

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ · ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ · ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
LABORATORY OF METEOROLOGY · DEPARTMENT OF PHYSICS · UNIVERSITY OF IOANNINA



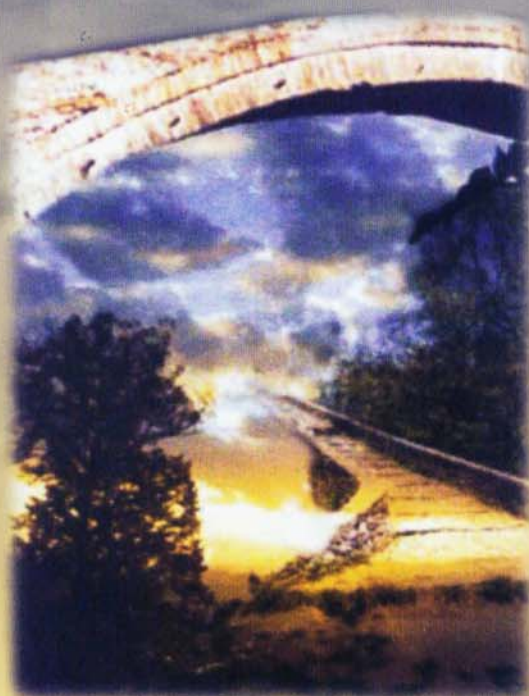
ΣΕ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ
IN COLLABORATION WITH THE HELLENIC METEOROLOGICAL SOCIETY



ΠΡΑΚΤΙΚΑ - PROCEEDINGS

6^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

6th HELLENIC CONFERENCE IN METEOROLOGY
CLIMATOLOGY AND ATMOSPHERIC PHYSICS



Ιωάννινα · Ioannina

25 - 28

Σεπτεμβρίου
September **2002**

Α' Τόμος
1st Volume

Εκδότης: Καθηγητής Β.Δ. Κατσούλης
Editor: Professor B.D. Katsoulis

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ

ΑΝΔΡΕΑΣ ΜΑΤΖΑΡΑΚΗΣ ^(a) ΚΑΙ ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΑΛΑΦΟΥΤΗΣ ^(b)

^a Meteorological Institute, University of Freiburg, D-79085 Freiburg, Germany

Email: andreas.matzarakis@meteo.uni-freiburg.de

^b Τομέας Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Greece

Email: balas@geo.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δίδεται παραστατικά μέσα από ειδικούς χάρτες η γεωγραφική κατανομή των βαθμοημερών θέρμανσης (HDDs) στον ελληνικό χώρο. Ο υπολογισμός των HDD γίνεται με τη βοήθεια σχέσεων, οι οποίες χρησιμοποιούν τις ημερήσιες θερμοκρασιακές παραμέτρους (μέση, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία αέρα) τις οποίες και σχετίζουν με μια πειραματικά προσδιορισθείσα βασική θερμοκρασία του περιβάλλοντος, που στους υπολογισμούς μας θεωρήθηκε ίση με 14 °C. Βάση δεδομένων για τους υπολογισμούς αποτέλεσαν στοιχεία σαράντα μετεωρολογικών σταθμών, τα δεδομένα των οποίων δημοσιεύονται στο Μηνιαίο Κλιματικό δελτίο της EMY.

Με την βοήθεια στατιστικών μοντέλων πραγματοποιήθηκε η μεταφορά των 40 σημειακών στοιχείων στο χώρο, χρησιμοποιώντας την μέθοδο της πολλαπλής παλινδρόμησης και τη χρήση ενός τοπογραφικού μοντέλου της Ελλάδος. Τις εξαρτημένες μεταβλητές για την στατιστική ανάλυση απετέλεσαν οι υπολογισμοί των HDDs και ως ανεξάρτητες μεταβλητές το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, το υψόμετρο, η μικρότερη απόσταση κάθε πλέγματος από την θάλασσα και η αναλογία ξηράς/θάλασσας των πλεγμάτων. Η προκύπτουσα στατιστική συσχέτιση είναι πολύ υψηλή.

Το τελικό αποτέλεσμα απεικονίζεται σε χάρτες βαθμοημερών θέρμανσης για το ψυχρότερο οκτάμηνο και για το έτος. Η γεωγραφική κατανομή των HDD είναι πολύ ικανοποιητική και ερμηνεύει πολύ καλά τις κλιματικές ιδιαιτερότητες του πολύπλοκου ελλαδικού ανάγλυφου.

Η όλη κατανομή των παραμέτρων στους χάρτες που παρουσιάστηκαν έδειξε ότι αυτές βρίσκονται πάρα πολύ κοντά στις αντίστοιχες πραγματικές συνθήκες, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνει και την αξιοπιστία των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν. Οι μικρές πιθανές αποκλίσεις θεωρούνται αποδεκτές, αφού το δίκτυο των σταθμών που χρησιμοποιήθηκε είναι αραιό και περιορίζεται σε χαμηλά υψόμετρα. Οι χάρτες αυτοί προσφέρουν μεγάλη πιστότητα και πολύ καλή ποιότητα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μελέτες ενεργειακών σχεδιασμών και χρήσεων.

ABSTRACT

The geographical distribution of heating degree days (HDD) for Greece is shown through special maps. HDD is calculated by using diurnal thermal parameters (diurnal max and min air temperature) comparing them with an experimentally determined basic air temperature equal to 14 °C according to our calculations. The weather data of 40 meteorological stations by EMY (Greek National Weather Service) as published to its Monthly Climatic Bulletin was necessary for these calculations.

Using a multiple regression analysis and a digital terrain model the regionalisation of the 40 point stations has been able due to statistical models. HDDs calculations made up the dependent variables for the statistical analysis whereas geographical latitude and longitude, elevation, nearest grid distance from the sea and the land/sea ratio made up the independent variables. The statistical resultant correlation is very high.

The final outcome of this study is drawn on HDD-maps for the coldest 8 months (from October to May) as well as for the year as a whole. The geographical distribution of HDD is satisfactory and explains very well the climatic distinctiveness of the complexity of the Greek relief.

The distribution of the HDD on the maps shows that the calculated values are close to the measured ones. This points out the accuracy of the statistical model used. Possible small deviations are deemed to be acceptable as the net of the stations used is sparse and limited only in elevations higher than 650 meters above the sea level. HDD-maps are of high accuracy and quality and can be helpful for various energy projects and uses.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση καυσίμων ή ηλεκτρικής ενέργειας για τη θέρμανση εσωτερικών χώρων και το ποσό της κατανάλωσης αυτών εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε τόπο. Αυτό ακόμη εξαρτάται και από την εποχή ή το έτος που διανύουμε. Ο όρος βαθμομέρα στις διάφορες εκφράσεις αυτού, π.χ. βαθμομέρες θέρμανσης ή βαθμομέρες βλάστησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορες εκτιμήσεις στην εφαρμοσμένη κλιματολογία (Hargy, 1982, Rolts et al., 1999, Cesaraccio et al., 2001).

Ως βαθμομέρα γενικά ορίζεται το μέγεθος που εκφράζει την αθροιστική θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Αυτή αποτελεί το μέτρο της ποσότητας και της διάρκειας όπου η εξωτερική θερμοκρασία γίνεται μικρότερη ή μεγαλύτερη από ένα καθορισμένο όριο, το οποίο είναι γνωστό ως βασική θερμοκρασία (Hitchen, 1981). Για εκτιμήσεις δαπανών θέρμανσης, το μέγεθος αυτό ορίζεται ως το συνολικό έλλειμμα της εξωτερικής θερμοκρασίας του αέρα σε αναφορά με την βασική θερμοκρασία.

Η βασική θερμοκρασία, για τον προσδιορισμό των βαθμομερών θέρμανσης, εξαρτάται από τις κατασκευαστικές προδιαγραφές του κτιρίου και από το σκοπό χρήσης (Allen, 1976, Hargy, 1982, Hitchen, 1981, Roltsch et al., 1999, Snyder, 1985, Δρίβα, 1998) και εκφράζεται με τη σχέση:

Βασική Θερμοκρασία = Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία – (Μέσο ενεργειακό κέρδος/Ολική Αγωγιμότητα Κτιρίου). Στην παρούσα εργασία η παράμετρος κτίριο δεν λαμβάνεται υπόψη διότι οι εκτιμήσεις αναφέρονται σε ολόκληρο τον ελληνικό χώρο, όπου η Αρχιτεκτονική και οι κατασκευαστικές τεχνικές διαφέρουν σημαντικά από περιοχή σε περιοχή.

Ο στόχος της εργασίας αυτής είναι να προσδιοριστούν, με όσο μεγαλύτερη ακρίβεια, τα χρονικά διαστήματα για τα οποία πρέπει να διατίθεται το πετρέλαιο θέρμανσης σ' ολόκληρο τον ελληνικό χώρο καθώς και οι ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση στις διάφορες περιοχές της χώρας. Τα χρονικά διαστήματα λειτουργίας συσκευών θέρμανσης, όπως και το σύνολο των βαθμομερών θέρμανσης διαφοροποιούνται από περιοχή σε περιοχή και από χρόνο σε χρόνο, αφού η θερμοκρασία του αέρα εκτός από την επικρατούσα εκάστοτε ατμοσφαιρική συνθήκη κυκλοφορίας, εξαρτάται και από πολλούς άλλους παράγοντες, π.χ. γεωγραφικό πλάτος και μήκος, υψόμετρο, απόσταση από τη θάλασσα κλπ. Με βάση τα δεδομένα σημειακών θέσεων υπολογίζονται οι βαθμομέρες θέρμανσης και μεταφέρονται με στατιστικές μεθόδους τα στοιχεία στο χώρο. Απώτερος σκοπός της όλης διαδικασίας είναι η δημιουργία χαρτών για τον ελλαδικό χώρο. Το υλικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων και την κατανάλωση καυσίμων θέρμανσης.

2. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Κριτήριο, με βάση το οποίο υπολογίζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης εσωτερικών χώρων, αποτελεί ο προσδιορισμός των καλούμενων βαθμομερών θέρμανσης (HDD).

Η πραγματική αξία των βαθμομερών θέρμανσης για μια μέρα είναι η ολοκλήρωση της διαφοράς ανάμεσα στην εξωτερική θερμοκρασία του αέρα και τη βασική θερμοκρασία όταν η δεύτερη υπερβαίνει την πρώτη. Για τον υπολογισμό των βαθμομερών χρησιμοποιείται μια τεχνική προσέγγιση (Baskerville και Emin, 1969, Floyd και Braddock, 1984). Η απλούστερη προσέγγιση χρησιμοποιεί τη μέση θερμοκρασία της ημέρας την οποία και συγκρίνει με τη βασική θερμοκρασία. Μια σχετικά πιο πολύπλοκη διαδικασία η οποία εφαρμόστηκε στην παρούσα εργασία βασίζεται στη σύγκριση των ημερήσιων διακυμάνσεων της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος με τη βασική θερμοκρασία.

Με βάση τις ημερήσιες τιμές της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας του αέρα από τους 40 κύριους σταθμούς του ελληνικού χώρου για το ψυχρότερο οκτάμηνο Οκτωβρίου-Μαΐου, υπολογίστηκαν οι βαθμομέρες θέρμανσης (HDD). (EMY, 1983-87). Με πειραματικές μεθόδους δοκιμής-λάθους ορίστηκε ως βασική θερμοκρασία υπολογισμού, (T_b) η τιμή των 14°C , η οποία και ανταποκρίνεται ρεαλιστικά στις απαιτήσεις του ελληνικού χώρου.

Ο υπολογισμός των βαθμομερών θέρμανσης έγινε με τη χρήση διαφορετικών εξισώσεων, ανάλογα με τις σχέσεις που συνδέουν τη βασική θερμοκρασία (T_b), με τη μέση ημερήσια (T_{mean}), την ελάχιστη (T_{min}) και τη μέγιστη θερμοκρασία (T_{max}), της κάθε ημέρας. Οι σχέσεις αυτές είναι οι εξής: Αν $T_b > T_{\text{max}}$, η εκτίμηση γίνεται από τη σχέση: $\text{HDD} = T_b - T_{\text{mean}}$, όπου $T_{\text{mean}} = (T_{\text{max}} + T_{\text{min}})/2$, (η σχέση αυτή σημαίνει ότι απαιτείται θέρμανση όλη τη διάρκεια του 24ώρου.)

1. Αν $T_b < T_{max}$, τότε θα διακρίνονται τρεις περιπτώσεις υπολογισμού των HDD ανάλογα με τη σχέση μεταξύ της T_b και της T_{mean} . Έτσι:
 - 2α) Αν $T_{mean} < T_b$, τότε: $HDD = (T_b - T_{min})/2 - (T_{max} - T_b)/4$
 - 2β) Αν $T_{mean} > T_b$, τότε: $HDD = (T_b - T_{min})/2$, τέλος,
 - 2γ) Αν $T_{mean} = T_b$, τότε: $HDD = 0.0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Οι τιμές των HDD, που προέκυψαν από την εφαρμογή των παραπάνω σχέσεων χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία των χαρτών που παρουσιάζουν τη γεωγραφική κατανομή των βαθμομερών θέρμανσης στον ελλαδικό χώρο.

Με τη βοήθεια στατιστικών μοντέλων πραγματοποιήθηκε η μεταφορά των σημειακών δεδομένων από τις 40 θέσεις-σταθμούς στο χώρο. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της πολλαπλής παλινδρόμησης με ταυτόχρονη χρήση ενός τοπογραφικού μοντέλου της Ελλάδος, το οποίο έχουμε δημιουργήσει στο παρελθόν (Ματζαράκης, 1995) και το οποίο έχει εφαρμοστεί σε διάφορες κλιματικές και βιοκλιματικές μελέτες του ελληνικού χώρου (Ματζαράκης et al., 1998).

Τις εξαρτημένες μεταβλητές για την στατιστική ανάλυση αποτέλεσαν οι υπολογισμοί των HDDs και ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, το υψόμετρο, η μικρότερη απόσταση κάθε πλέγματος από την θάλασσα και η αναλογία ξηράς/θάλασσας των πλεγμάτων (Ματζαράκης, 1995, Matzarakis και Mayer, 1996). Η προκύπτουσα στατιστική συσχέτιση είναι πολύ υψηλή και ο συντελεστής προσδιορισμού r^2 κυμαίνεται από 0.7427 για τον Μάιο έως 0.9478 για τον Δεκέμβριο, ενώ η μέση τιμή της περιόδου είναι 0.9313.

3. ΣΥΖΗΤΗΣΗ -ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τη μελέτη των δεδομένων που προέκυψαν από την εφαρμογή των σχέσεων που αναφέρθηκαν, παρατηρείται ότι η μέση τιμή των βαθμομερών θέρμανσης ποικίλει σημαντικά από περιοχή σε περιοχή. Ο μεγαλύτερος αριθμός βαθμομερών θέρμανσης για όλη την περίοδο σημειώνεται στη Φλώρινα με 1748.4 $^\circ\text{C}$. Το μέγεθος αυτό είναι σχεδόν εννέα φορές μεγαλύτερο από την αντίστοιχη τιμή που σημειώνεται στη Ρόδο (195.4 $^\circ\text{C}$), όπου παρατηρείται και το ελάχιστο των θερμικών απαιτήσεων. Η μεγάλη αυτή διαφορά ανάμεσα στα Φλώρινα και στη Ρόδο δείχνει τις μεγάλες αντιθέσεις στο κλίμα του ελληνικού χώρου ανάμεσα σε δύο ακραία γεωγραφικά σημεία και δίδει ένα μέτρο ενεργειακής πληροφορίας, αφού ένας κάτοικος της Φλώρινας θα πρέπει να δαπανά περίπου εννιά φορές περισσότερα χρήματα για να έχει την ίδια θέρμανση με τον κάτοικο της Ρόδου.

Αντίστοιχα, υψηλά μεγέθη παρατηρούνται κυρίως στους σταθμούς της ενδοχώρας, όπως είναι η Κοζάνη (1629.4), η Ορεστιάδα (1481.1), τα Ιωάννινα (1336.5), η Τρίπολη (1300.3) και οι Σέρρες (1165.7). Αλλά και σε παράκτιους σταθμούς του βορειότερου χώρου, όπως είναι η Θεσσαλονίκη (1056.7), η Καβάλα 1197.3) και η Αλεξανδρούπολη (1217.7) φαίνεται ότι η θάλασσα δεν δρα ευεργετικά στη διαμόρφωση της θερμοκρασίας του αέρα και οι τιμές των HDD είναι πολύ υψηλές.

Η πεδινή Λάρισα έχει σημαντικά αυξημένες απαιτήσεις (1182.3 $^\circ\text{C}$), όπως και τα γειτονικά Τρίκαλα (992.1) λόγω της τοπογραφίας της Θεσσαλικής λεκάνης, ενώ στην Πελοπόννησο η Τρίπολη εξαιτίας του υψομέτρου (661 m), παρουσιάζει όπως προαναφέρθηκε πολύ υψηλές τιμές.

Από τα νησιά τις μεγαλύτερες ενεργειακές απαιτήσεις παρουσιάζει η Λήμνος (872.7) και από την Εύβοια η Κύμη (851.5). Η Θήρα και οι πεδινοί σταθμοί της Κρήτης παρουσιάζουν τιμές λίγο μεγαλύτερες από αυτές της Ρόδου (200-300).

Με βάση τη μέση τιμή της περιόδου, καθώς και τις μέσες μηνιαίες τιμές κάθε σταθμού, σχεδιάστηκαν οι γεωγραφικοί χάρτες κατανομής των βαθμομερών θέρμανσης, μερικοί από τους οποίους και αναλύονται παρακάτω.

Από το Σχήμα 1, στο οποίο δίδεται η γεωγραφική κατανομή των βαθμομερών θέρμανσης για όλη την περίοδο μελέτης μπορούμε να συμπεράνουμε τα ακόλουθα:

Οι πλέον ευνοημένες περιοχές, είναι οι παράκτιες περιοχές της Κρήτης, τα Δωδεκάνησα, οι νότιες Κυκλάδες, όλες οι παράκτιες περιοχές της Πελοποννήσου, της Αττικής, της ανατολικής Στερεάς και της δυτικής Ελλάδος, τα νοτιότερα Ιόνια νησιά, καθώς και η χαμηλού υψομέτρου ενδοχώρα. Τα υπόλοιπα ελληνικά νησιά παρουσιάζουν ελαφρότερα υψηλότερες απαιτήσεις.

Μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις ($HDD > 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$) παρουσιάζει η εσωτερική ενδοχώρα της Πελοποννήσου, τα ορεινά της δυτικής Στερεάς, το σημαντικότερο τμήμα της Ηπείρου, ολόκληρη η Θεσσαλία (με εξαίρεση τις παράκτιες περιοχές), όλη η Μακεδονία, με εξαίρεση τις ακτές του Θερμαϊκού και τέλος η Θράκη. Όπως προκύπτει από τη μελέτη του χάρτη (Σχήμα 1), η πλέον

ενεργοβόρος περιοχή με $HDD > 1600$ °C είναι ολόκληρη η δυτική Μακεδονία, η οποία μπορεί να χαρακτηριστεί ως ο ψυχρός πόλος της Ελλάδος. Πολύ υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις παρατηρούνται επίσης και στα ορεινά της υπόλοιπης Μακεδονίας και της Θράκης.

Η παραπάνω ανάλυση δίδει μια συνολική εκτίμηση των διαφορετικών απαιτήσεων σε θερμικές ανάγκες των διαφόρων περιοχών της Ελλάδος. Όμως μεγάλο πρακτικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η από μήνα σε μήνα μεταβολή των HDD, στα διάφορα διαμερίσματα του ελληνικού χώρου.

Κατά τη διάρκεια του ψυχρότερου τριμήνου, Δεκεμβρίου-Ιανουαρίου, η γεωγραφική κατανομή των βαθμοημερών θέρμανσης παρουσιάζει περίπου την ίδια εικόνα με αποτέλεσμα η ανάλυση του χάρτη του Ιανουαρίου (Σχήμα 2), να αντιπροσωπεύει με ακρίβεια όλο το παραπάνω τρίμηνο. Μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση (>300 βαθμούς) παρατηρούνται σε όλη τη δυτική Μακεδονία, στα ορεινά της ανατολικής Μακεδονίας και της Θράκης, στην οροσειρά της Πίνδου, και σε πολύ μικρότερη έκταση στην κεντρική ορεινή Πελοπόννησο. Οι πεδινές περιοχές της βορείου Ελλάδος και της Ηπείρου, που βρίσκονται μακριά από τις ακτές, τμήμα του Θεσσαλικού κάμπου, στις παρυφές των γύρω οροσειρών και η ορεινή Πελοπόννησος, έχουν σχετικά μικρότερες ενεργειακές απαιτήσεις αφού το σύνολο των βαθμοημερών θέρμανσης κυμαίνεται ανάμεσα στους 250 – 300 βαθμούς. Οι παράκτιες περιοχές της Μακεδονίας και της Θράκης, το μεγαλύτερο τμήμα του Θεσσαλικού κάμπου και μικρότερα τμήματα της Ηπείρου, της Στερεάς και της Πελοποννήσου, διακρίνονται για τις ηπιότερες συνθήκες και ο αριθμός των HDD's περιορίζεται μεταξύ 200 και 250 βαθμών.

Συνθήκες που επιτρέπουν την κατανάλωση πολύ μικρότερων ποσοτήτων καυσίμων διαμορφώνονται βέβαια στο νησιωτικό σύμπλεγμα του νοτίου Αιγαίου και νότιας Πελοποννήσου, ενώ οικονομικό όφελος από την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης απολαμβάνουν και όλες οι χαμηλού υψομέτρου περιοχές της Πελοποννήσου, της δυτικής Ελλάδος, της Αττικής και της Εύβοιας, μέχρι και το Βόλο και τη χερσόνησο της Κασσάνδρας στη Χαλκιδική.

Κατά το μήνα Μάρτιο - του οποίου ο χάρτης δεν παρουσιάζεται - η γεωγραφική κατανομή των βαθμοημερών θέρμανσης είναι όμοια με αυτήν του Ιανουαρίου, αλλά με μια σημαντική μείωση των απόλυτων τιμών κατά 50 τουλάχιστον βαθμούς σε όλες τις περιοχές, σε σύγκριση με τον Ιανουάριο.

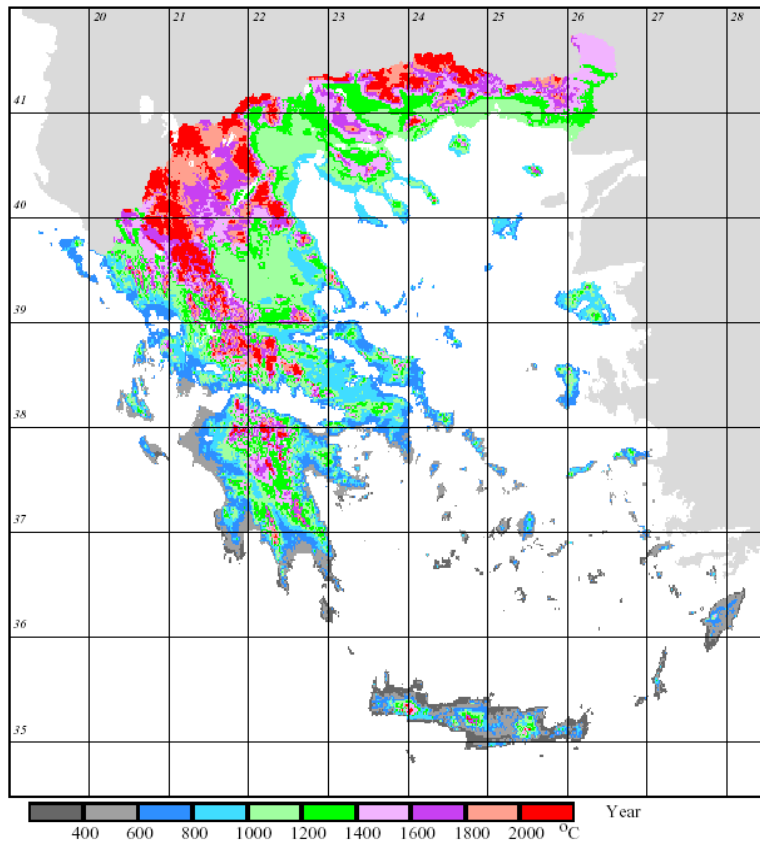
Αν θέσουμε ένα αυθαίρετο όριο των 50 βαθμών για κάθε μήνα, κάτω από το οποίο δεν απαιτείται θέρμανση, τότε η μελέτη των αντίστοιχων χαρτών που βρίσκονται στην αρχή και το τέλος της ψυχρής περιόδου (Σχήμα 3) αποκαλύπτει ποιες περιοχές δεν έχουν απαιτήσεις για θέρμανση και ποιες περιοχές συνεχίζουν να δαπανούν μικρότερες ή μεγαλύτερες ποσότητες καυσίμων. Οι χάρτες αυτοί δεν χρειάζονται περαιτέρω ανάλυση αφού βεβαιώνουν το αυταπόδεικτο.

Εκείνο, όμως, το οποίο είναι ουσιαστικό, είναι ο προσδιορισμός της έναρξης και της λήξης της περιόδου θέρμανσης.

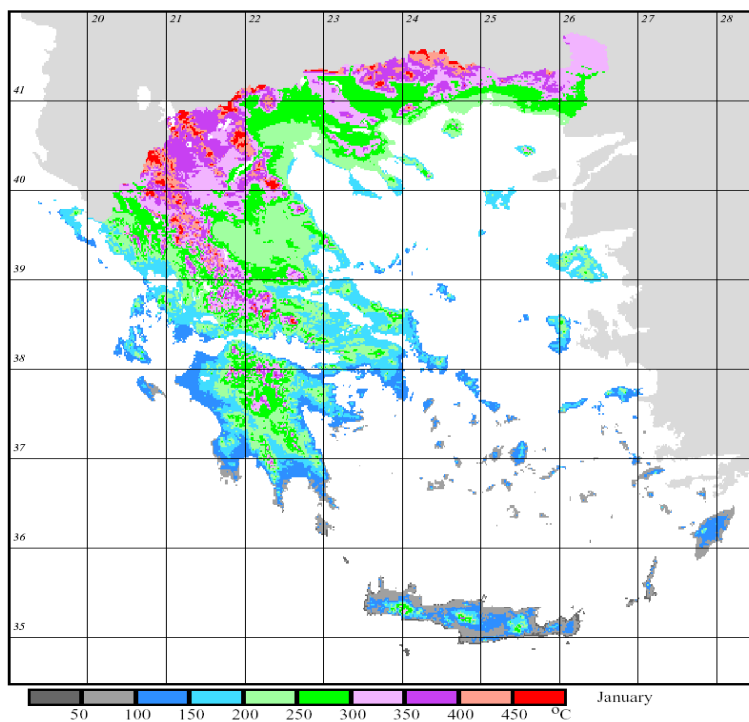
Στο Σχήμα 4, δίνεται γραφικά η γεωγραφική κατανομή του μήκους της μέσης περιόδου θέρμανσης στην Ελλάδα. Η ανάλυση του χάρτη αυτού δείχνει ότι οι περιοχές με τη μεγαλύτερη περίοδο θέρμανσης (>220 ημερών) εντοπίζονται στη ΒΔ Ελλάδα και στα ορεινά των νομών Σερρών και Δράμας, κατά κύριο λόγο. Ακόμη διάσπαρτες νησίδες παρατηρούνται στη Ροδόπη, στον κύριο κορμό της Πίνδου και την ορεινή Πελοπόννησο. Οι πεδιάδες της Μακεδονίας και της Θράκης παρουσιάζουν μια περίοδο που καλύπτει από 190-210 ημέρες συνεχούς θέρμανσης. Οι παράκτιες περιοχές και η πεδιάδα της Θεσσαλίας, καθώς και τα βορειότερα νησιά Ιονίου και Αιγαίου πελάγους, έχουν περιόδους θέρμανσης που κυμαίνονται από 170-190 ημέρες. Το μικρότερο μήκος σε ημέρες θέρμανσης παρουσιάζουν οι νότιες Κυκλάδες, η Ν. Ρόδος και παράκτια τμήματα της Κρήτης με διάρκειες 130-150 ημέρες. Λίγο μεγαλύτερη διάρκεια, 150-160 ημέρες παρουσιάζουν οι ακτές της Ν. Πελοποννήσου, οι Κυκλάδες, τα Δωδεκάνησα και η Ζάκυνθος.

Ένα ακόμη στοιχείο που πρέπει να αναλυθεί, είναι οι ημέρες έναρξης και λήξης της περιόδου θέρμανσης. Στο Σχήμα 5, δίνονται οι ημέρες έναρξης και λήξης της περιόδου θέρμανσης σε ημερολογιακή τάξη (Julian Days). Από τη μελέτη των δύο σχετικών χαρτών προκύπτει ότι οι ημερολογιακές ημέρες έναρξης στις χαμηλού υψομέτρου και τις παράκτιες περιοχές αρχίζει μετά την 285 Julian Day, για να μετατοπιστεί πολύ αργότερα (300 Julian Day) στις ακτές της Πελοποννήσου, τις Κυκλάδες, τα Δωδεκάνησα και την Κρήτη. Αντίθετα στη Β. Ελλάδα και ιδίως στη Δ. Μακεδονία η έναρξη της θέρμανσης τοποθετείται αρκετά νωρίς το Φθινόπωρο, την 255 Julian Day.

Σε ότι αφορά στην περίοδο λήξης της θέρμανσης, αυτή παρατηρείται μέσα στο Μάρτιο στη Ν. Κρήτη, την 85^η Julian Day, για να υπερβεί την 130^η Julian Day στη Β. Ελλάδα. Οι παράκτιες και πεδινές περιοχές και τα βορειότερα νησιά παρουσιάζουν λήξη της περιόδου θέρμανσης γύρω στην 110-115 Julian Days.

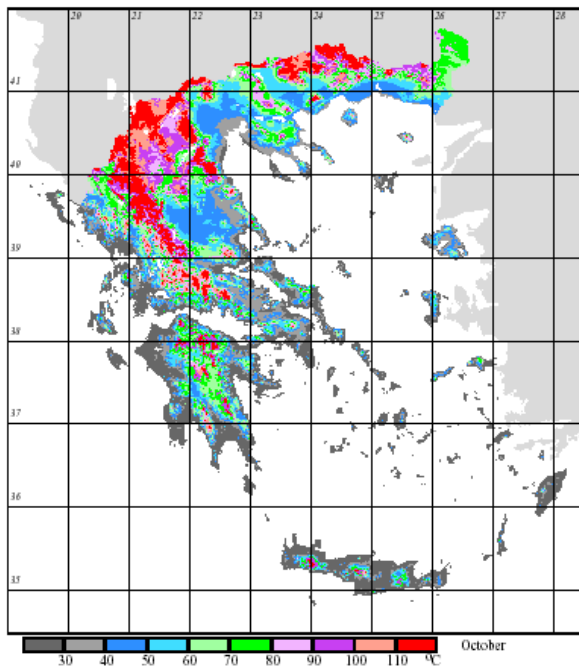


Σχήμα 1. Γεωγραφική κατανομή των βαθμομερών θέρμανσης για όλη την ψυχρή περίοδο

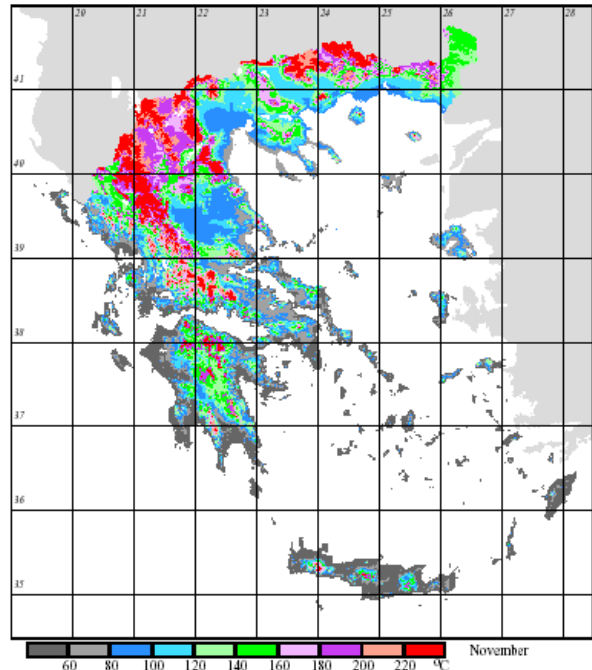


Σχήμα 2. Γεωγραφική κατανομή των βαθμομερών θέρμανσης τον Ιανουάριο.

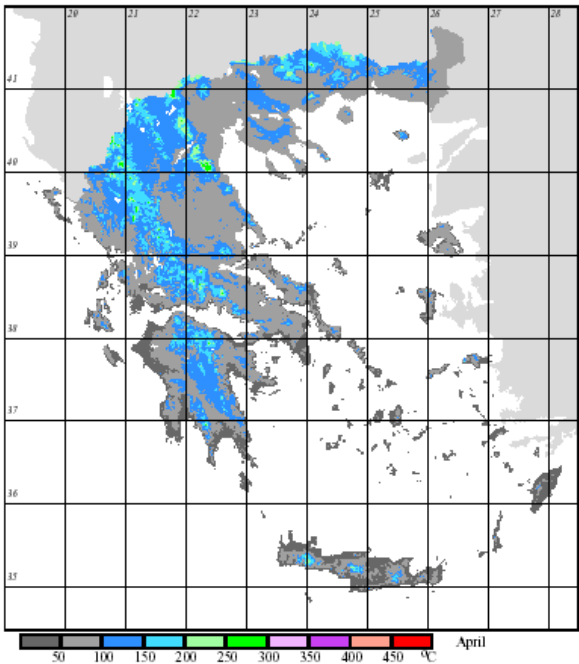
(Α)



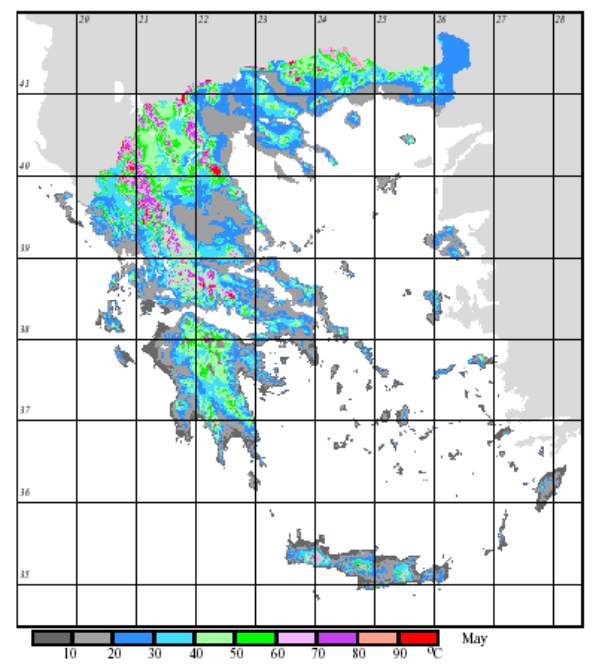
(Β)



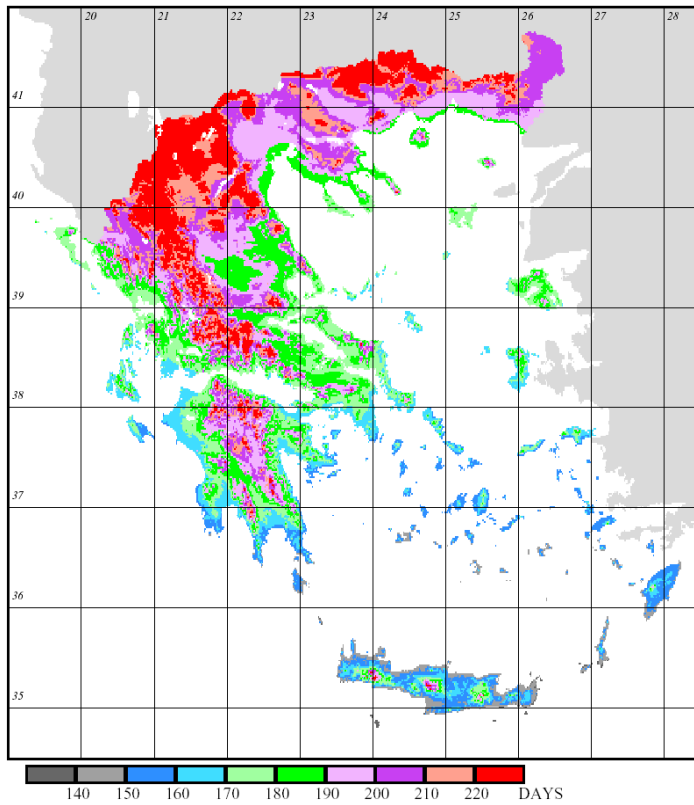
(Γ)



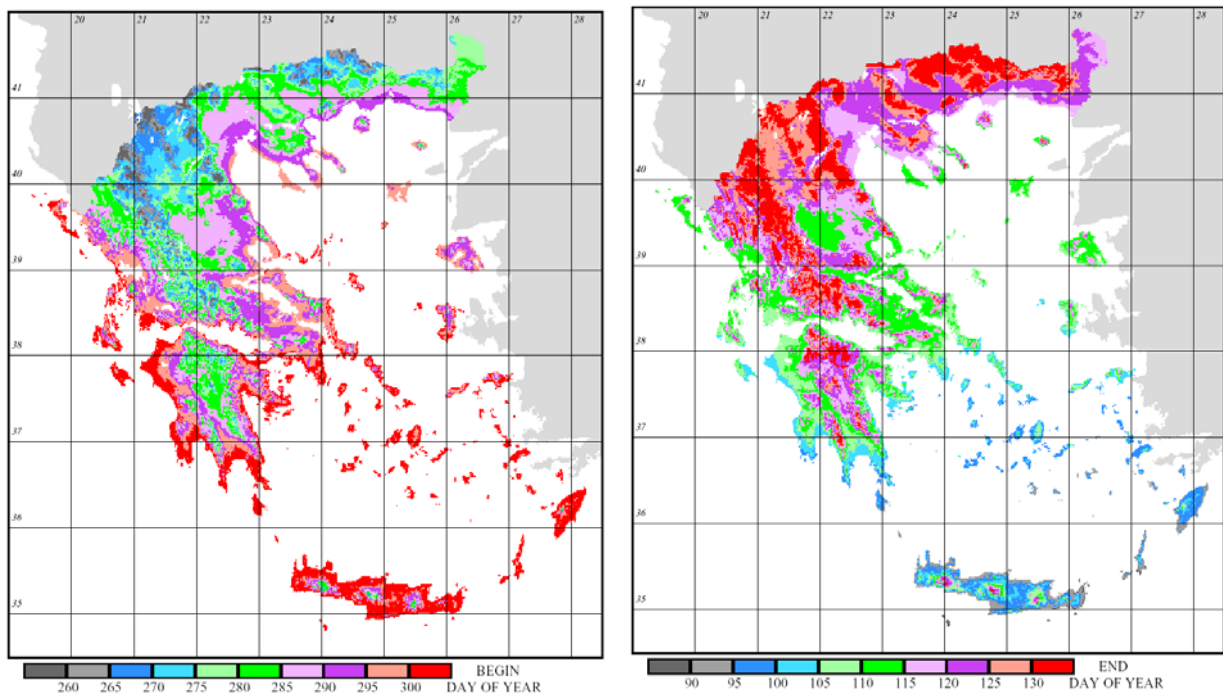
(Δ)



Σχήμα 3. Γεωγραφική κατανομή των βαθμοημερών θέρμανσης τον Οκτώβριο (Α), το Νοέμβριο (Β), τον Απρίλιο (Γ) και τον Μάιο (Δ) (βασική θερμοκρασία 14 °C)



Σχήμα 4. Συνολικό μήκος σε ημέρες, της περιόδου θέρμανσης στον ελληνικό χώρο.



Σχήμα 5. Ημερολογιακές ημέρες (Julian Days) έναρξης και λήξης της περιόδου θέρμανσης

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι βαθμοημέρες θέρμανσης αποτελούν ένα καλό βοήθημα σχετικά με την ποσότητα ενέργειας που απαιτεί μια περιοχή. Τα μετεωρολογικά στοιχεία που απαιτούνται για τον υπολογισμό των βαθμοημερών θέρμανσης εκδίδονται από την ΕΜΥ και είναι διαθέσιμα. Από την μελέτη του συνόλου των χαρτών μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας γίνεται στην Βόρεια Ελλάδα όπου παρατηρούνται οι περισσότερες βαθμοημέρες θέρμανσης και η περίοδος έχει την μεγαλύτερη διάρκεια. Στην υπόλοιπη Ελλάδα οι βαθμοημέρες θέρμανσης ελαττώνονται, για να πάρουν τελικά μικρότερες τιμές στη νησιώτικη Ελλάδα και κυρίως στην Νοτιοανατολική νησιώτικη Ελλάδα.

Η διάθεση καυσίμων θέρμανσης μπορεί να γίνεται μετά από προσεκτική παρατήρηση διαφόρων κλιματικών και τοπικών παραγόντων ώστε να βρίσκεται η κατάλληλη ποσότητα στο κατάλληλο χρονικό διάστημα. Εφόσον υπάρχουν διαφορές στις βαθμοημέρες θέρμανσης, είναι προφανές ότι και η διάθεση καυσίμων θέρμανσης μπορεί να γίνεται και σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Αυτός είναι ένας τρόπος για μια καλύτερη εξυπηρέτηση των κατοίκων και για εξοικονόμηση ενέργειας στον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα.

Η όλη κατανομή των βαθμοημερών θέρμανσης στους παραπάνω χάρτες έδειξε ότι αυτές βρίσκονται πάρα πολύ κοντά στις αντίστοιχες πραγματικές συνθήκες, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνει και την αξιοπιστία των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν. Οι μικρές πιθανές αποκλίσεις θεωρούνται αποδεκτές, αφού το δίκτυο των σταθμών που χρησιμοποιήθηκε είναι αραιό και περιορίζεται σε χαμηλά γενικώς υψόμετρα.

Οι βαθμοημέρες θέρμανσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορες ενεργειακές χρήσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allen, J.C., 1976: A modified sine wave method for calculating degree days. *Environ. Entomol*, 5, 388-396.
- Baskerville, G.L., Emin, P., 1969: Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperatures. *Ecology*, 50, 514-517.
- Δρίβα, Ε., 1998: Προσδιορισμός της περιόδου θέρμανσης στην Ελλάδα και βαθμοημέρες θέρμανσης. Διπλωματική εργασία. Τμήμα Γεωλογίας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης.
- ΕΜΥ, 1983 - 1987: Μηνιαίο Κλιματολογικό Δελτίο, ΕΜΥ.
- Floyd, R.B., Braddock, R.D., 1984: A simple method for fitting averaging diurnal temperature curves. *Agric. For. Meteorol*, 32, 107-119.
- Cesaraccio, C.C., Spano, D., Duce, P., Snyder, R.L., 2001: An improved model for determining degree-day values from daily temperature data. *Int. J. Biometeorol*, 45, 161-169.
- Hargy, V.T., 1982: Degree-days and heating of Birmingham University. University of Birmingham.
- Hitchen, E.R., 1981: Degree days in Britain. *Build. Serv. Eng. Des. Tech*, 2, 73-82.
- Ματζαράκης, Α., 1995: Ανθρωποβιοκλιματολογική εκτίμηση του κλίματος της Ελλάδος. Διδ. Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης.
- Matzarakis, A., Mayer, H., 1997: Heat stress in Greece. *Int. J. Biometeor*, 41, 34-39.
- Ματζαράκης, Α., Μπαλαφούτης, Χ., Mayer, H., 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.
- Roltsch, J.W., Zalom, F.G., Strawn, A.J., Strand, J.F., Pitcairn, M.J., 1999: Evaluation of several degree day estimation methods in California climates. *Int. J. Biometeorol*, 42, 169-176.
- Snyder, R.L., 1985: Hand calculating degree days. *Agric. For. Meteorol*, 35, 353-358.