

# ΔΕΙΚΤΕΣ ΔΥΣΦΟΡΙΑΣ – www.airquality.gr

των Μάρκου Ι. Ασσαέλ, Ιωάννη Μ. Ασσαέλ, Κωνσταντίνου Ε. Κακοσίμου  
Εργαστήριο Θερμοφυσικών Ιδιοτήτων, Τμήμα Χημικών Μηχανικών Α.Π.Θ.

Οι Δείκτες Δυσφορίας εκφράζουν την ικανοποίηση ή μη, του ανθρώπου από το περιβάλλον και τις επικρατούσες συνθήκες. Δίνουν μια καλή εκτίμηση των συνθηκών που επικρατούν και είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι στις ευπαθείς ομάδες, όπως ηλικιωμένα άτομα, παιδιά, στους ανθρώπους με πνευμονικές παθήσεις π.χ. άσθμα, αθλητές, εργαζόμενους σε εξωτερικούς χώρους και γενικά στις ομάδες ανθρώπων που επηρεάζονται άμεσα από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι δείκτες αυτοί εξαρτώνται άμεσα από

- τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ταχύτητα του ανέμου και τη σχετική νέφωση
- την ηλιακή ακτινοβολία τοπικά και χρονικά, και
- την ενδυμασία και το μεταβολισμό του ανθρώπου σε σχέση και με τις δραστηριότητές του.

Πρόσφατα δημιουργήθηκε ο ιστοχώρος [www.airquality.gr](http://www.airquality.gr), στον οποίο παρατίθενται δύο δείκτες δυσφορίας, ο γενικός δείκτης και ο προσωπικός δείκτης. Ο ιστοχώρος αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Θερμοφυσικών Ιδιοτήτων του τμήματος Χημικών Μηχανικών του ΑΠΘ, και έχει πανελλαδική κάλυψη. Τα απαιτούμενα δεδομένα για τον υπολογισμό των δύο δεικτών συλλέγονται από ένα «έξυπνο», ευέλικτο και πλήρες αυτοματοποιημένο σύστημα ως εξής: Τα μετεωρολογικά δεδομένα για 60 περίπου τοποθεσίες στον Ελλαδικό χώρο λαμβάνονται αυτόματα από τους αντίστοιχους ιδιωτικούς μετεωρολογικούς σταθμούς που αναφέρουν τις μετρήσεις τους σε έναν διεθνή οργανισμό και δημοσιοποιούνται μέσω του [www.wunderground.com](http://www.wunderground.com). Έτσι συλλέγονται online για κάθε δυνατή τοποθεσία, η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα του ανέμου, η σχετική νέφωση και οι γεωγραφικές συντεταγμένες της. Συγχρόνως με βάση τη γεωγραφική θέση υπολογίζεται η ηλιακή ακτινοβολία σύμφωνα με την προτεινόμενη μεθοδολογία, οδηγίες VDI 3787 (1998) & 3789 (2001) και διορθώνεται ανάλογα με την επικρατούσα νέφωση.

Η ιστοσελίδα λειτουργεί σε 2 στάδια, αυτό της συλλογής των δεδομένων και στην συνέχεια της γραφική απεικόνισής τους. Το πρώτο στάδιο επιτυγχάνεται μέσω ενός Xml Parser γραμμένο σε Php5 ο οποίος λειτουργεί μόνιμα στον server (Ubuntu Linux) του Εργαστηρίου. Αυτόματα αναγνωρίζονται οι μετεωρολογικοί σταθμοί κάθε πόλης από την ιστοσελίδα [www.wunderground.com](http://www.wunderground.com) και τα δεδομένα τους καταχωρούνται σε δυναμικές τράπεζες αρχιτεκτονικής MySQL για περαιτέρω επεξεργασία τους. Το επόμενο στάδιο είναι η εμφάνιση των δεδομένων όπως και η γραφική απεικόνισή τους πάνω στον χάρτη της τεχνολογίας Microsoft, Virtual Earth, ο οποίος λειτουργεί μέσω του Javascript API παράλληλα με την Php η οποία διαβάζει τα δεδομένα από τη βάση δεδομένων της MySQL.

Στη συνέχεια δίνεται μια σύντομη περιγραφή των δεικτών που εφαρμόζονται:

## 1) Ο γενικός Δείκτης Δυσφορίας DI (Discomfort Index)

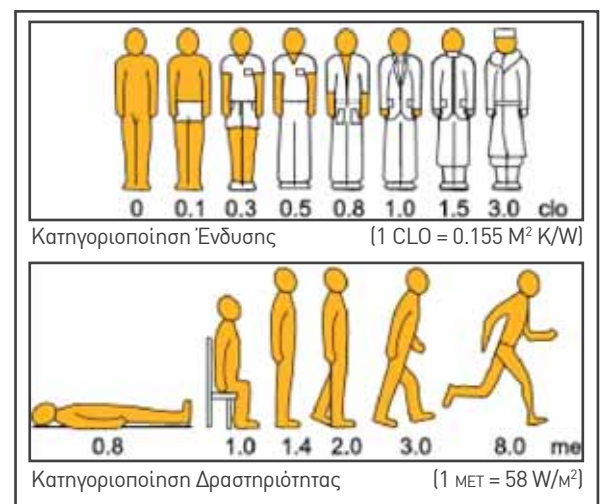
Προτάθηκε από τον Thom το 1959 (Thom, 1959: The Discomfort Index. Weatherwise, 12:57-60) και τροποποιήθηκε το 1978 από τον Besancenot (Besancenot J.P. 1978: Le bioclimat humain de Rio. In: Suchel J.B., E. Altes, J.P. Besancenot, and P. Maheras Eds., Recherches de Climatologie en Milieu Tropical et Mediterranean. Cahier No. 6 du Centre de Recherches de Climatologie, Universite de Dijon, Dijon). Είναι ένας καθαρά εμπειρικός δείκτης, βασίζεται σε μια μεγάλη σειρά παρατηρήσεων και είναι συνάρτηση μόνον της θερμοκρασίας και της υγρασίας του ανέμου, που όπως προαναφέρθηκε συλλέγονται αυτόματα. Ο χρήστης δεν χρειάζεται να εισάγει κανένα επιπλέον στοιχείο. Τα όρια του Δείκτη DI δίνονται στον Πίνακα 1.

Δείκτης Δυσφορίας	DI	Προσωπικός Δείκτης Δυσφορίας PMV	
		+4	Έντονη ζέστη
30.0 < DI	Καύσωνας	+3	Πολύ ζέστη
26.5 < DI < 29.9	Πολύ ζέστη	+2	Ζέστη
20.0 < DI < 26.4	Ζέστη	+1	Ελαφριά ζέστη
15.0 < DI < 19.9	Ουδέτερος	0	Ουδέτερος
13.0 < DI < 14.9	Δροσιά	-1	Ελαφριά δροσιά
-1.7 < DI < 12.9	Κρύο	-2	Δροσιά
DI < -1.7	Πολύ κρύο	-3	Κρύο
		-4	Πολύ κρύο

Πίνακας 1. Όρια Δεικτών

## 2) Ο Προσωπικός Δείκτης Δυσφορίας PMV (Predicted Mean Value)

Προτάθηκε από το Fanger το 1973 (Fanger P.O., 1973. Thermal Comfort, McGraw Hill, New York). Προκύπτει από την εφαρμογή του ενεργειακού ισοζυγίου γύρω από τον άνθρωπο με βάση το μοντέλο MEMI (Munich Energy Balance Model for Individuals). Εκτός από τα δεδομένα που ήδη συλλέγονται αυτόματα, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα του ανέμου και η σχετική νέφωση, καθώς και τον υπολογισμό της ηλιακής ακτινοβολίας, απαιτείται από τον χρήστη να επιλέξει μέσω ενός οικείου τρόπου την ένδυση και τη δραστηριότητα του. Η απλή και φιλική προς το χρήστη μέθοδος επιλογής της ένδυσης και της δραστηριότητας του φαίνεται στα ακόλουθα σχήματα:



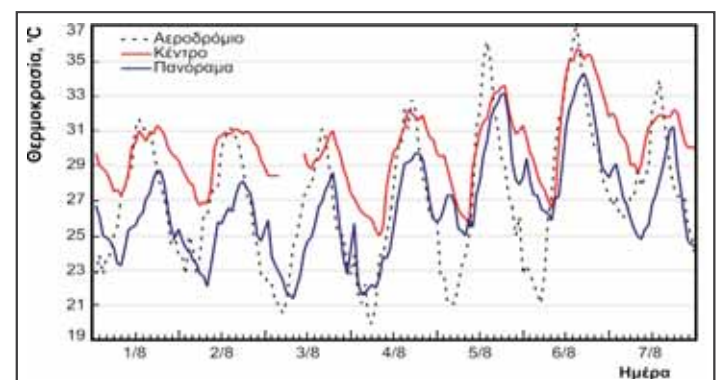
Σχήμα 1. Κατηγοριοποίηση ένδυσης και δραστηριότητας

Τα όρια του Προσωπικού Δείκτη PMV δίνονται στον Πίνακα 1, ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι η ιστοσελίδα υπολογίζει αυτόματα και το αντίστοιχο στατιστικό ποσοστό των ανθρώπων που επίκειται να αισθανθούν δυσφορία (PPD, Predicted Percentage of Dissatisfied).

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται ο ιστοχώρος και οι διαθέσιμες περιοχές μέσω της υπηρεσίας Google Maps. Ο χρήστης μπορεί να μεγεθύνει όποια γεωγραφική περιοχή θέλει και να μετακινήσει αντίστοιχα το χάρτη. Το χρώμα των διαθέσιμων περιοχών είναι χαρακτηριστικό του γενικού Δείκτη Δυσφορίας. Επιλέγοντας μία περιοχή παρουσιάζονται αυτόματα οι τιμές των δύο δεικτών. Επιπρόσθετα, με την επιλογή μιας ένδυσης ή/και δραστηριότητας μπορεί να παρατηρηθεί ο αντίκτυπος στον Προσωπικό Δείκτη Δυσφορίας.

## Εφαρμογή στη Θεσσαλονίκη

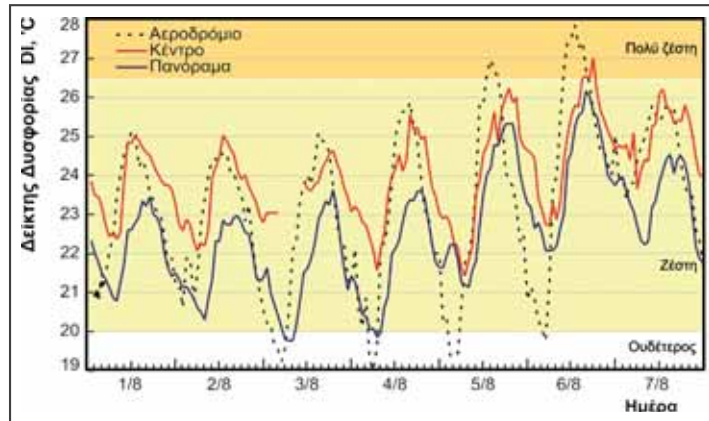
Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται η διακύμανση της θερμοκρασίας στη Θεσσαλονίκη, τυπικά για τις πρώτες δύο εβδομάδες του Αυγούστου 2009. Χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις δύο ιδιωτικών σταθμών (στο κέντρο της πόλης και στο Πανόραμα), και οι μετρήσεις της EMY στο Αεροδρόμιο Μακεδονία. Όπως αναμενόταν η θερμοκρασία στο κέντρο είναι υψηλότερη του Πανοράματος, ενώ οι θερμοκρασίες του Αεροδρομίου παρουσιάζουν εντονότερες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες. Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται η διακύμανση της σχετικής υγρασίας για τις ίδιες εβδομάδες και σταθμούς. Εδώ φαίνεται ότι η υγρασία



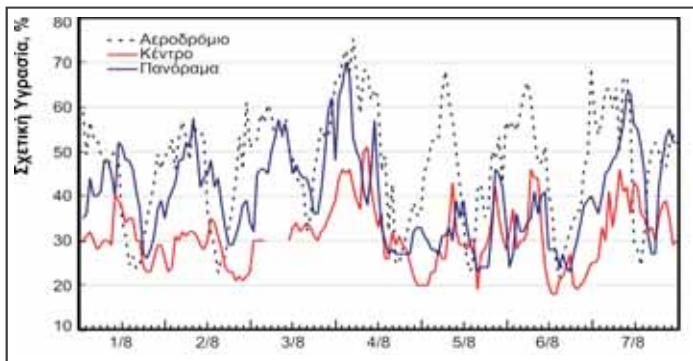
Σχήμα 3



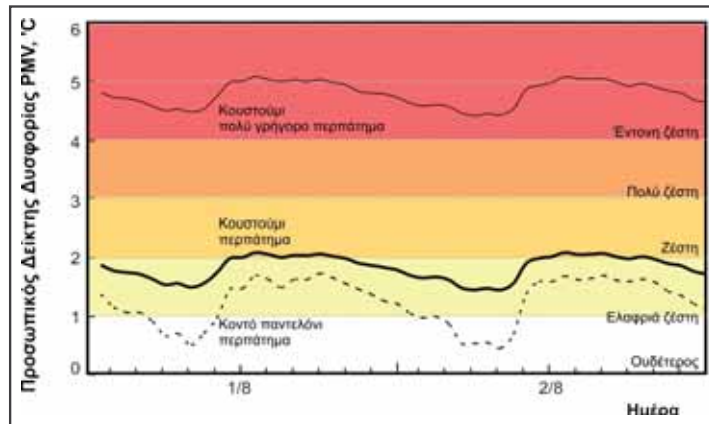
στο Πανόραμα είναι υψηλότερη του κέντρου. Προφανώς, αυτό που έχει ιδιαίτερη σημασία είναι σε ποια περιοχή αισθανόμαστε πιο άνετα, κάτι το οποίο δεν μπορεί να συμπεραθεί μόνο με γνώση της θερμοκρασίας ή της υγρασίας. Ο γενικός Δείκτης Δυσφορίας DI, που υπολογίστηκε με βάση τις μετρήσεις των προαναφερόμενων 2 σχημάτων, παρουσιάζεται στο Σχήμα 5. Φαίνεται καθαρά ότι στο Πανόραμα ο Δείκτης Δυσφορίας έχει τιμές πιο κοντά στο μηδέν, άρα εκεί θα αισθανόμαστε καλύτερα. Βλέπουμε λοιπόν την άμεση εφαρμογή του Δείκτη Δυσφορίας DI και τη χρησιμότητά του. Η αντίστοιχη μελέτη μπορεί να γενικευθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και άλλες περιοχές. Στο Σχήμα 6 παρουσιάζεται ως παράδειγμα, ο υπολογισμός του Προσωπικού Δείκτη Δυσφορίας PMV για τις πρώτες δύο μέρες του Αυγούστου 2009. Οι χαμηλές τιμές αντιπροσωπεύουν τις βραδινές ώρες ενώ οι υψηλές τις μεσημεριανές. Βλέπουμε την ελάττωση του δείκτη, που σημαίνει ότι αισθανόμαστε καλύτερα, αν αντί κουστουμιού φορέσουμε κοντό παντελόνι. Επίσης πόσο έντονα θα αισθανθούμε τη ζέση αν χρειαστεί να προχωρήσουμε πολύ γρήγορα ενώ φορούμε κουστούμι. Δηλαδή ουσιαστικά βλέπουμε, με ένα εύκολο τρόπο, την ποσοτικοποίηση της αίσθησης των περιβαλλοντικών συνθηκών. Ευχαριστούμε ιδιαίτερα τους ιδιωτικούς σταθμούς που παρέχουν τις μετρήσεις τους ελεύθερα στο δίκτυο ([greek.wunderground.com](http://greek.wunderground.com)).



Σχήμα 5



Σχήμα 4



Σχήμα 6

**on-line Δείκτες Δυσφορίας**

Ο Δείκτης Δυσφορίας εκφράζει την ικανοποίηση ή μη του ανθρώπου από το περιβάλλον και τις επικρατούσες συνθήκες.

**Προσωπικός Δείκτης Δυσφορίας PMV**  
Αυτόματα συλλέγονται θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία και εσείς επιλέγετε κόνιτσας κλικ, την ένδυση, την δραστηριότητα και την τοποθεσία

+4	έντονη ζέση
+3	πολύ ζέση
+2	ζέση
+1	ελαφριά ζέση
0	ουδέτερος
-1	ελαφριά δροσιά
-2	δροσιά
-3	κρύο
-4	πολύ κρύο

[www.airquality.gr](http://www.airquality.gr)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΕΡΜΟΦΥΣΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ - Α.Π.Θ.

**Γενικός Δείκτης Δυσφορίας DI**  
Αυτόματα συλλέγονται θερμοκρασία και υγρασία και εσείς επιλέγετε μόνον την τοποθεσία

30.0 < DI	καύσινας
26.5 < DI < 29.0	πολύ ζέση
20.0 < DI < 26.5	ζέση
15.0 < DI < 20.0	ουδέτερος
13.0 < DI < 15.0	δροσιά
-1.7 < DI < 13.0	κρύο
DI < -1.7	πολύ κρύο

Σχήμα 2