

# ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΣΤΟ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟ ΑΤΤΙΚΗΣ (ΜΕΤΕΟΝΕΤ)

Νίκος Μαμάσης, Λέκτορας  
Χρυσούλα Παπαθανασίου, Πολιτικός μηχανικός  
Μαρία Μιμίκου, Καθηγήτρια

Ε.Μ.Π., Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το δίκτυο ΜΕΤΕΟΝΕΤ αναπτύχθηκε και λειτουργεί από το Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων του ΕΜΠ. Πρόκειται για ένα δίκτυο δέκα υδρομετεωρολογικών σταθμών, το οποίο καλύπτει την ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου της Αττικής. Οι μετρήσεις υδρομετεωρολογικών παραμέτρων επαναλαμβάνονται τακτικά και αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων, ενώ στη συνέχεια επεξεργάζονται κατάλληλα και τα επιμέρους αποτελέσματα διατίθενται στο διαδίκτυο. Το σύστημα αποσκοπεί στην παρακολούθηση και καταγραφή των υδρομετεωρολογικών και των βιοκλιματικών συνθηκών της περιοχής και στην επιστημονική εκμετάλλευση των δεδομένων τόσο για την εξυπηρέτηση της ακαδημαϊκής έρευνας και της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όσο και για την εκπόνηση μελετών.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το ΜΕΤΕΟΝΕΤ είναι ένα δίκτυο δέκα αυτόματων τηλεμετρικών υδρομετεωρολογικών σταθμών, εγκατεστημένο ώστε να καλύπτει την ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου Αττικής. Το δίκτυο λειτουργεί από το 2005 και σε κάθε σταθμό είναι εγκατεστημένοι αισθητήρες μέτρησης των σημαντικότερων υδρομετεωρολογικών παραμέτρων (βροχόπτωσης, θερμοκρασίας, υγρασίας, συνιστωσών του ανέμου κλπ). Η εγκατάσταση των σταθμών έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Διεθνούς Μετεωρολογικού Οργανισμού (WMO, 1983). Οι μετρήσεις επαναλαμβάνονται κάθε 10 λεπτά, αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων και είναι προσβάσιμες από το διαδίκτυο, στο δικτυακό τόπο <http://meteonet.chi.civil.ntua.gr>. Η πάγια ενημέρωση του δικτύου

πραγματοποιείται κατά κανόνα τρεις φορές στη διάρκεια του εικοσιτετραώρου, με εξαίρεση τις μέρες που παρατηρούνται σημαντικά επεισόδια βροχόπτωσης, οπότε και η ενημέρωση πραγματοποιείται συχνότερα.

Πάνω στη βάση δεδομένων έχουν αναπτυχθεί συστήματα: (1) επιφανειακής ολοκλήρωσης των μεταβλητών, (2) στατιστικής επεξεργασίας των μετρήσεων, (3) υπολογισμού βιοκλιματικών δεικτών και (4) διαχείρισης των ιστορικών πρωτογενών και παράγωγων δεδομένων. Οι επεξεργασίες αυτές είναι διαθέσιμες από το διαδίκτυο με τη μορφή αρχείων, διαγραμμάτων και χαρτών.

Ο κύριος στόχος του συστήματος είναι η μέτρηση των υδρομετεωρολογικών μεταβλητών και η εκτίμηση των βιοκλιματικών δεικτών στην περιοχή της Αττικής. Το δίκτυο συμβάλει: (α) στην ενίσχυση της εκπαιδευτικής διαδικασίας στους επιστημονικούς τομείς των υδατικών πόρων και του περιβάλλοντος, με τη χρήση των δεδομένων και την επίσκεψη στους σταθμούς από φοιτητές, (β) στην εκμετάλλευση των δεδομένων από επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων και την εισαγωγή τους σε μοντέλα (μετεωρολογικά, πλημμυρών κλπ), (γ) στην παρακολούθηση των υδρολογικών και κλιματικών χαρακτηριστικών της Αττικής, με τη σταδιακή κατάρτιση αξιόπιστων χρονοσειρών όλων των απαιτούμενων μεταβλητών και (δ) στην παρουσία των βιοκλιματικών δεικτών στο ευρύ κοινό.

## 2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕΤΕΟΝΕΤ

Οι δέκα σταθμοί του δικτύου ΜΕΤΕΟΝΕΤ φαίνονται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1. Οι θέσεις των δέκα σταθμών του ΜΕΤΕΟΝΕΤ.

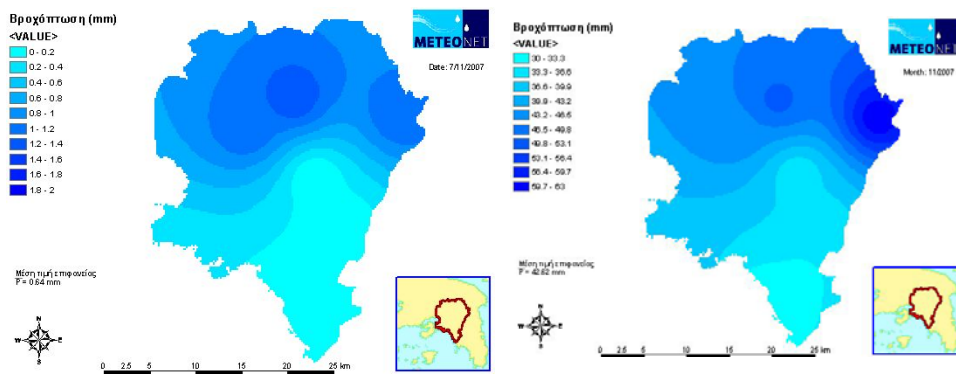
Σε κάθε σταθμό είναι εγκατεστημένοι αισθητήρες μέτρησης: (1) βροχόπτωσης (πρωτεύων και δευτερεύων βροχογράφος), (2) θερμοκρασίας, (3) σχετικής υγρασίας, (4) ταχύτητας - διεύθυνσης - ριπής ανέμου, (5) ηλιακής ακτινοβολίας, (6) καθαρής ακτινοβολίας και (7) διάρκειας ηλιοφάνειας. Η διάταξη των οργάνων σε κάθε σταθμό παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.



Εικόνα 2. Η διάταξη των αισθητήρων σε κάθε σταθμό, όπου [1] ανεμόμετρο και ανεμοδείκτης, [2] πυρηλιόμετρο, [3] πυρανόμετρο, [4] φωτοβολταϊκό στοιχείο, [5] θερμογράφος, [6] πυρακτινόμετρο, [7] καταγραφέας δεδομένων (data logger), [8] εφεδρικός βροχογράφος και [9] πρωτεύων βροχογράφος.

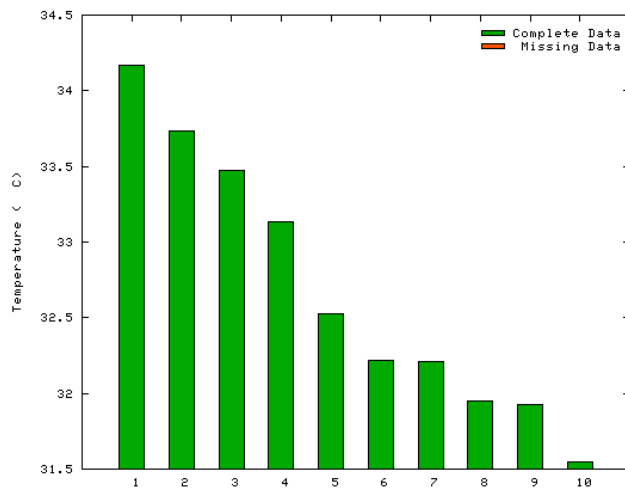
Στις θέσεις που είναι εγκατεστημένοι οι δέκα σταθμοί, παρέχεται η δυνατότητα προβολής των αντίστοιχων σημειακών τιμών. Οι τιμές αυτές μπορούν να αφορούν είτε στην πλέον πρόσφατη ενημέρωση (τρέχουσες μετρήσεις), είτε σε ιστορικά δεδομένα (οποιαδήποτε ημερομηνία από την έναρξη λειτουργίας έκαστου σταθμού).

Οι σημειακές τιμές ολοκληρώνονται τόσο χρονικά όσο και χωρικά, για την παραγωγή επιφανειακών διαγραμμάτων. Συγκεκριμένα, οι δεκάλεπτες μετρήσεις αθροίζονται κατάλληλα, έτσι ώστε να προκύψουν οι αντίστοιχες εκτιμήσεις σε ημερήσια, μηνιαία ή ετήσια βάση. Παράλληλα, εφαρμόζονται επιλεγμένες μέθοδοι παρεμβολής, προκειμένου να εκτιμηθεί η γεωγραφική κατανομή των παραμέτρων στην περιοχή της Αττικής. Έτσι, προκύπτουν χάρτες σε περιβάλλον Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) για κάθε παράμετρο, όπου με τη βοήθεια κατάλληλης χρωματικής κλίμακας γίνεται απεικόνιση των τιμών τους σε κάθε θέση. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει οποιαδήποτε χρονική περίοδο και οποιοδήποτε χρονικό βήμα (δεκάλεπτο, ωριαίο, ημερήσιο, μηνιαίο ή ετήσιο) επιθυμεί για κάθε παράμετρο (βροχόπτωση, θερμοκρασία κλπ). Ενδεικτικοί χάρτες χωροχρονικής ολοκλήρωσης για ημερήσια και μηνιαία επιφανειακή βροχόπτωση παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.



Εικόνα 3. Ημερήσια επιφανειακή βροχόπτωση στις 07/11/2007 (αριστερά) και μηνιαία επιφανειακή βροχόπτωση για το Νοέμβριο του 2007 (δεξιά).

Στο πλαίσιο λειτουργιών του δικτύου METEONET εντάσσεται και η στατιστική επεξεργασία των μέσων επιφανειακών τιμών της βροχόπτωσης, της θερμοκρασίας (ελάχιστη, μέση και μέγιστη) και της σχετικής υγρασίας. Έτσι, προκύπτουν στατιστικά διαγράμματα των μεταβλητών αυτών ανά ημέρα, μήνα και έτος (ημερολογιακό και υδρολογικό). Ενδεικτικά παρατίθεται η Εικόνα 4, όπου παρουσιάζονται οι δέκα ημέρες με τη μεγαλύτερη βροχόπτωση από την έναρξη λειτουργίας του δικτύου. Οι λειτουργίες και οι εφαρμογές του δικτύου METEONET παρουσιάζονται αναλυτικά στους Γραμματικογιάννης (2005) και Παπαθανασίου (2007).



Εικόνα 4. Οι δέκα ημέρες με τη μεγαλύτερη βροχόπτωση από την έναρξη λειτουργίας του δικτύου.

Επιπλέον, τα υδρομετεωρολογικά δεδομένα της βάσης αξιοποιούνται στον υπολογισμό βιοκλιματικών δεικτών στις θέσεις εγκατάστασης των δέκα σταθμών (Παπαδοπούλου, 2006). Στο METEONET υπολογίζονται τρεις βιοκλιματικοί δείκτες: ο Heat Index (HI), ο Summer Simmer Index (SSI) και ο Δείκτης Ξηρότητας de Martone (IDM). Οι δύο πρώτοι δείκτες ποσοτικοποιούν την αίσθηση δυσφορίας των ανθρώπων κατά τη διάρκεια των θερμών εποχών, με το συνδυασμό των τιμών θερμοκρασίας και υγρασίας. Ο Δείκτης Ξηρότητας de Martone είναι από τους ευρέως χρησιμοποιούμενους βιοκλιματικούς δείκτες και χρησιμοποιείται για το χαρακτηρισμό των ξηρών περιόδων κάποιας περιοχής. Οι τιμές των βιοκλιματικών δεικτών ολοκληρώνονται χωροχρονικά σε περιβάλλον Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών για την παραγωγή βιοκλιματικών χαρτών, που αφορούν πλέον στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής.

Αξίζει να αναφερθεί ότι η επισκεψιμότητα χρηστών στον κόμβο διαδικτύου του METEONET είναι ιδιαίτερα μεγάλη. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι ο αριθμός των επισκέψεων από 8.847 το πρώτο έτος (2005) ανήλθε σε 49.589 το δεύτερο έτος (2006), ενώ το τρίτο έτος (2007) καταγράφηκαν 39.927 επισκέψεις. Όσον αφορά στη χώρα προέλευσης των επισκεπτών, η πλειοψηφία των επισκέψεων πραγματοποιείται από την Ελλάδα, ενώ μεγάλος αριθμός επισκέψεων πραγματοποιείται από τον Καναδά, το Ηνωμένο Βασίλειο, τη Γερμανία και την Κύπρο.

### 3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το METEONET αποτελεί ένα σύγχρονο δίκτυο μέτρησης υδρομετεωρολογικών παραμέτρων στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής, το οποίο συμβάλει στην ενημέρωση του κοινού, την ενίσχυση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και την τροφοδότηση των επιστημόνων με πρόσφατα και αξιόπιστα δεδομένα. Τα στατιστικά στοιχεία σχετικά με την επισκεψιμότητα του δικτυακού τόπου του METEONET και ειδικότερα ο σημαντικός αριθμός των επισκέψεων τόσο από την Ελλάδα όσο και από το εξωτερικό υποδεικνύουν την ανταπόκριση που βρήκε το δίκτυο στους χρήστες. Το δίκτυο συντηρείται με πόρους του Εργαστηρίου Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων και για το σκοπό αυτό καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια από τα μέλη του Εργαστηρίου. Όσον αφορά στη χωρική του ανάπτυξη, το δίκτυο είναι ιδιαίτερα ικανοποιητικό. Στο μέλλον σχεδιάζεται η πρόσθεση αισθητήρων μέτρησης ποιοτικών παραμέτρων, καθώς και η περαιτέρω επιστημονική του εκμετάλλευση με την επέκταση των εφαρμογών του σε νέα πεδία συναφών επιστημονικών τομέων.

### ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Γραμματικογιάννης, Α., «Διερεύνηση υδρομετεωρολογικών μεταβλητών στην Αθήνα – Πιλοτική εφαρμογή του συστήματος METEONET», Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (υπό την επίβλεψη της Καθ. Μ. Μιμίκου), Διατμηματικό – Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα (2005).

Παπαδοπούλου, Γ., «Χωρική απεικόνιση κλιματικών και βιοκλιματικών δεικτών στην περιοχή της Αττικής με το σύστημα METEONET», Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (υπό την επίβλεψη της Καθ. Μ. Μιμίκου), Διατμηματικό – Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα (2006).

Παπαθανασίου, Χ., «Συγκριτική ανάλυση δύο καταγίδων βάσει δεδομένων μετεωρολογικού ραντάρ και δικτύου βροχογράφων στην περιοχή της Αττικής», Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (υπό την επίβλεψη της Καθ. Μ. Μιμίκου), Διατμηματικό – Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π., Αθήνα (2007).

World Meteorological Organization (WMO), Guide to Hydrological Instruments and Methods of Observation, Publication 8, Fifth Edition, Geneva, 1983.