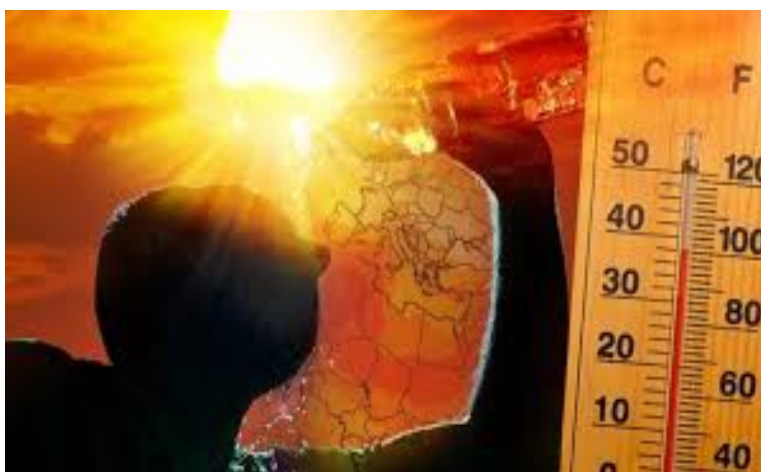


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΙΤΛΟ:
**ΟΙ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**



Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε από την φοιτήτρια
Ονοματεπώνυμο: **Ειρήνη Βασιλοπούλου** ΑΕΜ: **4765**
Ονοματεπώνυμο Επιβλέπων: **κ. Χαράλαμπος Φείδας**

Θεσσαλονίκη
2019

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Πρόεδρο του τμήματος Γεωλογίας και Αντιπρύτανη του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου για την ανάθεση του θέματος της πτυχιακής αυτής εργασίας και για την υπομονή του όλο αυτό το διάστημα.

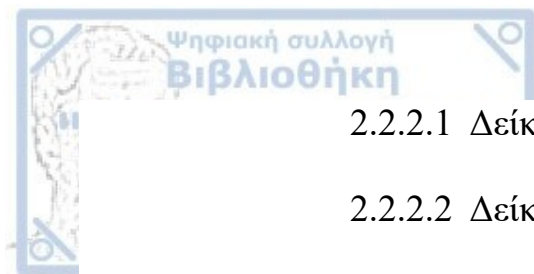
Κατά τη διάρκεια των σπουδών μου συνάντησα πολλές δυσκολίες, μέσα από τις οποίες κατάφερα να εξελιχθώ ως άνθρωπος και να κάνω ένα βήμα παραπέρα στη μάθηση. Αρωγοί σε αυτό το ταξίδι, ήταν οι γονείς μου ,που με στηρίζουν σε κάθε επιλογή μου, καθώς και η Μαρίλένα Ηλιοπούλου, που η βοήθεια και η στήριξή της ήταν καταλυτικός παράγοντας στην αποφοίτησή μου.



Στους γονείς μου,

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	6
Abstract	7
1. Εισαγωγή.....	8
2. Θεωρητικό Μέρος.....	9
2.1 Κλίμα Περιοχής Θεσσαλονίκης.....	9
2.1.1 Θερμοκρασία αέρα.....	10
2.1.2 Ταχύτητα Ανέμου.....	12
2.1.3 Σχετική Υγρασία.....	14
2.1.4 Θερμοκρασία Ακτινοβολίας.....	15
2.1.5 Μεταβολική Δραστηριότητα.....	16
2.1.6 Ενδυμασία του ανθρώπου.....	17
2.2 Βιοκλιματικοί Δείκτες.....	19
2.2.1 Βιομετεωρολογικοί Δείκτες.....	19
2.2.1.1 Δείκτης Δυσφορίας (Heat Index, HI).....	19
2.2.1.2 Wind Chill Index (WCI).....	20
2.2.1.3 Insulation predicted index (ICLP).....	21
2.2.2 Θερμοφυσιολογικοί Δείκτες.....	21



2.2.2.1 Δείκτης TCI.....	22
2.2.2.2 Δείκτης Summer Simmer Index (SSI).....	23
3. Δεδομένα- Μεθοδολογία.....	24
3.1 Δεδομένα.....	24
3.2 Μεθοδολογία.....	24
4. Αποτελέσματα.....	30
4.1 Υπολογισμός Βιοκλιματικών Δεικτών.....	30
4.2 Δημιουργία Διαγραμμάτων.....	33
5. Συμπεράσματα.....	41
6. Βιβλιογραφία.....	43

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην πτυχιακή αυτή εργασία παρουσιάζονται οι βιοκλιματικοί δείκτες στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και ταχύτητας του ανέμου μίας δεκαετίας, από το 1994 έως και το 2003. Τα δεδομένα ήταν ωριαία για όλες τις ημέρες και μήνες των ετών αυτών. Στη συνέχεια, έγινε επεξεργασία των δεδομένων, απομονώνοντας τις ημέρες 1, 10 και 20 του κάθε μήνα, βρίσκοντας τις μέσες τιμές, καθώς και τις υψηλότερες και χαμηλότερες τιμές. Από αυτήν την απομόνωση δεδομένων, έγινε ο υπολογισμός του κάθε βιοκλιματικού δείκτη για όλες τις ώρες των ημερομηνιών. Έπειτα, ακολούθησε η δημιουργία διαγραμμάτων για την καλύτερη απεικόνιση της διακύμανσης των βιοκλιματικών δεικτών κατά τη διάρκεια της ημέρας και ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων. Για το κομμάτι των δεδομένων και της επεξεργασίας τους χρησιμοποιήθηκε το excel.

ABSTRACT

This thesis presents the bioclimatic indicators in the area of Thessaloniki. Temperature data, relative humidity and wind speeds (velocity) of one decade, from 1994 to 2003, were used. The data were hourly for all days and months of those years. Data was then processed by isolating the days 1, 10 and 20 of each month, finding the average values as well as the higher and lower values. From this data isolation, each bioclimatic index was calculated for all hours of the aforementioned dates. Then, the graphs were created to better illustrate the variability of bioclimatic indicators during the day and to comment on the results. For the piece of data and their processing, excel was used.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τα πρώτα στάδια εξέλιξής του, ο άνθρωπος έχει άμεση αλληλεπίδραση με το κλίμα και τις καιρικές συνθήκες και παρουσιάζει φυσιολογικές αντιδράσεις στη συμπεριφορά τους τόσο στη ζέστη όσο και στο κρύο. Από ένστικτο επιβίωσης, απομακρύνθηκε από τις ερήμους, γιατί δεν μπορούσε να αντέξει τη ζέστη. Απομακρύνθηκε από τους πόλους, γιατί δεν μπορούσε να αντέξει το κρύο. Με την ανάπτυξη της επιστήμης, η κλιματολογία και η μετεωρολογία δημιούργησε τη συσχέτιση διαφόρων παραγόντων του περιβάλλοντος, όπως είναι η θερμοκρασία και η υγρασία και τον τρόπο με τον οποίο, τους εκλαμβάνεται ο άνθρωπος. Οι βιοκλιματικοί δείκτες είναι μαθηματικές συναρτήσεις που δείχνουν την επίδραση που έχουν οι ατμοσφαιρικές συνθήκες στον άνθρωπο.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 Κλίμα Περιοχής Θεσσαλονίκης

Η Θεσσαλονίκη, δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας, βρίσκεται στο βόρειο κομμάτι της χώρας. Το κλίμα της πόλης είναι μεσογειακό και υγρό, με κάποια στοιχεία ηπειρωτικού. Οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες σημειώνονται τον Ιούλιο και οι μικρότερες τον Ιανουάριο. Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος ξεπερνάει τους 20°C. Το καλοκαίρι υπάρχει μεγάλος αριθμός θερινών και τροπικών ημερών, καθώς και ελάττωση των βροχοπτώσεων. Τον χειμώνα εισβάλλουν ψυχρές αέριες μάζες παγώνοντας το τοπίο, όμως χαρακτηριστικές είναι και οι ήπιες και ηλιόλουστες μέρες στη μέση του χειμώνα.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται γύρω στους 16°C, η χαμηλότερη μέση θερμοκρασία (Ιανουάριος) γύρω στους 5,5°C και η υψηλότερη (Ιούλιος) γύρω στους 26,5°C. Στο διάστημα του έτους, περίπου 140 ημέρες έχουν μέγιστη θερμοκρασία πάνω από τους 25°C και περίπου 70 ημέρες πάνω από τους 30°C, ενώ 107 είναι αίθριες και 73 νεφοσκεπείς. Οι ώρες ηλιοφάνειας κυμαίνονται μεταξύ 2.400 και 2.600. Το ετήσιο ύψος βροχής κυμαίνεται γύρω στα 400-500 χιλιοστά, ενώ τα τελευταία χρόνια είναι αρκετά χαμηλότερο. Η πιο μεγάλη θερμοκρασία που έχει καταγραφεί στην περιοχή της Θεσσαλονίκης είναι στο αεροδρόμιο Μακεδονία και ήταν στις 25 Ιουλίου 2007 με 47.2 βαθμούς Κελσίου. Η πιο χαμηλή θερμοκρασία, στον ίδιο σταθμό ήταν -14 βαθμούς Κελσίου στις 26 Ιανουαρίου 1963.

Ο επικρατέστερος άνεμος της περιοχής είναι ο Βαρδάρης, ο οποίος είναι βορειοδυτικός. Οι άνεμοι διαφέρουν, ανάλογα με τις εποχές του χρόνου. Τον Χειμώνα επικρατούν οι βόρειοι και βορειοδυτικοί άνεμοι, που έρχονται από την κοιλάδα του Αξιού (Βαρδάρης) και λιγότερο οι δυτικοί. Την Άνοιξη γίνονται συχνότεροι οι νοτιοδυτικοί (θαλάσσιες αύρες). Το Καλοκαίρι δεσπόζουν οι βόρειοι και οι νοτιοδυτικοί άνεμοι, που οφείλονται οι πρώτοι στο ρεύμα των ετησίων και οι δεύτεροι στη θαλάσσια αύρα. Τον Σεπτέμβριο ελαττώνονται οι νοτιοδυτικοί, ενώ από τον Νοέμβριο κυριαρχούν και πάλι οι βόρειοι και οι δυτικοί.

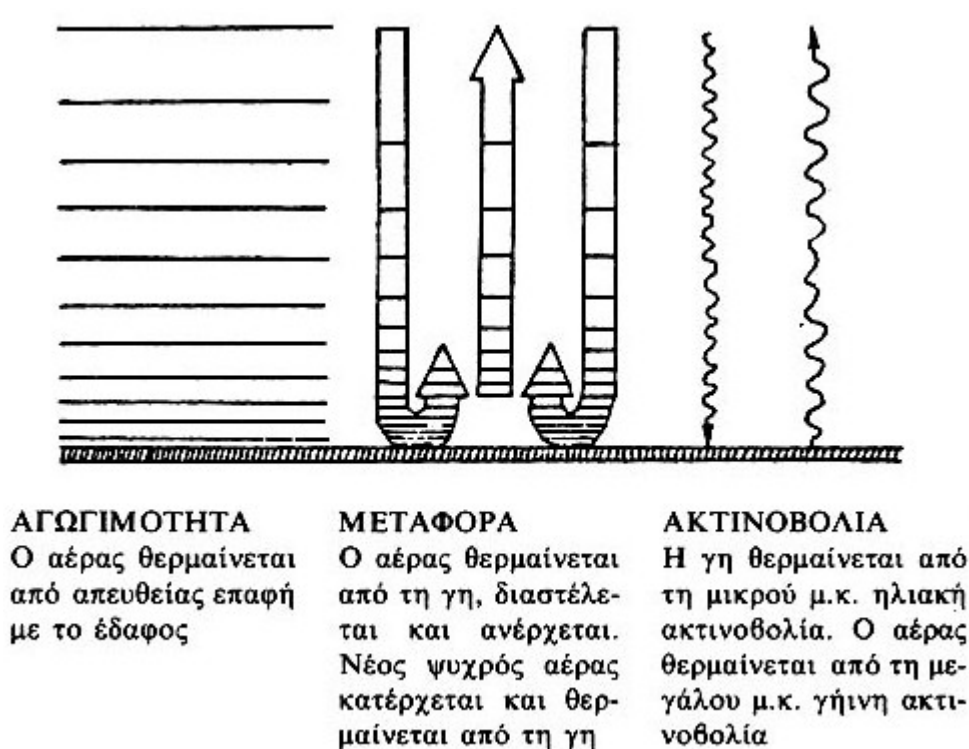
Ένας παράγοντας που έχει μεγάλη επίπτωση στο κλίμα της Θεσσαλονίκης, αλλά και στις καιρικές συνθήκες της πόλης, είναι η υγρασία. Είναι χαρακτηριστικό πως όταν η υγρασία βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα το καλοκαίρι, τότε κάνει της αίσθηση της ζέστης ακόμα μεγαλύτερη, ενώ όταν είναι σε υψηλά επίπεδα τον χειμώνα, κάνει την αίσθηση του κρύου ακόμα μεγαλύτερη, όπως θα αναλύσουμε παρακάτω με τους βιοκλιματικούς δείκτες. Η Θεσσαλονίκη, γενικά, θεωρείται μία πόλη με υψηλή υγρασία, λόγω της τοποθεσίας και την ύπαρξη θάλασσας και λιμανιού.

Η εργασία αυτή πραγματεύεται τις ωριαίες τιμές της θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και ταχύτητας του ανέμου από το 1994 έως και το 2003.

2.1.1 Θερμοκρασία αέρα

Με τον όρο θερμότητα εννοούμε μια μορφή ενέργειας που εξαρτάται από τη δομή της ύλης και που είναι δυνατό να μεταδοθεί σε διάφορα συστήματα ή σώματα με διάφορους τρόπους ή να μετατραπεί σ' άλλες μορφές ενέργειας. Η θερμοκρασία ενός υλικού χαρακτηρίζεται ο βαθμός της μοριακής δράσης ή της θερμότητας αυτού. Αυτή καθορίζεται από τη ροή θερμότητας από ένα σύστημα ή σώμα σ' ένα άλλο και γίνεται αισθητή ή μετρίεται με τη βοήθεια ενός οργάνου. (geo.auth/courses/gmc)

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι στην ουσία η μόνη πηγή ενέργειας που επηρεάζει τη θερμοκρασία πάνω στον πλανήτη, γιατί οι υπόλοιπες πηγές, όπως η θερμότητα στο εσωτερικό της Γης, θεωρούνται αμελητέες.



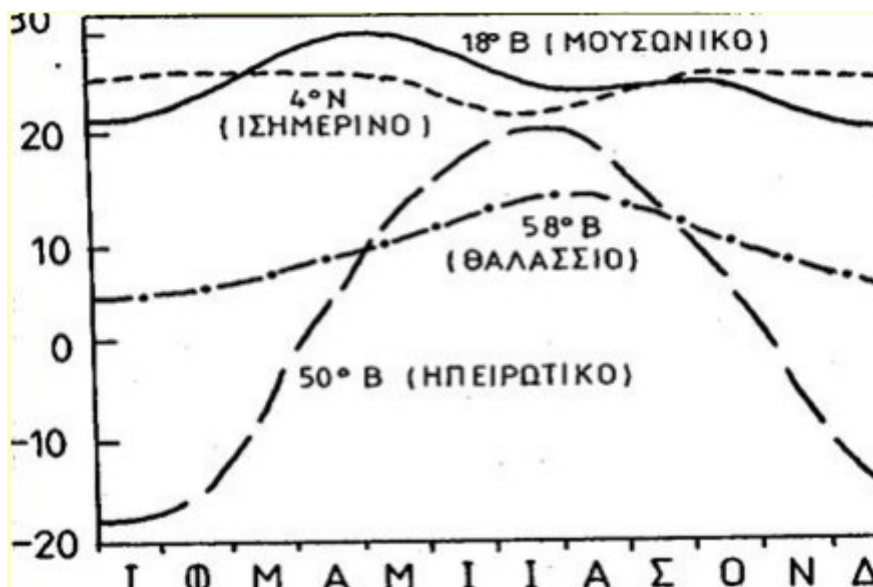
Τρόποι θέρμανσης του αέρα από την ηλιακή ακτινοβολία(geo.auth/courses/gmc)

Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που διαμορφώνουν τις θερμομετρικές συνθήκες πάνω από ένα τόπο, είναι:

1. Το ισοζύγιο ακτινοβολιών στο σύστημα γης-ατμόσφαιρας που υπάρχει στον τόπο αυτό.
2. Η δυνατότητα και η συχνότητα μεταφοράς στον τόπο αυτό ποσοτήτων θερμότητας με οριζόντιες και κατακόρυφες κινήσεις (θερμές ή ψυχρές αέριες μάζες)
3. Τα ποσά θερμότητας που εκλύονται ή προσλαμβάνονται κατά τους μηχανισμούς της συμπύκνωσης των υδρατμών ή της εξάτμισης του νερού.
4. Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους που συνδέονται και με την ανακλαστικότητα του εδάφους και τη φυτοκάλυψή του και
5. Τα θαλάσσια ρεύματα που τυχόν περνούν κοντά από τον τόπο. (geo.auth/courses/gmc)

Η θερμοκρασία του αέρα χρησιμοποιείται σχεδόν ως παράμετρος σε όλες τις μετεωρολογικές και κλιματολογικές μελέτες. Μονάδες μέτρησης που θα χρησιμοποιηθούν στην εργασία αυτήν είναι celsius και fahrenheit. Μετρίεται πάντα υπό σκιά με ειδικά όργανα, τα θερμόμετρα και τους θερμογράφους.

Η θερμοκρασία του αέρα μειώνεται καθώς προχωράμε πιο ψηλά στην τροπόσφαιρα. Η μεταβολή αυτή ονομάζεται κατακόρυφη θερμοβαθμίδα. Η μεταβολή αυτή είναι 6°C ή 6.5°C κάθε 1000 μέτρα κατά μέσο όρο, και ονομάζεται κανονική κατακόρυφη θερμοβαθμίδα. Η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα σε συγκεκριμένο τόπο και χρόνο ονομάζεται πραγματική θερμοβαθμίδα ή θερμοβαθμίδα περιβάλλοντος. (teidasoponias.gr/morfologia/thermokratasia_aera_edafous.pdf) Η ελάττωση αυτή οφείλεται στην απομάκρυνση από τη γη, στην εξασθένηση του φαινομένου του θερμοκηπίου, στην αραιώση και εκτόνωση του αέρα. Αξίζει να αναφέρουμε πως η ελάττωση αυτή δε συμβαίνει πάντα. Μερικές φορές γίνεται αύξηση της θερμοκρασίας καθώς ανεβαίνουμε και αυτό ονομάζεται θερμοκρασιακή αναστροφή.



Μεταβολές θερμοκρασίας σε Ηπειρωτικό, Θαλάσσιο, Ισημερινό και Μουσωνικό σταθμό (Μπαλαφούτης και Μαχαίρας, 1985)

Κατά τη διάρκεια της ημέρας, χωρίς να λάβουμε υπόψη άνεμο και νέφωση, η θερμοκρασία αέρα έχει απλή κύμανση με μέγιστο μία με δύο ώρες από τη μεσουράνηση του ήλιου και ελάχιστο πριν ή μετά την ανατολή. Γενικά, στις ηπειρωτικές περιοχές θερμότερος μήνας είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος στις παραθαλάσσιες, ενώ το χειμώνα ψυχρότερος είναι ο Ιανουάριος και Φεβρουάριος αντίστοιχα. Έρχεται σε συμφωνία με αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω στο κλίμα της Θεσσαλονίκης, που έλαβαν χώρα οι μετρήσεις για την εργασία αυτή.

Σε αυτήν την εργασία η θερμοκρασία του αέρα θα χρησιμοποιηθεί ως μία από τις παραμέτρους για να υπολογιστούν οι βιοκλιματικοί δείκτες. Ένας από τους νόμους της θερμοδυναμικής ορίζει πως η καθαρή ενέργεια μεταφέρεται από τα σώματα με υψηλή θερμοκρασία προς τα σώματα με χαμηλή θερμοκρασία. Η θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος είναι ένας σημαντικός δείκτης της κατάστασης του (άνεση, θερμικό ή κρύο στρες). Ο άνθρωπος είναι ένα ομόθερμο ον που επιδιώκει να διατηρεί την εσωτερική θερμοκρασία του σώματος του γύρω στους 37°C. Η απόκλιση από την τιμή αυτή έστω και για μερικούς βαθμούς, μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις για τον άνθρωπο. Γι' αυτό το λόγο η θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος, επηρεάζεται πολύ από την θερμοκρασία των υλικών που το περιβάλλουν (στερεά και ρευστά) γιατί επιδρούν στη μεταφορά θερμότητας από και προς αυτό. Η κινητήρια δύναμη για τη μεταφορά θερμικής ενέργειας μεταξύ ανθρώπινου σώματος και περιβάλλοντος είναι η θερμοκρασία του αέρα. (Parsons, 1993). Η θερμοκρασία του αέρα ορίζεται ως η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα που περιβάλει το ανθρώπινο σώμα. Έτσι η θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος καθορίζεται από τη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα λόγω εξομοίωσης της θερμότητας μεταξύ δέρματος και ατμοσφαιρικού αέρα. Σε χαμηλότερη θερμοκρασία από 33-34 °C το σώμα χάνει θερμότητα ενώ σε υψηλότερες θερμοκρασίες κερδίζει θερμότητα. Το σώμα μας αντιλαμβάνεται τη θερμοκρασία του αέρα (και των άλλων παραμέτρων του θερμικού περιβάλλοντος) από τα αισθητήρια όργανα του δέρματος και του υποθαλάμου, ρυθμίζοντας τη θερμοκρασία του. Η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα τείνει να μειώσει τις απώλειες θερμότητας μέσω αγωγής και ακτινοβολίας, ενώ οι απώλειες αυξάνονται λόγω εφίδρωσης. Η θερμοκρασία του αέρα επηρεάζει επίσης και τη μέση θερμοκρασία του δέρματος. Το φυσικό αυτό μέγεθος έχει εισαχθεί για τη πληρέστερη αξιολόγηση της θερμικής άνεσης. Έρευνες του P. Horpe (1988) που πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του μαθηματικού μοντέλου M.E.M.I., κατέληξαν στην αναλογική σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρα και της μέσης θερμοκρασίας του δέρματος

2.1.2 Ταχύτητα Ανέμου

Άνεμος ονομάζεται κάθε οριζόντια μετακίνηση μάζας ατμοσφαιρικού αέρα. Ο άνεμος είναι αποτέλεσμα των διαφορετικών πιέσεων που επικρατούν από τόπο σε τόπο. Οι μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης, δηλαδή τα βαρομετρικά χαμηλά, βαρομετρικά υψηλά και οι αλλαγές της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα προκαλούν δύο είδη κίνησης στα μόρια του αέρος.

- Την κατακόρυφο κίνηση των αερίων μαζών, δηλαδή τα ανοδικά και καθοδικά ρεύματα
- Την οριζόντια κίνηση των αερίων μαζών. Η οριζόντια κίνηση ή ροή των μορίων του αέρα μας δίνει την έννοια του ανέμου. Ο άνεμος χαρακτηρίζεται από δύο στοιχεία, την διεύθυνση και την ένταση.

Η διεύθυνση του ανέμου χαρακτηρίζεται από το σημείο του ορίζοντα απ' όπου πνέει ο άνεμος και όχι προς τα που πνέει ο άνεμος. Η διεύθυνση προσδιορίζεται από τα κύρια σημεία του ορίζοντα,

δηλαδή Β βόρειος, Α ανατολικός, Ν νότιος, Δ δυτικός και από τα ενδιάμεσα σημεία αυτών, όπως ΒΑ βόρειο-ανατολικός, ΝΑ νότιο-ανατολικός, ΝΔ νότιο-δυτικός, ΒΔ βόρειο-δυτικός. Για ακόμη περισσότερη ακρίβεια από τα ενδιάμεσα των μισών όπως Β.ΒΑ, Α.ΒΑ, Α.ΝΑ, Ν.ΝΑ, Ν.ΝΔ, Δ.ΝΔ, Δ.ΒΔ, Β.ΒΔ. Η ένταση του ανέμου είναι η ταχύτητα κίνησης των μορίων αυτού. Ο υπολογισμός της έντασης του ανέμου γίνεται με δύο τρόπους, εμπειρικά και με όργανα. Ο ακριβέστερος όμως τρόπος μέτρησης της έντασης του ανέμου είναι τα ανεμομετρικά όργανα ή όργανα αμέσου αναγνώσεως και τα αντιγραφικά που δίνουν αποτυπωμένη με ακρίβεια την διεύθυνση και την ένταση του ανέμου.

Μποφόρ	Ταχύτητα ανέμου				Συνθήκες	
	m/s	km/h	mph	knots		
0	0,0 – 0,3	0	0 – 1,2	0 – 1	Νηνεμία	Ο καπνός ανεβαίνει κατευθείαν προς τα πάνω.
1	0,3 – 1,6	1 – 5	1,2 – 4,6	1 – 4	Υποπνέων	Τα φύλλα των δέντρων κουνιούνται λίγο, λίγες ρυτίδες στην επιφάνεια του νερού.
2	1,6 – 3,4	6 – 11	4,6 – 8,1	4 – 7	Ασθενής	Οι σημαίες κουνιούνται, δημιουργείται ελαφρύ chop στο νερό.
3	3,4 – 5,5	12 – 19	8,1 – 12,7	7 – 11	Λεπτός	Τα κλαδιά κουνιούνται, μικρό κύμα, ελάχιστα προβατάκια στην επιφάνεια του νερού.
4	5,5 – 8,0	20 – 28	12,7 – 18,4	11 – 16	Μέτριος	Κυματάκι με αρκετά προβατάκια.
5	8,0 – 10,8	29 – 38	18,4 – 25,3	16 – 22	Ισχυρός	Κύμα, chop, ο άνεμος ακούγεται στα καλώδια.
6	10,8 – 13,9	39 – 49	25,3 – 32,2	22 – 28	Σφοδρός	Σπρέυ στο νερό, τα μεγάλα δέντρα κουνιούνται
7	13,9 – 17,2	50 – 61	32,2 – 39,1	28 – 34	Θυελλώδης	Το νερό είναι πλέον σχεδόν άσπρο.
8	17,2 – 20,8	62 – 74	39,1 – 47,2	34 – 41	Θύελλα	Πάρα πολύ ισχυρός άνεμος.
9	20,8 – 24,5	75 – 88	47,2 – 55,2	41 – 48	Ισχυρή θύελλα	Πηγαίνετε στο σπίτι ή σε ένα μπαρ και ξεχάστε το.
10	24,5 – 28,5	89 – 102	55,2 – 64,4	48 – 56	Σφοδρή θύελλα	Εξαιρετικά σοβαρές καταστροφές.
11	28,5 – 32,7	103 – 117	64,4 – 73,6	56 – 64	Τυφώνας	Αυτά.....

<http://www.forward.gr/media/wind.pdf>

Παραπάνω στην εικόνα φαίνονται οι όλες οι μονάδες με τις οποίες μετρούμε την ταχύτητα και την ένταση του ανέμου. Στην εργασία αυτή χρησιμοποιούνται οι μονάδες km/h και m/s.

Ως αιτία δημιουργίας του ανέμου θεωρείται η διαφορά πίεσεως κατά την οριζόντια έννοια. Οι οριζόντιες όμως διαφορές πίεσης είναι αρχικά το αποτέλεσμα της άνισης διανομής της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα. Άρα, βασική προϋπόθεση και αιτία για τη δημιουργία του ανέμου θεωρείται η άνιση διανομή της θερμοκρασίας, η οποία συνεπάγεται και την διαφορετική διανομή της πίεσης στην επιφάνεια της γης, που προκαλεί όλες τις οριζόντιες και κατακόρυφες κινήσεις των μορίων του αέρα.

Αξίζει να αναφερθεί ο άνεμος Βαρδάρης, που πνέει στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Ο άνεμος αυτός αρχίζει από το υψίπεδο της περιοχής των Σκοπίων, ακολουθεί την κοιλάδα του Αξιού και εισέρχεται στην Ελληνική περιοχή από το άνοιγμα μεταξύ του Πάικου και του Μπέλες. Στην περιοχή της Θεσσαλονίκης φθάνει σαν Β-ΒΔ σφοδρός και ξηρός με μέση ταχύτητα 20 knots περίπου. Πολλές φορές η ταχύτητά του φτάνει τους 40-50 knots, που σημαίνει ότι ο άνεμος αυτός μπορεί να είναι θυελλώδης για την περιοχή της Θεσσαλονίκης. Η συχνότητα εμφάνισής του είναι περίπου 40 μέρες το χρόνο. Η επικράτησή του διαρκεί 1-2 μέρες και, μετά από μια διακοπή, είναι δυνατή η επανάληψή του. Πολύ λίγες φορές πνέει για 3-4 μέρες συνεχόμενα.

Το ανθρώπινο σώμα δεν διαθέτει ειδικά αισθητήρια για την αντίληψη της ταχύτητας του αέρα. Αυτή προσδιορίζεται έμμεσα από τον ανθρώπινο εγκέφαλο και από τις μεταβολές της θερμοκρασία στο δέρμα. Σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και υψηλής σχετικής υγρασίας, η αύξηση της ταχύτητας του αέρα προσφέρει αυξημένες απώλειες θερμότητας με αποτέλεσμα πιο ισορροπημένο θερμικό ισοζύγιο. Σε αντίθετη περίπτωση όταν έχουμε χαμηλές θερμοκρασίες, η αυξημένη ταχύτητα αέρα επιταχύνει τις απώλειες θερμότητας από το σώμα, σε σημείο που να προκαλεί την δυσφορία.

Η δεύτερη παράμετρος που επηρεάζει τις απώλειες θερμότητας από το σώμα είναι ο τύπος της ροής του αέρα. Ο τύπος της ροής και συγκεκριμένα ο βαθμός της τύρβης επηρεάζει τη θερμοκρασία του δέρματος ακόμη και με τη μέση ταχύτητα του αέρα να είναι σταθερή. Οι άνθρωποι φαίνεται να μην προτιμούν μεταβολές στην ταχύτητα του αέρα που προσομοιώνουν την τυρβώδη ροή, καθώς σε υψηλά ποσοστά τύρβης το ποσοστό των δυσανεσχημένων ατόμων είναι μεγάλο. (Parsons, 1993)

2.1.3 Σχετική Υγρασία

Ως απόλυτη υγρασία του αέρα ορίζεται η ποσότητα των υδρατμών σε γραμμάρια, η οποία περιέχεται σε 1 m³ αέρα. Η απόλυτη υγρασία του αέρα μετράται σε γραμμάρια ανά κυβικό μέτρο (g/m³). Για μια ορισμένη θερμοκρασία η περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς δεν είναι δυνατόν να ξεπεράσει μια καθορισμένη τιμή. Ο αέρας, ο οποίος για μια καθορισμένη θερμοκρασία περιέχει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα υδρατμών, ονομάζεται κορεσμένος και η τάση των υδρατμών ονομάζεται τάση κορεσμένων υδρατμών.

Ως σχετική υγρασία του αέρα ορίζεται η επί τοις εκατό αναλογία της απόλυτης υγρασίας του αέρα, W, προς τη μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς, W_s, (αέρας κορεσμένος σε υδρατμούς) σε μια ορισμένη θερμοκρασία, ή ομοίως, η επί τοις εκατό αναλογία της μερικής τάσης των υδρατμών, P, προς την αντίστοιχη τάση των κορεσμένων υδρατμών, P_s. Η σχετική υγρασία του αέρα μετράται επί τοις εκατό (%). (Παπαδόπουλος, 2006). Η σχετική υγρασία (relative humidity, hr) συνήθως εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό (%). Όπως λέει και το όνομά της η σχετική υγρασία είναι 'σχετική', δηλαδή εκφράζει την ποσότητα των υδρατμών που υπάρχουν σε συγκεκριμένο όγκο ατμοσφαιρικού αέρα σε σχέση με τη μέγιστη ποσότητα των υδρατμών που θα

μπορούσαν να υπάρχουν, ή αλλιώς που θα μπορούσε να κρατήσει στη μάζα του ο συγκεκριμένος αέρας. Η ποσότητα των υδρατμών που μπορεί να κρατήσει στη μάζα του ο ατμοσφαιρικός αέρας εξαρτάται από τη θερμοκρασία, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του αέρα, τόσο περισσότερους υδρατμούς μπορεί να κρατήσει. Η σχετική υγρασία λοιπόν εκφράζει το βαθμό κορεσμού. Αέρας με σχετική υγρασία 100% είναι κορεσμένος (saturated), περιέχει τη μέγιστη ποσότητα υδρατμών που μπορεί να κρατήσει. Όταν η σχετική υγρασία είναι μικρότερη από 100%, τότε ο αέρας είναι ακόρεστος.

Η μέτρηση της υγρασίας γίνεται με ειδικά όργανα, τα υγρόμετρα, τους υγραγράφους και τα ψυχρόμετρα.

Συνοπτικά η υγρασία του αέρα επηρεάζει τους εξής τρεις μηχανισμούς του ανθρώπινου σώματος:

- Το μηχανισμό διάχυσης των υγρών υπό τη μορφή αερίων του σώματος μέσω του δέρματος
- Το μηχανισμό εξάτμισης του ιδρώτα από την επιφάνεια του δέρματος, και
- Το μηχανισμό ύγρανσης του εισπνεόμενου αέρα

Οι μηχανισμοί της διάχυσης και της εξάτμισης εξαρτώνται άμεσα από τη σχετική υγρασία του αέρα. Σε περιβάλλον με υψηλή περιεκτικότητα σε υδρατμούς ($RH > 70\%$) και υψηλή θερμοκρασία το σώμα μας ενεργοποιεί το μηχανισμό της εφίδρωσης. Παρόλα αυτά η εξάτμιση του ιδρώτα είναι αδύνατη σε αέρα με υψηλό περιεχόμενο υδρατμών, και έτσι ο ιδρώτας παραμένει στο δέρμα διαβρέχοντας το. Αυτή η κατάσταση οδηγεί το σώμα να αισθάνεται τη θερμοκρασία του αέρα υψηλότερη και την ατμόσφαιρα πιο 'πυκνότερη'. Αντίθετα, σε ποσοστό υδρατμών στον ατμοσφαιρικό αέρα ($RH < 30\%$) πραγματοποιείται εξάτμιση μεγάλου ποσοστού ιδρώτα.

2.1.4 Θερμοκρασία Ακτινοβολίας

Στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του ανθρώπινου σώματος εκτός από τη θερμοκρασία του αέρα συμβάλει και η θερμοκρασία ακτινοβολίας (radiant temperature). Η μεταφορά θερμότητας γίνεται με ανταλλαγή ακτινοβολίας μεταξύ των διαφόρων σωμάτων. Η θερμοκρασία ακτινοβολίας είναι μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που περιλαμβάνει τις ακτίνες Χ (μικρό μήκος κύματος), το φως και τα ραδιοκύματα (μεγάλο μήκος κύματος). Για την περιγραφή και την ποσοτικοποίηση της θερμικής ακτινοβολίας του περιβάλλοντος χρησιμοποιείται κυρίως η παράμετρος Μέση Θερμοκρασία Ακτινοβολίας (Mean Radiant Temperature) που τη συναντάμε πιο συχνά στις μελέτες Βιοκλιματολογίας-Βιομετεωρολογίας (Parsons, 1993).

Η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας είναι η επίδραση της ροής ακτινοβολίας μιας επιφάνειας στο περιβάλλον που βρίσκεται. Όσο πιο μεγάλη είναι η επιφάνεια και όσο πιο κοντά βρίσκεται τόσο μεγαλύτερη είναι η επίδραση που έχει στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Έτσι όταν

κάποιος κινείται μέσα σε ένα χώρο, η τιμή της μέσης θερμοκρασίας ακτινοβολίας αλλάζει, ανάλογα με τη θέση του στο χώρο. Όσο πιο κοντά είναι σε μια μεγάλη θερμή ή κρύα επιφάνεια τόσο μεγαλύτερη επίδραση έχει η επιφάνεια πάνω στο άτομο και τόσο υψηλότερη ή χαμηλότερη είναι η T_{mrt} στο συγκεκριμένο σημείο. Αυτή η παράμετρος χαρακτηρίζεται ως η πιο σημαντική για τον υπολογισμό του θερμικού ισοζυγίου του ανθρώπου, ιδιαίτερα όταν αναφερόμαστε σε άκρως δυσμενείς θερμικές συνθήκες (Matzarakis, 1995).

Για να είναι εφικτός ο υπολογισμός της T_{mrt} πρέπει να γνωρίζουμε τα χαρακτηριστικά και τις διαστάσεις των επιφανειών που ακτινοβολούν γύρω από το σώμα που μελετάμε.

Επίσης θα πρέπει να ληφθούν υπόψη ο προσανατολισμός του ατόμου σε σχέση με τις πηγές ακτινοβολίας και το ορατό μέρος του ουράνιου θόλου.

Στον υπολογισμό του T_{mrt} σημαντικό ρόλο παίζει ο τρόπος με τον οποίο η άμεση ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στον άνθρωπο, η λευκαύγεια (Albedo), το πάχος της ενδυμασίας και το χρώμα του δέρματος.

2.1.5 Μεταβολική Δραστηριότητα

Ο ανθρώπινος οργανισμός ακόμα και όταν ηρεμεί παράγει έργο, λόγω π.χ. της κίνησης του αίματος μέσα στις αρτηρίες με αποτέλεσμα την εμφάνιση του έργου τριβής. Το έργο που παράγεται μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό μετατρέπεται σε θερμότητα και αποτελεί μέρος της εσωτερικής θερμότητας στο ενεργειακό ισοζύγιο. Από την στιγμή που ο άνθρωπος κινείται τότε ένα μέρος της διαθέσιμης ενέργειας μετατρέπεται σε έργο προς τα έξω και παύει να αποτελεί διαθέσιμη θερμότητα για τον οργανισμό.

Δραστηριότητα	Ρυθμός μεταβολισμού (met)
Ξαπλωμένος	0.8
Καθισμένος, ήρεμα	1.0
Καθιστική δραστηριότητα	1.2
Όρθιος, άνετα	1.2
Ελαφρά δραστηριότητα	1.6
Μέτρια δραστηριότητα	2.0
Βαριά δραστηριότητα	3.0

Ρυθμός μεταβολισμού για τυπικές δραστηριότητες

2.1.6 Ενδυμασία του ανθρώπου

Ο άνθρωπος προσαρμόζει την ενδυμασία του ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον που κινείται. Τις τελευταίες δεκαετίες η εισαγωγή της στο ενεργειακό ισοζύγιο του ανθρώπου και κατ' επέκταση στα μαθηματικά μοντέλα οδήγησαν σε ορθότερο υπολογισμό της θερμικής άνεσης του ανθρώπου.

Η βασικότερη παράμετρος της ενδυμασίας είναι η θερμική αντίσταση της ένδυσης (thermal insulation of clothing Clo). Η θερμική αντίσταση που οφείλεται στην ένδυση επηρεάζει το μηχανισμό μεταφοράς θερμότητας μεταξύ ανθρώπινου σώματος και περιβάλλοντος. Έτσι έχουμε αντίσταση στην αισθητή μεταφορά θερμότητας από τα στρώματα της ενδυμασίας και συνήθως εκφράζεται σε μονάδες Clo. Η μονάδα Clo είναι η αριθμητική έκφραση της συνολικής θερμικής αντίστασης της ένδυσης, $1 \text{ Clo} = 0.155 \text{ m}^2\text{K/W}$ ($\text{m}^2\text{K/W}$: συντελεστής θερμοπερατότητας, W: watt, m^2 : τετραγωνικά μέτρα, K: μονάδες Kelvin). Η μονάδα αυτή εισάχθηκε ώστε να διευκολύνει την

έκφραση της παραμέτρου της ενδυμασίας και βασίζεται στην αντίσταση η οποία προκύπτει από ένα κουστούμι εργασίας (1.0 Clo)

Η δεύτερη παράμετρος της ένδυσης είναι ότι μειώνει τη ταχύτητα εξάτμισης του ιδρώτα από το σώμα. Η αντίσταση της εξάτμισης είναι μέτρο της διαπερατότητας της υγρασίας η οποία επιδρά στη μεταφορά της λανθάνουσας θερμότητας από το δέρμα στη στρώση της ένδυσης και επηρεάζει την απώλεια θερμότητας εξαιτίας της εξάτμισης από το δέρμα στο περιβάλλον (Franger, 1972).

Για τον υπολογισμό της θερμικής αντίστασης της συνολικής ενδυμασίας αναπτύχθηκαν εμπειρικές εξισώσεις μετά από πειραματικούς υπολογισμούς. Οι Sprague και Munson (1974) εισήγαγαν ξεχωριστές εξισώσεις για το ανδρικό και το γυναικείο ντύσιμο για τον υπολογισμό της θερμικής αντίστασης.

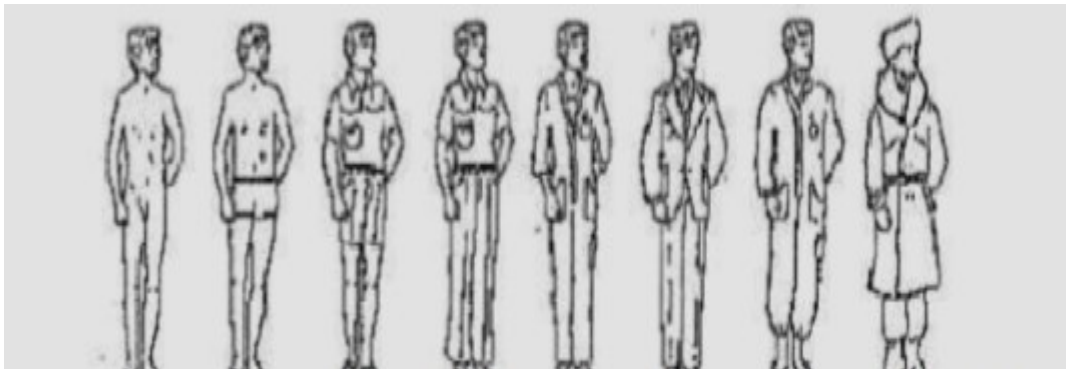
➤ $I_{cl} = 0.727 \cdot \Sigma I_x + 0.113$

➤ $I_{cl} = 0.770 \cdot \Sigma I_x + 0.050$

όπου I_{cl} η θερμική αντίσταση της συνολικής ενδυμασίας και I_x η τιμή για κάθε ξεχωριστό ένδυμα (Ματζαράκης, 1995).

Ο Robert Vale (2000) εισήγαγε για τον υπολογισμό της θερμικής αντίστασης της συνολικής ενδυμασίας την εξίσωση: $I_{cl} = 0.82 \cdot \Sigma I_{cli}$

όπου I_{cl} είναι η συνολική θερμική αντίσταση και I_{cli} είναι η τιμή της θερμικής αντίστασης για κάθε ένδυμα.



Εύρος ενδυμασίας του ανθρώπου από γυμνός ως πολύ καλά ντυμένος

2.2 Βιοκλιματικοί Δείκτες

Για να είναι δυνατή η ποσοτικοποίηση και η έκφραση της θερμικής άνεσης του ανθρώπου έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα πολλές μελέτες. Οι μελέτες αυτές αποφάνθηκαν πως υπάρχουν τέσσερις τρόποι προσέγγισης του προβλήματος: η φυσική προσομοίωση, οι πειραματικές μελέτες, οι μελέτες επιδημιολογίας, και τα μαθηματικά μοντέλα.

Η χρήση των μαθηματικών μοντέλων ξεκίνησε το 1960 και συνεχίζεται μέχρι σήμερα υπολογίζοντας δείκτες που λαμβάνουν υπόψη το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπου. Πρόοδο στην ανάπτυξη των μοντέλων αποτέλεσε η εισαγωγή φυσιολογικών στοιχείων όπως είναι η μάζα του σώματος, η κυκλοφορία του αίματος, η θερμοκρασία και υγρασία του δέρματος (Wissler, 1963 και Stolwijk, 1970).

Οι βιοκλιματικοί δείκτες χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τους βιομετεωρολογικούς και τους θερμοφυσιολογικούς δείκτες.

2.2.1 Βιομετεωρολογικοί Δείκτες

Οι βιομετεωρολογικοί δείκτες (Heat Index, Wind Chill Index κ.α.) αξιοποιούν μετεωρολογικά δεδομένα για την περιγραφή της επίδρασης των κλιματικών συνθηκών στον άνθρωπο. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η ηλιακή ακτινοβολία και η ταχύτητα ανέμου. Η απλότητα που χαρακτηρίζει τους δείκτες αυτής της κατηγορίας αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα πλην όμως αυτοί δεν λαμβάνουν υπόψη την διαφορετική ανταπόκριση των ανθρώπινων οργανισμών (π.χ. λόγω ηλικίας, φύλου) στις ίδιες κλιματικές συνθήκες.

2.2.1.1 Δείκτης Δυσφορίας (Heat Index, HI)

Ο δείκτης δυσφορίας εκτιμά μία φαινομενική θερμοκρασία, δηλαδή τη θερμοκρασία που αισθάνεται ένας δέκτης στο περιβάλλον, συνδυάζοντας την μετρημένη ατμοσφαιρική θερμοκρασία με τη σχετική υγρασία. Όπως είναι γνωστό, το ανθρώπινο σώμα φυσιολογικά ψύχεται μέσω του ιδρώτα. Κατά την εφίδρωση το σώμα αποβάλλει νερό, το οποίο στη συνέχεια εξατμίζεται αποβάλλοντας θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα στο περιβάλλον. Όταν η σχετική υγρασία είναι υψηλή, ο ρυθμός εξάτμισης μειώνεται με αποτέλεσμα η θερμότητα να αποβάλλεται με μικρότερο ρυθμό από το σώμα και το άτομο να έχει την αίσθηση ότι η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από την

πραγματική. Καθώς αυξάνει η θερμοκρασία, η ικανότητα της ατμόσφαιρας για συγκράτηση της υγρασίας αυξάνεται αλλά η σχετική υγρασία μειώνεται, θεωρώντας ότι η ποσότητα των υδρατμών παραμένει σταθερή. Έτσι θεωρείται απίθανη η ταυτόχρονη ύπαρξη υψηλής τιμής θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας (π.χ. θερμοκρασίας 40°C και σχετικής υγρασίας 90%), αφού αυτό θα σήμαινε ασυνήθιστα μεγάλες ποσότητες υδρατμών στην ατμόσφαιρα. Συνήθως οι μεγάλες θερμοκρασίες παρουσιάζονται σε μέρη μακριά από τη θάλασσα, όπου η παρουσία υδρατμών είναι περιορισμένη. Αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι ο μέγιστος δείκτης δυσφορίας που έχει μετρηθεί μέχρι σήμερα ήταν 80°C και προέκυψε ως συνδυασμός θερμοκρασίας αέρα 42°C και σχετικής υγρασίας 67% (πραγματοποιήθηκε στο Dhahran της Σαουδικής Αραβίας στις 8 Ιουλίου 2003).

Ο δείκτης δυσφορίας (HI) δίνεται από τη σχέση:

$HI = T$ για $T < 68^{\circ}\text{F}$ (20°C) και

$HI = -42,379 + 2,04901523 * T + 10,14333127 * RH - 0,22475541 * T * RH - 0,00683783 * T^2 - 0,05481717 * RH^2 + 0,00122874 * T^2 * RH + 0,00085282 * T * RH^2 - 0,00000199 * (T * RH)^2$ για $T > 68^{\circ}\text{F}$ (20°C) όπου T η θερμοκρασία περιβάλλοντος ($^{\circ}\text{F}$) και RH η σχετική υγρασία (%).

2.2.1.2 Wind Chill Index (WCI)

Ο δείκτης WCI κωδικοποιεί την απώλεια θερμότητας του ανθρώπου κατά τη χειμερινή περίοδο σε μονάδες W/m^2 . Ο δείκτης αυξάνεται με την μείωση της θερμοκρασίας και την αύξηση της ταχύτητας ανέμου. Οι τιμές του WCI δεν είναι ίσες με την πραγματική απώλεια θερμότητας από τον ανθρώπινο οργανισμό. Ο δείκτης υπολογίζεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$WCI = (10 - V^{*0,5} + 10,45 - V) * (33 - T) * 1,163$

όπου V η ταχύτητα του ανέμου σε m/s και T η θερμοκρασία του αέρα σε $^{\circ}\text{C}$.

τιμές WCI	κατηγορίες
πάνω από 2326	πάρα πολύ παγωμένος
1628-2326	παγωμένος
930-1628	κρύος
581-930	δροσερός
232-581	άνετος
116-232	ζεστός
58-116	καιντός
κάτω από 58	πάρα πολύ καιντός

Η θερμική αίσθηση του ανθρώπου ανάλογα με τις τιμές του WCI

2.2.1.3 Insulation predicted index (ICLP)

Ο δείκτης Iclp προσδιορίζει προσεγγιστικά την προβλεπόμενη τιμή της θερμικής μόνωσης που θα πρέπει να παρέχουν τα ενδύματα, ώστε το άτομο να διατηρήσει τη θερμική του άνεση. Ο δείκτης Iclp που εισήχθηκε από τους Burton & Edholm υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$ICLP = 0,082 \cdot (91,4 - (1,8 \cdot T + 32)) / (0,0174 \cdot 135) - 1 / (0,61 + 1,9 \cdot V^{0,5})$$

όπου T η θερμοκρασία του αέρα σε °C, M ο μεταβολισμός σε W/m² με προεπιλεγμένη τιμή 135 W/m² και V η ταχύτητα του ανέμου σε m/s.

τιμές Iclp	κατηγορίες
πάνω από 0,30	πολύ ζεστός
0,30-0,80	ζεστός
0,80-1,20	ουδέτερος
1,20-2,00	δροσερός
2,00-3,00	κρύος
3,00-4,00	πολύ κρύος

Η κατηγοριοποίηση του καιρού ανάλογα με τις τιμές του Iclp

2.2.2 Θερμοφυσιολογικοί Δείκτες

Στους θερμοφυσιολογικούς δείκτες, η εκτίμηση της επίδρασης του κλίματος στον ανθρώπινο οργανισμό, γίνεται με την συγκριτική θεώρηση του συνόλου των θερμικών παραγόντων. Με τη χρήση τους γίνεται μοντελοποίηση του ανθρώπινου ισοζυγίου θερμότητας. Θερμοφυσιολογικοί θεωρούνται εκείνοι οι δείκτες που ως δεδομένα εισόδου απαιτούν και χαρακτηριστικά της ανθρώπινης φυσιολογίας (ηλικία, φύλο, ένταση εργασίας κ.τ.λ.) Το πλεονέκτημα των δεικτών αυτών συνίσταται στο γεγονός ότι απαιτούν ως δεδομένα εισόδου τις πλέον κοινές μετεωρολογικές παραμέτρους, όπως: θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα

2.2.2.1 Δείκτης TCI

Ο δείκτης TCI είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τους ταξιδιώτες που βρίσκονται σε διάφορα μέρη του κόσμου και σε διαφορετικές περιόδους του έτους. Ο δείκτης TCI είναι ένας συνδυασμός πέντε παραμέτρων, τριών ανεξάρτητων και δύο, οι οποίες απαιτούν βιοκλιματικούς συνδυασμούς. Συγκεκριμένα ο δείκτης υπολογίζεται από τη σχέση

$$TCI = 8 * Cld + 2 * Cla + 4 * R + 4 * S + 2 * W$$

όπου: Cld ο ημερήσιος δείκτης που υπολογίζεται από την T1 μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία αέρα και από την ελάχιστη ημερήσια σχετική υγρασία RH (%)

Cla ο ημερήσιος δείκτης που υπολογίζεται από τη μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα T2 και από τη μέση ημερήσια σχετική υγρασία RH (%)

R η βροχή σε mm S η ημερήσια διάρκεια της ηλιακής ακτινοβολίας (h)

W η μέση ταχύτητα του ανέμου (m/sec)

Αριθμητικές τιμές δείκτη	Περιγραφική κατηγορία
90 έως 100	ιδανική
80 έως 89	άριστη
70 έως 79	πολύ καλή
60 έως 69	καλή
50 έως 59	αποδεκτή
40 έως 49	οριακή
30 έως 39	δυσμενής
20 έως 29	πολύ δυσμενής
10 έως 19	εξαιρετικά δυσμενής
9 έως -9	αδύνατη
-10 έως -20	αδύνατη

Κατηγοριοποίηση του δείκτη TCI για τις διάφορες τιμές του

2.2.2.2 Δείκτης Summer Simmer Index (SSI)

Ο δείκτης θερμικής άνεσης-Summer Simmer Index (SSI) έχει εισαχθεί από το Ινστιτούτο Μηχανικών Θερμότητας και Ψύξης των Η.Π.Α. (ASHRAE) και έχει επικυρωθεί με αναλύσεις και δοκιμές από το Πανεπιστήμιο του Κάνσας. Ο SSI εκτιμά την πραγματική θερμοκρασία που αισθάνονται τα άτομα, προσφέροντας μία εύκολα αναγνωρίσιμη προειδοποίηση για τους κινδύνους που εγκυμονεί η έκθεση των ανθρώπων στη ζέστη (www.summersimmer.com)

Ο δείκτης SSI υπολογίζεται από τη σχέση

$$SSI = 1.98 \cdot (T - (0.55 - 0.0055 \cdot RH) \cdot (T - 58)) - 56.83$$

όπου T η θερμοκρασία του αέρα σε F° και RH (%) η σχετική υγρασία.

SSI τιμές (°F)	SSI τιμές (°C)	Θερμική αντίληψη
70 έως 77	21 έως 25	τα άτομα αισθάνονται άνετα, αλλά ελαφρώς δροσερά
77 έως 83	25 έως 28	τα άτομα αισθάνονται αρκετά άνετα
83 έως 91	28 έως 32	τα άτομα αισθάνονται αρκετά άνετα, αλλά ελαφρώς ζεστά
91 έως 100	32 έως 37	αυξάνεται η δυσφορία που τα άτομα την αισθάνονται ως ζέστη
100 έως 112	37 έως 44	κίνδυνος ηλίαςσης και θερμικής καταπόνησης από παρατεταμένη έκθεση και δραστηριότητα στον ήλιο
112 έως 125	44 έως 51	εγκυμονεί κίνδυνος θερμοπληξίας και μεγάλη δυσφορία στα άτομα
125 έως 150	51 έως 65	μεγάλος κίνδυνος θερμοπληξίας ειδικά για άτομα αδύναμα ή ηλικιωμένα ή μικρά παιδιά

Τιμές δείκτη SSI και θερμική αντίληψη του ανθρώπου

3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Δεδομένα

Για τη δημιουργία της εργασίας, αξιοποιήθηκαν τρεις κατηγορίες δεδομένων σε μορφή πινάκων στο excel. Αναλυτικότερα, συλλέχθηκαν πρωτογενή δεδομένα τα οποία στην ουσία ήταν μετεωρολογικές παρατηρήσεις που προέρχονταν από μόνο έναν σταθμό επιφάνειας, εκείνον του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου της Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.). Επομένως περιοχή μελέτης της εν λόγω εργασίας αποτελεί αποκλειστικά η περιοχή της Θεσσαλονίκης. Οι συγκεκριμένες λοιπόν παρατηρήσεις αναφέρονται κατά τη χρονική περίοδο από τον Ιανουάριο του 1994 έως και το Δεκέμβριο του 200. Ουσιαστικά πρόκειται για μια δεκαετή μελέτη με καθημερινές και ωριαίες μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου (velocity), της θερμοκρασίας αέρα (temperature) και της σχετικής υγρασίας (rel.humidity). Η συγκέντρωση όλων αυτών των δεδομένων είχε ως στόχο αρχικά την στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των τιμών και μετέπειτα τη στατιστική τους απεικόνιση μέσω διαγραμμάτων. Απώτερος σκοπός των παραπάνω διεργασιών είναι να προκύψουν τα απαραίτητα αποτελέσματα, από τα οποία θα απορρέουν τα χρήσιμα και αναγκαία συμπεράσματα, των βιοκλιματικών δεικτών στην περιοχή.

3.2 Μεθοδολογία

Στην παρούσα ενότητα επιχειρείται μια προσπάθεια ώστε να καταστούν πιο κατανοητά και με μεγαλύτερη σαφήνεια ο συνολικός όγκος των στοιχείων, καθώς και ο τρόπος εκπόνησης της εργασίας. Αυτό θα επιτευχθεί με την απλούστευση της όλης διαδικασίας μέσω χαρακτηριστικών βημάτων. Αρχικά, έγινε συλλογή ψηφιοποιημένων δεδομένων, μετά διαχωρισμός τους, ως δεδομένα ταχύτητας ανέμου, θερμοκρασίας αέρα και σχετικής υγρασίας. Έπειτα, έγινε υπολογισμός των τιμών των βιοκλιματικών δεικτών, καθώς επίσης, τροποποίηση και έλεγχός τους για πιθανά σφάλματα. Τέλος, έγινε η δημιουργία διαγραμμάτων για καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

Το πρώτο βήμα για τη δημιουργία της διπλωματικής εργασίας ήταν η συλλογή των πρωτογενών μετεωρολογικών παρατηρήσεων. Όλες λοιπόν οι παρατηρήσεις αντλήθηκαν σε ψηφιοποιημένη μορφή από φακέλους από παλαιότερες εργασίες που έλαβαν χώρα στον τομέα της

Κλιματολογίας και Μετεωρολογίας του ΑΠΘ και πιο συγκεκριμένα από τα αρχεία excel που εμπεριέχονταν μέσα στις εν λόγω εργασίες. Ο φάκελος περιλάμβανε 30 κύρια excel, δηλαδή είχαν ωριαίες τιμές για τα τρία δεδομένα (ταχύτητας ανέμου, θερμοκρασίας αέρα και σχετικής υγρασίας) για τα δέκα χρόνια, από το 1994 ως το 2003. Το κάθε αρχείο excel από τα 30 περιείχε 12 φύλλα, ένα για κάθε μήνα του έτους. Δεύτερο βήμα αποτέλεσε ο διαχωρισμός των στοιχείων με χρονολογική σειρά, καθώς και η έναρξη της επεξεργασία τους.

Συγκεκριμένα, από τα δεδομένα όλων των ημερών κάθε μήνα, αποφασίστηκε να παρθούν μόνο τρεις μέρες σε κάθε μήνα για δέκα χρόνια, για να μειωθούν τα δεδομένα επεξεργασίας. Έτσι λοιπόν, επιλέχθηκαν, οι πιο αντιπροσωπευτικές μέρες του κάθε μήνα, η 1η, η 10η και η 20η.

Αρχικά, όλες οι μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου, της θερμοκρασίας του αέρα και της σχετικής υγρασίας αντιγράφηκαν από τα υπάρχοντα αρχεία excel των εργασιών, αλλά μόνο οι μέρες που προειπώθηκαν παραπάνω (1η, 10η, 20η) σε καινούργια αρχεία με σκοπό την εκ νέου και ολοκληρωμένη επεξεργασία τους. Δημιουργήθηκαν λοιπόν αρχεία excel, όπου το καθένα από αυτά αναφερόταν σε ένα δεδομένο, δηλαδή ένα για την ταχύτητα ανέμου, ένα για τη θερμοκρασία αέρα και ένα για τη σχετική υγρασία και περιελάμβανε δώδεκα νέα φύλλα όσοι δηλαδή και οι μήνες του κάθε έτους. Σε κάθε φύλλο διαμορφώθηκε ένας πίνακας Ετών/Ωρών όπου εκεί τοποθετήθηκαν οι ωριαίες παρατηρήσεις του εκάστοτε χρόνου. Έπειτα άρχισε η εφαρμογή του πιο ουσιαστικού σταδίου της επεξεργασίας. Με τη βοήθεια των εργαλείων του excel, δημιουργήθηκαν νέες στήλες και γραμμές που υπολογίστηκαν οριζοντίως και καθέτως οι μέγιστες τιμές (max), οι ελάχιστες τιμές (min), οι μέσες τιμές (mean) και τα Std με τη βοήθεια των συναρτήσεων του excel. Οριζοντίως εννοούμε ο υπολογισμός τους για όλη τη μέρα του κάθε έτους ξεχωριστά, ενώ καθέτως εννοούμε την κάθε ωριαία τιμή παίρνοντας όλη τη δεκαετία μαζί.

Τρίτο βήμα της επεξεργασίας ήταν ο έλεγχος όλων των τιμών αλλά και η τροποποίηση ακραίων παρατηρήσεων που πιθανόν προήλθαν από λάθος μεταφορά δεδομένων κατά τη ψηφιοποίηση. Η τροποποίηση έγινε βάσει των κοντινών τιμών που είχαν οι ακραίες παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας. Κατά τη διάρκεια του ελέγχου διαπιστώθηκε ένα σημαντικό ζήτημα που είχε να κάνει με τη διαφορετικότητα των μονάδων μέτρησης που παρουσίαζαν μεταξύ τους τα στοιχεία. Συγκεκριμένα, οι ταχύτητες του ανέμου ήταν υπολογισμένες σε km/h, όμως για τον υπολογισμό των βιοκλιματικών δεικτών ήταν αναγκαίο να μετατραπούν σε m/s. Επίσης, σε πολλούς βιοκλιματικούς δείκτες η τιμή της θερμοκρασίας που χρησιμοποιείται είναι άλλοτε σε °C και άλλοτε σε °F. Κατά συνέπεια το τέταρτο και αναπόφευκτο βήμα αποτέλεσε η μετατροπή όλων των στοιχείων στην ίδια μονάδα μέτρησης. Η διαδικασία της μετατροπής πραγματοποιήθηκε, με αποτέλεσμα τα νέα δεδομένα να προέλθουν από το γινόμενο της κάθε ωριαίας υπάρχουσας τιμής υπολογισμένη σε km/h επί του αποτελέσματος της αριθμητικής πράξης $1000/3600$ $0,2777778$ για την μετατροπή της ταχύτητας του ανέμου. Τα νέα δεδομένα τοποθετήθηκαν μέσω ειδικής επικόλλησης του excel πάνω στις πρωτογενείς παρατηρήσεις και στους προϋπάρχοντες πίνακες με αποτέλεσμα την άμεση μετατροπή των υπολογισμένων στοιχείων, στις νέες στήλες και γραμμές που δημιουργήθηκαν στα παραπάνω βήματα. Τα καινούργια αποτελέσματα των επιπλέον στηλών και γραμμών τροποποιήθηκαν αυτόματα μέσω του excel.

Στη συνέχεια παρατίθενται μερικοί από τους πίνακες excel που προέκυψαν, αφού έγιναν όλα τα βήματα που αναφέραμε.

1 st January	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max	Min	Mean	Std
1994	61	61	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
1995	90	90	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
1996	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
1997	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
1998	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
1999	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
2000	70	70	67	65	65	65	62	60	68	68	62	62	62	60	60	68	68	68	62	59	59	59	56	59	70	56	63	63
2001	96	97	95	90	81	89	60	76	78	88	87	90	85	75	60	60	68	60	75	73	70	66	65	64	63	67	63	63
2002	71	75	60	79	71	70	67	65	68	68	67	68	67	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
2003	97	97	95	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
Mean	88.9	90.7	88.3	86.4	88.3	88.7	87.9	86.5	87.2	88.1	78.6	78.1	73.6	73	72.3	74.1	73.2	75.3	76.9	75.7	76.2	75.8	76					
Std	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089	10.6825701102702089
Max	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Min	70	70	67	65	65	62	60	60	68	68	62	62	60	60	68	68	62	59	59	59	56	59	70	56	63	63	67	63

Ενδεικτικό φύλλο excel για τις τιμές της σχετικής υγρασίας τον Ιανουάριο

1 st July	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max	Min	Mean	Std
1994	65	72	72	68	68	90	72	66	67	66	67	66	67	66	67	66	67	66	67	66	67	66	67	66	67	66	67	66
1995	96	96	94	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
1996	84	84	79	80	80	84	89	68	55	58	53	58	57	53	53	64	70	78	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
1997	68	70	70	72	70	72	75	75	67	68	54	52	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
1998	62	59	55	70	66	60	68	80	55	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
1999	66	91	90	80	83	91	90	87	60	70	60	65	65	67	64	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
2000	65	67	68	55	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
2001	69	70	71	71	62	61	73	74	74	70	68	69	70	69	66	69	75	85	71	70	80	80	73	90	66	73	66	73
2002	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
2003	70	72	75	70	72	75	70	65	65	60	70	65	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Mean	73.2	75.9	76	77.3	79.3	79.3	76.2	76.1	57.6	50.9	49.2	47.2	48.5	50.2	51.3	52.8	56.3	60.3	61.7	61.1	70.7	72.2	71.7					
Std	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892	10.1302608123807892
Max	96	97	91	90	91	90	98	85	80	73	65	60	55	67	64	65	66	70	80	86	90	90	90	90	90	90	90	90
Min	40	41	42	44	46	45	44	38	35	30	30	28	26	23	25	25	25	27	27	20	41	41	43	44				

Ενδεικτικό φύλλο excel για τις τιμές της σχετικής υγρασίας τον Ιούλιο

1 st December	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max	Min	Mean	Std	
1984	41	41	45	47	49	51	51	50	52	47	45	42	40	37	38	29	42	42	44	44	46	49	51	52	57	44	45	47	0.2070830
1985	66	69	72	85	91	92	94	97	94	89	81	79	76	78	76	74	75	75	74	74	76	80	80	81	87	74	84	87	0.32289366
1986	87	93	95	96	98	98	97	98	94	79	74	79	84	88	82	79	78	78	80	80	80	80	80	80	86	70	87	94	0.32621155
1987	73	75	75	80	80	80	80	85	88	80	80	82	80	70	79	80	88	90	98	98	95	98	98	98	98	70	87	94	0.32171269
1988	87	87	87	87	87	87	87	87	85	83	82	80	82	85	85	85	83	84	85	84	84	83	83	83	87	80	94	94	0.32666667
1989	96	96	96	95	97	98	99	99	95	75	70	70	65	69	60	75	80	80	80	80	80	80	80	80	99	52	100	100	0.32666667
1990	98	99	99	99	99	99	99	99	99	95	85	80	75	69	50	60	70	84	85	94	97	97	97	97	99	50	100	100	0.32666667
1991	70	80	80	80	80	80	80	80	87	95	95	92	80	75	72	72	72	70	70	71	68	68	68	68	68	68	81	85	0.32666667
1992	87	90	94	95	99	99	99	99	90	80	79	79	80	94	94	94	93	94	94	90	94	94	94	94	94	94	94	94	0.32666667
1993	93	94	95	95	95	94	94	94	94	87	84	79	76	80	81	69	75	75	78	80	78	78	78	78	78	78	78	78	0.32666667
Mean	85.1	85.3	86.2	89	90.2	90.9	91.7	91.8	88.8	81.4	77.8	76.1	75.3	75.5	70.8	74.1	79.2	80.2	81.4	80.7	80.7	80.7	80.7	80.7	80.7	80.7	80.7	80.7	0.32666667
Std	16.7361883	15.7300002	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	15.6666667	
Max	98	99	99	99	99	99	99	99	99	95	95	92	80	85	94	94	94	93	94	90	94	94	94	94	94	94	94	94	0.32666667
Min	44	44	45	47	49	51	51	50	52	47	45	42	40	37	38	29	42	42	44	44	46	49	51	52	57	44	45	47	0.2070830

Ενδεικτικό φύλλο excel για τις τιμές της σχετικής υγρασίας τον Δεκέμβριο

1 st February	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max	Min	Mean	Std			
1984	7.0	6.8	6.3	5.5	5.3	5.0	5.5	7.0	8.0	8.5	9.0	10.0	10.8	11.0	10.7	9.8	8.1	8.3	7.8	7.2	6.5	6.7	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	0.2070830		
1985	5.0	4.6	4.8	4.8	4.7	3.9	3.9	4.1	5.3	5.9	6.7	7.5	8.3	9.2	9.1	8.9	8.6	7.9	7.8	7.8	7.8	7.7	7.2	6.9	8.7	4.0	4.0	4.0	0.2070830		
1986	2.7	2.2	2.1	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0.2070830		
1987	2.0	1.9	2.2	2.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	0.2070830		
1988	3.5	3.2	3.2	3.0	2.6	2.3	2.6	3.0	3.0	3.2	3.7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	0.2070830		
1989	4.4	4.2	4.2	4.0	3.6	3.3	3.6	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	0.2070830		
1990	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	0.2070830		
1991	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	0.2070830	
1992	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	0.2070830		
1993	8.0	7.5	7.5	7.0	7.3	7.6	8.0	8.0	8.7	9.8	10.3	8.0	8.7	10.0	10.0	9.8	9.5	9.4	9.3	9.0	8.8	8.0	7.0	6.4	10.5	6.4	8.0	8.0	8.0	0.2070830	
Mean	5.2	5.0	5.0	4.6	4.3	4.3	4.6	5.3	6.0	6.8	7.5	8.2	9.0	9.4	9.2	8.6	7.8	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	0.2070830	
Std	3.8	3.7	3.8	3.6	3.5	3.7	3.8	4.0	4.1	4.8	5.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	0.2070830	
Max	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	0.2070830
Min	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	0.2070830

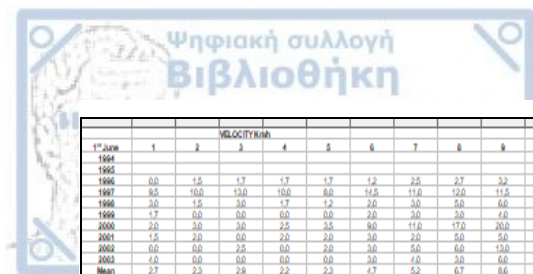
Ενδεικτικό φύλλο excel για τις τιμές της θερμοκρασίας τον Φεβρουάριο

1 st August	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max	Min	Mean	Std
1994	23.6	22.6	22.6	22.6	21.8	21.8	22.2	21.2	20.2	20.2	20.2	20.2	21.2	21.2	21.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
1995	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
1996	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
1997	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
1998	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
1999	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
2000	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
2001	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
2002	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
2003	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
Mean	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6	23.6
Std	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
Min	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2

Ενδεικτικό φύλλο excel για τις τιμές της θερμοκρασίας τον Αύγουστο

1 st November	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max	Min	Mean	Std	
1994	15.0	12.6	12.2	12.0	11.8	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	21.8	18.2	16.2	15.2	14.2	13.2	12.2	12.2	12.2	11.8	11.8	15.28166667	0.26766667
1995	15.0	12.6	12.2	12.0	11.8	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	21.8	18.2	16.2	15.2	14.2	13.2	12.2	12.2	12.2	11.8	11.8	15.28166667	0.26766667
1996	15.0	12.6	12.2	12.0	11.8	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	21.8	18.2	16.2	15.2	14.2	13.2	12.2	12.2	12.2	11.8	11.8	15.28166667	0.26766667
1997	15.0	12.6	12.2	12.0	11.8	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	21.8	18.2	16.2	15.2	14.2	13.2	12.2	12.2	12.2	11.8	11.8	15.28166667	0.26766667
1998	15.0	12.6	12.2	12.0	11.8	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	21.8	18.2	16.2	15.2	14.2	13.2	12.2	12.2	12.2	11.8	11.8	15.28166667	0.26766667
1999	15.0	12.6	12.2	12.0	11.8	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	21.8	18.2	16.2	15.2	14.2	13.2	12.2	12.2	12.2	11.8	11.8	15.28166667	0.26766667
2000	15.0	12.6	12.2	12.0	11.8	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	21.8	18.2	16.2	15.2	14.2	13.2	12.2	12.2	12.2	11.8	11.8	15.28166667	0.26766667
2001	15.0	12.6	12.2	12.0	11.8	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	21.8	18.2	16.2	15.2	14.2	13.2	12.2	12.2	12.2	11.8	11.8	15.28166667	0.26766667
2002	15.0	12.6	12.2	12.0	11.8	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	21.8	18.2	16.2	15.2	14.2	13.2	12.2	12.2	12.2	11.8	11.8	15.28166667	0.26766667
2003	15.0	12.6	12.2	12.0	11.8	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	21.8	18.2	16.2	15.2	14.2	13.2	12.2	12.2	12.2	11.8	11.8	15.28166667	0.26766667
Mean	15.0	12.6	12.2	12.0	11.8	12.2	13.2	14.2	15.2	16.2	17.2	18.2	19.2	20.2	21.2	21.8	18.2	16.2	15.2	14.2	13.2	12.2	12.2	12.2	11.8	11.8	15.28166667	0.26766667
Std	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	
Min	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8

Ενδεικτικό φύλλο excel για τις τιμές της θερμοκρασίας τον Νοέμβριο



1 st June	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max	Min	Mean	Std
1994																												
1995																												
1996	0.0	1.5	1.7	1.7	1.7	1.2	2.5	2.7	3.2	4.5	6.0	4.8	6.0	5.5	8.5	9.0	5.8	5.0	5.5	2.5	0.0	1.7	1.5	1.7	9.0	0	3.508333333	9.000000000
1997	9.5	10.0	13.0	10.0	8.0	14.5	11.0	12.0	11.5	8.0	8.5	12.0	10.5	7.5	10.0	10.0	12.0	12.0	8.0	5.5	4.0	2.0	2.0	1.5	15.5	1.5	8.00777	13.66677681
1998	3.0	1.5	3.0	1.7	1.2	2.0	3.0	4.0	6.0	6.5	5.5	7.5	8.0	8.0	8.5	7.0	5.5	4.0	2.0	1.2	2.0	2.0	0.0	0.0	9.0	0	5.000000000	4.000000000
1999	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	3.0	4.0	1.5	4.5	7.0	8.0	10.0	8.0	8.0	7.0	3.7	2.5	2.5	3.0	1.7	4.0	4.0	10.0	0	3.000000000	2.000000000
2000	2.0	3.0	3.0	2.5	3.5	9.0	11.0	17.0	20.0	20.0	25.0	25.0	28.0	27.0	25.0	23.0	20.0	16.0	12.0	10.0	15.0	17.0	15.0	18.0	20.0	2	15.200000000	13.200000000
2001	1.5	2.0	0.0	0.0	3.0	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	10.0	15.0	15.0	11.0	11.0	10.0	10.0	12.0	17.0	17.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	0	9.700000000	5.500000000
2002	0.0	0.0	2.5	0.0	2.0	3.0	5.0	6.0	13.0	14.0	15.0	13.0	15.0	13.0	14.0	10.0	16.0	15.0	16.0	10.0	11.0	10.0	9.0	7.0	16.0	0	9.270000000	6.000000000
2003	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	4.0	3.0	6.0	6.0	6.0	6.0	10.0	10.0	8.0	9.0	10.0	10.0	9.0	1.5	3.0	1.5	2.0	2.0	10.0	0	9.270000000	6.000000000
Mean	2.7	2.3	2.8	2.2	2.2	4.7	5.2	4.7	8.6	8.9	10.0	10.8	12.2	12.1	11.6	12.0	11.6	8.1	7.0	6.6	6.6	7.1	7.0	6.8	7.0	7.0	7.0	7.0
Std	3.1	3.0	4.3	3.5	3.6	4.6	3.7	4.1	5.8	5.9	7.0	6.5	7.0	6.7	5.8	5.4	6.7	4.8	5.5	6.7	7.7	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Max	9.5	10	13	10	8	14.5	11	17	20	20	25	25	28	27	25	23	20	16	12	17	17	20	20	20	20	20	20	20
Min	0	0	0	0	0	3	2	2.7	3.2	1.5	4	4.8	6	5.5	8	7	5.5	3.7	2	1.5	0	1.5	1.5	0	0	0	0	0

2 nd June	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max	Min	Mean	Std
1994																												
1995																												
1996	0.0	1.5	2.0	2.0	2.2	3.0	7.5	8.0	6.0	6.0	6.0	8.5	6.5	9.0	7.0	8.0	7.5	10.0	21.0	2.5	3.5	3.0	3.0	2.0	21.0	0	6.190000000	3.000000000
1997	2.5	3.0	2.0	2.0	4.5	3.5	5.0	6.0	6.5	8.0	6.0	6.5	9.0	10.0	11.0	10.0	11.5	9.5	8.0	4.0	2.5	3.0	3.5	2.5	13.0	1.5	5.000000000	4.000000000
1998	5.0	7.0	3.0	4.0	4.0	5.0	7.0	9.0	11.0	6.0	8.0	11.0	6.0	8.0	10.0	9.0	8.0	10.0	8.0	8.0	12.0	5.0	1.5	3.5	12.0	1.5	7.000000000	2.000000000
1999	0.0	3.0	2.0	2.5	2.5	2.0	1.0	2.5	5.0	5.0	8.0	10.0	12.0	10.0	6.0	6.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	4.0	7.0	12.0	2	4.75	0.000000000	
2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	4.5	5.5	6.0	4.5	6.5	6.0	5.0	4.0	5.0	4.5	3.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	0	2.5	1.250000000	
2001	2.0	1.5	2.0	1.5	3.0	4.5	7.0	6.0	7.0	10.0	10.0	10.0	6.0	12.0	11.0	7.0	4.0	6.0	3.0	6.0	5.0	5.0	3.0	12.0	1.5	5.8125	0.000000000	
2002	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	7.0	8.0	8.0	10.0	8.0	10.0	11.0	9.0	8.0	6.0	7.0	6.0	4.0	3.0	2.0	10.0	11.0	0	5.0000	0.000000000
2003	1.5	2.0	3.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	7.0	8.0	8.0	10.0	8.0	10.0	11.0	9.0	8.0	6.0	7.0	6.0	4.0	3.0	2.0	10.0	11.0	0	5.0000	0.000000000
Mean	1.871120871	2.271120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871	2.1120871
Std	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000	1.700000000
Max	5	7	3	4	4	5	7.5	9	11	8	10	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12	11
Min	0	0	0	0	0	0	3.5	2.5	5	5	4.5	6.5	6	5	4	5	4.5	3.5	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3 rd June	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max	Min	Mean	Std
1994																												
1995																												
1996	0.0	1.2	1.2	0.0	1.2	1.5	2.5	4.0	4.5	5.5	5.0	6.5	6.5	8.0	7.5	7.5	7.0	4.5	2.7	2.5	2.5	2.5	1.5	0.0	8.0	0	3.375	0.000000000
1997	3.0	3.5	2.5	0.0	1.0	1.5	3.5	5.1	5.0	6.0	6.0	8.0	8.1	9.5	8.0	7.5	7.0	5.0	2.5	1.5	2.0	1.5	2.5	5.5	8.1	0	4.1125	0.000000000
1998	8.0	9.0	10.0	8.0	10.0	9.0	10.0	9.0	8.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
1999	10.0	9.0	10.0	10.0	11.0	7.0	10.0	12.0	11.0	12.0	10.0	11.0	10.0	9.0	6.0	7.0	6.0	8.0	10.0	7.0	7.0	5.5	3.5	11.0	3.5	8.000000000	2.000000000	
2000	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	1.5	3.0	5.0	4.0	7.0	8.0	10.0	9.0	9.0	11.0	12.0	11.0	12.0	12.0	7.0	4.0	3.0	2.0	11.0	0	4.75	0.000000000	
2001	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2002	4.0	4.0	2.0	2.0	0.0	3.5	5.0	6.0	8.0	8.0	10.0	11.0	15.0	12.0	11.0	8.0	9.0	8.0	4.0	1.5	0.0	2.5	2.0	15.0	0	5.000000000	1.500000000	
2003	7.0	4.0	22.0	5.0	5.0	5.0	0.0	4.5	5.0	3.0	2.0	5.0	7.0	4.0	5.0	7.0	7.0	4.0	4.0	5.0	4.0	2.0	2.0	22.0	0	5.0625	1.000000000	
Mean	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875	6.875
Std	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125	0.8125
Max	10	12	22	14	11	14	16	14	13	12	11	15	14	15	16	17	17	13	12	10	9	8	9	9	9	9	9	9
Min	0	1.2	1.2	0	0	1.5	0	4	4	3	2	5	6.5	5	7	6	4	4	2.5	1.5	1.5	0	1.5	0	0	0	0	0

Ενδεικτικό φύλλο excel για τις τιμές της ταχύτητας ανέμου τον Ιούνιο

	VELOCITY/kmh																															
1 st October	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max	Min	Mean	Std				
1994																																
1995																																
1996	1.7	2.5	0.0	0.0	1.5	2.7	1.2	0.0	0.0	2.0	3.5	4.5	6.5	5.5	6.5	8.0	6.5	7.5	5.0	4.0	4.0	4.0	2.0	1.7	8.5	0	3.720000000	2.500000000				
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	5.0	8.0	9.0	8.0	8.0	7.0	5.0	4.0	10.0	11.0	10.0	7.0	7.0	7.0	7.0	14.0	0	3.780000000	2.500000000					
1998	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	3.5	3.5	4.0	3.5	5.0	8.0	8.0	6.5	5.5	2.7	2.5	2.0	0.0	0.0	1.5	1.7	8.0	0	2.600000000	2.500000000				
1999	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.5	2.0	3.5	3.5	5.0	4.5	4.5	3.5	4.5	5.0	5.0	4.5	1.7	2.0	2.0	2.0	5.0	0	2.400000000	2.500000000				
2000	2.0	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	3.0	4.5	5.5	6.0	7.0	8.0	4.0	7.0	8.0	7.0	5.0	3.0	1.5	1	7.0	8.0	0	3.600000000	2.000000000				
2001	3.0	1.5	0.0	1.5	2.5	1.5	1.5	2.0	3.0	2.0	5.0	6.0	7.0	6.0	3.0	1.0	2.0	3.0	3.0	2.0	1.5	0.0	0.0	7.0	0	2.5	1.780000000	1.500000000				
2002	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0	1.500000000	1.500000000				
2003	2.0	0.0	0.0	0.0	100.0	10.0	10.0	6.0	7.0	11.0	9.0	5.0	7.0	10.0	6.0	9.0	8.0	12.0	12.0	10.0	6.0	4.0	3.0	2.0	2.5	12.0	2	2.770000000	2.100000000			
Mean	1.7	2.0	1.2	0.9	1.6	2.2	1.0	1.2	2.8	3.3	4.6	5.4	5.6	6.1	5.3	6.0	6.1	6.8	5.6	4.4	3.0	2.8	2.5	2.0	8.0	0	3.000000000	2.000000000				
Std	0.9	1.5	1.5	1.4	1.3	1.5	1.2	1.4	2.4	2.8	3.4	3.8	3.8	3.8	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	12.0	0	1.770000000	1.300000000				
Max	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	7.0	11.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	0	0	0	0			
Min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
1 st October	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max	Min	Mean	Std				
1994																																
1995																																
1996	2.5	2.5	0.5	2.7	1.5	4.5	3.0	2.5	4.5	7.0	9.0	8.0	7.0	5.5	7.0	4.5	5.5	5.5	4.0	8.5	6.0	5.0	8.0	7.5	9.0	1.5	8.400000000	2.170000000				
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.200000000	0.600000000			
1998	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.200000000	0.600000000			
1999	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	7.0	8.5	7.5	14.0	16.0	10.0	9.0	10.0	12.0	13.0	14.0	12.0	11.0	12.0	15.0	13.0	11.0	10.0	10.0	16.0	0	8.400000000	4.800000000			
2000	2.5	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.200000000	0.600000000			
2001	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.200000000	0.600000000			
2002	3.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	0.0	1.5	2.0	0.0	1.5	3.5	4.0	3.0	3.5	2.0	3.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.200000000	0.600000000			
2003	11.0	13.0	16.0	16.0	12.0	15.0	15.0	15.0	15.0	17.0	15.0	20.0	20.0	17.0	15.0	17.0	15.0	12.0	10.0	9.0	8.0	6.0	5.0	4.0	2.0	0.0	0	12.000000000	3.270000000			
Mean	2.8605	2.8605	1.4775	1.5405	2.8375	3.75	4.5	4.5	4.75	7.8925	7.8925	7.375	6.875	7.8925	7.375	6.875	7.375	6.875	5.25	6.5	5.625	4.875	4.625	4.625	3.4375	0	0.200000000	0.600000000	0.600000000			
Std	0.377800000	0.377800000	0.196713000	0.196713000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0.377800000	0	0.200000000	0.600000000	0.600000000		
Max	11	13	16	16	12	15	12	17	16	17	15	17	15	17	15	17	15	12	10	9	8	6	5	4	2	0	0	0	0	0	0	
Min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1 st October	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Max	Min	Mean	Std				
1994																																
1995																																
1996	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	1.5	2.0	2.5	2.5	3.0	4.0	3.0	5.5	4.0	2.5	6.5	12.5	12.5	11.5	15.0	16.5	15.0	14.0	16.5	0	5.700000000	3.760000000	1.900000000	3.000000000		
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.000000000	0.000000000	0.000000000		
1998	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	9.0	18.0	20.0	20.0	15.0	13.0	12.0	11.0	10.0	8.0	6.5	2.5	3.0	3.0	4.0	3.5	1.5	2.0	0.0	0	6.800000000	6.500000000	11.500000000	1.500000000	
1999	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	1.5	2.7	2.0	4.0	3.2	2.5	2.5	5.0	4.0	4.0	2.5	2.5	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0	0.200000000	0.600000000	1.500000000	0.500000000	
2000	15.0	15.0	15.0	7.0	0.0	4.0	6.0	7.0	7.0	4.0	3.0	5.0	4.0	3.0	5.0	4.0	3.0	4.0	5.0	5.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.0	0	5.000000000	3.000000000	8.666666667	2.000000000	
2001	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	6.0	6.0	7.0	6.0	6.0	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	7.0	0	3.400000000	2.500000000	5.000000000	1.500000000	
2002	1.5	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0	0.600000000	0.300000000	0.600000000	0.300000000	
2003	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.0	0	1.500000000	0.750000000	1.500000000	0.750000000	
Mean	2.3375	1.875	1.875	2.5625	2.5625	2.3125	3.0000	4.25	5.2425	6.875	7.4125	6.375	7.0000	7.3125	6.375	5.8125	5.8125	5.8125	4.875	4.2625	3.5000	3.0000	3.0000	3.0000	2.5000	0	0	3.500000000	2.500000000	5.000000000	1.500000000	
Std	4.111300000	4.500000000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	0	0	4.111300000	4.111300000	4.111300000	4.111300000	
Max	15	15	7	7	7	7	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0
Min	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο παρόν κεφάλαιο αναδεικνύεται η κύρια μελέτη της πτυχιακής εργασίας. Η στατιστική επεξεργασία την οποία υπέστησαν τα προαναφερθέντα δεδομένα απέφερε τα ανάλογα αποτελέσματα. Τα ευρήματα που προέκυψαν αποδεικνύονται πολύ σημαντικά καθώς φανερώνουν την ενδοημερήσια επίδραση του καιρού στον άνθρωπο στην περιοχή της Θεσσαλονίκης για δέκα ολόκληρα χρόνια. Η εκτενής μελέτη των δέκα ετών θερμοκρασιών, ταχυτήτων ανέμου και σχετικής υγρασίας παρουσιάζεται και αναλύεται με συνοπτικό, πλην όμως αντιπροσωπευτικό τρόπο μέσω διαγραμματικών απεικονίσεων. Ουσιαστικά στο κεφάλαιο αυτό διαφαίνεται ο σκοπός συγγραφής της εργασίας.

4.1 Υπολογισμός Βιοκλιματικών Δεικτών

Στην τελική επεξεργασία των δεδομένων δημιουργήθηκε ένα αρχείο excel, το οποίο αποτελείται από δώδεκα φύλλα, ένα για κάθε μήνα. Για τις ημέρες 1, 10 και 20 του κάθε μήνα αποσπάστηκαν οι ωριαίες μέσες τιμές (mean) ολόκληρης της δεκαετίας 1994-2003 για την σχετική υγρασία, για τη θερμοκρασία και την ταχύτητα του ανέμου. Έτσι λοιπόν από τις ωριαίες μέσες τιμές των δεδομένων αυτών, υπολογίστηκαν τέσσερις βιοκλιματικοί δείκτες. Οι τιμές τους είναι ωριαίες καθόλη τη διάρκεια της ημέρας. Για να υπολογιστούν οι δείκτες χρειάστηκε να γίνουν κάποιες μετατροπές μονάδων, όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Η μονάδα της ταχύτητας του ανέμου από km/h μετατράπηκε σε m/s, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις η μονάδα της θερμοκρασίας από °F μετατράπηκε σε °C και το αντίστροφο.

Οι βιοκλιματικοί δείκτες που υπολογίστηκαν είναι:

1) ο δείκτης δυσφορίας (HI)

με τη βοήθεια του τύπου $HI = T$ για $T < 68\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) και

$$HI = -42,379 + 2,04901523 * T + 10,14333127 * RH - 0,22475541 * T * RH - 0,00683783 * T^2 -$$

$$0,05481717 * RH^2 + 0,00122874 * T^2 * RH + 0,00085282 * T * RH^2 - 0,00000199 * (T * RH)^2$$

για $T > 68\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) όπου T η θερμοκρασία περιβάλλοντος ($^{\circ}\text{F}$) και RH η σχετική υγρασία (%).

2) Ο Wind Chill Index (WCI)

με τη βοήθεια του τύπου $WCI = (10 - V^{*0,5} + 10,45 - V) * (33 - T) * 1,163$

όπου V η ταχύτητα του ανέμου σε m/sec και T η θερμοκρασία του αέρα σε °C.

3) Ο Insulation predicted index (ICLP)

με τη βοήθεια του τύπου $ICLP = 0,082 * (91,4 - (1,8 * T + 32)) / (0,0174 * 135) - 1 / (0,61 + 1,9 * V^{*0,5})$

όπου T η θερμοκρασία του αέρα σε °C,

M ο μεταβολισμός σε W/m² με προεπιλεγμένη τιμή 135 W/m² και

V η ταχύτητα του ανέμου σε m/s

4) Ο Summer Simmer Index (SSI)

με τη βοήθεια του τύπου $SSI = 1,98 * (T - (0,55 - 0,0055 * RH) * (T - 58)) - 56,83$

όπου T η θερμοκρασία του αέρα σε F° και RH (%) η σχετική υγρασία.

1 st January of 1884-2003																									
MEAN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Rel. Humidity	89.9	90.7	89.3	90.4	89.3	89.7	87.9	86.5	87.2	86.1	78.6	78.1	73.6	74.3	72.3	74.1	73.2	75.3	77.2	76.9	75.7	76.2	75.8	76	
Temperature	6.11	6.21	5.97	5.82	5.6400001	5.5500001	5.5800001	5.82	6.4300001	7.42	7.91	8.9900001	9.52	9.95	10.07	9.2899999	8.4399999	7.7500001	7.3200001	7.0199999	6.72	6.49	6.4	7.9	
Velocity	9.5714286	8.6428571	8.8571429	9.0571429	9.0571429	10.071429	8.1428571	7.7857143	8.4571429	8.4285714	9.7142857	9.0714286	9.2857143	9.7857143	10.071429	11.642857	11.385714	11.914286	13.714286	11.642857	12.5	11.428571	10	10.314286	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
HI	6.11	6.21	5.97	5.82	5.6400001	5.5500001	5.5800001	5.82	6.4300001	7.42	7.91	8.9900001	9.52	9.95	10.07	9.2899999	8.4399999	7.7500001	7.3200001	7.0199999	6.72	6.49	6.4	7.9	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
WCI	994.99328	972.27441	985.63491	994.7461	1001.9363	1025.2213	983.56134	966.23891	960.21563	923.82528	930.93253	879.52129	863.91248	856.39226	856.40527	908.00206	937.07581	970.61999	1008.5252	994.93435	1017.9324	1012.12	992.197	941.46543	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
NCLP	1.5395131	1.5219556	1.5388092	1.5496102	1.5611463	1.5742194	1.5571154	1.5387017	1.5065446	1.4440892	1.4234409	1.3507607	1.3191116	1.2957647	1.2902041	1.3488419	1.4008063	1.4470869	1.4828258	1.4914779	1.5148384	1.5252579	1.5203221	1.4281782	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
SBI	29.956095	30.163668	29.584522	28.895421	28.477617	28.105994	28.519626	29.564741	31.457389	34.888815	37.462327	43.911865	43.007645	44.370503	44.794695	42.256429	39.764496	37.392246	35.802577	34.911114	34.159454	33.371328	33.15563	37.764421	

Υπολογισμός Βιοκλιματικών δεικτών για την 1^η Ιανουαρίου 1994-2003

10 th January of 1984-2003																							
MEAN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Rel. Humidity	77.7	79	78.3	79.2	78.1	78.6	78.5	79.8	78.9	74.9	72.7	69	66.9	64.8	63.4	65.7	68.6	72	75.1	77.6	81	83.3	84.7
Temperature	7.63	7.47	7.25	7.46	7.35	7.35	7.6	7.65	8.31	9.2399999	10.18	10.99	11.35	11.89	12.22	11.61	10.91	9.9	9.1599999	8.61	8.17	7.92	7.7600
Velocity	7.0714286	7.3142857	7.2857143	7.7857143	7.9571429	7.6	8.0714286	8.2	7.1	6.7428571	7.8571429	8.6	8.8857143	9.2428571	8.1428571	7.4285714	5.7857143	3.3714286	4	5.1	4.1	3	2.7142
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
HI	7.63	7.47	7.25	7.46	7.35	7.35	7.6	7.65	8.31	9.2399999	10.18	10.99	11.35	11.89	12.22	11.61	10.91	9.9	9.1599999	8.61	8.17	7.92	7.7600
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
WCI	684.29566	696.10546	903.09969	907.93752	915.84791	907.40075	909.50823	910.57205	861.31422	819.98236	812.73602	798.02549	789.94426	776.03551	745.3831	753.18379	737.77946	683.45382	733.35059	792.34056	768.09135	722.50717	710.68
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
IOLP	1.4175301	1.4302266	1.4437458	1.4396519	1.4442087	1.4407237	1.4295692	1.4276054	1.3751196	1.3125816	1.2654315	1.2212411	1.2009874	1.1698692	1.139928	1.1712905	1.1949867	1.207513	1.271235	1.3285036	1.3358435	1.3195567	1.3168
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
SBI	36.702081	36.024054	35.429254	35.965149	35.77093	35.701397	36.500943	36.484931	38.68406	42.022	45.093572	47.797494	48.989157	50.668502	51.677971	49.813775	47.5887	44.307846	41.755523	39.777856	37.984721	36.892679	36.191

Υπολογισμός Βιοκλιματικών δεικτών για την 10η Ιανουαρίου 1994-2003

20 th January of 1884-2003																								
MEAN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Rel. Humidity	80.1	81.6	83.2	84.9	87.3	87.4	89.4	85.4	82	79.2	75.4	73.3	71.4	68.1	67.6	67.9	70.4	72.9	73.7	74.8	76.7	77.2	79.8	79.3
Temperature	5.69	5.63	5.37	5.26	5.18	5.02	5.21	5.37	5.86	6.81	7.57	7.87	8.43	8.91	9.03	8.65	7.9700001	7.35	6.83	6.7200001	6.5299999	6.39	6.12	6.02
Velocity	5.6714286	5.6	5.6	5.2428571	4.8142857	5.4285714	5.6714286	7.5	7.7142857	9.0714286	9.5	9.7857143	9.3571429	11.071429	10.5	9.3571429	7.5714286	6.1	5.0285714	5.1428571	5.0285714	4.7142857	5.6428571	5.0714286
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
HI	5.69	5.63	5.37	5.26	5.18	5.02	5.21	5.37	5.86	6.81	7.57	7.87	8.43	8.91	9.03	8.65	7.9700001	7.35	6.83	6.7200001	6.5299999	6.39	6.12	6.02
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
WCI	908.168	907.64813	916.27029	906.69441	892.29077	921.5773	920.54608	974.81173	963.02216	959.37787	939.66183	933.67191	906.319	914.80949	901.92775	897.21276	884.78929	866.53475	847.50986	855.32381	857.22533	849.44878	892.8843	875.38887
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ICLP	1.5212813	1.5239612	1.5402984	1.5414366	1.5388226	1.5595941	1.5499105	1.5641205	1.5354879	1.4877415	1.4432499	1.426462	1.3881472	1.3694429	1.3583785	1.3743235	1.4014772	1.4231393	1.4396871	1.4480085	1.4579377	1.4608687	1.4938283	1.4907445
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SI	30.224092	29.774486	28.657018	27.995145	27.297851	26.748978	27.741238	28.265688	30.443941	33.915568	36.8244	38.019669	39.946321	41.745949	42.15166	41.004605	38.691677	36.49407	34.797614	34.295727	33.417657	32.903697	31.63783	31.403594

Υπολογισμός Βιοκλιματικών δεικτών για την 20η Ιανουαρίου 1994-2003

1 st June of 1994-2003																								
MEAN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Rel. Humidity	75.7	76.7	80.5	82.8	85	87.8	81.9	73.5	62	54.1	47.9	47.3	50	42.2	42.2	44.2	45.2	47	52.9	51	53.9	57.9	60.6	63.1
Temperature	18.77	18.17	17.71	17.34	17.05	17.01	18.03	20.41	22.27	23.79	24	26.1	27.05	27.45	27.71	27.39	26.87	26.38	24.3	23.61	23.05	21.45	20.82	20.28
Velocity	2.7125	2.25	2.9	2.2375	2.3	4.7125	5.1875	6.7125	8.5875	8.4375	10	10.7875	12.1875	12.125	11.625	12	11.0375	9.0875	7.75	6.375	5.875	7.05	7	6.775
HI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
HI	18.77	18.17	17.71	17.34	17.05	17.01	18.03	20.41	22.27	23.79	24	26.1	27.05	27.45	27.71	27.39	26.87	26.38	24.3	23.61	23.05	21.45	20.82	20.28
In celcius	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
In celcius	18.77	18.17	17.71	17.34	17.05	17.01	18.03	20.41	22.27	23.79	24	26.1	27.05	27.45	27.71	27.39	26.87	26.38	24.3	23.61	23.05	21.45	20.82	20.28
WCI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
WCI	400.1633	400.13713	437.07729	421.9996	432.50368	510.39213	488.15483	434.08167	388.93189	332.68947	335.70575	260.85755	229.55288	213.94564	202.53553	215.90001	232.66278	242.58184	308.99485	320.2322	341.70082	402.33253	423.65009	439.41945
ICLP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ICLP	0.6267114	0.6428294	0.7007124	0.6943189	0.7158118	0.7381102	0.6103494	0.5123534	0.4155539	0.4144217	0.2875868	0.238057	0.2103462	0.1913177	0.2134584	0.2407198	0.2581819	0.3771572	0.4050866	0.4429473	0.5489077	0.5879317	0.6192618	
SI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SI	71.365894	69.732377	68.400217	67.35351	66.530089	66.540102	69.516778	76.172414	80.071211	82.909066	82.307253	87.509916	90.581495	89.626563	90.258624	89.98822	88.947277	88.148399	84.036017	81.872342	80.903771	77.196506	75.808519	74.586982

Υπολογισμός Βιοκλιματικών δεικτών για την 1η Ιουνίου 1994-2003

10 th June of 1994-2003																								
MEAN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Rel. Humidity	75.3	80.3	81	83.6	81.1	83	79.6	72.8	64.6	59.9	53.5	46.1	47.6	47.6	46.9	46.2	47.3	50	50.6	56.3	58.2	62.6	67	68.8
Temperature	20.83	19.76	19.46	19.22	19.07	19.23	20.9	23.02	24.55	26.09	27.43	28.36	28.46	28.59	29.08	28.88	28.3	27.57	26.37	24.51	23.83	22.73	22.16	21.75
Velocity	1.8571429	2.5714286	2	1.7142857	1.8857143	2.7142857	5.2142857	5.4285714	6.6428571	6.5714286	7.4285714	8.4285714	8.3571429	8.4285714	8.5714286	8.8571429	7.6428571	7.7142857	7.8571429	4.3571429	4.3571429	3.0714286	2.7142857	2.5714286
HI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
HI	72.232613	19.76	19.46	19.22	19.07	19.23	70.823416	74.997776	78.046828	80.633493	82.584911	83.285749	83.7371	84.004078	84.91182	84.346671	83.365809	82.370126	80.394107	78.137527	77.378403	76.105522	75.072164	74.462545
In celcius	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
In celcius	22.351452	19.76	19.46	19.22	19.07	19.23	21.568564	23.887653	25.581571	27.018607	28.102728	28.492083	28.742833	28.891154	29.395456	29.081484	28.536561	27.983403	26.885615	25.631959	25.210224	24.503068	23.92898	23.590303
WCI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
WCI	314.50336	368.23443	355.75881	349.83121	361.21511	387.72416	395.01685	328.71127	290.70169	237.17918	196.13061	171.21124	163.68896	159.26777	142.03701	150.23366	166.45839	192.67541	236.12795	266.26498	287.59127	297.45438	305.22367	312.88802
ICLP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ICLP	0.452133	0.5584739	0.5474838	0.5430479	0.5646497	0.5978808	0.5582297	0.4285596	0.3493711	0.2517302	0.177368	0.1363757	0.121409	0.1138669	0.0843087	0.0992536	0.1247554	0.1713346	0.2481288	0.3149406	0.3575686	0.3915008	0.4137735	0.4334318
SI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SI	77.676429	74.901988	74.017456	73.494869	72.781814	73.47101	78.436146	84.001013	87.013846	90.360885	92.454277	92.902591	93.565435	93.895226	94.937465	94.234762	93.078059	91.925123	88.964702	85.26141	83.769937	81.465456	80.157309	79.579051

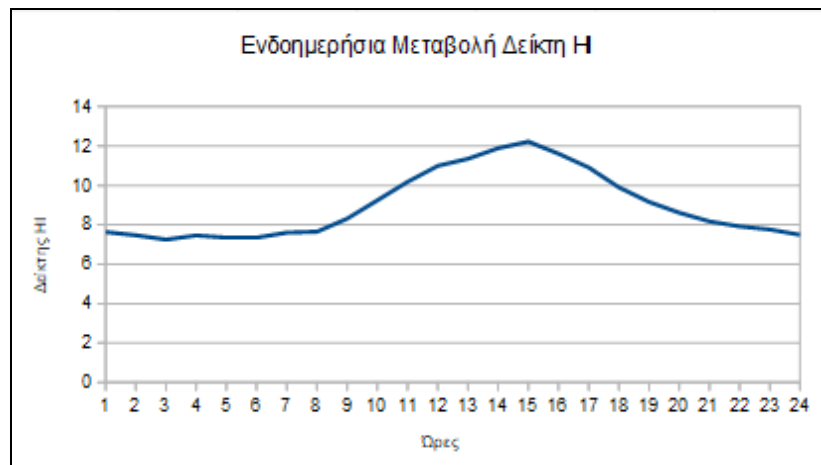
Υπολογισμός Βιοκλιματικών δεικτών για την 10η Ιουνίου 1994-2003

20 th June of 1994-2003																								
MEAN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Rel. Humidity	66.2	66.1	67.5	68.3	68.9	70	67.1	63.5	57.7	54.9	54.1	51.7	49.9	49	49.4	51.3	51	53.7	59.3	63.1	66.2	68.4	67	65.6
Temperature	20.66	20.2	19.71	19.39	19.19	19.55	21.09	22.93	24.66	25.98	26.51	27.62	28.17	27.93	28.37	28.29	27.55	26.22	25.07	24.2	23.45	22.75	22.4	22.02
Velocity	5.875	5.8375	8.7125	5.9625	4.775	5.375	6	7.7	7.3125	7.9375	7.5625	9.9375	9.2	9.9375	9.8875	10.0625	9.875	7.6875	7.15	7	5	4.375	3.625	3.625
HI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
HI	74.699563	74.760812	19.71	19.39	19.19	19.55	74.55011	76.161787	78.308834	80.102892	81.098913	82.707962	83.539128	82.912802	83.869221	84.040724	82.470988	80.403558	78.876682	77.589067	76.423621	75.354431	75.252059	75.221884
In celcius	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
In celcius	23.721979	23.756007	19.71	19.39	19.19	19.55	23.63895	24.534326	25.72713	26.723829	27.277174	28.17109	28.632849	28.28489	28.816234	28.911513	28.039438	26.890865	26.042601	25.32726	24.679799	24.085795	24.028921	24.012158
WCI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
WCI	413.51319	428.33262	483.07713	450.67422	442.10833	442.03789	400.92533	292.72011	250.52905	225.82683	200.44921	177.40245	188.89916	171.70295	175.88413	202.82411	240.40879	277.04184	306.08545	308.56004	321.75893	318.85156	330.28208	
ICLP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ICLP	0.5836433	0.6120047	0.6742627	0.6587581	0.6577518	0.6457311	0.5983993	0.462749	0.3500697	0.273402	0.2301376	0.1865275	0.1465819	0.1670486	0.13764	0.1452852	0.1904916	0.2558973	0.3225521	0.3755486	0.3936247	0.4259176	0.4295068	0.4533842
SI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SI	76.044139	74.698188	73.421939	72.562874	72.030164	73.203827	77.409002	82.181334	85.947863	88.924709	90.422303	92.493373	93.448559	92.590983	93.828462	94.138351	92.13034	89.290908	87.402397	85.722472	84.168206	82.466346	81.21421	79.901016

Υπολογισμός Βιοκλιματικών δεικτών για την 20η Ιουνίου 1994-2003

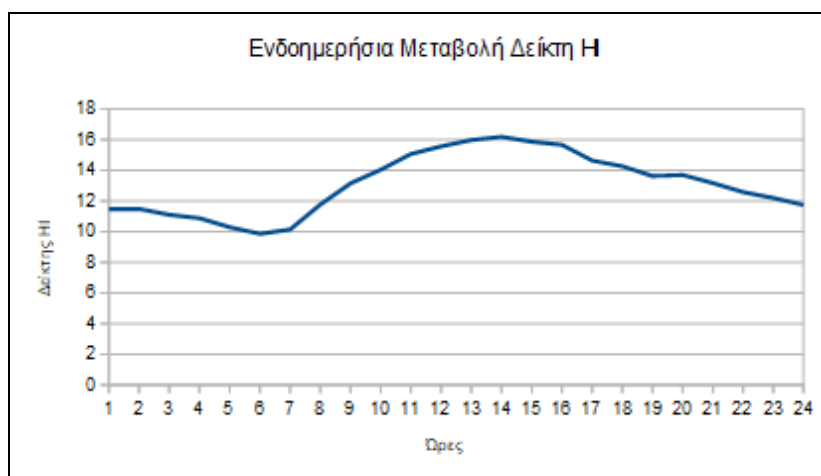
4.2 Δημιουργία Διαγραμμάτων

Τέλος, έγινε η δημιουργία διαγραμμάτων των βιοκλιματικών δεικτών, για καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων και για πιο εύκολη σύγκριση τιμών. Δημιουργήθηκαν συνολικά 144 διαγράμματα, δηλαδή, 12 διαγράμματα για κάθε μήνα. Μέσα σε κάθε μήνα δημιουργήθηκαν 4 διαγράμματα για κάθε βιοκλιματικό δείκτη για κάθε μία από τις ημερομηνίες 1η, 10η και 20η. Στη συνέχεια, επειδή δεν είναι δυνατό να παρατεθούν 144 διαγράμματα, επιλέχθηκαν κάποια αντιπροσωπευτικά για την εργασία αυτή.



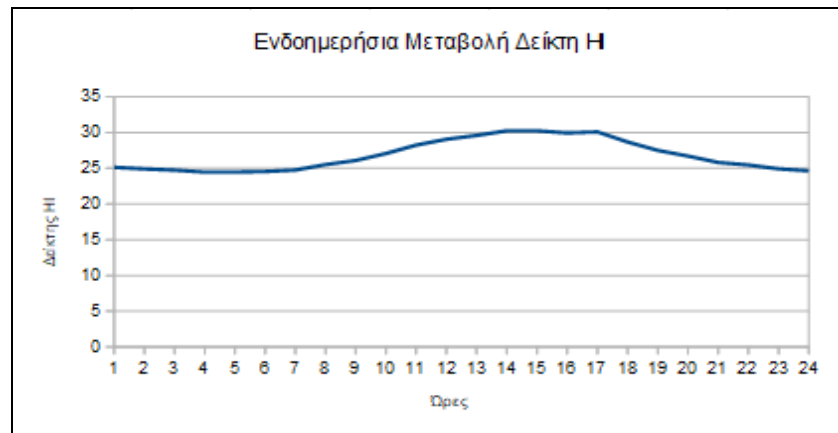
Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη HI για τις 10 Ιανουαρίου 1994 - 2003

Ο δείκτης δυσφορίας (HI) βλέπουμε πως κατά τη διάρκεια της 10ης Ιανουαρίου, μέρας χειμώνα, είναι φυσιολογικός. Οι θερμοκρασίες που αισθάνεται ο άνθρωπος ανάλογα με την υγρασία κυμαίνονται σε καλές για την εποχή επίπεδα. Οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες που αισθάνεται ο άνθρωπος είναι λίγο πιο πάνω από 12°C το μεσημέρι και οι χαμηλότερες είναι αργά τη νύχτα λίγο πιο κάτω από 8°C



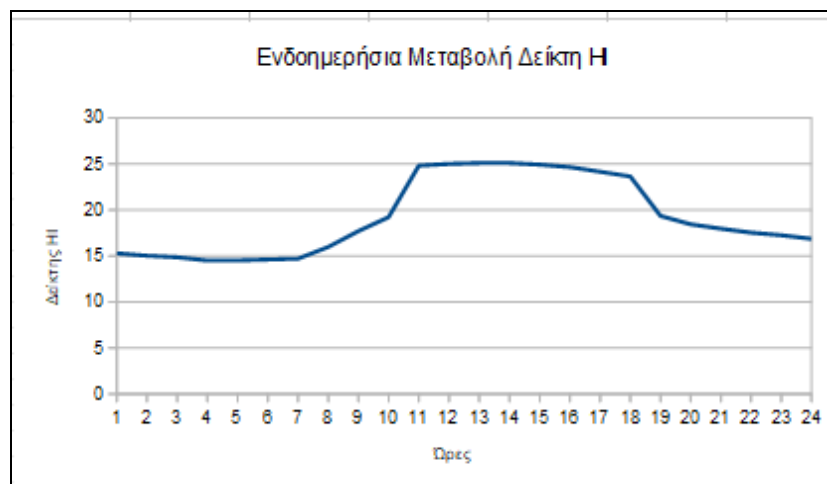
Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη HI για τις 10 Απριλίου 1994 - 2003

Ο δείκτης δυσφορίας (HI) βλέπουμε πως κατά τη διάρκεια της 10ης Απριλίου, μέρας άνοιξης, είναι φυσιολογικός. Οι θερμοκρασίες που αισθάνεται ο άνθρωπος ανάλογα με την υγρασία κυμαίνονται σε καλές για την εποχή επίπεδα. Οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες που αισθάνεται ο άνθρωπος είναι λίγο πιο πάνω από 16°C το μεσημέρι και οι χαμηλότερες είναι αργά τη νύχτα λίγο πιο κάτω από 10°C



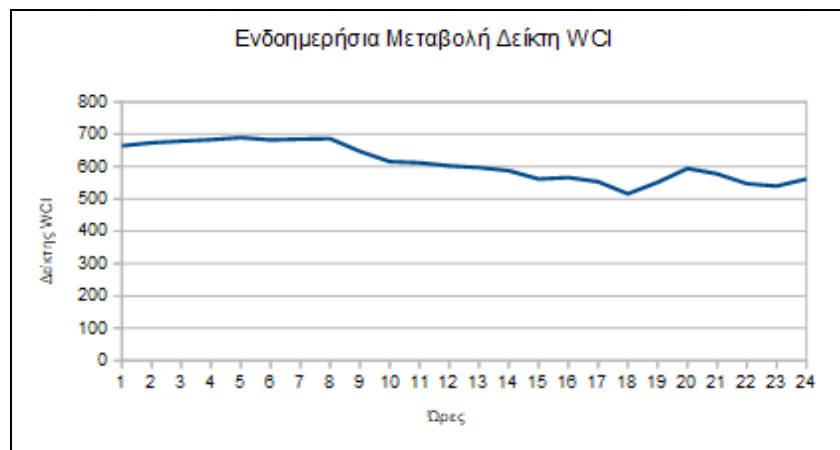
Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη HI για τις 10 Ιουλίου 1994 - 2003

Ο δείκτης δυσφορίας βλέπουμε πως κατά τη διάρκεια της 10ης Ιουλίου, μέρας καλοκαιριού, είναι φυσιολογικός. Οι θερμοκρασίες που αισθάνεται ο άνθρωπος ανάλογα με την υγρασία κυμαίνονται σε καλές για την εποχή επίπεδα. Οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες που αισθάνεται ο άνθρωπος είναι λίγο πιο πάνω από 30°C το μεσημέρι και οι χαμηλότερες είναι αργά τη νύχτα λίγο πιο κάτω από 25°C



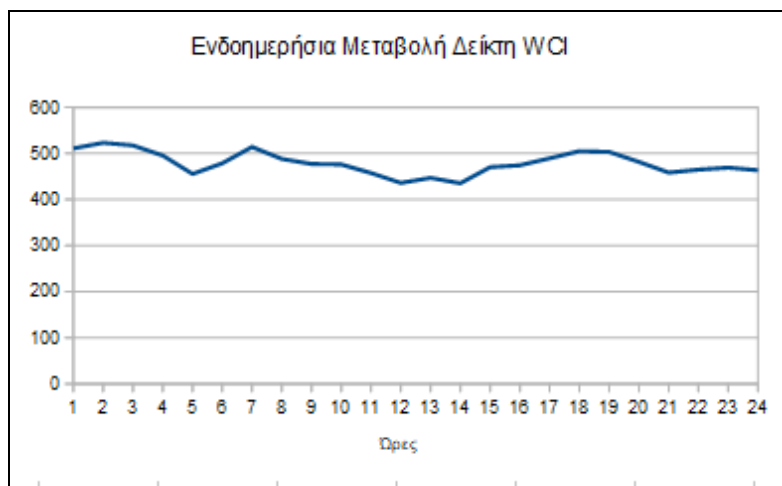
Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη HI για τις 10 Οκτωβρίου 1994 - 2003

Ο δείκτης δυσφορίας βλέπουμε πως κατά τη διάρκεια της 10ης Οκτωβρίου, μέρας φθινοπώρου, είναι φυσιολογικός. Οι θερμοκρασίες που αισθάνεται ο άνθρωπος ανάλογα με την υγρασία κυμαίνονται σε καλές για την εποχή επίπεδα. Εδώ παρατηρούμε μία ελαφρώς απότομη εκτίναξη του δείκτη δυσφορίας τις μεσημβρινές ώρες. Οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες που αισθάνεται ο άνθρωπος είναι λίγο πιο πάνω από 25°C το μεσημέρι και οι χαμηλότερες είναι αργά τη νύχτα λίγο



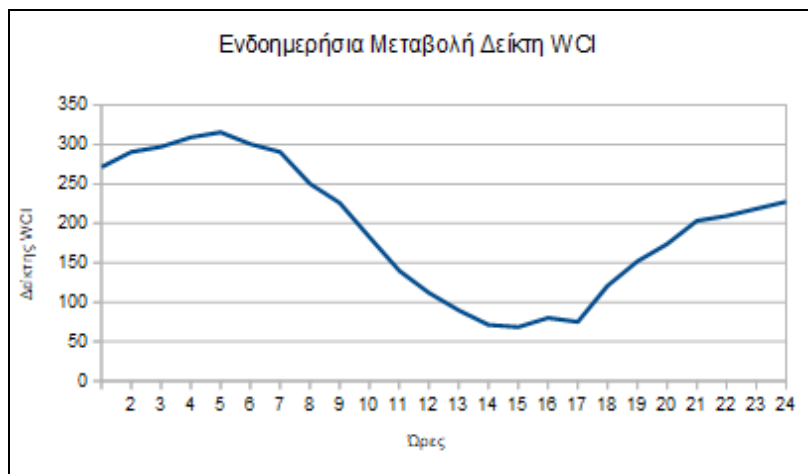
Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη WCI για τις 10 Ιανουαρίου 1994 - 2003

Ο δείκτης WCI κωδικοποιεί την απώλεια θερμότητας του ανθρώπου κατά την χειμερινή περίοδο. Στο διάγραμμα αυτό για την 10η του Γενάρη ο δείκτης κυμαίνεται από 500 ως 700 περίπου και αυτό μας δείχνει ότι η θερμική αίσθηση του ανθρώπου είναι "δροσερή"



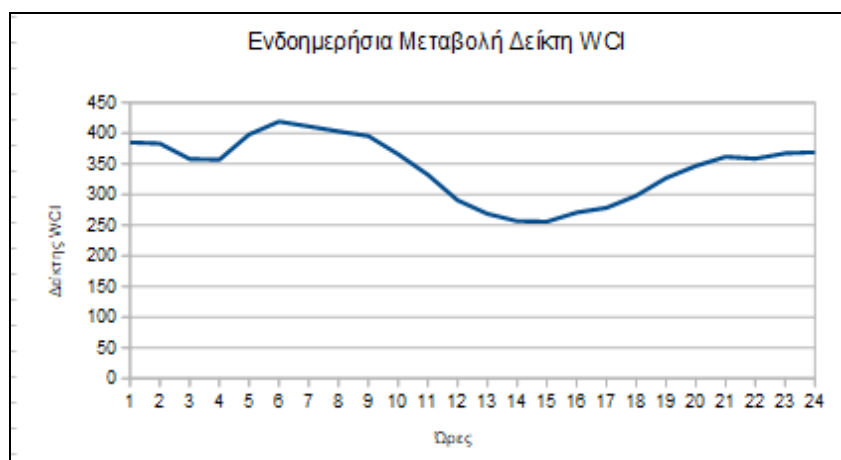
Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη WCI για τις 10 Απριλίου 1994 - 2003

Στο διάγραμμα αυτό για την 10η του Απρίλη ο δείκτης κυμαίνεται από 400 ως λίγο πιο πάνω από 500 περίπου και αυτό μας δείχνει ότι η θερμική αίσθηση του ανθρώπου είναι "άνετη"



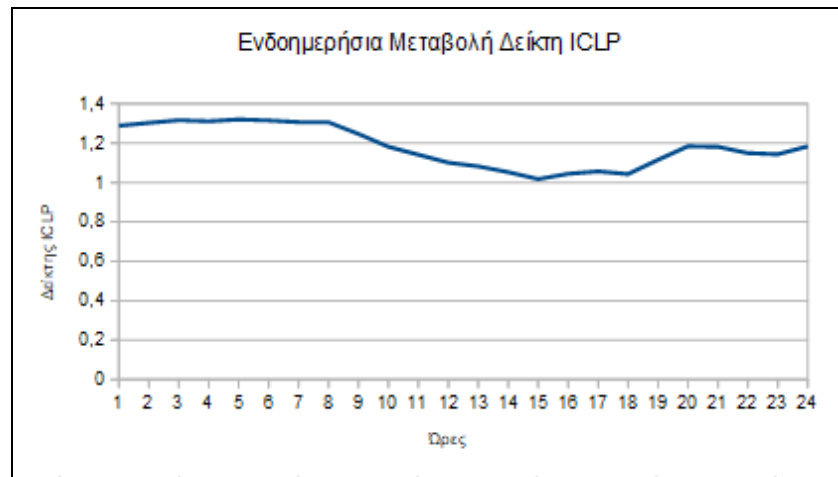
Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη WCI για τις 10 Ιουλίου 1994 - 2003

Στο διάγραμμα αυτό για την 10η του Ιουλίου, καλοκαιρινού μήνα, ο δείκτης κυμαίνεται από 60 ως λίγο πιο πάνω από 300 περίπου και αυτό μας δείχνει ότι η θερμική αίσθηση του ανθρώπου αρχίζει να γίνεται "καυτή" τις μεσημβρινές ώρες της ημέρας.



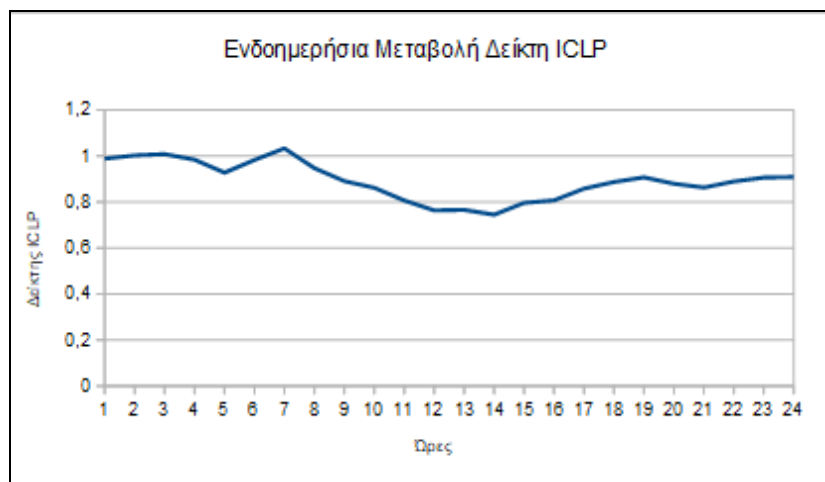
Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη WCI για τις 10 Οκτωβρίου 1994 - 2003

Στο διάγραμμα αυτό για την 10η του Οκτώβρη, φθινοπωρινού μήνα, ο δείκτης κυμαίνεται από 250 ως λίγο πιο πάνω από 400 περίπου και αυτό μας δείχνει ότι η θερμική αίσθηση του ανθρώπου είναι "άνετη".



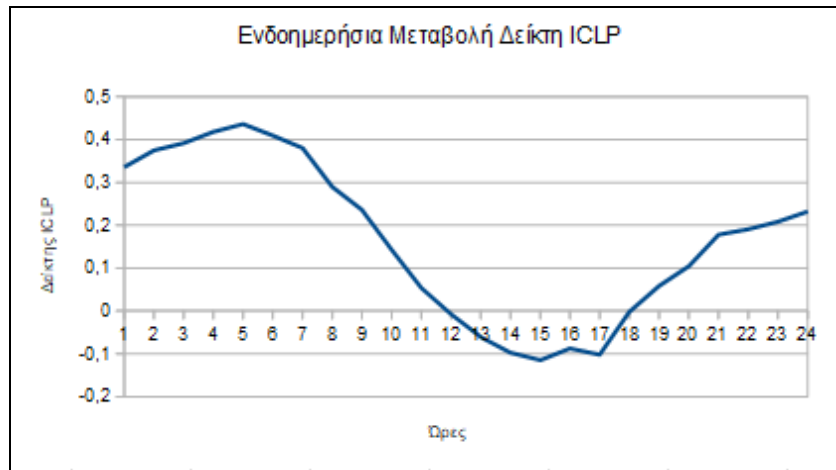
Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη ICLP για τις 10 Ιανουαρίου 1994 - 2003

Ο δείκτης Iclp προσδιορίζει προσεγγιστικά την προβλεπόμενη τιμή της θερμικής μόνωσης που θα πρέπει να παρέχουν τα ενδύματα, ώστε το άτομο να διατηρήσει τη θερμική του άνεση. Σε αυτό το διάγραμμα για την 10η του Ιανουαρίου (χειμώνας) της δεκαετίας, ο δείκτης κυμαίνεται από 1 έως περίπου 1,3 και αυτό μεταφράζεται σε "ουδέτερη" ως "δροσερή" θερμική μόνωση.



Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη ICLP για τις 10 Απριλίου 1994 - 2003

Σε αυτό το διάγραμμα για την 10η του Απριλίου (άνοιξη) της δεκαετίας, ο δείκτης κυμαίνεται από 0,7 έως περίπου 1 και αυτό μεταφράζεται σε "ουδέτερη" θερμική μόνωση.



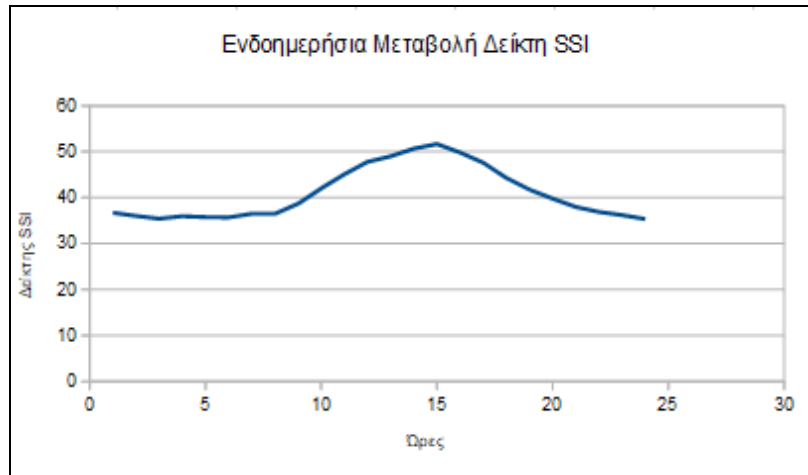
Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη ICLP για τις 10 Ιουλίου 1994 - 2003

Στο διάγραμμα αυτό για τη 10η Ιουλίου, καλοκαιρινού μήνα, οι τιμές της θερμικής μόνωσης παίρνουν ακραίες τιμές και αυτό μεταφράζεται σε "πάρα πολύ ζεστή" θερμική μόνωση.



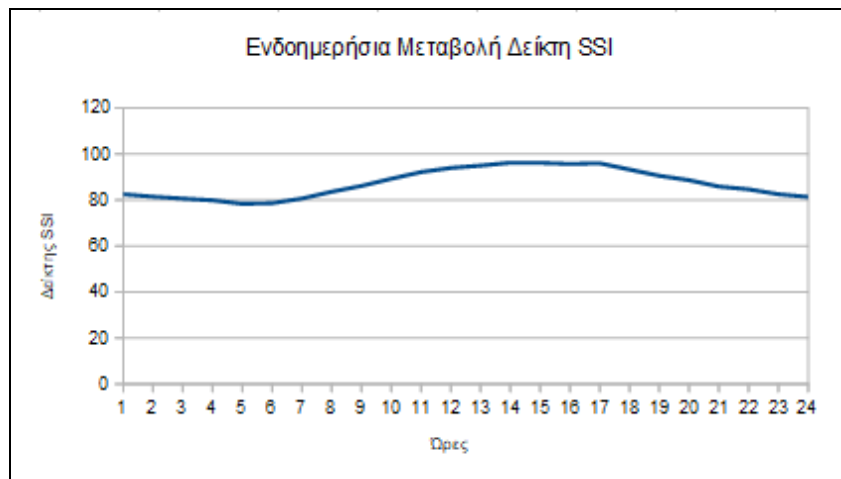
Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη ICLP για τις 10 Οκτωβρίου 1994 - 2003

Σε αυτό το διάγραμμα για την 10η του Οκτώβρη (φθινοπώρου) της δεκαετίας, ο δείκτης κυμαίνεται από 0,3 έως περίπου 0,8 και αυτό μεταφράζεται σε "ζεστή" θερμική μόνωση.



Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη SSI για τις 10 Ιανουαρίου 1994 - 2003

Ο SSI εκτιμά την πραγματική θερμοκρασία που αισθάνονται τα άτομα, προσφέροντας μία εύκολα αναγνωρίσιμη προειδοποίηση για τους κινδύνους που εγκυμονεί η έκθεση των ανθρώπων στη ζέστη. Σε αυτό το διάγραμμα για την 10η Ιανουαρίου από 1994 ως 2003 οι τιμές του SSI είναι αρκετά χαμηλές και αυτό διότι για να δούμε τη λειτουργία του SSI πρέπει να πάρουμε έναν καλοκαιρινό μήνα.



Ενδεικτικό διάγραμμα για τον δείκτη SSI για τις 10 Ιουλίου 1994 - 2003

Σε αυτό το διάγραμμα για τις 10 Ιουλίου οι τιμές του SSI κυμαίνονται από 80 ως λίγο πιο κάτω από 100. Αυτό μας δείχνει ελαφριά ζέστη και το μεσημέρι που η τιμή του πλησιάζει το 100 αυξάνεται η δυσφορία του ανθρώπου στη ζέστη.

Αυτά τα διαγράμματα ήταν ενδεικτικά για να δούμε τη διακύμανση των βιοκλιματικών δεικτών κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η επιλογή διαγραμμάτων για να εισαχθούν στην εργασία, έγινε έτσι ώστε να παρουσιάζονται και οι διακυμάνσεις των δεικτών ανάλογα με τις εποχές του έτους, άνοιξη, καλοκαίρι, φθινόπωρο και χειμώνας.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο συνοψίζονται τα σημαντικά και βασικά συμπεράσματα που απορρέουν από τη δεκαετή μελέτη για την ενδοημερήσια μεταβολή των βιοκλιματικών δεικτών στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Έπειτα από τα προαναφερθέντα βήματα των προηγούμενων κεφαλαίων, της συλλογής των δεδομένων, της στατιστικής επεξεργασίας και ανάλυσης, με τη βοήθεια των εργαλείων του excel, καθώς και της παρουσίασης των αποτελεσμάτων μέσω διαγραμμάτων, εξήχθησαν τα αναγκαία μετεωρολογικά και κλιματολογικά συμπεράσματα για τους βιοκλιματικούς δείκτες.

- Το πρώτο έχει να κάνει με τη διακύμανση του δείκτη δυσφορίας HI, ο οποίος μας δείχνει τη θερμοκρασία που αισθάνεται ο άνθρωπος ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα και της σχετικής υγρασίας. Παρατηρείται πως όσο αυξάνεται η θερμοκρασία αέρα, ή και η υγρασία τόσο πιο μεγάλη δυσφορία θα νιώθει ο άνθρωπος. Παρατηρείται μία αύξηση του δείκτη στο χρονικό διάστημα του μεσημεριού σ' όλες τις εποχές και με μεγαλύτερη μεταβολή στην εποχή του καλοκαιριού. Η μεγαλύτερη αυτή διακύμανση το καλοκαίρι οφείλεται στις υψηλότερες θερμοκρασίες αέρα. Στο δείκτη αυτό, όσο η θερμοκρασία παραμένει κάτω από 20°C, ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται ακριβώς την ίδια θερμοκρασία με του αέρα χωρίς να παίζει ρόλο η υγρασία. Όταν όμως ξεπερνά τους 20°C, τότε η υγρασία παίζει ουσιαστικό ρόλο στην δυσφορία του ανθρώπου. Επίσης και στους ανοιξιάτικους μήνες παρατηρείται επίσης η ημερήσια μεταβολή, εξασθενημένη, όμως, σε σχέση με το καλοκαίρι.
- Το δεύτερο συμπέρασμα σχετίζεται με τον βιοκλιματικό δείκτη WCI, ο οποίος μας κωδικοποιεί την απώλεια θερμότητας του ανθρώπου κατά τη χειμερινή περίοδο σε μονάδες W/m². Παρατηρούμε πως ο δείκτης αυξάνεται με την μείωση της θερμοκρασίας και την αύξηση της ταχύτητας ανέμου. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται μία μείωση του δείκτη τις

μεσημβρινές ώρες σε όλες τις εποχές του χρόνου. Επίσης, ο δείκτης δείχνει τις υψηλότερες τιμές του κατά τους χειμερινούς μήνες που οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες. Ο παράγοντας του ανέμου σχετίζεται με τον δείκτη, όμως επειδή οι άνεμοι δεν ακολουθούν συγκεκριμένο μοντέλο το καλοκαίρι και τον χειμώνα δεν λαμβάνεται ως παράγοντας διαφοροποίησης.

- Ο βιοκλιματικός δείκτης ICLP προσδιορίζει προσεγγιστικά την προβλεπόμενη τιμή της θερμικής μόνωσης που θα πρέπει να παρέχουν τα ενδύματα, ώστε το άτομο να διατηρήσει τη θερμική του άνεση. Για τον δείκτη αυτόν χρησιμοποιούνται δεδομένα θερμοκρασίας αέρα, ταχύτητας ανέμου και μεταβολισμού του ανθρώπινου οργανισμού. Ο δείκτης παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές του κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών και κατά τη διάρκεια των μεσημβρινών ωρών την ημέρας. Είναι φυσικό, αφού με τις υψηλότερες θερμοκρασίες αέρα ο άνθρωπος χρειάζεται όλο και λιγότερη μόνωση στην ενδυμασία του. Οι μεγαλύτερες τιμές του δείκτη εμφανίζεται κατά τους χειμερινούς μήνες και τις πρώτες πρωινές ώρες κατά τη διάρκεια της μέρας, αφού η θερμική μόνωση που χρειάζεται ο άνθρωπος για την προστασία του από το κρύο είναι μεγαλύτερη.
- Το τελευταίο συμπέρασμα προκύπτει από τον βιοκλιματικό δείκτη SSI, ο οποίος εκτιμά την πραγματική θερμοκρασία που αισθάνονται τα άτομα, προσφέροντας μία εύκολα αναγνωρίσιμη προειδοποίηση για τους κινδύνους που εγκυμονεί η έκθεση των ανθρώπων στη ζέστη. Έχει λοιπόν δημιουργηθεί για τους καλοκαιρινούς μήνες του έτους. Χρησιμοποιεί δεδομένα θερμοκρασίας αέρα και σχετικής υγρασίας και παρατηρείται η μεγάλη αύξηση του τους καλοκαιρινούς μήνες, καθώς και τις μεσημβρινές ώρες της μέρας. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία ή/και η υγρασία, αυξάνεται και ο δείκτης. Η προσφορά του στη ζωή των ανθρώπων είναι τεράστια, αφού θέτει σήματα κινδύνου για θερμοπληξίες τις ώρες της μέρας και τους μήνες του χρόνου που προαναφέρθηκαν.

Οι βιοκλιματικοί δείκτες φέρουν την Μετεωρολογία και την Κλιματολογία ένα βήμα πιο κοντά στον άνθρωπο, έτσι ώστε να ζει σε αρμονία με όποιο φυσικό περιβάλλον του δοθεί για να ζήσει. Αρκεί να πάρει τα κατάλληλα μέτρα.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Λαζαρίδης Μ., (2010), Ατμοσφαιρική Ρύπανση με Στοιχεία Μετεωρολογίας, εκδόσεις Τζιόλα

Φλόκας Α., (1997), Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, εκδόσεις Ζητη

Μακρογιάννης Τ., Σαχσαμάνογλου, (2004), Μαθήματα Γενικής Μετεωρολογίας, εκδόσεις Χαρις

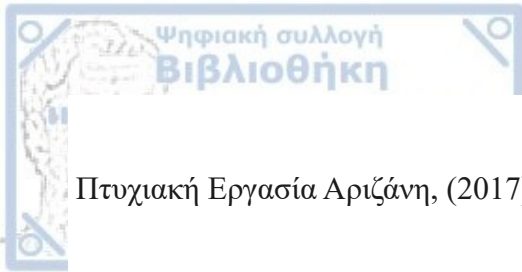
Μαχαίρας Π. & Μπαλαφούτης Χ., (1984), Μαθήματα Γενικής Κλιματολογίας με στοιχεία Μετεωρολογίας, εκδόσεις University Studio Press

Μαχαίρας Π. & Μπαλαφούτης Χ., (1985), Μαθήματα Γενικής Κλιματολογίας με στοιχεία Βιοκλιματολογίας, εκδόσεις Γιαχούδη

Snow Report.gr Μετεωρολογικό Φόρουμ <https://forum.snowreport.gr/forum/%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CF%82-forecast/%CE%BA%CE%B1%CE%B9%CF%81%CF%8C%CF%82-%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC/17161-%CE%B1%CF%80%CF%8C%CE%BB%CF%85%CF%84%CE%B7-%CF%83%CF%87%CE%B5%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%85%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1>

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα Γεωλογίας
<http://www.geo.auth.gr/courses/gmc/1000/thermokrasia.html>

Πτυχιακή Εργασία Γεωργίου Κωνσταντία, (2008), Αξιολόγηση των συνθηκών θερμικής άνεσης σε φυσικό και τεχνητό αίθριο με την εφαρμογή γεωστατικής μεθόδου και τη χρήση του λογισμικού



μοντέλου Rayman

Πτυχιακή Εργασία Αριζάνη, (2017), Μελέτη για τα χαρακτηριστικά του ανέμου στην περιοχή της Θεσσαλονίκης

https://www.researchgate.net/figure/Bioclimatic-indices-formulas-and-classes-definition_tbl1_327158571

Γ.Παπαδόπουλος, Ε.Γεωργίου, Ν.Μάμασης, Μ.Μιμίκου, Εκτίμηση χωρικής κατανομής κλιματικών και βιοκλιματικών δεικτών στην περιοχή της Αττικής με τη χρήση δεδομένων του δικτύου METEONET