</sub>	6 C <sub>g</sub>	7 I <sub>a</sub>	8 I <sub>h</sub>	9 I <sub>m</sub>	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 EOE
84	Σκουλικαριά	Άρτας	ΔΚΖ5	45	115	648	693	50,9	6	154	148	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f b	9,9	12,3	77	49	226		0,40	18,0
85	Αγία Ελένη	Αττικής	ΔΚΖ2	278	403	548	825	49,7	34	16	-17	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,9	16,1	26	15	91		1,21	16,7
86	Αίγινα	Αττικής	ΔΚΖ1	637	684	322	959	50,2	66	0	-66	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	B S h	18,7	18,7	11	7	44		2,98	16,4
87	Ανάβρυτα	Αττικής	ΔΚΖ2	308	426	517	825	51,7	37	0	-37	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	13,0	15,9	20	11	62	104	1,60	17,9
88	Βαρνάβας	Αττικής	ΔΚΖ2	224	343	554	778	49,9	29	38	9	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	12,3	14,9	34	18	119		0,92	17,1
89	Δεκέλεια	Αττικής	ΔΚΖ2	239	359	543	782	50,2	31	20	-10	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	12,3	14,9	28	15	95	98	1,11	17,4
90	Ελευσίνα	Αττικής	ΔΚΖ1	524	601	411	935	52,8	56	0	-56	B <sub>3'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	17,1	17,9	15	8	51	143	2,27	18,1
91	Ελληνικό	Αττικής	ΔΚΖ1	599	653	359	958	51,7	63	0	-63	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	B S h	18,5	18,5	13	7	48	133	2,67	17,5
92	Κύθηρα	Αττικής	ΔΚΖ1	364	496	539	903	48,5	40	3	-37	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	18,1	18,1	20	11	96	150	1,59	14,9
93	Μαραθώνας	Αττικής	ΔΚΖ1	448	538	399	847	50,9	53	0	-53	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	14,2	16,5	15	8	53	148	2,12	16,7
94	Μέγαρα	Αττικής	ΔΚΖ1	548	629	421	969	52,2	57	0	-57	B <sub>3'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	17,7	18,5	15	8	55	142	2,30	18,1
95	Νέα Φιλαδέλφεια	Αττικής	ΔΚΖ1	487	564	417	904	52,1	54	0	-54	B <sub>3'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	15,9	17,4	15	8	51	127	2,17	18,2
96	Παιανία	Αττικής	ΔΚΖ1	353	484	519	872	50,8	40	4	-36	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	15,5	16,9	21	11	72	123	1,57	17,8
97	Πάρνηθα	Αττικής	ΔΚΖ5	156	263	491	647	52,6	24	54	30	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s b	8,4	10,9	40	23	116	73	0,77	19,1
98	Πόρος	Αττικής	ΔΚΖ1	345	476	558	902	49,2	38	1	-38	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	17,9	17,9	20	11	81		1,60	15,8
99	Σπάτα	Αττικής	ΔΚΖ1	578	622	269	847	51,1	68	0	-68	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d E	B S k	14,2	16,4	10	6	35	174	3,15	17,4
100	Σπέτσες	Αττικής	ΔΚΖ1	563	633	405	968	50,4	58	0	-58	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	18,9	18,9	14	7	60		2,39	16,7
101	Τατόι	Αττικής	ΔΚΖ2	339	451	493	832	51,7	41	0	-41	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	13,1	16,0	19	10	60	144	1,69	17,9
102	Φράγμα Μαραθώνα	Αττικής	ΔΚΖ2	296	422	559	854	50,6	35	10	-25	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	14,3	16,6	24	13	87		1,33	17,5
103	Αίγιο	Αχαΐας	ΔΚΖ1	356	488	558	913	51,2	39	12	-27	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	16,9	17,7	24	13	85	136	1,37	17,4
104	Ακράτα	Αχαΐας	ΔΚΖ1	299	426	577	876	51,0	34	33	-1	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	15,5	17,0	32	17	113		1,01	17,6
105	Άνω Λουσοί	Αχαΐας	ΔΚΖ5	133	236	498	632	49,9	21	61	40	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s b	7,8	10,5	43	25	117		0,71	16,5
106	Άραξος	Αχαΐας	ΔΚΖ2	295	422	573	868	48,6	34	15	-18	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	17,3	17,3	26	14	97	109	1,23	15,5
107	Βεταίικα	Αχαΐας	ΔΚΖ5	136	239	516	651	49,9	21	113	92	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	C s b	8,2	11,1	59	31	167		0,52	16,8
108	Δάφνη	Αχαΐας	ΔΚΖ3	178	290	567	745	50,0	24	76	52	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	11,7	14,0	47	26	141		0,66	17,3
109	Καλάβρυτα	Αχαΐας	ΔΚΖ5	160	268	544	704	50,1	23	65	42	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s b	10,0	12,8	44	24	123	84	0,70	17,2
110	Καστέλλιον	Αχαΐας	ΔΚΖ4	127	228	568	695	49,8	18	96	77	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	9,9	12,6	55	31	162		0,56	17,1
111	Κάτω Ζαχλωρού	Αχαΐας	ΔΚΖ3	147	253	583	730	49,9	20	108	88	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	C s a	11,4	13,6	58	32	182		0,53	17,2
112	Κούτελη	Αχαΐας	ΔΚΖ4	153	260	503	656	49,9	23	73	49	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s b	8,3	11,3	46	25	130		0,67	16,8
113	Λυκοκωμία	Αχαΐας	ΔΚΖ3	161	270	552	713	49,9	23	75	52	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s b	11,1	13,1	47	26	137		0,66	17,2
114	Παγκραταίικα Καλύβια	Αχαΐας	ΔΚΖ3	217	335	532	749	50,1	29	25	-4	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	11,8	14,1	30	17	88		1,05	17,3
115	Πάτρα	Αχαΐας	ΔΚΖ2	262	385	574	836	47,0	31	21	-11	B <sub>2'</sub> a' s C <sub>1</sub>	C s a	16,0	16,8	28	15	103	65	1,12	14,7
116	Περιθώρι	Αχαΐας	ΔΚΖ5	160	269	517	678	49,8	24	64	40	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s b	9,5	12,0	43	24	132		0,71	17,0
117	Πόρτες	Αχαΐας	ΔΚΖ2	261	384	575	836	50,3	31	34	3	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	14,1	16,2	33	18	109		0,98	17,4
118	Τριπόταμος	Αχαΐας	ΔΚΖ3	157	264	589	746	49,9	21	88	67	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	11,7	14,0	52	29	154		0,60	17,2
119	Αλιάρτος	Βοιωτίας	ΔΚΖ2	305	433	556	861	52,1	35	8	-28	B <sub>3'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	14,4	16,4	24	14	68	95	1,38	19,1
120	Θήβα	Βοιωτίας	ΔΚΖ2	335	454	508	843	51,2	40	0	-40	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	14,1	16,2	19	11	63		1,66	18,1
121	Θισβη	Βοιωτίας	ΔΚΖ1	371	462	462	833	50,7	45	0	-45	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	14,0	16,1	18	10	58		1,80	17,5
122	Λειβαδιά	Βοιωτίας	ΔΚΖ2	249	371	597	847	51,5	29	22	-8	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	14,2	16,2	30	18	92		1,08	18,3
123	Τανάγρα	Βοιωτίας	ΔΚΖ2	335	443	489	824	51,0	41	0	-41	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	13,0	15,9	19	11	59	135	1,68	17,6
124	Αναβρυτά	Γρεβενών	ΔΚΖ4	114	211	540	653	53,4	17	49	31	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C s b	8,5	10,8	41	28	98		0,76	19,8
125	Γρεβενά	Γρεβενών	ΔΚΖ4	199	315	557	756	54,8	26	6	-20	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	11,2	13,4	26	17	66		1,25	21,7

A/A	Σταθμός	Νομός	1 ΔΚΖ	2 D <sub>an</sub>	3 D <sub>an'</sub>	4 AE <sub>an</sub>	5 I <sub>g</sub>	6 C <sub>g</sub>	7 I <sub>a</sub>	8 I <sub>h</sub>	9 I <sub>m</sub>	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 EOE
126	Δεσκάτη	Γρεβενών	ΔΚΖ5	103	197	542	645	53,2	16	24	8	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C f b	8,3	10,6	34	24	79		0,93	19,3
127	Έξαρχος	Γρεβενών	ΔΚΖ4	139	243	554	693	53,3	20	3	-17	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	10,0	12,0	26	18	66		1,20	20,2
128	Καρπερό	Γρεβενών	ΔΚΖ4	182	294	558	740	53,1	25	8	-16	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	10,8	13,3	27	18	69		1,19	20,2
129	Κηπουριό	Γρεβενών	ΔΚΖ4	115	213	552	666	53,1	17	54	37	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C s b	8,7	11,2	43	26	106		0,73	19,7
130	Κρανιά	Γρεβενών	ΔΚΖ5	80	166	547	627	52,4	13	55	42	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>2</sub>	C f b	8,0	10,1	44	31	109	39	0,70	18,5
131	Κυδωνίες	Γρεβενών	ΔΚΖ4	102	196	539	640	53,4	16	59	43	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>2</sub>	C s b	8,3	10,4	45	27	105		0,70	19,6
132	Σπήλαιο	Γρεβενών	ΔΚΖ5	112	209	543	655	53,1	17	49	32	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C s b	8,5	10,9	41	27	101		0,76	19,6
133	Γρανίτης	Δράμας	ΔΚΖ6	84	172	559	643	52,9	13	29	16	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C s b	8,3	10,5	36	21	84	23	0,86	21,4
134	Δράμα	Δράμας	ΔΚΖ3	223	322	593	816	52,8	27	0	-27	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,8	15,0	24	16	65	63	1,38	20,9
135	Εξοχή	Δράμας	ΔΚΖ4	90	181	564	654	53,3	14	27	13	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C s b	8,5	10,7	36	23	87		0,89	19,8
136	Καλαμπάκιον	Δράμας	ΔΚΖ3	191	305	613	804	52,6	24	9	-14	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,6	14,9	28	17	81		1,17	19,7
137	Κατάφυτον	Δράμας	ΔΚΖ6	76	161	561	637	53,7	12	22	10	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C s b	8,2	10,2	35	23	84		0,91	19,9
138	Κάτω Νευροκόπι	Δράμας	ΔΚΖ4	82	170	576	659	53,1	13	31	19	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C s b	8,5	10,9	37	27	92		0,84	19,6
139	Μικρόπολις	Δράμας	ΔΚΖ4	121	221	627	748	53,0	16	43	27	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C s a	10,9	13,4	41	24	115		0,79	20,2
140	Νικηφόρος	Δράμας	ΔΚΖ3	157	265	602	760	52,5	21	5	-16	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	11,9	13,8	27	18	79		1,19	19,8
141	Σιδηρόνερο	Δράμας	ΔΚΖ4	83	170	575	658	51,8	13	17	4	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>2</sub>	C s b	9,2	10,9	33	26	81	21	0,96	19,1
142	Σκαλωτή	Δράμας	ΔΚΖ7	35	98	556	590	53,9	6	68	62	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r B <sub>3</sub>	C s b	6,6	8,9	51	32	127		0,62	19,4
143	Αστυπάλαια	Δωδεκανήσων	ΔΚΖ1	518	608	408	927	46,9	56	0	-56	B <sub>3'</sub> a' d D	C s a	18,7	18,7	14	7	74	159	2,27	13,7
144	Κάρπαθος	Δωδεκανήσων	ΔΚΖ1	566	649	433	999	48,4	57	0	-57	B <sub>4'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	19,7	19,7	15	7	72	128	2,31	14,1
145	Κως	Δωδεκανήσων	ΔΚΖ1	343	474	550	893	46,9	38	23	-16	B <sub>3'</sub> a' s C <sub>1</sub>	C s a	18,1	18,1	27	13	124	120	1,18	13,9
146	Ρόδος	Δωδεκανήσων	ΔΚΖ1	398	533	548	946	49,2	42	25	-17	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	18,7	18,7	27	14	110	134	1,20	15,7
147	Αλεξανδρούπολη	Έβρου	ΔΚΖ2	245	366	537	782	52,4	31	5	-27	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,3	14,5	23	14	69	100	1,36	19,4
148	Διδυμότειχο	Έβρου	ΔΚΖ4	196	311	573	769	53,8	26	10	-16	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	11,3	13,8	27	17	68	57	1,19	21,7
149	Δίκαια	Έβρου	ΔΚΖ3	337	408	413	750	53,5	45	0	-45	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	11,0	13,3	18	13	43		1,81	21,3
150	Μεταξάδες	Έβρου	ΔΚΖ4	296	382	462	758	53,4	39	0	-39	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	11,1	13,5	20	13	51		1,64	21,1
151	Μικρό Δέρειο	Έβρου	ΔΚΖ5	143	248	602	745	53,1	19	35	16	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C s a	10,9	13,3	37	24	99		0,86	20,7
152	Ορεσιάδα	Έβρου	ΔΚΖ4	206	322	571	777	53,7	26	1	-25	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,2	13,9	24	16	63	74	1,34	21,6
153	Σουφλί	Έβρου	ΔΚΖ4	186	299	578	764	53,0	24	20	-5	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	12,0	13,7	31	18	79	68	1,05	21,2
154	Φέρες	Έβρου	ΔΚΖ4	258	375	545	803	52,7	32	0	-32	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,6	14,9	22	14	64		1,47	20,2
155	Αλμυροπόταμος	Ευβοίας	ΔΚΖ1	349	480	529	879	50,5	40	15	-24	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	15,6	17,1	25	14	92		1,32	17,2
156	Ζερμπίσια	Ευβοίας	ΔΚΖ2	342	472	525	867	50,7	39	15	-25	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	15,4	16,8	24	15	85		1,33	17,4
157	Κάρυστος	Ευβοίας	ΔΚΖ1	382	516	537	920	50,1	42	8	-34	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	18,1	18,1	22	12	88	150	1,51	15,9
158	Κάτω Στενή	Ευβοίας	ΔΚΖ2	199	314	615	814	50,8	24	48	24	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	12,9	15,6	39	24	131		0,81	17,7
159	Κύμη	Ευβοίας	ΔΚΖ2	213	331	618	831	50,0	26	60	34	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	14,8	16,3	42	24	166	99	0,74	16,4
160	Προκόπιον	Ευβοίας	ΔΚΖ2	242	363	623	865	51,5	28	56	28	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	14,4	16,6	42	26	136		0,78	18,1
161	Σκύρος	Ευβοίας	ΔΚΖ1	329	459	518	848	48,6	39	3	-36	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	16,1	16,9	20	11	91	122	1,56	15,0
162	Χαλκίδα	Ευβοίας	ΔΚΖ1	519	600	441	960	51,8	54	0	-54	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	17,5	18,4	16	9	60	133	2,18	17,7
163	Ορεοί	Ευβοίας	ΔΚΖ2	243	364	585	827	49,8	29	17	-12	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	14,7	16,2	28	17	94	108	1,14	16,3
164	Άγιος Νικόλαος	Ευρυτανίας	ΔΚΖ4	97	190	514	611	53,6	16	153	137	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C s b	7,8	9,7	74	41	195	42	0,42	18,4
165	Ανιάδα	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	86	174	539	624	51,6	14	152	138	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s b	7,8	10,1	74	41	186		0,42	17,7
166	Βελαώρα	Ευρυτανίας	ΔΚΖ4	130	232	623	753	51,3	17	134	117	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s a	11,8	14,0	68	40	203		0,46	18,5
167	Βούλπη	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	121	220	644	765	52,6	16	112	96	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>4</sub>	C f a	11,2	14,0	63	38	185		0,51	20,0

A/A	Σταθμός	Νομός	1 ΔΚΖ	2 D <sub>an</sub>	3 D <sub>an'</sub>	4 AE <sub>an</sub>	5 I <sub>g</sub>	6 C <sub>g</sub>	7 I <sub>a</sub>	8 I <sub>h</sub>	9 I <sub>m</sub>	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 EGE
168	Επιτιανά	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	63	143	584	647	51,9	10	200	190	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f b	8,3	10,8	90	52	243		0,34	18,4
169	Καρπενήσι	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	99	193	547	646	51,7	15	95	79	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	8,2	10,8	56	32	144		0,56	18,1
170	Κλειστό	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	119	219	591	710	51,8	17	84	68	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	10,3	12,7	52	31	148		0,60	18,9
171	Κρίκελλο	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	109	205	559	668	53,2	16	127	110	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C s b	8,7	11,4	66	36	174		0,48	18,7
172	Μαυρομμάτα	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	76	161	607	683	51,8	11	173	162	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s b	9,7	11,9	82	47	226		0,38	18,7
173	Μοναστηράκι	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	63	143	663	726	51,5	9	189	180	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f a	11,3	13,2	88	52	250		0,36	18,7
174	Μυρική	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	121	221	576	697	51,7	17	96	79	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	10,1	12,3	56	32	161		0,56	19,0
175	Παππαρούσι	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	134	236	645	779	51,1	17	81	64	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	12,3	14,6	52	31	159		0,61	18,8
176	Παπαδιά	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	86	174	600	685	51,7	13	121	109	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s b	9,8	12,0	65	38	180		0,48	18,6
177	Πετράλωνα	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	103	197	575	677	51,9	15	104	89	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s b	9,6	11,7	59	33	157		0,53	18,7
178	Προυσός	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	75	159	601	675	51,1	11	181	170	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s b	8,7	11,8	84	47	235		0,37	18,0
179	Ροσκά	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	105	200	552	657	51,3	16	135	119	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s b	8,4	11,2	68	38	187		0,46	18,0
180	Τέμπλα	Ευρυτανίας	ΔΚΖ2	139	243	666	805	51,3	17	98	81	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C f a	13,4	15,3	58	35	161		0,55	18,4
181	Τοπόλιανα	Ευρυτανίας	ΔΚΖ2	121	220	644	765	51,4	16	113	98	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C f a	12,0	14,3	62	37	184		0,51	18,5
182	Τριπόταμο	Ευρυτανίας	ΔΚΖ4	111	208	627	738	51,3	15	100	85	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C f a	11,5	13,5	58	34	171		0,54	18,5
183	Τροβάτο	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	52	125	580	632	52,1	8	182	174	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C f b	8,0	10,3	85	49	218		0,37	18,3
184	Φουρνά	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	105	200	513	618	52,1	17	88	71	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	7,8	9,9	53	30	132	46	0,58	18,1
185	Φουσιανά	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	91	181	570	661	51,6	14	110	96	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s b	8,5	11,2	61	34	165		0,51	18,3
186	Φραγκίστα Ανατολ.	Ευρυτανίας	ΔΚΖ4	117	215	605	721	51,4	16	94	78	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	10,4	13,1	56	33	158		0,56	18,5
187	Φράγμα Ταυρωπού	Ευρυτανίας	ΔΚΖ5	108	204	559	667	53,0	16	110	94	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>4</sub>	C s b	8,7	11,3	61	34	158		0,52	19,4
188	Ζάκυνθος	Ζακύνθου	ΔΚΖ1	322	451	608	930	48,6	35	42	7	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	18,5	18,5	35	19	149	110	0,93	15,2
189	Ανδραβίδα	Ηλείας	ΔΚΖ2	254	376	580	834	47,5	30	37	6	B <sub>2'</sub> a' s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	15,0	16,6	33	19	119	99	0,94	15,0
190	Ανδρίτσαινα	Ηλείας	ΔΚΖ3	178	290	577	755	49,8	24	68	44	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	11,9	14,3	45	25	153	92	0,69	17,3
191	Γαστούνη	Ηλείας	ΔΚΖ2	304	432	586	890	49,7	34	26	-8	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	16,7	17,5	30	17	103		1,09	16,3
192	Κέντρον	Ηλείας	ΔΚΖ2	309	437	578	887	50,5	35	22	-13	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	15,7	17,3	28	15	95		1,15	17,1
193	Πύργος	Ηλείας	ΔΚΖ2	267	391	603	870	47,6	31	25	-6	B <sub>3'</sub> a' s C <sub>1</sub>	C s a	17,4	17,4	30	17	103	113	1,06	15,2
194	Σιμόπουλο	Ηλείας	ΔΚΖ2	286	412	568	854	50,4	34	11	-23	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	14,4	16,6	25	14	82		1,29	17,2
195	Στρέφιον	Ηλείας	ΔΚΖ2	294	421	606	900	50,2	33	34	1	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	16,8	17,6	33	19	115		0,99	16,8
196	Βέροια	Ημαθίας	ΔΚΖ3	242	363	606	848	53,9	29	3	-26	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,3	15,7	25	16	68		1,35	20,7
197	Εργοχώριον	Ημαθίας	ΔΚΖ3	220	339	626	847	54,0	26	8	-18	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,3	15,6	27	17	76		1,22	20,9
198	Καστανιά	Ημαθίας	ΔΚΖ6	68	150	554	622	54,1	11	54	43	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>2</sub>	C s b	8,0	9,8	45	27	111		0,70	19,7
199	Νάουσα	Ημαθίας	ΔΚΖ4	165	274	635	800	53,9	21	30	9	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	12,6	14,6	36	20	99		0,92	21,0
200	Τρίκαλα	Ημαθίας	ΔΚΖ3	302	429	543	845	53,5	36	1	-35	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	13,2	15,7	21	12	62		1,54	20,2
201	Άγιος Μύρων	Ηρακλείου	ΔΚΖ2	269	393	577	846	46,9	32	78	46	B <sub>2'</sub> a' s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	17,1	17,1	45	23	201		0,68	14,3
202	Γόρτυς	Ηρακλείου	ΔΚΖ1	412	547	538	950	49,6	43	4	-40	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	18,7	18,7	20	11	72	137	1,66	15,8
203	Ηράκλειο	Ηρακλείου	ΔΚΖ1	429	517	476	905	46,1	47	0	-47	B <sub>3'</sub> a' d D	C s a	18,5	18,5	17	8	79	148	1,90	13,2
204	Καστέλι	Ηρακλείου	ΔΚΖ2	313	442	528	841	46,5	37	23	-14	B <sub>2'</sub> a' s C <sub>1</sub>	C s a	17,1	17,1	27	13	108		1,16	13,7
205	Αετός	Θεσπρωτίας	ΔΚΖ2	235	355	622	857	50,5	27	53	26	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	14,4	16,6	40	24	138		0,79	17,6
206	Ηγουμενίσα	Θεσπρωτίας	ΔΚΖ2	227	346	646	872	49,5	26	45	19	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	15,5	17,1	38	23	137		0,84	16,4
207	Λίστα	Θεσπρωτίας	ΔΚΖ4	128	229	652	780	50,5	16	102	85	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s a	12,3	14,8	58	34	187		0,54	18,0
208	Παραμυθιά	Θεσπρωτίας	ΔΚΖ3	159	267	667	826	50,5	19	108	89	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s a	13,9	15,9	60	34	197		0,53	17,7
209	Πλακωτή	Θεσπρωτίας	ΔΚΖ4	169	279	640	809	50,5	21	80	59	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	12,8	15,5	50	29	168		0,63	17,8

A/A	Σταθμός	Νομός	1 ΔΚΖ	2 D <sub>an</sub>	3 D <sub>an'</sub>	4 AE <sub>an</sub>	5 I <sub>a</sub>	6 C <sub>g</sub>	7 I <sub>a</sub>	8 I <sub>h</sub>	9 I <sub>m</sub>	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 EGE
210	Φιλιάτες	Θεσπρωτίας	ΔΚΖ2	191	305	647	838	50,0	23	71	48	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	14,1	16,3	47	29	165		0,68	17,2
211	Άγιος Βασίλειος	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	328	423	488	816	53,2	40	0	-40	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	12,8	15,1	19	12	56		1,67	20,0
212	Αρέθουσα	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ4	122	222	600	722	52,3	17	8	-9	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	10,4	12,9	29	21	79		1,10	19,1
213	A.Π.Θ.	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	392	459	465	857	53,2	46	0	-46	B <sub>3'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C f a	13,4	16,0	18	12	54	85	1,84	20,5
214	Βραχιά	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	426	519	414	840	53,5	51	0	-51	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	B S k	13,2	15,6	16	10	46		2,03	20,2
215	Ζαγκλιβέρι	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	168	278	626	794	53,1	21	2	-19	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,5	14,6	26	22	74		1,23	20,0
216	Κύμινα	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	321	434	521	842	53,4	38	0	-38	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	13,2	15,7	20	13	59		1,62	20,1
217	Λαγκαδάς	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	375	432	454	829	53,4	45	0	-45	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	13,0	15,4	18	11	52		1,83	20,2
218	Λαχανάς	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ4	201	265	482	683	53,9	29	0	-29	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	9,8	11,6	22	16	57	39	1,42	20,9
219	Μίκρα	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	333	410	473	806	52,7	41	0	-41	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	12,7	15,0	19	12	54	86	1,70	19,8
220	Μονοπήγαδο	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	210	314	556	766	52,9	27	0	-27	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,0	14,0	23	14	69		1,38	19,8
221	Νέα Μηχανιώνα	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	425	480	416	841	52,2	51	0	-51	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	B S k	13,2	16,0	16	10	53		2,02	18,7
222	Νικόπολις	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ4	144	221	559	702	53,2	20	0	-20	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	10,1	12,2	25	17	67		1,26	20,0
223	Πύργος	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	507	571	335	843	53,4	60	0	-60	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	B S k	13,2	15,7	13	8	38		2,51	20,1
224	Σέδες	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	402	465	440	842	53,3	48	0	-48	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	B S k	13,2	15,7	17	11	49	87	1,91	20,3
225	Σίνδος	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	359	433	460	819	53,5	44	0	-44	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	12,9	15,1	18	12	49	77	1,78	20,8
226	Σοχός	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ6	67	149	605	673	53,0	10	7	-3	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f b	9,6	11,4	31	23	79		1,03	19,5
227	Χαλκηδόνα	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	356	437	490	846	53,8	42	0	-42	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	13,2	15,6	19	11	52	85	1,73	20,7
228	Αμάραντος	Ιωαννίνων	ΔΚΖ5	78	164	586	664	52,0	12	114	102	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C s b	8,6	11,2	63	38	169		0,49	18,9
229	Ανατολική	Ιωαννίνων	ΔΚΖ3	62	140	616	678	51,8	9	100	90	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r B <sub>4</sub>	C f b	9,6	11,7	59	37	161		0,52	18,8
230	Ανθοχώρι	Ιωαννίνων	ΔΚΖ4	146	251	615	761	50,6	19	94	75	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	12,0	14,3	55	32	165		0,57	17,9
231	Βασιλικό	Ιωαννίνων	ΔΚΖ4	111	207	574	685	51,1	16	101	85	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s b	9,7	12,0	57	34	158		0,54	18,3
232	Βελλά	Ιωαννίνων	ΔΚΖ4	129	230	617	746	50,9	17	99	81	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	11,7	13,8	57	33	161		0,55	18,3
233	Βωβούσα	Ιωαννίνων	ΔΚΖ5	40	107	577	617	52,7	7	147	141	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C f b	7,8	9,8	75	46	176		0,42	18,6
234	Βούρμπιανη	Ιωαννίνων	ΔΚΖ6	81	167	571	652	52,3	12	109	96	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>4</sub>	C s b	8,4	10,8	61	37	158		0,51	19,1
235	Γόπιστα Μικρή	Ιωαννίνων	ΔΚΖ3	83	171	599	682	51,9	12	89	77	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C f b	9,7	11,8	55	34	150		0,56	18,9
236	Γρεβενίπον	Ιωαννίνων	ΔΚΖ5	51	125	600	651	52,2	8	145	137	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C f b	8,4	10,9	74	47	192		0,42	18,8
237	Δικόρυφον	Ιωαννίνων	ΔΚΖ5	30	90	614	644	51,6	5	231	226	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f b	8,2	10,7	101	62	263		0,31	18,2
238	Δίστρατο	Ιωαννίνων	ΔΚΖ5	87	176	557	644	52,6	14	78	64	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>3</sub>	C f b	8,3	10,6	51	32	127		0,61	19,1
239	Ελατοχώρι	Ιωαννίνων	ΔΚΖ5	49	121	585	634	52,3	8	146	139	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C f b	8,1	10,3	74	46	187		0,42	18,7
240	Ζίτσα	Ιωαννίνων	ΔΚΖ4	120	219	609	729	51,0	16	95	79	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	11,4	13,3	56	34	170		0,56	18,4
241	Ιωάννινα	Ιωαννίνων	ΔΚΖ3	118	216	640	758	51,5	16	79	63	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	11,8	14,1	51	30	141	65	0,61	18,4
242	Κήποι Ζαγορίου	Ιωαννίνων	ΔΚΖ4	118	216	571	689	54,7	17	101	84	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>4</sub>	C s a	10,0	11,8	58	30	155	45	0,54	20,9
243	Κόνιτσα	Ιωαννίνων	ΔΚΖ4	148	254	617	765	51,6	19	60	41	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>2</sub>	C s a	12,0	14,3	45	28	126	43	0,71	18,5
244	Ματσούκι	Ιωαννίνων	ΔΚΖ5	42	111	597	639	52,2	7	187	180	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C f b	8,2	10,5	87	53	231		0,36	18,6
245	Μέτσοβο	Ιωαννίνων	ΔΚΖ6	77	163	563	640	53,1	12	75	63	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	8,2	10,5	51	31	141	20	0,61	19,2
246	Πάδες	Ιωαννίνων	ΔΚΖ5	73	156	566	639	51,7	11	107	96	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s b	8,1	10,5	61	37	158		0,51	17,7
247	Πάπιγκο	Ιωαννίνων	ΔΚΖ6	89	179	596	685	51,6	13	74	61	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C f b	9,7	11,9	50	31	140		0,62	18,6
248	Πεντόλακκος	Ιωαννίνων	ΔΚΖ5	46	117	643	689	50,8	7	228	222	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f b	9,8	12,2	100	58	298		0,31	18,0
249	Περιστέρι	Ιωαννίνων	ΔΚΖ3	72	155	571	642	52,4	11	116	105	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C s b	8,2	10,6	64	38	165		0,49	18,9
250	Πλατανούσσα	Ιωαννίνων	ΔΚΖ4	95	187	687	783	51,5	12	162	150	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C f a	12,3	14,7	79	46	240		0,40	18,8
251	Πληκάτι	Ιωαννίνων	ΔΚΖ6	37	102	559	596	51,0	6	134	128	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f b	6,4	9,2	71	45	191		0,44	16,3



A/A	Σταθμός	Νομός	1 ΔΚΖ	2 D <sub>an</sub>	3 D <sub>an'</sub>	4 AE <sub>an</sub>	5 I <sub>g</sub>	6 C <sub>g</sub>	7 I <sub>a</sub>	8 I <sub>h</sub>	9 I <sub>m</sub>	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 EGE
252	Πολύδωρο	Ιωαννίνων	ΔΚΖ4	167	276	654	821	51,0	20	76	56	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	12,9	15,7	50	29	159		0,64	18,2
253	Πολύλοφος	Ιωαννίνων	ΔΚΖ4	124	224	595	719	50,9	17	84	67	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	11,2	13,0	52	30	155		0,60	18,2
254	Πουρνιά	Ιωαννίνων	ΔΚΖ5	85	173	600	685	53,5	12	81	69	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>3</sub>	C f b	9,8	11,7	53	35	144		0,59	19,9
255	Πράμαντα	Ιωαννίνων	ΔΚΖ5	64	143	635	699	51,3	9	147	138	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f b	10,0	12,4	74	44	215	47	0,42	17,9
256	Σκαμνέλλι	Ιωαννίνων	ΔΚΖ6	45	115	557	602	52,6	7	194	187	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C f b	7,5	9,3	89	54	221		0,35	18,3
257	Σουλόπουλο	Ιωαννίνων	ΔΚΖ4	214	331	618	832	51,4	26	73	47	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	13,1	15,9	47	26	146		0,68	18,6
258	Φούρκα	Ιωαννίνων	ΔΚΖ6	34	97	537	571	54,0	6	148	142	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C f b	6,3	8,4	76	49	178		0,41	18,7
259	Ελευθερούπολη	Καβάλας	ΔΚΖ3	210	327	600	810	52,3	26	19	-7	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	12,7	15,1	30	18	91		1,08	19,2
260	Θάσος	Καβάλας	ΔΚΖ2	202	317	601	803	52,0	25	31	6	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	12,6	15,1	34	20	106	88	0,94	18,4
261	Καβάλα	Καβάλας	ΔΚΖ3	214	331	553	767	52,0	28	2	-26	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,0	14,1	24	14	68	76	1,35	19,1
262	Νικήσιανη	Καβάλας	ΔΚΖ4	119	218	650	769	52,5	15	53	37	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C s a	12,1	14,0	44	27	134		0,73	19,6
263	Χρυσούπολη	Καβάλας	ΔΚΖ3	173	284	636	808	52,3	21	13	-9	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,7	15,1	29	18	88		1,09	19,3
264	Ανάβρα	Καρδίτσας	ΔΚΖ3	257	380	578	835	52,8	31	15	-16	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,1	15,7	27	17	79		1,19	19,7
265	Ανηρό	Καρδίτσας	ΔΚΖ5	46	117	637	683	51,8	7	218	211	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f b	9,7	11,9	97	57	259		0,32	18,7
266	Αργιθέα	Καρδίτσας	ΔΚΖ5	70	153	630	700	49,6	10	156	146	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C f b	9,9	12,6	76	45	241		0,41	16,9
267	Βαθύλακκος	Καρδίτσας	ΔΚΖ5	136	239	561	697	52,1	19	76	57	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>2</sub>	C s b	10,0	12,3	49	29	133		0,64	19,0
268	Βουνέσι	Καρδίτσας	ΔΚΖ4	89	179	618	707	52,4	13	123	110	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C s a	10,2	12,5	66	37	181		0,48	19,4
269	Καρδίτσα	Καρδίτσας	ΔΚΖ3	255	377	593	848	53,2	30	9	-21	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,3	15,9	26	15	71		1,27	20,0
270	Καροπλέσι	Καρδίτσας	ΔΚΖ5	77	163	585	662	52,0	12	162	150	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C s b	8,6	11,3	78	44	203		0,40	18,6
271	Λεοντίτο	Καρδίτσας	ΔΚΖ5	75	160	585	660	51,9	11	144	132	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s b	8,5	11,2	72	42	193		0,43	18,5
272	Μικρά Βραγκιανά	Καρδίτσας	ΔΚΖ5	105	201	606	711	51,4	15	105	90	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s a	10,2	12,8	59	35	158		0,53	18,3
273	Μολόχα	Καρδίτσας	ΔΚΖ5	86	175	605	691	52,1	12	132	119	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C s b	9,9	12,1	69	40	182		0,46	19,0
274	Μουζάκι	Καρδίτσας	ΔΚΖ4	211	327	617	828	52,9	25	66	41	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	13,0	15,5	46	27	129		0,71	19,9
275	Μπεζούλα	Καρδίτσας	ΔΚΖ4	67	149	573	640	52,2	11	174	164	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C s b	8,2	10,6	82	47	201		0,38	18,5
276	Πευκόφυτο	Καρδίτσας	ΔΚΖ5	173	283	541	713	52,5	24	89	65	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	C s a	10,3	12,7	52	27	149	48	0,61	19,2
277	Ραχούλα	Καρδίτσας	ΔΚΖ4	206	322	606	812	52,8	25	54	29	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	12,8	15,2	41	24	118		0,78	19,8
278	Ρεντίνη	Καρδίτσας	ΔΚΖ5	131	234	510	641	52,2	20	39	18	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s b	8,2	10,6	37	19	97		0,85	18,6
279	Χαλεμβρέζιον	Καρδίτσας	ΔΚΖ4	171	282	664	835	52,8	20	36	15	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	13,1	15,7	37	25	105		0,87	19,7
280	Βαγατσικό	Καστοριάς	ΔΚΖ4	146	251	531	677	53,5	22	4	-17	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s b	9,7	11,4	26	17	64		1,21	20,2
281	Δενδροχώρι	Καστοριάς	ΔΚΖ4	121	220	509	629	53,9	19	23	4	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C s b	8,1	10,0	33	21	76		0,96	20,0
282	Εππαχώρι	Καστοριάς	ΔΚΖ5	104	199	551	655	52,8	16	50	34	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C f b	8,5	10,9	42	27	102		0,75	19,4
283	Καστοριά	Καστοριάς	ΔΚΖ4	157	265	533	690	53,1	23	3	-19	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s b	10,0	11,9	25	18	62	89	1,24	19,4
284	Κλεισούρα	Καστοριάς	ΔΚΖ6	39	106	537	576	55,1	7	77	71	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r B <sub>3</sub>	C f b	6,5	8,5	54	39	121		0,59	19,8
285	Νεστόριο	Καστοριάς	ΔΚΖ6	104	199	530	634	52,7	16	22	6	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C s b	8,1	10,2	33	21	78	39	0,95	19,0
286	Πεύκος	Καστοριάς	ΔΚΖ6	76	161	546	622	53,2	12	63	51	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>2</sub>	C f b	7,9	9,9	47	30	110		0,66	19,2
287	Χάλαρα	Καστοριάς	ΔΚΖ4	115	213	519	634	53,9	18	18	0	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C s b	8,2	10,2	32	22	71		1,00	19,9
288	Αυλιώτες	Κέρκυρας	ΔΚΖ2	226	345	651	878	47,0	26	50	24	B <sub>3'</sub> a' s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	17,5	17,5	39	23	177	79	0,81	14,9
289	Κέρκυρα	Κέρκυρας	ΔΚΖ2	208	325	653	862	48,9	24	72	48	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	16,3	17,1	47	27	174	56	0,68	15,4
290	Αργοστόλι	Κεφαλληνίας	ΔΚΖ2	265	389	638	904	48,5	29	49	20	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	18,0	18,0	39	21	162	92	0,83	14,8
291	Άνω Θεοδωράκιον	Κιλκίς	ΔΚΖ4	136	239	592	728	52,4	19	4	-15	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	11,4	13,0	27	21	71		1,18	19,7
292	Γαλλικός	Κιλκίς	ΔΚΖ3	375	436	446	821	53,6	46	0	-46	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	12,9	15,1	18	11	50		1,84	20,4
293	Γουμένισσα	Κιλκίς	ΔΚΖ4	157	265	628	786	53,9	20	30	10	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	12,3	14,2	36	22	96		0,91	20,9

A/A	Σταθμός	Νομός	1 ΔΚΖ	2 D <sub>an</sub>	3 D <sub>an'</sub>	4 AE <sub>an</sub>	5 I <sub>g</sub>	6 C <sub>g</sub>	7 I <sub>a</sub>	8 I <sub>h</sub>	9 I <sub>m</sub>	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 EGE
294	Μελάνθιο	Κιλκίς	ΔΚΖ4	122	215	605	727	52,0	17	0	-17	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	10,5	12,9	26	19	72		1,20	19,7
295	Μεταξοχώρι	Κιλκίς	ΔΚΖ4	171	267	596	767	51,2	22	0	-22	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	12,0	14,1	25	20	67		1,29	19,0
296	Μουριές	Κιλκίς	ΔΚΖ4	164	273	616	780	53,8	21	10	-11	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,2	14,0	29	20	76		1,12	21,0
297	Πολύκαστρο	Κιλκίς	ΔΚΖ3	245	367	589	834	54,1	29	4	-25	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,1	15,3	25	14	68		1,34	21,1
298	Βελβεντός	Κοζάνης	ΔΚΖ4	162	262	573	735	52,3	22	0	-22	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	10,7	13,1	25	17	64	40	1,28	20,0
299	Δαμασκηγιά	Κοζάνης	ΔΚΖ4	93	184	537	630	53,7	15	62	47	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>2</sub>	C s b	8,1	10,1	46	29	108		0,68	19,7
300	Κοζάνη	Κοζάνης	ΔΚΖ4	121	220	584	705	53,3	17	1	-16	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	10,2	12,3	26	18	65	46	1,20	20,7
301	Πεντάλοφος	Κοζάνης	ΔΚΖ4	100	194	520	620	53,5	16	42	25	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C s b	7,9	9,8	39	25	93		0,80	19,4
302	Ποντοκώμη	Κοζάνης	ΔΚΖ4	121	220	552	672	53,5	18	14	-4	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s b	8,8	11,3	30	19	72		1,04	20,0
303	Πτολεμαΐδα	Κοζάνης	ΔΚΖ4	100	194	592	692	53,0	15	9	-5	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f b	10,0	11,9	30	21	72	42	1,06	20,5
304	Σέρβια	Κοζάνης	ΔΚΖ4	220	307	546	766	53,3	29	0	-29	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	12,0	13,9	23	17	62		1,40	20,4
305	Σιάπιστα	Κοζάνης	ΔΚΖ4	94	186	554	649	53,7	15	19	5	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C f b	8,4	10,6	33	23	80		0,95	20,0
306	Σισάνιο	Κοζάνης	ΔΚΖ4	105	200	528	633	53,8	17	15	-2	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f b	8,2	10,2	31	22	70		1,02	19,8
307	Τσοπίλι	Κοζάνης	ΔΚΖ4	113	210	544	657	53,4	17	9	-8	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s b	8,5	10,9	29	19	70		1,08	19,9
308	Δερβενάκια	Κορινθίας	ΔΚΖ2	315	444	539	854	50,8	37	2	-35	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	14,3	16,5	21	12	70		1,54	17,7
309	Δρίζα	Κορινθίας	ΔΚΖ5	183	295	531	714	49,8	26	25	-1	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s b	11,1	13,1	31	19	88		1,01	17,0
310	Καμάρι	Κορινθίας	ΔΚΖ1	417	516	469	886	50,1	47	0	-47	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	16,6	17,4	17	10	63		1,89	16,6
311	Καστανέα	Κορινθίας	ΔΚΖ5	131	233	533	665	50,0	20	58	39	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>1</sub>	C s b	8,5	11,6	43	26	124		0,72	17,0
312	Κάτω Ταρσός	Κορινθίας	ΔΚΖ5	136	239	486	622	50,0	22	69	47	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s b	7,7	10,1	46	27	125		0,68	16,5
313	Κάτω Τρίκαλα	Κορινθίας	ΔΚΖ5	189	303	505	695	52,4	27	51	24	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	10,1	12,2	39	24	116		0,81	19,0
314	Κόρινθος	Κορινθίας	ΔΚΖ1	462	548	460	922	50,9	50	0	-50	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	18,0	18,0	16	9	62	140	2,00	16,9
315	Λαύκα	Κορινθίας	ΔΚΖ5	147	252	561	708	49,8	21	86	65	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	C s b	11,0	13,0	51	29	147		0,61	17,1
316	Λεόνπιο	Κορινθίας	ΔΚΖ2	245	367	550	796	50,3	31	24	-7	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	12,6	15,3	29	18	89		1,07	17,3
317	Μπούζι	Κορινθίας	ΔΚΖ5	146	252	517	664	49,9	22	59	37	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s b	8,5	11,6	42	25	124		0,73	17,0
318	Νεμέα	Κορινθίας	ΔΚΖ2	263	387	545	808	50,4	33	12	-21	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,8	15,6	25	15	78		1,26	17,3
319	Ξυλόκαστρο	Κορινθίας	ΔΚΖ1	333	447	497	830	50,1	40	0	-40	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	14,8	16,2	19	11	62		1,67	16,7
320	Πύργος	Κορινθίας	ΔΚΖ3	234	354	525	759	50,2	31	18	-13	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	11,9	14,4	27	16	93		1,14	17,5
321	Σκουπαίικα	Κορινθίας	ΔΚΖ1	355	478	535	890	51,0	40	0	-40	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	15,7	17,3	20	12	68		1,66	17,5
322	Σπαθοβούνι	Κορινθίας	ΔΚΖ1	366	472	488	854	50,5	43	0	-43	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	15,2	16,6	18	11	60		1,75	17,2
323	Φενεός	Κορινθίας	ΔΚΖ4	139	243	536	675	49,8	21	55	34	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s b	8,6	11,9	41	26	117		0,74	16,9
324	Χαλκείο	Κορινθίας	ΔΚΖ2	304	432	544	848	50,7	36	5	-31	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	14,2	16,4	22	13	75		1,45	17,6
325	Ψάριον	Κορινθίας	ΔΚΖ3	188	301	506	693	49,8	27	28	1	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s b	9,8	12,5	31	19	93		0,99	17,0
326	Άνδρος	Κυκλάδων	ΔΚΖ1	381	514	520	901	49,1	42	15	-27	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	17,8	17,8	24	12	106	137	1,37	15,8
327	Αντίπαρος	Κυκλάδων	ΔΚΖ1	458	545	429	888	45,9	52	0	-52	B <sub>3'</sub> a' d D	C s a	18,2	18,2	15	8	85	141	2,07	13,0
328	Θήρα	Κυκλάδων	ΔΚΖ1	502	582	372	874	46,9	57	0	-57	B <sub>3'</sub> a' d D	C s a	17,7	17,7	13	7	64	164	2,35	14,1
329	Μήλος	Κυκλάδων	ΔΚΖ1	422	534	475	897	47,5	47	0	-47	B <sub>3'</sub> a' d D	C s a	18,0	18,0	17	9	82	134	1,89	14,4
330	Μύκονος	Κυκλάδων	ΔΚΖ1	467	544	381	848	47,8	55	0	-55	B <sub>2'</sub> a' d D	C s a	17,0	17,0	14	8	68	136	2,23	14,4
331	Νάξος	Κυκλάδων	ΔΚΖ1	487	559	391	878	45,3	55	0	-55	B <sub>3'</sub> a' d D	C s a	18,0	18,0	14	8	77	155	2,25	12,5
332	Πάρος	Κυκλάδων	ΔΚΖ1	391	503	476	867	45,5	45	0	-45	B <sub>3'</sub> a' d D	C s a	17,7	17,7	17	9	79	136	1,82	13,1
333	Σύρος	Κυκλάδων	ΔΚΖ1	520	607	406	926	48,5	56	0	-56	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	18,5	18,5	14	7	69	145	2,28	14,9
334	Άγ. Δημήτριος	Λακωνίας	ΔΚΖ2	273	397	541	813	49,2	34	16	-18	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,7	15,9	26	15	88		1,22	16,5
335	Άρνα	Λακωνίας	ΔΚΖ5	184	297	564	748	48,6	25	115	91	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	C s a	11,8	14,3	59	32	210		0,52	16,3

A/A	Σταθμός	Νομός	1 ΔΚΖ	2 D <sub>an</sub>	3 D <sub>an'</sub>	4 AE <sub>an</sub>	5 I <sub>g</sub>	6 C <sub>g</sub>	7 I <sub>a</sub>	8 I <sub>h</sub>	9 I <sub>m</sub>	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 EOE
336	Ασωπός	Λακωνίας	ΔΚΖ1	406	536	526	932	49,8	44	0	-44	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	18,3	18,3	19	10	70		1,77	16,3
337	Βαμβακού	Λακωνίας	ΔΚΖ5	164	273	519	683	50,5	24	4	-21	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s b	8,9	12,1	25	14	71	91	1,26	17,4
338	Βασαράς	Λακωνίας	ΔΚΖ3	162	271	560	722	48,9	22	27	5	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	11,2	13,5	32	21	97		0,95	16,3
339	Βρονταμάς	Λακωνίας	ΔΚΖ1	352	483	545	896	50,1	39	3	-36	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	16,8	17,6	21	12	74		1,56	16,8
340	Γύθειο	Λακωνίας	ΔΚΖ1	345	476	550	895	49,3	39	27	-12	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	16,8	17,6	29	16	99	112	1,13	16,4
341	Έλος	Λακωνίας	ΔΚΖ1	398	524	527	925	49,7	43	0	-43	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	18,2	18,2	19	10	69		1,76	16,2
342	Καρυαί	Λακωνίας	ΔΚΖ4	149	255	534	682	48,8	22	37	16	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s b	9,6	12,3	35	22	107		0,86	16,3
343	Καστόρειο	Λακωνίας	ΔΚΖ2	171	281	640	810	49,5	21	92	71	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	C s a	13,7	15,8	54	33	180		0,58	16,8
344	Κουμουστά	Λακωνίας	ΔΚΖ5	170	281	593	763	48,8	22	93	70	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	C s a	12,1	14,7	53	29	185		0,59	16,4
345	Κουπιά	Λακωνίας	ΔΚΖ2	225	344	518	743	48,2	30	55	24	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	11,6	14,3	38	21	122		0,80	15,7
346	Κρεμαστή	Λακωνίας	ΔΚΖ5	194	308	523	717	48,3	27	64	37	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s b	11,1	13,5	42	24	142		0,73	16,0
347	Λογκανίκος	Λακωνίας	ΔΚΖ5	131	233	587	718	48,9	18	106	88	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s b	11,2	13,4	58	35	185		0,53	16,5
348	Μεταμόρφωση	Λακωνίας	ΔΚΖ1	350	481	547	897	49,8	39	8	-31	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	16,8	17,6	22	11	79		1,46	16,5
349	Μολάοι	Λακωνίας	ΔΚΖ2	325	455	565	890	49,6	37	15	-22	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	16,7	17,5	25	13	94		1,28	16,4
350	Παπαδιάνα	Λακωνίας	ΔΚΖ1	398	532	541	939	49,8	42	7	-35	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	18,4	18,4	21	11	82		1,54	16,3
351	Πετρίνα	Λακωνίας	ΔΚΖ2	304	432	580	884	49,7	34	48	14	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	16,6	17,4	37	20	133		0,88	16,5
352	Σελλασία	Λακωνίας	ΔΚΖ2	208	324	600	807	51,2	26	36	10	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	12,8	15,4	35	23	118		0,91	18,3
353	Σπάρτη	Λακωνίας	ΔΚΖ2	311	439	579	890	51,5	35	19	-15	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	15,7	17,2	28	18	83	98	1,18	17,9
354	Συκιά	Λακωνίας	ΔΚΖ2	346	477	555	901	49,7	38	16	-22	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	16,9	17,7	25	14	94		1,28	16,5
355	Φοινίκιο	Λακωνίας	ΔΚΖ2	346	477	555	900	49,7	38	21	-17	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	16,9	17,7	27	16	100		1,21	16,4
356	Αγιά	Λάρισας	ΔΚΖ4	197	312	581	778	50,9	25	1	-24	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,2	14,7	24	17	74	60	1,32	18,6
357	Βερδικούσσα	Λάρισας	ΔΚΖ6	101	194	584	685	53,0	15	38	24	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C s b	9,8	11,8	39	25	103		0,81	19,9
358	Γιαννωτά	Λάρισας	ΔΚΖ4	122	221	614	735	53,0	17	19	2	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C f a	10,7	13,2	32	22	85		0,98	20,0
359	Ελασσόνα	Λάρισας	ΔΚΖ3	169	274	613	783	53,1	22	0	-22	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	12,3	14,4	25	17	68		1,28	20,1
360	Ζάππειο	Λάρισας	ΔΚΖ3	302	404	527	829	53,0	36	0	-36	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	13,0	15,5	21	13	59		1,57	19,8
361	Καρίτσα	Λάρισας	ΔΚΖ6	145	250	616	761	51,2	19	102	83	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	11,8	14,1	58	34	178		0,55	18,3
362	Λάρισα	Λάρισας	ΔΚΖ3	361	441	467	828	53,8	44	0	-44	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	13,0	15,4	18	11	49	85	1,77	20,7
363	Λιβάδι	Λάρισας	ΔΚΖ5	66	147	532	598	54,1	11	62	51	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>2</sub>	C s b	6,8	9,2	47	27	115		0,66	19,3
364	Ραψάνη	Λάρισας	ΔΚΖ4	139	242	627	766	52,7	18	49	31	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C f a	12,0	14,0	42	28	125		0,76	19,8
365	Σπηλιά	Λάρισας	ΔΚΖ5	151	257	544	695	52,4	22	34	13	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s b	10,0	12,2	35	21	103		0,89	19,3
366	Σωτήριο	Λάρισας	ΔΚΖ3	398	473	453	851	52,9	47	0	-47	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	B S k	13,3	16,0	17	10	50		1,88	19,6
367	Τύρναβος	Λάρισας	ΔΚΖ3	292	393	566	858	53,5	34	0	-34	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	13,4	16,0	22	14	62		1,52	20,3
368	Φάρσαλα	Λάρισας	ΔΚΖ3	260	383	589	849	53,6	31	8	-23	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,3	15,8	26	16	72	93	1,30	20,7
369	Έξω Λακκώνια	Λασιθίου	ΔΚΖ1	324	454	571	895	46,7	36	19	-17	B <sub>3'</sub> a' s C <sub>1</sub>	C s a	18,2	18,2	26	13	113		1,21	13,5
370	Έξω Ποτάμοι	Λασιθίου	ΔΚΖ3	181	293	549	730	45,2	25	116	91	B <sub>2'</sub> a' s <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	C s b	11,4	14,3	57	29	239		0,52	13,1
371	Ιεράπετρα	Λασιθίου	ΔΚΖ1	453	590	527	980	49,3	46	2	-44	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	19,4	19,4	19	9	80	150	1,79	15,0
372	Κριτσά	Λασιθίου	ΔΚΖ2	346	477	534	879	46,7	39	34	-6	B <sub>3'</sub> a' s <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	C s a	17,9	17,9	30	15	135		1,06	13,8
373	Μαρωνία	Λασιθίου	ΔΚΖ1	384	518	550	935	47,3	41	23	-18	B <sub>3'</sub> a' s C <sub>1</sub>	C s a	18,8	18,8	26	13	119		1,23	13,8
374	Νεάπολη	Λασιθίου	ΔΚΖ2	301	428	579	880	46,8	34	35	1	B <sub>3'</sub> a' s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	17,9	17,9	32	16	139		0,99	13,7
375	Σητεία	Λασιθίου	ΔΚΖ1	454	557	481	935	46,0	49	0	-49	B <sub>3'</sub> a' d D	C s a	19,0	19,0	17	8	82	162	1,94	13,4
376	Τζερμιάδες	Λασιθίου	ΔΚΖ3	123	223	545	668	43,5	18	142	123	B <sub>1'</sub> a' s A	C s b	9,9	12,3	67	38	228	46	0,45	12,3
377	Λήμνος	Λέσβου	ΔΚΖ1	346	468	508	854	51,1	40	0	-40	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	15,1	16,5	19	11	72	108	1,68	17,3

A/A	Σταθμός	Νομός	1 ΔΚΖ	2 D <sub>an</sub>	3 D <sub>an'</sub>	4 AE <sub>an</sub>	5 I <sub>g</sub>	6 C <sub>g</sub>	7 I <sub>a</sub>	8 I <sub>h</sub>	9 I <sub>m</sub>	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 EGE
378	Μυτιλήνη	Λέσβου	ΔΚΖ1	370	503	530	900	51,1	41	22	-19	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	16,7	17,5	26	14	102	123	1,24	17,0
379	Λευκάδα	Λευκάδας	ΔΚΖ2	253	375	626	879	48,6	29	64	36	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	17,4	17,4	43	24	174	90	0,74	15,6
380	Αγχιάλος	Μαγνησίας	ΔΚΖ3	286	381	527	813	51,1	35	0	-35	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	12,9	15,6	21	13	64	91	1,54	18,1
381	Ανάβρα	Μαγνησίας	ΔΚΖ4	118	217	573	691	51,6	17	32	15	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>2</sub>	C s b	9,9	12,2	36	20	100		0,87	18,5
382	Βόλος	Μαγνησίας	ΔΚΖ1	438	505	446	884	51,9	50	0	-50	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	B S k	14,7	16,9	17	10	57	83	1,98	18,6
383	Μακρινίτσα	Μαγνησίας	ΔΚΖ4	133	235	603	735	51,8	18	33	15	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>2</sub>	C s a	11,5	13,4	36	21	115		0,87	18,9
384	Σκόπελος	Μαγνησίας	ΔΚΖ2	208	324	606	813	48,9	26	23	-2	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	14,5	16,0	31	18	118	88	1,02	15,5
385	Άνω Μέλπεια	Μεσσηνίας	ΔΚΖ4	153	260	621	774	49,4	20	89	69	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>3</sub>	C s a	12,2	14,9	53	31	182		0,59	16,9
386	Αρτεμισία	Μεσσηνίας	ΔΚΖ5	187	300	567	754	50,2	25	52	27	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	11,9	14,3	39	23	130	74	0,79	17,3
387	Διαβολίτσι	Μεσσηνίας	ΔΚΖ2	274	399	599	873	49,9	31	40	9	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	15,5	17,1	35	21	115	122	0,92	16,6
388	Δώριο	Μεσσηνίας	ΔΚΖ2	284	409	583	866	49,7	33	33	1	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	15,5	17,0	32	18	110		0,99	16,6
389	Ζευγολατειό	Μεσσηνίας	ΔΚΖ2	308	436	587	895	50,2	34	25	-10	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	15,9	17,5	29	17	98		1,11	16,9
390	Καλαμάτα	Μεσσηνίας	ΔΚΖ1	281	406	606	886	46,7	32	26	-6	B <sub>3'</sub> a' s C <sub>1</sub>	C s a	18,0	18,0	30	16	114	101	1,07	14,0
391	Κεντρικόν	Μεσσηνίας	ΔΚΖ2	292	419	601	893	50,3	33	33	1	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	15,8	17,5	33	19	109		0,99	16,9
392	Κεφαλινός	Μεσσηνίας	ΔΚΖ4	233	353	593	826	49,3	28	75	46	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	13,9	16,2	46	26	157		0,68	16,5
393	Κρεμμύδια	Μεσσηνίας	ΔΚΖ2	288	414	567	855	49,0	34	34	0	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	15,3	16,9	32	18	119		1,00	16,2
394	Κυπαρισσία	Μεσσηνίας	ΔΚΖ2	292	419	605	897	47,2	33	27	-5	B <sub>3'</sub> a' s C <sub>1</sub>	C s a	18,0	18,0	30	16	126	113	1,06	14,9
395	Μεθώνη	Μεσσηνίας	ΔΚΖ2	309	437	578	887	46,0	35	22	-13	B <sub>3'</sub> a' s C <sub>1</sub>	C s a	18,0	18,0	27	15	129	86	1,15	14,0
396	Μουζάκι	Μεσσηνίας	ΔΚΖ4	219	337	582	801	48,7	27	49	22	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	13,5	15,7	38	23	137		0,82	16,2
397	Νησίον	Μεσσηνίας	ΔΚΖ1	330	460	589	919	49,6	36	8	-28	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	18,1	18,1	23	13	86		1,40	16,2
398	Πήδημα	Μεσσηνίας	ΔΚΖ2	309	437	603	912	50,2	34	32	-2	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	17,0	17,8	32	19	113		1,02	16,7
399	Πλάτη	Μεσσηνίας	ΔΚΖ2	290	417	560	850	49,1	34	29	-5	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	15,2	16,8	30	16	112		1,05	16,2
400	Γενισέα	Ξάνθης	ΔΚΖ3	237	352	564	801	52,0	30	0	-30	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,6	14,9	23	19	69		1,42	19,1
401	Γέρακας	Ξάνθης	ΔΚΖ4	124	224	623	747	52,0	17	74	57	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>2</sub>	C f a	10,8	13,5	50	31	148		0,64	19,9
402	Δημάριον	Ξάνθης	ΔΚΖ6	9	46	599	608	53,2	2	158	156	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C f b	7,7	9,4	80	51	214		0,39	19,1
403	Λειβαδίτης	Ξάνθης	ΔΚΖ6	12	53	558	570	52,1	2	74	72	C <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> r B <sub>3</sub>	C f b	6,0	8,3	54	41	131	0	0,58	18,2
404	Ξάνθη	Ξάνθης	ΔΚΖ3	110	207	703	813	53,1	14	55	41	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>2</sub>	C s a	12,7	15,0	46	28	136	87	0,71	20,3
405	Τοξότες	Ξάνθης	ΔΚΖ3	185	298	618	803	52,4	23	12	-11	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,6	14,9	29	19	86		1,12	19,5
406	Ωραϊον	Ξάνθης	ΔΚΖ6	93	184	554	647	52,6	14	45	30	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C f b	8,3	10,6	41	27	114		0,77	19,3
407	Αριδαία	Πέλλας	ΔΚΖ3	209	326	603	812	54,2	26	18	-8	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	12,7	14,8	30	20	80		1,08	21,2
408	Άρνισσα	Πέλλας	ΔΚΖ4	142	246	594	735	53,9	19	10	-10	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	10,7	13,0	29	19	73		1,11	20,8
409	Γιαννισά	Πέλλας	ΔΚΖ3	241	362	608	849	54,1	28	2	-27	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,3	15,6	24	14	68		1,37	21,0
410	Έδεσσα	Πέλλας	ΔΚΖ4	164	274	625	790	54,2	21	29	8	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	12,4	14,3	35	22	94	48	0,93	21,3
411	Καρυώπισσα	Πέλλας	ΔΚΖ3	305	411	540	846	54,1	36	0	-36	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	13,2	15,6	21	14	58		1,57	20,8
412	Κρύα Βρύση	Πέλλας	ΔΚΖ3	364	441	487	851	54,0	43	0	-43	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C f a	13,3	15,7	19	13	52		1,75	20,8
413	Νότια	Πέλλας	ΔΚΖ4	135	226	557	692	52,1	20	0	-20	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s b	9,9	12,0	25	19	64		1,24	18,4
414	Σκύδρα	Πέλλας	ΔΚΖ3	222	340	611	832	54,1	27	6	-21	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,0	15,3	26	17	69		1,26	20,8
415	Φούστανη	Πέλλας	ΔΚΖ4	144	248	642	785	54,1	18	13	-5	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,3	14,2	31	21	82		1,05	21,2
416	Άγιος Δημήτριος	Πιερίας	ΔΚΖ6	78	164	592	671	53,1	12	57	46	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>2</sub>	C s b	8,7	11,3	46	26	118		0,69	19,6
417	Κατερίνη	Πιερίας	ΔΚΖ4	228	347	606	834	53,4	27	5	-23	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,1	15,4	25	19	73	62	1,29	20,6
418	Λιτόχωρο	Πιερίας	ΔΚΖ5	201	316	614	815	53,0	25	17	-8	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,8	15,2	30	18	93		1,09	19,9
419	Σκοτεινά	Πιερίας	ΔΚΖ6	93	185	577	670	52,2	14	30	16	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C f b	9,5	11,3	36	24	100	39	0,86	18,6

A/A	Σταθμός	Νομός	1 ΔΚΖ	2 D <sub>an</sub>	3 D <sub>an'</sub>	4 AE <sub>an</sub>	5 I <sub>g</sub>	6 C <sub>g</sub>	7 I <sub>a</sub>	8 I <sub>h</sub>	9 I <sub>m</sub>	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 EOE
420	Άνω Σκαφιδωτή	Πρεβέζης	ΔΚΖ4	98	191	640	738	49,7	13	133	120	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s a	11,5	13,8	68	40	225		0,46	17,2
421	Ζηρού λίμνη	Πρεβέζης	ΔΚΖ2	207	323	637	844	50,9	25	84	59	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	14,1	16,3	51	30	161		0,63	17,8
422	Καναλλάκι	Πρεβέζης	ΔΚΖ2	229	349	643	872	50,4	26	64	38	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	15,4	17,0	45	25	149		0,72	17,2
423	Λούρος ΥΗΣ	Πρεβέζης	ΔΚΖ2	218	336	678	896	50,2	24	71	47	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	15,9	17,4	48	28	157		0,68	17,2
424	Νέα Κερασούντα	Πρεβέζης	ΔΚΖ2	220	338	655	875	50,9	25	74	49	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	15,5	16,9	48	28	159		0,67	17,6
425	Νικολίτσι	Πρεβέζης	ΔΚΖ2	157	265	679	836	51,1	19	136	117	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s a	14,0	16,0	70	38	226		0,46	18,1
426	Ανώγεια	Ρεθύμνης	ΔΚΖ2	229	349	555	784	48,3	29	71	41	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	12,5	15,4	44	22	167	99	0,71	15,9
427	Ασώματος	Ρεθύμνης	ΔΚΖ1	337	467	593	930	47,7	36	62	26	B <sub>3'</sub> a' s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	18,7	18,7	41	21	182		0,79	14,4
428	Ρέθυμνο	Ρεθύμνης	ΔΚΖ1	356	488	577	933	46,6	38	7	-31	B <sub>3'</sub> a' d C <sub>1</sub>	C s a	18,9	18,9	22	11	106	115	1,44	13,8
429	Αρίσβη	Ροδόπης	ΔΚΖ3	178	290	619	797	52,4	22	9	-13	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	12,5	14,7	28	21	81		1,15	19,6
430	Γρατινή	Ροδόπης	ΔΚΖ3	166	275	616	782	52,4	21	15	-6	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,3	14,4	30	19	88		1,06	19,7
431	Ίασμος	Ροδόπης	ΔΚΖ3	172	282	627	799	52,2	22	26	4	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	12,6	14,8	33	24	101		0,96	19,4
432	Κερασέα	Ροδόπης	ΔΚΖ6	75	160	629	704	52,1	11	87	76	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>3</sub>	C f b	10,1	12,3	55	34	166		0,57	19,3
433	Κέχρος	Ροδόπης	ΔΚΖ6	85	173	573	658	53,6	13	59	46	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>2</sub>	C f b	8,6	10,8	46	29	122		0,68	20,5
434	Κομοτηνή	Ροδόπης	ΔΚΖ3	185	298	596	781	52,7	24	9	-14	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,2	14,5	27	17	80	50	1,17	19,1
435	Μοναστήριον	Ροδόπης	ΔΚΖ6	82	169	580	662	52,8	12	69	57	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>2</sub>	C s b	8,6	11,0	49	29	134		0,64	19,7
436	Μυρτίσκη	Ροδόπης	ΔΚΖ4	68	150	618	687	52,7	10	57	47	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r B <sub>2</sub>	C f b	9,9	11,7	46	32	124		0,68	19,8
437	Μύπικας	Ροδόπης	ΔΚΖ5	84	172	602	686	52,5	12	135	123	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C s b	9,8	11,7	70	39	198		0,45	19,7
438	Οργάνη	Ροδόπης	ΔΚΖ4	60	138	623	683	52,6	9	82	73	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r B <sub>3</sub>	C s b	9,8	11,6	54	32	147		0,58	19,7
439	Σάπες	Ροδόπης	ΔΚΖ3	183	295	600	783	52,3	23	38	15	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	12,3	14,4	37	23	108		0,87	19,6
440	Τρίκορφον	Ροδόπης	ΔΚΖ4	114	211	645	759	51,9	15	32	17	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>2</sub>	C s a	11,9	13,9	37	23	110		0,86	19,2
441	Χλόη	Ροδόπης	ΔΚΖ6	78	164	565	644	53,1	12	84	71	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>3</sub>	C f b	8,3	10,4	54	33	139		0,58	19,7
442	Ίκαρία	Σάμου	ΔΚΖ1	409	544	565	974	49,4	42	31	-11	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	19,1	19,1	30	15	134	134	1,12	15,3
443	Σάμος	Σάμου	ΔΚΖ1	358	490	562	921	48,6	39	39	0	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	C s a	18,3	18,3	33	16	144	112	1,00	15,2
444	Αγκιστρο	Σερρών	ΔΚΖ4	177	289	590	767	53,5	23	1	-23	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	11,2	13,7	25	18	69		1,29	20,9
445	Αηδονοχώρι	Σερρών	ΔΚΖ4	199	314	595	793	52,7	25	8	-17	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,5	14,7	27	18	83		1,20	19,7
446	Αλιστράπη	Σερρών	ΔΚΖ3	173	284	606	779	52,9	22	5	-17	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,3	14,2	27	17	78		1,21	20,1
447	Άνω Βροντούς	Σερρών	ΔΚΖ7	52	125	539	591	54,2	9	67	58	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r B <sub>2</sub>	C f b	6,6	8,9	50	34	117		0,63	19,4
448	Άνω Πορεία	Σερρών	ΔΚΖ6	113	211	621	735	53,8	15	45	30	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C s a	10,7	12,9	42	25	114		0,77	21,0
449	Ηράκλεια	Σερρών	ΔΚΖ3	318	401	491	809	54,7	39	0	-39	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	12,7	14,6	20	13	53		1,65	21,4
450	Κάτω Καμήλα	Σερρών	ΔΚΖ3	209	322	618	826	53,5	25	0	-25	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,0	15,2	24	15	69		1,34	20,4
451	Κερκίνη (φράγμα)	Σερρών	ΔΚΖ4	308	370	514	822	54,0	37	0	-37	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	12,9	15,0	21	17	55		1,60	21,0
452	Προβατάς	Σερρών	ΔΚΖ3	329	415	496	826	53,6	40	0	-40	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C f a	13,0	15,2	20	13	55		1,66	20,5
453	Σέρρες	Σερρών	ΔΚΖ3	266	365	556	822	53,5	32	0	-32	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,9	15,0	22	15	58	55	1,48	21,3
454	Σιδηρόκαστρον	Σερρών	ΔΚΖ3	210	316	599	809	53,6	26	0	-26	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	12,7	14,8	24	15	66		1,35	20,7
455	Χρυσοπηγή	Σερρών	ΔΚΖ3	116	215	609	725	52,0	16	5	-11	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	10,5	12,9	28	18	83	22	1,12	19,4
456	Αγίδφυλλο	Τρικάλων	ΔΚΖ4	165	275	571	736	53,1	22	18	-5	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	10,7	13,2	30	20	79		1,05	20,2
457	Αστροπόταμος	Τρικάλων	ΔΚΖ5	67	148	523	590	52,3	11	91	80	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	6,4	9,0	56	33	131	38	0,56	17,5
458	Βαθύρρευμα	Τρικάλων	ΔΚΖ6	68	149	579	646	52,1	10	211	201	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C f b	8,3	10,7	94	54	235		0,33	18,5
459	Βακάρι	Τρικάλων	ΔΚΖ5	65	146	591	656	49,5	10	156	146	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f b	8,1	11,2	76	45	207		0,41	16,8
460	Γαρδικι	Τρικάλων	ΔΚΖ5	46	117	577	623	52,4	7	204	197	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C s b	7,9	10,0	92	54	233		0,34	18,5
461	Ελάτη	Τρικάλων	ΔΚΖ5	88	178	589	677	52,4	13	123	110	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C f b	9,7	11,6	66	41	176		0,48	19,3

A/A	Σταθμός	Νομός	1 ΔΚΖ	2 D <sub>an</sub>	3 D <sub>an'</sub>	4 AE <sub>an</sub>	5 I <sub>g</sub>	6 C <sub>g</sub>	7 I <sub>a</sub>	8 I <sub>h</sub>	9 I <sub>m</sub>	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 EGE
462	Καλαμπάκα	Τρικάλων	ΔΚΖ4	225	344	629	854	54,3	26	51	25	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	13,4	15,8	41	24	116	72	0,80	21,2
463	Κατάφυτο	Τρικάλων	ΔΚΖ5	83	170	545	627	52,9	13	89	76	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	8,0	10,1	55	35	131		0,57	18,9
464	Κονισκός	Τρικάλων	ΔΚΖ4	111	208	530	641	53,1	17	26	8	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C s b	8,2	10,5	34	22	79		0,92	19,2
465	Λιόπρασο	Τρικάλων	ΔΚΖ4	152	259	569	721	53,0	21	14	-7	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	10,5	12,8	29	21	81		1,07	20,1
466	Μαλακάσι	Τρικάλων	ΔΚΖ5	50	122	582	631	53,0	8	190	182	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C f b	8,1	10,2	88	52	221		0,35	19,1
467	Μεγάλη Κερασιά	Τρικάλων	ΔΚΖ4	185	298	544	729	54,0	25	25	-1	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	10,6	13,0	31	20	82		1,01	19,5
468	Μεσοχώρα	Τρικάλων	ΔΚΖ4	87	177	590	677	51,8	13	158	145	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C f b	9,6	11,7	76	45	197		0,41	18,7
469	Μετέωρα	Τρικάλων	ΔΚΖ4	202	317	541	743	53,0	27	13	-14	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	10,8	13,4	27	17	73		1,16	20,2
470	Παλαιοχώρι	Τρικάλων	ΔΚΖ5	85	173	555	639	52,7	13	109	95	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>4</sub>	C f b	8,2	10,5	61	37	156		0,51	19,0
471	Παχτούρι	Τρικάλων	ΔΚΖ5	68	149	591	659	51,9	10	214	204	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C f b	8,5	11,1	95	55	251		0,33	18,6
472	Περτούλι	Τρικάλων	ΔΚΖ5	44	114	520	564	53,0	8	204	196	C <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C s b	6,1	8,2	92	51	215		0,34	17,5
473	Πολυνέρι	Τρικάλων	ΔΚΖ5	49	121	647	696	51,7	7	205	198	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> r A	C f b	10,0	12,3	93	58	250		0,34	18,7
474	Στουρναραίικα	Τρικάλων	ΔΚΖ5	91	182	592	684	52,2	13	150	137	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C f b	9,8	11,9	74	43	200		0,42	19,1
475	Τρίκαλα	Τρικάλων	ΔΚΖ3	276	401	602	877	54,4	31	21	-11	B <sub>3'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	13,7	16,2	30	17	82	88	1,12	21,5
476	Φαρκαδόνα	Τρικάλων	ΔΚΖ3	325	423	522	847	53,4	38	0	-38	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	13,3	15,8	20	13	55		1,62	20,3
477	Χρυσομηλιά	Τρικάλων	ΔΚΖ5	100	194	564	664	52,6	15	107	92	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>4</sub>	C s b	8,6	11,2	60	34	156		0,52	19,3
478	Δαμοκός	Φθιώπιδας	ΔΚΖ3	215	332	525	739	52,8	29	1	-28	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	10,7	13,4	23	15	66	99	1,39	20,0
479	Κούρνοβο (=Τρίλοφο)	Φθιώπιδας	ΔΚΖ4	197	312	559	756	51,9	26	17	-9	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	11,9	14,0	29	17	86		1,10	19,1
480	Λαμία	Φθιώπιδας	ΔΚΖ2	284	410	628	912	53,0	31	5	-26	B <sub>3'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	15,1	17,3	25	15	81	118	1,35	19,2
481	Νεοχώρι	Φθιώπιδας	ΔΚΖ5	74	158	621	695	51,7	11	179	168	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C f b	10,0	12,3	84	48	229		0,37	18,7
482	Πιτσιωτά	Φθιώπιδας	ΔΚΖ5	100	193	588	688	51,8	15	105	91	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s b	9,8	12,1	60	33	160		0,52	18,7
483	Τυμφρηστός	Φθιώπιδας	ΔΚΖ4	118	217	572	690	51,6	17	118	101	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s A	C s b	9,9	12,2	63	35	168		0,50	18,5
484	Υπάτη	Φθιώπιδας	ΔΚΖ3	261	384	573	834	52,1	31	16	-16	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	13,1	15,8	27	16	85		1,18	19,1
485	Αμύνταιο	Φλωρίνης	ΔΚΖ4	209	286	475	684	51,2	31	0	-31	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C f b	9,8	11,8	22	16	52		1,44	19,3
486	Δροσοπηγή	Φλωρίνης	ΔΚΖ6	85	173	546	631	54,3	13	37	23	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C f b	8,2	10,0	39	26	91		0,81	20,2
487	Λιμνοχώρι	Φλωρίνης	ΔΚΖ4	157	260	549	706	51,8	22	0	-22	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s b	10,2	12,4	25	18	61		1,29	19,5
488	Πολυπόταμος	Φλωρίνης	ΔΚΖ6	86	175	535	621	54,3	14	19	5	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C f b	8,0	9,8	33	24	76		0,95	20,1
489	Πρέσπια	Φλωρίνης	ΔΚΖ4	152	259	517	669	53,3	23	12	-11	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s b	9,6	11,3	28	19	72		1,12	19,8
490	Τροπαιούχος	Φλωρίνης	ΔΚΖ4	109	205	561	670	53,7	16	18	2	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C s b	8,8	11,2	32	24	75		0,90	20,3
491	Φλώρινα	Φλωρίνης	ΔΚΖ4	99	193	590	689	53,3	14	29	14	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C f b	10,0	11,7	36	24	85	24	0,88	21,3
492	Άμφισσα	Φωκίδας	ΔΚΖ2	285	410	568	852	51,6	33	38	5	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	14,3	16,4	34	19	108		0,96	18,3
493	Άνω Σουβάλα	Φωκίδας	ΔΚΖ5	126	227	597	723	51,1	17	75	58	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>2</sub>	C s a	11,3	13,2	49	29	146		0,63	18,2
494	Γραβιά	Φωκίδας	ΔΚΖ4	207	324	556	763	51,3	27	44	16	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	12,0	14,3	37	21	107		0,86	18,3
495	Γραμμένη Οξιά	Φωκίδας	ΔΚΖ5	106	201	561	667	50,6	16	103	87	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>4</sub>	C s b	8,5	11,5	58	34	170		0,54	17,5
496	Δεσφίνα	Φωκίδας	ΔΚΖ3	241	361	513	754	51,9	32	13	-19	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	11,8	14,1	25	14	76	108	1,24	18,3
497	Ιτέα	Φωκίδας	ΔΚΖ1	412	518	470	882	50,6	47	0	-47	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	15,7	17,2	17	9	63		1,88	17,0
498	Λιδορίκι	Φωκίδας	ΔΚΖ3	181	294	589	771	50,7	24	56	32	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	C s a	12,1	14,5	42	24	119	84	0,76	18,8
499	Άγιος Μάμας	Χαλκιδικής	ΔΚΖ2	373	436	458	831	51,4	45	0	-45	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	13,1	15,9	18	11	56		1,81	18,1
500	Αρναία	Χαλκιδικής	ΔΚΖ6	83	171	586	669	51,8	12	16	4	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>2</sub>	C f b	9,5	11,4	33	22	90	20	0,96	18,9
501	Κασσάνδρεια	Χαλκιδικής	ΔΚΖ2	293	420	565	858	52,9	34	1	-34	B <sub>3'</sub> b <sub>3'</sub> d D	C s a	14,2	16,2	22	14	68		1,51	18,8
502	Νέος Μαρμαράς	Χαλκιδικής	ΔΚΖ2	345	426	468	813	50,8	42	0	-42	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	12,7	15,7	18	12	65		1,74	16,7
503	Πολύγυρος	Χαλκιδικής	ΔΚΖ4	166	276	571	738	52,9	23	2	-21	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C s a	11,5	13,3	25	16	73	62	1,26	19,8



A/A	Σταθμός	Νομός	1 ΔΚΖ	2 D <sub>an</sub>	3 D <sub>an'</sub>	4 AE <sub>an</sub>	5 I <sub>θ</sub>	6 C <sub>θ</sub>	7 I <sub>a</sub>	8 I <sub>h</sub>	9 I <sub>m</sub>	10 Thornthwaite	11 Köppen	12 MWI	13 BT	14 I	15 I <sub>p</sub>	16 Q	17 X	18 PER	19 ΕΘΕ
504	Ταξιάρχης	Χαλκιδικής	ΔΚΖ6	90	180	556	645	53,2	14	34	20	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>2</sub>	C s b	8,4	10,5	38	28	98		0,84	19,1
505	Αλικιανός	Χανίων	ΔΚΖ1	386	520	586	973	48,8	40	46	6	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	19,2	19,2	35	18	144		0,94	15,1
506	Ασκήφου	Χανίων	ΔΚΖ3	145	250	591	736	46,0	20	231	211	B <sub>2'</sub> a' s A	C s b	11,5	14,4	94	47	346		0,32	13,8
507	Βουκολιές	Χανίων	ΔΚΖ1	372	505	594	966	48,9	39	57	18	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	C s a	19,1	19,1	39	20	161		0,84	15,1
508	Κάνδανος	Χανίων	ΔΚΖ2	278	403	568	846	47,6	33	81	49	B <sub>2'</sub> a' s <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	C s a	16,2	17,0	47	24	186		0,67	14,8
509	Λάκκοι	Χανίων	ΔΚΖ2	256	379	585	841	47,7	30	97	66	B <sub>2'</sub> a' s <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	C s a	16,1	16,9	52	26	215		0,60	15,0
510	Νεροκούρος	Χανίων	ΔΚΖ1	381	514	589	970	48,5	39	27	-12	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	19,2	19,2	29	15	126		1,13	14,8
511	Παλαιά Ρούματα	Χανίων	ΔΚΖ2	290	416	594	884	48,2	33	106	73	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	C s a	17,7	17,7	55	29	222		0,58	15,1
512	Παλαιοχώρα	Χανίων	ΔΚΖ1	470	608	552	1022	49,6	46	1	-45	B <sub>4'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	19,9	19,9	19	9	87	138	1,81	14,9
513	Σούδα	Χανίων	ΔΚΖ1	325	454	555	880	47,3	37	13	-24	B <sub>3'</sub> a' d C <sub>1</sub>	C s a	17,8	17,8	24	12	99	128	1,31	14,4
514	Χανιά	Χανίων	ΔΚΖ1	339	469	581	919	47,0	37	9	-28	B <sub>3'</sub> a' d C <sub>1</sub>	C s a	18,6	18,6	23	12	106	131	1,38	13,8
515	Χίος	Χίου	ΔΚΖ1	421	556	516	937	51,1	45	19	-25	B <sub>3'</sub> b <sub>4'</sub> s C <sub>1</sub>	C s a	18,2	18,2	25	12	102	141	1,34	16,6
516	Μαίναλο 1	Αρκαδίας	ΔΚΖ2	120	220	543	664	49,9	18	67	49	B <sub>1'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>2</sub>	C s b	8,5	11,5	46	26	134		0,67	17,1
517	Υμηπός 1	Αττικής	ΔΚΖ1	290	416	488	779	49,5	37	1	-36	B <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> d D	C s a	12,3	15,0	20	11	75		1,56	16,9
518	Ορβηλος 1	Δράμας	ΔΚΖ7	60	139	522	582	54,5	10	47	37	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C s b	6,5	8,6	43	27	99		0,73	19,5
519	Ροδόπη 1	Δράμας	ΔΚΖ7	5	33	445	450	58,3	1	188	187	C <sub>2'</sub> b <sub>2'</sub> r A	D f c	2,0	4,7	97	61	196		0,35	18,5
520	Ροδόπη 2	Δράμας	ΔΚΖ7	9	45	532	541	54,7	2	119	118	C <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C f b	5,8	7,4	69	47	163		0,46	18,7
521	Χορτιάτης 1	Θεσσαλονίκης	ΔΚΖ3	137	241	507	644	53,2	21	18	-3	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s C <sub>1</sub>	C s b	8,3	10,5	31	19	86		1,03	19,4
522	Πίνδος 1	Ιωαννίνων	ΔΚΖ7	42	111	500	542	54,7	8	145	137	C <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> r A	C f b	5,8	7,5	74	45	168		0,42	18,4
523	Σμόλικας 1	Ιωαννίνων	ΔΚΖ5	27	84	426	453	58,1	6	267	261	C <sub>2'</sub> b <sub>2'</sub> r A	D f c	2,9	4,9	120	70	238		0,28	17,9
524	Αροάνια 1	Κορινθίας	ΔΚΖ5	80	167	413	493	54,2	16	169	153	C <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s A	C s b	4,1	6,1	79	45	201		0,40	16,2
525	Πάρωνας 1	Λακωνίας	ΔΚΖ5	106	202	426	532	51,2	20	73	53	C <sub>2'</sub> b <sub>4'</sub> s B <sub>2</sub>	C s b	4,5	7,2	47	26	131		0,66	15,5
526	Βόρας 1	Πέλλης	ΔΚΖ7	64	145	470	535	56,6	12	128	116	C <sub>2'</sub> b <sub>2'</sub> s A	D s b	5,9	7,3	69	42	156		0,46	20,4
527	Βόρας 2	Πέλλης	ΔΚΖ6	54	129	442	496	57,8	11	130	119	C <sub>2'</sub> b <sub>2'</sub> s A	D s b	4,4	6,2	71	43	146		0,46	19,8
528	Κάτω Όλυμπος 1	Πιερίας	ΔΚΖ2	153	260	618	772	52,6	20	47	27	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>1</sub>	C s a	12,1	14,2	41	26	127		0,79	19,7
529	Όλυμπος 1	Πιερίας	ΔΚΖ7	31	91	370	401	63,5	8	267	260	C <sub>1'</sub> b <sub>1'</sub> r A	D s c	0,8	3,5	125	70	234		0,28	17,7
530	Όλυμπος 2	Πιερίας	ΔΚΖ7	106	201	551	657	53,0	16	96	80	B <sub>1'</sub> b <sub>3'</sub> s B <sub>3</sub>	C s b	8,5	11,0	57	33	159		0,56	19,4
531	Πιέρια 1	Πιερίας	ΔΚΖ7	49	122	465	515	56,3	10	88	78	C <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> r B <sub>3</sub>	D s b	4,6	6,7	57	33	123		0,56	18,7
532	Οίτη 1	Φθιώπιδας	ΔΚΖ5	76	161	382	457	57,2	17	170	153	C <sub>2'</sub> b <sub>2'</sub> s A	D s c	2,9	5,0	82	45	173		0,39	16,7
533	Βαρνούς 1	Φλωρίνης	ΔΚΖ6	48	120	414	462	58,9	10	102	92	C <sub>2'</sub> b <sub>2'</sub> s B <sub>4</sub>	D s c	3,1	5,2	64	40	121		0,52	19,3
534	Χολομώντας 1	Χαλκιδικής	ΔΚΖ2	115	213	597	712	52,5	16	13	-3	B <sub>2'</sub> b <sub>3'</sub> d C <sub>1</sub>	C f a	10,3	12,6	31	22	87		1,03	19,2
535	Λευκά Όρη 1	Χανίων	ΔΚΖ2	215	333	531	746	46,7	29	114	85	B <sub>2'</sub> a' s <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	C s a	11,7	14,6	56	29	236		0,54	14,6

### Διαγράμματα Bagnouls-Gausсен

Ένας απλός τρόπος για να εξαχθούν κάποια πρώτα συμπεράσματα σχετικά με τη βλάστηση μιας εξωτροπικής περιοχής, είναι η μελέτη των κλιματικών διαγραμμάτων Bagnouls-Gausсен των μετεωρολογικών της σταθμών και, πιο συγκεκριμένα, η απαρίθμηση των μηνών με μέση θερμοκρασία  $>10^{\circ}\text{C}$  (θερμοί μήνες), όπως και εκείνων της ξηρής περιόδου, δηλαδή των μηνών για τις οποίους το μέσο ύψος βροχόπτωσης είναι μικρότερο (αριθμητικά) από το διπλάσιο της μέσης θερμοκρασίας τους ( $P < 2T$ ). Στον πίνακα 10 δίνεται ο αριθμός των σταθμών κάθε ΔΚΖ σε σχέση με τον αριθμό των μηνών, που η μέση θερμοκρασία του αέρα είναι μεγαλύτερη των  $10^{\circ}\text{C}$ , ενώ το ίδιο γίνεται στον πίνακα 11 σε σχέση με τον αριθμό των μηνών, που η μέση βροχόπτωση υπολείπεται (αριθμητικά) του διπλάσιου της μέσης θερμοκρασίας τους ( $P < 2T$ ).

**Πίνακας 10:** Αριθμός σταθμών κάθε ΔΚΖ σε σχέση με τον αριθμό των μηνών, για τους οποίους η μέση θερμοκρασία του αέρα είναι μεγαλύτερη των  $10^{\circ}\text{C}$ .

		ΔΚΖ1	ΔΚΖ2	ΔΚΖ3	ΔΚΖ4	ΔΚΖ5	ΔΚΖ6	ΔΚΖ7	Σύνολο
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΝΩΝ ΜΕ $T > 10^{\circ}\text{C}$	0								0
	1							1	1
	2							1	1
	3					2	1		3
	4					2	1	1	4
	5					3	4	6	13
	6		1	3	19	47	18	1	89
	7		1	7	42	34	7		91
	8	1	20	83	56	16	1		177
	9	5	25	2	2				34
	10	12	24						36
	11	16	14						30
	12	44	12						56
Σύνολο		78	97	95	119	104	32	10	535

Από τον πίνακα 10 συμπεραίνεται, ότι σε περιοχές με μέση θερμοκρασία  $>10^{\circ}\text{C}$  για 9-12 μήνες κυριαρχούν οι σχηματισμοί (δάση και θαμνώνες) των ΔΚΖ1 και ΔΚΖ2, για 3-6 μήνες οι σχηματισμοί των ΔΚΖ5, ΔΚΖ6 και ΔΚΖ7, ενώ για 1-2 μήνες μόνο εκείνοι της ΔΚΖ7. Στις περιοχές με θερμοκρασία  $>10^{\circ}\text{C}$  για 7-8 μήνες κυριαρχούν οι σχηματισμοί των ΔΚΖ3 και ΔΚΖ4, αλλά ανάλογα με τη θερμοκρασία του θερμότερου και ψυχρότερου μήνα ευδοκίμουν και δάση των ΔΚΖ5 και ΔΚΖ6 (σε ΒΔ, Β, ΒΑ και Α εκθέσεις), καθώς και σχηματισμοί της ΔΚΖ2. Βάσει των εξισώσεων των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002), μόνο οι κορυφές των ελληνικών ορέων με υψόμετρο άνω των 2400 m, δηλαδή τα καθαρά αλπικά λιβάδια (ΔΚΖ8), αποτελούν τις περιοχές, όπου η μέση μηνιαία θερμοκρασία δεν υπερβαίνει ποτέ τους  $10^{\circ}\text{C}$ .

Το γεγονός, ότι η ερυθρελάτη και η δασική πεύκη (ΔΚΖ7) αρκούνται σε ελάχιστη βλαστική περίοδο 2 μηνών, η οξιά (ΔΚΖ6), η ποδισκοφόρος και η απόδισκος δρυς σε 4 περίπου μήνες και η κασταλιά (ΔΚΖ4) σε 6 τουλάχιστον μήνες (Μουλόπουλος 1965β), είναι εμφανές στον πίνακα 10, επιβεβαιώνοντας τα γραφόμενα σε προηγούμενο κεφάλαιο, πως η χρήση του αριθμού των θερμών μηνών αντί των -σπανίως διαθέσιμων- θερμών ημερών οδηγεί σε ίδια περίπου συμπεράσματα.

Από τον πίνακα 11 συμπεραίνεται, ότι τα δάση των ΔΚΖ6 και ΔΚΖ7 ανέχονται το πολύ μέχρι 2 μήνες ξηρασίας για την ευδοκιμήσή τους, ενώ τα δάση ελάτης και μαύρης πεύκης (ΔΚΖ5) ευδοκιμούν ακόμα και σε περιοχές με 4 ξηρούς μήνες. Τα δάση της ΔΚΖ4 ευδοκιμούν σε περιοχές με 1-5 μήνες ξηρασίας, ενώ οι σχηματισμοί της ΔΚΖ3 έως και 6 μήνες ξηρασίας. Τέλος, οι δασικοί σχηματισμοί των ΔΚΖ1 και ΔΚΖ2 ευδοκιμούν σε περιοχές με 4-7 ξηρούς μήνες οι πρώτοι και 2-6 μήνες οι δεύτεροι. Είναι φανερό, ότι ο υγροβιότερος χαρακτήρας της ΔΚΖ2, σε σχέση με τη ΔΚΖ1, δεν γίνεται εύκολα αντιληπτός με την χρήση μόνο της διάρκειας της ξηρής περιόδου, αλλά απαιτείται για τον σκοπό αυτό και η γνώση του μέσου ετήσιου ύψους υετού ή άλλων δεικτών, που να το εμπεριέχουν. Έτσι, για περιοχές με 5-6

**Πίνακας 11:** Αριθμός σταθμών κάθε ΔΚΖ σε σχέση με τον αριθμό των ξηρών μηνών (Nx), δηλαδή των μηνών που το μέσο ύψος βροχής υπολείπεται (αριθμητικά) του διπλάσιου της μέσης θερμοκρασίας τους ( $P < 2T$ ).

		ΔΚΖ1	ΔΚΖ2	ΔΚΖ3	ΔΚΖ4	ΔΚΖ5	ΔΚΖ6	ΔΚΖ7	Σύνολο
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΝΩΝ ΜΕ $P < 2T$ (ΞΗΡΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ)	0					8	7	5	20
	1			4	3	13	13	3	36
	2		3	9	37	52	12	2	115
	3		22	29	48	16			115
	4	3	22	43	29	14			111
	5	35	42	6	2	1			86
	6	35	8	2					45
	7	5		1					6
	8			1					1
	9								0
	10								0
	11								0
	12								0
Σύνολο		78	97	95	119	104	32	10	535

ξηρούς μήνες, οι περισσότεροι σταθμοί της ΔΚΖ1 διαφέρουν εκείνων της ΔΚΖ2 στο ότι οι πρώτοι έχουν, συνήθως, ετήσιο ύψος υετού  $P_{an} < 600$  (700) mm, δείκτη De Martone  $I < 24$  και, ακόμα καλύτερα, δείκτη Pinna  $I_p < 13$ .

Είναι, συνεπώς, απαραίτητη η χρήση μιας επιπλέον πληροφορίας, σχετικής με το μέσο ετήσιο ύψος υετού (Pan) ή έστω κάποιο δείκτη, που να εμπεριέχει το Pan, ως συμπληρωματικής της διάρκειας της ξηρής περιόδου (Nx). Τέτοιο συνδυασμό χρησιμοποίησε ο Ντάφης (1973) στην περιγραφή των ζωνών βλάστησης της Ελλάδας. Επιπλέον, με τη βοήθεια των μεταβλητών Pan και Nx είναι δυνατός ο κατά προσέγγιση υπολογισμός του μέσου ετήσιου υδατικού ελλείμματος ( $D_{an}$ ), όπως θα δειχθεί πιο κάτω. Έτσι, μπορεί να ειπωθεί (σχήμα 66), ότι ανεξάρτητα της διάρκειας της ξηρής περιόδου απαιτείται τουλάχιστον:

Pan  $\geq$  800 mm για τους σχηματισμούς της ΔΚΖ7

Pan  $\geq$  650 mm για τους σχηματισμούς της ΔΚΖ6

Pan  $\geq$  500 mm για τους σχηματισμούς της ΔΚΖ5

Pan  $\geq$  450 mm για τους σχηματισμούς της ΔΚΖ4

Pan  $\geq$  450 mm για τους σχηματισμούς της ΔΚΖ2

Pan  $\geq$  300 mm για τους σχηματισμούς της ΔΚΖ3.

Όσον αφορά τον ένα σταθμό της ΔΚΖ5 (Δρίζα Κορινθίας) και τους δύο σταθμούς της ΔΚΖ4 (Μεταξάδες και Φέρρες Έβρου) με 5 ξηρούς μήνες, καθώς και τους δύο σταθμούς της ΔΚΖ3 (Πύργος και Βραχιά Θεσσαλονίκης) με 7 και 8 ξηρούς μήνες αντίστοιχα, αποκλείεται να έχουν πραγματικά μια τόσο μεγάλη ξηροθερμική

περίοδο, βάσει των βροχομετρικών δεδομένων των γειτονικών τους σταθμών. Η μεγάλη ξηροθερμική περίοδος, που εμφανίζεται εδώ, πρέπει να οφείλεται σε εσφαλμένες μετρήσεις βροχόπτωσης κάποιων μηνών ή στη μικρή χρονική περίοδο των δεδομένων τους.

### **Βιοκλιματική κατάταξη UNESCO-FAO και ομβροθερμικό πηλίκο $P_e/M$ του Emberger**

Τα σχετικά με τον υπολογισμό του ξηροθερμικού δείκτη ( $X$ ) του Gausseu έχουν εκτεθεί σε προηγούμενη ενότητα. Με τη βοήθειά του πραγματοποιήθηκε η βιοκλιματική ταξινόμηση UNESCO-FAO (1963), που παρουσιάζεται στον πίνακα 12 (από Φλόκα 1990) και ο βιοκλιματικός χάρτης της μεσογειακής ζώνης. Στη χαρτογράφηση αυτή έχει θεωρηθεί, μεταξύ των άλλων, ότι (UNESCO-FAO 1963):

- Ένας θερμός μήνας είναι εκείνος, του οποίου η μέση θερμοκρασία είναι πάνω από  $20^{\circ}\text{C}$  και ως εκ τούτου δεν υφίσταται κίνδυνος παγετού.
- Θερμή περίοδος είναι μία περίοδος διαδοχικών θερμών μηνών.
- Ψυχρός μήνας είναι ένας μήνας με μέση θερμοκρασία  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ .
- Ψυχρή περίοδος είναι η περίοδος διαδοχικών ψυχρών μηνών.
- Όταν η μέση θερμοκρασία του πιο ψυχρού μήνα ( $T_{\psi}$ ) είναι άνω των  $15^{\circ}\text{C}$ , ο παγετός είναι σπάνιο φαινόμενο και οι τόποι με  $T_{\psi}=15^{\circ}\text{C}$  αντιμετωπίζονται ως οριογραμμή μεταξύ των περιοχών ελεύθερων παγετού και εκείνων, όπου παρατηρούνται παγετοί. (Να σημειωθεί, ότι ίδια σχεδόν συμπεράσματα προκύπτουν από τα σχήματα 15 και 17 της παρούσας εργασίας για την σχέση της απολύτου ελαχίστης θερμοκρασίας και του μέσου αριθμού ημερών παγετού με τη μέση θερμοκρασία εκάστου μηνός στον ελλαδικό χώρο).
- Κλίματα με  $T_{\psi}$  μεταξύ  $-5^{\circ}\text{C}$  και  $+15^{\circ}\text{C}$  διακρίνονται ως εξής:  
 $15^{\circ}\text{C} > T_{\psi} > 10^{\circ}\text{C}$  = θερμά εύκρατα  
 $10^{\circ}\text{C} > T_{\psi} > 0^{\circ}\text{C}$  = εύκρατα  
 $0^{\circ}\text{C} > T_{\psi} > -5^{\circ}\text{C}$  = ψυχρά εύκρατα.

Οι υποδιαιρέσεις του θερμομεσογειακού και μεσομεσογειακού βιοκλίματος με «ξηρή περίοδο αρκετά μεγάλη» προσδιορίζονται με το επίθετο «έντονος», ενώ εκείνες με «ξηρή περίοδο μικρότερη» με το επίθετο «ασθενής».

Οι σπουδαιότερες τιμές του ξηροθερμικού δείκτη, από οικολογικής απόψεως, είναι εκείνες των 40 και 200 ημερών, που προσδιορίζουν (κατά τον Gausseu, 1954) τα όρια του καθαρώς μεσογειακού κλίματος (χαρακτηριζόμενο από ήπιους βροχερούς χειμώνες και ξηρά καλοκαίρια), έχοντας ως κριτήριο τις περιοχές όπου ακμάζει η ελιά χωρίς να χρειάζεται πότισμα. Αν και ο Gausseu (1954) δεν διευκρινίζει, αν αναφέρεται στην αγριελιά (*Olea europaea* var. *silvestris*) ή στις καλλιεργήσιμες ποικιλίες της (*Olea europaea* var. *europaea*), εντούτοις από τα γραφόμενά του, την εργασία των Tselepidakis and Theocharatos (1989) και το χάρτη της γεωγραφικής εξάπλωσης των καλλιεργειών ελιάς των Walter und Straka (1970, αναφερόμενοι από Horvat et al. 1974) προκύπτει, ότι πιθανότατα ισχύει το δεύτερο.

Μεταξύ των δεικτών 200 και 300 υπάρχει ενίοτε ελιά (Νότιο Μαρόκο), αλλά εκεί πρόκειται περί σταθμών μεμονωμένων, με ελαιόδεντρα καλλιεργούμενα σε βαθιά, αρδευόμενα εδάφη. Ομοίως σε περιοχές με  $X < 40$  δεν αναπτύσσεται η ελιά ή δεν δίνει κανονική καρποφορία. Προς τον σκοπό τούτο, ο Gausseu (1954) παραθέτει τον ξηροθερμικό δείκτη ορισμένων σταθμών της Γαλλίας, της Ισπανίας και της Πορτογαλίας. Για όσους, όμως, εκ των σταθμών αυτών ήταν εφικτό να βρεθούν οι μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες του ψυχρότερου μήνα (από [www.weatherbase.com](http://www.weatherbase.com)),

<b>Πίνακας 12</b>			
<b>ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ UNESCO – FAO (1963)</b>			
<b>1. ΖΕΣΤΑ ΚΛΙΜΑΤΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑ ΕΥΚΡΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΑ</b> (μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (T <sub>ψ</sub> ) πάντοτε θετική)			
	Ερημικά	Αληθινή έρημος Έρημος	355 < X ≤ 365 300 < X ≤ 355
	Υποερημικά	Ξηρή περίοδος αρκετά μεγάλη » » μικρότερη	250 < X ≤ 300 200 < X ≤ 250
ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ	Ξηροθερμομεσογειακό		150 < X ≤ 200
	Θερμομεσογειακό	Ξηρή περίοδος αρκετά μεγάλη » » μικρότερη	125 < X ≤ 150 100 < X ≤ 125
	Μεσομεσογειακό	Ξηρή περίοδος αρκετά μεγάλη » » μικρότερη	75 < X ≤ 100 40 < X ≤ 75
	Υπομεσογειακό		X ≤ 40
ΕΥΚΡΑΤΟ ΑΞΕΡΙΚΟ	Με υπόξηρη περίοδο		X = 0
	Θερμό Εύκρατο (15° > T <sub>ψ</sub> > 10°)		X = 0
	Εύκρατο (10° > T <sub>ψ</sub> > 0°)		X = 0
ΤΡΟΠΙΚΟ	Θερμό T <sub>ψ</sub> > 15°C	Ξηρή εποχή μεγάλης διάρκειας Ξηρή εποχή μέσης διάρκειας Ξηρή εποχή βραχείας διάρκειας Ξηρή εποχή πολύ βραχείας διάρκειας	150 < X ≤ 200 100 < X ≤ 150 40 < X ≤ 100 X ≤ 40
	Εύκρατο T <sub>ψ</sub> < 15°C	Ξηρή εποχή μεγάλης διάρκειας Ξηρή εποχή μέσης διάρκειας Ξηρή εποχή βραχείας διάρκειας Ξηρή εποχή πολύ βραχείας διάρκειας	150 < X ≤ 200 100 < X ≤ 150 40 < X ≤ 100 X ≤ 40
ΔΙΞΕΡΙΚΟ (2 ΞΗΡΕΣ ΠΕΡΙΟΔΟΙ)	Θερμό T <sub>ψ</sub> > 15°C	Ξηρή περίοδος μεγάλης διάρκειας » » μέσης » » » βραχείας » » » πολύ βραχείας διάρκειας	150 < X ≤ 200 100 < X ≤ 150 40 < X ≤ 100 X ≤ 40
	Εύκρατο T <sub>ψ</sub> < 15°C	Ξηρή περίοδος μεγάλης διάρκειας » » μέσης » » » βραχείας » » » πολύ βραχείας διάρκειας	150 < X ≤ 200 100 < X ≤ 150 40 < X ≤ 100 X ≤ 40
	Θερμό αξερίκο	Ισημερινό (T <sub>ψ</sub> > 20°C) Υποίσημερινό (15°C < T <sub>ψ</sub> < 20°C)	X = 0 X = 0
<b>2. ΨΥΧΡΑ ΚΛΙΜΑΤΑ ΚΑΙ ΨΥΧΡΑ ΕΥΚΡΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΑ</b>			
Ψυχρό ερημικό	παγετώδης + ξηρή περίοδος = 11 έως 12 μήνες		
Ψυχρό υποερημικό	» + » » = 9 έως 10 μήνες		
Ψυχρό στεπλικό	» + » » = 5 έως 8 μήνες		
Ψυχρό υποαξερίκο	» + » » = 2 έως 4 μήνες		
Ψυχρό αξερίκο	παγωμένη περίοδος: 1 έως 4 μήνες » » : 5 έως 8 μήνες » » : 9 έως 11 μήνες		
<b>3. ΠΑΓΕΤΩΔΗ ΚΛΙΜΑΤΑ</b> (Μέση μηνιαία θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (T <sub>θ</sub> ) πάντοτε αρνητική)			
παγωμένη περίοδος = 12 μήνες			

διαπιστώνεται ότι οι περιοχές με ελιές έχουν  $m > 1^{\circ}\text{C}$  (Avignon, Saragosse κλπ). Συνεπώς, κύριος περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη της ελιάς, στις περισσότερες από αυτές τις περιοχές, είναι η επικράτηση χαμηλών χειμερινών θερμοκρασιών, όπως ακριβώς συμβαίνει και στη χώρα μας. Στην Ελλάδα, η αγριελιά αποτελεί χαρακτηριστικό είδος της ζώνης Oleo-Ceratonion (ΔΚΖ1), ενώ στη ζώνη Quercion ilicis (ΔΚΖ2) η καλλιέργεια της ελιάς βρίσκεται στα ψυχροδρία της (Ντάφης 1973). Βέβαια, η καλλιέργεια της ελιάς έχει επεκταθεί και σε ψυχρότερες θέσεις της ΔΚΖ2 (π.χ. περιοχή Αλεξανδρούπολης), όπως και των ΔΚΖ3 (οροπέδιο Κανδήλας Αρκαδίας) και ΔΚΖ4 (λεκανοπέδιο Μεγαλόπολης Αρκαδίας), όπου παρατηρούνται προβλήματα από παγετούς. Σε αυτές τις περιοχές η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα κυμαίνεται μεταξύ  $1^{\circ}\text{C}$  και  $3^{\circ}\text{C}$ , ενώ από τα σχήματα 54 και 62 προκύπτει, ότι η ΔΚΖ1 παύει να υπάρχει για  $m < 3^{\circ}\text{C}$ . Η ψυχρότερη περιοχή της Ελλάδας, όπου φύτευται η αγριελιά, πρέπει να είναι οι ΝΑ πλαγιές του Κάτω Ολύμπου (Bergmeier 1990), όπου σε υψόμετρο 300 μέτρων εκτιμάται (μέσω των εξισώσεων των Γκουβά και Σακελλαρίου 2002) ότι είναι  $m = 2,3^{\circ}\text{C}$ . Ακόμα και στη νότια Κριμαία, όπου φύτευται αγριελιά (Αθανασιάδης 1986α), είναι  $m = 1^{\circ}\text{C}$  και  $T_{\psi} = 4^{\circ}\text{C}$  (σταθμός Γιάλτας, από [www.weatherbase.com](http://www.weatherbase.com)). Ωστόσο, στα βόρεια παράλια της Ισπανίας (La Coruna) και Πορτογαλίας (Porto) δεν ευθύνονται οι χειμερινές θερμοκρασίες για την εξαφάνιση της ελιάς, καθώς εκεί είναι  $m > 5^{\circ}\text{C}$ , αλλά ο υπομεσογειακός ή αζηρικός χαρακτήρας του βιοκλίματος, λόγω των εκεί πολλών θερινών βροχοπτώσεων, που ενδεχομένως προκαλούν την ανάπτυξη ασθενειών.

Σύμφωνα με τον Gaussen (1954) στις περιοχές εξάπλωσης της ελιάς επικρατεί μεσομεσογειακό, θερμομεσογειακό και ξηροθερμομεσογειακό βιοκλίμα. Στη χώρα μας, με εξαίρεση τα παράλια του βόρειου Ιονίου και της κεντρικής Μακεδονίας (σχήμα 19), η ελιά απαντάται κυρίως στις περιοχές με θερμομεσογειακό και ξηροθερμομεσογειακό βιοκλίμα, εξαιτίας των κάπως χαμηλότερων χειμερινών θερμοκρασιών, που παρατηρούνται στις ελληνικές περιοχές με μεσομεσογειακό βιοκλίμα, σε σχέση με τις αντίστοιχες στην ΒΔ Μεσόγειο. Ο Gaussen (1954) αναφέρει επίσης, ότι στη μεσομεσογειακή βιοκλιματική ζώνη βρίσκουν άριστες συνθήκες ανάπτυξης τα δέντρα, που φύονται στα βουνά της δυτικής Μεσογείου, όπως ο κέδρος του Άτλαντα, η Μαροκινή ελάτη και η *Quercus faginea*. Στην ίδια βιοκλιματική ζώνη αναπτύσσεται και η χαλέπιος πεύκη, αλλά προπάντων στη θερμομεσογειακή βιοκλιματική ζώνη, όπως και η Τούγια της Βαρβερίας, η οποία επεκτείνεται και στην ξηροθερμομεσογειακή βιοκλιματική ζώνη. Στην ξηροθερμομεσογειακή βιοκλιματική ζώνη συντηρείται η *Juniperus phoenicea*, η οποία, ωστόσο, στη χώρα μας ευδοκιμεί και σε υγροψυχροβιότερες βιοκλιματικές ζώνες, όπως στα όρη Υμηττός (Γκουβάς 2001) και Μελιδόνη (δυτικά του χωριού Στέρνα Αργολίδας) και σε υψόμετρο έως 800 m. Τέλος, η υποερημική βιοκλιματική ζώνη είναι η περιοχή των στεπών, ενώ οι τιμές του ξηροθερμικού δείκτη  $> 300$  προσδιορίζουν επακριβώς την ερημική ζώνη και οι τιμές  $X > 350$  την πραγματική έρημο, δηλαδή τις περιοχές με ένα ή περισσότερα έτη χωρίς βροχή (Gaussen 1954).

Από τον σύνολο των εξεταζόμενων σταθμών αυτής της μελέτης, μόνο οι 130 διέθεταν τα απαραίτητα κλιματικά στοιχεία για τον υπολογισμό του X, ο οποίος δίνεται στον πίνακα 9. Η διανομή τους ανά ΔΚΖ και ανά τύπο βιοκλιματικής ταξινόμησης UNESCO-FAO δίνεται στον πίνακα 13 (για τη ΔΚΖ7 δεν υπήρχαν σταθμοί με διαθέσιμα δεδομένα για τον υπολογισμό του X).

Από τον πίνακα 13 προκύπτει, ότι οι σχηματισμοί της ΔΚΖ2 απαιτούν για την ανάπτυξή τους λιγότερο έντονες ξηροθερμικές συνθήκες από εκείνους της ΔΚΖ1. Οι



**Πίνακας 13:** Κατανομή 130 μετεωρολογικών σταθμών διαφόρων ΔΚΖ της Ελλάδας σε σχέση με τους τύπους της βιοκλιματικής ταξινόμησης UNESCO-FAO .

ΒΙΟΚΛΙΜΑ	X (days)	ΔΚΖ1	ΔΚΖ2	ΔΚΖ3	ΔΚΖ4	ΔΚΖ5	ΔΚΖ6	Σύνολο
Ψυχρό Υποαξερικό	0						1	1
Ψυχρό Αξερικό	0						1	1
Υπομεσογειακό	1 - 40			1	4	2	4	11
Ασθενές Μεσομεσογειακό	40 - 75		2	6	13	8		29
Έντονο Μεσομεσογειακό	75 - 100	1	15	14	1	2		33
Ασθενές Θερμομεσογειακό	100 -125	10	8	1				19
Έντονο Θερμομεσογειακό	125 -150	28	2					30
Ξηροθερμομεσογειακό	>150	6						6
Σύνολο		45	27	22	18	12	6	130

πρώτοι κυριαρχούν στις περιοχές με έντονο μεσομεσογειακό και ασθενές θερμομεσογειακό βιοκλίμα, ενώ οι δεύτεροι σε περιοχές με θερμομεσογειακό και ξηροθερμομεσογειακό βιοκλίμα. Γενικά οι σχηματισμοί των αειφύλλων πλατυφύλλων αποφεύγουν το υπομεσογειακό βιοκλίμα. Το ίδιο εμφανής είναι η απαίτηση των δασών των ΔΚΖ4 και ΔΚΖ5 για λιγότερο έντονες ξηροθερμικές συνθήκες από τους σχηματισμούς της ΔΚΖ2, καθώς και των δασών της ΔΚΖ6 από όλες τις άλλες.

Ένα παλαιότερο κριτήριο εξάπλωσης της ελιάς και του μεσογειακού κλίματος κατ' επέκταση, εθεωρείτο το πηλίκο του μέσου ύψους υετού των τριών θερινών μηνών δια της μέσης μέγιστης θερμοκρασίας του θερμότερου μήνα ( $P_e/M$ ), που συνιστάται από τον Emberger για παράλληλη χρήση με το ομώνυμο ομβροθερμικό πηλίκο ως δείκτη της θερινής ξηρασίας (Μουλόπουλος 1965β). Το πηλίκο  $P_e/M$  δεν πρέπει, όσον αφορά την εξάπλωση της ελιάς, να υπερβαίνει την τιμή 7, άνω της οποίας το κλίμα παύει να είναι μεσογειακό από καθαρά οικολογικής σκοπιάς, παρά το θερινό ελάχιστο των βροχοπτώσεων (Γραικιώτης 1954, Gaussen 1954). Το κριτήριο αυτό δεν είναι βέβαια τόσο πετυχημένο, όσο η τιμή του ξηροθερμικού δείκτη  $X=40$ , διότι ισχύει μεν για την κοιλάδα του Rhône, αλλά όχι για άλλες περιοχές (Toulouse, Lauragais, Pampelune), όπου με τιμή 5,5 ή ακόμα και 5 οι περιοχές αυτές δεν μπορούν να συμπεριληφθούν στην μεσογειακή ζώνη (Gaussen 1954), οπότε μάλλον η τιμή 5 του εν λόγω πηλίκου οριοθετεί το μεσογειακό κλίμα με τη στενή έννοια του όρου (Barberis et al. 1992, αναφερόμενοι σε άλλους ερευνητές). Το ίδιο και στην Ελλάδα, το πηλίκο  $P_e/M$  εφαρμοζόμενο στους εξεταζόμενους 535 ελληνικούς σταθμούς κυμαίνεται μεταξύ των παρακάτω τιμών:

ΔΚΖ1: 0 - 1,7 (με >1, μόνο οι σταθμοί Λήμνου, Βόλου, καθώς και Στέρνας, Σκαφιδακίου, Προσύμνης και Αμυγδαλιάς Αργολίδας)

ΔΚΖ2: 0,3 - 5,0

ΔΚΖ3: 1,1 - 5,7 (με >5, μόνο οι σταθμοί Ξάνθης, Ανατολής Ιωαννίνων και Περδικακίου Αιτωλοακαρνανίας)

ΔΚΖ4: 1,3 - 6,3

ΔΚΖ5: 1,1 - 7,4

ΔΚΖ6: 3,3 - 10,8

ΔΚΖ7: 3,8 - 14,9

Από το σύνολο των 42 σταθμών της ΔΚΖ6 και της ΔΚΖ7 μόνον σε 7 από αυτούς το πηλίκο υπερβαίνει την τιμή 7 και από εκείνους της ΔΚΖ5 μόνον σε δύο. Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι οι τιμές 1 και 5 του πηλίκου  $P_e/M$  έχουν κάποια οικολογική αξία για τις ζώνες βλάστησης της Ελλάδας, καθώς σε περιοχές με τιμές >1 παύουν συνήθως να εμφανίζονται σχηματισμοί της θερμότερης και ξηρότερης ζώνης των αειφύλλων πλατυφύλλων (ΔΚΖ1), ενώ σε περιοχές με τιμές >5 παύουν

συνήθως να εμφανίζονται σχηματισμοί της ψυχρότερης και υγρότερης ζώνης των αειφύλλων πλατυφύλλων (ΔΚΖ3 και ΔΚΖ2), συνεπώς παύει να αναπτύσσεται η τυπική μεσογειακή βλάστηση.

### Κλιματική ταξινόμηση Köppen

Σχετική με τον πίνακα 10 είναι η πρώτη κλιματική ταξινόμηση του Köppen. Σύμφωνα με τον Ζαμπάκα (1981), ο Köppen, πέρα από την το γνωστότατη κλιματική του ταξινόμηση, είχε προβεί και σε μια άλλη, η οποία βασιζόταν στην κλιματική ταξινόμηση κατά Suran. Σε αυτή την κατάταξη υπολογίζεται η χρονική διάρκεια (σε μήνες) επικράτησης θερμοκρασιών μεγαλύτερων ή μικρότερων από τις οριακές ή βασικές των 10° και 20°C (κατά τον Suran, η  $T_{an} = 20^{\circ}\text{C}$  θεωρείται το προς τους πόλους όριο των αληγών και της βλάστησης του φοίνικα, ενώ η  $T_{\theta} = 10^{\circ}\text{C}$  θεωρείται το προς τους πόλους όριο βλάστησης των δένδρων και των δημητριακών), διακρίνοντας εννέα ζώνες:

α. Τροπική ή διακεκαυμένη ζώνη: Το σύνολο των περιοχών της γης με μέση μηνιαία θερμοκρασία όλων των μηνών μεγαλύτερη από 20°C.

β. Δύο υποτροπικές ζώνες: Από 4 μέχρι 11 μήνες επικρατεί μέση μηνιαία θερμοκρασία μεγαλύτερη από 20°C, ενώ κατά τους υπόλοιπους μήνες κυμαίνεται μεταξύ 10° και 20°C.

γ. Δύο εύκρατες ζώνες: Το πολύ 3 μήνες θερμοί ( $T > 20^{\circ}\text{C}$ ), οπότε από 4 μέχρι 12 μήνες επικρατεί ευκρασία ( $10^{\circ} < T < 20^{\circ}\text{C}$ ), ή πάνω από 4 μήνες θερμοί με τουλάχιστον 1 μήνα ψυχρό.

δ. Δύο ψυχρές ζώνες: 1-4 μήνες είναι εύκρατοι ( $10^{\circ}\text{C} < T < 20^{\circ}\text{C}$ ) και οι υπόλοιποι ψυχροί ( $T < 10^{\circ}\text{C}$ ).

ε. Δύο πολικές ζώνες: Όλοι οι μήνες έχουν  $T < 10^{\circ}\text{C}$ .

Αυτή η βάση διαίρεσης του κλίματος παρέχει την ευχέρεια μεταβολής του αριθμού των μηνών και προσθήκης ή αφαίρεσης ζωνών, αν τα χαρακτηριστικά του φυσικού κλίματος δικαιολογούν αναθεώρηση. Έτσι, ο Köppen πρόσθεσε αργότερα άλλες δύο ζώνες. Ως προς τα αυθαίρετα, κατά κάποιο τρόπο, όρια των 20°C και 10°C υπάρχουν αμφιβολίες. Μερικοί ερευνητές υποβιβάζουν τους 20°C στους 18°C, ενώ άλλοι προτιμούν τους 6°C στη θέση των 10°C (Ζαμπάκας 1981).

Στον πίνακα 14 δίνεται ο αριθμός των σταθμών κάθε ΔΚΖ σε σχέση με τις ζώνες της προαναφερόμενης κλιματικής κατάταξης του Köppen.

**Πίνακας 14:** Αριθμός σταθμών κάθε ΔΚΖ της Ελλάδας σε σχέση με τους τύπους της πρωταρχικής κλιματικής κατάταξης κατά Köppen.

Κλιματική ζώνη	ΔΚΖ1	ΔΚΖ2	ΔΚΖ3	ΔΚΖ4	ΔΚΖ5	ΔΚΖ6	ΔΚΖ7	Σύνολο
Ψυχρή					4	2	3	9
Εύκρατη	30	83	95	119	100	30	7	464
Υποτροπική	48	14						62
Σύνολο	78	97	95	119	104	32	10	535

Σύμφωνα με τον πίνακα 14, τα δάση και οι θαμνώνες των ΔΚΖ1 και ΔΚΖ2 αναπτύσσονται στην υποτροπική και εύκρατη κλιματική ζώνη, εκείνα των ΔΚΖ3 και ΔΚΖ4 αποκλειστικά στην εύκρατη κλιματική ζώνη, ενώ τα δάση των ΔΚΖ5, ΔΚΖ6 και ΔΚΖ7 αναπτύσσονται στην εύκρατη και ψυχρή κλιματική ζώνη, κατά την πρώτη κατάταξη του Köppen.

Οι παραπάνω κλιματική κατάταξη τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε τόσο από τον ίδιο τον Köppen, όσο και υπό άλλων, για να λάβει τη μορφή, που σήμερα

γνωρίζουμε και που αποτελεί το πλέον παγκοσμίως γνωστό σύστημα κλιματικής ταξινόμησης (Καρράς 1973).

Το σύστημα ταξινομήσεως κλιμάτων κατά Köppen βασίζεται κυρίως επί των μέσων ετήσιων και μηνιαίων τιμών της θερμοκρασίας του αέρα και του ύψους βροχής, ως και της εποχικής διανομής αυτών. Προς καθορισμό των διαφόρων κλιματικών περιοχών ο Köppen χρησιμοποίησε χαρακτηριστικές τιμές των ανωτέρω στοιχείων, με κύριο κριτήριο αρχικά την επίδρασή τους επί της βλάστησης. Οι διάφοροι κλιματικοί τύποι παριστάνονται δια κεφαλαίων γραμμάτων, αντιστοιχούντων σε ορισμένα όρια τιμών των χαρακτηριστικών στοιχείων, ούτως ώστε να καθίσταται δυνατή η διάκριση αυτών. Ο κλιματικός χαρακτήρας μιας περιοχής είναι δυνατόν να αποδοθεί, κατά την ταξινόμηση αυτή, δια τριών γραμμάτων, ο συνδυασμός των οποίων παρέχει τον κλιματικό τύπο αυτής.

Καταρχάς ο Köppen διέκρινε πέντε κύριους κλιματικούς τύπους, των οποίων η διαδοχή έχει μεγάλη σχέση με το γεωγραφικό πλάτος, αφού η διάκριση μεταξύ τους γίνεται με βάση τη μέση θερμοκρασία του αέρος, καθώς και έναν έκτο, που χαρακτηρίζει τα ξηρά γενικώς κλίματα. Έτσι, στον Α κλιματικό τύπο (τροπικά κλίματα) ο ψυχρότερος μήνας του έτους έχει μέση θερμοκρασία μεγαλύτερη των  $18^{\circ}\text{C}$ <sup>8</sup>. Στον C τύπο (θερμά εύκρατα κλίματα) ο ψυχρότερος μήνας έχει θερμοκρασία μεταξύ  $18^{\circ}\text{C}$  και  $-3^{\circ}\text{C}$ , στον D (ψυχρά εύκρατα κλίματα) ο ψυχρότερος μήνας έχει μέση θερμοκρασία μικρότερη των  $-3^{\circ}\text{C}$  και ο θερμότερος μήνας μεγαλύτερη των  $10^{\circ}\text{C}$ , ενώ στον ET (κλίμα τούντρας) ο θερμότερος μήνας παρουσιάζει θερμοκρασία μικρότερη των  $10^{\circ}\text{C}$ . Τέλος, στην κατηγορία EF (αιωνίων πάγων) η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα είναι μικρότερη των  $0^{\circ}\text{C}$ . Στο σημείο αυτό να ειπωθεί, ότι οι προαναφερθέντες κύριοι κλιματικοί τύποι του Köppen βασίζονται στην κατά de Candolle κλιματική διαίρεση των φυτών. Οι 5 τύποι φυτών και των αντίστοιχων κλιμάτων του Alphonse de Candolle είναι (Ζαμπάκας 1981):

A. Μεγάθερμα:  $T_{\psi} > 18^{\circ}\text{C}$ .

B. Ξηρόφυτα: Η βλάστηση καθορίζεται από τη βροχόπτωση.

C. Μεσόθερμα:  $-3^{\circ}\text{C} < T_{\psi} < 18^{\circ}\text{C}$  και  $T_{\theta} > 10^{\circ}\text{C}$ . Χειμώνας μικρής διάρκειας.

D. Μικρόθερμα:  $T_{\theta} > 10^{\circ}\text{C}$  και  $T_{\psi} < -3^{\circ}\text{C}$ . Μεγάλη χειμερινή περίοδος.

E. Πολικά:  $T_{\theta} < 10^{\circ}\text{C}$ . Χωρίς θερμή περίοδο.

Όπως προαναφέρθηκε, ο έκτος κύριος κλιματικός τύπος κατά Köppen χαρακτηρίζει τα ξηρά γενικώς κλίματα και συμβολίζεται με B. Το κριτήριο δε για τον χαρακτηρισμό ενός κλίματος ως ξηρού είναι ένας συνδυασμός θερμοκρασίας του αέρα και ύψους βροχής. Δεδομένου δε ότι η αποτελεσματικότητα της βροχής κατά το θέρος είναι ασθενέστερη εκείνης του χειμώνα, τα όρια των B-κλιμάτων σε περιοχές με άφθονες βροχές κατά το θέρος διαφέρουν των ορίων των ιδίων κλιμάτων για περιοχές με άφθονες βροχές κατά τον χειμώνα. Έτσι, για τον χαρακτηρισμό ενός κλίματος ως BS (κλίματα στέπας) πρέπει το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ( $P_{an}$ ), εκπεφρασμένο σε mm, για περιοχές που χαρακτηρίζονται από χειμερινές βροχοπτώσεις (το 70% της  $P_{an}$  να σημειώνεται το εξάμηνο Οκτωβρίου-Μαρτίου), να είναι μικρότερο του εικοσαπλάσιου της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας του αέρα, δηλαδή  $P_{an} < 20 * T_{an}$ . Αντιθέτως, για περιοχές με άφθονες βροχές κατά το θέρος (το 70% της  $P_{an}$  να σημειώνεται το εξάμηνο Απριλίου-Σεπτεμβρίου) πρέπει να ισχύει  $P_{an} < 20 * T_{an} + 280$ .

Η υποκατηγορία BW (ερημικά κλίματα) ορίζεται ως εξής:

α)  $P_{an} < 10 * T_{an}$  για άφθονες βροχές κατά τον χειμώνα,

<sup>8</sup> Η θερμοκρασία αυτή θεωρείται ουσιώδης για τη βλάστηση, αφού τα φυτά φέρουν καρπούς σε θερμοκρασίες συνήθως άνω των  $18^{\circ}\text{C}$ , υπό την προϋπόθεση της επαρκούς εδαφικής υγρασίας (Voliotis 1982).

β)  $P_{an} < 10 \cdot T_{an} + 140$  για άφθονες βροχές κατά το θέρος, αλλιώς έχουμε κατηγορία BS (κλίματα στέπας).

Εάν δεν υφίσταται μία σαφώς καθορισμένη εποχή βροχοπτώσεων, τότε τα κριτήρια είναι :

α)  $P_{an} < 20 \cdot T_{an} + 140$  για τα BS-κλίματα.

β)  $P_{an} < 10 \cdot T_{an} + 70$  για τα BW-κλίματα.

Τα κλίματα B χαρακτηρίζονται ως θερμά (h) αν  $T_{an} > 18^\circ\text{C}$  και ως ψυχρά (k) αν  $T_{an} < 18^\circ\text{C}$ .

Η εποχική διανομή του ύψους βροχής έχει αξία μόνον για τους C και D κύριους κλιματικούς τύπους, διότι στον A κλιματικό τύπο, εάν το ύψος βροχής ικανοποιεί τις ανάγκες της βλάστησης, δεν έχει σημασία ποια εποχή συμβαίνει το μέγιστο ή το ελάχιστο, καθόσον όλη τη διάρκεια του έτους η μέση θερμοκρασία του αέρα είναι ευνοϊκή για την ανάπτυξη των φυτών.

Δια του συμβόλου (s), ξηρό θέρος, χαρακτηρίζεται ένας κλιματικός τύπος, όταν το ύψος βροχής του ξηρότερου μηνός κατά τη διάρκεια του θέρους ( $P_{\xi}$ ) ισούται το πολύ προς το 1/3 του αντίστοιχου ύψους του χειμερινού μηνός ( $P_{\psi}$ ), του έχοντος το μεγαλύτερο μηνιαίο ύψος βροχής ή όταν το ύψος βροχής του είναι μικρότερο των 30 mm. Αντιστοίχως διά του (w), ξηρός χειμώνας, χαρακτηρίζεται ένας κλιματικός τύπος, όταν ο ξηρότερος χειμερινός μήνας έχει ύψος βροχής μικρότερο του 1/10 του βροχερότερου μήνα του θέρους. Σε όποιες περιπτώσεις δεν πληρούνται τα παραπάνω, ο κλιματικός τύπος χαρακτηρίζεται διά του συμβόλου (f), δηλαδή χωρίς ξηρή εποχή.

Τέλος, για τον πλήρη χαρακτηρισμό του κλίματος μιας περιοχής χρησιμοποιείται και ένα τρίτο σύμβολο, εξαρτώμενου από τη μέση θερμοκρασία του αέρα:

- Μέση θερμοκρασία αέρα θερμότερου μήνα μεγαλύτερη των  $22^\circ\text{C}$  (κλίματα πολύ θερμού θέρους).
- Μέση θερμοκρασία αέρα θερμότερου μήνα μικρότερη των  $22^\circ\text{C}$ , αλλά για 4 τουλάχιστον μήνες η μέση θερμοκρασία του αέρα να είναι μεγαλύτερη των  $10^\circ\text{C}$  (κλίματα θερμού θέρους).
- Μέση θερμοκρασία του αέρα μεγαλύτερη των  $10^\circ\text{C}$  για λιγότερους των τεσσάρων μηνών, αλλά με μέση θερμοκρασία ψυχρότερου μήνα μεγαλύτερη των  $-38^\circ\text{C}$  (κλίματα δροσερού θέρους).
- Μέση θερμοκρασία αέρα του ψυχρότερου μήνα μικρότερη των  $-38^\circ\text{C}$  (κλίματα με δριμείς χειμώνες).

Στον πίνακα 15 δίνεται ο αριθμός των σταθμών κάθε ΔΚΖ της Ελλάδας σε σχέση με τους τύπους της κλιματικής κατάταξης κατά Köppen. Από τον πίνακα 15 προκύπτει, ότι η κατά Köppen κλιματική διαίρεση της Ελλάδας δεν βοηθάει πολύ στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη βλάστησή της, αφού, για παράδειγμα, στον κλιματικό τύπο με τη μεγαλύτερη γεωγραφική εξάπλωση στον ελλαδικό χώρο, δηλαδή τον Csa, ευδοκιμούν δάση και θαμνώνες των πέντε από τις επτά ΔΚΖ. Είναι προφανές, ότι αυτό οφείλεται, κατά κύριο λόγο, στο μεγάλο θερμοκρασιακό εύρος της κατηγορίας των θερμών εύκρατων κλιμάτων C ( $-3^\circ\text{C} < T_{\psi} < 18^\circ\text{C}$ ), όπου συμπεριλαμβάνονται κλίματα με καθόλου έως πολύ συχνούς και έντονους παγετούς κατά το χειμώνα. Επίσης, δεν είναι ευκρινής η, πολύ σημαντική για την ελληνική βλάστηση, διάρκεια και ένταση της ξηροθερμικής περιόδου. Βέβαια, τα δάση των ορεινών περιοχών (ΔΚΖ5, ΔΚΖ6 και ΔΚΖ7) δείχνουν σαφή προτίμηση για τους κλιματικούς τύπους Csb, Cfb, Dsb, Dsc και Dfc, δηλαδή αποφεύγουν το πολύ θερμό θέρος. Συνεπώς η κρίσιμη, κατά τον Köppen, θερμοκρασία των  $22^\circ\text{C}$  για τον θερμότερο μήνα έχει οικολογική αξία και για την ελληνική περιοχή.

**Πίνακας 15:** Αριθμός σταθμών κάθε ΔΚΖ της Ελλάδας σε σχέση με τους τύπους της κλιματικής κατάταξης κατά Köppen.

Κλιματικός τύπος	ΔΚΖ1	ΔΚΖ2	ΔΚΖ3	ΔΚΖ4	ΔΚΖ5	ΔΚΖ6	ΔΚΖ7	Σύνολο
Dfc					1		1	2
Dsc					1	1	1	3
Dsb						1	2	3
Cfb			2	8	29	18	3	60
Cfa		3	6	16	5			30
Csb		1	15	31	56	10	3	116
Csa	74	93	67	64	12	2		312
BSh	2							2
Bsk	2		5					7
Σύνολο	78	97	95	119	104	32	10	535

Εντύπωση προκαλεί η ύπαρξη των ημίξηρων (στεππωδών) κλιματικών τύπων BSh (σταθμοί Αίγινας και Ελληνικού) και BSk (σταθμοί Σπάτων, Βόλου, Σωτήριου, Νέας Μηχανιώνας, Σέδες, Πύργου Θεσσαλονίκης και Βραχιάς). Περιλαμβάνουν, δηλαδή, τις ξηρότερες περιοχές των νομών Αττικής, Μαγνησίας, Λαρίσης και Θεσσαλονίκης. Βέβαια, οι σταθμοί αυτοί εντάσσονται οριακά στην κατηγορία BS, σύμφωνα με τους μαθηματικούς τύπους του Köppen και, φυσικά, η βλάστηση των περιοχών αυτών δεν είναι στεππική.

### Κλιματική ταξινόμηση Thornthwaite και βιοκλιματική ταξινόμηση Emberger

Η κλιματική ταξινόμηση κατά Thornthwaite, αν και χρησιμοποιείται για τη διαίρεση του κλίματος σε παγκόσμια κλίμακα, όπως του Köppen, είναι πιο κατάλληλη για την ανάδειξη της κλιματικής πολυμορφίας της Ελλάδας, οφειλόμενης στην γεωγραφική της θέση, στο ανάγλυφο και στη διανομή ξηράς-θάλασσας, σε αντίθεση με την κλιματική ταξινόμηση του Köppen, η οποία, εφαρμοζόμενη στον ελληνικό χώρο, δίνει μια πολύ μικρότερη ποικιλία κλιμάτων (Καρράς 1973). Στηρίζεται στον υπολογισμό της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής, βάσει της οποίας και με τη βοήθεια των βροχοπτώσεων μιας περιοχής υπολογίζονται, στην συνέχεια, η πραγματική εξατμισοδιαπνοή, το έλλειμμα και το πλεόνασμα του ύδατος της περιοχής αυτής, καθώς και κάποιοι άλλοι χρήσιμοι κλιματικοί δείκτες (Καρράς 1973, Critchfield 1983, Μαχαίρας και Μπαλαφούτης 1984, Φλόκας 1990), που θα αναφερθούν παρακάτω. Ακριβώς λόγω των μεταβλητών που χρησιμοποιεί, η κλιματική κατάταξη κατά Thornthwaite δείχνει ιδιαίτερα χρήσιμη για γεωργικούς (Μαχαίρας και Μπαλαφούτης 1984) και κατ' επέκταση δασολογικούς σκοπούς.

Μπορεί η εργασία, η απαιτούμενη για τον υπολογισμό των απαραίτητων παραμέτρων αυτής της κλιματικής κατάταξης, να είναι επίπονη, ιδιαίτερα παλαιότερα όταν δεν υπήρχαν ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Ωστόσο αποτελεί μεγάλο πλεονέκτημα το γεγονός, ότι για τον υπολογισμό του ισοζυγίου ύδατος οποιουδήποτε μηνός λαμβάνεται υπόψη το συσσωρευμένο στο έδαφος νερό από τις βροχοπτώσεις προηγούμενων μηνών, κάτι που αφενός είναι ρεαλιστικό και αφετέρου δεν μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση άλλων γνωστών κλιματικών δεικτών ξηρότητας-υγρασίας, όπως π.χ. οι δείκτες των De Martonne, Pinna και Gaussen.

Με την κλιματική ταξινόμηση του ελλαδικού χώρου κατά Thornthwaite ασχολήθηκε ο Καρράς (1973). Χρησιμοποιώντας 50 μετεωρολογικούς σταθμούς από όλη την Ελλάδα διέκρινε 29 κλιματικούς τύπους, χωρίς όμως να τους συσχετίσει με

τη δασική βλάστηση. Διάκριση των κλιματικών τύπων της ΒΔ Ελλάδας (Ηπείρου) κατά Thornthwaite πραγματοποίησε ο Σούλης (1994) χρησιμοποιώντας 17 μετεωρολογικούς σταθμούς, χωρίς και αυτός να ασχοληθεί με τη σχέση των κλιματικών τύπων με τη φυσική βλάστηση της περιοχής. Μόνο ο Παπούλιας (1973), αφού υπολόγισε το υδατικό ισοζύγιο του μετεωρολογικού σταθμού Πετρουλίου Τρικάλων για εδάφη διαφορετικής υδατοχωρητικότητας, ασχολήθηκε με τη σχέση του δείκτη επάρκειας υγρασίας (πηλίκο πραγματικής/δυναμικής εξατμισοδιαπνοής) με τους σταθμικούς τύπους του δάσους Πετρουλίου. Ωστόσο, προσεκτική αντιπαράθεση των μελετών του Καρρά (1973) και του Σούλη (1994) με εκείνης του Ντάφη (1973) οδηγεί στη διαπίστωση, ότι περιοχές διαφορετικών ζωνών βλάστησης, ανήκουν και σε διαφορετικούς κλιματικούς τύπους κατά Thornthwaite. Υπάρχει, δηλαδή, αντιστοιχία μεταξύ της κλιματικής κατάταξης Thornthwaite και της δασικής βλάστησης της Ελλάδας, η οποία θα διερευνηθεί παρακάτω μέσω ενός πολύ μεγαλύτερου πλήθους μετεωρολογικών σταθμών. Θα διερευνηθεί, επίσης, η σχέση των δεικτών της κλιματικής κατάταξης Thornthwaite με απλούστερους κλιματικούς δείκτες και μεταβλητές.

Με τη βοήθεια της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας καθενός από τους 535 σταθμούς υπολογίστηκαν οι μέσες μηνιαίες τιμές της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής (PE) σύμφωνα με τον εμπειρικό τύπο του Thornthwaite (Κωτούλας 1986, Φλόκας 1990). Στην συνέχεια, με τη χρήση των μέσων μηνιαίων υψών υετού (P) υπολογίστηκαν οι μηνιαίες και ετήσιες τιμές: της διαφοράς P-PE, της συσσωρευμένης δυνητικής απώλειας ύδατος (APWL), του αποθηκευμένου εδαφικού νερού (St), της μεταβολής αυτού από μήνα σε μήνα ( $\Delta St$ ), της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής (AE), του ελλείμματος (D) και του πλεονάσματος (S) υγρασίας κάθε σταθμού, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφεται λεπτομερώς από τον Καρρά (1973) και τους Μαχαίρα και Μπαλαφούτη (1984) και αναπτύχθηκε συνοπτικά σε προηγούμενη ενότητα. Να διευκρινιστεί, ότι ο υπολογισμός του υδατικού ισοζυγίου κατά Thornthwaite έγινε για εδάφη με ικανότητα κατακράτησης ύδατος 300 mm, οπότε η σχέση μεταξύ της συσσωρευμένης δυνητικής απώλειας ύδατος (APWL) με το αποθηκευμένο εδαφικό νερό (St), παίρνει τη μορφή:

$$APWL=300*\ln(St/300)$$

Με βάση τις παραπάνω παραμέτρους υπολογίστηκαν οι εξής δείκτες της κλιματικής κατάταξης Thornthwaite:

1) Ο δείκτης θερμικής αποτελεσματικότητας ( $I_{\theta}$ ), που ισούται με τη μέση ετήσια δυναμική εξατμισοδιαπνοή και αντιπροσωπεύει ουσιαστικά τη θερμοκρασία ή τη θερμική επίδραση στην ταξινόμηση αυτή. Ο δείκτης αυτός, μαζί με τα αντίστοιχα σύμβολα των 9 τύπων κλίματος, δίδονται στον πίνακα 16 (Καρράς 1973, Critchfield 1983).

2) Ο δείκτης θερινής συγκέντρωσης ( $C_{\theta}$ ), που ισούται με το ποσοστό στα εκατό της μέσης ετήσιας PE, που συγκεντρώνουν οι τρεις θερινοί μήνες. Οι τιμές αυτού, μαζί με τα αντίστοιχα σύμβολα των κλιματικών τύπων, δίνονται επίσης στον πίνακα 16 (Καρράς 1973, Critchfield 1983).

3) Ο δείκτης υγρασίας ( $I_v$ ), που καθορίζει την επάρκεια υγρασίας του εδάφους, μέσω της διαφοράς του ελλείμματος (D) από το πλεόνασμα υγρασίας (S), χωριστά για κάθε μήνα και που δίνεται από τη σχέση:

$$I_v = 100*(S-D)/PE$$

Για ολόκληρο το έτος, η επάρκεια υγρασίας καθορίζεται από το δείκτη  $I_m$ , που είναι το άθροισμα των 12 μηνιαίων δεικτών υγρασίας  $I_v$ .



Με βάση τα όρια διαμόρφωσης των τιμών του  $I_m$  καθορίζονται εννέα τύποι κλίματος. Οι τύποι αυτοί μαζί με τα σύμβολα τους δίνονται στον πίνακα 17 (Καρράς 1973, Critchfield 1983).

**Πίνακας 16:** Δείκτες  $I_\theta$  και  $C_\theta$  και οι αντίστοιχοι κλιματικοί τύποι κατά Thornthwaite.

Δείκτης θερμικής αποτελεσματικότητας ( $I_\theta$ )			Δείκτης θερινής συγκέντρωσης ( $C_\theta$ )	
Τύποι	Χαρακτηρισμός	$I_\theta$ (cm)	Τύποι	$C_\theta$ (%)
A'	Μεγάθερμα	114,0 και πάνω	a'	κάτω από 48,0
B <sub>4</sub> '	Μεσόθερμα	99,7 μέχρι 114,0	b <sub>4</sub> '	48,0 μέχρι 51,9
B <sub>3</sub> '	»	85,5 » 99,7	b <sub>3</sub> '	51,9 μέχρι 56,3
B <sub>2</sub> '	»	71,2 » 85,5	b <sub>2</sub> '	56,3 μέχρι 61,6
B <sub>1</sub> '	»	57,0 » 71,2	b <sub>1</sub> '	61,6 μέχρι 68,0
C <sub>2</sub> '	Μικρόθερμα	42,7 » 57,0	c <sub>2</sub> '	68,0 μέχρι 76,3
C <sub>1</sub> '	»	28,5 » 42,7	c <sub>1</sub> '	76,3 μέχρι 88,0
D'	Τούντρα	14,2 » 28,5	d'	πάνω από 88,0
E'	Παγωμένα	κάτω από 14,2		

**Πίνακας 17:** Κλιματικοί τύποι υγρασίας.

Τύπος κλίματος		Τιμές δείκτη υγρασίας ( $I_m$ )
Σύμβολο	Χαρακτηρισμός	
A	Διάβροχο	πάνω από 100 (%)
B <sub>4</sub>	Υγρό	80 μέχρι 100
B <sub>3</sub>	Υγρό	60 μέχρι 80
B <sub>2</sub>	Υγρό	40 μέχρι 60
B <sub>1</sub>	Υγρό	20 μέχρι 40
C <sub>2</sub>	Ημίυγρο προς υγρό	0 μέχρι 20
C <sub>1</sub>	Ημίυγρο προς ξηρό	-33,3 μέχρι 0
D	Ημίξηρο	-66,7 μέχρι -33,3
E	Ξηρό	-100 μέχρι -66,7

**Πίνακας 18:** Εποχιακή υγρομετρική κατάσταση της ταξινόμησης Thornthwaite.

Υγρά Κλίματα (A, B, C <sub>2</sub> )			Δείκτης Ξηρότητας ( $I_a$ )
r	καθόλου ή μηδαμινό έλλειμμα νερού		0 μέχρι 10 (%)
s	μέτριο έλλειμμα κατά το θέρος		10 » 20
w	» » » το χειμώνα		10 » 20
s <sub>2</sub>	μεγάλο » » το θέρος		πάνω από 20
w <sub>2</sub>	» » » το χειμώνα		» » 20
Ξηρά Κλίματα (C <sub>1</sub> , D, E)			Δείκτης Υγρότητας ( $I_h$ )
d	καθόλου ή μηδαμινό πλεόνασμα νερού		0 μέχρι 16,7 (%)
s	μέτριο πλεόνασμα κατά το χειμώνα		16,7 » 33,3
w	» » » το θέρος		16,7 » 33,3
s <sub>2</sub>	μεγάλο » » το χειμώνα		πάνω από 33,3
w <sub>2</sub>	» » » το θέρος		» » 33,3

4) Οι δείκτες ξηρότητας ( $I_a$ ) και υγρότητας ( $I_h$ ), που χρησιμοποιούνται για να φανερώσουν τις εποχιακές μεταβολές του δείκτη υγρασίας ( $I_m$ ). Στα υγρά κλίματα, το μέσο ετήσιο έλλειμμα νερού ( $D_{an}$ ), εκφραζόμενο ως ποσοστό επί τοις εκατό (%) της μέσης ετήσιας ΡΕ, αποτελεί το δείκτη ξηρότητας  $I_a$ . Απεναντίας, στα ξηρά κλίματα το μέσο ετήσιο πλεόνασμα νερού, εκφραζόμενο σαν ποσοστό επί τοις εκατό (%) της μέσης ετήσιας ΡΕ, αποτελεί το δείκτη υγρότητας  $I_h$ . Τόσο τα σύμβολα όσο και τα όρια των δεικτών  $I_a$  και  $I_h$  παρέχονται στον πίνακα 18 (Καρράς 1973, Critchfield 1983).

Στο σημείο αυτό πρέπει να διευκρινιστεί, ότι ο όρος υδατικό έλλειμμα (D) αναφέρεται στο λεγόμενο κλιματικό έλλειμμα νερού και το οποίο πρέπει να διακριθεί από το εδαφικό υδατικό έλλειμμα. Ο πρώτος όρος αναφέρεται στην ποσότητα του νερού, που απαιτείται να εξατμιστεί από μια περιοχή, αλλά η απαίτηση αυτή δεν μπορεί να ικανοποιηθεί από το διαθέσιμο εδαφικό νερό, ενώ ο δεύτερος στη διαφορά μεταξύ της υδατοχωρητικότητας και της περιεχόμενης υγρασίας ενός εδάφους σε δεδομένη χρονική στιγμή (Stephenson 1998).

Με τον συνδυασμό των παραπάνω δεικτών είναι δυνατό να παρασταθεί το κλίμα της περιοχής κάθε σταθμού με τα 4 αντίστοιχα γράμματα. Για παράδειγμα ο κλιματικός τύπος της Θεσσαλονίκης (Σέδες, Μίκρα) είναι B<sub>2</sub>'b<sub>3</sub>'dD. Για διευκόλυνση της ανάλυσης που θα ακολουθήσει, θεωρήθηκε σκόπιμο να αναγραφούν πρώτα η κατηγορίες του δείκτη I<sub>θ</sub> και τελευταίες εκείνες του I<sub>m</sub>.

Η επεξεργασία των κλιματικών δεδομένων των 535 σταθμών απέδωσε 89 κλιματικούς τύπους κατά Thornthwaite. Ο αριθμός των σταθμών για κάθε τύπο κλίματος και ΔΚΖ παρουσιάζεται στον πίνακα 19. Από τον εν λόγω πίνακα διαπιστώνεται αρχικά, ότι στον ελλαδικό δασικό χώρο εμφανίζεται μια πολύ μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων, που ανήκουν στις κατηγορίες τόσο των μικροθέρμων κλιμάτων C<sub>1</sub>' και C<sub>2</sub>', όσο και στις κατηγορίες των μεσοθέρμων κλιμάτων B<sub>1</sub>', B<sub>2</sub>', B<sub>3</sub>' και B<sub>4</sub>' κατά Thornthwaite. Στον θερμότερο κλιματικό τύπο, δηλαδή στον B<sub>4</sub>'b<sub>4</sub>'dD, ανήκουν οι σταθμοί της Παλαιοχώρας (Κρήτη) και της Καρπάθου, στο νοτιότερο άκρο της χώρας. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι υψηλότερες κορυφές στην Ελλάδα φτάνουν έως τα 2917 m ύψος, ενώ δεκάδες άλλες ξεπερνούν τα 2000 m, εκτιμάται, με τη βοήθεια των εξισώσεων των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002), ότι στα μικρόθερμα κλίματα C<sub>2</sub>' ανήκουν συνήθως περιοχές με υψόμετρο >1600 m στη νότια Ελλάδα, >1400 m στην κεντρική και >1200 m στη βόρεια Ελλάδα. Τέλος, στα μικρόθερμα κλίματα της κατηγορίας C<sub>1</sub>' εκτιμάται, ότι ανήκουν οι περιοχές με υψόμετρο άνω των 2100-2200 m, ενώ εκείνα της κατηγορίας D' ίσως να μην εμφανίζονται στον ελλαδικό χώρο, αφού ακόμα και για τον, πλησίον των βορείων ελληνικών συνόρων, βουλγαρικό σταθμό Musala (υψόμετρο 2925 m) η ετήσια PE υπολογίζεται σε 303 mm (δεδομένα θερμοκρασίας από <http://www.weatherbase.com/>).

Ειδικά με τις κατηγορίες B<sub>1</sub>', B<sub>2</sub>' και B<sub>3</sub>' του δείκτη I<sub>θ</sub> συνδυάζονται οι κατηγορίες a', b<sub>3</sub>' και b<sub>4</sub>' του δείκτη C<sub>θ</sub>, σχεδόν όλες οι κατηγορίες του δείκτη I<sub>m</sub> (από ξηρό έως και διάβροχο κλίμα), καθώς και οι κατηγορίες r, s και s<sub>2</sub> του δείκτη I<sub>a</sub> και d και s του δείκτη I<sub>h</sub>. Να σημειωθεί, ότι 73 σταθμοί έχουν διάβροχο κλίμα (A) με τιμές του I<sub>m</sub> μεταξύ 100 και 300%. Το γεγονός αυτό δεν είναι παράδοξο, αφού κατά το χειμερινό εξάμηνο σημειώνονται εκεί μηνιαία ύψη υετού 150-533 mm (π.χ. Ασκύφου Χανίων), ενώ η μηνιαία PE είναι μικρότερη των 50 mm, που σημαίνει ότι η διαφορά P-PE είναι, συνήθως, πλεονάζων ύδωρ.

Στον ψυχρότερο κλιματικό τύπο (C<sub>1</sub>'b<sub>1</sub>'rA) εκτιμάται ότι ανήκει ο θεωρητικός σταθμός Όλυμπος 1, που αντιπροσωπεύει τα ψυχροόρια της ΔΚΖ7, ενώ οι κλιματικοί τύποι κατά Thornthwaite, που χαρακτηρίζονται από την κατηγορία C<sub>2</sub>', είναι 7. Σε αυτούς ανήκουν μόνο δύο πραγματικοί σταθμοί μεγάλων υψομέτρων στην κεντρική (Περτούλι, με υψόμετρο 1180m) και βόρεια Ελλάδα (Λειβαδίτης, με υψόμετρο 1240m), στην περιοχή των οποίων εξαπλώνονται οι ΔΚΖ5 και ΔΚΖ6 αντίστοιχα. Πάντως, παρά τη σπανιότητα μετεωρολογικών σταθμών στα υψόμετρα εμφάνισης των μικρόθερμων κλιμάτων C<sub>1</sub>' και C<sub>2</sub>', με τη βοήθεια των θεωρητικών σταθμών που επιλέχθηκαν στα πλαίσια αυτής της μελέτης, από τον πίνακα 19 προκύπτει, ότι εκεί κυριαρχούν οι ΔΚΖ5, ΔΚΖ6 και ΔΚΖ7.

**Πίνακας 19:** Κατανομή των 535 μετεωρολογικών σταθμών ανά κλιματικό τύπο Thornthwaite και ΔΚΖ.

α/α	Κλιματικός τύπος	ΔΚΖ1	ΔΚΖ2	ΔΚΖ3	ΔΚΖ4	ΔΚΖ5	ΔΚΖ6	ΔΚΖ7	Σύνολο
1	C <sub>1</sub> 'b <sub>1</sub> 'rA							1	1
2	C <sub>2</sub> 'b <sub>2</sub> 'rA					1		1	2
3	C <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 'rA					1		2	3
4	C <sub>2</sub> 'b <sub>2</sub> 'sA					1	1	1	3
5	C <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 'sA					1			1
6	C <sub>2</sub> 'b <sub>2</sub> 'sB <sub>4</sub>						1		1
7	C <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 'rB <sub>3</sub>						1	1	2
8	C <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 'sB <sub>2</sub>					1			1
9	B <sub>1</sub> 'a'sA			1					1
10	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 'rA					7	3		10
11	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 'sA			1					1
12	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 'sA				3	7	1		11
13	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 'sB <sub>4</sub>				1	3	1		5
14	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 'rB <sub>3</sub>				1		1	1	3
15	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 'sB <sub>3</sub>					5	3	1	9
16	B <sub>1</sub> ' b <sub>3</sub> 'rB <sub>2</sub>				1			1	2
17	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 'sB <sub>2</sub>				2	3	5	1	11
18	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 'sB <sub>1</sub>				3	2	3		8
19	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>1</sub>					2			2
20	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 'sC <sub>2</sub>				8	1	6		15
21	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 's <sub>2</sub> C <sub>2</sub>					2			2
22	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 'sC <sub>1</sub>			1					1
23	B <sub>1</sub> 'b <sub>3</sub> 'dC <sub>1</sub>				12		1		13
24	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 'rA				1	11	1		13
25	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 'sA				2	14			16
26	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 'rB <sub>4</sub>			1					1
27	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 'sB <sub>4</sub>				1	8			9
28	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>4</sub>					1			1
29	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 'sB <sub>3</sub>			2	2	6	1		11
30	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>3</sub>					1			1
31	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 'sB <sub>2</sub>		1	1		1			3
32	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>2</sub>			1	1	3			5
33	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 'sB <sub>1</sub>					2			2
34	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>1</sub>			2	1	2			5
35	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 'sC <sub>2</sub>				2		1		3
36	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> C <sub>2</sub>			2	2				4
37	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 'sC <sub>1</sub>			1					1
38	B <sub>1</sub> 'b <sub>4</sub> 'dC <sub>1</sub>				2	1			3
39	B <sub>2</sub> 'a'sA			1					1
40	B <sub>2</sub> 'a's <sub>2</sub> B <sub>4</sub>		1	1					2
41	B <sub>2</sub> 'a's <sub>2</sub> B <sub>3</sub>		1						1
42	B <sub>2</sub> 'a's <sub>2</sub> B <sub>2</sub>		2						2
43	B <sub>2</sub> 'a's <sub>2</sub> C <sub>2</sub>		1						1
44	B <sub>2</sub> 'a'sC <sub>1</sub>		2						2
45	B <sub>2</sub> 'a'dD	1							1
46	B <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 'sB <sub>4</sub>			1		1			2
47	B <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>3</sub>					1			1
48	B <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 'sB <sub>2</sub>			1	1				2
49	B <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>2</sub>				1				1
50	B <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 'sB <sub>1</sub>		1		3		1		5
51	B <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>1</sub>				2				2
52	B <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 'sC <sub>2</sub>				1	1			2
53	B <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 's <sub>2</sub> C <sub>2</sub>		1	2	4				7
54	B <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 'sC <sub>1</sub>			2	3				5
55	B <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 'dC <sub>1</sub>		2	28	19	1			50
56	B <sub>2</sub> 'b <sub>3</sub> 'dD			21	2				23

57	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 'rA			1		3			4
58	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 'sA		1		5				6
59	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 'sB <sub>4</sub>		1	1	4	1			7
60	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>4</sub>			1		1			2
61	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 'sB <sub>3</sub>		1	2	9	2	1		15
62	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>3</sub>		2		2	1			5
63	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 'sB <sub>2</sub>				1	1			2
64	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>2</sub>		5	4	7				16
65	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>1</sub>		3	2	2	3			10
66	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 'sC <sub>2</sub>				2				2
67	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> C <sub>2</sub>		5	5	3				13
68	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 'sC <sub>1</sub>		6	3	1	1			11
69	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 'dC <sub>1</sub>		8	2	2				12
70	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 'dD	8	7	1					16
71	B <sub>2</sub> 'b <sub>4</sub> 'dE	1							1
72	B <sub>3</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>3</sub>			1					1
73	B <sub>3</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>2</sub>			3					3
74	B <sub>3</sub> 'a's <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	1	1						2
75	B <sub>3</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> B <sub>1</sub>		8						8
76	B <sub>3</sub> 'a's <sub>2</sub> C <sub>2</sub>		1						1
77	B <sub>3</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3	13						16
78	B <sub>3</sub> 'a'sC <sub>1</sub>	4	3						7
79	B <sub>3</sub> 'b <sub>3</sub> 'sC <sub>1</sub>			1					1
80	B <sub>3</sub> 'b <sub>4</sub> 'sC <sub>1</sub>	8	8						16
81	B <sub>3</sub> 'a's <sub>2</sub> C <sub>1</sub>		1						1
82	B <sub>3</sub> 'b <sub>4</sub> 's <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	1							1
83	B <sub>3</sub> 'a'dC <sub>1</sub>	3							3
84	B <sub>3</sub> 'b <sub>3</sub> 'dC <sub>1</sub>		2						2
85	B <sub>3</sub> 'b <sub>4</sub> 'dC <sub>1</sub>	6	4						10
86	B <sub>3</sub> 'a'dD	8							8
87	B <sub>3</sub> 'b <sub>3</sub> 'dD	4	1	2					7
88	B <sub>3</sub> 'b <sub>4</sub> 'dD	28							28
89	B <sub>4</sub> 'b <sub>4</sub> 'dD	2							2
	<b>Κλιματικός τύπος</b>	<b>ΔΚΖ1</b>	<b>ΔΚΖ2</b>	<b>ΔΚΖ3</b>	<b>ΔΚΖ4</b>	<b>ΔΚΖ5</b>	<b>ΔΚΖ6</b>	<b>ΔΚΖ7</b>	<b>Σύνολο</b>
	Σύνολο	78	97	95	119	104	32	10	535

Οι κλιματικοί τύποι κατά Thornthwaite, που χαρακτηρίζονται από την κατηγορία B<sub>1</sub>'<sub>1</sub>, είναι 30. Στις περιοχές επικράτησης των τύπων αυτών εξαπλώνονται κυρίως οι ΔΚΖ6, ΔΚΖ5 και ΔΚΖ4, με υπεροχή της τελευταίας στους δύο ξηρότερους κλιματικούς τύπους B<sub>1</sub>'b<sub>3</sub>'dC<sub>1</sub> και B<sub>1</sub>'b<sub>4</sub>'dC<sub>1</sub>. Φαίνεται, επίσης, ότι η ΔΚΖ6 αποφεύγει τα μεγάλου υδατικού ελλείμματος (s<sub>2</sub>) κλίματα της κατηγορίας B<sub>1</sub>'. Στον κλιματικό τύπο B<sub>1</sub>'a'sA (Τζερμιάδων Λασιθίου) ευδοκούν οι πρινώνες της ορεινής Κρήτης (ΔΚΖ3).

Οι κλιματικοί τύποι, που χαρακτηρίζονται από τα μεσόθερμα κλίματα B<sub>2</sub>'<sub>1</sub>, είναι 33. Στις περιοχές επικράτησης αυτών εξαπλώνονται κυρίως οι ΔΚΖ2, ΔΚΖ3 και ΔΚΖ4. Βασικά, η ΔΚΖ3 αποτελεί υποβαθμισμένο στάδιο της ΔΚΖ4 (Ντάφης 1973), με εξαίρεση ίσως τους ξηρότερους κλιματικούς τύπους B<sub>2</sub>'b<sub>3</sub>'dD και B<sub>2</sub>'b<sub>4</sub>'dD, τους οποίους φαίνεται η ΔΚΖ4 να αποφεύγει. Ειδικά στους κλιματικούς τύπους B<sub>2</sub>'b<sub>4</sub>'dD, B<sub>2</sub>'a'dD και B<sub>2</sub>'b<sub>4</sub>'dE κάνει την εμφάνισή της η ΔΚΖ1. Η ύπαρξη του τελευταίου κλιματικού τύπου, ωστόσο, πρέπει να γίνει δεκτή με επιφύλαξη, διότι το υπερβολικά χαμηλό ετήσιο ύψος βροχής των 265 mm, που παρατηρείται εκεί, πιθανώς οφείλεται σε εσφαλμένες μετρήσεις, καθόσον η βλάστηση της περιοχής γύρω από τον σταθμό αυτό (Σπάτων) σε καμιά περίπτωση δεν φανερώνει ένα τόσο ξηρό κλιματικό χαρακτήρα.

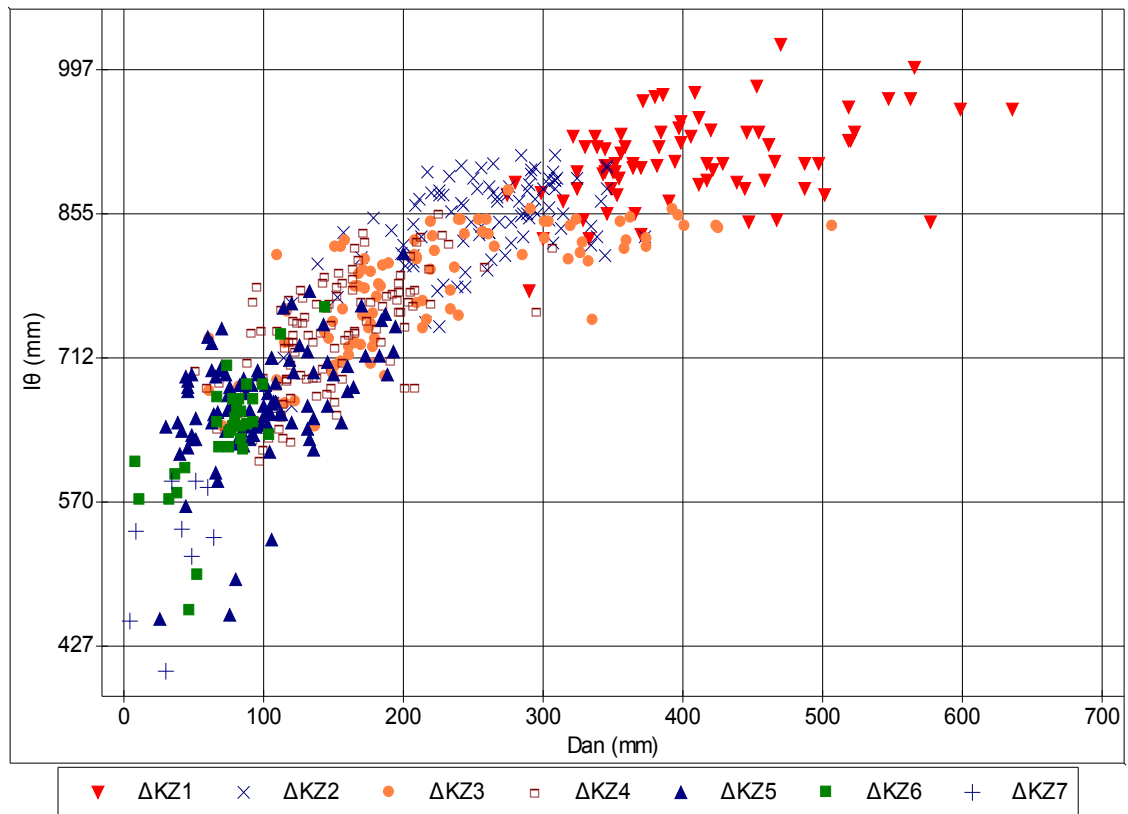
Σε ορισμένους από τους κλιματικούς τύπους της κατηγορίας B<sub>2</sub>' ευδοκμούν τα δάση ελάτης και μαύρης πεύκης (ΔΚΖ5). Πρέπει να διευκρινιστεί, ότι πρόκειται για περιορισμένης έκτασης δάση της *Abies cephalonica* και της *Pinus nigra*, εμφανιζόμενα αποκλειστικά σε Β, ΒΑ, Α και ΒΔ εκθέσεις, συχνά δε με υπόροφο αειφύλλων πλατυφύλλων. Το ίδιο ισχύει για τους δύο σταθμούς εμφάνισης της ΔΚΖ6 (Καρίτσα Λαρίσης και Άνω Πορρόια Σερρών).

Οι κλιματικοί τύποι κατά Thornthwaite, που χαρακτηρίζονται από την αμέσως επόμενη (θερμότερη) κατηγορία των μεσοθέρμων κλιμάτων B<sub>3</sub>', είναι 17. Σε αυτούς, καθώς και στον ακόμα θερμότερό τους κλιματικό τύπο B<sub>4</sub>'b<sub>4</sub>'dD, ευδοκμούν σχεδόν αποκλειστικά οι σχηματισμοί της ζώνης των αειφύλλων πλατυφύλλων, δηλαδή οι ΔΚΖ1 και ΔΚΖ2. Είναι φανερό, στον πίνακα 19, η προτίμηση των δασών και θαμνώνων της ΔΚΖ2 για τα υγρότερα κλίματα B<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> και C<sub>2</sub> και για αποφυγή των ξηρών κλιμάτων D, γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με τον χαρακτηρισμό τους ως υγροβιότερους εκείνων της ΔΚΖ1 (Κοντός 1909, Ντάφης 1973).

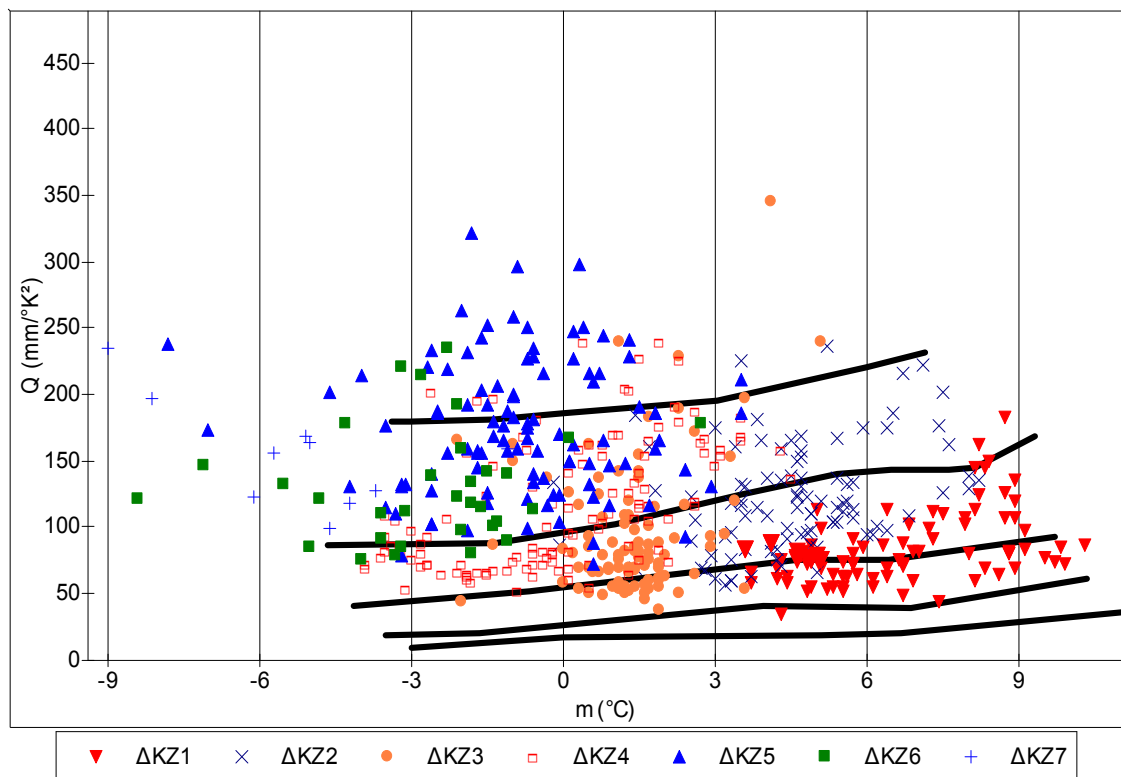
Εξαίρεση των παραπάνω αποτελεί ο κλιματικός τύπος B<sub>3</sub>'b<sub>3</sub>'sC<sub>1</sub>, που αντιπροσωπεύεται από σχηματισμούς της ΔΚΖ3 (Τρίκαλα). Προβληματικός είναι ο τύπος B<sub>3</sub>'b<sub>3</sub>'dD, που αντιπροσωπεύεται τόσο από σχηματισμούς της ΔΚΖ3, όσο και από εκείνους των ΔΚΖ1 και ΔΚΖ2. Η διαφορά έγκειται στον δείκτη θερινής συγκέντρωσης. Οι σταθμοί της ΔΚΖ3 έχουν C<sub>θ</sub>>53%, ενώ εκείνοι των ΔΚΖ1 και ΔΚΖ2 έχουν C<sub>θ</sub><53% (λόγω θερμότερου χειμώνα).

Από τη μέχρι τώρα ανάλυση προκύπτει, ότι υπάρχει αντιστοιχία μεταξύ των κλιματικών τύπων κατά Thornthwaite και των ΔΚΖ στην Ελλάδα, η οποία συμφωνεί και με την ποιοτική ταξινόμηση των φυτικών ειδών, που συνθέτουν αυτές τις ΔΚΖ, ως προς τις απαιτήσεις τους σε θερμοκρασία και υγρασία εδάφους (Ντάφης 1986). Φαίνεται, ωστόσο, πως αποκλειστικά για θέματα βλάστησης είναι προτιμότερο να λαμβάνεται υπόψη, αντί των δεικτών I<sub>m</sub>, I<sub>a</sub> και I<sub>h</sub>, μόνο το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα (D<sub>an</sub>), το οποίο χρησιμοποιείται έτσι και αλλιώς στους υπολογισμούς των παραπάνω δεικτών. Το D<sub>an</sub> σχετίζεται άμεσα με την ένταση και τη διάρκεια του στρες ξηρασίας, στο οποίο υπόκεινται τα φυτά (Stephenson 1998), επιδρώντας αρνητικά σε ένα μεγάλο αριθμό φυσιολογικών και μεταβολικών διεργασιών (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992). Κατά συνέπεια το D<sub>an</sub> πρέπει να επηρεάζει και τη γεωγραφική τους εξάπλωση, όπως έχει δείξει ο Stephenson (1998).

Για να αναδειχθεί η αξία της μεταβλητής D<sub>an</sub>, παραθέτονται στην συνέχεια τα διαγράμματα **D<sub>an</sub>-I<sub>θ</sub>** (δηλαδή το **διάγραμμα με τετμημένη** το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα D<sub>an</sub> **και τεταγμένη** το δείκτη θερμοκρασιακής αποτελεσματικότητας I<sub>θ</sub>) και **Q-m** (δηλαδή το **κλιματικό διάγραμμα Emberger, με τετμημένη** τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα m **και τεταγμένη** το ομβροθερμικό πηλίκιο Emberger Q), στα οποία παρουσιάζεται η κατανομή των 535 ελληνικών μετεωρολογικών σταθμών (σχήματα 53 και 54, αντίστοιχα). Η σύγκριση μεταξύ των διαγραμμάτων είναι κατά κύριο λόγο ποιοτική και βασίζεται στο απλό σκεπτικό, ότι όσο πιο ξεκάθαρη σε ένα διάγραμμα είναι η διάκριση των δασικών κλιματικών ζωνών από τα ξηρότερα και θερμότερα περιβάλλοντα προς τα υγρότερα και ψυχρότερα, τόσο πιο καλά σχετίζονται οι κλιματικές του μεταβλητές με τη φυσική βλάστηση. Το κλιματικό διάγραμμα Emberger θεωρήθηκε βασικό για αυτού του είδους την σύγκριση, καθώς χρησιμοποιείται ευρύτατα, τα τελευταία χρόνια, σε μελέτες της μεσογειακής βλάστησης (Ντάφης 1986). Σε αυτό το διάγραμμα, με έντονα μαύρες γραμμές γίνεται η διάκριση των βιοκλιματικών του ορόφων, όπως έχουν καθορισθεί από τον ίδιο τον Emberger (Nahal 1981). Σε όλα τα εξεταζόμενα, στην συνέχεια, διαγράμματα, κάθε ΔΚΖ (αριθμημένη από 1 έως 7) παριστάνεται με διαφορετικό σύμβολο, που επεξηγείται στο κάτω μέρος του διαγράμματος.



**Σχήμα 53:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα ( $D_{an}$ ) και τον δείκτη θερμικής αποτελεσματικότητας ( $I_{\theta}$ ) του Thornthwaite.



**Σχήμα 54:** Κλιματικό διάγραμμα Emberger. Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα ( $m$ ) και το ομβροθερμικό πηλίκο Emberger ( $Q$ ).



Συγκρίνοντας τα σχήματα 53 και 54 παρατηρείται, ότι η χρήση του διαγράμματος  $D_{an}-I_{\theta}$  υπερέρχει έναντι του διαγράμματος  $m-Q$ , διότι στη δεύτερη περίπτωση η κατανομή των επτά ΔΚΖ παρουσιάζεται πιο συγκεχυμένη.

Είναι γνωστό, για παράδειγμα, ότι οι σχηματισμοί της ΔΚΖ2 εμφανίζονται συνήθως στην ίδια θερμοκρασιακή ζώνη, αλλά σε υγρότερες θέσεις από εκείνες της ΔΚΖ1 (Κοντός 1909, Ντάφης 1973). Το γεγονός αυτό γίνεται αμέσως αντιληπτό με τη χρήση της μεταβλητής  $D_{an}$ , για τιμές της οποίας κάτω των 375 mm αρχίζει η εμφάνιση σταθμών αντιπροσωπευτικών της ΔΚΖ2 (σχήμα 53). Αντίθετα, στο σχήμα 54 δεν υπάρχει εμφανής διάκριση μεταξύ των ΔΚΖ1 και ΔΚΖ2 ως προς τις τιμές του ομβροθερμικού πηλίκου  $Q$ .

Κάτι ανάλογο συμβαίνει και με τις ΔΚΖ3 και ΔΚΖ4. Τα δάση και οι θαμνώνες της ΔΚΖ4 θεωρούνται απαιτητικότερα σε εδαφική υγρασία από εκείνα της ΔΚΖ3 (Κοντός 1909, Ντάφης 1973). Το γεγονός αυτό δεν είναι εμφανές στο κλιματικό διάγραμμα Emberger, σε αντίθεση με το διάγραμμα  $D_{an}-I_{\theta}$ , όπου οι αντιπροσωπευτικοί σταθμοί της ΔΚΖ4 αρχίζουν την εμφάνισή τους για  $D_{an} < 310$  mm. Η ύπαρξη σταθμών αντιπροσωπευτικών της ΔΚΖ3 για  $D_{an} < 310$  mm δεν αποτελεί πρόβλημα, διότι στις περισσότερες από αυτές τις περιπτώσεις οι σχηματισμοί της ΔΚΖ3 συνιστούν στάδιο υποβάθμισης εκείνων της ΔΚΖ4, εξαιτίας της βοσκής και των πυρκαγιών (Ντάφης 1973). Αντίθετα, με τη χρήση του ομβροθερμικού πηλίκου  $Q$  είναι αδύνατη η ανάδειξη των σχηματισμών της ΔΚΖ4 ως απαιτητικότερους σε εδαφική υγρασία από εκείνους της ΔΚΖ3. Γενικά μπορεί να ειπωθεί, ότι η κατανομή των ΔΚΖ στο διάγραμμα  $D_{an}-I_{\theta}$  προσεγγίζει ικανοποιητικά την κατά Ντάφη (1973) ιεράρχησή τους από τις ξηροθερμοβιότερες προς τις υγροψυχροβιότερες, κάτι που δεν γίνεται εύκολα αντιληπτό στο κλιματικό διάγραμμα Emberger. Και αυτό παρά το γεγονός, ότι η μέθοδος του Thornthwaite δεν λαμβάνει υπόψη τη σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας και την ταχύτητα του ανέμου στον υπολογισμό της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής, καθώς και το βάθος, την σύσταση, τον προσανατολισμό και την κλίση του εδάφους στον υπολογισμό του ισοζυγίου ύδατος. Επιπλέον, χρησιμοποιείται συχνότερα τιμή ικανότητας κατακράτησης ύδατος υπό του εδάφους ίση με 300 mm, τιμή μάλλον υπερβολική λαμβάνοντας υπόψη το σχετικά μικρό βάθος των ελληνικών δασικών εδαφών, αλλά και το γεγονός, ότι η διαθέσιμη για τα φυτά εδαφική υγρασία αποτελεί κλάσμα της ικανότητας κατακράτησης (Παπαμίχος 1990).

Να σημειωθεί, επίσης, ότι αν στο σχήμα 53 η τετμημένη αντικατασταθεί από τον δείκτη  $I_a$  η κατανομή των ΔΚΖ χειροτερεύει. Αυτό είναι λογικό, αφού σταθμοί με τελείως διαφορετικές τιμές  $D_{an}$  και  $I_{\theta}$  μπορεί να έχουν ίδια τιμή  $I_a$ , επειδή  $I_a = D_{an} / I_{\theta}$ . Ακόμα χειρότερα είναι τα πράγματα σε διαγράμματα  $I_m-I_{\theta}$ , και  $I_h-I_{\theta}$ , αφού οι δείκτες  $I_m$  και  $I_h$  εμπεριέχουν την περίσσεια ύδατος ( $S$ ), η οποία απορρέει και δεν χρησιμοποιείται από τα φυτά. Τα διαγράμματα αυτά δεν παρουσιάζονται στην συνέχεια της παρούσας μελέτης, εξαιτίας των φτωχών αποτελεσμάτων τους σε σύγκριση με το διάγραμμα  $D_{an}-I_{\theta}$ . Ειδικά για τον δείκτη  $I_m$  πρέπει να ειπωθεί, ότι μπορεί να έχει την ιδιότητα να είναι ανεξάρτητος από την υδατοϊκανότητα του εδάφους, σε αντίθεση με το έλλειμμα, την περίσσεια ύδατος και την πραγματική εξατμισοδιαπνοή, αποτελώντας έτσι έναν αντικειμενικό κλιματικό δείκτη υγρασίας ή ξηρασίας (Fang and Yoda 1990), ωστόσο για θέματα βλάστησης χρησιμότερο είναι πάντα το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα ( $D_{an}$ ), αφού στην πράξη αποδεικνύεται, ότι όσο πιο αβαθές (και συνεπώς όσο μικρότερης υδατοϊκανότητας) είναι ένα έδαφος, τόσο ξηροφυτικότερη βλάστηση φέρει.

Όσον αφορά την ύπαρξη μετεωρολογικών σταθμών της ΔΚΖ3 εντός της περιοχής του σχήματος 53, που καταλαμβάνεται από σταθμούς της ΔΚΖ1, οι πρώτοι

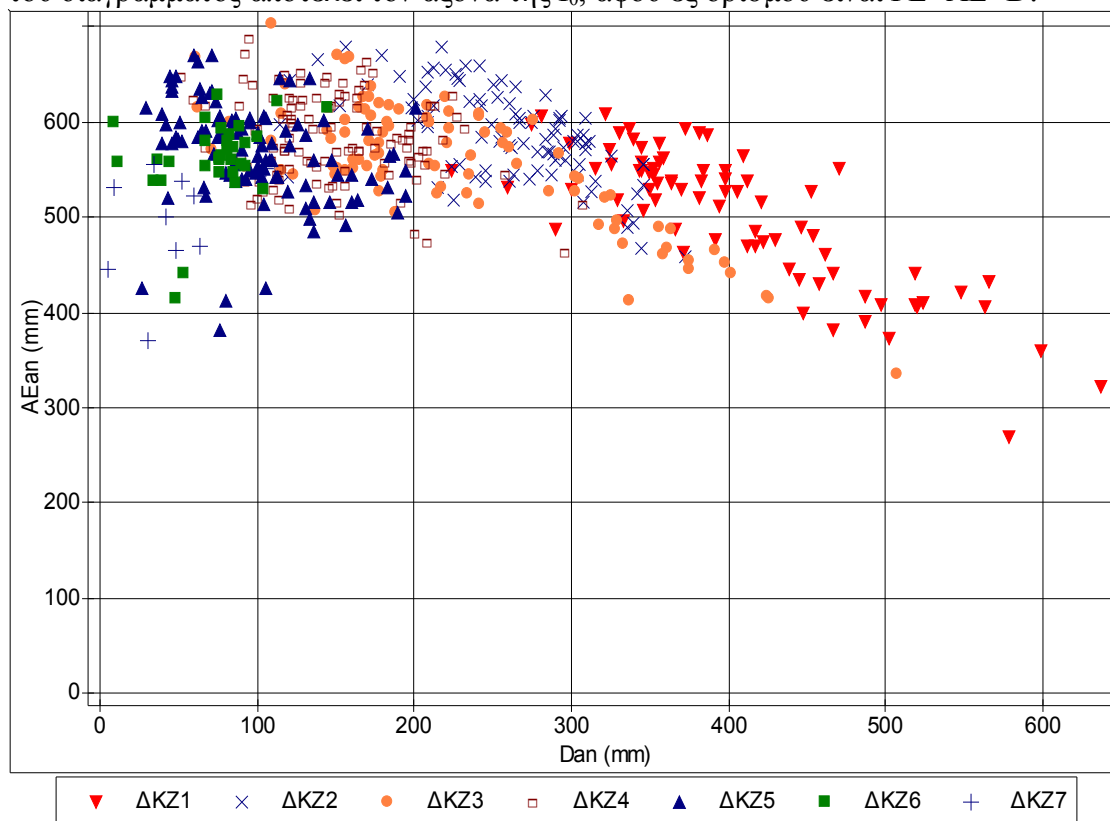
διαφέρουν από τους δεύτερους, ότι λόγω ψυχρότερου χειμώνα, παρουσιάζουν τιμές  $C_{\theta} \geq 52,2\%$  και συνεπώς ανήκουν όλοι στον κλιματικό τύπο  $b_3'$  κατά Thornthwaite. Αντίθετα, όλοι οι σταθμοί της ΔΚΖ1 της ίδιας περιοχής του διαγράμματος  $D_{an}-I_{\theta}$  (δηλαδή για  $I_{\theta} < 880\text{mm}$ ) έχουν  $C_{\theta} < 51\%$  και συνεπώς ανήκουν όλοι στον κλιματικό τύπο  $b_4'$  κατά Thornthwaite. Γενικά, ελάχιστοι σταθμοί της ΔΚΖ1 ανήκουν στον κλιματικό τύπο  $b_3'$  κατά Thornthwaite. Πρόκειται για τους σταθμούς Βόλου, Άστρους, Νέας Φιλαδέλφειας, Μεγάρων και Ελευσίνας, οι οποίοι παρουσιάζουν μεν μεγάλο δείκτη θερινής συγκέντρωσης, εξαιτίας των πολύ υψηλών θερινών τους θερμοκρασιών, αλλά έχουν και  $I_{\theta} > 880\text{mm}$ , οπότε δεν συγχέονται στο διάγραμμα  $D_{an}-I_{\theta}$  με εκείνους της ΔΚΖ3.

Σύμφωνα με το σχήμα 53, τα δάση της ΔΚΖ6 απαιτούν για την ευδοκίμησή τους γενικά όμοιες συνθήκες  $D_{an}$  και  $I_{\theta}$  με εκείνων της ΔΚΖ5, με τη διαφορά ότι αποφεύγουν τις τιμές  $D_{an} > 150\text{ mm}$ , γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με την παρατήρηση του Ντάφη (1973), ότι ο αυξητικός χώρος της *Abies borishii-regis* και της *Pinus nigra* είναι μεγαλύτερος της ζώνης *Fagetalia*. Στο ίδιο σχήμα παρατηρείται, ότι η ΔΚΖ5 αρχίζει την εμφάνισή της για τιμές  $I_{\theta} < 815\text{ mm}$ . Αυτός είναι και ο λόγος ένταξης ορισμένων αντιπροσωπευτικών της μετεωρολογικών σταθμών στην κατηγορία των μεσόθερων κλιμάτων  $B_2'$ , όπως έχει αναφερθεί παραπάνω. Είναι φυσικό, τα καθορισμένα από τον Thornthwaite όρια μεταξύ των κατηγοριών της κλιματικής του κατάταξης, να μην συμπίπτουν επακριβώς με εκείνα των ΔΚΖ της Ελλάδας. Αυτό, ωστόσο, δεν μειώνει καθόλου την αξία των κατηγοριών της κλιματικής κατάταξης Thornthwaite, αφού μπορεί να ισχυριστεί κανείς, ότι τα δάση της ΔΚΖ5 ευδοκιμούν κυρίως στα κλίματα  $B_1'$  και  $C_2'$ . Ομοίως και οι κατηγορίες του δείκτη  $I_m$  αποδεικνύονται από τον πίνακα 19 χρήσιμες για τη διάκριση των ελληνικών ΔΚΖ, ακριβώς διότι ο δείκτης αυτός σχετίζεται καλά με τη μεταβλητή  $D_{an}$ , κυρίως για τιμές  $I_m < 30\%$ .

Παρά το γεγονός, ότι η προηγηθείσα ανάλυση ανέδειξε ένα καλύτερο διάγραμμα για τη μελέτη των σχέσεων κλίματος και βλάστησης, εντούτοις η αξία του διαγράμματος Emberger δεν είναι μικρή. Παρατηρώντας προσεκτικά το κλιματικό διάγραμμα Emberger διαπιστώνεται, ότι οι σχηματισμοί της ΔΚΖ1 εμφανίζονται κυρίως στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο με ήπιο και θερμό χειμώνα, καθώς και στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με θερμό χειμώνα. Εκείνοι της ΔΚΖ2 εμφανίζεται κυρίως στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με ήπιο και θερμό χειμώνα, καθώς και στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με ήπιο χειμώνα. Οι σχηματισμοί της ΔΚΖ3 εμφανίζονται κυρίως στον ημίξηρο και ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με ψυχρό χειμώνα, ενώ εκείνοι της ΔΚΖ4 στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με δριμύ χειμώνα, καθώς και στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με ψυχρό χειμώνα. Τα δάση των ΔΚΖ5 και ΔΚΖ6 κυριαρχούν στον υγρό και υπέρυγρο βιοκλιματικό όροφο με ψυχρό και δριμύ χειμώνα, ενώ εκείνα της ΔΚΖ7 στον υγρό και υπέρυγρο βιοκλιματικό όροφο με δριμύ χειμώνα. Είναι γεγονός, ότι στο κλιματικό διάγραμμα Emberger ο βαθμός ξηρότητας του κλίματος δεν εξαρτάται μόνο από το  $Q$ , αλλά και από το  $m$ , είναι δηλαδή συνάρτηση και της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα. Σύμφωνα με τον Nahal (1981), οι καμπύλες διάκρισης των βιοκλιματικών ορόφων στο διάγραμμα Emberger είναι κεκλιμένες, διότι όσο μεγαλύτερο είναι το  $m$ , τόσο μεγαλύτερο πρέπει να είναι και το  $Q$  για τον ίδιο βαθμό ξηρασίας. Στο σημείο αυτό βρίσκεται και η επιτυχία του κλιματικού διαγράμματος Emberger. Δεν είναι τυχαίο, ότι οι Retuerto and Carballeira (1990) βρήκαν ότι μεταξύ 80 κλιματικών μεταβλητών, που μελέτησαν, τρεις είναι εκείνες που παίζουν κυρίαρχο ρόλο στη γεωγραφική εξάπλωση των φυτών στην ΒΔ Ισπανία: η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα, το ομβροθερμικό πηλίκιο Baudier (μια τροποποιημένη μορφή του

ομβροθερμικού πηλίκου Embarger) και το μέσο ημερήσιο θερμομετρικό εύρος του ψυχρότερου μήνα. Συνεπώς το κλίμα ενός τόπου προσδιορίζεται από το συνδυασμό των τιμών  $Q$  και  $m$  στο διάγραμμα Embarger και όχι μεμονωμένα από κάθε μια των δύο αυτών μεταβλητών. Για το λόγο αυτό και το βιοκλίμα ευδοκίμησης των διαφόρων δασοπονικών ειδών και φυτοκοινωνιών δεν καθορίζεται από μια τετράγωνη περιοχή σε ένα τέτοιο διάγραμμα (μια μέγιστη και μια ελάχιστη τιμή των  $Q$  και  $m$ ), αλλά από διαφόρων μορφών σχήματα, τις λεγόμενες βιοκλιματικές περιοχές των διαφόρων δασοπονικών ειδών ή φυτοκοινωνιών (Nahal 1981). Ωστόσο και υπό αυτή τη θεώρηση, πάλι διαπιστώνεται υπεροχή του διαγράμματος  $D_{an}-I_{\theta}$  εξαιτίας της ευκρινέστερης διαδοχής των διαφόρων τύπων βλάστησης από τις ξηρότερες και θερμότερες περιοχές του διαγράμματος προς τις ψυχρότερες και υγρότερες περιοχές αυτού, σε σχέση με το κλιματικό διάγραμμα Embarger.

Ένα άλλης μορφής χρήσιμο διάγραμμα είναι εκείνο του σχήματος 55, ο οριζόντιος άξονας του οποίου αντιπροσωπεύεται από το μέσο ετήσιο έλλειμμα ύδατος  $D_{an}$  και ο κατακόρυφος από την μέση ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή  $AE_{an}$ . Με τη βοήθεια του διαγράμματος  $D_{an}-AE_{an}$  έχει πραγματοποιηθεί επιτυχής ταξινόμηση των τύπων βλάστησης σε παγκόσμιο επίπεδο, αλλά έχει επιτευχθεί και η εξαγωγή άλλων χρήσιμων συμπερασμάτων, αφού η  $AE_{an}$  σχετίζεται ισχυρά, για ένα μεγάλο εύρος οικοσυστημάτων, με την αφθονία των ειδών των δέντρων, την παραγωγικότητα του οικοσυστήματος και τον ρυθμό αποσύνθεσης της οργανικής ουσίας (Stephenson 1998). Από το σχήμα 55 συμπεραίνεται, ότι και οι ελληνικές ΔΚΖ διακρίνονται σε διάγραμμα  $D_{an}-AE_{an}$ , αλλά δεν είναι άμεσα εμφανής στο διάγραμμα αυτό η προτίμηση των διαφόρων τύπων βλάστησης για θερμότερα ή ψυχρότερα περιβάλλοντα, όπως ξεκάθαρα συμβαίνει στο διάγραμμα  $D_{an}-I_{\theta}$ , αν και υπάρχει η δυνατότητα να γίνει αντιληπτό έμμεσα, αν ληφθεί υπόψη, ότι η διχοτόμος του διαγράμματος αποτελεί τον άξονα της  $I_{\theta}$ , αφού εξ ορισμού είναι  $PE=AE+D$ .



**Σχήμα 55:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα  $D_{an}$  και τη μέση ετήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή  $AE_{an}$  υπολογισμένων κατά Thornthwaite.

Μπορεί, μάλιστα, να ειπωθεί, ότι η μέση ετήσια δυναμική εξατμισοδιαπνοή ( $I_0$ ) αποτελεί τον καλύτερο μέχρι στιγμής δείκτη του ενεργειακού παράγοντα της αυξητικής περιόδου των φυτών, συγκρινόμενη με όλους τους άλλους εξεταζόμενους θερμομετρικούς δείκτες και μεταβλητές, αφού τα φυτά σε περιοχές μεγάλου γεωγραφικού πλάτους δέχονται, λογικά, κατά το θέρους μεγαλύτερα ποσά θερμότητας (εξαιτίας της μεγαλύτερης διάρκειας ηλιοφάνειας) από εκείνα περιοχών με ίδιες μεν μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες, αλλά μικρότερου γεωγραφικού πλάτους. Το γεγονός αυτό λαμβάνεται υπόψη στη μέθοδο υπολογισμού της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής κατά Thornthwaite με τη διόρθωσή της βάσει των ωρών θεωρητικής ηλιοφάνειας και ενδεχομένως συνιστά την αιτία για την εξάπλωση ορισμένων φυτικών ειδών υψηλότερα ή χαμηλότερα και βορειότερα ή νοτιότερα απ' ότι υπολογίζεται με τη βοήθεια των θερμοκρασιών των διαφόρων περιοχών της φυσικής τους εξάπλωσης.

Η  $A_{E_{an}}$  υπολογίζεται και με απλούστερο τρόπο, τη μέθοδο του Turc, οι τιμές του οποίου φυσικά διαφέρουν από εκείνες της μεθοδολογίας του Thornthwaite και μπορούν να προσεγγιστούν ακόμα ευκολότερα μέσω εξισώσεων απλής γραμμικής παλινδρόμησης, έχοντας ανεξάρτητη μεταβλητή το ομβροθερμικό πηλίκιο Emberger (Μαυρομάτης 1982).

Επειδή η συνήθως θεωρούμενη, για την κλιματική κατάταξη Thornthwaite, ικανότητα κατακράτησης ύδατος υπό του εδάφους ( $D_t$ ) των 300 mm είναι μάλλον υπερβολική για τα σχετικά μικρού βάθους ελληνικά δασικά εδάφη, αν η μεταβλητή  $D_{an}$  υπολογιστεί για εδάφη με  $D_t=100$  mm, προκύπτει το διάγραμμα  $D_{an}-I_0$  του σχήματος 56. Στο εν λόγω διάγραμμα, η διανομή των ελληνικών ΔΚΖ φαίνεται λίγο πιο ξεκάθαρη, στις λεπτομέρειες της, από εκείνη του σχήματος 53, αφού, για παράδειγμα, δεν υφίσταται πλέον κοινή περιοχή μεταξύ των ΔΚΖ1 και ΔΚΖ4, με καθαρό όριο την τιμή  $D_{an}=400$  mm. Σχεδόν όμοιο διάγραμμα με εκείνο του σχήματος 56 προκύπτει με τροποποίηση του ετήσιου υδατικού ελλείμματος, μέσω της μεταβλητής:

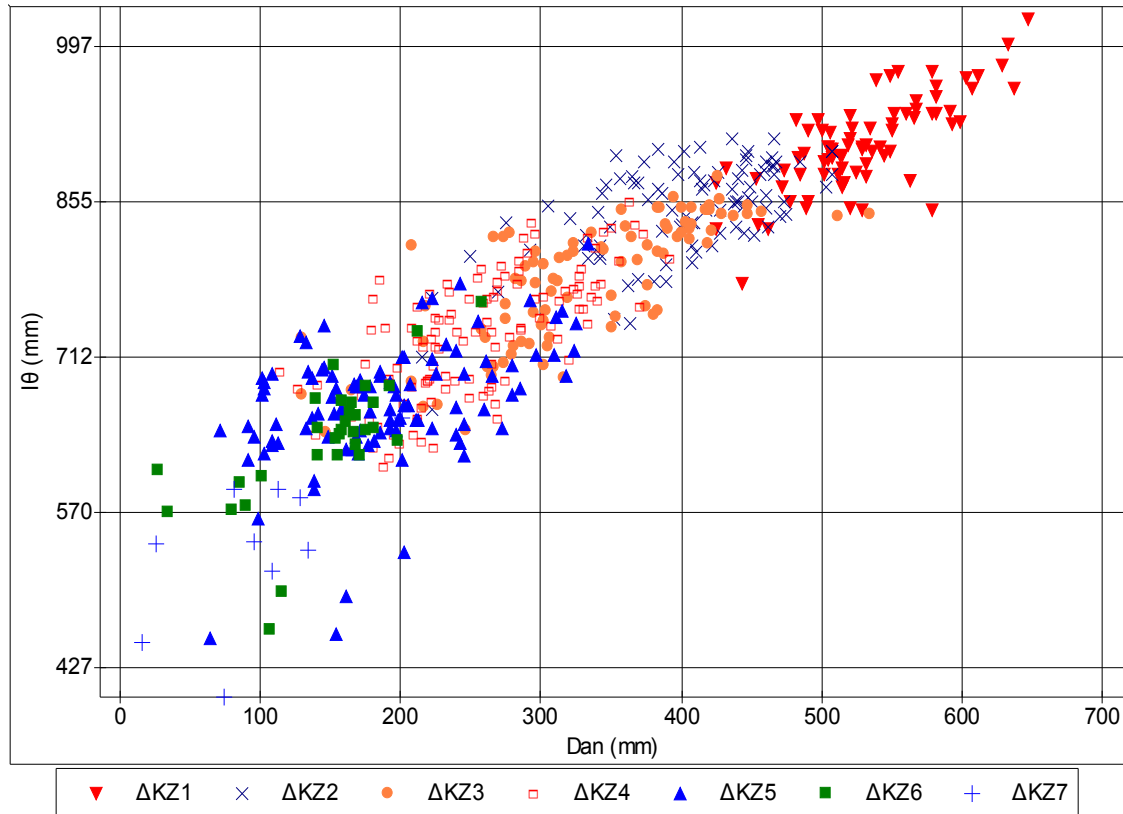
$$D_{an}' = [D_{an} + |\Sigma(P-PE)|] / 2 \text{ για τους μήνες με } P-PE < 0.$$

Με τον τρόπο αυτό υπολογίζεται το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα για εδάφη με ικανότητα κατακράτησης ύδατος γύρω στα 150 mm, καθώς η απόλυτη τιμή του αθροίσματος των αρνητικών μηνιαίων τιμών  $P-PE$  αποτελεί στην ουσία το ετήσιο υδατικό έλλειμμα εδαφών με μηδενική ικανότητα κατακράτησης ύδατος, οπότε αποφεύγεται η σπατάλη χρόνου για επαναλαμβανόμενους υπολογισμούς της APWL στην περίπτωση ύπαρξης πολλών σταθμών με ετήσιο  $\Sigma(P-PE) < 0$ , όταν το υδατικό τους ισοζύγιο έχει αρχικά υπολογισθεί για  $D_t=300$  mm. Οι τιμές του τροποποιημένου υδατικού ελλείμματος  $D_{an}'$  κάθε σταθμού δίνονται στον πίνακα 9, η δε σχέση του με το  $D_{an}(150)$ , δηλαδή με εκείνο για εδάφη με  $D_t=150$  mm, είναι:

$$D_{an}(150) = 0,999 * D_{an}' - 32 \text{ με } R^2 = 0,99.$$

Η μεταβλητή  $D_{an}$  υπερέχει και του ξηροθερμικού δείκτη του Gaussen ( $X$ ), όχι μόνον επειδή απαιτούνται τα πιο κοινά κλιματικά δεδομένα (μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας και κατακρημνισμάτων) για τον υπολογισμό της, αλλά όπως διακρίνεται στον πίνακα 20, όπου παρουσιάζεται η κατανομή των 130 σταθμών (για τους οποίους υπάρχουν δεδομένα του ξηροθερμικού δείκτη  $X$ ) ανά ΔΚΖ και των ανά 100 mm αυθαίρετα εκλεγμένων κλάσεων της μεταβλητής  $D_{an}$ , με τη χρήση της μεταβλητής  $D_{an}$  προκύπτει μια πιο ξεκάθαρη κλιμάκωση της βλάστησης από τους δασικούς σχηματισμούς με απαιτήσεις υψηλών τιμών διαθέσιμης υγρασίας προς εκείνους που αυξάνουν σε τόπους με μεγάλο υδατικό έλλειμμα. Εξαίρεση αποτελεί η ΔΚΖ3, όπου φαίνεται να εξαπλώνεται σε μεγάλο εύρος τιμών υδατικού ελλείμματος, αποτελώντας μια ευρεία μεταβατική δασική κλιματική ζώνη, χωρίς σαφή διαχωρισμό των απαιτήσεών της σε διαθέσιμη υγρασία. Αντίθετα, με τη χρήση του ξηροθερμικού

δείκτη  $X$  (πίνακας 13), η διάκριση μεταξύ της  $\Delta KZ3$  και της  $\Delta KZ1$  είναι πιο ξεκάθαρη σε σχέση με τη χρήση της μεταβλητής  $D_{an}$ . Όμως, η διαφοροποίηση της  $\Delta KZ3$  από την  $\Delta KZ1$  οφείλεται στην έλλειψη θερμόφιλων ειδών, όπως των *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* var. *silvestris* και *Ceratonia siliqua*, εξαιτίας των παγετών και όχι εξαιτίας περισσότερων βροχοπτώσεων το καλοκαίρι, διάκριση που δεν μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση μιας μόνο -υγρασιακής- μεταβλητής, όπως η  $D_{an}$ , χωρίς να συνυπολογίζονται θερμοκρασιακές μεταβλητές.



**Σχήμα 56:** Κατανομή των ελληνικών  $\Delta KZ$  σε σχέση με τον δείκτη θερμικής αποτελεσματικότητας ( $I_{\theta}$ ) και το ετήσιο υδατικό έλλειμμα ( $D_{an}$ ), υπολογισμένο για ικανότητα κατακράτησης ύδατος  $Dt=100$  mm.

**Πίνακας 20:** Κατανομή των 130 μετεωρολογικών σταθμών του πίνακα 13, ανά  $\Delta KZ$  και ανά 100 mm κλάσεις της μεταβλητής  $D_{an}$ .

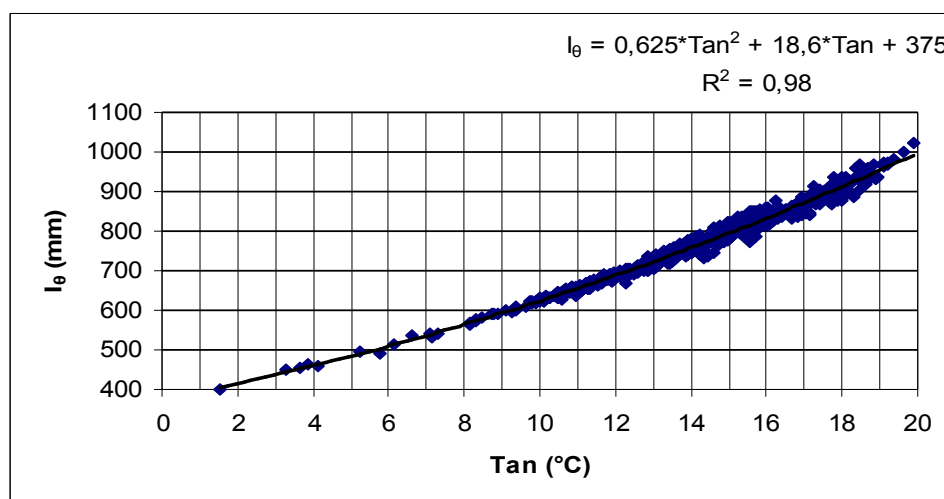
$D_{an}$ (mm)	$\Delta KZ1$	$\Delta KZ2$	$\Delta KZ3$	$\Delta KZ4$	$\Delta KZ5$	$\Delta KZ6$	Σύνολο
0-100				3	6	5	14
100-200			8	11	6	1	26
200-300	1	21	8	4			34
300-400	19	6	5				30
>400	25		1				26
Σύνολο	45	27	22	18	12	6	130

Από τη μελέτη της σχέσης των μεταβλητών και δεικτών της κλιματικής κατάταξης Thornthwaite με απλούστερους κλιματικούς δείκτες και μεταβλητές, βρέθηκε ότι ο δείκτης  $I_{\theta}$  σχετίζεται πολύ ισχυρά με τη μέση ετήσια θερμοκρασία των σταθμών ( $T_{an}$ ), ο δείκτης  $C_{\theta}$  με το ετήσιο θερμομετρικό εύρος ( $E_{\theta E}$ ) και ο δείκτης  $I_m$  με τον δείκτη ξηρότητας του De Martone ( $I$ ). Κατά συνέπεια, οι δείκτες της κλιματικής κατάταξης Thornthwaite μπορούν να προσεγγισθούν επιτυχώς από τους

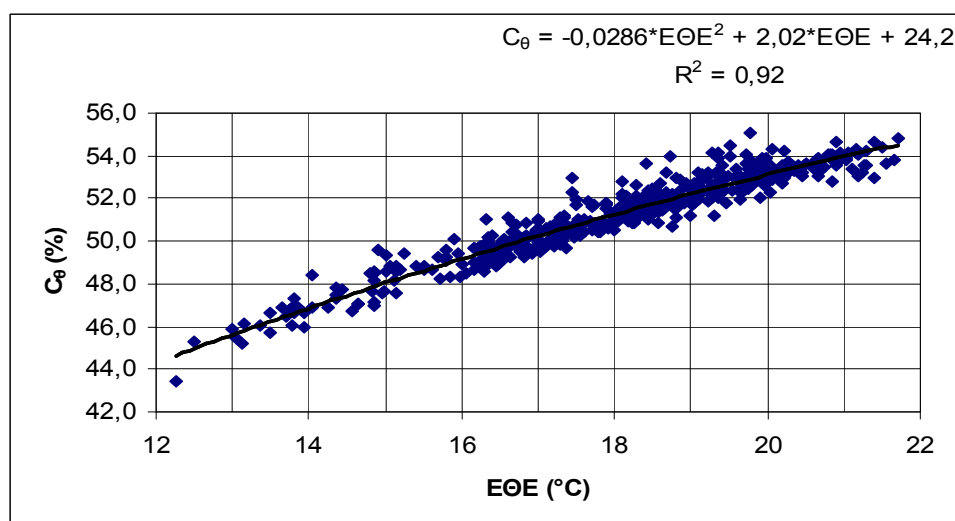
παραπάνω κλιματικούς δείκτες μέσω εξισώσεων γραμμικής παλινδρόμησης, οι οποίες, μαζί με τον συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$  και το τυπικό σφάλμα εκτίμησής τους  $S$ , δίνονται στον πίνακα 21. Επιπλέον, στα σχήματα 57 έως 59 δίνονται τα διαγράμματα διασποράς  $Tan-I_\theta$ ,  $E\Theta E-C_\theta$ , και  $I-I_m$ . Σε αντίθεση με τον δείκτη  $I_m$ , το ετήσιο έλλειμμα ύδατος  $D_{an}$  προσεγγίζεται καλύτερα από πολυωνυμικό ανάπτυγμα 3<sup>ης</sup> τάξης του δείκτη ξηρότητας  $P_{inna}$  ( $I_p$ ), ο οποίος αποτελεί τροποποιημένη μορφή εκείνου του De Martone (Φλόκας 1990), ακριβώς διότι ο  $I_p$  συνδυάζει το μέσο ετήσιο

**Πίνακας 21:** Εξισώσεις παλινδρόμησης για την εκτίμηση των δεικτών της κλιματικής κατάταξης Thornthwaite από απλούστερους κλιματικούς δείκτες και μεταβλητές.

	Εξίσωση	$R^2$	$S$
1	$I_\theta = 0,625 * Tan^2 + 18,6 * Tan + 375$	0,98	13,2
2	$C_\theta = -0,0286 * E\Theta E^2 + 2,02 * E\Theta E + 24,2$	0,92	0,55
3	$I_m = 3,22 * I - 102$	0,99	3,23
4	$D_{an} = -0,006 * I_p^3 + 0,852 * I_p^2 - 40,9 * I_p + 737$	0,85	47,1
5	$D_{an} = 58,1 * N_x - 0,054 * P_{an} + 61$	0,80	55,0

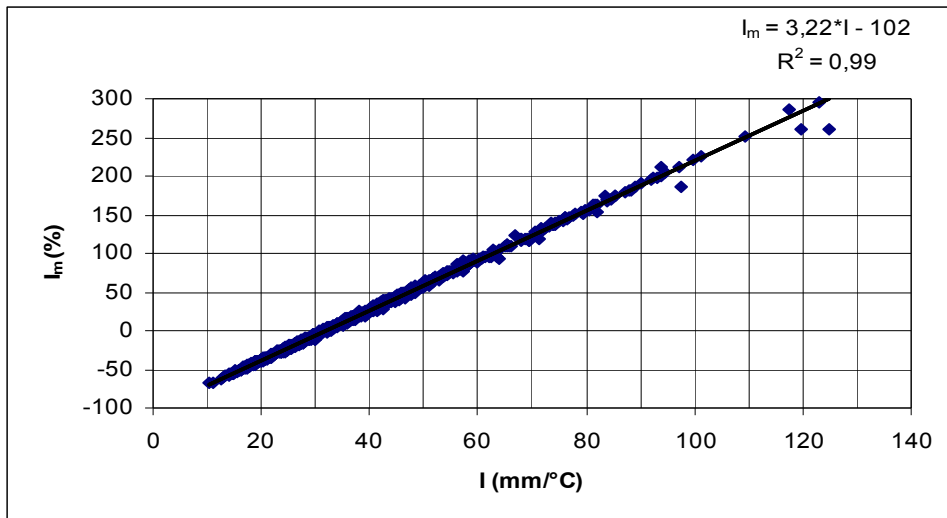


**Σχήμα 57:** Διάγραμμα των τιμών της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας ( $Tan$ ) των 535 σταθμών ως προς το δείκτη θερμικής αποτελεσματικότητας ( $I_\theta$ ) αυτών.

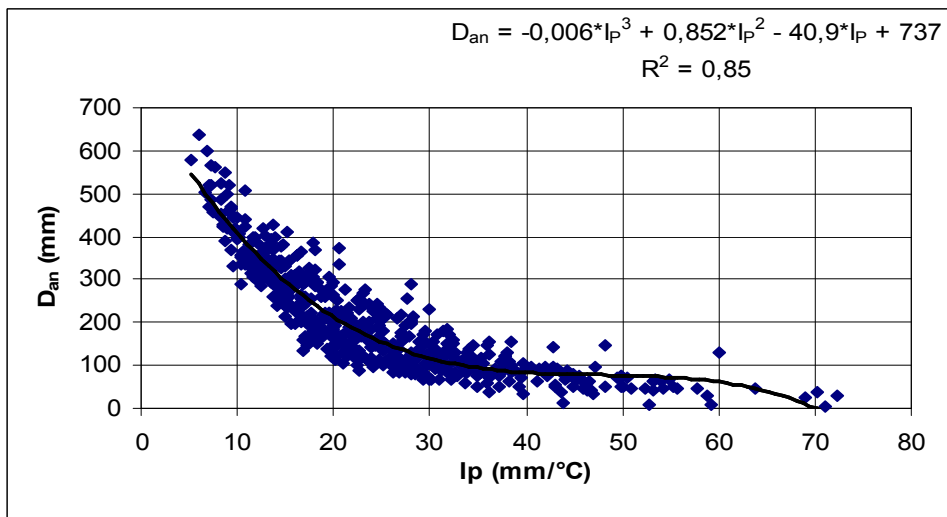


**Σχήμα 58:** Διάγραμμα των τιμών του μέσου ετήσιου θερμομετρικού εύρους ( $E\Theta E$ ) 523 σταθμών (με υψόμετρο έως 1300 m) ως προς το δείκτη θερινής συγκέντρωσης ( $C_\theta$ ) αυτών.





**Σχήμα 59:** Διάγραμμα των τιμών του δείκτη ξηρότητας De Martone (I) των 535 σταθμών ως προς το δείκτη υγρασίας ( $I_m$ ) αυτών.



**Σχήμα 60:** Διάγραμμα των τιμών του δείκτη ξηρότητας Pinna ( $I_p$ ) των 535 σταθμών ως προς το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα ( $D_{an}$ ) αυτών.

ύψος υετού με εκείνο του ξηρότερου μήνα (σχήμα 60). Κάπως λιγότερο καλή προσέγγιση του  $D_{an}$  προκύπτει από τις ευκολότερα υπολογιζόμενες, σε διαγράμματα Bagnouls-Gausson, μεταβλητές  $N_x$  και  $P_{an}$ . Να σημειωθεί, ότι για τον σχηματισμό της εξίσωσης No2 του πίνακα 21 αποκλείστηκαν τα δεδομένα των 12 θεωρητικών μετεωρολογικών σταθμών με υψόμετρο  $>1300$  m, καθώς παρουσίαζαν τεράστιες αποκλίσεις από την καμπύλη της εν λόγω εξίσωσης. Συνεπώς, η εξίσωση No2 του πίνακα 21 έχει ισχύ μόνο για περιοχές της χώρας μας με υψόμετρο έως 1300 m.

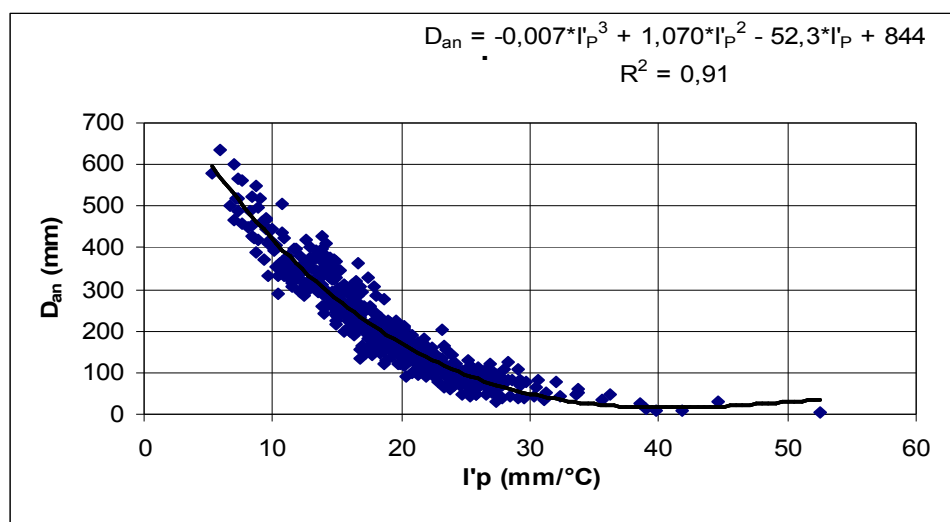
Η αξία των εξισώσεων και των σχημάτων αυτών είναι μεγάλη. Για παράδειγμα, με τη χρήση της εξίσωσης No3 του πίνακα 21 εύκολα προκύπτει, ότι ο χαρακτηρισμός ενός κλίματος ως ημίυγρου, ημίξηρου και ξηρού κατά τον De Martone (Φλόκας 1990) σχεδόν συμπίπτει με εκείνον κατά Thornthwaite. Επίσης, όταν για μια τοποθεσία είναι γνωστά ή εκτιμηθούν, μέσω των εργασιών του Flocas et al. (1983) ή των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002) και Γκουβά κ.ά. (2007), η μέση ετήσια θερμοκρασία, το μέσο ετήσιο θερμομετρικό εύρος και το μέσο ετήσιο ύψος υετού, είναι δυνατόν να αποκτήσει κανείς μια πρώτη εικόνα σε ποιο κλιματικό τύπο

κατά Thornthwaite ανήκει αυτή η τοποθεσία άμεσα, χωρίς τη χρήση των πολύπλοκων υπολογισμών που απαιτούνται για τον σκοπό αυτό. Μάλιστα, για κάποιες από αυτές τις εξισώσεις υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης, όπως για την εξίσωση Νο4 του πίνακα 21. Ένας λόγος για την αύξηση των αποκλίσεων των σημείων του σχήματος 60 από τη γραμμή παλινδρόμησης είναι, ότι τα υπερβολικά μεγάλα μέσα ετήσια ύψη νετού κάποιων περιοχών δεν συμβάλλουν στη μείωση του ετήσιου υδατικού ελλείμματος αυτών, καθώς ένα μεγάλο ποσοστό της Pan απορρέει, μη δυνάμενο να χρησιμοποιηθεί από τα φυτά. Έτσι, αν ο δείκτης Pinna τροποποιηθεί παίρνοντας τη μορφή:

$$I_p' = \{[Pan/(T+10)] + [12 \cdot P\xi' / (T\xi' + 10)]\} / 2 \text{ για } Pan < 800 \text{ mm}$$

$$\text{και } I_p' = \{[800/(T+10)] + [12 \cdot P\xi' / (T\xi' + 10)]\} / 2 \text{ για } Pan \geq 800 \text{ mm}$$

τότε, όπως φαίνεται στο σχήμα 61, η συσχέτιση του τροποποιημένου δείκτη  $I_p'$  με τη

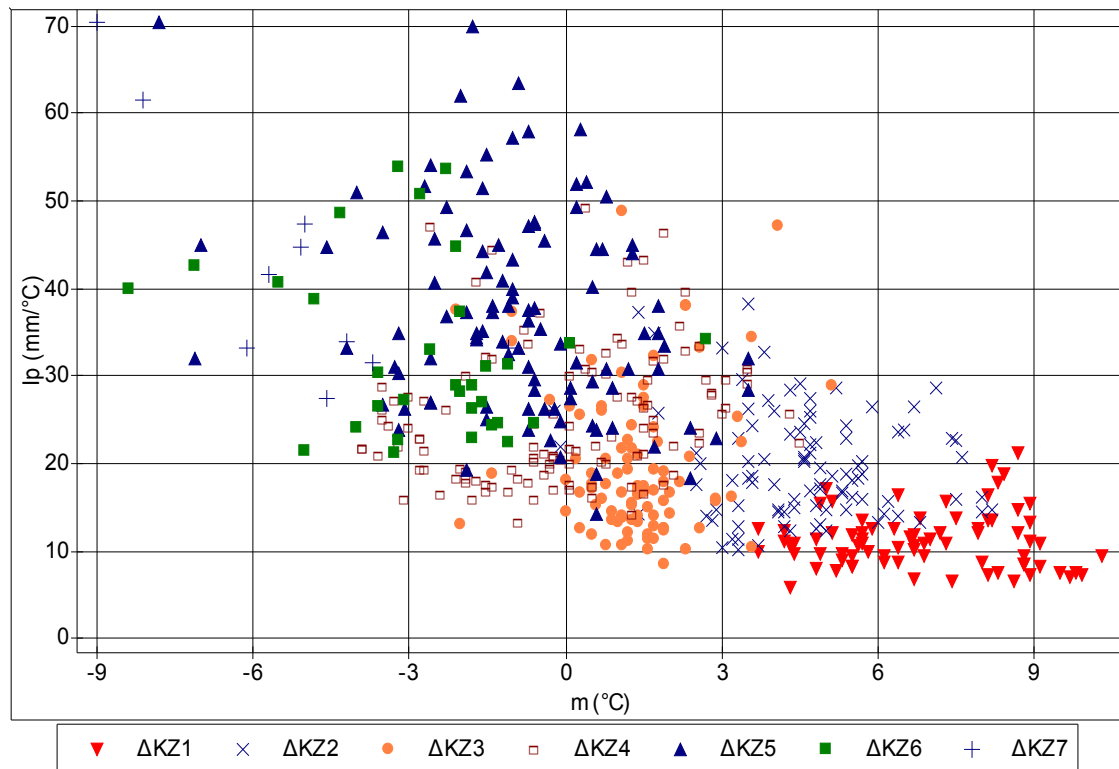


**Σχήμα 61:** Διάγραμμα των τιμών του τροποποιημένου δείκτη ξηρότητας Pinna ( $I_p'$ ) των 535 σταθμών ως προς το ετήσιο υδατικό έλλειμμα ( $D_{an}$ ) αυτών.

$D_{an}$  γίνεται ισχυρότερη και η διασπορά των σημείων του διαγράμματος αυτού γύρω από τη γραμμή παλινδρόμησης είναι πλέον η ίδια σχεδόν σε όλο τον μήκος της. Η μέγιστη τιμή  $Pan=800$  mm βρέθηκε, μετά από δοκιμές διαφόρων τιμών της  $Pan$ , ότι δίνει και το μεγαλύτερο συντελεστή προσδιορισμού για την εξίσωση του σχήματος 61, διαφέροντας ενδεχομένως μεταξύ απομακρυσμένων περιοχών της γης. Αυτό σημαίνει, πως μέσο ετήσιο ύψος νετού μεγαλύτερο των 800 mm δεν συμβάλλει στη μείωση του ετήσιου υδατικού ελλείμματος, τουλάχιστον για τις συνθήκες της χώρας μας, αν και η επιφανειακή απορροή θα μπορούσε να παίζει κάποιο ρόλο στη γεωγραφική διανομή της βλάστησης. Σε έντονα ορεινό ανάγλυφο με πολλές βροχοπτώσεις κατά το χειμώνα ίσως να μην είναι εύκολο να ευδοκιμήσουν δάση φυλλοβόλων πλατυφύλλων χωρίς την παρουσία υπορόφου αιψύλλων πλατυφύλλων, διότι σε αυτή την περίπτωση η ανυπαρξία φυλλώματος κατά τη χειμερινή περίοδο θα αποβεί καταστροφική για το έδαφος (λόγω ισχυρής διάβρωσης) και για τα ίδια τα δάση. Ο περιορισμός των δρυοδασών της νότιας Ελλάδας κυρίως σε οροπέδια και κοιλάδες και η κυριαρχία αιψύλλων πλατυφύλλων και κωνοφόρων σε πιο επικλινή εδάφη αρκετά ψηλότερα (συνεπώς και κάποιες κοινές περιοχές των ΔΚΖ2, ΔΚΖ5 και ΔΚΖ4 στα εδώ παρουσιαζόμενα κλιματικά διαγράμματα) μπορεί να εξηγούνται, σε κάποιο βαθμό, από το εν λόγω φαινόμενο (σημαντικότεροι, πάντως, λόγοι πρέπει να θεωρηθούν οι συχνότεροι παγετοί και τα βαθύτερα (και συνεπώς μεγαλύτερης υδατοχωρητικότητας) εδάφη σε κοιλάδες και οροπέδια). Βέβαια, τέτοιο πρόβλημα

δεν υφίσταται στις περιοχές, όπου το μεγαλύτερο ποσοστό των χειμερινών κατακρημνισμάτων πέφτει με τη μορφή χιονιού και το χιόνι διατηρείται πολλές ημέρες στο έδαφος (π.χ. ορεινά ανατολικής Θεσσαλίας).

Πάντως, ακόμα και χωρίς καμία τροποποίηση, ο δείκτης Pinna μπορεί να θεωρηθεί ανώτερος του ομβροθερμικού πηλίκου Emberger για τη μελέτη των σχέσεων κλίματος-βλάστησης. Αν στο κλιματικό διάγραμμα Emberger ο δείκτης Q αντικατασταθεί από τον Ip (διάγραμμα m-*Ip* στο σχήμα 62), τότε, παρά το γεγονός ότι και πάλι η επίδραση της ξηρασίας είναι συνάρτηση όχι μόνο του Ip, αλλά και της μεταβλητής m, οι σταθμοί της ΔΚΖ2 έχουν  $Ip > 10$ , ενώ εκείνοι της ΔΚΖ4 έχουν  $Ip > 13$ , ξεχωρίζοντας κάπως από τους σταθμούς της ΔΚΖ1 και ΔΚΖ3 αντίστοιχα.



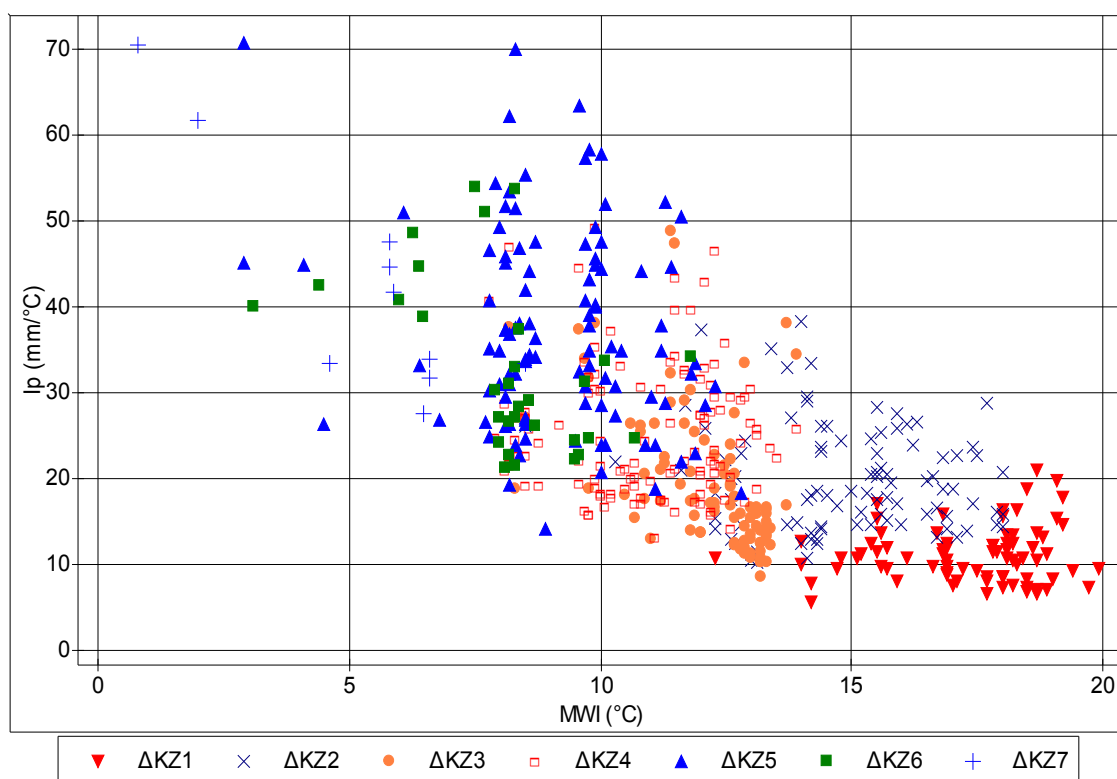
**Σχήμα 62:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (*m*) και το δείκτη ξηρότητας Pinna (*Ip*).

Ίδια σχεδόν εικόνα με το διάγραμμα m-*Ip* δίνει το διάγραμμα *T<sub>ψ</sub>*-*Ip*, όπου η τετμημένη αντιπροσωπεύεται από τη μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα, γι' αυτό και δεν παραθέτεται εδώ. Εν τούτοις, είναι χρησιμότερο από το m-*Ip*, όπως θα δειχθεί παρακάτω στις εφαρμογές, διότι η *m* αποτελεί πιο δυσεύρετη κλιματική μεταβλητή από την *T<sub>ψ</sub>*.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι για τη μελέτη της σχέσης του κλίματος με τις βασικές δασικές διαπλάσεις της Γης, οι Ιάπωνες ερευνητές χρησιμοποιούν διάγραμμα με τετμημένη το λογάριθμο του λόγου των ετήσιων κατακρημνισμάτων προς τη μέση ετήσια δυναμική εξατμισοδιαπνοή και τεταγμένη τη μέση ετήσια δυναμική εξατμισοδιαπνοή (Masuda 2000), όμοιο δηλαδή, σε κάποιο βαθμό, με το διάγραμμα  $D_{αν}-I_{θ}$ . Κατά τους ίδιους ερευνητές, η ετήσια δυναμική εξατμισοδιαπνοή και ο «warmth index» (WI), που παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, αποτελούν δείκτες του ενεργειακού παράγοντα της αυξητικής περιόδου των φυτών (Masuda 2000). Χρησιμοποιώντας για μεγαλύτερη ευκολία το δείκτη  $MWI=WI/12$  (που έχει την ιδιότητα να ταυτίζεται με τη μέση ετήσια θερμοκρασία σε περιοχές με μέση

μηνιαία θερμοκρασία πάντα  $>10^{\circ}\text{C}$ ), αντί του WI και ως υποκατάστατο του  $I_{\theta}$ , αλλά και το δείκτη  $I_p$  αντί του  $D_{an}$ , με απώτερο σκοπό την απλούστευση των υπολογισμών, προκύπτει το διάγραμμα MWI- $I_p$  του σχήματος 63.

Στο σχήμα 63 δίνεται η κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με τον ξηροθερμικό δείκτη του Pinna ( $I_p$ ) και το δείκτη MWI, όπου παρατηρείται μια καλύτερη διάκριση των ΔΚΖ1 και ΔΚΖ3 από θερμοκρασιακής σκοπιάς, σε σχέση με το διάγραμμα  $D_{an}$ - $I_{\theta}$ , με όριο την τιμή  $\text{MWI}=15^{\circ}\text{C}$ . Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι ο MWI μπορεί να υποκαταστήσει πάντα με επιτυχία όλους τους θερμομετρικούς δείκτες και μεταβλητές, όπως τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα, αφού δεν αποτελεί δείκτη της επίδρασης των παγετών στα φυτά. Μιας επίδρασης όχι κατ' ανάγκη δυσμενούς, καθώς οι χειμερινές θερμοκρασίες φαίνεται ότι παίζουν



**Σχήμα 63:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με το δείκτη MWI και το δείκτη ξηρότητας του Pinna ( $I_p$ ).

ρόλο, έστω δευτερεύοντα, στη διαμόρφωση και των θερμοορίων ορισμένων ειδών. Για παράδειγμα, οι χαμηλές θερμοκρασίες αποτελούν καταλυτικό παράγοντα στη φυτρωτικότητα των σπόρων της ελάτης και της οξιάς για τη χώρα μας, όπως συμπεραίνεται από τις εργασίες των Γρηγοριάδη (1993) και Σταματόπουλου (1995), αλλά και ενδέχεται να εμποδίζουν την ευδοκίμηση ορισμένων ανταγωνιστικών τους φυτικών ειδών, ξυλωδών και ποωδών. Επιπλέον, οι χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα είναι αυτές, που καθορίζουν την ύπαρξη ή όχι ορισμένων βλαπτικών εντόμων, νεκρώνοντας τις προνύμφες τους, που διαχειμάζουν κάτω από τους λεπτούς φλοιούς των δέντρων (Καϊλίδης 1991). Συνεπώς, καλό είναι οι κρίσιμες, για τα όρια μεταξύ φυτικών ειδών ή ζωνών βλάστησης, τιμές του MWI να συνοδεύονται και από τις αντίστοιχες τιμές της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα ( $m$ ) ή, ελλείψει αυτής, από εκείνες της μέσης θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα ( $T_{\psi}$ ). Για τα όρια μεταξύ των ΔΚΖ1 και ΔΚΖ3, μπορεί να ειπωθεί με ασφάλεια ότι είναι  $m=3^{\circ}\text{C}$ , σύμφωνα με τα σχήματα 54 (Emberger) και 62 ( $m$ - $I_p$ ), θερμοκρασία που

σηματοδοτεί τα ψυχρόρρα της *Pistacia lentiscus* (σχίνου) στην Ελλάδα (Μαυρομμάτης 1980α, Γκουβάς και Θεοδωρόπουλος 2009). Σχετικά με την περίπτωση του σταθμού Έξω Ποταμών Λασιθίου, που παρουσιάζει  $m=5,1^{\circ}\text{C}$ , ξεφεύγοντας πολύ από τους άλλους σταθμούς της ΔΚΖ3 στο κλιματικό διάγραμμα Emberger, πρέπει να ειπωθεί, ότι είτε δεν ήταν σωστό να ενταχθεί στην ΔΚΖ3, είτε οι εξισώσεις των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002) υπερεκτιμούν κατά  $1^{\circ}\text{C}$  την  $m$ , σύμφωνα με τις ισοπληθείς του σχήματος 10.

Μπορεί, πάντως, το σχήμα 63 να σχεδιάζεται ευκολότερα και να υπερέχει σε ορισμένα σημεία από το σχήμα 53 ( $D_{an}-I_{\theta}$ ), αλλά, όπως και στο διάγραμμα Emberger, η επίδραση της ξηρασίας στη διανομή των ΔΚΖ επάνω στο διάγραμμα MWI- $I_p$  είναι συνάρτηση τόσο του  $I_p$ , όσο και του MWI. Να σημειωθεί επίσης, ότι αν στο σχήμα 63 ο MWI αντικατασταθεί από το δείκτη average biotemperature του Holdridge (BT), τότε προκύπτει ένα σχεδόν όμοιο διάγραμμα, όσον αφορά την κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ (διάγραμμα BT- $I_p$ ), αλλά με κάποια μετατόπιση των τιμών του άξονα  $x$  προς τα δεξιά (για  $BT < 17^{\circ}\text{C}$ ), γι' αυτό και δεν είναι ανάγκη να παρατεθεί εδώ.

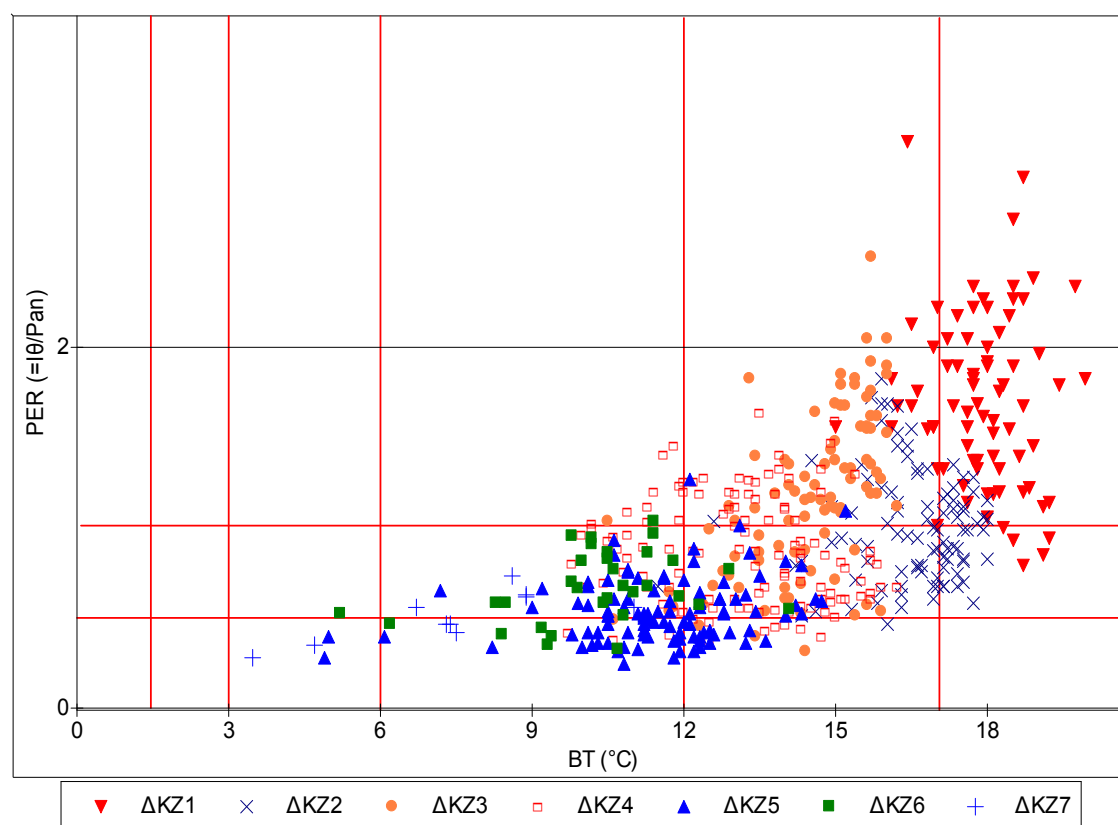
Από την μέχρι τώρα ανάλυση των διαγραμμάτων προκύπτει, ότι το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα ( $D_{an}$ ) αποτελεί τον καλύτερο εκφραστή του υγρασιακού παράγοντα της γεωγραφικής εξάπλωσης των φυτών. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός, ότι ο υπολογισμός των μηνιαίων τιμών  $D$  λαμβάνει υπόψη το αποθηκευμένο στο έδαφος νερό, το προερχόμενο από κατακρημνίσματα των προηγούμενων μηνών, κάτι που αφενός είναι ρεαλιστικό και αφετέρου δεν μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια άλλων κλιματικών μεταβλητών. Ωστόσο, αυτό που κάνει τη μεταβλητή  $D_{an}$  μοναδική, είναι ότι έχει την ιδιότητα να σχετίζεται με τους διάφορους τύπους βλάστησης τόσο σε τοπικό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο (Stephenson 1998). Ειδικά για τοπικού χαρακτήρα μελέτες υπάρχουν μεγάλα περιθώρια βελτίωσης. Σε τέτοιες περιπτώσεις, ανάλογα με το βάθος του εδάφους κάθε τοποθεσίας μπορούν να δοθούν και διαφορετικές τιμές της ικανότητας κατακράτησης ύδατος (όχι κατ' ανάγκη της συμβατικής, για κλιματολογικές έρευνες, τιμής των 300 mm, που χρησιμοποιήθηκε εδώ), ενώ ανάλογα με τον προσανατολισμό τις πλαγιάς μπορούν να πολλαπλασιαστούν οι υπολογισμένες τιμές δυναμικής εξατμισοδιαπνοής των βορεινών πλαγιών με ένα συντελεστή  $< 1$  και εκείνες των νοτίων πλαγιών με ένα συντελεστή  $> 1$  (Stephenson 1998). Ακόμα πιο ρεαλιστικές προσεγγίσεις της  $D_{an}$  μπορούν να προκύψουν χρησιμοποιώντας άλλον τύπο υπολογισμού της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής<sup>9</sup>, αλλά ενδέχεται τότε να αλλοιώνεται προς το χειρότερο η διανομή των διαφόρων τύπων βλάστησης σε διαγράμματα  $D_{an}-I_{\theta}$ , καθώς η μη υπολογισμένη από αμιγώς θερμοκρασιακά δεδομένα  $I_{\theta}$  δεν θα είναι πλέον αντιπροσωπευτική του θερμοκρασιακού καθεστώτος, δηλαδή του ενεργειακού παράγοντα εξάπλωσης των φυτών. Στην πράξη άλλωστε αποδεικνύεται, ότι η θερμοκρασία αποτελεί το βασικό ρυθμιστή της εξατμισοδιαπνοής, καθώς εδάφη και βλάστηση διατηρούνται πιο υγρά αυξανόμενου του υψομέτρου, παρά την αύξηση της ταχύτητας του ανέμου, τη μείωση της ατμοσφαιρικής πίεσης, καθώς και τη μείωση της σχετικής υγρασίας του αέρα (κατά τη διάρκεια αίθριων ημερών).

<sup>9</sup> Όπως τον τύπο του Penman (Φλόκας 1990), που λαμβάνει υπόψη ηλιακή ακτινοβολία, ατμοσφαιρική υγρασία και ταχύτητα ανέμου, δίνοντας τιμές  $D_{an}$  περίπου διπλάσιες εκείνων κατά Thornthwaite (Kerkides et al. 1996).

### Holdridge's life zones και κλιματικό διάγραμμα Rivas-Martinez

Άλλο ενδιαφέρον κλιματικό διάγραμμα, υποκατάστατο του  $D_{an}-I_{\theta}$ , είναι εκείνο του σχήματος 64α, που φέρει ως άξονες τους κλιματικούς δείκτες του Holdridge: average biotemperature (BT) και potential evaporation rate (PER). Ο δείκτης BT είναι το άθροισμα των θετικών ( $>0^{\circ}\text{C}$ ) μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών, διαιρεμένο με το 12 και ο PER είναι το πηλίκο της μέσης ετήσιας δυναμικής εξατμισοδιαπνοής προς το μέσο ετήσιο ύψος νετού (Pan et al. 2003), δηλαδή το πηλίκο  $I_{\theta}/Pan$ . Με τη βοήθεια αυτών των δεικτών ο Holdridge (1947, αναφερόμενος από Fang and Yoda 1990) διέκρινε πάνω σε ένα τριγωνικό διάγραμμα τις εξής ζώνες (Holdridge's life zones classification):

$BT > 24^{\circ}\text{C}$	Τροπική	$PER > 4$	Ξηρή
$24^{\circ}\text{C} > BT > 17^{\circ}\text{C}$	Υποτροπική	$4 > PER > 2$	Ημίξηρη
$17^{\circ}\text{C} > BT > 12^{\circ}\text{C}$	Θερμή εύκρατη	$2 > PER > 1$	Υφυγρη
$12^{\circ}\text{C} > BT > 6^{\circ}\text{C}$	Ψυχρή εύκρατη	$1 > PER > 0,5$	Υγρή
$6^{\circ}\text{C} > BT > 3^{\circ}\text{C}$	Υποαλπική	$0,5 > PER$	Υπέρυγρη
$3^{\circ}\text{C} > BT > 1,5^{\circ}\text{C}$	Αλπική ή υποπολική		
$1,5^{\circ}\text{C} > BT > 0^{\circ}\text{C}$	Πολική		
$0^{\circ}\text{C} > BT$	Αιωνίων χιόνων		



**Σχήμα 64α:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με τους δείκτες «average biotemperature» (BT) και  $PER=I_{\theta}/Pan$  του Holdridge.

Το εν λόγω σύστημα ταξινόμησης του Holdridge χρησιμοποιείται ευρέως, εξαιτίας της απλότητας και της ευκολίας υπολογισμού των δεικτών του, καθώς και της καλής αντιστοιχίας του με τους διάφορους τύπους βλάστησης σε παγκόσμια

κλίμακα. Αποτέλεσμα αυτών είναι και η χρήση του τελευταία για την πρόβλεψη της επίδρασης της παγκοσμίου θέρμανσης στα οικοσυστήματα. Ο όρος «life zone» αναφέρεται στο συνδυασμό των τριών βασικών, για τη βλάστηση, κλιματικών μεταβλητών, δηλαδή της θερμοκρασίας, των κατακρημνισμάτων και της υγρασίας, που είναι υπεύθυνες για τον σχηματισμό συγκεκριμένων τύπων βλάστησης. Αντιστρόφως, με τη βοήθεια των «life zones» του Holdridge μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τις κλιματικές συνθήκες μιας περιοχής έπειτα από παρατήρηση των φυτοκοινωνιών της (Pan et al. 2003).

Από το σχήμα 64α συμπεραίνεται:

A) Η ΔΚΖ1 εμφανίζεται κυρίως στην ύφυγη και ημίξηρη υποτροπική ζώνη του Holdridge. Σχετικά με τους πέντε σταθμούς της στην υγρή υποτροπική ζώνη (Ασώματος Ρεθύμνου, Βουκολιές Χανίων, Ζάκυνθος, Σάμος και Ακράτα), αυτοί είτε ανήκουν τελικά στη ΔΚΖ2, είτε η τιμή  $BT=18^{\circ}C$  αποτελεί το θερμοόριο της ΔΚΖ2.

B) Η ΔΚΖ2 εμφανίζεται κυρίως στην υγρή υποτροπική ζώνη, καθώς και στην ύφυγη και υγρή θερμή εύκρατη ζώνη του Holdridge.

Γ) Η ΔΚΖ3 εμφανίζεται κυρίως στην ύφυγη και ημίξηρη θερμή εύκρατη ζώνη του Holdridge. Οι πολυάριθμοι σταθμοί της στην υγρή κι υπέρυγη θερμή εύκρατη ζώνη είναι σχεδόν σίγουρο, ότι βρίσκονται σε περιοχές υποβαθμισμένων δρυοδασών και ελατοδασών.

Δ) Η ΔΚΖ4 εμφανίζεται κυρίως στην ύφυγη και υγρή θερμή εύκρατη ζώνη, καθώς και στην ύφυγη ψυχρή εύκρατη ζώνη του Holdridge (με ψυχροόριο την τιμή  $BT=9^{\circ}C$ ). Οι πολυάριθμοι σταθμοί της στην υγρή κι υπέρυγη ψυχρή εύκρατη ζώνη είναι σχεδόν σίγουρο, ότι βρίσκονται σε περιοχές υποβαθμισμένων δασών οξιάς και ελάτης.

E) Η ΔΚΖ5 εμφανίζεται κυρίως στην υγρή και υπέρυγη ψυχρή εύκρατη και υπαλπική ζώνη, καθώς και στην υγρή και υπέρυγη θερμή εύκρατη ζώνη του Holdridge (με θερμοόριο την τιμή  $BT=15^{\circ}C$ ).

ΣΤ) Οι ΔΚΖ6 και ΔΚΖ7 εμφανίζονται κυρίως στην υγρή κι υπέρυγη ψυχρή εύκρατη ζώνη, καθώς και στην υγρή κι υπέρυγη υπαλπική ζώνη του Holdridge.

Η τιμή  $BT=17^{\circ}C$  (η ονομαζόμενη frost ή critical temperature line) συνιστά τη διαχωριστική γραμμή μεταξύ δύο σημαντικών ομάδων φυτών, δηλαδή των ευαίσθητων και των ανθεκτικών στις χαμηλές θερμοκρασίες και η οποία κυμαίνεται στην πραγματικότητα από  $16^{\circ}C$  έως  $18^{\circ}C$  μεταξύ διαφόρων περιοχών της γης (Holdridge 1967). Όπως άλλωστε διαπιστώνεται από το σχήμα 64α, αυτό ισχύει και για τον ελληνικό χώρο, αφού η περιοχή των θερμοκρασιών μεταξύ  $16^{\circ}C$  και  $17^{\circ}C$  διαχωρίζει τη θερμότερη ζώνη των αειφύλλων πλατυφύλλων (ΔΚΖ1) από τη μεταβατική προς τα φυλλοβόλα πλατύφυλλα (ΔΚΖ3), καθώς και από εκείνη των φυλλοβόλων δρυών (ΔΚΖ4). Βάσει δε 483 σταθμών απ' όλο τον κόσμο, στις περιοχές με  $BT>20^{\circ}C(\pm 6^{\circ}C)$  συνήθως δεν σημειώνονται ποτέ παγετοί.

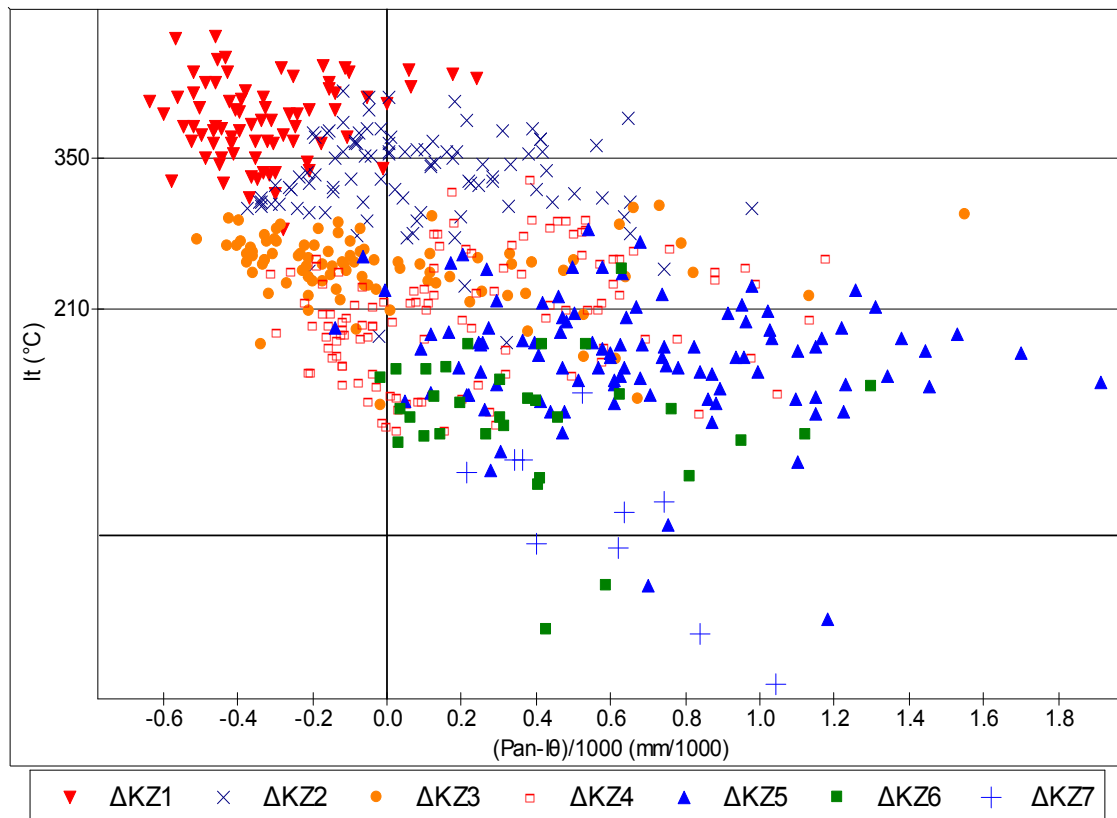
Παρά το γεγονός της πολύ καλής σχέσης των ελληνικών ΔΚΖ με τις life zones του Holdridge, ο δείκτης PER υπολογιζόμενος από το μέσο ετήσιο ύψος νετού και μη λαμβάνοντας υπόψη την ξηροθερμική περίοδο, όπως συμβαίνει και με τους δείκτες  $I_m$  του Thornthwaite και  $I$  του De Martone, υστερεί σε σχέση με τη μεταβλητή  $D_{an}$  για τη διάκριση των ελληνικών ΔΚΖ από υγρασιακής σκοπιάς, όπως εύκολα διαπιστώνεται συγκρίνοντας τα σχήματα 64α και 53. Να σημειωθεί, επίσης, ότι για ταχύ υπολογισμό της  $I_{\theta}$  ο Holdridge προτείνει τη σχέση  $I_{\theta}=58,93*BT$  (Pan et al. 2003), κάτι που δεν ισχύει για την Ελλάδα, όπου, βάσει των δεδομένων των 535 σταθμών, η σχέση μετατρέπεται σε  $I_{\theta}=36*BT+259$  ( $R^2=0,98$ ). Αντί αυτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εξίσωση 1 του πίνακα 21 για τον υπολογισμό του  $I_{\theta}$  από τη μέση ετήσια θερμοκρασία ( $T_{an}$ ). Εντούτοις, με υπολογισμό της μέσης ετήσιας δυναμικής εξατμισοδιαπνοής



σύμφωνα με τον προτεινόμενο από τον Holdridge τύπο, η μορφή του σχήματος 64α δεν μεταβάλλεται σημαντικά, συνεπώς και αυτός ο τύπος είναι χρήσιμος για μια πρώτη προσέγγιση των σχέσεων κλίματος-βλάστησης σε πρακτικές εφαρμογές, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις σύγκρισης με ερευνητικές εργασίες του εξωτερικού.

Ένα παρόμοιο κλιματικό διάγραμμα (σχήμα 64β), που χρησιμοποιείται τελευταία (Barberis et al. 1992), είναι εκείνο με τετμημένη τη διαφορά της μέσης ετήσιας εξατμισοδιαπνοής από τη μέση ετήσια βροχόπτωση ( $Pan-I_{\theta}$ ) και τεταγμένη τον **Rivas-Martinez thermal index** ( $I_t$ ). Ο θερμομετρικός δείκτης  $I_t$  υπολογίζεται από την σχέση  $I_t=10*(Tan+2*T\psi)$  (Amigo and Ramírez 1998, Gavilan 2005). Η τιμή  $I_t=350$  διαχωρίζει τον θερμομεσογειακό από το μεσομεσογειακό όροφο, ενώ η τιμή  $I_t=210$  διαχωρίζει τον μεσομεσογειακό από τον υπομεσογειακό όροφο (Barberis et al. 1992). Βάσει δε των μετεωρολογικών σταθμών της παρούσης εργασίας, για κάθε ελληνική ΔΚΖ ο δείκτης  $I_t$  κυμαίνεται μεταξύ των παρακάτω τιμών, δείχνοντας καλά αποτελέσματα και για την ελληνική περιοχή:

ΔΚΖ1	$280 < I_t < 470$	ΔΚΖ3	$100 < I_t < 330$	ΔΚΖ5	$-100 < I_t < 280$
ΔΚΖ2	$170 < I_t < 410$	ΔΚΖ4	$100 < I_t < 330$	ΔΚΖ6	$-100 < I_t < 250$
				ΔΚΖ7	$-150 < I_t < 150$



**Σχήμα 64β:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με τη διαφορά  $Pan-I_{\theta}$  (διαιρεμένη με 1000) και το Rivas-Martinez thermal index ( $I_t$ ).

Ωστόσο, η διαφορά  $Pan-I_{\theta}$  παρουσιάζει όλα τα μειονεκτήματα του δείκτη PER του Holdridge, του ομβροθερμικού πηλίκου Emberger κλπ, υστερώντας συνεπώς σε σχέση με το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα, τα δε όρια διάκρισης μεταξύ των ΔΚΖ στο σχήμα 64β από υγρασιακής σκοπιάς είναι συνάρτηση τόσο της  $Pan-I_{\theta}$  όσο και του δείκτη  $I_t$ .

### Κλιματοδοασικές ζώνες του Mayr και δείκτης ξηρότητας De Martone

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα ο καθηγητής Η. Mayr (αναφερόμενος από Κοντό 1909 και Μουλόπουλο 1965β) βάσει μελετών, τις οποίες ενήργησε κατά τα πολλά παγκόσμια ταξίδια του και μετά μακρά διαμονή του εκτός Γερμανίας, δεχόμενος ως ύψος δένδρων δυναμένων να συγκροτήσουν δάσος το ύψος των 8 m., κατέληξε στη διάκριση των λεγόμενων Κλιματοδοασικών Ζωνών (ή δασικών ζωνών ανταποκρινομένων σε ορισμένα κλίματα). Για κάθε μια από τις Κλιματοδοασικές Ζώνες, τις οποίες ονόμασε με τη βοήθεια του ονόματος του χαρακτηριστικού δασικού είδους ή γένους προσθέτοντας την κατάληξη -etum (π.χ. Fagetum), προσδιόρισε το κλιματικό περιβάλλον βάσει των μέσων τιμών θερμοκρασίας, βροχόπτωσης και σχετικής υγρασίας του αέρα κατά τη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου Μαΐου-Αυγούστου, σε συνδυασμό με τη μέση ετήσια και την απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία, καθώς και τους μήνες εμφάνισης πρώτου και τελευταίου παγετού. Συνοπτικά, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις ευρωπαϊκές Κλιματοδοασικές Ζώνες του Mayr (Κοντός 1909, Μουλόπουλος 1965β) αναγράφονται στον πίνακα 22:

**Πίνακας 22:** Κλιματικές συνθήκες των ευρωπαϊκών Κλιματοδοασικών Ζωνών του Mayr.

Κλιματοδοασικές Ζώνες του Mayr	Ta (°C)	RHa (%)	Pa (mm)	Tan (°C)	Π.Ε.Π.	Tnn (°C)
Ψυχρή ζώνη ημιδένδρων-δασοόρια (Alpinetum, Polaretum)	8 έως 10	80	400	1 έως 3	Ιούλιος	-25 έως -45
Εύκρατη ψυχρή δασική ζώνη (Picetum, Laricetum= ζώνες ψυχροβίων κωνοφόρων)	10 έως 14	75	600 έως 800	3 έως 7	Από Ιούνιο έως Αύγουστο	-35
Εύκρατη θερμή δασική ζώνη 1 (Fagetum= Ψυχρότερη ζώνη των φυλλοβόλων πλατυφύλλων)	16 έως 18	70	250	7 έως 12	Από Ιούνιο έως Αύγουστο	-25 έως -30
Εύκρατη θερμή δασική ζώνη 2 (Castanetum= Θερμότερη ζώνη των φυλλοβόλων πλατυφύλλων)	20 έως 23	50 έως 60	100 έως 200	13 έως 17	Από Απρίλιο έως Οκτώβριο	-11
Υποτροπική δασική ζώνη (Lauretum=ζώνη των αειθαλών πλατυφύλλων)	20 έως 25	50 έως 60	50 έως 100	16 έως 19	Από Μάρτιο έως Νοέμβριο	-5
Συντομογραφίες: RHa= Μέση σχετική υγρασία Μαΐου-Αυγούστου, Π.Ε.Π.= Περίοδος ελεύθερης παγετού, Tnn= Απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία.						

Στη δεύτερη από τα δεξιά στήλη του παραπάνω πίνακα, αντί των μηνών εμφάνισης πρώτου και τελευταίου παγετού, αναγράφεται η συνεπαγόμενη περίοδος ελεύθερης παγετού. Στον ίδιο πίνακα παρατηρείται κάποια ασυνέχεια των τιμών θερμοκρασίας μεταξύ ορισμένων Κλιματοδοασικών Ζωνών, που οφείλεται πιθανότατα

στον ανεπαρκή αριθμό μετεωρολογικών σταθμών στα τέλη του 19ου αιώνα για τη μελέτη των σχέσεων κλίματος-βλάστησης ή στην ύπαρξη μεταβατικών ζωνών.

Στη χώρα μας εμφανίζονται και οι πέντε ευρωπαϊκές Κλιματοδοσικές Ζώνες του Mayr:

- 1) Lauretum, στην οποία αντιστοιχούν οι ΔΚΖ1 και ΔΚΖ2.
- 2) Castanetum, στην οποία αντιστοιχεί η ΔΚΖ4.
- 3) Fagetum, στην οποία αντιστοιχούν οι ΔΚΖ5 και ΔΚΖ6.
- 4) Picetum, στην οποία αντιστοιχεί η ΔΚΖ7.
- 5) Alpinetum, στην οποία αντιστοιχεί η ΔΚΖ8.

Η ΔΚΖ3 είναι μεταβατική μεταξύ Lauretum και Castanetum.

Παρόμοιες μέσες ετήσιες θερμοκρασίες με τον Mayr έδωσε και ο Alexander von Humbolt (αναφερόμενος από Μουλόπουλο 1965β), ο οποίος μετά την άνοδό του στο όρος Chimborasso της νοτίου Αμερικής κατέστρωσε την εξής σειρά διαδοχής των διαφόρων φυτικών διαπλάσεων μετά του υπερθαλασσίου ύψους:

Υψόμετρο	Tan (°C)	Φυτικές διαπλάσεις
0-600 m	27,5	Φοίνικες και μπανάνες
600-1200	24,0	Δενδρώδεις πτέριδες και συκίες
1200-1900	21,0	Μυρτιές και δαφνοειδή ξυλώδη είδη
1900-2500	19,0	Αείφυλλα πλατύφυλλα
2500-3100	16,0	Φυλλοβόλα κατά τον χειμώνα
3100-3700	13,0	Κωνοφόρα
3700-4400	8,5	Αλπικά είδη
4400-4800	4,5	" ποώδη είδη
> 4800 m	1,5	Κρυπτόγαμα (αιώνια χιόνια)

Καθώς οι μεταβλητές Τα και Tan αποτελούν σημαντικούς παράγοντες των Κλιματοδοσικών Ζωνών του Mayr, καταρτίστηκε το διάγραμμα Tan-Ta (σχήμα 65) για τη μελέτη της επίδρασής τους στις ελληνικές ΔΚΖ, από το οποίο προκύπτουν οι εξής τιμές αυτών (°C) για την ευδοκίμηση των ελληνικών δασών και θαμνώνων:

ΔΚΖ7	$8 < T\alpha < 17$ (19)	και	$1 < T\alpha\alpha < 9$ (11)
ΔΚΖ6	$11 < T\alpha < 21$	και	$3 < T\alpha\alpha < 13$ (14)
ΔΚΖ5	$10 < T\alpha < 22$ (23)	και	$3 < T\alpha\alpha < 15$
ΔΚΖ4	$17 < T\alpha < 24,5$	και	$9 < T\alpha\alpha < 16,5$
ΔΚΖ3	$16 < T\alpha < 24,5$	και	$10 < T\alpha\alpha < 16,5$
ΔΚΖ2	(18) $20 < T\alpha < 25$	και	(11) $14 < T\alpha\alpha < (18)$
ΔΚΖ1	(21) $22 < T\alpha < (26)$	και	(15) $16 < T\alpha\alpha < (20)$

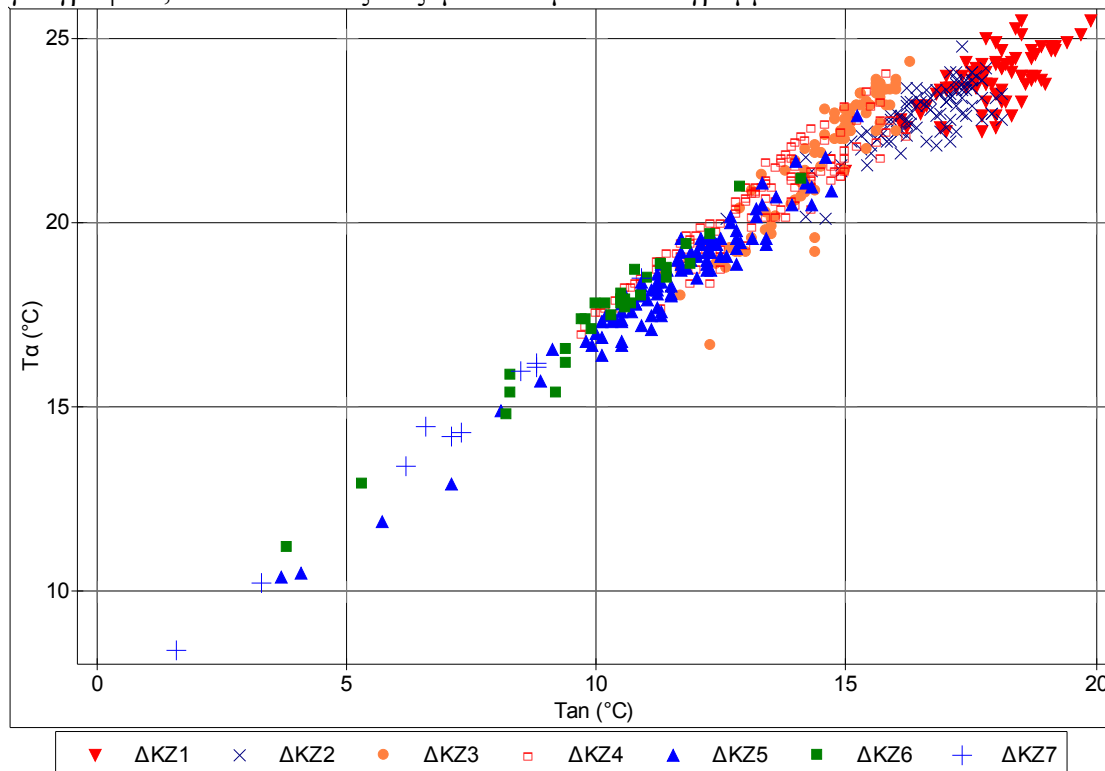
Σε παρένθεση δίνονται οι τιμές θερμοκρασίας:

Α) Των θερμότερων περιοχών της ΔΚΖ1, που δεν σηματοδοτούν κατ' ανάγκη και τα θερμοόρια της, καθώς η ζώνη των αειφύλλων πλατυφύλλων εκτείνεται νοτιότερα του ελλαδικό χώρο.

Β) Μεμονωμένων μετεωρολογικών σταθμών, οι οποίοι απέχουν πολύ από το κύριο νέφος των σταθμών των διαφόρων ΔΚΖ στο διάγραμμα Tan-Ta, λόγω πιθανής υπερεκτίμησης της θερμοκρασίας τους από τις εξισώσεις των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002), σύμφωνα με τα σχήματα 9-10. Πρόκειται για τους σταθμούς Λιτοχώρου Πιερίας (ΔΚΖ5), Καρίτσας Λαρίσης (ΔΚΖ6) και Όλυμπος 2 (ΔΚΖ7) για την περιοχή των οποίων τα σχήματα 9 και 10 φανερώουν υπερεκτίμηση της θερμοκρασίας (ιδίως της μέσης ελάχιστης) περίπου κατά 1°C από τις εξισώσεις των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002).

Γ) Σημαντικά αποκλινόντων σταθμών προς τα ψυχροόρια της ΔΚΖ1 και ΔΚΖ2, ως σπάνια εμφανιζόμενους και υπό ειδικές συνθήκες (νότιες εκθέσεις, υποβάθμιση βλάστησης κ.λπ.), σε περιοχές όπου κυριαρχούν άλλες ΔΚΖ.

Όπως προκύπτει και από το σχήμα 65, η διάκριση μεταξύ σπανίων και συνηθέστερων κλιματικών συνθηκών αφορά μόνο τα ψυχροόρια των ΔΚΖ1, ΔΚΖ2, ΔΚΖ3 και ΔΚΖ4. Με τα θερμοόρια των ΔΚΖ3, ΔΚΖ4, ΔΚΖ5 και ΔΚΖ6 δεν υπάρχει τέτοιο πρόβλημα, εξαιτίας του μεγάλου πλήθους σταθμών με υψόμετρο < 1300 m, οι οποίοι δίνουν μια καλή εικόνα των περιοχών επικράτησης των διαφόρων ΔΚΖ τόσο γεωγραφικά, όσο και στα εξεταζόμενα κλιματικά διαγράμματα.



**Σχήμα 65:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με τη μέση ετήσια θερμοκρασία ( $T_{an}$ ) και τη μέση θερμοκρασία Μαΐου-Αυγούστου ( $T_a$ ).

Αντιπαραθέτοντας τα εύρη τιμών των  $T_a$  και  $T_{an}$  των ελληνικών ΔΚΖ με τα αντίστοιχα των Κλιματοδασικών Ζωνών του Mayr (πίνακας 21), φαίνεται ότι συμπίπτουν σε γενικές γραμμές, με κάπως μεγαλύτερα τα θερμοκρασιακά εύρη των ελληνικών ΔΚΖ (έως και 4°C εκατέρωθεν). Το γεγονός αυτό είναι πολύ σημαντικό, φανερώνοντας την επιτυχία των Κλιματοδασικών Ζωνών του Mayr από θερμοκρασιακής απόψεως, καθώς τα προσδιορισμένα θερμοκρασιακά όρια αυτών σε επίπεδο ηπείρου, ισχύουν και σε περιοχές πολύ μικρότερης κλίμακας, όπως η χώρα μας. Γίνεται δε ακόμα πιο σημαντικό, αν ληφθεί υπόψη, ότι οι τιμές  $T_a$  και  $T_{an}$  του Mayr αφορούν, προφανώς, τις κύριες περιοχές επικράτησης των δασών κάθε Κλιματοδασικής του Ζώνης και όχι τα απώτατα όριά τους, που επιχειρείται να προσδιοριστούν στην παρούσα εργασία.

Στο σχήμα 65 δεν είναι ιδιαίτερα ευδιάκριτες οι περιοχές του διαγράμματος  $T_{an}$ - $T_a$ , που καταλαμβάνονται από τους σταθμούς κάθε ΔΚΖ, καθώς υπάρχει ισχυρή συσχέτιση της  $T_a$  με την  $T_{an}$ . Είναι προφανές, ότι η συσχέτιση αυτή γίνεται ασθενέστερη, αν εξεταστεί σε παγκόσμια κλίμακα, εντούτοις η ύπαρξή της δεν αποκλείει την αναγκαιότητα χρήσης της  $T_a$ , ως συμπληρωματικής μεταβλητής για την  $T_{an}$ , με σκοπό την απόκτηση πλήρους εικόνας της κύμανσης των θερμοκρασιών καθ' όλη τη διάρκεια του έτους στις εξωτροπικές περιοχές, όπως έχει δειχθεί σε προηγούμενη ενότητα. Από το ίδιο διάγραμμα συμπεραίνεται, ότι τα δάση ελάτης και μαύρης πεύκης (ΔΚΖ5) έχουν παρόμοιες απαιτήσεις, όσον αφορά την θερμοκρασία,

με εκείνα της οξιάς (ΔΚΖ6), όπως έχουν δείξει οι Γκουβάς και Θεοδωρόπουλος (2009). Ίδιες απαιτήσεις, όσον αφορά την θερμοκρασία, παρουσιάζουν τα δρυοδάση (ΔΚΖ4) με τα δάση και τους θαμνώνες της ψυχρότερης ζώνης των αειφύλλων πλατυφύλλων (ΔΚΖ3).

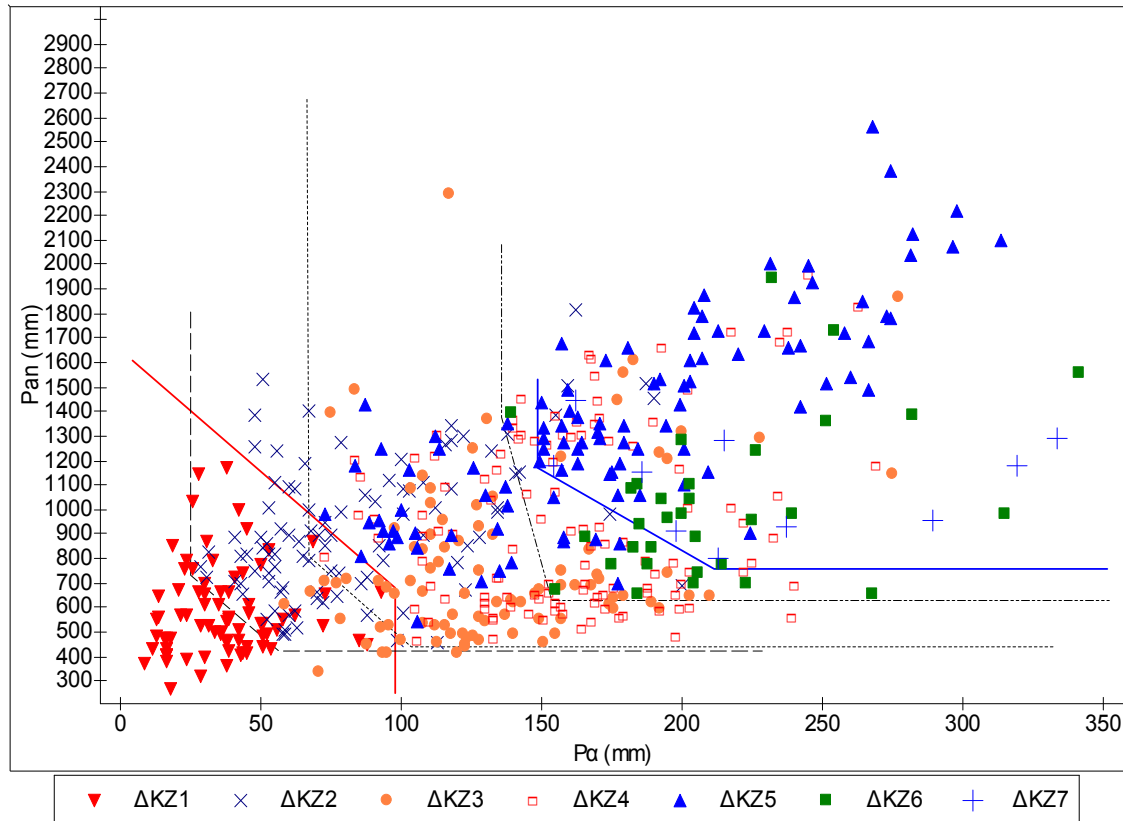
Από τους 20 συνολικά θεωρητικούς σταθμούς, που δίνονται στο τέλος των πινάκων 2 και 9, έχοντας αύξοντα αριθμό από 516 έως 535, οι έξι (Σμόλικας 1, Αροάνια 1, Βόρας 2, Όλυμπος 1, Οίτη 1, Βαρνούς 1) επιλέχθηκαν με σκοπό τον καθορισμό των ψυχροορίων των ΔΚΖ5, ΔΚΖ6 και ΔΚΖ7. Από τους έξι σταθμούς μόνον ένας (Όλυμπος 1) ανήκει στην ψυχρή ζώνη των ημιδένδρων κατά Mayr. Οι υπόλοιποι πέντε ανήκουν στην εύκρατη ψυχρή δασική ζώνη, οπότε τα ελληνικά δασοόρια είναι ανθρωπογενή, σύμφωνα με τα κριτήρια του Mayr. Αντίθετα, βάσει του δείκτη «average biotemperature», επειδή και οι 6 σταθμοί έχουν  $BT \leq 6,2^\circ C$  (σχήμα 64α) ανήκουν στην υπαλπική ζώνη του Holdridge, συνιστώντας πράγματι τα φυσικά δασοόρια των ΔΚΖ5, ΔΚΖ6 και ΔΚΖ7.

Όσον αφορά τις τιμές RHα των Κλιματοδασικών Ζωνών του Mayr, μάλλον δεν πρέπει να τους δοθεί ιδιαίτερη σημασία, διότι σε χερσαίες περιοχές η μέση σχετική υγρασία του αέρα είναι ανάλογη του μέσου ύψους βροχής της ίδιας περιόδου, όπως έχει δειχθεί σε προηγούμενη ενότητα και εύκολα διακρίνεται στον πίνακα 22. Δευτερεύοντες παράγοντες διαμόρφωσης της φυσικής βλάστησης αποτελούν η απολύτως ελάχιστη θερμοκρασία ( $T_{min}$ ) και η περίοδος ελεύθερης παγετού (Π.Ε.Π.) ενός τόπου για λόγους, που έχουν εκτεθεί σε προηγούμενη ενότητα, αφού σε πεδιάδες, κοιλάδες και οροπέδια ο πρώτος παγετός σημειώνεται σχεδόν πάντα νωρίτερα και ο τελευταίος αργότερα απ' ότι στις υπερκείμενες πλαγιές, όπως προκύπτει τόσο από τα δεδομένα των υπό μελέτη σταθμών, όσο και στην πράξη από τις προκαλούμενες βλάβες σε δασικά και γεωργικά φυτά εξαιτίας παγετών, πέραν του ότι αποτελούν σπάνια γεγονότα. Γι' αυτό και δεν θα εξεταστούν περαιτέρω οι εν λόγω παράγοντες, αν και η μελέτη τους έχει αξία για αναδασώσεις και δασικές φυτείες. Σε τέτοιες περιπτώσεις, χρήσιμα μπορεί να αποβούν τα σχήματα 14-17 για την εκτίμηση της περιόδου ελεύθερης παγετού, αφού πρώτα εκτιμηθεί για έναν τόπο η μέση και μέση ελάχιστη θερμοκρασία κάθε μήνα.

Σχετικά με τη μεγάλη σημασία που έχει για τις αναδασώσεις η προϋπόθεση, να είναι περίπου ίδιες οι τιμές  $T_{an}$  και  $T_a$  στην περιοχή προέλευσης και προορισμού των προς αναδάσωση ειδών, ο Κοσσενάκης (1929) αναφέρει ορισμένα είδη πεύκης της ζώνης των αειφύλλων πλατυφύλλων στα δυτικά παράλια των Η.Π.Α. (*Pinus insignis*, *Pinus muricata*, *Pinus attenuata*, *Pinus sabinian*), που μπόρεσαν και ευδοκίμησαν στη Βυτίνα Αρκαδίας, παρά το γεγονός ότι ανήκουν σε διαφορετικές ζώνες βλάστησης, ακριβώς διότι τα κλιματικά στοιχεία της Βυτίνας σχεδόν συμπίπτουν με εκείνα των περιοχών φυσικής εξάπλωσης αυτών των ειδών. Επισημαίνει δε ο Κοσσενάκης (1929), ότι η ευδοκίμησή τους στη Βυτίνα δεν αποτελεί εγκλιματισμό, διότι υπό τον όρο αυτό εννοείται η προσαρμογή ενός φυτικού είδους με τη μεταφορά του σε περιοχές διαφορετικού κλίματος από τον τόπο της φυσικής του εξάπλωσης. Θα είχαμε περίπτωση εγκλιματισμού, αν για παράδειγμα μπορούσε να ευδοκιμήσει η λάρικα στη Βυτίνα, να αυξήσει δηλαδή το θερμοόριο των  $T_a = 14^\circ C$  κατά  $3^\circ C$ , επανειλημμένες ωστόσο προσπάθειες ανάπτυξής της στη Βυτίνα απέτυχαν.

Στην συνέχεια θα εξεταστεί η διανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε διάγραμμα, με τετημημένη το μέσο ύψος νετού Μαΐου-Αυγούστου ( $P_a$ ) και τεταγμένη το μέσο ετήσιο ύψος νετού ( $P_{an}$ ), καθώς και διάγραμμα με τετημημένη το πηλίκο  $P_a/(T_a+10)$  και τεταγμένη τον δείκτη ξηρότητας του de Martone,  $I = P_{an}/(T_{an}+10)$ . Η επιλογή των μεταβλητών  $P_a$  και  $P_{an}$  ως αξόνων του εν λόγω διαγράμματος, πέραν του γεγονότος

ότι η  $P_a$  αποτελεί σημαντικό παράγοντα των Κλιματοδασικών Ζωνών του Μαγι, έγινε με το σκεπτικό, ότι η πρώτη περιλαμβάνει τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα της ξηροθερμικής περιόδου για τη χώρα μας και η δεύτερη τα συνολικά κατακρημνίσματα, μέρος των οποίων αποθηκεύεται στο έδαφος κατά το χειμερινό εξάμηνο και χρησιμοποιείται από τα φυτά κατά την ξηροθερμική περίοδο. Το εν λόγω διάγραμμα ίσως αποτελεί μερική λύση στην πολυπλοκότητα υπολογισμού της  $D_{an}$  και του υδατικού ισοζυγίου γενικότερα.



**Σχήμα 66:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με το μέσο ύψος νετού Μαΐου-Αυγούστου ( $P_a$ ) και το μέσο ετήσιο ύψος νετού ( $P_{an}$ ).

Από το σχήμα 66 (διάγραμμα  $P_a$ - $P_{an}$ ) προκύπτει, ότι σε περιοχές με μικρό μέσο ύψος νετού Μαΐου-Αυγούστου ( $P_a$ ) απαιτούνται περισσότερα ετήσια κατακρημνίσματα για την ευδοκίμηση των δασών και θαμνώνων κάθε ΔΚΖ, σε σχέση με περιοχές υψηλών τιμών  $P_a$  και αντίστροφα. Ωστόσο, μπορεί να ειπωθεί ότι απαιτούνται τουλάχιστον:

$P_a \geq 150$  mm και  $P_{an} \geq 800$  mm για τους σχηματισμούς της ΔΚΖ7

$P_a \geq 130$  mm και  $P_{an} \geq 650$  mm για τους σχηματισμούς της ΔΚΖ6

$P_a \geq 70$  mm και  $P_{an} \geq 500$  mm για τους σχηματισμούς της ΔΚΖ5

$P_a \geq 70$  mm και  $P_{an} \geq 450$  mm για τους σχηματισμούς της ΔΚΖ4

$P_a \geq 30$  mm και  $P_{an} \geq 450$  mm για τους σχηματισμούς της ΔΚΖ2

$P_a \geq 60$  mm και  $P_{an} \geq 300$  mm για τους σχηματισμούς της ΔΚΖ3.

Ειδικά σε ό,τι αφορά την ΔΚΖ5, η διαπίστωση του Μπασιώτη (1956) ότι τιμές  $P_a < 100$ - $120$  mm και  $P_{an} < 600$ - $800$  mm εμποδίζουν την ευδοκίμηση της ελάτης στην Ελλάδα, επιβεβαιώνεται εν γένει στο σχήμα 66. Πέρα όμως από αυτό, η αξία του εν λόγω διαγράμματος είναι μεγάλη, αφού δίνονται συχνά στη βιβλιογραφία τιμές  $P_{an}$  για αρκετά δασοπονικά είδη, πάνω από τις οποίες ευδοκιμούν και που σίγουρα δεν πρέπει να παραβλέπονται. Ο Χατζηστάθης (1975) αναφέρει, ότι για τις

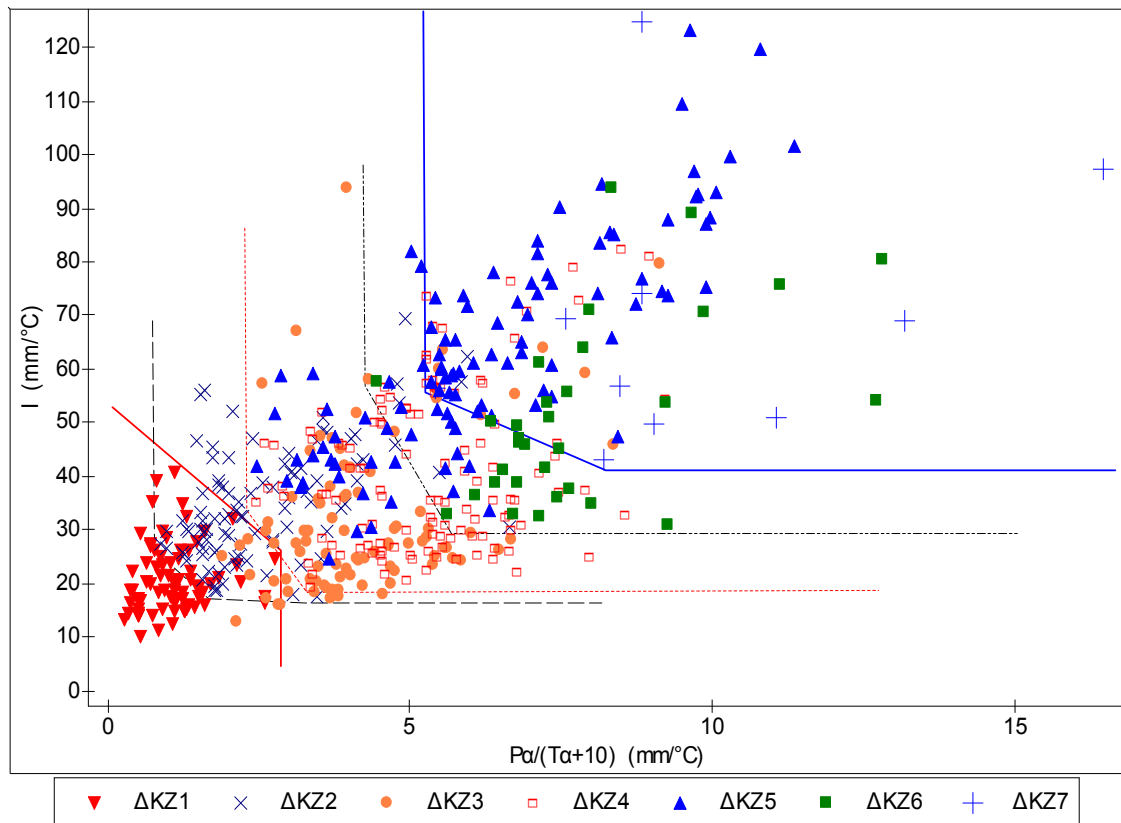
αναδασώσεις στο Ισραήλ -όπου η θερινή ξηρασία είναι εντονότερη και διαρκέστερη της Ελλάδας- χρησιμοποιείται η τραχεία πεύκη μόνο σε περιοχές με  $P_{an} > 500$  mm, ενώ στις υπόλοιπες η χαλέπιος πεύκη, αφού τα φυτάρια της πρώτης διαπνέουν εντονότερα από τη δεύτερη, όταν το έδαφος βρίσκεται στην κατάσταση της υδατοϊκανότητας. Ο ίδιος (1980) αναφέρει, ότι τα ταχυναυξή είδη *Pinus radiata* και *Pinus maritima*, που απαιτούν για την ευδοκίμησή τους  $P_{an} > 1000$  mm η πρώτη (Eccher 1969) και  $P_{an} > 650$  mm η δεύτερη (Γώγος 1978), υπέστησαν κατά το θέρος 1977 εκτεταμένες ξηράνσεις στις αναδασώσεις της Γερακινής Χαλκιδικής, όπου είχαν φυτευθεί και η μέση ετήσια βροχόπτωση είναι μόλις 442 mm, κάτι που δεν συνέβη σε τόση έκταση στις αναδασώσεις στην -βροχερότερη- περιοχή (705 mm) της Ιερισσού Χαλκιδικής. Υπάρχουν βέβαια και οι εξαιρέσεις: Στην περιοχή φυσικής εξάπλωσης (NA Η.Π.Α.) της ψευδακακίας (*Robinia pseudoacacia* L.), το μέσο ετήσιο ύψος υετού είναι 1000-1500 mm (με 500-750 mm στην βλαστητική περίοδο), ωστόσο το είδος αυτό διαθέτει τρομερή προσαρμοστικότητα σε πολύ διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος από εκείνες της φυσικής της εξάπλωσης, αφού εγκλιματίστηκε με επιτυχία σε αρκετά ξηρότερες περιοχές, όπως στην Κύπρο και το Ισραήλ (Ντίνη-Παπαναστάση 1991).

Οι προαναφερόμενες τιμές  $P_a$  για τις ΔΚΖ της χώρα μας είναι αρκετά μικρότερες εκείνων, που έχει δώσει ο Mayr (Μουλόπουλος 1965β) για τις αντίστοιχες κλιματοδοσικές ζώνες της Ευρώπης (πίνακας 22). Καθώς ο Mayr δεν έλαβε υπόψη ότι η απαιτούμενη, για την ευδοκίμηση ενός φυτικού είδους, ποσότητα κατακρημνισμάτων της αυξητικής περιόδου είναι συνάρτηση του μέσου ετήσιου ύψους υετού, όπως προκύπτει και από το διάγραμμα  $P_a$ - $P_{an}$ , το αποτέλεσμα ήταν ίδιες κλιματοδοσικές ζώνες σε διαφορετικές ηπείρους να παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές απαιτούμενων τιμών  $P_a$  (Μουλόπουλος 1965β). Σε αντίθεση με τη μεταβλητή  $P_a$ , οι τιμές  $T_{an}$  και  $T_a$  των ευρωπαϊκών Κλιματοδοσικών Ζωνών ισχύουν γενικά και σε άλλες ηπείρους (Μουλόπουλος 1965β) και συνεπώς κακώς δέχθηκε κριτική ο Mayr για τη θεώρηση των κλιματικών συνθηκών της περιόδου Μαΐου-Αυγούστου ως σημαντικών για την ταξινόμησή του, αφού η περίοδος αυτή είτε εμπεριέχει, είτε εμπεριέχεται στην αυξητική περίοδο των εξωτροπικών φυτών του βορείου ημισφαιρίου.

Διαιρώντας τις τιμές  $P_a$  και  $P_{an}$  με τις αντίστοιχες μέσες θερμοκρασίες του αέρα,  $T_a$  και  $T_{an}$ , προσαυξημένες κατά  $10^\circ\text{C}$ , προκύπτει το διάγραμμα του σχήματος 67. Η διανομή των διαφόρων ΔΚΖ στο διάγραμμα αυτό είναι πολύ παρόμοια με εκείνη του  $P_a$ - $P_{an}$ . Σε αντίθεση, μάλιστα, με το διάγραμμα  $D_{an}$ - $I_\theta$  (σχήμα 53), στα διαγράμματα των σχημάτων 66 και 67 τα δάση των ΔΚΖ4 και ΔΚΖ5 δείχνουν να ευδοκιμούν στις ίδιες σχεδόν υγρασιακές συνθήκες. Επίσης, από το ίδιο σχήμα 67 συμπεραίνεται, ότι σε αντίθεση με το δείκτη ξηρότητας  $P_{inna}$ , μόνος του ο δείκτης ξηρότητας  $de$  Martone, καθώς και οι παρακάτω κλιματικοί τύποι, που διακρίνονται βάσει των τιμών του (Φλόκας 1990), μικρή σημασία έχουν για τη δασική βλάστηση της Ελλάδας και γενικότερα για χώρες μεσογειακού κλίματος, λόγω της ύπαρξης της ξηροθερμικής περιόδου. Αντίθετα, σε κλίματα με ισοκατανομή των βροχών ή με μέγιστο κατά το θέρος πιθανότατα να έχει καλύτερη εφαρμογή.

Χαρακτηρισμός κλίματος κατά De Martone	Τιμές του I
Ξηρό ή ερημικό	$I < 10$
Ημίξηρο	$10 \leq I < 20$
Μεσογειακό	$20 \leq I < 24$
Ημίυγρο	$24 \leq I < 28$
Υγρό	$28 \leq I < 35$
Πολύ υγρό	$35 \leq I$





**Σχήμα 67:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με το πηλίκιο  $P_a/(T_a+10)$  και το δείκτη ξηρότητας του de Martone ( $I$ ).

Σε αναλογία με τον τύπο  $I = P_a n / (T_a n + 10)$ , ορίζεται και η μηνιαία τιμή του δείκτη ξηρότητας από τη σχέση:  $I' = 12 * P / (T + 10)$  με  $P$  και  $T$  τις μέσες τιμές θερμοκρασίας και ύψους υετού για τον θεωρούμενο μήνα. Η τιμή  $I' < 20$  ορίζει τους μήνες, στη διάρκεια των οποίων το έδαφος χρειάζεται άρδευση (Φλόκας 1990).

Ο Perrin (αναφερόμενος από Μουλόπουλο 1965β) λαμβάνοντας υπόψη, ότι ο τύπος του De Martone για  $T = -10^\circ\text{C}$  δίνει τιμή απείρως μεγάλη και ότι οι περίοδοι με μέσες θερμοκρασίες  $< 0^\circ\text{C}$  είναι περίοδοι φυσιολογικής ξηρασίας και, μάλιστα, τόσο μεγαλύτερης όσο κατώτερη των  $0^\circ\text{C}$  είναι η θερμοκρασία, αντιστρέφει το σημείο των αρνητικών θερμοκρασιών στον τύπο του De Martone, ούτως ώστε να έχει διαιρέτη πάντοτε θετικό αριθμό. Υπολογίζοντας με αυτό τον τρόπο ο Perrin τον ετήσιο  $I$  και τους μηνιαίους δείκτες ξηρότητας  $I'$  για περιοχές με διαφορετικές δασικές διαπλάσεις, κατέληξε στις παρακάτω τιμές των δεικτών ξηρότητας:

Ευλώδεις δασικές διαπλάσεις	Τιμές του $I$	Τιμές του $I'$
Δάση σκληροφύλλων πλατυφύλλων (Durisilvae)	20 - 40	Εμφανίζονται τιμές $< 20$ σε εύκρατα κλίματα
Δάση φυλλοβόλων (κατά το χειμώνα) πλατυφύλλων (Aestatisilvae)	20 - 40	Συνήθως 20-40 και ποτέ $< 20$
Δάση φυλλοβόλων (κατά το θέρος) πλατυφύλλων (Hiemisilvae)	20 - 60	Εμφανίζονται τιμές $< 20$
Αειθαλή δάση συνήθως εκ υγρόφιλων ειδών (Pluvialisilvae), κωνοφόρων (Aciculisilvae) και δαφνοειδών (Laurisilvae)	$> 40$	Συνήθως $> 40$

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας μελετήθηκαν και οι μηνιαίοι δείκτες ξηρότητας  $I'$  των εξεταζόμενων μετεωρολογικών σταθμών, αλλά εξαιτίας των φτωχών αποτελεσμάτων τους δεν παρατίθενται στους σχετικούς πίνακες. Οι προαναφερόμενες κλάσεις τιμών των  $I$  και  $I'$  του Perrin, μικρή αξία έχουν για τη βλάστηση της χώρας μας, καθώς με εξαίρεση 4 μόνο σταθμούς (Δημάριον, Λειβαδίτης, Ροδόπη 1 και Ροδόπη 2) με  $I'$  πάντα  $>20$  και 71 σταθμούς (των ΔΚΖ4, ΔΚΖ5, ΔΚΖ6 και ΔΚΖ7) έχοντες  $I>40$  και  $I'>40$  για 8 έως 10 μήνες (που σύμφωνα με τα παραπάνω εντάσσονται στις κατηγορίες των δασών *Aestatisilvae* και *Aciculisilvae* αντίστοιχα), όλοι οι υπόλοιποι σταθμοί παρουσιάζουν τιμές  $I'<20$  για 1 έως 8 μήνες, γεγονός που τους κατατάσσει στις κατηγορίες των σκληροφύλλων και των φυλλοβόλων κατά το θέρους πλατυφύλλων, κάτι που φυσικά δεν ισχύει. Εκτός αυτού, 62 σταθμοί (των ΔΚΖ1, ΔΚΖ2 και ΔΚΖ3) παρουσιάζουν  $10<I<20$  και συνεπώς δεν ανήκουν σε καμία από τις κατηγορίες δασικών διαπλάσεων του Perrin.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

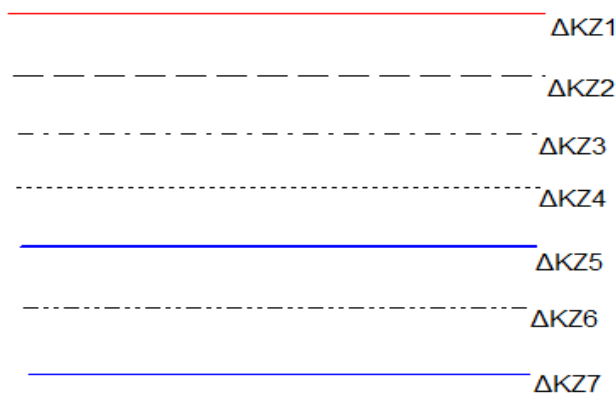
Από το πλήθος των συμπερασμάτων της παρούσης εργασίας, που μέχρι στιγμής έχουν εξαχθεί, σημαντικότερα είναι τα εξής:

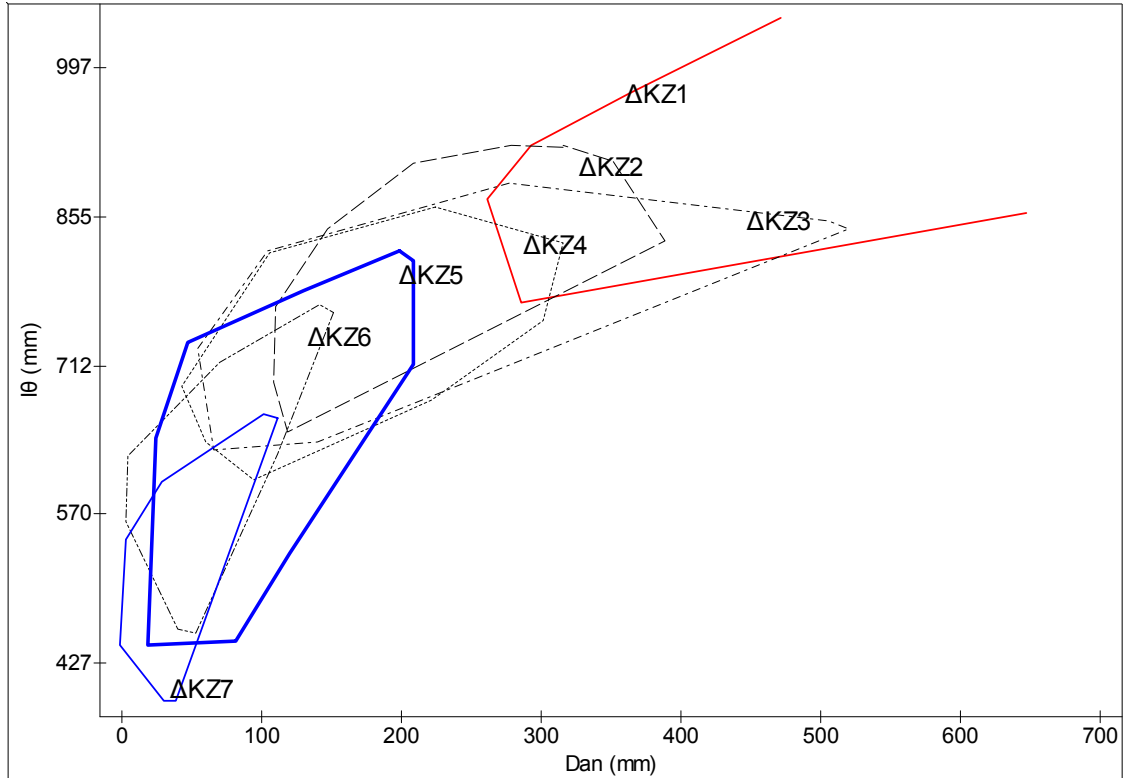
Το θερμοκρασιακό καθεστώς μιας εξωτροπικής περιοχής περιγράφεται εμμέσως από το συνδυασμό της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας ( $T_{an}$ ) με τη μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα ( $T_{\theta}$ ) ή του ψυχρότερου μήνα ( $T_{\psi}$ ) ή, ακόμα καλύτερα, με τη μέση θερμοκρασία του τετραμήνου Μαΐου-Αυγούστου ( $T_{\alpha}$ ). Το ίδιο επιτυγχάνεται με το συνδυασμό των τιμών των  $T_{\theta}$  και  $T_{\psi}$  ή των  $M$  και  $m$  (μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα αντίστοιχα) ή της μέσης ετήσιας δυναμικής εξατμισοδιαπνοής (δείκτης θερμικής αποτελεσματικότητας,  $I_{\theta}$ ) με το δείκτη θερινής συγκέντρωσης ( $C_{\theta}$ ), των υπολογισμένων σύμφωνα με την μεθοδολογία του Thornthwaite. Για τις τροπικές περιοχές αρκούν οι τιμές της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας. Πρόκειται φυσικά για κατά προσέγγιση τιμές θερμοκρασίας, αφού συνιστούν απλά δείκτες των θερμοκρασιών, των αναπτυσσομένων στο έδαφος και στα φυτά.

Σημαντικότερος υγρασιακός παράγοντας για την ευδοκίμηση των φυτών αποδεικνύεται το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα ( $D_{an}$ ), προσεγγίσεις του οποίου επιτυγχάνονται τόσο από το δείκτη ξηρότητας του Pinna, όσο και από το συνδυασμό του μέσου ετήσιου ύψους υετού ( $P_{an}$ ) με το μέσο ύψος υετού της περιόδου Μαΐου-Αυγούστου ( $P_{\alpha}$ ) ή με τον αριθμό των μηνών της ξηρής περιόδου ( $N_x$ ) των διαγραμμάτων Bagnouls-Gaussen.

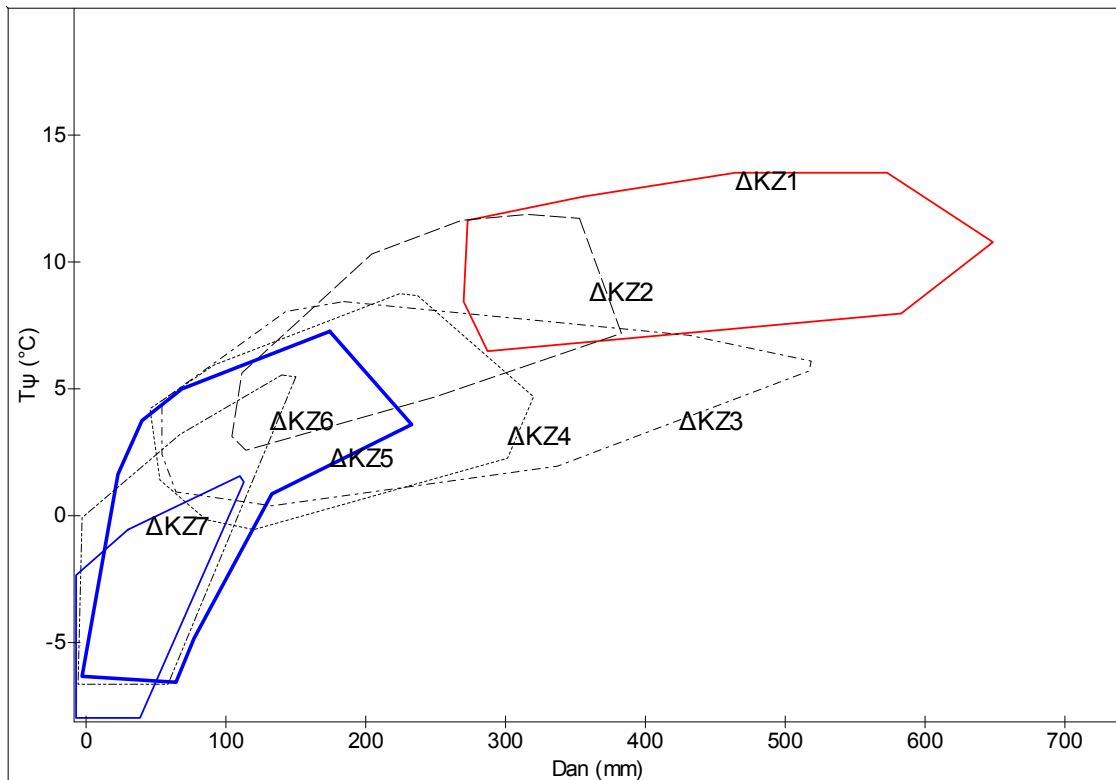
Από τις διάφορες κλιματικές κατατάξεις καταλληλότερη, από δασολογικής σκοπιάς, αποδεικνύεται εκείνη του Thornthwaite, καθώς και η βιοκλιματική ταξινόμηση του Emberger, οι Life Zones του Holgridge και εν μέρει οι Κλιματοδασικές Ζώνες του Mayr. Η βιοκλιματική ταξινόμηση UNESCO-FAO, αν και χρήσιμη, είναι δύσχρηστη εξαιτίας των κλιματικών δεδομένων που χρειάζεται.

Στα σχήματα 68 έως 71 παρουσιάζονται τα σημαντικότερα, για τη μελέτη των σχέσεων κλίματος-βλάστησης, κλιματικά διαγράμματα, που έχουν ήδη εξεταστεί ( $D_{an}-I_{\theta}$ ,  $m-Q$ ,  $MWI-I_p$ ,  $T_{\psi}-I_p$ ), με τη διαφορά ότι είναι σχεδιασμένα πάνω τους μόνο τα όρια των διαφόρων ελληνικών ΔΚΖ με γραμμές διαφορετικής μορφής, όπως παρουσιάζονται παρακάτω, έτοιμα για πρακτικές εφαρμογές από κάθε ενδιαφερόμενο. Το σχήμα 68β (διάγραμμα  $D_{an}-T_{\psi}$ ), αν και δεν εξετάστηκε προηγουμένως, κρίθηκε απαραίτητο να παρατεθεί ως συμπληρωματικό του σχήματος 68α (διαγράμματος  $D_{an}-I_{\theta}$ ).

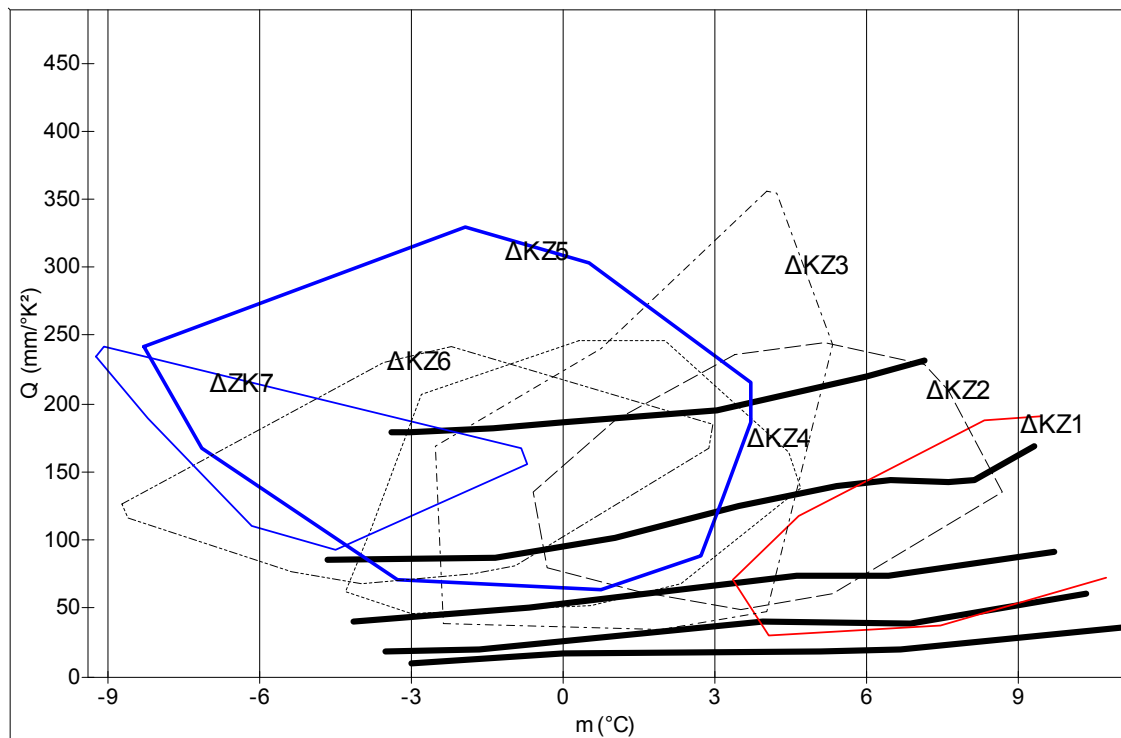




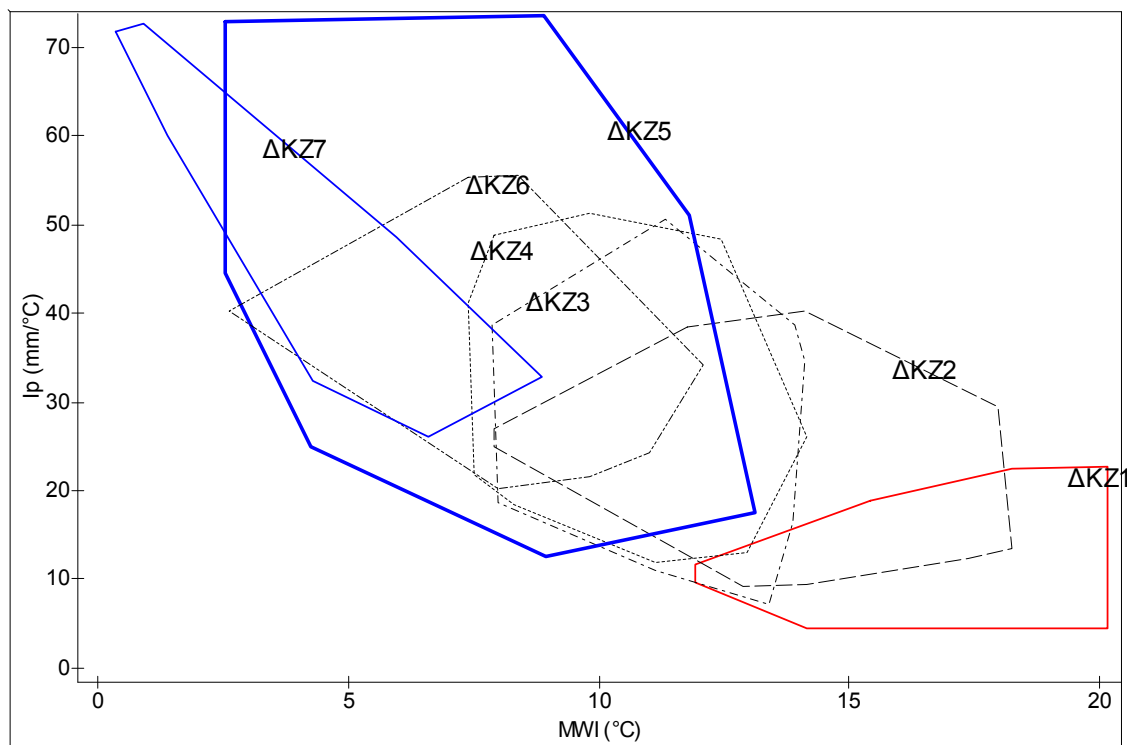
**Σχήμα 68α:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα ( $D_{an}$ ) και τον δείκτη θερμικής αποτελεσματικότητας ( $I_{\theta}$ ) του Thornthwaite.



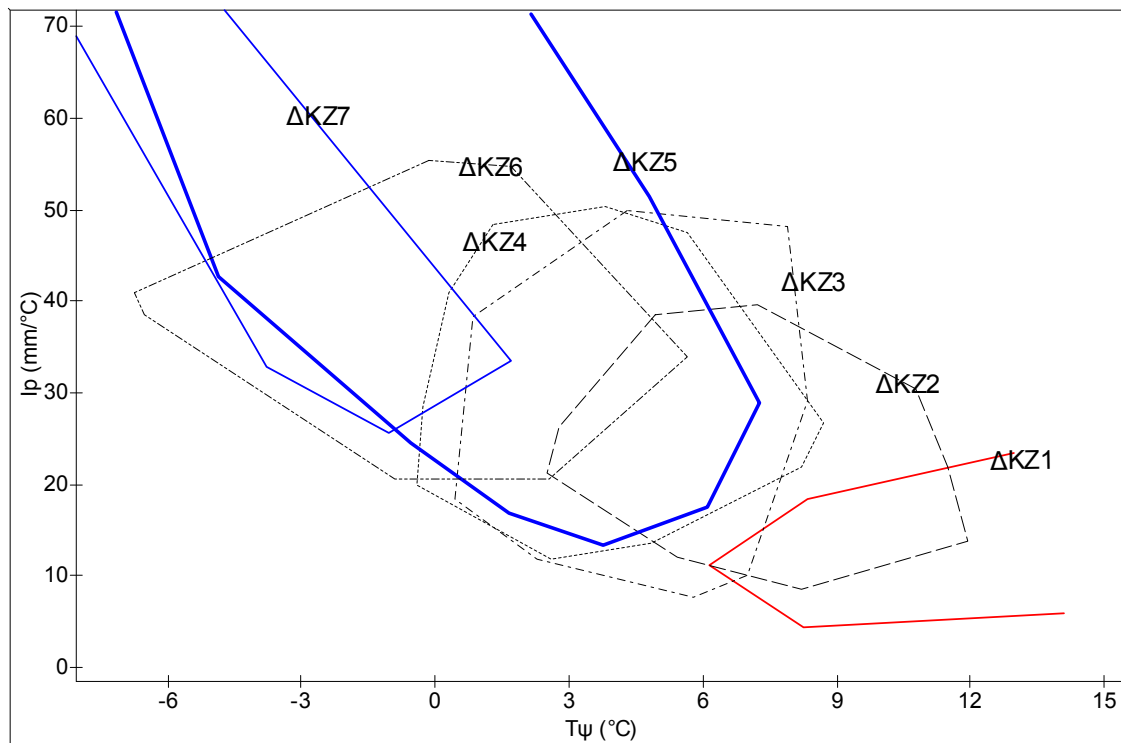
**Σχήμα 68β:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα ( $D_{an}$ ) του Thornthwaite και τη μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα ( $T_{\psi}$ ).



**Σχήμα 69:** Κλιματικό διάγραμμα Emberger. Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα ( $m$ ) και το ομβροθερμικό πηλίκο Emberger ( $Q$ ).



**Σχήμα 70:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με το δείκτη ξηρότητας του Pinna ( $I_p$ ) και το δείκτη MWI.



**Σχήμα 71:** Κατανομή των ελληνικών ΔΚΖ σε σχέση με το δείκτη ξηρότητας του Pinna ( $I_p$ ) και τη μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα ( $T_\psi$ ).

Τα διαγράμματα αυτά είναι κατάλληλα για να ερευνηθούν τα κλιματικά περιβάλλοντα ευδοκίμησης διαφόρων δασικών ειδών ή φυτοκοινωνιών και η σχέση τους με τις ελληνικές ΔΚΖ. Έστω ότι χρειάζεται να διαπιστωθεί η δυνατότητα εισαγωγής ενός ξενικού δασοπονικού είδους στη χώρα μας. Τότε δεν έχουμε παρά να δούμε, ποια σημεία των διαγραμμάτων  $D_{an}-I_\theta$  και  $m-Q$  καταλαμβάνουν οι μετεωρολογικοί σταθμοί των περιοχών προέλευσης του είδους και αν μεν αυτοί βρίσκονται εντός των ορίων της ίδιας ελληνικής ΔΚΖ και στα δύο διαγράμματα, τότε είναι σχεδόν βέβαιο, ότι το εξεταζόμενο δασοπονικό είδος μπορεί να εισαχθεί με επιτυχία και να ευδοκιμήσει σε περιοχές εξάπλωσης αυτής της ΔΚΖ. Αν και στα δύο κλιματικά διαγράμματα οι σταθμοί του εξεταζομένου φυτικού είδους βρίσκονται εκτός οποιασδήποτε ελληνικής ΔΚΖ, τότε πρέπει να αποκλειστεί η εισαγωγή του στην ελληνική περιοχή. Για την περίπτωση όμως κατά την οποία, στα δύο διαγράμματα φαίνονται οι σταθμοί αυτού του είδους να καταλαμβάνουν σημεία διαφορετικών ελληνικών ΔΚΖ, τότε δεν γνωρίζουμε ποιο αντιπροσωπεύει την πραγματικότητα, οπότε μάλλον πρέπει κανείς να καταφύγει στην εξέταση και των 5 παραπάνω προτεινόμενων κλιματικών διαγραμμάτων ή ακόμα και άλλων κλιματικών διαγραμμάτων, μεταβλητών και δεικτών, που έχουν διερευνηθεί στην παρούσα εργασία για να αποφανθεί, βάσει της πλειοψηφίας των αποτελεσμάτων, αν τελικά μπορεί να γίνει η εισαγωγή του ή όχι. Και αυτό, διότι μπορεί, για παράδειγμα, το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα ( $D_{an}$ ) να συνιστά την καλύτερη και ρεαλιστικότερη, μέχρι στιγμής, έκφραση του υγρασιακού παράγοντα εξάπλωσης των φυτών, δεν παύει ωστόσο να αποτελεί προσέγγιση, οπότε πρέπει να υπάρχουν περιπτώσεις, στις οποίες τα διάφορα ομβροθερμικά πηλίκια ενδεχομένως θα αποδειχθούν πιο αξιόπιστα.

Αν είναι διαθέσιμες μόνο οι μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης, η προαναφερόμενη διαδικασία γίνεται με τον συνδυασμό των διαγραμμάτων  $D_{an}-I_\theta$  και  $D_{an}-T_\psi$ . Εξαιτίας του κάπως πολύπλοκου υπολογισμού των

μεταβλητών  $D_{an}$  και  $I_0$ , η εν λόγω μεθοδολογία μπορεί προσεγγιστικά και σε πρώτη φάση να εφαρμοστεί με τη βοήθεια μόνο των διαγραμμάτων MWI-Ip και Tψ-Ip. Επίσης, η ίδια μεθοδολογία ακολουθείται στην περίπτωση μελέτης εισαγωγής δασοπονικών ειδών οποιασδήποτε ελληνικής ΔΚΖ σε χώρες του εξωτερικού.

Η χρησιμότητα τέτοιων διαγραμμάτων, εχόντων στον ένα άξονα κάποιον υγρασιακό και στον άλλο κάποιον θερμοκρασιακό παράγοντα της γεωγραφικής εξάπλωσης των φυτών, είναι μεγάλη και για το λόγο, ότι τα ψυχροόρια ορισμένων ειδών, ειδικά των αειφύλλων πλατυφύλλων, ενδέχεται να μην οφείλονται στην πραγματικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά στις πολλές θερινές βροχοπτώσεις. Σε αυτή την περίπτωση, είτε άλλα δασικά είδη γίνονται πιο ανταγωνιστικά, είτε αναπτύσσονται ασθένειες, λόγω του πιο υγρού περιβάλλοντος, οφειλόμενες σε μύκητες (Eccher 1969, Καϊλίδης 1990α), παρεμποδίζοντας την ευδοκίμησή τους. Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η αριά, η οποία σε περιοχές με ημίξηρο μεσογειακό κλίμα (όρος Άτλας στο Μαρόκο) ευδοκίμει και σε  $m < -3^{\circ}C$ , κάτι που δεν συμβαίνει στις περιοχές με ύψυγρο, υγρό και υπέρυγρο μεσογειακό κλίμα, όπως σε Ισπανία, Γαλλία, Ελλάδα κλπ (Barbero et al. 1992).

Όσον αφορά τις βιοκλιματικές περιοχές των διαγραμμάτων, τις κοινές για δύο ή περισσότερες ΔΚΖ, πρέπει να ειπωθεί, ότι δεν οφείλονται εξολοκλήρου σε ατέλειες των επιλεγμένων κλιματικών μεταβλητών, αλλά και σε δύο ακόμα λόγους:

1) Η διάκριση μεταξύ δύο φυτοκοινοτήτων δεν πρέπει να στηρίζεται στην άποψη, ότι εδώ λείπουν και εκεί εμφανίζονται ορισμένα φυτικά είδη, αλλά στο ότι κάτω από φυσικές προϋποθέσεις και βαθμιαίες αλλαγές των οικολογικών συνθηκών, μεταβαίνοντας από τη μία φυτοκοινότητα στην άλλη, παρατηρείται βαθμιαία ποσοτική ελάττωση μέχρι τελικής εξαφάνισης ορισμένων ειδών της μιας, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζεται διαδοχική ποσοτική αύξηση ορισμένων άλλων ειδών στην άλλη (Αθανασιάδης 1986β).

2) Κατά τον Bach (1930, αναφερόμενος από Χατζηστάθη 1979), μπορούν να αντικατασταθούν κλιματικοί και εδαφικοί παράγοντες σύμφωνα με το ακόλουθο σχήμα:

1. Κλιματικοί παράγοντες που μπορούν να αντικατασταθούν:

Υγρόψυχρο γενικό κλίμα	— σκιαζόμενες στενές κοιλάδες, βόρειες κλιτύες, υπήνεμες θέσεις
Θερμόξηρο γενικό κλίμα	— προστατευόμενες νότιες κλιτύες, προσήνεμες θέσεις
Άφθονα κατακρημνίσματα	— υψηλή υγρασία αέρα
Ολίγα κατακρημνίσματα	— ξηροί άνεμοι
Υψηλές θερμοκρασίες	— χαμηλή υγρασία αέρα, λίγες βροχοπτώσεις

2. Κλιματικοί παράγοντες που μπορούν να αντικατασταθούν από εδαφικούς:

Πολλές βροχοπτώσεις	— μεγαλύτερη υδατοϊκανότητα, μικρή διαπερατότητα εδάφους
Υψηλή υγρασία αέρα	— Ομοίως όπως παραπάνω
Χαμηλή θερμοκρασία	— Ομοίως όπως παραπάνω
Ξηροί άνεμοι	— μικρότερη υδατοϊκανότητα, μεγαλύτερη διαπερατότητα, μικρότερο βάθος εδάφους
Ισχυρή ηλιακή ακτινοβολία	— σκοτεινότερη επιφάνεια εδάφους

3. Εδαφικές ιδιότητες που μπορούν να αντικατασταθούν:

Υψηλή υδατοϊκανότητα	— υψηλή στάθμη υπόγειων υδάτων
Μικρή υδατοϊκανότητα	— μικρό βάθος εδάφους, ράχες
Χονδρόκοκκα εδάφη	— μεγαλύτερα συσσωματώματα ή διασωλήνωση από ζώα διαβιώντα μέσα στο έδαφος



Σχετικό παράδειγμα αποτελεί η μαύρη πεύκη, η οποία στις υγρές και ψυχρές, παρά τη Βιέννη, Άλπεις ευδοκιμεί εκπεφρασμένως επί των ξηρών εκεί και θερμών ασβεστολιθικών εδαφών, όμως στη θερμή και ξηρή Πελοπόννησο και Στερεά Ελλάδα το δέντρο τούτο δεν δύναται να υποφέρει τη θερμότητα και την ξηρασία των ασβεστολιθικών βράχων και ευδοκιμεί κατά προτίμηση επί των βορείων κλιτύων των βουνών και μάλιστα επί μη ασβεστολιθικών εδαφών (Κοντός 1921). Άλλο αξιόλογο παράδειγμα αποτελεί η μεγάλη διακύμανση του εύρους των τιμών της διαφοράς της μέσης ετήσιας δυναμικής εξατμισοδιαπνοής από το μέσο ετήσιο ύψος υετού ( $Pan-I_0$ ) για την ευδοκίμηση της αριάς (*Quercus ilex*) ανάλογα με τον τύπο του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα, η αριά ευδοκιμεί στη Λιγυρία (ΒΔ Ιταλία) για τιμές  $Pan-I_0 > 100$  mm για τα περισσότερα είδη εδαφών (με μητρικό πέτρωμα ασβεστόλιθο, γρανίτη κλπ), αλλά σε εδάφη με μητρικό πέτρωμα μάργα ή μαργαϊκό ασβεστόλιθο απαιτεί  $Pan-I_0 > 300$  mm και σε εδάφη με μητρικό πέτρωμα οφειόλιθο απαιτεί  $Pan-I_0 > 50$  mm για την ευδοκίμησή της (Barberis et al. 1992).

Σημαντικότερος, πάντως, λόγος για την ύπαρξη κοινών βιοκλιματικών περιοχών στα προτεινόμενα διαγράμματα πρέπει να θεωρηθεί η υψομετρική διαφορά μεταξύ των θερμοορίων και ψυχροορίων ανάπτυξης των διαφόρων φυτικών ειδών, τα οποία στη χώρα μας παρατηρούνται συνήθως 100-400 m υψηλότερα σε πλαγιές με Ν και Δ προσανατολισμό από πλαγιές με Β και Α προσανατολισμό. Οι περιπτώσεις πάμπολλες και χαρακτηριστικές: Στο όρος Πήλιο η καστανιά απαντά στις νότιες κλιτείες από υπερθαλάσσιο ύψος 400 m, ενώ στις βόρειες σχεδόν από το ύψος της θάλασσας (Λαμπρινός 1933). Σε αυτές μάλιστα τις γόνιμες, υγρές και δροσερές πλαγιές του ανατολικού Πηλίου, 20 χιλιόμετρα ΒΑ της Ζαγοράς και σε μόλις 100 m υψόμετρο φύεται μικρή συστάδα τρέμουσας λεύκης (*Populus tremula*) μαζί με καστανιές (Λαμπρινός 1962). Στο ίδιο βουνό, η οξιά κατεβαίνει στα 470 m υψόμετρο σε ανατολικές κλιτείες και μόλις μέχρι τα 750 m σε δυτικές (Μουλόπουλος 1965α). Στο όρος Πάικο η ζώνη της πλατυφύλλου δρυός (*Quercion confertae*) εμφανίζεται σε υψόμετρο από 600 m έως 800 m σε ανατολικές και βόρειες εκθέσεις και από 700 m έως 950 m στις νότιες (Αθανασιάδης και Δρόσος 1990). Στη δε Πάρνηθα η ελάτη αναφαίνεται εις ύψος 1000 m επί των Ν κλιτύων, ενώ των ΒΑ κλιτύων κατέρχεται μέχρι τα 600 m περίπου (Κοντός 1909), αλλά και στον πολύ ξηρότερο Υμηττό, τόσο οι φρυγανικές, όσο και οι δασικές φυτοκοινωνίες παρατηρούνται συνήθως 100-200 m υψηλότερα στις Ν και Δ κλιτείες απ' ότι στις Β και Α (Γκουβάς 2001). Γενικά για την ελληνική ελάτη ο Μπασιώτης (1956, 1970) αναφέρει, ότι τα ξηροθερμοορία της επί βορείων κλιτύων κατέρχονται 150-300 m χαμηλότερα εκείνων επί των νοτίων κλιτύων.

Για τους παραπάνω λόγους, όλοι οι κλιματικοί δείκτες και μεταβλητές, οι σχετιζόμενοι λίγο ή πολύ με τη δασική βλάστηση, χρησιμεύουν πράγματι για ένα γενικό προσανατολισμό, όσον αφορά τις αναδασώσεις και τους δασοκομικούς χειρισμούς, όχι όμως ότι δεν εξυπηρετούν τις ανάγκες της δασοκομίας, όπως σημειώνει ο Ντάφης (1986), αφού η μέχρι τώρα ανάλυση αποδεικνύει ακριβώς το αντίθετο. Οι δασοκομικοί, άλλωστε, χειρισμοί μιας συστάδας εξαρτώνται όχι μόνο από τις κλιματικές συνθήκες, αλλά και από τις συνθήκες φωτισμού εντός αυτής, από την σύσταση, την δομή και την ηλικία της βλάστησης, καθώς και από τους διαχειριστικούς σκοπούς. Υπό αυτή την σκοπιά, δίνοντας κάποια ιδιαίτερη προσοχή στις περιπτώσεις εκείνες, όπου οι υπό μελέτη περιοχές ανήκουν κλιματολογικώς στα όρια των διαφόρων ΔΚΖ στα σχήματα 68-71 και λαμβάνοντας υπόψη τις προαναφερθείσες υψομετρικές διαφορές των θερμοορίων και ψυχροορίων τους ανάλογα με τον προσανατολισμό των πλαγιών, μπορεί κανείς να προβεί σε επιτυχημένη εκλογή φυτικών ειδών προς αναδάσωση. Χρησιμοποιώντας μάλιστα τη

μεθοδολογία του Thornthwaite, αλλά με διαφορετικές, κάθε φορά, τιμές της ικανότητας κατακράτησης ύδατος ανάλογα με τον τύπο του εδάφους και πολλαπλασιάζοντας τις υπολογισμένες τιμές δυναμικής εξατμισοδιαπνοής με διαφορετικό συντελεστή ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση της πλαγιάς (Stephenson 1998) επιτυγχάνεται η βέλτιστη δυνατή προσέγγιση των κλιματικών συνθηκών σε τοπικό επίπεδο. Τέλος, ένα ακόμα εργαλείο, που δεν έτυχε δυστυχώς ευρείας εφαρμογής από τους δασολόγους και γεωπόνους της πράξης στη χώρα μας, παρά το γεγονός ότι οι συνθήκες του περιβάλλοντος (εδαφικές και κλιματικές) αντικατοπτρίζονται με εκπληκτικό τρόπο στη χλωριδική σύνθεση της βλάστησης κάθε περιοχής, αποτελεί ο κλάδος της φυτοκοινωνιολογίας. Η διάκριση συνεπώς των λεγόμενων μονάδων βλάστησης ή φυτοκοινωνιών ενός ορεινού όγκου, βάσει συγκεκριμένης στατιστικής επεξεργασίας (Αθανασιάδης 1986β), οδηγεί στην αποκάλυψη των τοπικών κλιματεδαφικών περιβαλλόντων αυτού, που πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη πριν την οποιαδήποτε επέμβαση στη βλάστηση της περιοχής με σκοπό την προστασία και αναβάθμιση του οικοσυστήματος. Για να γίνει αυτό αντιληπτό, αναφέρουμε την περίπτωση του όρους Υμηττός, ενός βουνού με πολύ υποβαθμισμένο έδαφος και βλάστηση εξαιτίας πυρκαγιών και υπερβόσκησης, όπου τα ανοιχτά θαμνοτόπια του διακρίνονται σε 10 διαφορετικές μονάδες φρυγανικής βλάστησης και τα πυκνά δάση χαλεπίου πεύκης σε 2 άλλες, καθαρά εξαρτώμενες από το υψόμετρο, τον προσανατολισμό των πλαγιών και το μητρικό πέτρωμα (Γκουβάς 2001). Άλλες περιπτώσεις αξιοποίησης των εφαρμογών της φυτοκοινωνιολογίας στη δασοπονία στη χώρα μας (καθορισμού των οικολογικών περιβαλλόντων με τη βοήθεια ομάδων φυτοδεικτών) μπορεί να βρει κανείς στον Απατσίδη (1977) και Αλεξανδρή (1981).

Τα **ελάχιστα**, πάντως, **απαιτούμενα δεδομένα** για τον καθορισμό του κλιματικού περιβάλλοντος ευδοκίμησης ενός δασοπονικού είδους περιλαμβάνουν τις τιμές **Tan**, **Tψ**, **Tθ** και **τα μέσα μηνιαία ύψη νετού για τον υπολογισμό των Ρan** και **Ρα**, τόσο των θερμοοριών, όσο και των ψυχροοριών της γεωγραφικής του εξάπλωσης, δεδομένα που εύκολα υπολογίζονται από τα διαγράμματα Bagnouls-Gausse. Εφόσον τα 5 αυτά κλιματικά στοιχεία είναι γνωστά<sup>10</sup>, ένα είδος φυτού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αναδάσωση σε περιοχές με θερμοκρασίες και βροχοπτώσεις εντός των συγκεκριμένων αυτών τιμών, οπότε γίνεται ιδιαίτερα χρήσιμο το διάγραμμα Ρα-Ρan του σχήματος 66. Κατά συνέπεια δεν χρειάζεται η συλλογή του πλήθους των κλιματικών στοιχείων, που απαριθμούνται στο βιβλίο εφαρμοσμένης δασοκομικής του Μουλόπουλου (1967), τα οποία συχνά είναι δυσεύρετα και προκαλούν σύγχυση, αφού δεν υπάρχουν καθοριστικές τιμές τους για τα διάφορα δασοπονικά είδη.

Τίθεται, για παράδειγμα, το ερώτημα: Είναι κατάλληλη η κορυφή του όρους Υμηττός για αναδάσωση με έλατα; Στον τοποθεσία αυτή η υποβλάστηση συμπεριλαμβάνει τα είδη *Cerastium candidissimum*, *Aubrieta deltoidea*, *Asyneuma limonifolium*, *Festuca jeanpertii*, *Helictotrichon convolutum*, *Coronilla emerus* κ.ά. (Γκουβάς 2001), κάποια εκ των οποίων φύονται εντός ή συνηθέστερα υψηλότερα των ελατοδασών, όπως παρατηρείται στα λιβάδια του όρους Κυλλήνη (Δημόπουλος 1993). Χρησιμοποιώντας τις εξισώσεις των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002) για τις θερμοκρασίες, καθώς και τους χάρτες αυτής της εργασίας για την εκτίμηση των κατακρημνισμάτων (σχήματα 34, 35 και 49) βρίσκουμε, ότι για τον Υμηττό και σε

<sup>10</sup> Συχνά στη βιβλιογραφία δίνονται κάποια από αυτά, όπως στην εργασία των Ruiz-Labourdette et al. (2010).

υψόμετρο 960 m (όπου υπάρχουν φυτεμένα διάσπαρτα λίγα έλατα) το κλιματικό περιβάλλον διαγράφεται ως εξής:

$T_{an}=12,6^{\circ}C$ ,  $T_{\psi}=4,3^{\circ}C$ ,  $T_{\theta}=21^{\circ}C$ ,  $P_{an}=627$  mm και  $P_a=40-50$  mm (ανάλογα αν υπολογιστεί από το σχ. 35 ή το σχ. 49).

Οι παραπάνω τιμές θερμοκρασιών είναι πράγματι ευνοϊκές για την ευδοκίμηση της ελάτης, αφού  $T_{an}<13,5^{\circ}C$  και  $T_{\theta}<23^{\circ}C$  (Γκουβάς και Θεοδωρόπουλος 2009), όχι όμως και οι βροχοπτώσεις της περιοχής, όπως προκύπτει από τη χρήση του διαγράμματος  $P_a-P_{an}$  του σχήματος 66, διότι ο συνδυασμός των τιμών  $P_a$  και  $P_{an}$  του Υμηττού βρίσκεται εκτός της βιοκλιματικής περιοχής της ΔΚΖ5 στο εν λόγω διάγραμμα. Συνεπώς, ακόμα και στην κορυφή του Υμηττού τα έλατα δεν μπορούν να ευδοκιμήσουν, λόγω της ξηρότητας του κλίματος και όχι λόγω υψηλής θερμοκρασίας. Επιπλέον, το παράδειγμα αυτό καθιστά σαφές, ότι από μόνη της η σύνθεση της υποβλάστησης, χωρίς τη χρήση κλιματολογικών δεδομένων, δεν αποτελεί πανάκεια για την πλήρη περιγραφή του οικολογικού περιβάλλοντος των προοριζομένων για αναδασώσεις περιοχών.

Μέχρι στιγμής η ανάλυση έχει επικεντρωθεί στη σχέση των κλιματικών συνθηκών με την ευδοκίμηση και τη γεωγραφική εξάπλωση των διαφόρων δασοπονικών ειδών, χωρίς να επεκταθεί στις σχέσεις κλίματος και παραγωγικότητας των δασών, κάτι που ενδιαφέρει άμεσα την δασοπονία. Με τον όρο παραγωγικότητα δεν εννοούμε μόνο την ετήσια αύξηση του ξυλαποθέματος, αλλά και της βοσκήσιμης ύλης (Κούκουρα και Μάτης 1989). Σύμφωνα με το Σουηδό Paterson (1956, αναφερόμενος από Χατζηστάθη 1979), η παραγωγικότητα των δασών παγκοσμίως είναι ανάλογη της μέσης θερμοκρασίας του θερμότερου μήνα, του μέσου ετήσιου ύψους υετού, της διάρκειας της αυξητικής περιόδου και του γεωγραφικού πλάτους και αντιστρόφως ανάλογη του μέσου ετήσιου θερμομετρικού εύρους. Ομοίως, η παραγωγή βοσκήσιμης ύλης αυξάνεται αυξανόμενης της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992). Ωστόσο, σε πολύ υψηλές θερινές θερμοκρασίες, αλλά και σε ετήσιες τιμές βροχόπτωσης άνω των 2500 mm η παραγωγικότητα των δασών αρχίζει να μειώνεται, εξαιτίας της υπεροχής της αναπνοής εις βάρος της φωτοσύνθεσης των δέντρων στην πρώτη περίπτωση, καθώς και της έκπλυσης και του φτωχού αερισμού των εδαφών (όπως π.χ. έχει παρατηρηθεί στη Νέα Ζηλανδία) στη δεύτερη (Χατζηστάθης 1979). Όμως και σε αυτό τον τομέα λύσεις δίνει η μεθοδολογία του υδατικού ισοζυγίου του Thornthwaite, διότι η έκπλυση, η διάβρωση και ο κακός αερισμός των εδαφών λογικά είναι ανάλογα του υδατικού πλεονάσματος, ενώ η παραγωγικότητα των οικοσυστημάτων είναι ανάλογη της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής (Holdridge 1967, Stephenson 1998), ανοίγοντας έτσι ένα νέο πεδίο έρευνας για τον ελλαδικό χώρο και όχι μόνο. Απομένει, τέλος, να ερευνηθεί η πιθανή μεταβολή της παραγωγικότητας των δασών, καθώς και η ύπαρξη δασοορίων σε υψόμετρα χαμηλότερα εκείνων που οι θερμοκρασίες επιτρέπουν, εξαιτίας της μείωσης της ατμοσφαιρικής πίεσης αυξανόμενου του υψομέτρου και της συνεπαγόμενης μείωσης των ποσοτήτων ατμοσφαιρικού οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα, των προσλαμβανομένων από τα φυτά.

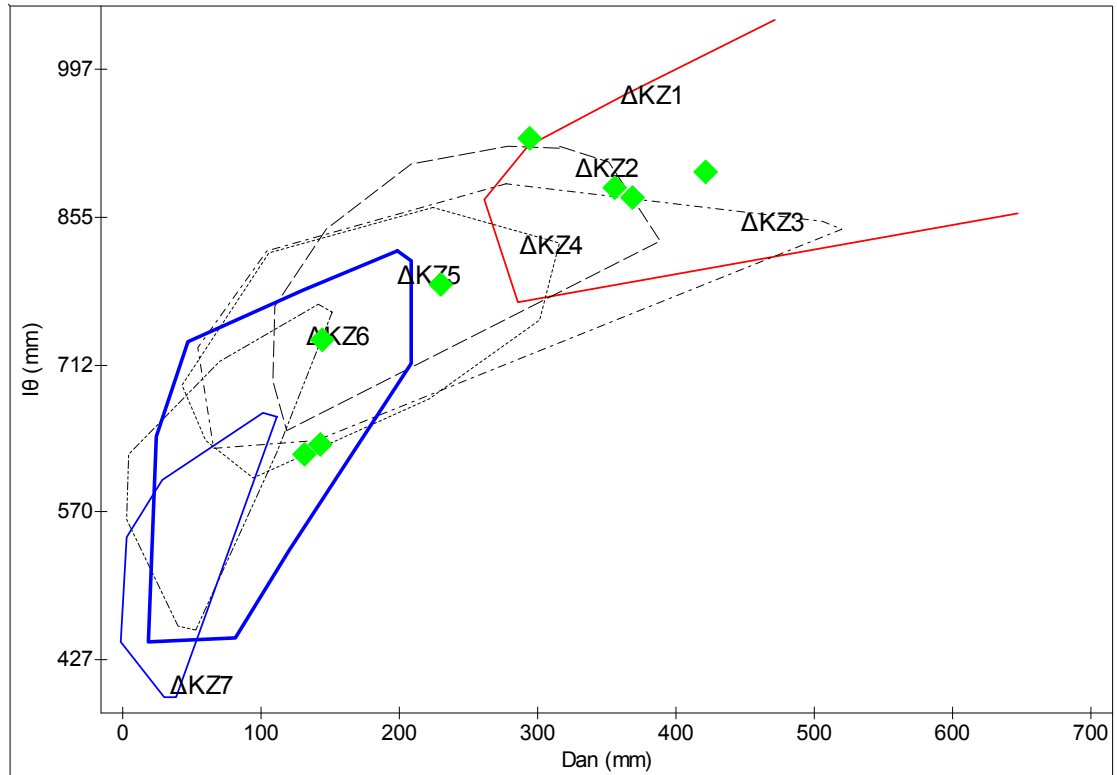
Δεν ερευνηθήκε, επίσης, σε ετούτη την εργασία η σχέση των εξεταζόμενων κλιματικών μεταβλητών και δεικτών με τα φάσματα βιοτικών μορφών (βιοτικά φάσματα ή βιοφάσματα) της βλάστησης διαφόρων ελληνικών περιοχών, από τα οποία είναι δυνατόν να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τις κλιματικές συνθήκες μιας περιοχής. Για παράδειγμα, στα εύκρατα κλίματα κυριαρχούν τα ημικρυπτόφυτα, στα μεσογειακά τα θερόφυτα, στα υγρά τροπικά τα φανερόφυτα και στα αλπικά τα χαμαίφυτα (Braun-Blanquet 1932, Voliotis 1982). Για το λόγο αυτό, στο όρος Υμηττός παρατηρείται αύξηση των ημικρυπτοφύτων και μείωση των θεροφύτων από

τις μονάδες βλάστησης των χαμηλότερων προς εκείνες των μεγαλύτερων υψομέτρων (Γκουβάς 2001, Gouvas and Theodoropoulos 2007), ενώ το ίδιο συμβαίνει και στο όρος Ζήρεια (Δημόπουλος 1993). Παρά το μεγάλο ενδιαφέρον που παρουσιάζει η εν λόγω σχέση των βιοφασμάτων με τις κλιματικές συνθήκες, ιδιαίτερα με το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα, δεν είναι προς το παρόν εύκολη η διερεύνησή της εξαιτίας του γεγονότος, ότι στις διάφορες χλωριδικές μελέτες η ανάλυση των βιοφασμάτων αναφέρεται σε ολόκληρους ορεινούς όγκους, χερσονήσους ή νησιά (βλ. Χριστοδουλάκη 1986, Voliotis 1982) και όχι στις φυτοκοινωνίες τους ή έστω σε διακεκριμένες υψομετρικές ζώνες. Βέβαια, το πρόβλημα μπορεί εν μέρει να ξεπεραστεί με τον υπολογισμό των θερμοκρασιών και των κατακρημνισμάτων για το μέσο υψόμετρο του ορεινού όγκου. Από δε τις φυτοκοινωνιολογικές μελέτες ελάχιστες αναφέρονται σε βιοτικά φάσματα (Gouvas and Theodoropoulos 2007, Chasapis et al. 2004).

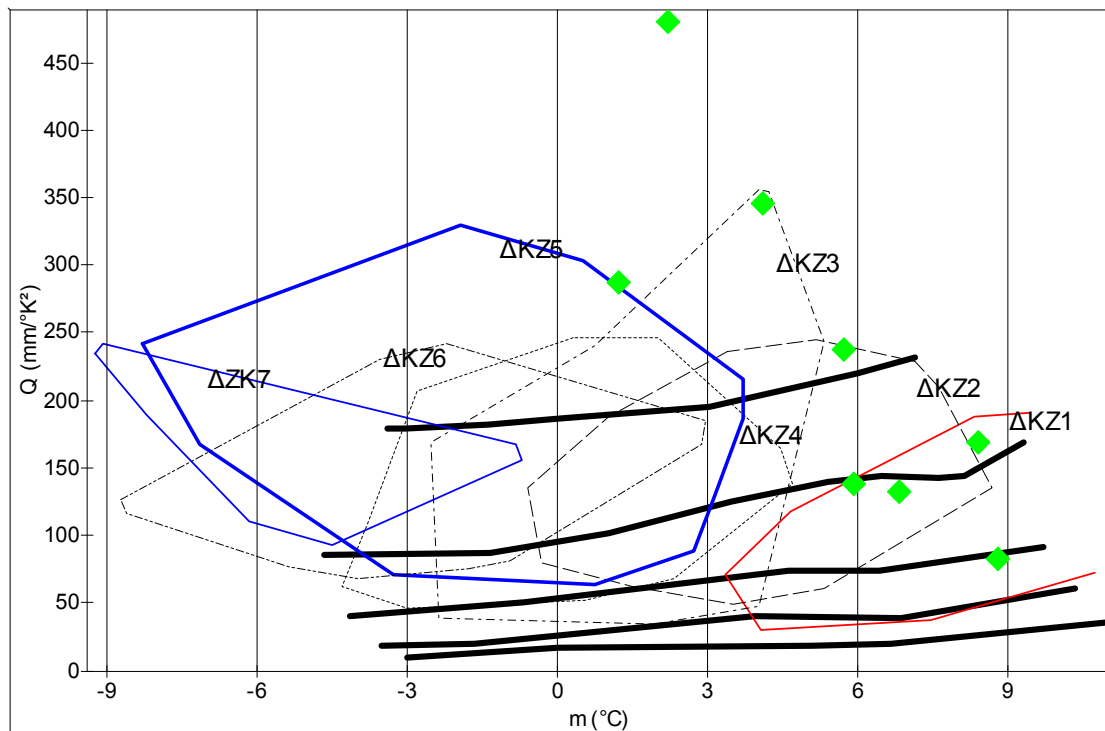
Ως παραδείγματα των δυνατοτήτων αξιοποίησης των προτεινόμενων κλιματικών διαγραμμάτων, θα εξεταστούν στην συνέχεια το κλιματικό περιβάλλον ανάπτυξης των δασών κυπαρισσιού (*Cupressus sempervirens*) στην Ελλάδα και των δασικών φυτοκοινωνιών χαλεπίου πεύκης του όρος Ύμηττός.

Από το σύνολο των υπό μελέτη ελληνικών μετεωρολογικών σταθμών, δύο μόνο είναι αντιπροσωπευτικοί των περιοχών φυσικής εξάπλωσης του κυπαρισσιού στη χώρα μας. Πρόκειται για τους σταθμούς της Μήλου (Ν. Κυκλάδων) και της Ασκύφου (Ν. Χανίων). Για το λόγο αυτό, επιλέχθηκαν 6 ακόμα αντιπροσωπευτικές τοποθεσίες (θεωρητικοί σταθμοί), για τις οποίες εκτιμήθηκαν οι μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης με τη βοήθεια των εξισώσεων Γκουβά και Σακελλαρίου (2002) και των χαρτών Γκουβά κ.ά. (2007), μαζί με τους παρακάτω δείκτες:

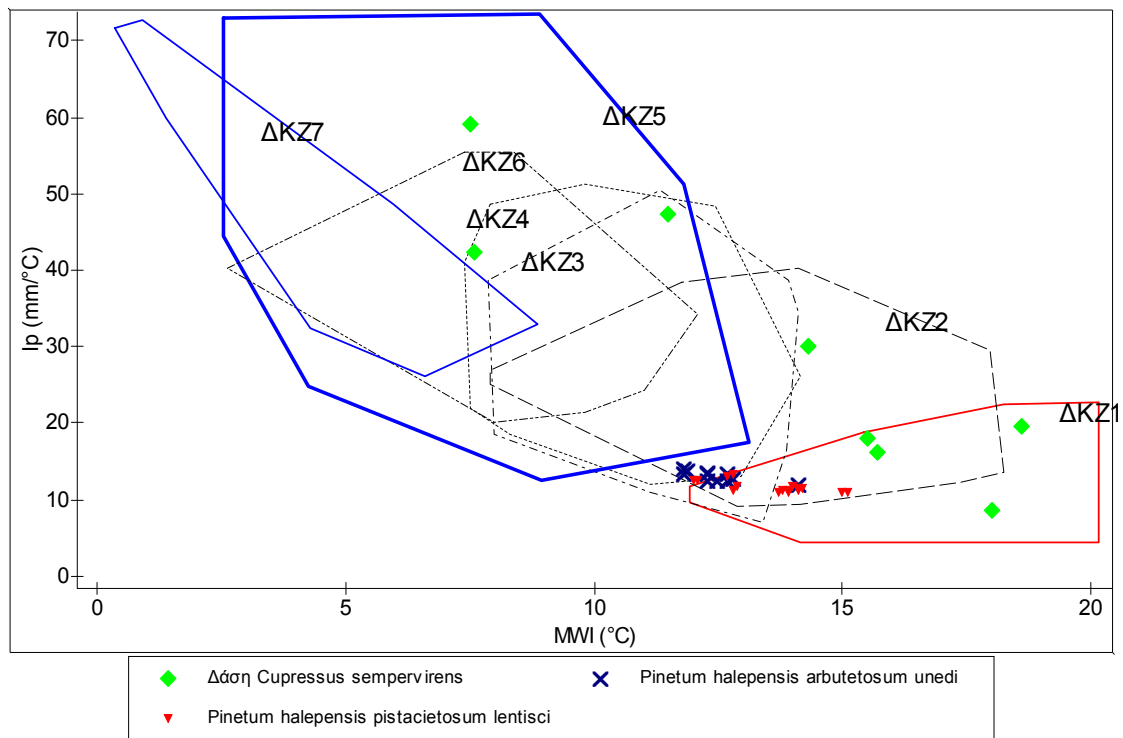
<b>α/α</b>	<b>Σταθμός</b>	<b>Νομός</b>	<b>z (m)</b>	<b>φ (°)</b>	<b>λ (°)</b>	<b>O (km)</b>	<b>Δz (m)</b>	<b>Z' (m)</b>			
1	Αττάβυρος 1	Δωδεκανήσων	300	36,22	27,84	4	300	1047			
2	Δικαίον Όρος 1	Δωδεκανήσων	240	36,84	27,19	3	240	642			
3	Βάμος 1	Χανίων	260	35,4	24,19	5	260	464			
4	Λευκά Όρη 2 (Αγ. Ειρήνη)	Χανίων	700	35,34	23,83	10	400	1417			
5	Λευκά Όρη 3 (Ομαλός)	Χανίων	1300	35,34	23,87	12	250	1780			
6	Λευκά Όρη 4 (Σαμαριά)	Χανίων	1600	35,29	23,94	7	1400	2682			
<b>α/α</b>	<b>Σταθμός</b>	<b>Tψ</b>	<b>Tθ</b>	<b>Tan</b>	<b>Tα</b>	<b>MWI</b>	<b>M</b>	<b>m</b>	<b>Q</b>	<b>Pan</b>	<b>Ρα</b>
1	Αττάβυρος 1	8,7	25,9	16,9	23,8	17,0	30,0	5,9	138	966	20
2	Δικαίον Όρος 1	9,3	25,8	17,3	23,7	17,3	29,5	6,8	133	881	24
3	Βάμος 1	11,5	26,3	18,6	24,1	18,6	30,7	8,4	169	1101	73
4	Λευκά Όρη 2 (Αγ. Ειρήνη)	8,6	23,3	15,7	21,2	15,7	27,6	5,7	238	1510	57
5	Λευκά Όρη 3 (Ομαλός)	4,3	17,7	11,0	16,0	9,2	22,6	1,2	287	1751	61
6	Λευκά Όρη 4 (Σαμαριά)	3,7	17,3	10,6	15,7	9,0	19,9	2,2	480	2417	75
<b>α/α</b>	<b>Σταθμός</b>	<b>N<sub>x</sub></b>	<b>N<sub>10</sub></b>	<b>N<sub>20</sub></b>	<b>D<sub>an</sub></b>	<b>D'<sub>an</sub></b>	<b>I<sub>0</sub></b>	<b>C<sub>0</sub></b>	<b>I</b>	<b>I<sub>p</sub></b>	
1	Αττάβυρος 1	6	10	4	369	502	872	50,8	36	18	
2	Δικαίον Όρος 1	5	10	4	356	488	882	49,9	32	16	
3	Βάμος 1	4	12	5	295	422	929	48,2	39	20	
4	Λευκά Όρη 2 (Αγ. Ειρήνη)	4	10	4	230	350	788	47,0	59	30	
5	Λευκά Όρη 3 (Ομαλός)	4	6	0	143	248	635	45,9	84	43	
6	Λευκά Όρη 4 (Σαμαριά)	4	6	0	131	233	626	46,0	117	60	



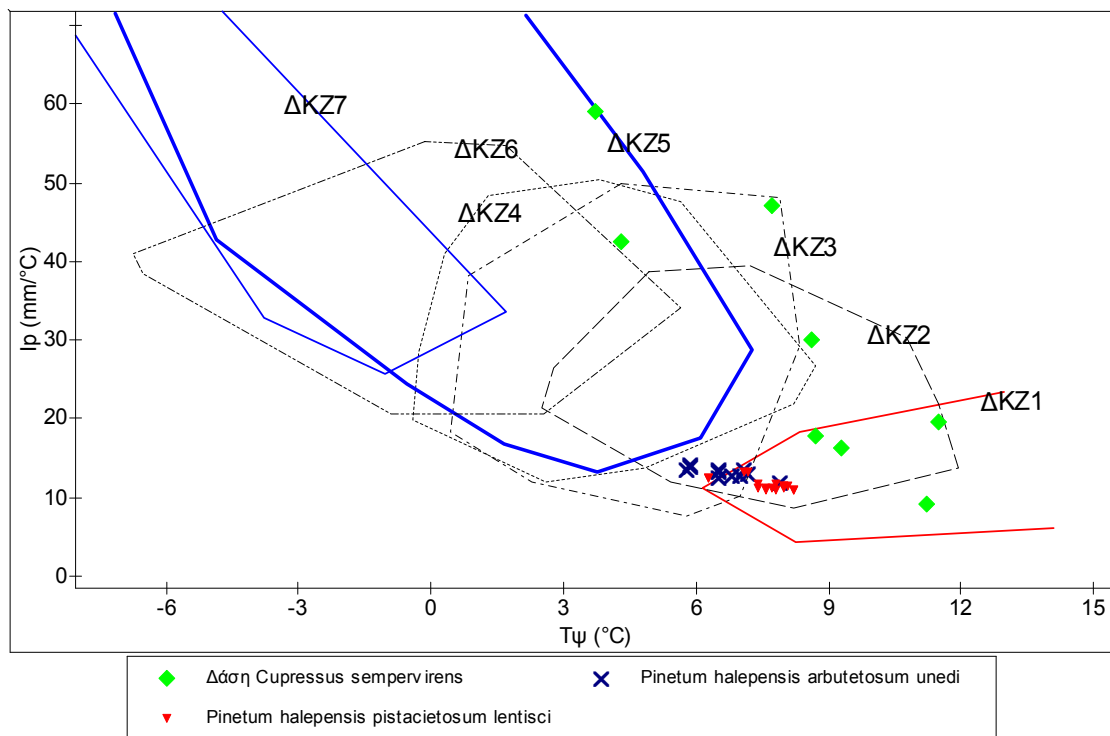
**Σχήμα 72:** Κατανομή 8 σταθμών ανάπτυξης του κυπαρισσιού στην Ελλάδα σε σχέση με τις βιοκλιματικές περιοχές των διαφόρων ΔΚΖ σε διάγραμμα  $D_{an}$ - $I_{\theta}$ .



**Σχήμα 73:** Κατανομή 8 σταθμών ανάπτυξης του κυπαρισσιού στην Ελλάδα σε σχέση με τις βιοκλιματικές περιοχές των διαφόρων ΔΚΖ σε διάγραμμα Emburger.



**Σχήμα 74:** Κατανομή 8 σταθμών ανάπτυξης του κυπαρισσιού στην Ελλάδα, καθώς και των φυτοληπιών των δασικών φυτοκοινωνιών *Pinetum halepensis arbutetosum unedi* και *Pinetum halepensis pistacietosum lentisci* του όρους Υμηττός, σε σχέση με τις βιοκλιματικές περιοχές των διαφόρων ΔΚΖ σε διάγραμμα MWI- $I_p$ .



**Σχήμα 75:** Κατανομή 8 σταθμών ανάπτυξης του κυπαρισσιού στην Ελλάδα, καθώς και των φυτοληπιών των δασικών φυτοκοινωνιών *Pinetum halepensis arbutetosum unedi* και *Pinetum halepensis pistacietosum lentisci* του όρους Υμηττός, σε σχέση με τις βιοκλιματικές περιοχές των διαφόρων ΔΚΖ σε διάγραμμα Tψ- $I_p$ .

Από τα σχήματα 72-75 συμπεραίνεται, ότι το κυπαρίσσι απαιτεί για την ευδοκίμησή του κλιματικές συνθήκες γενικά όμοιες ή και υγροψυχροβιότερες εκείνων της ΔΚΖ2, κάτι που έρχεται σε συμφωνία με την παρατήρηση του Κοντού (1909), ότι φύεται σε κλιματική ζώνη οπωσδήποτε υγρότερη της ζώνης σχίνου-αγριελιάς. Έτσι, ακόμα και στην περιοχή του Τατοΐου, όπου έχει φυτευτεί, δεν κατορθώνει να αναγεννηθεί φυσικώς, κάτι που επιτυγχάνει στις υγρότερες παραλίες της Δαλματίας (Κοντός 1909). Κατά τον Μπασιώτη (1970), το κυπαρίσσι στις θερμότερες και ξηρότερες περιοχές ευδοκιμεί καλύτερα σε κοιλάδες, κοιλώματα και υπόρειες, όπου δύναται να βρει περισσότερη υγρασία, ενώ σε ψυχρότερες θέσεις, επί των κλιτύων και κορυφογραμμών ανεξαρτήτως. Ομοίως μπορεί να παρατηρήσει κανείς, πως πουθενά στο όρος Υμηττός (ούτε στα μέσα και μεγαλύτερα υψόμετρα), αλλά ούτε και στην υπόλοιπη Αττική<sup>11</sup> τα φυτεμένα κυπαρίσσια δεν αναγεννιούνται φυσικώς, ενώ στα περιαιστικά άλση (Αγίου Γεωργίου) και τις φυτείες κυπαρισσιού στις αγροτικές και δασικές εκτάσεις γύρω από την βροχερότερη Τρίπολη επιτυγχάνεται καλή φυσική αναγέννηση.

Εξάιρεση, όσον αφορά τα παραπάνω, αποτελεί η φυσική συστάδα *Cupressus sempervirens* της νήσου Μήλου, για την οποία όμως πρέπει να σημειωθεί, ότι αναπτύσσεται σε ηφαιστειογενή εδάφη, κατά μήκος ενός ρέματος (Brofas et al. 2006) και σε περιοχή με υψηλή σχετική υγρασία του αέρα (>60%) κατά το θέρος, παράγοντες που δημιουργούν, ενδεχομένως, καλύτερες συνθήκες ανάπτυξης του κυπαρισσιού από τις υπολογισθείσες, αφού ο τύπος του Thornthwaite υπολογίζει τη δυναμική εξατμισοδιαπνοή μόνο από θερμοκρασιακά δεδομένα.

Το γεγονός, ότι το κυπαρίσσι είναι λιγότερο ανθεκτικό στην ξηρασία απ' ό,τι πιστεύεται, επιβεβαιώνεται και από τις εργασίες του Νικολαΐδη (1972 και 1980). Στην πρώτη (Νικολαΐδης 1972) μελετήθηκε η αντοχή ορισμένων δασοπονικών ειδών στην ξηρασία βάσει της στατιστικής σχέσης μεταξύ της διαμέτρου των στοματίων των βελονών και του υδατικού δυναμικού, από όπου προέκυψε η παρακάτω σειρά των υπό μελέτη ειδών από τα ξηρανθεκτικότερα προς τα λιγότερο ανθεκτικά, αν και απαιτείται περαιτέρω έρευνα κατά το συγγραφέα:

- 1) *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* και *Abies cephalonica*
- 2) *Abies alba*
- 3) *Cupressus sempervirens*
- 4) *Pinus laricio*
- 5) *Pinus nigra*
- 6) *Pinus silvestris*
- 7) *Picea abies*
- 8) *Taxus baccata*

Στη δεύτερη εργασία (Νικολαΐδης 1980), θεωρώντας ότι το ελάχιστο υδατικό δυναμικό, που μπορεί να ανεχθεί ένα δασοπονικό είδος, είναι δείκτης της αντοχής του στην ξηρασία, προέκυψε η παρακάτω σειρά των υπό μελέτη ειδών, από τα περισσότερο προς τα λιγότερο ανθεκτικά στην ξηρασία:

- 1) *Pinus halepensis*
- 2) *Pinus brutia*
- 3) *Quercus conferta*
- 4) *Cupressus sempervirens*

<sup>11</sup> Με εξαίρεση ίσως λιγοστά νεαρά κυπαρίσσια σε κάποια βορεινά πρανή στην περιφερειακή του Λυκαβηττού, στην Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου και στην Ε.Ο. Αθηνών-Κορίνθου, στο Δαφνί, δηλαδή σε σχετικά υγρότερες για την περιοχή θέσεις και χωρίς ιδιαίτερο ανταγωνισμό από την πτώδη βλάστηση, τα οποία δεν φαίνονται να είναι φυτεμένα.



- 5) *Cedrus deodara*
- 6) *Fagus silvatica*
- 7) *Pinus radiata*
- 8) *Pinus silvestris*
- 9) *Pinus nigra*
- 10) *Populus canadensis*

Συνδυάζοντας τώρα όλα τα προαναφερθέντα διαπιστώνεται, ότι η ανάπτυξη της καστανιάς, του φοίνικα και του κυπαρισσιού στην παραλιακή Κρήτη δεν οφείλονται σε μια αφηρημένης έννοιας ιδιαίτερο ελληνικό κλίμα, όπως ισχυρίζεται ο Γραικιώτης (1976), αλλά στο συνδυασμό συγκεκριμένων κλιματικών παραμέτρων: Για την κάθοδο της καστανιάς (;) στις ακτές της δυτικής Κρήτης οι χαμηλές μέσες μέγιστες θερμοκρασίες και η υψηλή σχετική υγρασία του θέρους, για την ευδοκίμηση του φοίνικα, *Phoenix theophrastii* (Μαυρομάτης 1973β) η μέση ετήσια θερμοκρασία περί τους 20°C (Ζαμπάκας 1981, αναφερόμενος στις κατά Suran κλιματικές ζώνες), για δε το κυπαρίσσι η μεγάλη ποσότητα των χειμερινών βροχοπτώσεων.

Στα ίδια σχήματα (74 και 75) δίνεται και η κατανομή των φυτοληπιών των δασικών φυτοκοινωνιών χαλεπίου πεύκης (*Pinetum halepensis arbutetosum unedi* και *Pinetum halepensis pistacietosum lentisci*) του όρους Ύμητός (Γκουβάς 2001), σε διάγραμμα MWI - Ip και Tψ - Ip. Για κάθε μία από τις φυτοληπίες υπολογίστηκαν οι απαιτούμενες κλιματικές μεταβλητές με τη βοήθεια των εξισώσεων Γκουβά και Σακελλαρίου (2002) και των χαρτών Γκουβά κ.ά. (2007).

Από τα σχήματα 74 και 75 διαπιστώνεται, πως οι περισσότερες από τις φυτοληπίες των πυκνών δασών χαλεπίου πεύκης με υπόροφο κουμαριάς (*Pinetum halepensis arbutetosum unedi*) ανήκουν καθαρά στην ΔΚΖ2, ενώ εκείνες των πυκνών δασών χαλεπίου πεύκης με υπόροφο σχίνου (*Pinetum halepensis pistacietosum lentisci*) στην ΔΚΖ1, παρά το γεγονός ότι οι θερμοκρασίες και οι βροχοπτώσεις των θέσεων τους έχουν εκτιμηθεί, εμπεριέχοντας συνεπώς κάποιο σφάλμα και χωρίς να λαμβάνονται υπόψη φυσιογραφικοί και άλλοι παράγοντες διαμόρφωσης της εδαφικής θερμοκρασίας και υγρασίας (προσανατολισμός, κλίση, βάθος και σύσταση εδάφους κλπ). Εξάλλου, οι περισσότερες από τις φυτοληπίες, που παρουσιάζονται στο σχήμα 75 αρκετά απομακρυσμένες από τις υπόλοιπες όμοιές τους, δεν ανήκουν και στις πλέον τυπικές (από χλωριδικής απόψεως) των εν λόγω μονάδων βλάστησης.

Στα σχήματα 76 και 77 παρουσιάζεται ενδεικτικά η κατανομή των παρακάτω 113 σταθμών από όλο τον κόσμο, κυρίως γνωστών πόλεων (χρησιμοποιήθηκαν λίγοι σταθμοί, ώστε να είναι ευδιάκριτοι στα διαγράμματα), ως προς τις ελληνικές ΔΚΖ σε διάγραμμα MWI-Ip και Tψ-Ip αντίστοιχα (δεδομένα από Pearse and Smith 1990):

1	Κυρήνεια ΚΥΠΡΟΣ	58	Lisbon PORTUGAL
2	Λευκωσία ΚΥΠΡΟΣ	59	Ljubljana SLOVENIA
3	Πλατάνια ΚΥΠΡΟΣ	60	London (England) UNITED KINGDOM
4	Πρόδρομος ΚΥΠΡΟΣ	61	Los Angeles (California) USA
5	Τρόδος ΚΥΠΡΟΣ	62	Lugano SWITZERLAND
6	Πάνω Παναγιά ΚΥΠΡΟΣ	63	Luxembourg LUXEMBURG
7	Addis Abeba ETHIOPIA	64	Madrid SPAIN
8	Adelaide AUSTRALIA	65	Marrakech MOROCCO
9	Akseki, TURKEY	66	Melbourne (Victoria) AUSTRALIA
10	Aleppo SYRIA	67	Mengtsz CHINA
11	Algiers ALGERIA	68	Monte Carlo MONACO
12	Almeria SPAIN	69	Mullingar IRELAND
13	Amman JORDAN	70	München GERMANY
14	Angre do Heroismo AZORES	71	Nagasaki JAPAN
15	Ankara TURKEY	72	Naples ITALY
16	Antofagasta CHILE	73	Narvik NORWAY
17	Ashizuri JAPAN	74	NewYork City USA

18	Atlanta (Georgia) USA	75	Norfolk (Virginia) USA
19	Auckland NEW ZEALAND	76	Nuwara Eliya SRI LANKA
20	Beijing CHINA	77	Oban (Scotland) UNITED KINGDOM
21	Belgrade SERBIA	78	Oporto PORTUGAL
22	Benghazi LIBYA	79	Paris FRANCE
23	Berlin GERMANY	80	Perth (Western Australia) AUSTRALIA
24	Boise (Idaho) USA	81	Pittsburg (Pennsylvania) USA
25	Brussels BELGIUM	82	Porto Alegre BRAZIL
26	Buenos Aires ARGENTINA	83	Prague CZECH REPUBLIC
27	Camberra AUSTRALIA	84	Pretoria SOUTH AFRICA
28	Cape Town SOUTH AFRICA	85	Punta Arenas CHILE
29	Cherbourg FRANCE	86	Quito ECUADOR
30	Chicago (Illinois) USA	87	Reykjavik ICELAND
31	Constanta ROMANIA	88	Riga LATVIA
32	Cork IRELAND	89	Rome ITALY
33	Coruna SPAIN	90	Santander SPAIN
34	Cracow POLAND	91	Santiago CHILE
35	Dallas (Texas) USA	92	Sarmiento ARGENTINA
36	Damascus SYRIA	93	Seville SPAIN
37	Debrecen HUNGARY	94	Shanghai CHINA
38	Detroit (Michigan) USA	95	Simferopol UKRAINE
39	Dublin IRELAND	96	Sochi RUSSIAN FEDERATION
40	Dubrovnik CROATIA	97	Sofia BULGARIA
41	Erivan ARMENIA	98	Spokane (Washington) USA
42	Frankfurt GERMANY	99	St John's (Newfoundland) CANADA
43	Gabes TUNISIA	100	Stanley FALKLAND ISLANDS
44	Halifax (Nova Scotia) CANADA	101	Stockholm SWEDEN
45	Helsinki FINLAND	102	Sydney (New South Wales) AUSTRALIA
46	Innsbruck AUSTRIA	103	Tehran IRAN
47	Isfahan IRAN	104	Tirane ALBANIA
48	Istanbul TURKEY	105	Tokyo JAPAN
49	Izmir TURKEY	106	Tripoli LIBYA
50	Jerusalem ISRAEL	107	Tunis TUNISIA
51	Kabul AFGHANISTAN	108	Vancouver (British Columbia) CANADA
52	Katmandu NEPAL	109	Varna BULGARIA
53	Kiev UKRAINE	110	Vlore ALBANIA
54	La Paz BOLIVIA	111	Wellington (North Island) NEW ZEALAND
55	Las Vegas USA	112	Wonsan NORTH KOREA
56	Les Escaldes ANDORRA	113	Zurich SWITZERLAND
57	Lhasa (Tibet) CHINA		

Καθώς πρόκειται για μη μεσογειακούς μετεωρολογικούς σταθμούς στην πλειονότητά τους, ο δείκτης  $I_p$  υπολογίστηκε θεωρώντας ξηρότερο μήνα εκείνον με τη μικρότερη τιμή του ηλίθιου  $I' = 12 * P / (T + 10)$ .

Από τα σχήματα 76 και 77 προκύπτουν διάφορα αξιόλογα συμπεράσματα, τα σημαντικότερα εκ των οποίων είναι τα παρακάτω:

1) Οι σταθμοί Πλατανιών (1120 m), Προδρόμου (1380 m) και Τροόδους (1725 m) στην Κύπρο, χαρακτηριστικοί των κατώτερων, μέσων και ανώτερων υψομέτρων ανάπτυξης της μαύρης πεύκης στο ίδιο νησί (Barbero et Quezel 1979, Δελλά 2000), βρίσκονται εντός της ΔΚΖ5. Ο δε σταθμός της Πάνω Παναγιάς (820 m) ευρισκόμενος ελάχιστα χαμηλότερα των θερμοορίων του κέδρου της Κύπρου (*Cedrus brevifolia*) ανήκει στην ΔΚΖ2, γεγονός που πιστοποιείται και από τη γλωριδική σύνθεση του υπορόφου των δασών του, όπου αναπτύσσεται η γλιστροκουμαριά (*Arbutus andrachne*), σύμφωνα με τους φυτοπίνακες των Barbero et Quezel (1979). Αντίθετα, οι σταθμοί της Λευκωσίας και της Κυρήνειας ανήκουν στην ΔΚΖ1, αν και ο δεύτερος βρίσκεται σε υγρότερο περιβάλλον. Διακόσια μέτρα ψηλότερα από την

Κυρήνεια, στο όρος Πενταδάκτυλος φύονται δάση κυπαρισσιού, με ή χωρίς τραχεία πεύκη.

Εξέταση, όμως, των ίδιων σταθμών σε διάγραμμα  $D_{an}-I_{\theta}$  και  $D_{an}-T\psi$  δείχνει, πως ο σταθμός Πλατανιών ανήκει στην ΔΚΖ4 και όχι στην ΔΚΖ5, ενώ ο σταθμός του Προδρόμου ανήκει οριακά στην ΔΚΖ5. Αυτό σημαίνει, ότι τα όρια των ελληνικών ΔΚΖ πρέπει, στην πραγματικότητα, να είναι κάπως πιο διευρυμένα σε σχέση με εκείνα των κλιματικών διαγραμμάτων των σχημάτων 68α και 68β.

2) Ο σταθμός Akseki (1250 m) στη νότια Τουρκία, χαρακτηριστικός των θερμοορίων της ελάτης της Κιλικίας, *Abies cilicica*, (Buzkus 1990) βρίσκεται εντός των ΔΚΖ5 και ΔΚΖ6.

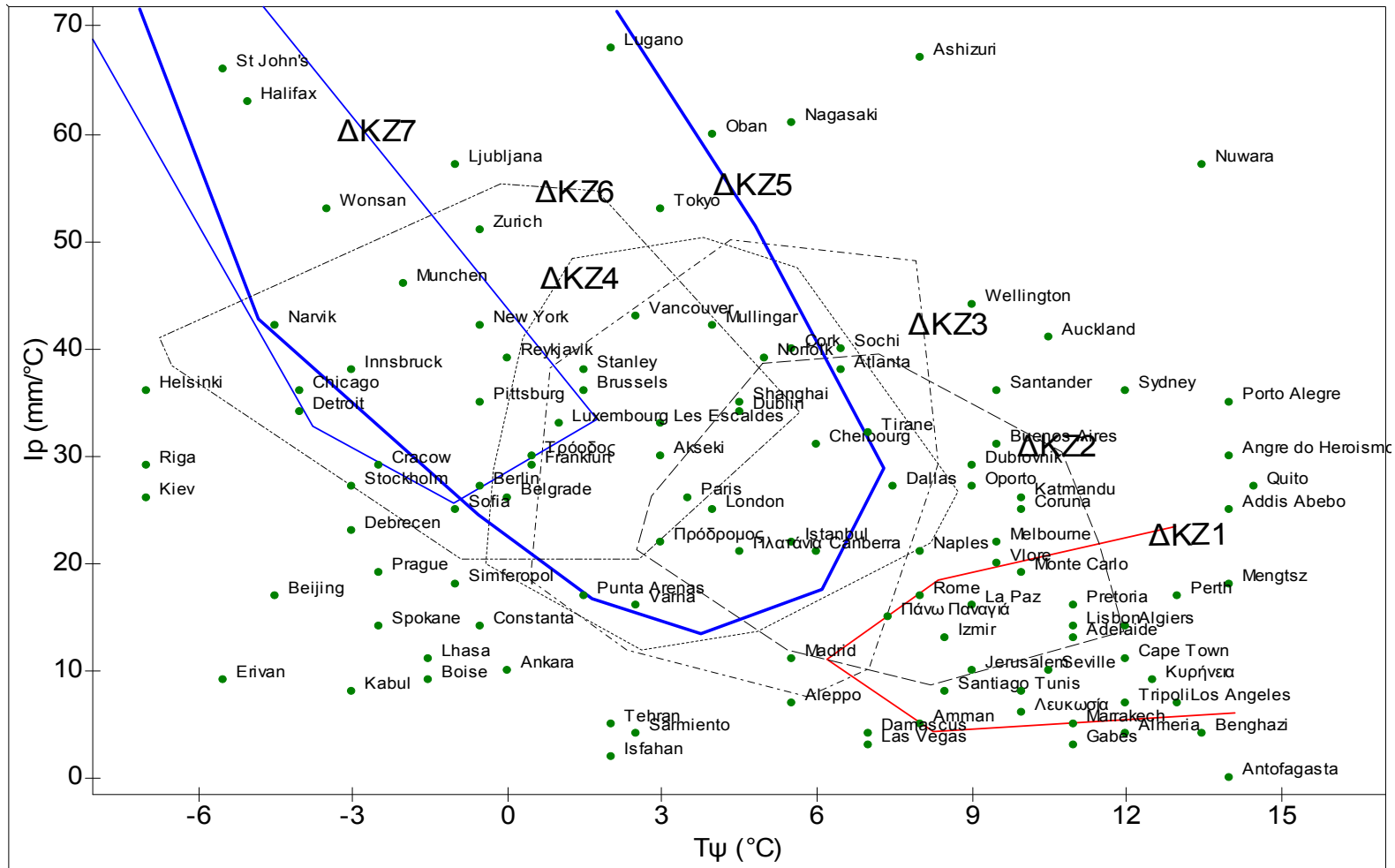
3) Ο σταθμός Cherbourg στα βόρεια παράλια της Γαλλίας, όπου φύονται μικτά δάση οξιάς (*Fagus silvatica*) και αποδίσκου δρυός (*Quercus sessiliflora*) χωρίς γαύρο (*Carpinus betulus*) (Κατσάνος 1981), ανήκει καθαρά στην ΔΚΖ6 στο διάγραμμα MWI- $I_p$  και οριακά εκτός αυτής στο διάγραμμα  $T\psi-I_p$ .

4) Οι σταθμοί Chicago και Detroit, χαρακτηριστικοί του κλίματος των Πολιτειών των ΗΠΑ γύρω από τις Great Lakes, όπου η εκεί φυτεμένη μαύρη πεύκη παρουσιάζει φυσική αναγέννηση (Van Haverbeke 1990, από <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/pinnig/all.html>), βρίσκονται καθαρά εντός της ΔΚΖ5 στο σχήμα 76 και οριακά εκτός στο σχήμα 77.

5) Η ΔΚΖ1 κανονικά εκτείνεται μέχρι την τιμή  $I_p=4$  (Benghazi στη Λιβύη και Almeria στην Ισπανία), κάτω της οποίας το κλίμα γίνεται στεππώδες ή ερημικό (*Antofagasta* στη βόρεια Χιλή).



Σχήμα 77: Κατανομή 113 ξένων μετεωρολογικών σταθμών σε σχέση με τις βιοκλιματικές περιοχές των διαφόρων ελληνικών ΔΚΖ σε διάγραμμα Τψ-Ιρ.



6) Δεν είναι συχνά φρόνιμη η προς αναδάσωση εισαγωγή φυτών από ορεινές τροπικές περιοχές (π.χ. Addis Abeba στην Αιθιοπία) ή από ωκεάνια εύκρατα κλίματα (π.χ. Angre de Heroismo στις Αζόρες), διότι μπορεί στην Ελλάδα να είναι ευνοϊκός ο MWI για την ευδοκίμησή τους, αλλά ενδεχομένως να παθαίνουν σοβαρές βλάβες από τις εδώ χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας του ψυχρότερου μήνα (Τψ).

7) Ο σταθμός της Ρώμης (Rome), στην περιοχή της οποίας αναπτύσσεται η *Quercus conferta* (Abbate et al. 1990), βρίσκεται μεν εκτός της ΔΚΖ4 στα σχήματα 76 και 77, αλλά αν υπολογιστεί το υδατικό ισοζύγιο κατά Thornthwaite, τότε βάσει των τιμών  $D_{an}$ ,  $I_{\theta}$  και Τψ βρίσκεται όντως εντός της ΔΚΖ4 των σχημάτων 68α και 68β. Το παράδειγμα αυτό φανερώνει την αναγκαιότητα χρήσης των διαγραμμάτων  $D_{an}$ - $I_{\theta}$  και  $D_{an}$ -Τψ πάντοτε σε τελική ανάλυση.

Κατά τον Κοντό (1921), τα δασικά είδη δεν δύνανται να μεταβάλουν τις κλιματικές τους απαιτήσεις σε θερμότητα, υγρασία κ.λπ., δεν δύνανται δηλαδή να εγκλιματιστούν όταν μεταφυτευτούν σε κλιματικά περιβάλλοντα πολύ διαφορετικά εκείνων της φυσικής τους εξάπλωσης, αφού ακόμα και τα φυτεμένα έλατα σε αρδευομένους, δροσερούς κήπους της Κηφισιάς υποφέρουν από τον καύσωνα και την ξηρασία, δεν αυξάνονται κανονικώς και εξαφανίζονται αμέσως αν εκλείψουν οι αρδεύσεις και οι σκιάσεις. Επομένως, προβληματισμός για τα ξηροθερμικά όρια της ΔΚΖ5 εγείρεται από την εμφάνιση μεμονωμένων ατόμων ελάτης αρκετά χαμηλά στις ανατολικές πλαγιές του Ταυγέτου (έως 500 m υψόμετρο), του Παρνασσού (έως 250 m υψόμετρο, πάνω από το χωριό Κάτω Καλύβια Βοιωτίας) και των νοτίων απολήξεων του Πάρνωνα (κορυφές Χιονοβούνι και Μαδάρα) πάνω από το χωριό Κυπαρίσσι Λακωνίας (έως 180 m υψόμετρο). Στην τελευταία μάλιστα περίπτωση είναι εκπληκτικό, ότι μερικά άτομα ελάτης φύονται σε θαμνώνα αποτελούμενο από *Ceratonia siliqua*, *Olea europaea* var. *silvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex* και *Arbutus unedo*. Στα χαμηλά αυτά υψόμετρα οι τιμές θερμοκρασίας  $T_{an}$ ,  $T_{\theta}$  και  $T_a$  υπολογίζεται, μέσω των εξισώσεων παλινδρόμησης των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002), ότι είναι έως 3°C υψηλότερες των οριακών για τα ελατοδάση (σύμφωνα με την εργασία των Γκουβά και Θεοδωρόπουλο 2009) και συγκεκριμένα:

Τοποθεσία	z (m)	$\phi$ (°)	$\lambda$ (°)	O (km)	$\Delta z$ (m)	Tψ	T $\theta$	T $_{an}$	T $_a$	m	M
Κυπαρίσσι Λακωνίας	180	36,96	22,98	1,5	180	10,0	26,0	17,7	23,9	6,6	30,9
Τρύπη Λακωνίας	500	37,09	22,34	19	250	7,5	23,8	15,4	21,7	3,8	29,4
Κάτω Καλύβια Βοιωτίας	250	38,62	22,63	22	90	6,7	25,3	15,7	22,9	2,7	31,7

Για δε το Κυπαρίσσι Λακωνίας και οι χειμερινές θερμοκρασίες είναι σχετικά υψηλές, όπως άλλωστε πιστοποιείται από την συνύπαρξη της *Ceratonia siliqua* (που απαιτεί  $m > 5^{\circ}\text{C}$ , σύμφωνα με το διάγραμμα Embeger που δίνει ο Μαυρομάτης, 1980α). Ωστόσο, η μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (M) της περιοχής αυτής υπερεκτιμάται από τις εξισώσεις των Γκουβά και Σακελλαρίου (2002) τουλάχιστον κατά 0,5°C, όπως διαπιστώνεται από τα σχήματα 9 και 11 της παρούσας εργασίας, πιθανότατα διότι κατά την πνοή τους οι ΒΑ άνεμοι φθάνουν στην περιοχή χωρίς να διέρχονται θερμαινόμενοι πάνω από Αττική και Αργολίδα, όπως συμβαίνει από το ύψος του Λεωνιδίου και βορειότερα.

Κοινό χαρακτηριστικό και των τριών περιοχών είναι ότι τα μεμονωμένα αυτά έλατα φύονται κάτω από πολύ απότομες Α, ΒΑ και Β πλαγιές του Πάρνωνα, του

Ταυγέτου και του Παρνασσού, στα ανώτερα τμήματα των οποίων υπάρχουν ελατοδάση. Καθώς η οριζόντια απόστασή τους από τα ελατοδάση είναι το πολύ 1-2 km, είναι σχετικά εύκολη η μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων σπόρων από εκεί, με τη βοήθεια θυελλωδών ανέμων<sup>12</sup> ή ζώνων, μέρος των οποίων τελικά βλαστάνει και αναπτύσσεται σε εδάφη σκιαζόμενα κατά το χειμώνα συχνά αμέσως μετά τη μεσουράνηση του ηλίου και κατά το καλοκαίρι αρκετά νωρίτερα από όλες τις άλλες πλαγιές. Η παρατηρούμενη δε συχνή ανάπτυξη σωρειτόμορφων νεφών τις μεταμεσημεριανές ώρες του καλοκαιριού κατά μήκος των κορυφογραμμών τους επιμηκύνει πιθανότατα τη διάρκεια της σκίασης των ανατολικών πλαγιών. Έτσι, οι θερμοκρασίες εδάφους σε αυτές τις πλαγιές, καθώς και στα ηλιαζόμενα τμήματα των φυτών είναι σαφώς χαμηλότερες σε σχέση με πλαγιές άλλων εκθέσεων του ίδιου ή και μεγαλύτερου υψομέτρου με αποτέλεσμα ευνοϊκότερες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας εδάφους για τη φύτευση και ανάπτυξη λίγων ατόμων ελάτης, πιθανώς ανθεκτικών σε υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασία και προερχόμενους από σπόρους, οι οποίοι:

- α) βλάστησαν κατά τη διάρκεια κάποιων πολύ ψυχρών ετών ή
- β) παρέμειναν μεγάλο μέρος του χειμώνα στα κλαδιά των μητρικών δέντρων στα υπερκείμενα δάση ελάτης και, αφού υπέστησαν την επίδραση των ευνοϊκών χαμηλών θερμοκρασιών για τη βλάστησή τους, μεταφέρθηκαν πολύ χαμηλότερα στο τέλος του χειμώνα με τη βοήθεια θυελλωδών ανέμων ή ζώνων, όπου και βλάστησαν. Υπενθυμίζεται, ότι η φυτρωτικότητα των σπόρων ψυχροβίων δασικών ειδών μεγαλώνει αυξανόμενου του υψομέτρου (μειωμένης της θερμοκρασίας), όπως συμβαίνει με την οξιά (Γρηγοριάδης 1993), ή αυξανόμενης της διάρκειας ψύξης σε σταθερή θερμοκρασία (3°C), όπως συμβαίνει με την κεφαλληνιακή ελάτη (Σταματόπουλος 1995), αφού οι σπόροι τους έχουν προσαρμοστεί βιοχημικά στις συνθήκες εξάπλωσης του είδους.

Τα μεμονωμένα αυτά έλατα είναι σχεδόν σίγουρο, ότι θα αφανιστούν κάποια στιγμή από πυρκαγιά των αειφύλλων πλατυφύλλων, ανάμεσα στα οποία αναπτύσσονται, για να ξεκινήσει πάλι ο ίδιος κύκλος από την αρχή. Δεν αποκλείεται τελικά, ο περιορισμός των ελατοδασών σε σχετικά μεγάλα υψόμετρα στη χώρα μας να οφείλεται σε κάποιο βαθμό και στις δασικές πυρκαγιές, οι οποίες καταστρέφοντας τα διάσπαρτα έλατα εντός των αειφύλλων και φυλλοβόλων πλατυφύλλων, σβήνουν μόνες τους συναντώντας ελατοδάση χωρίς υπόροφο και με επαρκή, για το σκοπό αυτό, περιεχόμενη υγρασία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες στο υψόμετρο των 700-800 m (σε βόρειες εκθέσεις). Σίγουρα, πάντως, το θέμα αυτό απαιτεί περαιτέρω έρευνα.

Έρευνα, επίσης, απαιτείται για να εξακριβωθεί, αν τα μεμονωμένα έλατα, τα φυόμενα σε θερμότερες περιοχές από τη ζώνη της φυσικής εξάπλωσής τους, καρποφορούν σε μικρότερο βαθμό από εκείνα των αναπτυσσομένων σε ευνοϊκό κλίμα, πέραν φυσικά των δυσκολιών επικονίασης των ανθέων τους εξαιτίας της μεταξύ τους απόστασης. Παράδειγμα αποτελούν οι αναδασώσεις παραθαλασσίας πεύκης (*Pinus maritima*) στη χώρα μας. Στις φυτείες της Βλαχοκερασιάς Αρκαδίας καρποφόρησε το 76% των ατόμων της, ενώ σε εκείνες στο Μπόρσι Ηλείας, όπου το ποσοστό επιτυχίας των αναδασώσεων ήταν μικρότερο λόγω του ξηρότερου κλίματος, καρποφόρησε μόλις το 24% των ατόμων της (Ματζίρης 1981). Ομοίως δεν ωριμάζουν οι καρποί της -θερμόβιας- ξυλοκερατιάς, αν συμβεί να φυτρώσουν ή

<sup>12</sup> Οι σπόροι της ελάτης δύνανται να μεταφερθούν από τον άνεμο σε αποστάσεις πέραν των 2 km (Κοντός 1921).



φυτευτούν σε περιοχές ψυχρότερες ή υγρότερες της φυσικής της εξάπλωσης (Διαπούλης 1950).

Τέλος, ένα ακόμη θέμα, που χρήζει διερεύνησης, είναι αν φυτικά είδη, τα οποία υβριδίζουν σχετικά εύκολα στη φύση, παρουσιάζουν και παρόμοιες θερμοκρασιακές απαιτήσεις, λόγω κοινών ενζύμων. Αυτό τουλάχιστον προκύπτει από τις θερμοκρασίες των περιοχών της γεωγραφικής εξάπλωσης της χαλεπίου και της τραχείας πεύκης (βλ. κλιματικό διάγραμμα Emberger στην εργασία του Quezel, 1986), αλλά και της λευκής (*Abies alba*) και κεφαλληνιακής ελάτης (*Abies cephalonica*). Στην τελευταία μάλιστα περίπτωση, το κλιματικό περιβάλλον των δασών λευκής ελάτης της νοτίου Ιταλίας διαγράφεται ως εξής (Iovino and Menguzzato 1990):

$$5^{\circ}\text{C} < T_{\text{αν}} < 13^{\circ}\text{C}$$

$$-4^{\circ}\text{C} < T_{\psi} < 4^{\circ}\text{C}$$

$$15^{\circ}\text{C} < T_{\theta} < 22^{\circ}\text{C}$$

$$1100 \text{ mm} < P_{\text{αν}}$$

$$190 \text{ mm} < P_{\alpha}$$

Παρατηρούμε ότι, ναι μεν η λευκή ελάτη της νοτίου Ιταλίας είναι πιο απαιτητική θερινές βροχοπτώσεις από την κεφαλληνιακή και τον υβριδογενή ελάτη της χώρας μας, όπως προκύπτει από τα παραπάνω και από το διάγραμμα  $P_{\alpha}$ - $P_{\text{αν}}$  (σχήμα 66), αλλά τα θερμοόρια της παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές  $T_{\text{αν}}$ ,  $T_{\psi}$  και  $T_{\theta}$  με εκείνες που δίνονται στους πίνακες των Γκουβά και Θεοδωρόπουλου (2009) για την ελληνική ελάτη και οι οποίες είναι  $T_{\text{αν}} \leq 14,1^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\theta} \leq 23,1^{\circ}\text{C}$  και  $T_{\psi} \leq 5,4^{\circ}\text{C}$ .

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με βάση όλα όσα είναι γνωστά μέχρι σήμερα σχετικά με τη δασική βλάστηση της Ελλάδας, κυρίως όμως βάσει της οριζόντιας και κατακόρυφης εξάπλωσης των διαφόρων δασοπονικών ειδών, θεωρήθηκε ότι τα δάση και οι θαμνώνες της χώρας μας μπορούν να ομαδοποιηθούν σε 7 μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες όπου αναπτύσσονται, τις λεγόμενες Δασικές Κλιματικές Ζώνες (με συντομογραφία ΔΚΖ) και συγκεκριμένα: 1) τη θερμότερη και ξηρότερη ζώνη των αειφύλλων πλατυφύλλων (ΔΚΖ1), 2) την υγρότερη ζώνη των αειφύλλων πλατυφύλλων (ΔΚΖ2), 3) την ψυχρότερη ζώνη των αειφύλλων πλατυφύλλων (ΔΚΖ3), 4) τη θερμότερη ζώνη των φυλλοβόλων πλατυφύλλων (ΔΚΖ4), 5) τη ζώνη των ορεινών παραμεσογείων κωνοφόρων (ΔΚΖ5), 6) την ψυχρότερη ζώνη των φυλλοβόλων πλατυφύλλων (ΔΚΖ6), 7) τη ζώνη των ψυχροβίων κωνοφόρων (ΔΚΖ7) και 8) την αλπική και ψευδαλπική ζώνη (ΔΚΖ8). Με τη βοήθεια δε ενός πολύ μεγάλου αριθμού (>500) μετεωρολογικών σταθμών απ' όλη την Ελλάδα μελετήθηκε η σχέση των εν λόγω Δασικών Κλιματικών Ζωνών με γνωστούς ή μη κλιματικούς δείκτες, μεταβλητές, ταξινομήσεις και διαγράμματα. Από τη σύγκριση αυτή πρόεκυψε πλήθος συμπερασμάτων, σημαντικότερα εκ των οποίων είναι τα εξής:

Το θερμοκρασιακό καθεστώς μιας εξωτροπικής περιοχής περιγράφεται εμμέσως από το συνδυασμό της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας ( $T_{an}$ ) με τη μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα ( $T_{\theta}$ ) ή του ψυχρότερου μήνα ( $T_{\psi}$ ) ή τη μέση θερμοκρασία του τετραμήνου Μαΐου-Αυγούστου ( $T_{\alpha}$ ). Το ίδιο επιτυγχάνεται με το συνδυασμό των τιμών των  $T_{\theta}$  και  $T_{\psi}$  ή των  $M$  και  $m$  (μέση μέγιστη θερμοκρασία του θερμότερου μήνα και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα αντίστοιχα) ή της μέσης ετήσιας δυναμικής εξατμισοδιαπνοής ( $I_{\theta}$ ) και του δείκτη θερινής συγκέντρωσης ( $C_{\theta}$ ) του Thornthwaite. Για τις τροπικές περιοχές αρκούν οι τιμές της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας. Πολύ χρήσιμος αναδεικνύεται και ο δείκτης average biotemperature (BT) του Holdridge. Πρόκειται πάντα για κατά προσέγγιση τιμές θερμοκρασίας, αφού οι προαναφερόμενες θερμομετρικές μεταβλητές συνιστούν απλά δείκτες των θερμοκρασιών, των αναπτυσσομένων στο έδαφος και στα φυτά.

Σημαντικότερος υγρασιακός παράγοντας για την ευδοκίμηση των φυτών αποδεικνύεται το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα ( $D_{an}$ ) υπολογισμένο κατά Thornthwaite, προσεγγίσεις του οποίου επιτυγχάνονται τόσο από το δείκτη ξηρότητας του Pinna, όσο και από το συνδυασμό του μέσου ετήσιου ύψους νετού ( $P_{an}$ ) με το μέσο ύψος νετού της περιόδου Μαΐου-Αυγούστου ( $P_{\alpha}$ ) ή με τον αριθμό των μηνών της ξηρής περιόδου ( $N_x$ ) των διαγραμμάτων Bagnouls-Gausson.

Από τις διάφορες κλιματικές κατατάξεις καταλληλότερη, από δασολογικής σκοπιάς, αποδεικνύεται εκείνη του Thornthwaite, καθώς και η βιοκλιματική ταξινόμηση του Emberger, οι Life Zones του Holdridge και εν μέρει οι Κλιματοδασικές Ζώνες του Mayr. Η βιοκλιματική ταξινόμηση UNESCO-FAO, αν και χρήσιμη, είναι δύσχρηστη εξαιτίας των κλιματικών δεδομένων που απαιτεί.

Τα σημαντικότερα κλιματικά διαγράμματα για τη μελέτη των σχέσεων κλίματος-βλάστησης είναι εκείνα με άξονες: α) το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα και τη μέση ετήσια δυναμική εξατμισοδιαπνοή (διάγραμμα  $D_{an}-I_{\theta}$ ), β) το μέσο ετήσιο υδατικό έλλειμμα και τη μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (διάγραμμα  $D_{an}-T_{\psi}$ ), γ) τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα και το ομβροθερμικό πηλίκιο Emberger (διάγραμμα  $m-Q$ ), δ) το θερμομετρικό δείκτη MWI και το δείκτη ξηρότητας του Pinna (διάγραμμα  $MWI-I_p$ ), ε) τη μέση θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα και το δείκτη ξηρότητας του Pinna (διάγραμμα  $T_{\psi}-I_p$ ). Τα διαγράμματα αυτά με σχεδιασμένα πάνω τους τις βιοκλιματικές περιοχές των ελληνικών ΔΚΖ χρησιμοποιούνται πάντα σε συνδυασμό μεταξύ τους και όχι μεμονωμένα και είναι

κατάλληλα για διάφορες πρακτικές εφαρμογές στη δασοπονία, ιδιαίτερα τις σχετικές με αναδασώσεις.

Τα ελάχιστα απαιτούμενα δεδομένα για τον καθορισμό του κλιματικού περιβάλλοντος ευδοκίμησης ενός δασοπονικού είδους περιλαμβάνουν τις τιμές  $T_{an}$ ,  $T_{\psi}$ ,  $T_{\theta}$  και τα μέσα μηνιαία ύψη υετού για τον υπολογισμό των  $P_{an}$  και  $P_{\alpha}$ , τόσο των θερμοορίων, όσο και των ψυχροορίων της γεωγραφικής του εξάπλωσης, δεδομένα που εύκολα υπολογίζονται από τα διαγράμματα Bagnouls-Gausse. Εφόσον τα 5 αυτά κλιματικά στοιχεία είναι γνωστά, ένα είδος φυτού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αναδάσωση σε περιοχές με θερμοκρασίες και ύψη κατακρημνισμάτων εντός των συγκεκριμένων αυτών τιμών.

Για τους παραπάνω λόγους μεγάλη έμφαση δόθηκε στην εκτίμηση των μέσων μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας και κατακρημνισμάτων σε οποιοδήποτε σημείο του ελλαδικού χώρου και μικρότερη για άλλους σημαντικούς παράγοντες, η επίδραση των οποίων στη δασική βλάστηση είναι περιορισμένη. Όσον αφορά τις μέσες μηνιαίες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα, αυτές βρέθηκαν να εξαρτώνται σε σημαντικό βαθμό από τη θερμοκρασία και τις βροχοπτώσεις στις χερσαίες περιοχές.

## SUMMARY

On the basis of the horizontal and vertical distribution of the various forest tree- and shrub-species it was considered that forests and bushes of Greece can be assigned to 7 major classes, depending on the climatic conditions where they are grown, the so-called Forest Climatic Zones ( $\Delta KZ$ ) and more precisely: 1) the warmest and driest zone of broadleaf evergreens ( $\Delta KZ1$ ), 2) the wettest zone of broadleaf evergreens ( $\Delta KZ2$ ), 3) the coldest zone of broadleaf evergreens ( $\Delta KZ3$ ), 4) the warmest zone of broadleaf deciduous forests ( $\Delta KZ4$ ), 5) the zone of Mediterranean mountainous conifers ( $\Delta KZ5$ ), 6) the coldest zone of broadleaf deciduous forests ( $\Delta KZ6$ ), 7) the zone of cold temperate conifers ( $\Delta KZ7$ ) and 8) the alpine and pseudo-alpine zone ( $\Delta KZ8$ ). With the help of a great number ( $>500$ ) of meteorological stations from all over Greece the relationship of the aforementioned Forest Climatic Zones with various climatic indices, classifications and diagrams was studied. From this study a lot of conclusions were derived. We mention the most important, which are the following:

The temperature regime of an extratropical area can be described from the combination of the mean annual temperature ( $T_{an}$ ) to the mean temperature of the warmest month ( $T_{\theta}$ ) or the coldest month ( $T_{\psi}$ ) or the average temperature of the four months from May to August ( $T_{\alpha}$ ). The same can be achieved with the combination of the values of  $T_{\theta}$  and  $T_{\psi}$  or  $M$  and  $m$  (mean maximum temperature of the warmest month and mean minimum temperature of the coldest month respectively) or the average annual potential evapotranspiration ( $I_0$ , thermal efficiency index) and the summer concentration of thermal efficiency ( $C_{\theta}$ ) of Thornthwaite. For the tropics the knowledge of the mean annual air temperature is enough. Very useful is also the average biotemperature (BT) of Holdridge. All these temperature values should be used approximately, since they only constitute indicators of the developing temperatures on soil and plants.

The most important moisture factor effective to determine vegetation types is the mean annual water deficit ( $D_{an}$ ) of Thornthwaite, which is approached by the aridity index of Pinna ( $I_p$ ), as well as the combination of the mean annual rainfall amount ( $P_{an}$ ) with the average rainfall amount of the period from May to August ( $P_{\alpha}$ )

or the number of months of the dry season ( $N_x$ ) extracted from Bagnouls-Gausse diagrams.

The most appropriate climatic classifications for forestry applications are: The climatic classification of Thornthwaite, the bioclimatic classification of Emberger, the Life Zones of Holgridge and partly the Forest Climate Zones of Mayr. The UNESCO-FAO bioclimatic classification even useful is difficult in practice, due to the climatic data it requires.

The most important climatic diagrams for the study of the relationship between climate and vegetation are those, which have axes: a) the mean annual water deficit and the mean annual potential evapotranspiration ( $D_{an}-I_{\theta}$  diagram), b) the mean annual water deficit and the mean temperature of the coldest months ( $D_{an}-T_{\psi}$  diagram), c) the mean minimum temperature of the coldest month and the pluviothermic quotient of Emberger (m-Q diagram), d) the thermometric index MWI and the aridity index of Pinna (MWI- $I_p$  diagram), e) the mean temperature of the coldest month and the aridity index of Pinna ( $T_{\psi}-I_p$  diagram). These diagrams having plotted on them the bioclimatic areas of the Greek  $\Delta KZ$  should always be used in combination and not individually and they are found to be suitable for various practical applications in forestry and especially for reforestation processes.

The minimum required data that are used for the determination of the climatic environment that favour the development of a specific forest tree- or shrub-species include the values of  $T_{an}$ ,  $T_{\psi}$  and  $T_{\theta}$ , as well as the average monthly rainfall amounts for the calculation of  $P_{\alpha}$  and  $P_{an}$  for both its lower and higher altitudinal distribution limits. These data can be easily calculated from the Bagnouls-Gausse diagrams. If those five climatic elements are known, then a specific plant species can be used for reforestation in areas, where temperatures and rainfall amounts are found within these specific values.

For the aforementioned reasons emphasis was given primarily to the evaluation of the mean monthly air temperature and rainfall amounts for every particular place of Greece and lesser emphasis to the other factors, whose influence on the forest vegetation is limited. Average monthly values of air relative humidity were found to be dependent on the temperature and rainfall amount only over land areas.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ Ν. (1986α): Δασική Βοτανική (Δέντρα και θάμνοι των δασών της Ελλάδας). Μέρος II. Θεσσαλονίκη.
- ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ Ν. (1986β): Δασική Φυτοκοινωνιολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ Ν., ΓΕΡΑΣΙΜΙΔΗΣ Α. (1985): Δασικό οικοσύστημα Στροφιλιάς ΒΔ Πελοποννήσου και φυτοκοινωνιολογικές του μονάδες. Επιστ. Επετ. Τμ. Δασολ. Φυσ. Περ., Τομ. ΚΗ, αριθμ. 10. Θεσσαλονίκη.
- ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ Ν., ΔΡΟΣΟΣ Ε. (1990): Η χλωρίδα και η βλάστηση του όρους Πάικου. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος-Αφιέρωμα προς τιμή του ομότιμου καθηγητή Ι.Κ. Παπαϊωάννου, Τόμος ΔΓ/1, Θεσσαλονίκη 1990: 35-150.
- ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ Ν., ΓΕΡΑΣΙΜΙΔΗΣ Α., ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ Ε, ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ., (1991): Μεταπαγετώδης εξέλιξη της βλάστησης στη Ροδόπη (Ελατιά Δράμας). Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τόμος ΛΔ/Ι, Θεσσαλονίκη 1991: 209-245.
- ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ Ν., ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ., ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ Π. (1992α): Οι φυτοκοινωνιολογικές μονάδες βλάστησης των δασών της *Pinus nigra* ssp. *pallasiana* της χερσονήσου Σιθωνίας Χαλκιδικής. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τόμος ΛΕ/1, Θεσσαλονίκη: 275-306.
- ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ Ν., ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ., ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ Ε. (1992β): *Alnetum incanae* Aich. Et Siegr. 30 (*Alnetum incanae tyricum* We.-Z.52) στο δυτικό ελληνικό τμήμα της οροσειράς της Ροδόπης. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, Τόμος ΛΕ/1: 151-178.
- ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ Ν., ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ., ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ Ε. (1993): Συμβολή στη γνώση της χλωρίδας των Κρουσίων Ορέων. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, Τόμος ΛΣΤ: 255-290.
- ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ Ν., ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ., ΓΕΡΑΣΙΜΙΔΗΣ Α., ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ Ε., ΤΣΙΡΙΠΙΔΗΣ Ι., ΚΟΡΑΚΗΣ Γ. (1998): Μονάδες βλάστησης της ζώνης των αειφύλλων πλατυφύλλων του Αγίου Όρους. Θησαυροί του Αγίου Όρους. Θεσσαλονίκη.
- ΑΙΓΙΝΗΤΗΣ Δ. (1908): Το κλίμα της Ελλάδος. Τομ. Α, Β. Αθήνα.
- ΑΛΕΞΑΝΔΡΗΣ Σ. (1981): Συγκριτική έρευνα σε εδάφη με δασοσυστάδες οξιάς και δασικής πεύκης. Δασική Έρευνα, Τόμος II, Τεύχος 4: 411-442.
- ΑΝΔΡΕΑΚΟΣ Κ. (1978): Κλιματικά στοιχεία 86 μετεωρολογικών σταθμών του ελληνικού δικτύου. Περίοδος 1930-75. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, Αθήνα.
- ΑΠΑΤΣΙΔΗΣ Λ. (1977): Φυσική αναγέννηση μαύρης πεύκης (αναζήτηση καταλλήλων μεθόδων αναγεννήσεως σε σχέση με τις σταθμολογικές συνθήκες). Διδακτορική διατριβή, ΑΠΘ.
- ΒΑΛΑΒΑΝΗΣ Κ. (1956): Η καλλιέργεια της χαρουπιάς. «Δασοπονικά», Τεύχος 2: 12-13.
- ΓΕΡΑΣΙΜΙΔΗΣ Α., ΚΟΡΑΚΗΣ Γ. (2005): Διάρθρωση της δασικής βλάστησης σε σχέση με τους αβιοτικούς παράγοντες στο όρος Μιτσικέλι. "Γεωτεχνικά επιστημονικά θέματα", σειρά II, τόμος 16, τεύχος 3: 16 - 27.
- ΓΚΟΥΒΑΣ Μ. (2001): Οι φυτοκοινωνίες του όρους Υμηττός. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη.
- ΓΚΟΥΒΑΣ Μ., ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ Ν. (2002): Εκτίμηση των μηνιαίων και ετησίων τιμών της μέσης μέγιστης και μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα στην Ελλάδα. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Μετεωρολογίας, Κλιματολογίας και Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Ιωάννινα, 25-28 Σεπτεμβρίου 2002, σελ. 66-71.
- ΓΚΟΥΒΑΣ Μ., ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ Ν. (2004): Σχέση του υψομέτρου των μετεωρολογικών σταθμών με το μέσο ετήσιο και μηνιαίο ύψος υετού. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου (Διεθνούς) Συνεδρίου Μετεωρολογίας, Κλιματολογίας και Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Λευκωσία, 28-30 Σεπτεμβρίου 2004, Τόμος Β, σελ. 765-771.
- ΓΚΟΥΒΑΣ Μ., ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ Ν. (2006): Εκτίμηση του μέσου μηνιαίου και ετησίου

- αριθμού ημερών χιονιού και χιονοσκεπούς εδάφους στον ελλαδικό χώρο. Πρακτικά 8ου Συνεδρίου Μετεωρολογίας, Κλιματολογίας και Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Αθήνα, 24-26 Μαΐου 2006, Τόμος Α, σελ. 129-136.
- ΓΚΟΥΒΑΣ Μ., ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ Ν., ΞΥΣΤΡΑΚΗΣ Φ. (2007): Εκτίμηση του μέσου ετησίου και μηνιαίου ύψους νετού στον ελλαδικό χώρο. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης. Τεχνική Βιβλιοθήκη, μελέτη υπ' αριθ. 01/07, 28 σελ. + Παράρτημα (34 χάρτες).
- ΓΚΟΥΒΑΣ Μ., ΞΥΣΤΡΑΚΗΣ Φ., ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ., ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ Ν., ΓΚΟΥΒΑΣ Α. (2008): Σχέση της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής και του υδατικού ελλείμματος κατά Thornthwaite με τη δασική βλάστηση της Ελλάδας. Δασική Έρευνα, Νέα Σειρά, 21, 93-106.
- ΓΚΟΥΒΑΣ Μ., ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ. (2009): Επίδραση της θερμοκρασίας του αέρα στα θερμοόρια και ψυχροόρια εξάπλωσης δασικών δέντρων και θάμνων στην Ελλάδα. Δασική Έρευνα, (υπό εκτύπωση).
- ΓΡΑΙΚΙΩΤΗΣ Π. (1961) : Ο Πλάτανος. "Δασικά Χρονικά", Τεύχος 30-31: 160.
- ΓΡΑΙΚΙΩΤΗΣ Π. (1954): Παρατηρήσεις επί της εξαπλώσεως και βιολογικής συνθέσεως της βλαστήσεως της χώρας από φυτογεωγραφικής απόψεως. «Το Δάσος». Νο 23-28:44-47.
- ΓΡΑΙΚΙΩΤΗΣ Π. (1976): Η εργασία «η εξάπλωση της βλαστήσεως εις την Αιγηίδα», του Κ. Η. Rechinger και η Ελληνική δασοπονία. "Το Δάσος". Νο 73-74: 3-16.
- ΓΡΗΓΟΡΙΑΔΗΣ Ν. (1993): Έρευνα δυνατότητας τεχνητής αναγέννησης συστάδων οξιάς με σπορά. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, τόμος 4, τεύχος 1: 39 - 43.
- ΓΡΗΓΟΡΙΑΔΗΣ Ν., ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ Ν. (1999): Εγκατάσταση πειραματικής επιφάνειας χειρισμού υπορόφου σε δάσος χαλεπίου πεύκης και απογραφή υφιστάμενης κατάστασης. - Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, τόμος 10, σειρά 2, τεύχος 2:140-150.
- ΓΡΗΓΟΡΙΑΔΗΣ Ν., PETERMANN J. , ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ., ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ Ε. (2002): Οικολογική έρευνα στην περιοχή Μετεώρων (Αντιχάσια όρη) Θεσσαλίας. Πρακτικά 9ου Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας στο Αργοστόλι: 347-357.
- ΓΡΙΣΠΟΣ Π. (1967): Το Σφακιανό κυπαρισσόδασος. "Δασικά Χρονικά", Τεύχος III: 17-31.
- ΓΩΓΟΣ Α. (1978): Πεύκη η παραθαλάσσια (*Pinus pinaster* Ait. 1789=*P. maritima* Mill), οικολογία εις τόπους καταγωγής, παραγωγής ξύλου, συμπεριφορά εις ενίους σταθμούς παρ' ημίν. "Δελτίο Δασικών Ερευνών Ι.Δ.Ε.Θ". Νο 96: 25-79.
- DEBAZAC E. (1970): Συμβολή εις την μελέτην της κατανομής και της οικολογίας της *Pinus nigra* εις την Ελλάδα. ΙΔΕ/FAO, Έργον SF/GRE 20.
- DEBAZAC E.F., ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1969): Παρατηρήσεις επί των δασικών διαπλάσεων «Αειφύλλων πλατυφύλλων». Ειδικό Ταμείο Ηνωμένων Εθνών (Ενίσχυσις του Ι.Δ.Ε.Α). Έργο: UNSF/FAO GRE-20/230: Αθήναι.
- DEBAZAC E.F., ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1971): Αι μεγάλοι οικολογικοί διαιρέσεις της δασικής βλαστήσεως εις την ηπειρωτικήν Ελλάδα. Ι.Δ.Ε.Α. 48: 1-35.
- DRAPER N., SMITH H. (1981): Εφαρμοσμένη ανάλυση παλινδρόμησης. (Μετάφραση Χατζήκωνσταντινίδη Ε., Καλαματιανού Α.). Εκδόσεις Παπαζήση. Αθήνα.
- ΔΕΛΛΑ Α. (2000): Συμβολή στη μελέτη του ενδημισμού της χλωρίδας της Κύπρου. Διδακτορική διατριβή. Πάτρα, 460 σελ.
- ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Π. (1993): Χλωριδική και φυτοκοινωνιολογική έρευνα του όρους Κυλλήνη. Οικολογική προσέγγιση. Διδακτορική διατριβή. Πάτρα.
- ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ Σ. (1989): Κλιματικές συνθήκες στη ζώνη της Ελάτης κατά την περίοδο 1960-1988. Πρακτικά Δημερίδας με τίτλο " Ξήρανση Ελατοδασών ", που οργανώθηκε στην Τρίπολη από 5-6/12/1989 από το ΓΕΩΤ.Ε.Ε.: 47-66.
- ΔΙΑΠΟΥΛΗΣ Χ. (1939): Η *Quercus aegilops* L. Κοινώς Βαλανιδιά. «Γεωργικόν Δελτίον» - Τεύχος Ε. Περίοδος Δευτέρα: 5-48.
- ΔΙΑΠΟΥΛΗΣ Χ. (1950): Η *Ceratonia siliqua* L.) ίδια εν Ελλάδι. Β' σειρά επιστημονικών βιβλιαρίων Υπουργείου Γεωργίας, Υπ' αριθμ. 2.
- ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ Ε. (1992): Η χλωρίδα δασών ψυχροβίων πλατυφύλλων-κωνοφόρων και υψηλής εξωδασικής περιοχής Ελατιάς Δράμας. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ Ε, ΔΡΟΣΟΣ Ε., ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ Ν., ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ. (1995):

- Συμβολή στη γλωρίδα του δέλτα του Πηνειού ποταμού. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη, Τόμος ΛΗ/1: 206-231.
- ECCHER A. (1969): Οικολογικά όρια και δυνατότης εξαπλώσεως της *Pinus radiata* D. Don εις Ιταλίαν (μετάφραση Χρ. Καραβαγγέλη εκ του περιοδικού *Cellulosa e Carta*, No 5, 1969). "Το Δάσος". No 45-47:29-36.
- ZAMPIAKAS I. (1981): Γενική Κλιματολογία. Αθήνα.
- GAUSSEN H., sub GUAUSSIN (1954): Οικολογία των μεσογειακών χωρών. "Το Δάσος". No. 25-28: 37-44.
- ZACHARIS A. (1983): Φοίνικες και φοινικοδάση στην Κρήτη. «Δασικά Χρονικά», Τεύχος 9-10: 398.
- ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ. (1991): Ο καθορισμός των φυτοκοινωνιολογικών μονάδων του πανεπιστημιακού δάσους Ταξιάρχη Χαλκιδικής. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη.
- ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ. (1996): Η βλάστηση ενός μικρού πεδινού δάσους χνοώδους δρυός (*Quercus rubescens* Wild.) στη θεσσαλική πεδιάδα (Κ. Ελλάδα). Πρακτικά 6<sup>ου</sup> επιστημονικού συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας, 6-11 Απριλίου 1996, Παραλίμνι Κύπρου: 89-98.
- ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ., ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ Ν. (1993): Συνθετικά γνωρίσματα των βασικών μονάδων βλάστησης του πανεπιστημιακού δάσους Ταξιάρχη Χαλκιδικής. Επιστ. Επετ. Τμ. Δασολ. Φυσ. Περιβ. Θεσ/νίκη, 36: 235-254.
- ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Κ., ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΟΥ Ε., ΓΡΗΓΟΡΙΑΔΗΣ Ν., ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ Ν. (2001): Πρώτες παρατηρήσεις της φυτοκοινωνιολογικής κατάστασης πειραματικής επιφάνειας με διάφορους χειρισμούς του υπορόφου σε δάσος χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis* Miller) στην Κασσάνδρα Χαλκιδικής. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, σειρά II, τόμος 12, τεύχος 1, σελ. 19-33.
- ΚΑΪΛΙΔΗΣ Δ. (1990α): Ασθένειες δέντρων των δασών και πάρκων. Εκδόσεις Χριστοδουλίδη. Θεσσαλονίκη.
- ΚΑΪΛΙΔΗΣ Δ. (1990β): Δασικές Πυρκαγιές. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη.
- ΚΑΪΛΙΔΗΣ Δ. (1991): Δασική εντομολογία και ζωολογία. Εκδόσεις Χριστοδουλίδη. Θεσσαλονίκη.
- ΚΑΝΔΗΛΗΣ Φ. (1988): Ο υετός στη Στερεά Ελλάδα. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα.
- ΚΑΡΡΑΣ Γ. (1973): Κλιματική ταξινόμηση της Ελλάδος κατά Thornthwaite. Διδακτορική διατριβή, Αθήνα.
- ΚΑΤΣΑΝΟΣ Δ. (1933): Η βαλκανική Πεύκη, *Pinus peuce* Gries εις την Ελλάδα. "Αυτοτελής Έκδοση", Θεσσαλονίκη.
- ΚΑΤΣΑΝΟΣ Α. (1981): Παγκόσμια δασική γεωγραφία. Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Διεύθυνση Δασών και Δασικού Περιβάλλοντος. Αυτοτελείς Εκδόσεις της Διευθύνσεως Δασικών Ερευνών - Εφαρμογών, Εκπ/σεως, αρ. 62. Αθήνα.
- ΚΟΝΤΟΣ Π. (1909): Επίδρασις επί την Ελληνικήν δασικήν βλάστησιν του Ελληνικού κλίματος. Αθήνα.
- ΚΟΝΤΟΣ Π. (1921): Ελληνική δασοκομία μετά στοιχείων δασικής διαχειρίσεως. Φυσικοί, οικονομικοί και κοινωνικοί παράγοντες. Αθήνα.
- ΚΟΣΣΕΝΑΚΗΣ Γ. (1929): Ξενικά δασικά είδη και η εισαγωγή αυτών εν Ελλάδι. "Δασική Αναγέννησις", Τεύχος 56: 171-176.
- ΚΟΤΙΝΗ-ZAMPIAKA Σ. (1983): Συμβολή στη μελέτη του κλίματος της Ελλάδας. Κανονικός καιρός κατά μήνα. Διδακτορική διατριβή. Αθήνα
- ΚΟΥΚΟΥΡΑ Ζ., ΜΑΤΗΣ Κ.Γ. (1989): Σχέση μεταξύ έντασης ηλιακής ακτινοβολίας, υγρασίας εδάφους, θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας αέρα και της θρεπτικής αξίας της βοσκίσιμης ύλης του πουρναριού (*Quercus coccifera* L.). Επιστημονική Επετηρίδα Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τόμος ΛΒ/1, No 10: 191-219.
- ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ Θ. (1997): Η γλωρίδα και η βλάστηση των ορέων Γεράνεια, Πατέρας και Κιθαιρών. Διδ. Διατρ. Αθήνα.
- ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ Π. (1990): Εξέταση και διερεύνηση σχέσεων μεταξύ φυσιογραφικών μονάδων δασών χαλεπίου πεύκης Σιθωνίας Χαλκιδικής και των εμφανιζομένων σε αυτές



- φυτοκοινωνιολογικών μονάδων. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη.
- ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ Π. (1995): Το πρόβλημα της καταγωγής της κουκουναριάς (*Pinus pinea* L.). "Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα", Τόμος 6, τεύχος 3/1995: 27 - 35.
- ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ Π., ΧΑΤΖΗΦΙΛΙΠΠΙΔΗΣ Γ. (1993): Φυτοκοινωνιολογική ανάλυση του δάσους κουκουναριάς της Σιθωνίας Χαλκιδικής. "Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα" Θεσσαλονίκη Τόμος 4/Τεύχος 2/: 13-22.
- ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΟΥ Ε. (1984): Μαθήματα φυσιολογίας δέντρου. Θεσσαλονίκη.
- ΚΩΤΟΥΛΑΣ Δ. (1982): Το χιόνι, οι χιονολισθήσεις και η διευθέτησή τους. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.
- ΚΩΤΟΥΛΑΣ Δ. (1986): Μαθήματα γενικής υδρολογίας και υδραυλικής. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.
- ΛΑΜΠΡΙΝΟΣ Γ. (1933): Δασικά κλιματικά ζώναι. "Δασική Ζωή". Νο 7: 19-20.
- ΛΑΜΠΡΙΝΟΣ Γ. (1962): Λεύκη η τρέμουσα (Αγριολεύκη). "Δασικά Χρονικά", Τεύχος 42: 168-170.
- ΛΑΥΡΕΝΤΙΑΔΗΣ Γ. (1961): Χλωριδική, φυτογεωγραφική και φυτοκοινωνιολογική έρευνα της χερσονήσου της Κασσάνδρας. Θεσσαλονίκη.
- ΛΙΑΚΑΚΟΣ Ε. (1933): Αποφεύγει ο κεραυνός την οξιά; «Δασική ζωή», τεύχος 11-12: 3-4.
- ΛΙΑΚΑΤΑΣ Α., ΔΗΜΗΤΡΟΠΟΥΛΟΣ Π. (1987): Συμβολή στη μελέτη και πρόγνωση παγετού. Μελέτη Ε.Μ.Υ, αριθ. 13, Αθήνα.
- ΛΙΒΑΔΑΣ Γ.Κ. (1980): Μαθήματα γενικής μετεωρολογίας. Έκδοσις ΙΙΙ. Θεσσαλονίκη.
- ΜΑΖΑΡΑΚΗΣ Ν., ΛΑΓΟΥΒΑΡΔΟΣ Κ., ΚΟΤΡΩΝΗ Β. (2006): Μελέτη των καταγίδων και της ηλεκτρικής δραστηριότητας πάνω από τον ελλαδικό χώρο κατά τη θερμή περίοδο των ετών 2004-2005. Πρακτικά 8ου Συνεδρίου Μετεωρολογίας, Κλιματολογίας και Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Αθήνα, 24-26 Μαΐου 2006, Τόμος Α, σελ. 338-144.
- ΜΑΚΡΗΣ Γ. (1954): Επί της μεταβολής της θερμοκρασίας του αέρος μετά ύψους εις διαφόρους περιοχάς της Ελλάδος. Διατριβή επί διδακτορία. Αθήναι.
- ΜΑΡΙΟΛΟΠΟΥΛΟΣ, Η. (1960): Κλιματικά στοιχεία του ελληνικού δικτύου. Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.
- ΜΑΡΙΟΛΟΠΟΥΛΟΣ Η., ΚΑΡΑΠΠΕΡΗΣ Λ. (1955): Αι βροχοπτώσεις εν Ελλάδι. Αθήναι.
- ΜΑΡΙΟΛΟΠΟΥΛΟΣ Η., ΖΑΜΠΑΚΑ Σ., ΡΕΠΑΠΗ Χ. (1987): Το Κλίμα των Μαγουλιάνων Αρκαδίας. Ακαδημία Αθηνών, Κέντρον Ερεύνης Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Κλιματολογίας. Δημοσίευμα 11.
- ΜΑΡΚΑΛΑΣ Σ., ΚΑΪΛΙΔΗΣ Δ. (1987): Μελέτη των παγοραγάδων στο δάσος Ελάτης (*Abies borissii regis*) Πετρουλίου. Επιστημονική Επετηρίδα Α.Π.Θ. του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τόμος Λ: 447-478.
- ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΣ Π. (1926): Οι δρυμώνες της Ελλάδος. "Δασική Αναγέννησις", Τεύχη 12-15.
- ΜΑΡΚΟΥ-ΙΑΚΩΒΑΚΗ Π., ΛΙΩΚΗ-ΛΕΙΒΑΔΑ-ΤΣΕΛΕΠΙΔΑΚΙ Η. (1975): Κλιμογράμματα και δείκτης ξηρότητας εις τον ελληνικόν χρόνον. Δημοσιεύματα εργαστηρίου κλιματολογίας Πανεπιστημίου Αθηνών.
- ΜΑΤΗΣ Κ. (1991): Δασική Βιομετρία Ι. Στατιστική. Εκδόσεις Δεδούση. Θεσσαλονίκη.
- ΜΑΤΖΑΡΑΚΗΣ Α., ΜΠΑΛΑΦΟΥΤΗΣ Χ., ΜΑΥΕΡ Η. (1998): Δημιουργία βιοκλιματικών και κλιματικών χαρτών για τον ελλαδικό χώρο. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας-Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Αθήνα 22-25 Σεπτεμβρίου 1998, Τόμος 3, 477-482
- ΜΑΤΖΙΡΗΣ Δ. (1980): Επιτυχία, αύξηση και αντοχή στους παγετούς ηλικίας οκτώ ετών ειδών Ευκαλύπτου στη Βαρετάδα Αιτωλοακαρνανίας και Προκόπι Ευβοίας. "Δασική Έρευνα", Τόμος Ι, Τεύχος 1:59-85.
- ΜΑΤΖΙΡΗΣ Δ. (1981): Συμπεριφορά προελεύσεων παραθαλάσσιας πεύκης σε επτά τοποθεσίες της κεντρικής και νοτίου Ελλάδος. "Δασική Έρευνα", Τόμος ΙΙ, Τεύχος 3: 261-312.
- ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1972): Αι οικολογικά και φυτοκοινωνικά βάσεις της δασικής αξιοποίησεως των θαμνωδών εκτάσεων επί του φλύσχου. «Το Δάσος». Νο 55-56: 28-32.
- ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1973α): Σχέσεις εδάφους-βλαστήσεως. «Το Δάσος» 59/60: 11-20.
- ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1973β): Οικολογία της περιοχής φοινικοδάσους Βάι Σητείας

- Κρήτης. "Το Δάσος". No. 59-60: 21-24.
- ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1974): Παρατηρήσεις επί της οικολογίας της δασικής βλαστήσεως της νήσου Λέσβου. "Το Δάσος" No. 63-64: 42-47.
- ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1975): Παρατηρήσεις επί των οικολογικών συνθηκών της δασικής βλαστήσεως της νήσου Κυθήρων. Ανακοινώσεις Ι.Δ.Ε.Α., Τόμος III, Τεύχος 2: 5-14.
- ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1976): Διερεύνησις του οικοσυστήματος εθνικού δρυμού Σαμαριάς Κρήτης. Ανακοινώσεις Ι.Δ.Ε.Α., Τόμος IV, Τεύχος 1: 77-103.
- ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1979): Ο αυξητικός χώρος της Κεφαλληνιακής Ελάτης. "Το Δάσος". No 86.
- ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1980α): Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης, βιοκλιματικοί χάρτες. Ι.Δ.Ε.Α. Αθήναι.
- ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1980β): Φυτογεωγραφική φυτοκοινωνιολογική και βιοκλιματική σημασία του χώρου εξαπλώσεως της Πρίνου (*Quercus coccifera* L.) στην Ελλάδα. "Το Δάσος". No 90.
- ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1982): Απλή μέθοδος εκτιμήσεως της ολικής ετήσιας πραγματικής εξατμισιοδιαπνοής. "Δασική Έρευνα", Τόμος III, Τεύχος 2: 123-135.
- ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ Γ. (1984): Το τυπικό μεσογειακό Δάσος σκληροφύλλων αειφύλλων πλατυφύλλων της νήσου Σαπιέντζας. Πρακτικά διεθνούς συνεδρίου «Προστατευόμενες Φυσικές Περιοχές», Αθήνα 23-25 Μαΐου 1984, Υπουργείο Γεωργίας: 203-209.
- ΜΑΧΑΙΡΑΣ Π., ΜΠΑΛΑΦΟΥΤΗΣ Χ. (1984): Γενική κλιματολογία με στοιχεία μετεωρολογίας. University Studio Press. Θεσσαλονίκη.
- ΜΟΥΛΑΛΗΣ Δ. (1980): Ο χρόνος επικονιάσεως των πεύκων στην Ελλάδα και ο επηρεασμός του από τη θερμοκρασία και τη βροχή. Επιστημονική Επετηρίδα Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής Α.Π.Θ., Τόμος ΚΓ, Παράρτημα.
- ΜΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Χ. (1954): Η ξηρασία, αι υψηλαί θερμοκρασείαι και η τεχνική της αναδασώσεως εις τας παραμεσογείους χώρας. ΙΥ Δασικόν συνέδριον των παραμεσογείων χωρών. "Το Δάσος" No 25-28:64-70.
- ΜΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Χ. (1955): Φυσική αναγέννησις των ελατοσυστάδων εν Ελλάδι και ίδια εν τω δάσει Περτουλίου. Επιστημονική Επετηρίδα Γεωπονοδασολογικής Σχολής Α.Π.Θ., Τόμος 3: 177-277.
- ΜΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Χ. (1965α): Τα δάση της Οξιάς της Ελλάδος. Α' μέρος. Τα είδη της Οξιάς και η εξάπλωσις αυτών εν Ελλάδι. Επιστημονική Επετηρίδα Γεωπονοδασολογικής Σχολής Α.Π.Θ., Τόμος 9.
- ΜΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Χ. (1965β): Δασοκομική. Α' μέρος. Θεωρητική Δασοκομική (Δασική Οικολογία). Αυτοτελής Έκδοση (4η έκδοση). Θεσσαλονίκη.
- ΜΟΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Χ. (1967): Δασοκομική. Β' μέρος. Γενική Εφηρμοσμένη Δασοκομική. Αυτοτελής Έκδοση" (4η έκδοση). Θεσσαλονίκη.
- ΜΠΑΛΑΦΟΥΤΗΣ Χ. (1977): Συμβολή εις την μελέτη του κλίματος της Μακεδονίας και Δυτικής Θράκης. Διατριβή επί διδακτορία. Θεσσαλονίκη.
- ΜΠΑΛΟΥΤΣΟΣ Γ., ΜΠΟΥΡΛΕΤΣΙΚΑΣ Α., ΚΑΟΥΚΗΣ Κ. (2005): Μελέτη και διερεύνηση χαρακτηριστικών ομιχλοβροχής στο ελατοδάσος Αγίου Νικολάου Ευρυτανίας. "Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα", σειρά II, Τόμος 16, τεύχος 1: 34 - 45.
- ΜΠΑΣΙΩΤΗΣ Κ. (1956): Τα δάση Ελάτης εν Ελλάδι. Ανάτυπον εκ του παραρτήματος της Επιστημονικής Επετηρίδας Γεωπονοδασολογικής Σχολής Α.Π.Θ.
- ΜΠΑΣΙΩΤΗΣ Κ. (1970): Ειδική Εφηρμοσμένη Δασοκομική. Αυτοτελής Έκδοση Α.Π.Θ.
- ΜΠΕΝΟΣ Γ. (1934): Η γεωγραφική εν Ελλάδι εξάπλωσις της Σημύδας και Πεύκης της βαλκανικής. "Δασική Ζωή", Τεύχος 24:250-253.
- ΜΠΟΛΤΣΗΣ Θ. (1986): Συμβολή στη μελέτη του υδατικού ισοδυνάμου των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων της περιοχής Ηπείρου. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα.
- ΜΠΡΟΦΑΣ Γ., ΚΑΡΕΤΣΟΣ Γ. (1992): Συμβολή στη διερεύνηση της οικολογίας του Σχοινιά Μαραθώνα. "Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα", Τόμος 3, τεύχος 1: 32 - 41.
- ΜΠΡΟΦΑΣ Γ., ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΟΥ Ε. (1989): Η ξήρανση της Ελάτης και οι οικολογικοί παράγοντες στην περιοχή του όρους Παρνασσού. Πρακτικά Δημερίδας με τίτλο "Ξήρανση Ελατοδασών" που οργανώθηκε στην Τρίπολη από 5-6/12/1989 από το

- ΓΕΩΤ.Ε.Ε.: 21-28.
- ΜΩΥΣΙΑΔΗΣ Χ. (1985): Στοιχεία ανώτερων μαθηματικών. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.
- ΝΑΣΤΟΣ Π. (1995): Επίδραση των φυσικογεωγραφικών παραγόντων στο θερμοκρασιακό καθεστώς της Ελλάδας. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα.
- ΝΙΑΧΟΥ Α. (1997): Μαθησιακές δραστηριότητες βασισμένες σε μετρήσεις του Globe. 1ο Συμπόσιο Προγράμματος GLOBE - ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ, Αθήνα.
- ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ Μ. (1972): Περί της αντοχής εις την ξηρασίαν ορισμένων δασοπονικών ειδών. «Το Δάσος». Νο 57-58: 44-53.
- ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ Μ. (1979): Υδρολογική συμπεριφορά ποώδους βλαστήσεως. "Δελτίο Ι.Δ.Ε.Θ". Νο 104.
- ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ Μ. (1980): Σχέσεις φυτού-ύδατος σαν οδηγός σωστού δασοκομικού χειρισμού σε ακραίες κλιματικές συνθήκες. "Το Δάσος". Νο 90: 78-92.
- ΝΙΚΟΛΑΪΔΗΣ Μ. (1990): Περί της υδατοκατανάλωσης της βλάστησης. "Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα", Τεύχος 1/1990: 72-80.
- ΝΙΚΟΛΑΚΗΣ Δ. (1985): Ο νετός στη Θεσσαλία. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα.
- ΝΤΑΦΗΣ Σ. (1973): Ταξινόμησης της δασικής βλαστήσεως της Ελλάδας. Επιστ. Επετ. Γεωπ. Δασολ. Σχολής. Τομ. ΙΕ', τεύχ. Β', Θεσσαλονίκη.
- ΝΤΑΦΗΣ Σ. (1986): Δασική οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- ΝΤΑΦΗΣ Σ. (1989): Βλάστηση και οικολογικές ιδιαιτερότητες του Ολύμπου. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. Αφιέρωμα προς τιμή του ομότιμου καθηγητή Κ. Μακρή, Τόμος ΑΒ/1: 559-567.
- ΝΤΑΦΗΣ Σ., ΣΜΥΡΗΣ Π. (1981): Δασοκομική και σταθμολογική έρευνα σε δάση ερυθρελάτης της Ελλάδος. Επιστημονική Επετηρίδα Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής Α.Π.Θ. Τμήμα Δασολογίας, Τόμος ΚΔ, Νο 5: 141-190.
- ΝΤΙΝΗ - ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΗ Ο. (1991): Ψευδακακία: Ένα αγνοημένο δασοπονικό είδος. "Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα", τεύχος 4 /1991: 55 - 58.
- ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΟΥ Ε. (1969): Γεωβοτανική έρευνα της νήσου Σκιάθου. Φυτογεωγραφία των Βορείων Σποράδων. Διδ. Διατρ. Αθήναι.
- ΠΑΓΩΝΗΣ Κ. (1998): Συμβολή στη μελέτη των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων της Πελοποννήσου. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, Αθήνα.
- ΠΑΝΕΤΣΟΣ Κ. (1970): Είδη Ευκαλύπτου εν Ελλάδι. Εξάπλωσις, περιγραφή, προσαρμογή. "Δελτίο Ι.Δ.Ε.Α". Νο 35: 37-64.
- ΠΑΠΑΙΩΑΝΝΟΥ Ι. (1940): Συμβολή εις την γεωγραφικήν εξάπλωσιν της Quercus trojana Webb. εν Ελλάδι. Επιστημονική Επετηρίς Γεωπονοδασολογικής Σχολής Α.Π.Θ., Τόμος 2: 187-203.
- ΠΑΠΑΙΩΑΝΝΟΥ Ι. (1948): Μικροσυστάδες του κίτρινου Ροδόδενδρου εν Λέσβω. "Το Δάσος". Νο 8-9: 8-21.
- ΠΑΠΑΜΙΧΟΣ Ν. (1990): Δασικά εδάφη (Σχηματισμός, Ιδιότητες, Συμπεριφορά). Έκδοση Β' βελτιωμένη. Θεσσαλονίκη.
- ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΗΣ Β. (1990): Φαινολογία και λιβαδική ετοιμότητα αντιπροσωπευτικών ποολίβαδων της Μακεδονίας. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τόμος ΛΓ, Νο 1: 217-270.
- ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΗΣ Β., ΝΟΪΤΣΑΚΗΣ Β. (1992): Λιβαδική οικολογία. Θεσσαλονίκη.
- ΠΑΠΑΤΣΟΥ Σ. (1975): Η χλωρίς και η βλάστησις της νήσου Νισύρου και των περί αυτής νησίδων. Διδακτ. Διατριβή. Πανεπ. Πατρών.
- ΠΑΠΟΥΛΙΑΣ Ι. (1973): Η δυναμική εξαμυσιδιαπνοή εις το δάσος Πετρουλίου και η σημασία αυτής ως σταθμού παράγοντος. Επιστημονική Επετηρίς Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής Α.Π.Θ., Τόμος ΙΕ, Τεύχος Β: 193-214.
- ΠΑΥΛΙΔΗΣ Γ. (1976): Η χλωρίς και η βλάστησις της χερσονήσου Σιθωνίας Χαλκιδικής. Διδακτ. Διατρ. Θεσσαλονίκη.
- ΡΟΥΣΟΣ Θ. (1994): Η εικόνα του δασικού χώρου στην Κρήτη. Προβλήματα - προοπτικές. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου που έγινε στα Χανιά από 6 - 8/4/1994 με θέμα "Δασική ανάπτυξη - Ιδιοκτησιακό -Χωροταξικό" και οργανώθηκε από

- την Ελληνική Δασολογική Εταιρεία: 13 - 22.
- ΣΑΡΛΗΣ Γ. (1981): Συμβολή εις την χλωρίδα και την βλάστησιν των νήσων και νησίδων του Νοτίου Ευβοϊκού. Διατριβή επί υφηγεσία. Αθήναι.
- ΣΑΡΛΗΣ Γ. (1994): Τα φυτά της Σύρας. Συριανά γράμματα. Τεύχος 26-27. Αθήνα.
- ΣΜΥΡΗΣ Π., ΖΑΓΚΑΣ Θ., ΤΣΙΤΣΩΝΗ Θ. (1989): Ανάλυση δομής σε φυσικό δάσος της *Pinus leucodermis* στον Όρβηλο. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, προς τιμή του ομότιμου καθηγητή Διάκου Λ., Τόμος ΛΒ/2: 125-142.
- ΣΜΥΡΗΣ Π., ΖΑΓΚΑΣ Θ., ΤΣΙΤΣΩΝΗ Θ. (1992): Στάδια διαδοχής και παράγοντες που επηρεάζουν την εξέλιξη τους στον βόρειο Όλυμπο. Επιστημονική Επετηρίδα Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τόμος ΛΕ: 269 – 307.
- ΣΟΥΛΗΣ Ν. (1994): Το κλίμα της Ηπείρου. Ιωάννινα.
- ΣΤΑΘΗΣ Δ. (1998): Τα μετεωρολογικά χαρακτηριστικά της Πίνδου από υδρολογική άποψη. Διδ. Διατρ. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΣ Ε. (1995): Η φυτρωτικότητα των σπόρων της κεφαλληνιακής ελάτης στον εθνικό δρυμό Πάρνηθας. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου που έγινε στην Καρδίτσα από 11 - 13/10/1995 με θέμα "Αξιοποίηση δασικών πόρων" και οργανώθηκε από την Ελληνική Δασολογική Εταιρεία: 39-53.
- ΣΤΑΜΟΥ Ν. (1974): Καταστροφαι δασών λόγω καταγίδων εις την δασοπονίαν. Γενικαί αρχαί της αντιμετώπισεως αυτών. "Το Δάσος". Νο 63-64: 59-71.
- ΣΤΕΦΑΝΑΚΗ-ΝΙΚΗΦΟΡΑΚΗ Μ. (1981): Συμβολή εις την γνώσιν της χλωρίδος και βλαστήσεως της νήσου Αγκίστρι. Διατριβή επί υφηγεσία. Αθήναι.
- ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΔΗΣ Γ. (1959): Δάφνη η ευγενής. "Δασικά Χρονικά", Τεύχος 11:481-484.
- ΤΣΕΛΕΠΙΔΑΚΙ Η. (1982): Μαθήματα υδρομετεωρολογίας. Τμήμα Φυσικής. Αθήνα.
- ΤΣΙΡΙΠΠΙΔΗΣ Ι. (2001): Οι φυτοκοινωνίες δασών οξιάς της Ροδόπης και εκτίμηση περιβαλλόντων τους για αναδάσωση. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Δασολογίας, Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 342 + παράρτημα.
- ΤΣΙΤΣΩΝΗ Θ. (1991): Ανάλυση δομής και συνθήκες φυσικής αναγέννησης μετά από πυρκαγιά στα δάση χαλεπίου Πεύκης της Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Διδακτορική διατριβή. Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- ΤΣΙΤΣΩΝΗ Θ., ΖΑΓΚΑΣ Θ. (1988): Έρευνα της φυσικής αναγέννησης μετά από πυρκαγιά στην περιοχή του Κεδρινού Λόφου Θεσσαλονίκης. Πρακτικά του Δ' Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου που έγινε στη Λάρισα από 5-7 Οκτωβρίου 1988 με τίτλο "Πολλαπλή Χρήση Δασών και Δασικών Εκτάσεων" και οργανώθηκε από την Ελληνική Δασολογική Εταιρεία: 62-74.
- ΤΣΟΥΜΗΣ Γ. (1986): Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου. Τόμος Α'. Δομή και Ιδιότητες. Θεσσαλονίκη.
- ΦΛΟΚΑΣ Α. (1990): Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Θεσσαλονίκη.
- ΦΟΙΤΟΣ Δ. (1960): Φυτογεωγραφικά παρατηρήσεις επί του ορεινού συγκροτήματος Τυμφρηστού-Οξιάς. "Δασικά Χρονικά", Τεύχος 25:1099-1105.
- ΧΑΤΖΗΣΤΑΘΗΣ Α. (1975): Η επίδραση της υγρασίας του εδάφους στη διαπνοή φυταρίων τραχείας και χαλεπίου Πεύκης. Επιστημονική Επετηρίδα της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής, Τόμος ΙΖ: 133-148.
- ΧΑΤΖΗΣΤΑΘΗΣ Α. (1979): Έρευνα για τα αίτια ξηράνσεως των αναδασώσεων στην περιοχή της Χαλκιδικής. "Επιστημονική Επετηρίδα Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής Α.Π.Θ.". Τμήμα Δασολογίας, Τόμος ΚΒ: 55-111.
- ΧΑΤΖΗΣΤΑΘΗΣ Α. (1980): Αίτια για την ανεπάρκεια των αναδασώσεων κάτω από ακραίες οικολογικές συνθήκες στην Χαλκιδική. "Το Δάσος" Νο 90: 59-66.
- ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗΣ Κ.Δ. (1986): Η χλωρίδα και η βλάστηση της Σάμου. Διδ. διατριβή. Πάτρα.

#### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ABBATE G., BLASI C., PAURA B., SCOPPOLA A., SPADA F. (1990): Phytoclimatic

- characterization of *Quercus frainetto* Ten. stands in peninsular Italy. *Vegetatio* 90: 35-45.
- AMIGO J., RAMÍREZ C. (1998): A bioclimatic classification of Chile woodland communities in the temperate zone. *Plant Ecology*, 136: 9-26.
- BARBERIS G., PECCENINI S., PAOLA G. (1992): Notes on *Quercus ilex* L. in Liguria (NW Italy). *Vegetatio* 99-100: 35-50.
- BARBERO M., QUEZEL P. (1976): Les groupements forestiers de Grèce centro-méridionale. *Ecologia Mediterranea* 2: 1-86.
- BARBERO M., QUEZEL P. (1979): Contribution à l'étude des groupements forestiers de Chypre. *Documents phytosociologiques* 4: 9-34.
- BARBERO M., QUEZEL P. (1980): La végétation forestière de Crète. *Ecologia Mediterranea* 5: 175-210.
- BARBERO M., LOISEL R., QUEZEL P. (1992): Biogeography, ecology and history of mediterranean *Quercus ilex* ecosystems. *Vegetatio* 99/100: 19-34.
- BARRY R.G., CHORLEY R.J. (1976): *Atmosphere, weather and climate*. (3rd ed.). Methuen & Company Ltd. New York.
- BASIST A., BELL G., MEENTMEYER V. (1994): Statistical relationships between topography and precipitation patterns. *J. Clim.*, 7: 1305-1315.
- BERGMEIER E. (1990): Wälder und Gebüsch des niederen Olympos (Kato Olimbos, NO-Thessalien). Ein Beitrag zur systematischen und orographischen Vegetationsgliederung Griechenlands. *Phytocoenologia* 18 (2/3): 161-342.
- BERGMEIER E. (1995): Die Höhenstufung der Vegetation in Südwest-Kreta (Griechenland) entlang eines 2450m-Transektes. *Phytocoenologia* 25(3): 317-361.
- BOLOS DE O., MASALLES R.M., NINOT J.M., VIGO J. (1996): A survey on the vegetation of Cephalonia (Ionian islands). *Phytocoenologia* 26 (1): 81-123.
- BRAUN-BLANQUET J. (1932): *Plant Sociology*. Authorised English Translation of *Pflanzensoziologie*. New York and London.
- BROFAS G., KARETSOS G., DIMOPOULOS P., TSAGARI C. (2006): The natural environment of *Cupressus sempervirens* in Greece as a basis for its use in the Mediterranean region. *Land Degradation & Development* 17, 645-659.
- BUZKUS H.F. (1990): Ecological characteristics of Taurus fir (*Abies cilicica* Carr.). International Workshop Mediterranean firs. Adaptation, selection and silviculture. 11-15 June, Avignon: 163-172.
- CHASAPIS M., KARAGIANNAKIDOU V., THEODOROPOULOS K. (2004): Phytosociological research of *Quercus coccifera* L. *pseudomaquis* on Mount Chortiatis, northern Greece. *Israel Journal of Plant Sciences*, Vol 52: 357-381.
- CRITCHFIELD H. (1983): *General Climatology*. Fourth edition, New Jersey.
- DEXTER L.R., AVERY C.C. (1991): Using Spreadsheet Software in Water-Balance Modeling. *Computers & Geosciences*, 17: 527-536.
- DURŁO G. B. (2009): The spatial diversification of the maximum air temperature in various landforms. *Beskydy (The Beskids Bulletin)*, 2 (2): 125-136.
- FANG J. Y., YODA K. (1990): Water balance and distribution of vegetation (Climate and vegetation of China, III). *Ecol. Res.* 5: 9-23.
- FLOCAS A.A., GILES B.D., ANGOURIDAKIS V.E. (1983): On the estimation of annual and monthly mean values of air temperature over Greece, using stepwise multiple regression analysis. *Arch. Met. Geoph. Biocl. Ser. B*, 32, 287-295.
- GÄRTNER S., REIF A., XYSTRAKIS F., SAYER U., BENDAGHA N., MATZARAKIS A. (2008): The drought tolerance limit of *Fagus sylvatica* forests on limestone in southwestern Germany. *Journal of Vegetation Science*, 19: 757-768.
- GAVILÁN, R. (2005): The use of climatic parameters and indices in vegetation distribution. A case study in the Spanish Sistema Central. *Int J Biometeorol*, 50: 111-120.
- GEHU J.M., APOSTOLIDES N., GEHU-FRANCK J., ARNOLD K. (1989): Premières données sur la végétation littorale de îles de Rodhos et de Karpathos (Grèce). *Coll. Phytosoc.* XIX: 545-582.
- GOLDREICH Y., FREUNDLICH A., ALPERT P. (1997): Rainfall anomaly over the lee side of Mount Carmel (Israel) and the associated wind field. *Journal of applied meteorology*,

- 36: 748-762.
- GOUVAS M., THEODOROPOULOS K. (2007): Life-form and chorological spectra of the vegetation units of Mount Hymettus (C. Greece). *Journal of Biological Research, Thessaloniki*, 8: 177-187.
- GOUVAS M., SAKELLARIOU N., XYSTRAKIS F. (2009): The relationship between altitude of meteorological stations and average monthly and annual precipitation, *Stud. Geophys. Geod.*, 53: 557-570.
- HUANG S.B. (1990): Agroclimatology of the major fruit production in China: a review of current practice. *Agricultural and Forest Meteorology*, 53: 125-142.
- HOLDRIDGE L. R. (1967): Life zone ecology, with photographic supplement prepared by Joseph A. Tosi, Jr., revised ed. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.
- HORVAT I., CLAVAC V., ELLENBERG H. (1974): *Vegetation Südosteuropas*. Stuttgart.
- ILIJANIC L. (1970): Expositionsbedingte ökologische Unterschiede in der Pflanzendecke der Sonn- und Shattenhänge am Lim-Kanal (Istrien). *Vegetatio* 21:1-27.
- IOVINO F., MENGUZZATO G. (1990): Ecological factors and silver fir distribution in Southern Italy. *International Workshop Mediterranean firs. Adaptation, selection and silviculture*. 11-15 June, Avignon: 151-162.
- JOHANSSON B., CHEN D. (2003): The influence of wind and topography on precipitation distribution in Sweden: Statistical analysis and modelling. *Int. J. Climatol.* 23: 1523-1535.
- KERKIDES P., MICHALOPOULOU H., PAPAIOANNOU G., POLLATOU R. (1996): Water balance estimates over Greece. *Agricultural Water Management* 32: 85-104.
- KRAUSE W., LUDWIG W., SEIDEL F. (1963): Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstandorten des Balkans. 6. Vegetationsstudien in der Umgebung von Mantoudi (Euboa). *Bot. Jb.* 82, 4: 337-403.
- KRESTOV P., NAKAMURA Y. (2007): Climatic controls of forest vegetation distribution in Northeast Asia. *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* 19, 131-145.
- LANDSBERG H.E. (1969-1984): *World survey of Climatology*. Vol. 11. Elsevier North Holland, New York
- LAVRENTIADES G. (1969): Studies on the flora and vegetation of the Ormos Archangelou in Rhodos island. *Vegetatio* Vol. XIX, 1-6: 308-329.
- LAVRENTIADES G. (1976): On the vegetation of Patras area. *Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich* 56: 59-71.
- MASUDA K. (2000): A note on the climatic factors controlling the global distribution of vegetation. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*. 35: 21-30.
- NAHAL I. (1981): The mediterranean climate from a biological viewpoint. *Ecosystems of the world*. 11, Elsevier. Ed. 63-86.
- NAKOS G. (1984): Relationships of bioclimatic zones and lithology with various characteristics of forest soils in Greece. *Plant And Soil*, 79.
- PAN Y., LI X., GONG P., HE C., SHI P., PU R. (2003): An integrative classification of vegetation in China based on NOAA AVHRR and vegetation-climate indices of the Holdridge life zone. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 24, No 5: 1009-1027.
- PAPANIKOLAOU G.D., SARLIS G.P. (1991): Phytosociological studies in the Tatoi district (Attica, Greece). *Vegetatio* 93: 81-90.
- PEARSE E.A., SMITH C.G. (1990): *The world weather guide*. Second edition. Hutchinson, Co (Publishers) Ltd. London, 480 pp.
- PIKROS C., PREZERAKOS N. (2006): Gathering information on the sea and mountain breezes characteristics of breezes in Peloponnesus, Greece. 8th Conference on Meteorology-Climatology-Atmospheric physics, Athens, May 24-26, 2006, Vol. C: 241-248.
- QUEZEL P., BARBERO M. (1985): Carte de la végétation potentielle de la région Méditerranéenne. Edition du C.N.R.S, 69 p.
- QUEZEL P. (1964): Végétation des hautes montagnes de la Grèce méridionale. *Vegetatio* 12 (5-6): 289-385.
- QUEZEL P. (1986): Les pins du groupe 'Halepensis' Ecologie, végétation, ecophysiologie.

- Options Méditerranéennes 1: 11–23.
- RAUS T. (1979): Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland). II. Quercetea ilicis und Cisto-Micromerietea. Bot. Jahrb. Syst. 101: 17-82.
- REGEL C. (1943): Pflanzengeographische Studien in Griechenland und Westanatolien. Sonder-Abdruck aus botanische Jahrbücher. Band 73, Heft 1.
- RETUERTO R., CARBALLEIRA A. (1990): Phytoecological importance, mutual redundancy and phytological threshold values of certain climatic factors. Vegetatio, 90: 47–62.
- ROTHMALER W. (1944): Floristische Ergebnisse einer Reise nach dem Peloponnes. Bot. Jahrb. Svst. 73: 418-452.
- RUIZ-LABOURDETTE D., MARTINEZ F., MARTIN-LOPEZ B., MONTES C., PINEDA F. D. (2010): Equilibrium of vegetation and climate at the European rear edge. A reference for climate change planning in mountainous Mediterranean regions. Int. J. Biometeorol. Vol. 54.
- SANCHEZ PALOMARES O., SANCHEZ SERRAN F., CARRETERO CARRERO M. P. (1999): Modelos y cartografía de estimaciones climáticas termopluviométricas para la España Peninsular. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- STEPHENSON N. L. (1998): Actual evapotranspiration and deficit: biologically meaningful correlates of vegetation distribution across spatial scales. Journal of Biogeography 25: 855-870.
- STRID A., TAN K. (1997): Flora hellenica. Vol. 1. Sven Koelzt, Königstein, Germany.
- THEOCHAROPOULOS M. (1983): La planification écologique à une région de l' Attique (Nea Makri) en Grèce-These Univ. Aix-Marseille III.
- TSELEPIDAKIS I.G., THEOHARATOS G.A. (1989): A bioclimatic classification of the Greek area. Theor. Appl. Climatol., 40: 147-153.
- UNESCO-FAO (1963): Bioclimatic map of the Mediterranean zone Explanatory notes. Arid zone research, XXI.
- VOLIOTIS D. (1982): Relations of the climate to the latitudinal situation and altitudinal zonation of vegetation. Ecologia Mediterranea. VIII (Fascicule 4): 165-175.
- ZHENG X.G., BASHER R.E. (1996): Spatial modeling of New Zealand temperature normals. Int. J. Climat. 16: 307-319.
- ZOHARY M., ORSHAN G. (1965): An outline of the geobotany of Crete. Israel Journal of Botany 14: 1-49.



**ISBN: 978-960-93-2958-3**