

**ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
ΤΟΥ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΚΟΥ
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ
ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

Δ. Κουτσογιάννης, Ν. Μαμάσης και Α. Χριστοφίδης

Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ηρ. Πολυτεχνείου 5, Αθήνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο χώρο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου εγκαταστάθηκε ένας πιλοτικός αυτόματος τηλεμετρικός μετεωρολογικός σταθμός, η λειτουργία του οποίου συμπλήρωσε ήδη την εξαετία. Στο σταθμό αυτό δοκιμάστηκαν ως τώρα διάφοροι τύποι αισθητήρων, αλλά και τεχνικών μέτρησης, καταχώρησης και μεταγωγής δεδομένων και ενεργειακής τροφοδοσίας. Σημαντικό βάρος δόθηκε στην άμεση διαθεσιμότητα και εύκολη πρόσβαση των δεδομένων, επίκαιρων και ιστορικών, σε κάθε ενδιαφερόμενο χρήστη. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι δυνατότητες του Διαδικτύου και αναπτύχθηκαν εφαρμογές πρόσβασης μέσω του Παγκόσμιου Ιστού.

**EXPERIENCE FROM THE OPERATION
OF THE AUTOMATIC TELEMETRIC
METEOROLOGICAL STATION
IN THE NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY**

D. Koutsoyiannis, N. Mamassis and A. Christofides

Dept of Water Resources, Hydraulic and Maritime Engineering
National Technical University, Her. Polytechniou 5, Athens

ABSTRACT

An automatic telemetric meteorological station has been set up in the National Technical University of Athens campus at Zographou, whose operation has completed six years. Several types of sensors and devices for energy supply, as well as techniques for data acquisition, logging and transmission were tested. Emphasis was given to the direct availability and easy access to the data, both real time and historical, for any interested user. To this aim, the Internet was utilised and several software applications were developed to allow data access through the World Wide Web.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Στα 200 και παραπάνω χρόνια που πέρασαν από την εποχή που πρωτοξεκίνησαν οι συστηματικές μετεωρολογικές παρατηρήσεις (με θεμελιωτή τον άγγλο χημικό και φυσιοδίφη John Dalton, που από το 1787 ενέγραψε 900 000 μετεωρολογικές παρατηρήσεις), οι ανάγκες για την πρόγνωση του καιρού, αλλά και οι ανάγκες για την κατασκευή σημαντικών υδραυλικών έργων, οδήγησαν στην ίδρυση και συστηματική λειτουργία εκτεταμένων δικτύων μετεωρολογικών και υδρομετρικών σταθμών σε όλο τον κόσμο [1]. Τα τελευταία 30 χρόνια εξελίσσεται μια επαναστατική αλλαγή στην τεχνολογία των υδρολογικών και μετεωρολογικών μετρήσεων. Συγκεκριμένα, η ανάπτυξη της μικροηλεκτρονικής επέτρεψε την αντικατάσταση των μηχανικών μετρητικών συσκευών με *αυτόματους* ηλεκτρονικούς αισθητήρες και των συμβατικών μηχανικών καταγραφικών συστημάτων με ψηφιακούς καταχωρητές δεδομένων [6]. Παράλληλα η ανάπτυξη των τηλεπικοινωνιών στον τομέα της μεταγωγής δεδομένων επέτρεψε την άμεση μεταβίβαση των μετρήσεων σε μεγάλες αποστάσεις, την ώρα που αυτές λαμβάνονται, κάνοντας έτσι εφικτή την *τηλεμετρία*. Ωστόσο, η επανάσταση αυτή βρίσκεται ακόμη στα πρώτα της βήματα, δεδομένου ότι οι περισσότεροι εγκατεστημένοι μετρητικοί σταθμοί διεθνώς εξακολουθούν να λειτουργούν με συμβατικά όργανα και τεχνικές μέτρησης.

Στην Ελλάδα, οι μετεωρολογικές μετρήσεις ξεκινούν νωρίς μετά την ίδρυση του ελληνικού κράτους, το 1839, και γίνονται συστηματικές και συνεχείς στην Αθήνα από το 1860 (είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι την περίοδο 1884-1890 οι μετρήσεις δημοσιεύονταν στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως). Το 1890 εγκαθίσταται ο μετεωρολογικός σταθμός της Αθήνας στη σημερινή του θέση, στο Λόφο Νυμφών [3, 4]. Ο 20ος αιώνας σηματοδοτεί τη δημιουργία δικτύου μετρητικών σταθμών σε όλη τη χώρα.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 ξεκίνησαν στην Ελλάδα διαδικασίες για τη μετάβαση στις νέες τεχνολογίες υδρομετεωρολογικών μετρήσεων [2]. Στα πλαίσια αυτά εγκαταστάθηκε στο χώρο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου ένας πιλοτικός αυτόματος τηλεμετρικός μετεωρολογικός σταθμός, η λειτουργία του οποίου συμπλήρωσε ήδη την εξαετία. Εξ αρχής ο σταθμός σχεδιάστηκε σαν σύστημα ριζικά διαφορετικό από τα «παραδοσιακά» ελληνικά, που κατά γενική ομολογία χαρακτηρίζονται από βραδείες διαδικασίες τόσο στην ενημέρωση των αρχείων μετρήσεων, όσο και στην παροχή των δεδομένων στους ενδιαφερόμενους, και συχνά από μειωμένη αξιοπιστία των ίδιων των δεδομένων. Ο σχεδιασμός του σταθμού έγινε αρχικά με γνώμονα τις εκπαιδευτικές και ερευνητικές ανάγκες, ενώ στην πορεία προστέθηκε και το κριτήριο της κοινωνικής ενημέρωσης και ωφελιμότητας. Ο εκπαιδευτικός χαρακτήρας του σταθμού επιβάλλει τη συνύπαρξη διαφορετικών τύπων οργάνων, από τα απλά συμβατικά μέχρι τα πιο σύγχρονα ηλεκτρονικά. Η ερευνητική διάσταση του σταθμού κινείται σε δύο επίπεδα: Στο επίπεδο της τεχνολογίας μετρήσεων επιβάλλει τη δοκιμαστική εφαρμογή και αξιολόγηση διαφορετικών πρακτικών και τεχνολογιών μέτρησης (τύποι αισθητήρων, ενεργειακή τροφοδοσία) και χειρισμού (καταχώρησης, μεταγωγής) δεδομένων. Στο επίπεδο των μετρούμενων μετεωρολογικών μεταβλητών, επιβάλλει την αξιοπιστία και πληρότητα των μετρήσεων με μείωση του κινδύνου διακοπής τους (π.χ. λόγω βλάβης).

Σημαντικό βάρος δόθηκε στην άμεση διαθεσιμότητα (π.χ. σε λίγα λεπτά) και εύκολη πρόσβαση των δεδομένων, επίκαιρων και ιστορικών, σε κάθε ενδιαφερόμενο χρήστη. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν οι δυνατότητες του Διαδικτύου (Internet) και αναπτύχθηκαν εφαρμογές πρόσβασης μέσω του Παγκόσμιου Ιστού (WWW). Είναι αξιοπερίεργο το γεγονός ότι το όλο σύστημα είχε ευρύτατη απήχηση όχι μόνο στους ειδήμονες αλλά και στο πλατύ κοινό (στην Ελλάδα και το εξωτερικό), όπως

αποδεικνύεται από τις πολλές καθημερινές προσβάσεις τόσο στα επίκαιρα, όσο και στα ιστορικά δεδομένα.

Ο Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου εγκαταστάθηκε στη νοτιανατολική πλευρά της Πολυτεχνειούπολης, στους πρόποδες του Υμηττού, έξω από τα κτιριακά συγκροτήματα (Σχ. 1), ακολουθώντας γενικά τις προδιαγραφές του World Meteorological Organization [7]. Ο σταθμός λειτούργησε για πρώτη φορά στις 30 Σεπτεμβρίου 1993, στέλνοντας με τηλεμετάδοση στο κτίριο Υδραυλικής, ανά δεκάλεπτο, μετρήσεις για έξι μετεωρολογικές μεταβλητές: θερμοκρασία, σχετική υγρασία, διεύθυνση-ταχύτητα-ριπή ανέμου και βροχόπτωση, ενώ αργότερα ξεκίνησε και η μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης, της ηλιοφάνειας και της ηλιακής ακτινοβολίας. Για την εξασφάλιση της αδιάκοπης παροχής δεδομένων, χωρίς κενά, προωθείται ήδη η ιδέα της διπλής μέτρησης, δηλαδή της χρήσης δύο αισθητήρων για κάθε μεταβλητή, που όπως αποδείχτηκε είναι η μέθοδος που παρέχει τη μέγιστη δυνατή αξιοπιστία.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν δίνεται η τεχνική περιγραφή του σταθμού, από το επίπεδο των οργάνων και συσκευών μέχρι το επίπεδο εφαρμογών λογισμικού, και η αξιολόγηση των τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν.



Σχ. 1: Ο χώρος του σταθμού και τα όργανα μέτρησης. Δεξιά είναι ο ιστός με τις συσκευές του σταθμού. Αριστερά είναι ένας μετεωρολογικός κλωβός με συμβατικά όργανα, και πίσω του ένα συμβατικό εξατμισίμετρο. Στη μέση ένας συμβατικός βροχογράφος.

2 ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Στο χώρο του σταθμού είναι τοποθετημένα δύο αυτόματα τηλεμετρικά υποσύστημα, καθένα από τα οποία αποτελείται από τους αισθητήρες που πραγματοποιούν τις μετρήσεις, τη μονάδα συλλογής που συγκεντρώνει τις μετρήσεις, το κύκλωμα μετάδοσης και το σύστημα ενεργειακής τροφοδοσίας της μονάδας συλλογής. Οι κεντρικές μονάδες

είναι τοποθετημένες πάνω στον ιστό ενώ πάνω σε βραχίονες είναι τοποθετημένοι οι αισθητήρες. Το πρώτο υποσύστημα (Y1) στέλνει τα δεδομένα με τη χρήση ραδιοζεύξης και τροφοδοτείται ενεργειακά από ηλιακό συλλέκτη, ενώ το δεύτερο (Y2) χρησιμοποιεί γραμμή δεδομένων και τροφοδοτείται από γραμμή ρεύματος και εναλλακτικά από συσσωρευτές. Στον Πίν. 1 παρουσιάζονται τα γενικά χαρακτηριστικά του σταθμού και στον Πίν. 2 τα χαρακτηριστικά των οργάνων μέτρησης.

Πίν. 1: Γενικά χαρακτηριστικά του τηλεμετρικού σταθμού.

Γεωγραφικές συντεταγμένες	
Μήκος	23°47'16'' ανατολικό
Πλάτος	37°58'26'' βόρειο
Υψόμετρο	219 μέτρα από τη μέση στάθμη θάλασσας
Διαστάσεις περίφραξης σταθμού	5×8 μέτρα
Μετρούμενες μεταβλητές	Θερμοκρασία, σχετική υγρασία, διεύθυνση-ταχύτητα-ριπή ανέμου, βροχόπτωση, ατμοσφαιρική πίεση, ηλιοφάνεια, ηλιακή ακτινοβολία
Τύποι μονάδων συλλογής	Y1: AANDERAA-Νορβηγικής κατασκευής Y2: DELTA-T-Αγγλικής κατασκευής
Μήνες με περιορισμένη διαθεσιμότητα μετρήσεων	10/93, 9/95, 10/95, 11/95, (διαθεσιμότητα 48%, 79%, 29% και 25% αντίστοιχα)
Ηλεκτρονικές διευθύνσεις σταθμού	
Σελίδες στα ελληνικά	http://www.hydro.ntua.gr/meteo/gr/
Σελίδες στα αγγλικά	http://www.hydro.ntua.gr/meteo/en/
Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο	meteo@hydro.ntua.gr

Στο χώρο του σταθμού είναι εγκαταστημένα και συμβατικά μετεωρολογικά όργανα, τα οποία δεν χρησιμοποιούνται συστηματικά για μετρήσεις, αλλά εξυπηρετούν κυρίως εκπαιδευτικές ανάγκες (επίδειξη στους φοιτητές). Χρησιμοποιούνται ακόμη για λόγους σύγκρισης με τα όργανα νέας τεχνολογίας. Έτσι, στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας [2] συγκρίθηκαν οι αντίστοιχες μετρήσεις των συμβατικών οργάνων και των ψηφιακών αισθητήρων, με στόχο τον έλεγχο της βαθμονόμησης των τελευταίων.

3 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η μονάδα ανάγνωσης αισθητήρων Y1 είναι συνδεδεμένη με πομπό VHF και, κάθε φορά που διαβάζονται οι μετρήσεις των αισθητήρων, αυτές διαβιβάζονται στον πομπό. Το σήμα του πομπού λαμβάνεται από δέκτη VHF τοποθετημένο στην ταράτσα του Εργαστηρίου, και από εκεί μεταβιβάζεται με καλώδιο σε μετατροπέα, ο οποίος μεταβιβάζει τη μέτρηση σε σειριακή θύρα υπολογιστή. Η επικοινωνία είναι μονόδρομη: ο πομπός απλώς εκπέμπει, χωρίς να γνωρίζει τι λαμβάνεται στην άλλη άκρη. Κατά συνέπεια, δεν είναι δυνατός ο έλεγχος σφαλμάτων και έτσι, μερικές φορές οι μετρήσεις λαμβάνονται λανθασμένα. Εξ άλλου, το σύστημα λήψης των δεδομένων δεν μπορεί να αποφασίσει πότε θα ληφθούν τα δεδομένα. Πρέπει λοιπόν να τρέχει διαρκώς πρόγραμμα στον υπολογιστή το οποίο να περιμένει συνεχώς τα δεδομένα που μπορεί να σταλούν στη σειριακή θύρα. Τέλος, δεν υπάρχει τρόπος πρόσβασης σε παλαιότερα δεδομένα. Αν για κάποιο λόγο χαθεί μια μέτρηση, δεν υπάρχει πλέον πρόσβαση σ' αυτήν (παρά μόνο αν διαβαστεί απ' τη μονάδα αποθήκευσης). Το σύστημα λαμβάνει

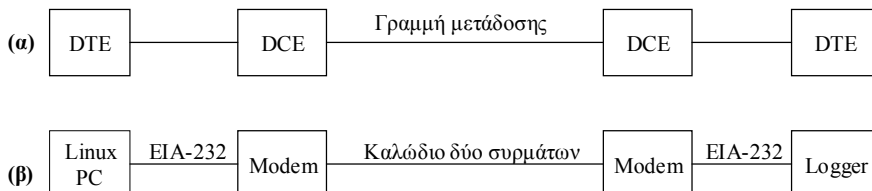
σωστά γύρω στο 95% των μετρήσεων όταν η θερμοκρασία δεν είναι πολύ υψηλή (μέχρι 30°C). Η άνοδος της θερμοκρασίας επηρεάζει αρνητικά την αξιοπιστία της μετάδοσης, με αποτέλεσμα πάνω από τους 35°C η μετάδοση πρακτικά να σταματά.

Πίν. 2: Χαρακτηριστικά των μετρητικών οργάνων.

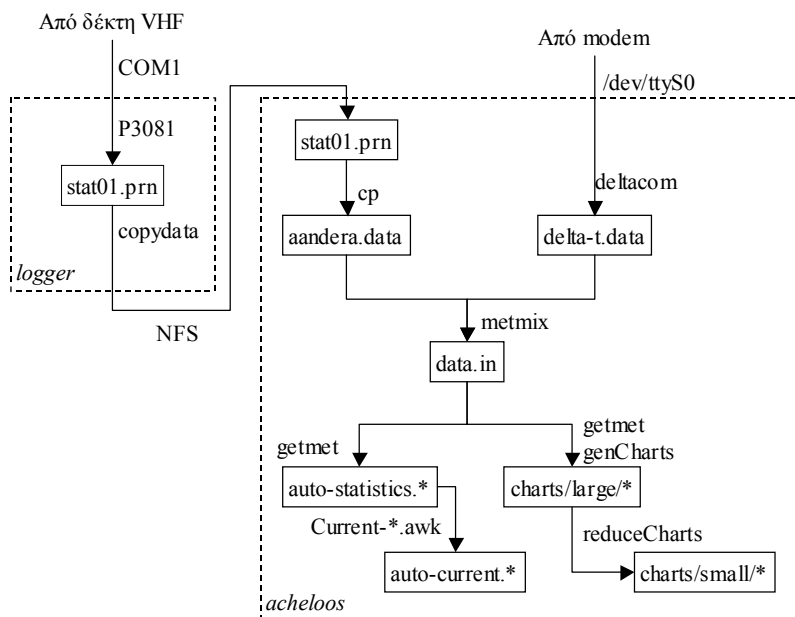
Μεταβλητή	Όργανο*	Κατασκευαστής	Έναρξη μετρήσεων
Ατμοσφαιρική πίεση	Σ-Γ	J. Richard	30/09/1993
	H-Ψ	Aanderaa	19/02/1994
Βροχόπτωση	Σ-Γ	Lambrecht	30/09/1993
	H-A	Env. Measurements	16/11/1998
	H-Ψ	Aanderaa	30/09/1993
Διεύθυνση ανέμου	H-Ψ	Aanderaa	30/09/1993
Ταχύτητα ανέμου	H-Ψ	Aanderaa	30/09/1993
Εξάτμιση	Σ	Αναγνώστου	30/09/1993
Ηλιακή ακτινοβολία	H-A	Kipp& Zonen	16/11/1998
Ηλιοφάνεια	Σ-Γ	Lambrecht	30/09/1993
	H-Ψ	Aanderaa	19/02/1994
Θερμοκρασία	Σ	Lambrecht	30/09/1993
	Σ-Γ	Lambrecht	30/09/1993
	H-A	Skye Instruments	10/12/1998
	H-Ψ	Aanderaa	30/09/1993
Σχετική υγρασία	Σ	Lambrecht	30/09/1993
	Σ-Γ	Lambrecht	30/09/1993
	H-A	Skye Instruments	10/12/1998
	H-Ψ	Aanderaa	30/09/1993

* Σ: Συμβατικό όργανο, Σ-Γ: Συμβατικό όργανο με καταγραφικό, H-Ψ: Ηλεκτρονικός αισθητήρας με ψηφιακό σήμα εξόδου, H-A: Ηλεκτρονικός αισθητήρας με αναλογικό σήμα εξόδου

Η επικοινωνία του υποσυστήματος Y2 με το Εργαστήριο γίνεται μέσω σειριακών θυρών σε κάθε άκρη. Το μοντέλο της επικοινωνίας φαίνεται στο Σχ. 2 και είναι τυπική περίπτωση [5]. Υπάρχουν δύο τερματικοί σταθμοί (Data Terminal Equipment ή DTE), ο καταχωρητής (logger) και ο υπολογιστής, που χρησιμοποιούν το σύστημα μετάδοσης (το καλώδιο) με μεσολάβηση Data Circuit-terminating Equipment (DCE), που στην περίπτωση μας είναι τα modem. Η επικοινωνία είναι αμφίδρομη, πράγμα που την απαλλάσσει από σφάλματα αλλά παρουσιάζει και άλλα πλεονεκτήματα. Ο υπολογιστής μπορεί να δώσει διάφορες εντολές στον καταχωρητή, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα και η πλήρης διαχείριση του τελευταίου από μακριά.



Σχ. 2: Επικοινωνία μεταξύ σταθμού και εργαστηρίου: (α) θεωρητικό μοντέλο, (β) εφαρμογή στο μετεωρολογικό σταθμό.



Σχ. 3: Λογισμικό που χρησιμοποιείται για τη λήψη και επεξεργασία των δεδομένων.

4 ΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Στο Σχ. 3 παρουσιάζεται η πορεία που ακολουθούν τα δεδομένα από τη στιγμή που λαμβάνονται από τους υπολογιστές και η αρχική επεξεργασία που γίνεται σ' αυτά, προκειμένου να είναι έτοιμα για προβολή στο web.

Για την λήψη και επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιούνται δύο υπολογιστές (Σχ. 3). Ο υπολογιστής logger (PC με λειτουργικό σύστημα MS-DOS) συνδέεται μέσω της σειριακής θύρας με το μετατροπέα και στη συνέχεια το δέκτη VHF του υποσυστήματος Y1, ενώ λαμβάνει τα δεδομένα τρέχοντας συνεχώς το πρόγραμμα P3081 και τα προωθεί με το πρόγραμμα copydata (DOS TSR – τρέχει στο παρασκήνιο) στον κύριο υπολογιστή Αχελώο (acheloos). Ο Αχελώος είναι σύστημα Linux, και μεταξύ των πολλών λειτουργιών του είναι και web server του Εργαστηρίου. Σ' αυτόν είναι συνδεδεμένο το modem που λαμβάνει τα δεδομένα από το υποσύστημα Y2, το οποίο οδηγείται από το πρόγραμμα deltacom που τρέχει περιοδικά (ανά 5 λεπτά) μέσω του cron.

Στη συνέχεια υπάρχει μια σειρά προγραμμάτων, όπως φαίνεται στο Σχ. 3, τα οποία διαχειρίζονται τα αρχεία δεδομένων (metmix), παράγουν στατιστικά αποτελέσματα (getmet) και γραφήματα έτοιμα για προβολή στο web (genCharts, reduceCharts). Όλα τα προγράμματα έχουν αναπτυχθεί από την ομάδα λειτουργίας του σταθμού (με εξαίρεση το έτοιμο πρόγραμμα P3081) σε διάφορες γλώσσες προγραμματισμού (Pascal, C, PERL, Unix script).

5 ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Οι πρωτογενείς μετρήσεις από το υποσύστημα Y1 αποθηκεύονται ταυτόχρονα στον καταχωρητή και στο αρχείο που συλλέγει τις τηλεμεταδιδόμενες πληροφορίες. Οι τελικές

χρονοσειρές των δεκάλεπτων μετρήσεων προκύπτουν κυρίως από τα δεδομένα του καταχωρητή, τα οποία όμως συμπληρώνονται από το αρχείο της τηλεμετάδοσης κατά τα χρονικά διαστήματα όπου ο καταχωρητής έχει απομακρυνθεί από το σταθμό για να αντιγραφούν τα δεδομένα που έχει συλλέξει (περίπου μια φορά κάθε 45 μέρες). Οι πρωτογενείς μετρήσεις από το υποσύστημα Y2 αποθηκεύονται ταυτόχρονα στη μονάδα και στο αρχείο που συλλέγει τις πληροφορίες μέσω της γραμμής δεδομένων που αποτελούν και τις τελικές χρονοσειρές των ανά δεκάλεπτο μετρήσεων.

Οι τελικές μετρήσεις των μεταβλητών χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή χρονοσειρών σε ωριαία, ημερήσια, μηνιαία και ετήσια χρονική κλίμακα, ενώ υπολογίζονται και τα στατιστικά χαρακτηριστικά των χρονοσειρών αυτών. Για την καταχώρηση σε ημερήσια κλίμακα, η ημέρα δεν έχει οριστεί ημερολογιακά αλλά κατά το ελληνικό (άτυπο) πρότυπο υδρολογικών παρατηρήσεων, δηλαδή η ημερήσια μέτρηση αφορά στο χρονικό διάστημα από τις 8:00 π.μ. της προηγούμενης ημέρας μέχρι τις 8:00 π.μ. της παρούσας ημέρας, στην οποία και αντιστοιχίζεται η παρατηρημένη τιμή. Αντίστοιχα, η καταχώρηση σε ετήσια κλίμακα γίνεται με βάση το υδρολογικό έτος που ξεκινά την 1η Οκτωβρίου και λήγει στις 30 Σεπτεμβρίου. Η εξαγωγή χρονοσειρών πραγματοποιείται σε περιβάλλον Unix και με τη χρήση προγραμμάτων που γράφτηκαν σε γλώσσα C, ενώ η αποθήκευση και η περαιτέρω επεξεργασία των χρονοσειρών γίνονται σε φύλλα εργασίας Excel. Για κάθε τιμή των χρονοσειρών αυτών καταχωρείται επίσης η αντίστοιχη διαθεσιμότητα μετρήσεων εκφρασμένη σε ποσοστό του χρόνου.

6 Η ΠΡΟΣΒΑΣΗ ΣΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Από το πρώτο στάδιο λειτουργίας του σταθμού, τα δεδομένα ήταν διαρκώς προσβάσιμα μέσω του Διαδικτύου, στην αρχή μέσω της υπηρεσίας finger (τότε δεν είχε καθιερωθεί ακόμη ο παγκόσμιος ιστός) και αργότερα μέσω ιστοσελίδων. Η σχετική ιστοσελίδα του Κέντρου Δικτύων του ΕΜΠ πολύ σύντομα έγινε μια από τις δημοφιλέστερες σελίδες του ΕΜΠ (με ρυθμό που ξεπέρασε τη μία πρόσβαση ανά λεπτό). Για ανταπόκριση στο αυξημένο ενδιαφέρον του κοινού δημιουργήθηκαν λεπτομερείς ιστοσελίδες στα ελληνικά και στα αγγλικά με τα επίκαιρα δεδομένα καιρού. Έτσι διατίθενται στις ιστοσελίδες οι πιο πρόσφατες μετρήσεις, τα στατιστικά στοιχεία του τελευταίου εικοσιτετράωρου, καθώς και διαγράμματα χρονικής εξέλιξης των μετεωρολογικών μεταβλητών κατά το τελευταίο εικοσιτετράωρο (βλ. σχετικές ιστοσελίδες στη διεύθυνση του σταθμού που δίνεται στον Πίν. 1).

Εκτός από την προβολή στο web των επίκαιρων δεδομένων, είναι στη διάθεση του ενδιαφερόμενου κοινού το αρχείο των ιστορικών δεδομένων του σταθμού. Ο ενδιαφερόμενος χρήστης μπορεί να λάβει ιστορικά δεδομένα συμπληρώνοντας μια απλή αίτηση (φόρμα) στο web, την οποία το σύστημα επεξεργάζεται αυτόματα και στέλνει αμέσως με e-mail στο χρήστη τα δεδομένα που θέλει. Διατίθενται ωριαία και ημερήσια δεδομένα για όλα τα προηγούμενα υδρολογικά έτη.

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ως τώρα εμπειρία από τη λειτουργία του σταθμού επιτρέπει τη συναγωγή τριών κύριων συμπερασμάτων: (α) Οι σύγχρονες τεχνολογίες επιτρέπουν τη λήψη, αλλά και την άμεση μεταβίβαση σε απομακρυσμένο κέντρο ελέγχου, αξιόπιστων και χρονικά πυκνών παρατηρήσεων με χαμηλό σχετικά κόστος. (β) Η λειτουργία και συντήρηση ενός σύγχρονου τηλεμετρικού σταθμού προϋποθέτει προσωπικό υψηλής ειδίκευσης και απαιτεί διαρκή ενημέρωση σχετικά με τις τεχνολογικές εξελίξεις. (γ) Για εξασφάλιση

της μέγιστης δυνατής πληρότητας και αξιοπιστίας των μετρήσεων είναι απαραίτητη η χρήση αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ σταθμού και εποπτεύοντος κέντρου, ενώ είναι ιδιαίτερα επιθυμητή η χρήση διπλών αισθητήρων και συσκευών ελέγχου.

Αξιοσημείωτο είναι το μεγάλο ενδιαφέρον του κοινού για τις μετεωρολογικές μετρήσεις, επίκαιρες και ιστορικές. Ο μετεωρολογικός σταθμός της Πολυτεχνειούπολης ανταποκρίθηκε θετικά σε αυτό το ενδιαφέρον παρέχοντας συνεχώς και δωρεάν μέσω του Διαδικτύου όλα τα δεδομένα σε διάφορες μορφές, αξιοποιήσιμες από τους ειδικούς αλλά και καταληπτές από τους μη ειδικούς (ήδη βρίσκεται σε εξέλιξη η υλοποίηση νεότερης έκδοσης του λογισμικού που θα δίνει περισσότερες δυνατότητες). Ελπίζουμε αυτό να αποτελέσει πρότυπο για άλλους σταθμούς αυτού του τύπου (κάτι που ήδη άρχισε να φαίνεται) και να αλλάξει η γενικά προβληματική κατάσταση της χώρας από πλευράς διάθεσης των δεδομένων, πλησιάζοντας προς το αμερικανικό πρότυπο, σύμφωνα με το οποίο τα δεδομένα διατίθεται δωρεάν και άμεσα σε κάθε ενδιαφερόμενο.

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΙΣ

Οι συνθήκες που επέτρεψαν την ίδρυση του μετεωρολογικού σταθμού στην Πολυτεχνειούπολη έχουν σχέση με το ερευνητικό έργο ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ (Φάση 1 ενταγμένη στο κοινοτικό πρόγραμμα STRIDE HELLAS 1991-93 – Επιστημονικός Υπεύθυνος ΕΜΠ Δ. Κουτσογιάννης). Από τα κονδύλια αυτού του έργου (και ειδικότερα από τη συμβολή του Υπουργείου Παιδείας) αγοράστηκαν οι πρώτες συσκευές και τα εξαρτήματα του σταθμού και έγινε η διαμόρφωση του χώρου. Σημαντική ήταν και η οικονομική ενίσχυση του Πρυτανικού Συμβουλίου του ΕΜΠ, ενώ τα τελευταία όργανα χρηματοδοτήθηκαν από το πρόγραμμα ΕΠΕΑΕΚ. Πολλοί συνέβαλαν στην εγκατάσταση και λειτουργία του μετεωρολογικού σταθμού. Ο Κ. Κωνσταντινίδης εγκατέστησε το σταθμό και βοήθησε όποτε υπήρχε βλάβη. Ο Κ. Κουριδάκης κατασκεύασε τη διαμόρφωση του χώρου και της περιφράξης. Ο Ν. Παπακόστας δημιούργησε την πρώτη υπηρεσία finger με δεδομένα καιρού. Ο Π. Χριστιάς ανέπτυξε την πρώτη έκδοση των ιστοσελίδων, καθώς και τα διαγράμματα. Ο Π. Καβαλαγιός ασχολείται ήδη με την νέα έκδοση του υπολογιστικού συστήματος. Η Ρ. Τσουμάνη πραγματοποίησε μετρήσεις με συμβατικά όργανα και συγκρίσεις με τις ενδείξεις των αισθητήρων. Ο Α. Σακελλαρίου και ο Α. Μανέτας πρόσφεραν πρόσθετη υπολογιστική υποστήριξη. Η Ι. Σταματάκη έφτιαξε το χάρτη του σταθμού. Ο Δ. Κουβάς εγκατέστησε τα νέα όργανα και βοήθησε σε διάφορα τεχνικά ζητήματα. Η Α. Πατρικίου επέβλεψε την εμφάνιση των ιστοσελίδων. Ευχαριστίες εκφράζονται επίσης στο Κέντρο Δικτύων του ΕΜΠ για τη βοήθειά του σε θέματα τηλεπικοινωνιών. Πολύ σημαντική συμβολή έχουν οι εκατοντάδες χρήστες που επισκέπτονται τις σελίδες κάθε μέρα και που στέλνουν σχόλια και ερωτήσεις, αφού παρέχουν έτσι το κίνητρο για συνεχή υποστήριξη και βελτίωση του συστήματος.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Κουτσογιάννης, Δ., και Θ. Ξανθόπουλος, *Τεχνική Υδρολογία*, Έκδοση 2, 414 σσ., Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 1998.
2. Τσουμάνη, Ρ., *Αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός του ΕΜΠ στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου*, Διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, 1994.
3. Katsoulis, B. D., and H. D. Kambetizidis, Analysis of the long-term precipitation series at Athens, Greece, *Climatic change*, 14, 263-290, 1989.
4. Koutsoyiannis, D., and G. Baloutsos, Analysis of a long record of annual maximum rainfall in Athens, Greece, and design rainfall inferences, *Natural Hazards* (in press), 1999.
5. Stallings, W., *Data and Computer Communications*, Fifth Edition, Prentice Hall, 1997.
6. Strangeways, I. C., Transmission of hydrometric data by satellite, in *Hydrometry, Principles and Practices*, edited by R. W. Herschy, 2nd edition, Wiley, Chichester, 1999.
7. World Meteorological Organization (WMO), *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*, Publication 8, Fifth Edition, World Meteorological Organization, Geneva, 1983.