

Ο μετεωρολογικός σταθμός του ΕΜΠ

Αντώνης Χριστοφίδης

Ιούνιος 1999

Ο μετεωρολογικός σταθμός ΕΜΠ

Το παρόν τεύχος συντάχθηκε και στοιχειοθετήθηκε στο L^AT_EX από τον Α. Χριστοφίδη.

© 1993-1999 Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Περιεχόμενα

1	Γενική περιγραφή του συστήματος	1
1.1	Εισαγωγή—Ιστορικό	1
1.2	Στόχος και δομή του τεύχους	2
1.3	Γενική περιγραφή	3
2	Ο μετεωρολογικός σταθμός	5
2.1	Γενικά	5
2.2	Οι ψηφιακοί αισθητήρες	5
2.3	Οι αναλογικοί αισθητήρες	7
2.4	Οι μονάδες ανάγνωσης και καταγραφής	8
2.5	Ενεργειακή τροφοδοσία	8
3	Η επικοινωνία με το Εργαστήριο	10
3.1	Γενική περιγραφή	10
3.2	Η ασύρματη επικοινωνία	10
3.3	Η ενσύρματη επικοινωνία	11
4	Γενική περιγραφή του λογισμικού	16
4.1	Γενική περιγραφή	16
5	Το πρόγραμμα deltamom	19
5.1	Εισαγωγή	19
5.2	Για εύκολο ξεκίνημα	19
5.3	Γενική περιγραφή	20
5.4	Αρχείο ρυθμίσεων	22
5.5	Έλεγχος ώρας	24
5.6	Επιστρεφόμενη τιμή	25
5.7	Προβλήματα	25
6	Το πρόγραμμα getmet	28
6.1	Γενική περιγραφή	28
6.2	Αρχείο παραμέτρων	28
6.3	Αρχείο δεδομένων	29
6.4	Μορφή αποτελεσμάτων	30
6.5	Χειρισμός ώρας	31
6.6	Η αναγωγή της πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας	31
6.7	Ο υπολογισμός των beaufort	32

6.8	Επιστρεφόμενη τιμή	33
6.9	Προβλήματα	33
6.10	Ιστορικό	33
7	Το πρόγραμμα mets	36
7.1	Εισαγωγή	36
7.2	Γενική περιγραφή	36
7.3	Μορφές αρχείων	37
7.4	Τρόπος άθροισης πρωτογενούς χρονοσειράς σε ωριαία	38
7.5	Τρόπος άθροισης ωριαίας χρονοσειράς σε ημερήσια	38
7.6	Χειρισμός ώρας	39
7.7	Επιστρεφόμενη τιμή	39
7.8	Προβλήματα	39
8	Λοιπά προγράμματα	40
8.1	Το πρόγραμμα copydata	40
8.2	Το πρόγραμμα metmix	40
8.3	Το πρόγραμμα genCharts	40
8.4	Το πρόγραμμα reduceCharts	40
8.5	Το πρόγραμμα dsu	40
9	Οι ιστοσελίδες	41
9.1	Γενικά	41
9.2	Αρχές αισθητικής και λειτουργικότητας	41
9.3	Σημεία που θέλουν προσοχή	43
10	Επισκέπτες—αλληλογραφία	44

Κεφάλαιο 1

Γενική περιγραφή του συστήματος

1.1 Εισαγωγή—Ιστορικό

Η ιδέα για την εγκατάσταση ενός μετεωρολογικού σταθμού στην Πολυτεχνειούπολη δεν είναι καινούργια. Φαίνεται μάλιστα ότι κάποτε υπήρξε ένας τέτοιος σταθμός έξω από το Εργαστήριο Υδραυλικής, αφού υπάρχουν κάποια απομεινάρια ενός παλιού μετεωρολογικού κλωβού. Ωστόσο, μετεωρολογικές μετρήσεις από αυτόν τον παλιό σταθμό δεν έχουν σωθεί αλλά ούτε ιστορικό των μετρήσεων. Το πιθανότερο είναι ότι αυτός ο σταθμός είχε λειτουργήσει περιστασιακά και για μικρό διάστημα.

Η συγκυρία που επέτρεψε να ξαναμπει μπροστά η ιδέα της ίδρυσης ενός μετεωρολογικού σταθμού στην Πολυτεχνειούπολη έχει σχέση με το ερευνητικό έργο ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ (Φάση 1 ενταγμένη στο κοινοτικό πρόγραμμα STRIDE HELLAS 1991-93 — Επιστημονικός Υπεύθυνος Δ. Κουτσογιάννης). Από τα κονδύλια αυτού του έργου (και ειδικότερα από τη συμβολή του Υπουργείου Παιδείας) αγοράστηκαν οι συσκευές και τα εξαρτήματα του σταθμού, έγινε η διαμόρφωση του χώρου και πληρώθηκε το προσωπικό. Σημαντική ήταν και η οικονομική ενίσχυση του Βρετανικού Συμβουλίου του ΕΜΠ.

Όσοι έχουν αναζητήσει μετεωρολογικά δεδομένα από τις αρμόδιες ελληνικές υπηρεσίες σίγουρα έχουν έρθει σε επαφή με πολλά προβλήματα: σχεδόν ποτέ δεν μπορούν να βρουν πρόσφατα (π.χ. του τελευταίου έτους) δεδομένα· για τα παλιότερα δεδομένα (που κατά κανόνα είναι χρονικά αραιά και πολλές φορές ελλιπή και αναξιόπιστα), χρειάζεται να αντιμετωπίσουν τις γραφειοκρατικές συμπληγάδες και την απροθυμία (καμιά φορά και την άρνηση) των υπευθύνων· και όταν τα δεδομένα τους διατεθούν σε χειρόγραφα έντυπα θα πρέπει να τα αντιγράψουν (κατά κανόνα τα φωτοαντίγραφα απαγορεύονται). Με βάση αυτή την αρνητική εμπειρία από αναζήτηση δεδομένων στην Ελλάδα, τέθηκαν οι εξής στόχοι κατά την ίδρυση του μετεωρολογικού σταθμού:

- Η ανάπτυξη συστήματος που να εκτελεί χρονικά πυκνές και αξιόπιστες μετρήσεις για τις βασικότερες μετεωρολογικές μεταβλητές.
- Οι μετρήσεις αυτές να είναι ψηφιακές και άμεσα διαθέσιμες, δηλαδή σε χρόνο 1-2 λεπτών, σε όποιον τις χρειάζεται.
- Να δημιουργείται ιστορικό αρχείο μετρήσεων και να διατίθενται τα δεδομένα στους ενδιαφερόμενους σε ψηφιακή μορφή, χωρίς χρονοτριβή και χωρίς γραφειοκρατικές διαδικασίες.

Ειδικότερα με το ιστορικό αρχείο επιδιώκεται η κάλυψη εκπαιδευτικών και ερευνητικών αναγκών· το αρχείο απευθύνεται πρωτίστως στους φοιτητές και το διδακτικό και ερευνητικό προσω-

πικό του ΕΜΠ, χωρίς να αποκλείεται η δυνατότητα χρήσης του και από άλλους, εκτός ΕΜΠ. Οι μοντέρνες τεχνολογίες των ψηφιακών μετρήσεων, της τηλεμετρίας, των τηλεπικοινωνιών και του διαδικτύου καθιστούν εφικτούς όλους τους παραπάνω στόχους.

Ο Αυτόματος Τηλεμετρικός Μετεωρολογικός Σταθμός της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου εγκαταστάθηκε στη νοτιανατολική πλευρά της Πολυτεχνειούπολης, στους πρόποδες του Υμητού, έξω από τα κτιριακά συγκροτήματα. Ο σταθμός λειτούργησε για πρώτη φορά στις 30 Σεπτεμβρίου 1993, στέλνοντας με τηλεμετάδοση στο Κτίριο Υδραυλικής δεκάλεπτες μετρήσεις για έξι μετεωρολογικές μεταβλητές: θερμοκρασία, σχετική υγρασία, διεύθυνση-ταχύτητα-ριπή ανέμου και βροχόπτωση, ενώ λίγους μήνες αργότερα (19 Φεβρουαρίου 1994) ξεκίνησε και η μέτρηση της ατμοσφαιρικής πίεσης και της ηλιοφάνειας.

Αμέσως μετά την εγκατάσταση του σταθμού υλοποιήθηκε η ιδέα κάθε φορά που ένας χρήστης μπαίνει στο σύστημα Unix του Εργαστηρίου Υδρολογίας, το σύστημα να τον πληροφορεί για τις τρέχουσες καιρικές συνθήκες. Η ιδέα αυτή εξελίχθηκε πολύ σύντομα σε μια από τις δημοφιλέστερες ελληνικές σελίδες του παγκόσμιου ιστού. Ο τότε διαχειριστής των συστημάτων Νάσος Παπακώστας, και ο τότε συνεργάτης Αντρέας Σακελλαρίου, προγραμματίσαν και ρύθμισαν τα συστήματα να παρουσιάζουν, πράγματι, μια απλή έκθεση με τις τρέχουσες συνθήκες, ενώ διέθεταν την έκθεση αυτή και στο διαδίκτυο, μέσω της υπηρεσίας finger (τότε δεν είχε καθιερωθεί ακόμη ο παγκόσμιος ιστός). Δυο χρόνια αργότερα, όταν ο web server του Πολυτεχνείου (www.ntua.gr) ήταν σε πειραματικό στάδιο, ο Παναγιώτης Χριστιάς είχε την ιδέα να ρυθμίσει το σύστημα να διαβάζει κάθε τόσο, με finger, την έκθεση, και να την προβάλλει σε ιστοσελίδα. Η σελίδα αυτή πολύ σύντομα έγινε μια από τις δημοφιλέστερες σελίδες του Πολυτεχνείου. Το καλοκαίρι του 1996 το Εργαστήριο Υδρολογίας δημιούργησε λεπτομερείς ιστοσελίδες με τα πρόσφατα δεδομένα καιρού. Αναπτύχθηκαν προγράμματα για τον υπολογισμό στατιστικών στοιχείων και τη δημιουργία διαγραμμάτων, που διατέθηκαν στις ιστοσελίδες. Οι σελίδες συνέχισαν και συνεχίζουν να βελτιώνονται, σύμφωνα με την κρίση των υπευθύνων αλλά και την αλληλογραφία με τους επισκέπτες. Σήμερα οι σελίδες του μετεωρολογικού σταθμού διατίθενται στα ελληνικά και στα αγγλικά ενώ η υπηρεσία finger έχει καταργηθεί για λόγους ασφαλείας του συστήματος. Στο δίκτυο διατίθενται, εκτός από τις τρέχουσες καιρικές συνθήκες και τα διαγράμματα, ιστορικά δεδομένα του σταθμού από τα προηγούμενα υδρολογικά έτη.

1.2 Στόχος και δομή του τεύχους

Αυτό το τεύχος αποτελεί εκτενή τεχνική περιγραφή της σημερινής κατάστασης του σταθμού και της λειτουργίας του. Συγκεκριμένα, πραγματοποιείται γενική περιγραφή του συστήματος, περιγράφονται οι αισθητήρες, οι μονάδες ανάγνωσης και καταγραφής, το σύστημα ηλεκτροδότησης, η τηλεπικοινωνία με το Εργαστήριο Υδραυλικής, και ο τρόπος λήψης των δεδομένων. Επίσης, περιγράφεται σε λεπτομέρεια το λογισμικό που χρησιμοποιείται, κυρίως από την πλευρά του χρήστη, αλλά ορισμένα κεφάλαια είναι αφιερωμένα στην αρχιτεκτονική των προγραμμάτων. Εξηγούνται οι αρχές που βρίσκονται πίσω από την ανάπτυξη των ιστοσελίδων, πράγματα που χρειάζονται προσοχή στην HTML, και τεχνικές που έχουν χρησιμοποιηθεί για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Το κείμενο αποπειράται να καλύψει το σύστημα τόσο από ψηλό επίπεδο, όσο και από λεπτομέρειες σχετικά με τις ρυθμίσεις των modem, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας, τις θέσεις των αρχείων, το configuration του web server και πολλά άλλα.

Στα υπόλοιπα υποκεφάλαια αυτού του κεφαλαίου γίνεται γενική περιγραφή του συστήματος σε ψηλό επίπεδο και περιγράφονται τα τμήματα από τα οποία αποτελείται. Τα επόμενα κεφάλαια καταπιάνονται με τις συνιστώσες του συστήματος μία-μία και τις αναλύουν τεχνικά σε μεγα-

λύτερη λεπτομέρεια. Τα πιο προχωρημένα κεφάλαια του τεύχους αποτελούν τεχνική περιγραφή των συστημάτων λογισμικού που χρησιμοποιούνται.

1.3 Γενική περιγραφή

Η λειτουργία του συστήματος απεικονίζεται στο Σχήμα 1.1. Μπορούμε να διαιρέσουμε το σύστημα σε τρία υποσυστήματα:

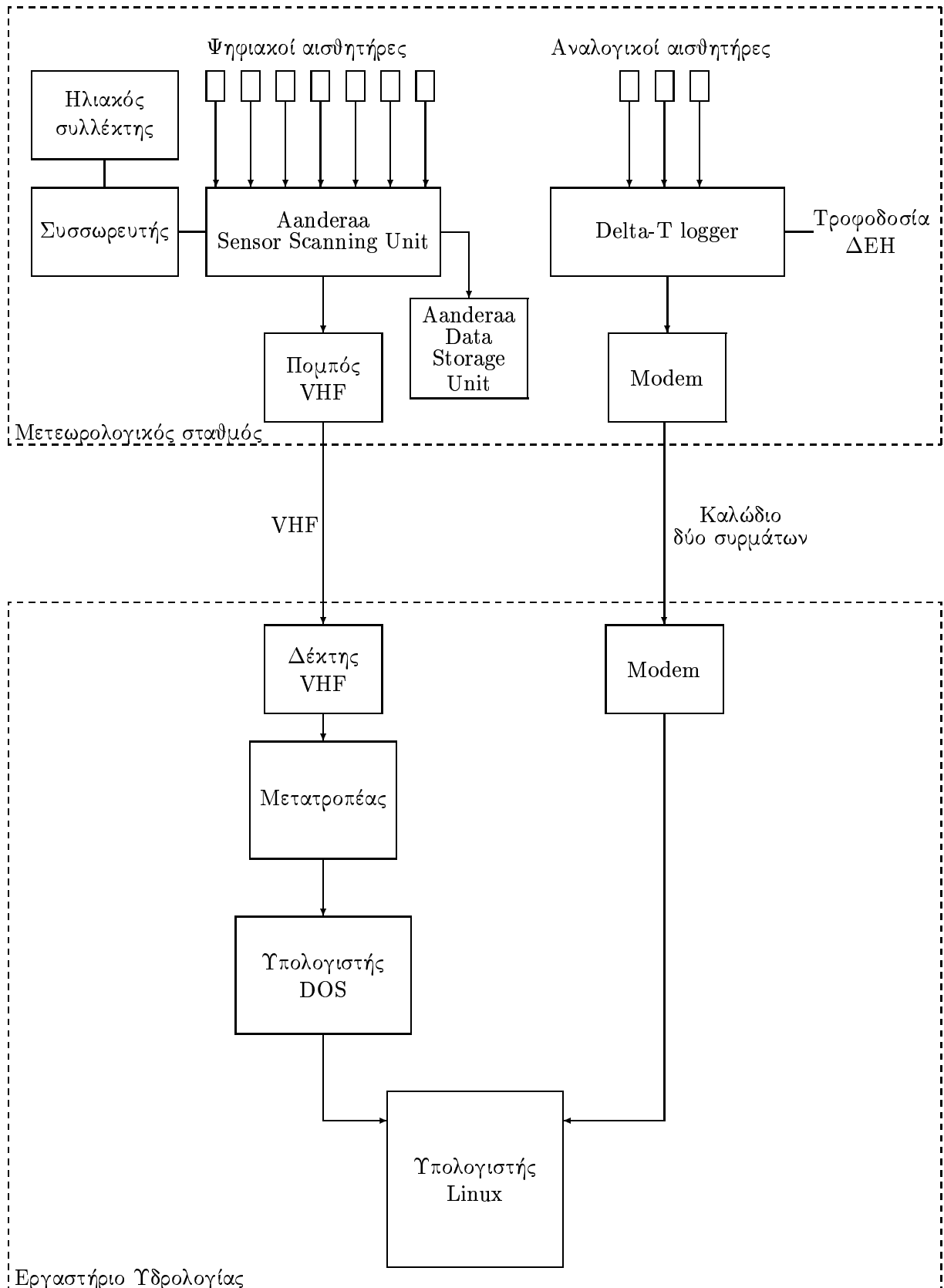
1. Το μετεωρολογικό σταθμό, με τους αισθητήρες και τις μονάδες ανάγνωσης αισθητήρων και αποθήκευσης των δεδομένων.
2. Τα υπολογιστικά συστήματα του Εργαστηρίου Υδρολογίας, που λαμβάνουν και επεξεργάζονται τα δεδομένα.
3. Το υποσύστημα τηλεμετάδοσης των δεδομένων, που περιλαμβάνει τον πομπό, το δέκτη, τα modem και το καλώδιο.

Ο μετεωρολογικός σταθμός, όπως φαίνεται στο Σχήμα, διαιρείται σε δύο τμήματα που λειτουργούν ανεξάρτητα:

1. Στο παλιό τμήμα, που αποτελείται από τις μονάδες της Aanderaa, τροφοδοτείται από ηλεκτρικό συλλέκτη και συσσωρευτή, και μεταδίδει τα δεδομένα ασύρματα, με κύματα VHF.
2. Στο νέο τμήμα, που αποτελείται από τις μονάδες της Delta-T, τροφοδοτείται από το δίκτυο της ΔΕΗ και μεταδίδει τα δεδομένα ενσύρματα, με modem.

Το 1993, όταν εγκαταστάθηκε ο σταθμός, υπήρχε μόνο το παλιό τμήμα, της Aanderaa. Το 1998 εγκαταστάθηκε στο σταθμό το νέο τμήμα, με νέους αισθητήρες, πιο προηγμένο από το προηγούμενο. Παράλληλα, εξασφαλίστηκε η τροφοδοσία του σταθμού με ρεύμα από το δίκτυο της ΔΕΗ καθώς και σύνδεση με το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο του Πολυτεχνείου. Ήταν επιθυμητό οι παλιοί αισθητήρες να συνδεθούν με τη νέα μονάδα καταγραφής της Delta-T, αλλά αυτό δεν κατέστη δυνατό γιατί πρόκειται για συστήματα που χρησιμοποιούν εντελώς διαφορετικές τεχνολογίες: οι αισθητήρες της Aanderaa ([3]-[9]) περιέχουν ενσωματωμένο κύκλωμα που μετατρέπει το σήμα σε ψηφιακό, και το μεταβιβάζουν στη μονάδα ανάγνωσης ψηφιακά. Αντίθετα, οι νέοι αισθητήρες (Δ. Κουβάς, προσωπική επικοινωνία) είναι απλούστεροι και μεταβιβάζουν στη μονάδα κατευθείαν το αναλογικό σήμα. Για να συνδεθούν λοιπόν οι ψηφιακοί αισθητήρες με τη μονάδα της Delta-T θα χρειαζόταν επέμβαση στους αισθητήρες για παράκαμψη του κυκλώματος, και ακολούθως ρύθμιση (calibration), επεμβάσεις δύσκολες και ριψοκίνδυνες για όργανα ακριβείας. Έτσι, αποφασίστηκε η διατήρηση του παλιού συστήματος και η εξακολούθηση της λειτουργίας του ανεξάρτητα από το νέο.

Το Κεφάλαιο 2 περιγράφει το μετεωρολογικό σταθμό. Το Κεφάλαιο 3 περιγράφει το σύστημα τηλεπικοινωνίας. Τα επόμενα κεφάλαια περιγράφουν τα συστήματα λογισμικού που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων από τη στιγμή που αυτά λαμβάνονται στο Εργαστήριο. Το Κεφάλαιο 9 περιγράφει τις ιστοσελίδες του μετεωρολογικού σταθμού, μπαίνοντας σε λεπτομέρειες που έχουν να κάνουν με το σχεδιασμό και τον τρόπο υλοποίησής τους. Τέλος, το Κεφάλαιο 10 επιχειρεί επισκόπηση της άποψης των χρηστών του ιστού για τις σελίδες, και παρουσιάζει το αρχείο αλληλογραφίας.



Σχήμα 1.1: Λειτουργία συστήματος

Κεφάλαιο 2

Ο μετεωρολογικός σταθμός

2.1 Γενικά

2.2 Οι ψηφιακοί αισθητήρες

Οι ψηφιακοί αισθητήρες της Aanderaa που χρησιμοποιεί το παλιό σύστημα περιέχουν ενσωματωμένο κύκλωμα που μετατρέπει το αναλογικό σήμα της μέτρησης σε ψηφιακό, κι έτσι μεταβιβάζουν το σήμα στη μονάδα ανάγνωσης ψηφιακά. Δυστυχώς αυτή η πρακτική χρησιμοποιείται μόνο από την Aanderaa (Δ. Κουβάς, προσωπική επικοινωνία), πράγμα που κάνει τους αισθητήρες της Aanderaa ασύμβατους με τις μονάδες ανάγνωσης άλλων εταιρειών, οι οποίες χρησιμοποιούν αισθητήρες που μεταβιβάζουν αναλογικό σήμα.

Οι ψηφιακοί αισθητήρες του μετεωρολογικού σταθμού είναι επτά, από τους οποίους οι δύο (σχετική υγρασία και βροχόπτωση) δεν λειτουργούν λόγω βλάβης, ενώ ο ένας (διάρκεια ηλιοφάνειας) λειτουργεί αλλά με ορισμένα προβλήματα το καλοκαίρι, που περιγράφονται παρακάτω. Οι αισθητήρες και τα χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1.

Οι αισθητήρες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: στους αισθητήρες στιγμιαίων μεγεθών, στους αισθητήρες ανθροιστικών μεγεθών, και στον αισθητήρα ταχύτητας ανέμου, που μετρά μέση και μέγιστη τιμή. Όταν η μονάδα ανάγνωσης των αισθητήρων διαβάζει την ένδειξη των αισθητήρων, τότε οι αισθητήρες στιγμιαίων μεγεθών μεταβιβάζουν την τιμή της μετεωρολογικής μεταβλητής κατά τη στιγμή της ανάγνωσης· οι αισθητήρες ανθροιστικών μεγεθών μεταβιβάζουν το άθροισμα της μετεωρολογικής μεταβλητής από την προηγούμενη ανάγνωση· και ο αισθητήρας ταχύτητας ανέμου μεταβιβάζει τη μέση και τη μέγιστη τιμή από την προηγούμενη ανάγνωση.

Οι ψηφιακοί αισθητήρες μεταβιβάζουν στη μονάδα ανάγνωσης έναν ακέραιο αριθμό n . Η μέτρηση x λαμβάνεται από το n με χρήση του τύπου

$$x = a + bn + cn^2 + dn^3$$

Οι συντελεστές a , b , c και d εξαρτώνται φυσικά από τις μονάδες μέτρησης στις οποίες προκύπτει το x . Οι συντελεστές των αισθητήρων, καθώς και οι μονάδες μέτρησης στις οποίες αντιστοιχούν, αναφέρονται στον Πίνακα 2.1. Στους αισθητήρες για τους οποίους αναφέρεται αριθμός σειράς, οι συντελεστές ισχύουν μόνο για το συγκεκριμένο αισθητήρα, και έχουν υπολογιστεί κατά τη ρύθμιση (calibration) που έχει κάνει ο κατασκευαστής στο εργαστήριο. Στους υπόλοιπους αισθητήρες, οι συντελεστές ισχύουν για όλα τα όργανα του ίδιου τύπου.

Ο αισθητήρας υγρασίας έδινε λανθασμένα αποτελέσματα, πράγμα που φαίνεται πως οφείλεται στο ότι οι συντελεστές ήταν υπολογισμένοι λάθος. Όταν εγκαταστάθηκε ο νέος αναλογικός

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ο ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ

Τύπος	Αρ. σει-ράς	Μετρούμενες μετα-βλητές	Είδος μέ-τρησης	Κατάσταση	Μονάδα		a	b	c	d
					μέτρη-σης	Λεπτά				
3145S	1342	Θερμοκρασία αέρα	Στιγμιαία	Λειτουργεί	°C	Λεπτά	-29.15	0.07791	8.748×10^{-6}	0
2820	1202	Σχετική υγρασία	Στιγμιαία	Βλάβη	%	Λεπτά	-16.87	0.01764	8.325×10^{-5}	-1.530×10^{-7}
2810	827	Ατμοσφαιρική πίεση	Στιγμιαία	Λειτουργεί	hPa	Λεπτά	915.7	0.1736	0	0
2740		Ταχύτητα & ριπή ανέμου	Μέση & μέγιστη	Λειτουργεί	m/s	Λεπτά	0.4	0.0746	0	0
3150		Διεύθυνση ανέμου	Στιγμιαία	Λειτουργεί	°	Λεπτά	1.5	0.349	0	0
3064		Ύψος βροχοπτώσεως	Αθροιστική	Βλάβη	mm	Λεπτά	0	0.021	0	0
3160		Διάφορα ηλιοφάνειας	Αθροιστική	Δυσλειτουργεί	Λεπτά	Λεπτά	0	1	0	0

Πίνακας 2.1: Ψηφιακοί αισθητήρες

Πίνακας 2.2: Αναλογικοί αισθητήρες

Τύπος	Μετρούμενες μετα-βλητές	Είδος μέ-τρησης	Κατάσταση	Μονάδα
	Θερμοκρασία αέρα και σχετική υγρασία	Στιγμιαία	Λειτουργεί	°C, %
	Βροχοπτώση	Αθροιστική	Λειτουργεί	mm
	Ηλιακή ακτινοβολία	Στιγμιαία	Λειτουργεί	W/m ²

αισθητήρας, καταρτίστηκε με βάση τις παράλληλες μετρήσεις των δύο αισθητήρων, ο παρακάτω τύπος, με τον οποίο οι μετρήσεις x του ψηφιακού αισθητήρα, όπως προκύπτουν με χρήση των λανθασμένων συντελεστών, μπορούν να μετατραπούν ώστε να συμφωνούν με τη μέτρηση του αναλογικού αισθητήρα:

$$RH = 0.015x^2 - 0.65x + 15$$

Θα ήταν βέβαια καλύτερα να διορθώνονταν οι τέσσερις συντελεστές, αλλά αυτό θα ωφελούσε μόνο στις νέες μετρήσεις, και όχι στη διόρθωση του ιστορικού αρχείου των μετρήσεων, αφού σ' αυτό το αρχείο φυλάσσεται το x και όχι το n . Επιπλέον, στο βανδαλισμό του σταθμού που έγινε το Μάιο 1999 ο αισθητήρας καταστράφηκε εντελώς, και έτσι το πρόβλημα διόρθωσης των νέων μετρήσεων λύθηκε δια της εξαλείψεώς του.

Το φθινόπωρο του 1998 ο αισθητήρας βροχόπτωσης άρχισε προοδευτικά να υποεκτιμά τη βροχόπτωση ώπου τελικά σταμάτησε εντελώς να δείχνει βροχόπτωση. Εξετάστηκε οπτικά μήπως είχε βουλώσει, αλλά η βλάβη δεν είναι ορατή. Έτσι ο αισθητήρας αυτή τη στιγμή παραμένει με βλάβη, και μετράει συνεχώς μηδέν, αλλά η μέτρηση αυτή φυσικά δεν χρησιμοποιείται.

Ο αισθητήρας διάρκειας ηλιοφάνειας αποτελείται από οκτώ φωτοδιόδους τοποθετημένες γύρω από μια κατακόρυφη ράβδο. Ο ρόλος της ράβδου είναι να ρίχνει σκιά στις διόδους. Οι διαστάσεις της ράβδου και ο όλος σχεδιασμός του οργάνου είναι τέτοια ώστε τουλάχιστον μία διάδος να βρίσκεται σε σκιά, ανεξαρτήτως της θέσης του ήλιου. Όταν όλες οι διόδους δίνουν το ίδιο σήμα, τότε θεωρείται πως δεν υπάρχει ήλιος. Όταν υπάρχει διαφορά στο σήμα των διόδων, θεωρείται πως υπάρχει σκιά, επομένως υπάρχει και ήλιος. Έτσι το όργανο μετρά την ηλιοφάνεια ανεξαρτήτως της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας.

Εντούτοις, τις ζεστές καλοκαιρινές μέρες (πάνω από 30°C), το όργανο δείχνει πως δεν υπάρχει ηλιοφάνεια. Το πρόβλημα αυτό υπάρχει από τότε που εγκαταστάθηκε το όργανο. Ελέγχθηκε οπτικά μια ζεστή μέρα, και διαπιστώθηκε πως και καθαρό ήταν και καλά τοποθετημένο· η σκιά διαγραφόταν καλά και σκίαζε πλήρως δύο φωτοδιόδους. Πιθανόν η ηλιακή ακτινοβολία αυτές τις μέρες να είναι τόσο ισχυρή ώστε ακόμα και οι διόδους που βρίσκονται στη σκιά να δίνουν αρκετά ισχυρό σήμα. Αν εξαιρέσουμε τις ζεστές μέρες του καλοκαιριού, το όργανο είναι αξιόπιστο.

2.3 Οι αναλογικοί αισθητήρες

Τα τελευταία χρόνια, με την εξέλιξη της τεχνολογίας, ο όρος ψηφιακός έχει γίνει συνώνυμος της καλύτερης ποιότητας. Παρόλο η ψηφιακή αποθήκευση και μετάδοση των δεδομένων έχει σημαντικά πλεονεκτήματα, δεν πρέπει να παρασυρόμαστε από την υπερβολική βαρύτητα που δίνεται στον όρο· η ψηφιακή και η αναλογική αποθήκευση και μετάδοση είναι απλώς διαφορετικές πρακτικές. Ειδικότερα, στην περίπτωση των αισθητήρων, η αναλογική μετάδοση παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα.

Καταρχήν το γεγονός ότι το σήμα είναι αναλογικό δεν επηρεάζει την αξιοπιστία της μετάδοσης. Μετρήσεις ελάχιστα διαφορετικές μεταξύ τους (π.χ. κατά 0.1°C) έχουν αποτέλεσμα τόσο μεγάλη διαφορά στην ηλεκτρική τάση, ώστε το αποτέλεσμα παραμένει αναλλοίωτο ακόμα κι αν υπάρχουν ισχυρές ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές (Δ. Κουβάς, προσωπική επικοινωνία). Επομένως η αξιοπιστία στη μετάδοση της μέτρησης παραμένει πολύ ψηλή, και ο αισθητήρας είναι απλούστερος, φθηνότερος και πιο αξιόπιστος, αφού δεν χρειάζεται πια να περιέχει κύκλωμα μετατροπής του σήματος σε ψηφιακό. Αυτή η δουλειά γίνεται από τη μονάδα ανάγνωσης για όλους τους αισθητήρες, πράγμα που καθιστά το σύστημα πιο ευέλικτο. Οι αισθητήρες μεταδίδουν συνεχώς τάση στο καλώδιο που τους συνδέει με τη μονάδα ανάγνωσης, η οποία μπορεί να πραγματοποιεί δειγματοληψία σε πυκνά διαστήματα και αποθήκευση σε αραιότερα.

Ο μετεωρολογικός σταθμός διαθέτει επί του παρόντος τρεις αναλογικούς αισθητήρες, οι οποίοι παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.2 (σελ. 6).

2.4 Οι μονάδες ανάγνωσης και καταγραφής

Οι μονάδες της Aanderaa

Η μονάδα ανάγνωσης της Aanderaa (Aanderaa Sensor Scanning Unit) έχει ενσωματωμένο ένα χρονόμετρο ακριβείας, το οποίο δίνει σήμα ανά ορισμένο χρονικό διάστημα, ώστε να διαβαστούν οι αισθητήρες. Το χρονικό διάστημα μεταξύ αναγνώσεων ρυθμίζεται με διακόπτη που βρίσκεται πάνω στη μονάδα, και στο σταθμό του ΕΜΠ είναι ρυθμισμένο στα δέκα λεπτά. Όταν η μονάδα λάβει το σήμα από το χρονόμετρό της, διαβάζει τις ενδείξεις των αισθητήρων και μεταβιβάζει την πρωτογενή μέτρηση n στον πομπό και στη μονάδα αποθήκευσης. Ο πομπός μεταβιβάζει τις τιμές των μετρήσεων, οι οποίες λαμβάνονται τελικά από το πρόγραμμα P3081 της Aanderaa, που περιγράφεται στο Κεφάλαιο 4.

Η μονάδα αποθήκευσης (Aanderaa Data Storage Unit) αποθηκεύει τα δεδομένα τοπικά, στο σταθμό. Έχει ενσωματωμένο ρολόι, και η μνήμη της επαρκεί για περίπου δύο μήνες μετρήσεων (για διάστημα δέκα λεπτών). Τα δεδομένα που αποθηκεύονται στη μονάδα αυτή είναι αξιόπιστα, εν αντιθέσει με αυτά που μεταδίδονται μέσω του πομπού, που ενίοτε λαμβάνονται αλλοιωμένα (βλ. Κεφάλαιο 3). Όταν η μνήμη της μονάδας κοντεύει να γεμίσει, η μονάδα μεταφέρεται στο Εργαστήριο, όπου τα δεδομένα διαβάζονται με το πρόγραμμα dsu, που περιγράφεται στο Κεφάλαιο 8. Στο χρονικό διάστημα στο οποίο η μονάδα έχει αφαιρεθεί από το σταθμό τα δεδομένα καταγράφονται μόνο μέσω της ασύρματης επικοινωνίας, και το τελικό αρχείο δεδομένων προκύπτει από τη συνένωση των δεδομένων της μονάδας αποθήκευσης με τα δεδομένα που κατά τις ώρες της αφαίρεσης της μονάδας λήφθηκαν από το δέκτη.

Η μονάδα της Delta-T

Η μονάδα της Delta-T διαφέρει από αυτήν της Aanderaa στα εξής σημεία:

- Έχει ενσωματωμένη μνήμη για αποθήκευση δεδομένων, και ρολόι. Έτσι δεν χρειάζεται χωριστή μονάδα αποθήκευσης των δεδομένων.
- Έχει σειριακή θύρα μέσω της οποίας γίνεται η επικοινωνία με υπολογιστή. Αυτό καθιστά το σύστημα ιδιαίτερα ευέλικτο, αφού σ' αυτή τη σειριακή θύρα μπορεί να συνδεθεί είτε υπολογιστής κατευθείαν, είτε απλό modem, σε περίπτωση που υπάρχει καλώδιο, είτε GSM modem ή radiom'ontem. Με τη μονάδα της Aanderaa, αντίθετα, υπάρχει περιορισμός, αφού ο τρόπος επικοινωνίας είναι εξ αρχής προδιαγεγραμμένος.

Στο Κεφάλαιο 3 αναφέρονται περισσότερα για την επικοινωνία με το Εργαστήριο.

2.5 Ενεργειακή τροφοδοσία

Η μονάδα ανάγνωσης της Aanderaa τροφοδοτείται από επαναφορτιζόμενη μπαταρία, η οποία τροφοδοτείται από ηλιακό συλλέκτη. Ο πομπός και οι αισθητήρες της Aanderaa τροφοδοτούνται από τη μονάδα ανάγνωσης. Η μονάδα αποθήκευσης έχει ελάχιστη κατανάλωση και τροφοδοτείται από ενσωματωμένη μπαταρία που έχει διάρκεια τουλάχιστον 7 χρόνια (ο χρόνος αυτός μετράει από το 1993).

Η μονάδα της Delta-T τροφοδοτείται από το δίκτυο της ΔΕΗ, από το οποίο τροφοδοτείται επίσης και το modem. Η μονάδα έχει επίσης μπαταρία ώστε να συνεχίζεται η λειτουργία της και σε περιπτώσεις διακοπής, ενώ η κατάσταση της μπαταρίας μπορεί να ελέγχεται με χρήση του προγράμματος DL2E ή του deltacom (βλ. Κεφάλαιο 4). Σε περιπτώσεις διακοπής ρεύματος σταματά εντούτοις η λειτουργία του modem, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει επικοινωνία με το Εργαστήριο.

Κεφάλαιο 3

Η επικοινωνία με το Εργαστήριο

3.1 Γενική περιγραφή

3.2 Η ασύρματη επικοινωνία

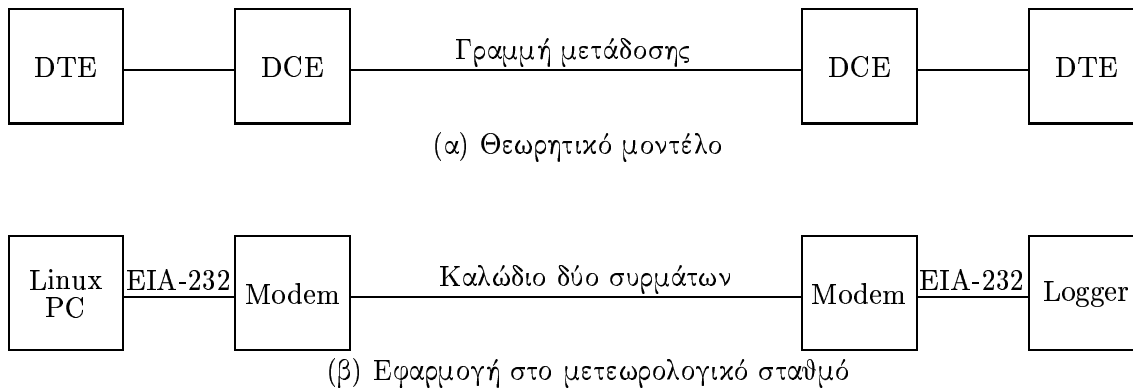
Η μονάδα ανάγνωσης αισθητήρων της Aanderaa είναι συνδεδεμένη με πομπό VHF της Aanderaa, και κάθε φορά που διαβάζονται οι αισθητήρες οι μετρήσεις μεταβιβάζονται στον πομπό. Το σήμα του πομπού λαμβάνεται από το δέκτη της Aanderaa, ο οποίος είναι τοποθετημένος στην ταράτσα του Εργαστηρίου, και από εκεί μεταβιβάζεται με καλώδιο στο μετατροπέα της Aanderaa ([13]), ο οποίος μεταβιβάζει τη μέτρηση στη σειριακή θύρα υπολογιστή. Ο μετατροπέας τροφοδοτείται με ρεύμα από την πρίζα και τροφοδοτεί και το δέκτη.

Η επικοινωνία είναι προς τη μία κατεύθυνση μόνο: ο πομπός απλώς εκπέμπει, χωρίς να γνωρίζει τι λαμβάνεται στην άλλη άκρη. Αυτό έχει τις εξής συνέπειες:

- Δεν είναι δυνατός ο έλεγχος σφαλμάτων. Έτσι, πολλές φορές οι μετρήσεις λαμβάνονται λανθασμένα.
- Το σύστημα λήψης των δεδομένων δεν μπορεί να αποφασίσει πότε θα ληφθούν τα δεδομένα. Πρέπει λοιπόν να τρέχει συνεχώς πρόγραμμα στον υπολογιστή το οποίο να περιμένει συνεχώς τα δεδομένα που μπορεί να σταλούν στη σειριακή θύρα.
- Δεν υπάρχει τρόπος πρόσβασης σε παλαιότερα δεδομένα. Αν για κάποιο λόγο χαθεί μια μέτρηση, δεν υπάρχει πλέον πρόσβαση σ' αυτήν (παρά μόνο αν διαβαστεί η μονάδα αποθήκευσης).

Όταν πρωτοεγκαταστάθηκε το σύστημα, δεν ήταν δυνατή η λήψη των δεδομένων, και το πρόβλημα διορθώθηκε κατόπιν οδηγίας της Aanderaa να αφαιρεθεί η κεραία του δέκτη. Φαίνεται πως χωρίς την κεραία ο δέκτης εξακολουθεί να λαμβάνει το σήμα του πομπού, που είναι αρκετά ισχυρό για απόσταση 1 km, ενώ δεν λαμβάνει πλέον άλλα σήματα VHF, όπως τηλεοπτικά, με τα οποία φαίνεται ότι συνέχεε το σήμα του πομπού. Ο δέκτης λειτουργεί λοιπόν χωρίς κεραία, και το σύστημα λαμβάνει σωστά γύρω στο 95% των μετρήσεων όταν είναι χαμηλή η θερμοκρασία (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.

Η πορεία των δεδομένων από τη λήψη τους από τη σειριακή θύρα περιγράφεται στο Κεφάλαιο 4.



Σχήμα 3.1: Ενσύρματη μετάδοση των δεδομένων

3.3 Η ενσύρματη επικοινωνία

Η επικοινωνία ανάμεσα στο logger της Delta-T και στο Εργαστήριο γίνεται μέσω των σειριακών θυρών σε κάθε άκρη. Το μοντέλο της επικοινωνίας φαίνεται στο Σχήμα 3.1 και είναι τυπική περίπτωση (βλ. σχετικά [25], υποκεφάλαιο 5.3) Υπάρχουν δύο τερματικοί σταθμοί (Data Terminal Equipment ή DTE), ο 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 στο logger, με αποτέλεσμα να είναι δυνατή η πρόσβαση σε όλα τα δεδομένα και η πλήρης διαχείριση του logger από μακριά.

Η αποστολή των δεδομένων στο Εργαστήριο μπορεί να γίνει με αρκετούς τρόπους. Ο logger μπορεί να ρυθμιστεί να στέλνει τα δεδομένα κάθε λίγη ώρα, ακόμα και παίρνοντας τηλέφωνο, αν χρειάζεται. Στο Εργαστήριο έχει ακολουθηθεί η λύση ο logger απλώς να περιμένει (σε κατάσταση sleeping) εντολές από τη σειριακή θύρα του, ενώ βέβαια παράλληλα καταγράφει τα μετεωρολογικά δεδομένα, ενώ ο υπολογιστής του Εργαστηρίου είναι ρυθμισμένος κάθε 10 λεπτά να καλεί το logger και να φέρνει τις μετρήσεις. Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με αυτό αναφέρονται στο Κεφάλαιο 4.

Χρησιμοποιούνται δύο Motorola Codex 3260, που είναι voiceband modems κατάλληλα και για μισθωμένες γραμμές και για τηλεφωνικές. Η γραμμή που συνδέει αυτή τη στιγμή τα δύο modem είναι μισθωμένη· πρόκειται για απλό καλώδιο που συνδέει τα δύο άκρα. Ο μετεωρολογικός σταθμός είναι συνδεδεμένος στο τηλεπικοινωνιακό δίκτυο του Πολυτεχνείου, και αρχικά η σύνδεση που είχε γίνει ήταν τηλεφωνική. Αποφασίστηκε όμως ότι η κατευθείαν σύνδεση θα ήταν πιο αποτελεσματική, ενώ την προτιμά και το Κέντρο Δικτύων του Πολυτεχνείου, που διαθέτει περιορισμένο πλήθος αναλογικών τηλεφωνικών συνδέσεων, ενώ, αντίθετα, διαθέτει αρκετά μεγάλο πλήθος ελεύθερων καλωδιώσεων, οι οποίες έχουν τοποθετηθεί στα κανάλια που διατρέχουν την Πολυτεχνειούπολη.

Τα modem περιγράφονται εκτενώς στα σχετικά εγχειρίδια της Motorola ([16]-[18]). Πρόκειται για modem σχετικά παλαιάς τεχνολογίας (1993), και μπορούν να φτάσουν μέχρι ταχύτητα 14400 bps. Αυτή η ταχύτητα μπορεί να φαίνεται μικρή, χάρη στην αλματώδη εξέλιξη που υπήρξε τα τελευταία χρόνια, αλλά είναι υπερεπαρκής για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, αφού ο logger μπορεί να φτάσει μόνο τα 9600 bps. Κατά τα άλλα τα modem έχουν πάρα πολλές δυνατότητες και είναι ιδιαίτερα αξιόπιστα. Είναι χαρακτηριστική η δυνατότητα απομακρυσμένης διαχείρισης του

ενός modem μέσω του πίνακα ελέγχου του άλλου modem, πράγμα που αποδείχτηκε ιδιαίτερα χρήσιμο στη διάρκεια των δοκιμών επικοινωνίας, ώστε να μη χρειάζεται κάθε φορά μετάβαση στο μετεωρολογικό σταθμό για αλλαγή των ρυθμίσεων του εκεί modem.

Οι ρυθμίσεις που μπορούν να γίνουν στα modem είναι πάρα πολλές. Στα επόμενα εδάφια παρατίθενται οι ρυθμίσεις που έχουν γίνει και εξηγείται, όπου χρειάζεται, η σημασία τους. Εκτός από τις επιλογές που παρατίθενται υπάρχουν και πολλές ακόμα, οι οποίες όμως δεν έχουν σημασία για τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Modulation options

Line: 2-wire leased

Mod: V32bis only

Max rate: 9600

Min rate: 9600

Fast Call: Off

Adaptive Rate: Off

Mode: Answer/Originate

Retrain: High BER

Longspace: Off

PSTN: On

Το mode V32bis only δεν επιλέχθηκε για κανένα σημαντικό λόγο, αλλά στο ότι αυτή τη ρύθμιση είχαν ήδη τα modem, που φαίνεται να λειτουργεί καλά. Οι επιλογές Auto Type, Low Speed και Guard Tone δεν έχουν σημασία σ' αυτό το mode. Η επιλογή Fast Call χρησιμοποιείται για ελάττωση του χρόνου σύνδεσης, πράγμα που δεν χρειάζεται στη συγκεκριμένη εφαρμογή, όπου τα modem είναι συνδεδεμένα συνεχώς και σύνδεση γίνεται μόνο μετά από διακοπή ρεύματος. Η επιλογή Adaptive Rate, που προσαρμόζει την ταχύτητα επικοινωνίας στην ποιότητα της γραμμής, δεν χρειάζεται, αφού η ποιότητα είναι πάντα ίδια και η ταχύτητα είναι μονίμως ρυθμισμένη στα 9600 bps. Το modem του εργαστηρίου είναι ρυθμισμένο σε answer mode, ενώ του σταθμού σε originate mode (πρέπει το ένα να είναι έτσι και το άλλο αλλιώς· δεν έχει σημασία ποιο είναι ποιο). Οι επιλογές Longspace και PSTN δεν φαίνονται να έχουν σημασία για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, και έχουν αφαιρεθεί όπως ήταν.

Restoral options

Restore: Off

Τα modem έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν αυτόματα εφεδρικά τηλεφωνική γραμμή σε περίπτωση διακοπής της μισθωμένης γραμμής. Στη συγκεκριμένη εφαρμογή, όπου η αξιοπιστία της μισθωμένης γραμμής είναι πολύ μεγάλη, αυτό δεν χρειάζεται, και έχει τεθεί Restore=Off, οπότε οι υπόλοιπες σχετικές ρυθμίσεις δεν έχουν σημασία.

EC/DC options

Mode: Direct

Αυτό το κεφάλαιο ρυθμίσεων έχει να κάνει με διόρθωση σφαλμάτων και συμπίεση δεδομένων (Error Correction and Data Compression). Έχει τεθεί Mode=Direct, που σημαίνει ότι τα δεδομένα μεταβιβάζονται από το DTE κατευθείαν στη γραμμή, με την ίδια ταχύτητα, χωρίς διόρθωση σφαλμάτων και χωρίς συμπίεση δεδομένων. Η ταχύτητα επικοινωνίας με το DTE πρέπει να είναι ίδια με την ταχύτητα επικοινωνίας μεταξύ των modem. Οι υπόλοιπες επιλογές του συγκεκριμένου μενού δεν χρησιμοποιούνται σε direct mode.

Η χρήση άλλου mode, με διόρθωση σφαλμάτων, μπορεί να βελτιώνει κάπως την επικοινωνία, η οποία είναι κάπως δυσχερής, ειδικά όταν χρησιμοποιείται το πρόγραμμα DL2E της DELTA-T, το οποίο δεν πραγματοποιεί επαναλήψεις αυτόματα. Εντούτοις απαιτούνται αρκετές δοκιμές για παραπέρα βελτίωση της επικοινωνίας, τα προβλήματα της οποίας δεν είναι σίγουρο ότι βρίσκονται στην επικοινωνία μεταξύ των modem, και προς το παρόν το σύστημα λειτουργεί ικανοποιητικά.

ACU options

ACU Select: None

NoACU Form: Async

Char Length: 10

Parity: Even

Αν δεν χρησιμοποιείται Auto Call Unit, αυτό το κεφάλαιο ρυθμίσεων έχει σημασία γιατί εδώ ρυθμίζονται πολλές παράμετροι επικοινωνίας με το DTE. Συγκεκριμένα, έχει τεθεί ACU Select=None, που σημαίνει ότι δεν χρησιμοποιείται ACU, και NoACU Form=Async, που σημαίνει πως όταν δεν χρησιμοποιείται ACU η επικοινωνία είναι ασύγχρονη. Οι επιλογές AT Form και V25Form δεν έχουν σημασία. Η επιλογή Async Echo δεν έχει σημασία γιατί δεν χρησιμοποιούνται εντολές AT. Οι επιλογές Char Length=10 και Parity=Even συνεπάγονται 7 data bits, even parity, 1 stop bit (1 start bit+7 data bits+1 parity bit+1 stop bit=10 bits). Θα μπορούσε επίσης να τεθεί 8 data bits χωρίς parity, πράγμα που ήταν και προκαθορισμένο στο logger και στο πρόγραμμα τηλεπικοινωνιών, αλλά υπήρχαν ορισμένα προβλήματα. Με αυτές τις ρυθμίσεις λειτουργεί καλά, αλλά δεν είναι δυνατή η μεταφορά όλου του αρχείου του logger (binary dump), που απαιτεί 8 data bits. Τέτοια όμως μεταφορά δεν χρειάζεται, ενώ παρουσιάζει και άλλα προβλήματα. Αν πάντως χρειαστεί, μπορούν οι παράμετροι να αλλαχτούν.

Οι υπόλοιπες επιλογές αυτού του μενού δεν έχουν σημασία, είτε γιατί δεν χρησιμοποιούνται τηλεφωνικές κλήσεις, είτε γιατί δεν χρησιμοποιείται ACU, είτε γιατί η επικοινωνία είναι ασύγχρονη, είτε γιατί δεν χρησιμοποιούνται εντολές AT.

Terminal options

DTE Rate: 9600

Flow: Off

DTR: High

RTS: Normal/High

CTS: Normal/High

DCD: Normal/High

DCD Loss Dis: S10

DSR: High

Overspeed: 1%

DTE Ct 140: Off

DTE Ct 141: Off

Ext Select: Off

Ext Cntrl: Pin 14

Inactivity: Off

Δεν χρησιμοποιείται flow control, αφού η ανάκτηση των δεδομένων γίνεται εγγραφή-εγγραφή με μικρά πακέτα που δεν ξεπερνούν τα 200 bytes, ενώ η ταχύτητα των 9600 bps είναι μικρή. Οι επιλογές Speed Conversion και RtsCts Delay δεν έχουν νόημα σε direct mode. Η θύρα του logger χρησιμοποιεί μόνο τα GND, TD και RD, γι' αυτό στο modem που είναι συνδεδεμένο με το logger έχει τεθεί DTR=High, RTS=High, CTS=High, που σημαίνουν ότι το modem θεωρεί ότι υπάρχει σήμα σ' αυτές τις γραμμές ανεξαρτήτως αν υπάρχει πράγματι. Στο άλλο modem, αντίθετα, στα περισσότερα από αυτά τα σήματα έχει τεθεί Normal, αν και δεν έχει μεγάλη σημασία. Το DCD (Data Carrier Detect) καλό είναι να είναι στο Normal στο modem του Εργαστηρίου, γιατί η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται από το driver της σειριακής θύρας, ενώ στο logger δεν έχει σημασία αφού ο logger δεν διαβάζει αυτή τη γραμμή. Η επιλογή RemRST/DCD δεν έχει σημασία. Η επιλογή DCD Loss Dis, που ρυθμίζει τη συμπεριφορά του modem σε περίπτωση απώλειας του σήματος, έχει σημασία μόνο για την περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης στο ένα modem: το πιθανότερο είναι στη συγκεκριμένη εφαρμογή να λειτουργεί όπως κι αν ρυθμιστεί. Η επιλογή DTR Delay δεν έχει σημασία σε ασύγχρονη επικοινωνία. Οι επιλογές DTE Ct 140, DTE Ct 141 και Ext Select έχουν να κάνουν με τη δυνατότητα του τερματικού να τοποθετεί το modem σε διάφορες καταστάσεις λειτουργίας και έχουν τεθεί Off. Η επιλογή Inactivity έχει τεθεί Off ώστε τα modem να μη διακόπτον ποτέ τη σύνδεση, ακόμα κι όταν δεν μεταφέρονται δεδομένα για πολλή ώρα.

TELCO options

LL Tx Level: -5

Line Compen: Off

Speaker: Dialing

Volume: Soft

Η επιλογή LL Tx Level (Leased Line Transmit Level) μπορεί να λάβει τιμές από 0 ως -15. Το σύστημα δοκιμάστηκε και λειτουργεί σε όλες τις στάθμες, αλλά οι σύντομες δοκιμές που έγιναν έδειξαν ότι πιθανόν καλύτερη είναι η λειτουργία κάπου στο -5. Η επιλογή Line Compren, κάπως ακατανόητη, έχει τεθεί Off, ενώ το ενσωματωμένο megafono έχει οριστεί, όπως συνηθίζεται ως επί το πλείστον, να λειτουργεί σε χαμηλή ένταση μόνο ενόσω τα modem διαπραγματεύονται τη σύνδεση.

Dialing options

Οι επιλογές αυτές δεν έχουν σημασία εφόσον χρησιμοποιείται μόνο μισθωμένη γραμμή.

FP options

Password: Disable

Οι επιλογές αυτές έχουν να κάνουν με ορισμό συνθήματος για πρόσβαση από τον πίνακα ελέγχου (Front Panel) του modem, πράγμα που δεν χρειάζεται αφού είναι αμφότερα κλειδωμένα σε χώρους όπου εισέρχεται μόνο έμπιστο προσωπικό.

Access security options

PW Verify: Dis

Οι επιλογές αυτές έχουν να κάνουν με τον έλεγχο πρόσβασης όταν το modem είναι σε answer mode σε τηλεφωνική γραμμή. Εφόσον δεν έχει νόημα στη συγκεκριμένη εφαρμογή, έχει τεθεί PW Verify=Disable, οπότε οι υπόλοιπες επιλογές δεν έχουν σημασία.

Remote Configuration Options

RmtAcc: Enable

Η ρύθμιση αυτή καθιστά δυνατή την απομακρυσμένη πρόσβαση στις ρυθμίσεις ενός modem από τον πίνακα ελέγχου του άλλου modem.

Set Remote Leased Line Address

New Address: 000

Rmt Ser#: 0000000

RmtNest Modem: No

Αυτό το κεφάλαιο ρυθμίσεων, όπως και το επόμενο, έχει αφαιρεθεί όπως ήταν ήδη ρυθμισμένο. Οι επιλογές αυτές επιτρέπουν την απομακρυσμένη πρόσβαση, χρησιμοποιώντας διεύθυνση 000, με την προϋπόθεση η ταχύτητα επικοινωνίας να είναι τουλάχιστον 9600 bps.

Search Remote Leased Line Address

Rmt Ser#: 0000000

RmtNest Modem: No

Κεφάλαιο 4

Γενική περιγραφή του λογισμικού

4.1 Γενική περιγραφή

Στο Σχήμα 4.1 παρουσιάζεται η πορεία που ακολουθούν τα δεδομένα από τη στιγμή που λαμβάνονται από τους υπολογιστές. Τα δεδομένα που στέλνει η μονάδα καταγραφής της Aanderaa λαμβάνονται από το δέκτη VHF, και μέσω του μετατροπέα διαβιβάζονται στη σειριακή θύρα του υπολογιστή `logger.hydro.civil.ntua.gr`. Το σύστημα αυτό είναι PC και τρέχει MS-DOS. Η σειριακή θύρα διαβάζεται από το πρόγραμμα P3081 της Aanderaa, το οποίο τρέχει στο foreground. Επειδή τα δεδομένα μπορεί να ληφθούν οποιαδήποτε στιγμή, το πρόγραμμα πρέπει να τρέχει συνεχώς ώστε να ακούει συνέχεια τη θύρα. Το P3081 διαβάζει τα πρωτογενή δεδομένα, τα μετατρέπει σε κατάλληλες μονάδες (βλ. υποκεφάλαιο 2.2), και γράφει τα αποτελέσματα σε δύο αρχεία, από τα οποία μας ενδιαφέρει το `stat01.prn`, που είναι σε μορφή ASCII.

Το πρόγραμμα `copydata` είναι DOS TSR, και κάθε λίγη ώρα αντιγράφει το `stat01.prn` στον υπολογιστή Αχελώο, χρησιμοποιώντας NFS. Συγκεκριμένα, μέρος του συστήματος αρχείων του Αχελώου φαίνεται από το `logger` ως `drive H:`, οπότε το `copydata` πραγματοποιεί μια απλή αντιγραφή αρχείου κάθε λίγα λεπτά.

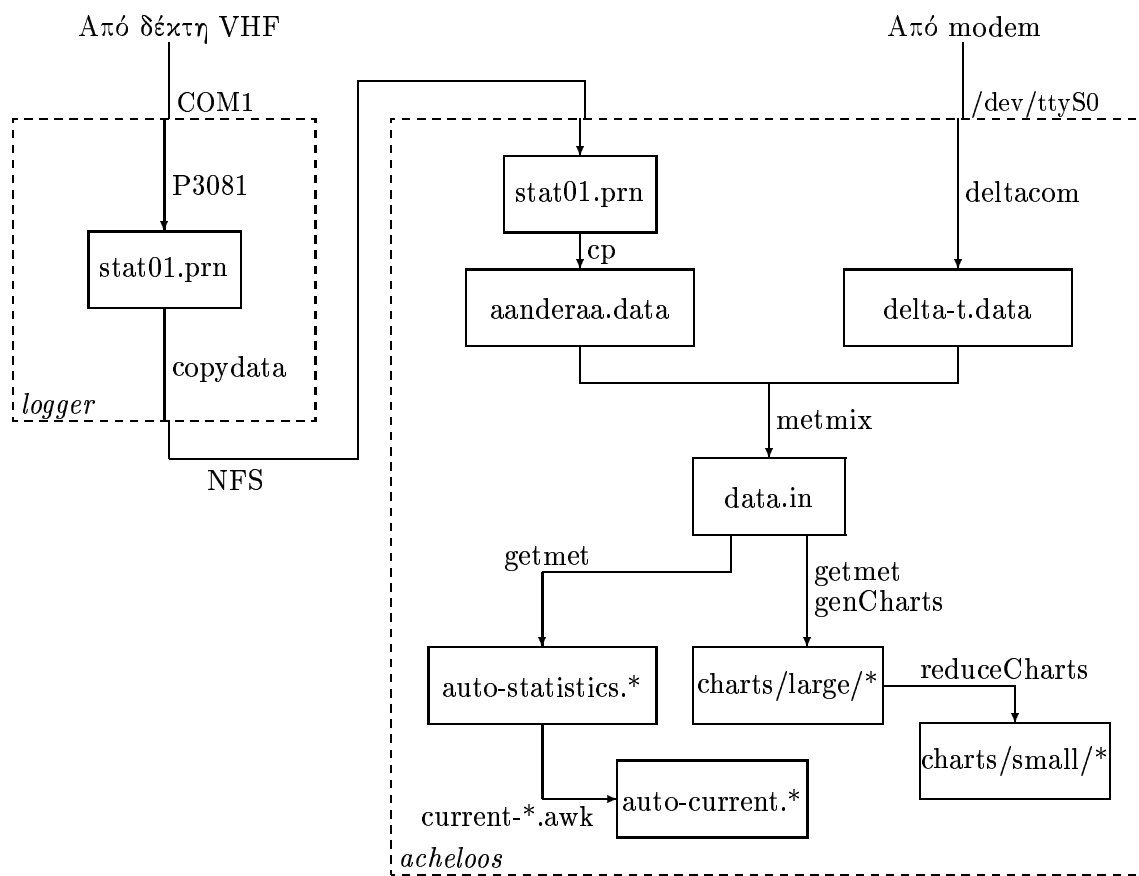
Το σύστημα NFS και τα προγράμματα P3081 και `copydata` ξεκινούν κατά την εκκίνηση του συστήματος, από το `autoexec.bat`.

Σε αντίθεση με το σύστημα της Aanderaa, όπου τα δεδομένα λαμβάνονται όταν αποφασίσει η μονάδα καταγραφής να τα στείλει, στο σύστημα της Delta-T, όπως αυτό είναι ρυθμισμένο στη συγκεκριμένη εφαρμογή, είναι ο υπολογιστής που αποφασίζει πότε θα ληφθούν. Έτσι, το πρόγραμμα `deltacom` δεν τρέχει συνεχώς αλλά περιοδικά μέσω του `cron`. Πιο συγκεκριμένα, ο `cron` κάθε 5 λεπτά τρέχει το πρόγραμμα `calculatedata`, το οποίο είναι shell script και είναι αυτό που τρέχει με τη σειρά όλα τα προγράμματα που εικονίζονται στο Σχήμα 4.1.

Πρώτα το `calculatedata` αντιγράφει το αρχείο `stat01.prn` στο `aanderaa.data`. Αυτό όμως το κάνει μόνο αν το `stat01.prn` είναι μεγαλύτερο σε bytes απ' ό,τι το `aanderaa.data`. Αν δεν είναι, τότε θεωρείται ότι δεν έχουν έρθει νέα δεδομένα από τη μονάδα της Aanderaa. Σ' αυτή την περίπτωση, το `calculatedata` σταματά αμέσως την εκτέλεση ώστε να μην επιβαρύνει το σύστημα με άσκοπες λειτουργίες.

Στη συνέχεια, το `calculatedata` τρέχει το πρόγραμμα `deltacom`. Αυτό επικοινωνεί με το `logger` της Delta-T και φέρνει όλα τα δεδομένα που έχουν ληφθεί από την προηγούμενη φορά που έτρεξε το `deltacom`. Τα δεδομένα αυτά προστίθενται στο τέλος του αρχείου `delta-t.data`. Το `deltacom` είναι γραμμένο σε C και περιγράφεται εκτενώς στο Κεφάλαιο 5.

Ακολούθως, το `calculatedata` τρέχει το πρόγραμμα `metmix`, το οποίο διαβάζει τα αρχεία



Σχήμα 4.1: Η αυτόματη επεξεργασία των δεδομένων

aanderaa.data και delta-t.data και παράγει ένα ενιαίο αρχείο, το data.in, το οποίο περιέχει τα δεδομένα και των δύο υποσυστημάτων. Για εξοικονόμηση χρόνου και πόρων, το metmix διαβάζει μόνο το τελευταίο μέρος των δύο αρχείων, που αντιστοιχεί περίπου στις δύο τελευταίες μέρες, αφού το data.in δεν χρειάζεται να περιέχει παρά τις τελευταίες 24 ώρες, ενώ τα aanderaa.data και delta-t.data περιέχουν τα δεδομένα πολλών εβδομάδων ή και μηνών, και ανέρχονται σε αρκετές εκατοντάδες KB, και συνεχώς αυξάνονται σε μέγεθος μέχρι να αποφασίσει ο διαχειριστής να αρχειοθετήσει τα δεδομένα τους και να τα αδειάσει. Το metmix είναι γραμμένο σε PERL και περιγράφεται στο υποκεφάλαιο 8.2.

Όταν το metmix ολοκληρώσει, το calculatedata τρέχει στη συνέχεια το πρόγραμμα getmet, το οποίο διαβάζει το data.in και παράγει στατιστικά αποτελέσματα, που αποθηκεύονται σε αρχεία auto-statistics.txt και auto-statistics.html.

Κεφάλαιο 5

Το πρόγραμμα `deltacom`

5.1 Εισαγωγή

Η απομακρυσμένη διαχείριση του Delta-T logger γίνεται χρησιμοποιώντας λογισμικό που επικοινωνεί με το logger μέσω modem. Ενώ το υπάρχον λογισμικό της Delta-T ([1]) προσφέρει εκτεταμένες δυνατότητες διαλογικής (interactive) διαχείρισης του logger, ενίοτε χρειάζεται συνεχής και αυτοματοποιημένη παρακολούθηση των μετεωρολογικών μεταβλητών, είτε για προβολή των δεδομένων στο World Wide Web, είτε για συνεχή προβολή τους από κάποιο πρόγραμμα παρακολούθησης. Το `deltacom` είναι πρόγραμμα που μπορεί με απλό τρόπο να επικοινωνήσει μέσω του modem με το logger, να κατεβάσει δεδομένα και να τα μετατρέψει σε απλή μορφή ASCII. Είναι μη-διαλογικό πρόγραμμα, και είναι σχεδιασμένο κυρίως για να καλείται από άλλα προγράμματα. Μπορεί λοιπόν να χρησιμοποιείται σε χαμηλό επίπεδο για να κρύβει από προγράμματα ψηλότερου επιπέδου τις λεπτομέρειες της επικοινωνίας και να παρέχει τα δεδομένα σε μορφή ASCII.

5.2 Για εύκολο ξεκίνημα

Είναι αναγκαίο ο χρήστης να διαβάσει προσεκτικά ολόκληρο αυτό το κεφάλαιο. Εντούτοις, για να πάρει εύκολα μια ιδέα για το πώς λειτουργεί το πρόγραμμα, σ' αυτό το υποκεφάλαιο δίνονται οδηγίες για το πώς πραγματοποιούνται οι πιο συνηθισμένες λειτουργίες.

Οι απλούστερες μορφές εκτέλεσης του προγράμματος είναι

```
deltacom version
deltacom help
```

Αυτές παρέχουν, αντίστοιχα, την έκδοση του προγράμματος και ένα σύντομο μήνυμα για το πώς συντάσσεται η εντολή.

Για τις υπόλοιπες εντολές, πρέπει να υπάρχει αρχείο ρυθμίσεων. Δημιουργήστε με διορθωτή κειμένου (text editor) ένα αρχείο που να ονομάζεται π.χ. `deltacom.ζονφ`, και να περιέχει τις εξής γραμμές:

```
MODEM_DEVICE=/dev/modem
MODEM_DIAL=ATDTXXXX
DIAL=MAYBE
HANGUP=NO
LOGGER_TIMEZONE=EET-2
```

Το *XXXX* στην παράμετρο `MODEM_DIAL` είναι ο αριθμός τηλεφώνου του logger. Είναι αναγκαίο να διαβάσετε το υποκεφάλαιο 5.4 παρακάτω για να κατανοήσετε αυτές τις παραμέτρους.

Ακολουθώντας, δοκιμάστε τις εξής εντολές:

```
deltacom -vc deltapcom.conf status
deltacom -vc deltapcom.conf channels | less
deltacom -vc deltapcom.conf get
```

Η πρώτη από αυτές τις εντολές προβάλλει τη γενική αναφορά κατάστασης του logger. Η δεύτερη προβάλλει τις ρυθμίσεις και την κατάσταση των καναλιών εισόδου. Η τρίτη φέρνει την επόμενη εγγραφή δεδομένων από το logger. Το ποια εγγραφή έχει σειρά φαίνεται στην αναφορά κατάστασης που λαμβάνεται με `status`.

Η παράμετρος `-v` (`verbose`) κάνει το `deltacom` να προβάλλει μηνύματα για τις διάφορες επιμέρους λειτουργίες που επιτελεί. Η παράμετρος `-c filename` ορίζει το αρχείο ρυθμίσεων.

Για την ανάκτηση όλων των εγγραφών (ξεκινώντας από την τρέχουσα), και όχι μόνο μίας, μπορεί να προστεθεί η παράμετρος `-a`:

```
deltacom -avc deltapcom.conf get
```

Σ' αυτή την περίπτωση είναι πιο πρακτικό τα αποτελέσματα να σταλούν σε αρχείο απ' ό,τι στην οθόνη:

```
deltacom -avc deltapcom.conf get >data
```

Το ποια είναι η τρέχουσα εγγραφή του logger μπορεί να τροποποιηθεί με τις εξής εντολές:

```
deltacom -vc deltapcom.conf rewind
deltacom -vc deltapcom.conf move MMDDHhmmSS
```

Η πρώτη εντολή γυρίζει το δείκτη στην αρχή των δεδομένων, ενώ η δεύτερη τον μετακινεί στην πρώτη εγγραφή της οποίας η ημερομηνία είναι ίση ή μεταγενέστερη της προσδιορισθείσας.

5.3 Γενική περιγραφή

Το `deltacom` τρέχει με την εντολή

```
deltacom options command args
```

Η λειτουργία του `deltacom` προσδιορίζεται από ένα αρχείο ρυθμίσεων (`configuration file`). Αν προσδιοριστεί τέτοιο αρχείο στη γραμμή εντολής (βλ. την παράμετρο `-c` παρακάτω), χρησιμοποιείται αυτό. Αν δεν προσδιοριστεί αρχείο στη γραμμή εντολής, τότε το πρόγραμμα ψάχνει κατά σειρά για αρχεία με όνομα `$HOME/.deltacomrc` και `/etc/deltacomrc`. Αν βρει κάποιο από αυτά, το θεωρεί αρχείο ρύθμισης, αλλιώς τερματίζει με μήνυμα λάθους. Η μορφή του αρχείου ρυθμίσεων περιγράφεται στο υποκεφάλαιο 5.4 παρακάτω.

Το `deltacom` χρησιμοποιείται για να λάβει πληροφορίες από το logger. Για το σκοπό αυτό αρχικά ξεκινά σύνδεση με το logger. Ανάλογα με το τι προβλέπεται στο αρχείο ρυθμίσεων, είτε παίρνει τηλέφωνο είτε θεωρεί ότι ήδη η γραμμή είναι ανοιχτή (είτε δοκιμάζει και παίρνει τηλέφωνο αν δεν είναι ανοιχτή). Ακολουθώντας λαμβάνει τα δεδομένα από το logger και στη συνέχεια τερματίζει. Αν προβλέπεται από το αρχείο ρυθμίσεων, πριν τον τερματισμό κλείνει τη γραμμή. Τα δεδομένα που λαμβάνει από το logger είτε είναι η ώρα, την οποία συγκρίνει με την ώρα του συστήματος, είτε μετρήσεις των αισθητήρων. Το τι δεδομένα θα ληφθούν καθορίζεται από τις παραμέτρους που προσδιορίζονται στη γραμμή της εντολής.

Το `deltacom` δέχεται τις εξής εντολές:

checktime Έλεγχος ώρας. Το `deltacom` επικοινωνεί με το `logger` και ελέγχει την ώρα. Αν η απόκλιση από την ώρα του συστήματος είναι μικρότερη από μία διαφορά (που προσδιορίζεται στο αρχείο ρυθμίσεων), τότε το `deltacom` επιστρέφει 0. Αν είναι μεγαλύτερη, επιστρέφει 1. Αν για κάποιο λόγο δεν ήταν δυνατή η σύγκριση (π.χ. πρόβλημα στην επικοινωνία), επιστρέφει 2. Στις πρώτες δύο περιπτώσεις, προβάλλεται σχετικό μήνυμα στο `standard error`, εκτός αν είναι προσδιορισμένη η παράμετρος `-s`, στην οποία περίπτωση ο μόνος τρόπος να αξιολογηθεί το αποτέλεσμα είναι να εξεταστεί η επιστρεφόμενη τιμή. Στην περίπτωση που δεν ήταν δυνατή η σύγκριση, προβάλλεται μήνυμα λάθους ούτως ή άλλως. Για περισσότερες πληροφορίες, βλ. το υποκεφάλαιο 5.5 Έλεγχος ώρας παρακάτω.

version Προβολή του αριθμού έκδοσης στο `standard error`.

help Προβολή σύντομου μηνύματος με τη σύνταξη της εντολής στο `standard error`.

status Προβολή της γενικής αναφοράς κατάστασης του `logger`.

get Ανάκτηση μέτρησης. Το `deltacom` επικοινωνεί με το `logger` και επιστρέφει την επόμενη εγγραφή. Η εγγραφή προβάλλεται στο `standard output` ως σειρά αριθμών διαχωρισμένων με διαστήματα. Κάθε φορά που διαβάζεται μια εγγραφή, ο δείκτης του `logger` μετακινείται στην επόμενη εγγραφή, με αποτέλεσμα διαδοχικές εκτελέσεις του `deltacom` με την εντολή `get` να έχουν αποτέλεσμα την ανάκτηση διαδοχικών μετρήσεων. Ο δείκτης μπορεί να μετακινηθεί σε διαφορετική θέση χρησιμοποιώντας τις εντολές `move` και `rewind`, που περιγράφονται παρακάτω. Σε περίπτωση που δοθεί η εντολή `get` και ο δείκτης βρίσκεται μετά το τέλος των δεδομένων, τότε το `deltacom` τερματίζει κανονικά, χωρίς να βγάλει αποτέλεσμα στο `standard output` και χωρίς μήνυμα λάθους.

Στη γραμμή που προβάλλεται στο `standard output`, αρχικά είναι η ημερομηνία και ώρα της μέτρησης, στη μορφή `EEEEMMHHΩΩΛΛΔΔ` (η μορφή αυτή είναι μια από τις προβλεπόμενες από το ISO 8601). Ο `logger` δεν αποθηκεύει το έτος, και το `deltacom` το προσθέτει μόνο του, βάζοντας το τρέχον έτος που λαμβάνεται από την ώρα του συστήματος, εκτός αν η ημερομηνία που προκύπτει ανήκει στο μέλλον, οπότε βάζει το προηγούμενο έτος. Για να καλυφθούν και περιπτώσεις στις οποίες το ρολόι του `logger` πηγαίνει μπροστά σε σχέση με το ρολόι του συστήματος, για να θεωρηθεί μελλοντική μια ημερομηνία πρέπει να βρίσκεται περισσότερες από 24 ώρες στο μέλλον. Μετά την ημερομηνία ακολουθεί διάστημα, και ακολουθούν οι μετρήσεις των αισθητήρων, χωρισμένες με διαστήματα. Η σειρά με την οποία προβάλλονται οι μετρήσεις πάνω στη γραμμή φαίνεται αν το `deltacom` τρέξει με την εντολή `channels`, που περιγράφεται παρακάτω, και δείχνει τι περιέχει το κάθε κανάλι εισόδου του `logger` και τη σειρά με την οποία προβάλλονται τα κανάλια.

Η εντολή `get` μπορεί να συνδυαστεί με την παράμετρο `-a`, η οποία διαβάσει όλες τις εγγραφές από την επόμενη και μετά, και τις προβάλλει στο `standard output`, σε μια γραμμή την καθεμία. Βλ. όμως σχετικά και το υποκεφάλαιο 5.7 Προβλήματα παρακάτω για πληροφορίες σχετικά με την αξιοπιστία της παραμέτρου `-a`.

move time Μετακίνηση του δείκτη δεδομένων του `logger` σε συγκεκριμένη εγγραφή. Η εντολή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί πριν την `get` για να καθορίσει ποια δεδομένα θα διαβαστούν. Ο δείκτης μετακινείται στην πρώτη εγγραφή της οποίας ο χρόνος είναι ίσος ή μεταγενέστερος του προσδιορισμένου. Ο χρόνος προσδιορίζεται με τη μορφή `MMHHΩΩΛΛΔΔ`.

Η διαδικασία αυτή μπορεί να πάρει πολύ χρόνο. Βλ. το υποκεφάλαιο 5.7 Προβλήματα παρακάτω για περισσότερες πληροφορίες.

rewind Μετακίνηση του δείκτη δεδομένων του logger στην αρχή των δεδομένων.

channels Ανάκτηση πληροφοριών από το logger για τις ρυθμίσεις των καναλιών εισόδου. Οι ρυθμίσεις αυτές προβάλλονται στο standard output.

Οι εξής παράμετροι μεταβάλλουν τη συμπεριφορά του deltacom:

- c **configuration_file** Χρήση του προσδιορισθέντος αρχείου ρυθμίσεων αντί του προκαθορισμένου \$HOME/.deltacom.conf και /etc/deltacom.conf. Σε λειτουργικά συστήματα εκτός Unix δεν υπάρχουν προκαθορισμένα αρχεία και ο ορισμός της παραμέτρου είναι υποχρεωτικός.
- s Αυτή η παράμετρος συνδυάζεται με την εντολή checktime για να μην εμφανίζονται μηνύματα, και ο κύριος στόχος της είναι να διευκολύνει τη χρήση του deltacom μέσα από τον cron. Για περισσότερες πληροφορίες, βλ. την εντολή checktime παραπάνω και το υποκεφάλαιο 5.5 Έλεγχος ώρας παρακάτω.
- a Βλ. την εντολή get παραπάνω.
- v Προβολή μηνυμάτων στο standard error για τις διάφορες λειτουργίες που πραγματοποιεί το deltacom.
- d1, -d2 Επίπεδο αποσφαλμάτωσης 1 ή 2. Στο επίπεδο 1 προβάλλονται στο standard error οι χαρακτήρες που λαμβάνονται από το modem. Στο επίπεδο 2 συμβαίνει το ίδιο, αλλά προβάλλεται εντός παρενθέσεων η αριθμητική τιμή τους, αντί οι ίδιοι οι χαρακτήρες. Επίσης, προβάλλεται εντός αγκυλών η αριθμητική τιμή των χαρακτήρων που στέλνονται στο modem. Η επιλογή -d2 είναι χρήσιμη για την εξέταση τυχόν χαρακτήρων που λαμβάνονται από το modem και δεν είναι δυνατό να προβληθούν.

Η παράμετρος -d συνεπάγεται την -v και δεν μπορούν να προσδιοριστούν και οι δύο.

5.4 Αρχείο ρυθμίσεων

Το αρχείο ρυθμίσεων είναι ASCII και αποτελείται από τα εξής:

- Κενές γραμμές, ή γραμμές μόνο με διαστήματα και tab, οι οποίες αγνοούνται.
- Γραμμές που ξεκινούν με #, του οποίου μπορούν να προηγούνται διαστήματα ή tab, οι οποίες αγνοούνται. Τέτοιες γραμμές μπορούν να χρησιμοποιούνται για σχολιασμό.
- Γραμμές της μορφής ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ=τιμή, που προσδιορίζουν τιμές παραμέτρων. Αγνοούνται τυχόν διαστήματα και tab στην αρχή και στο τέλος της γραμμής και εκατέρωθεν του =. Διαστήματα εσωτερικά στην τιμή λαμβάνονται κανονικά υπόψη ως μέρος της τιμής. Η τιμή δεν πρέπει ποτέ να περικλείεται σε εισαγωγικά, γιατί αυτά θεωρούνται μέρος της τιμής.

Οι παράμετροι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι οι εξής:

BAUD_RATE, PARITY, DATA_BITS, STOP_BITS Οι ρυθμίσεις επικοινωνίας με τη σειριακή θύρα. Το BAUD_RATE μπορεί να λάβει μια από τις τιμές 50, 75, 110, 134, 150, 200, 300, 600, 1200, 1800, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400. Το PARITY μπορεί να λάβει μια από τις τιμές EVEN, ODD, NO. Το DATA_BITS μπορεί να λάβει μια από τις τιμές 7 και 8. Το STOP_BITS μπορεί να λάβει μια από τις τιμές 0, 1 και 2. Αν οι παράμετροι δεν προσδιοριστούν, χρησιμοποιούνται προκαθορισμένες τιμές, και συγκεκριμένα BAUD_RATE=19200, PARITY=NO, DATA_BITS=8, STOP_BITS=1.

MODEM_DEVICE Το device στο οποίο είναι συνδεδεμένο το modem, π.χ. /dev/ttyS0.

MODEM_INIT Η σειρά χαρακτήρων για έναρξη του modem. Αν δεν προσδιοριστεί, χρησιμοποιείται η προκαθορισμένη τιμή `AT S7=45 L3 V1 X4 &C1 E1 Q0` (S7=45: timeout in 45 seconds for carrier detection; L3: maximum volume; V1: verbose mode; X4: wait for dial tone and check for busy tone; &C1: data carrier detect; E1: echo local commands; Q0: enable result codes and messages).

MODEM_RESET Η σειρά χαρακτήρων για μηδενισμό του modem. Αν δεν προσδιοριστεί, χρησιμοποιείται η προκαθορισμένη τιμή `ATZ`.

MODEM_ESCAPE Η σειρά χαρακτήρων escape του modem. Αν δεν προσδιοριστεί, χρησιμοποιείται η προκαθορισμένη τιμή `+++`.

MODEM_DIAL Η σειρά χαρακτήρων για κλήση του logger, π.χ. ATDT2405.

DIAL, HANGUP Η παράμετρος DIAL προσδιορίζει αν το delatcom θα πάρει τηλέφωνο ή αν θα θεωρήσει ότι ήδη η γραμμή είναι ανοιχτή. Μπορεί να λάβει μια από τις τιμές YES, NO ή MAYBE.

Αν DIAL=YES, τότε το delatcom θεωρεί ότι η γραμμή δεν είναι ανοιχτή, και παίρνει τηλέφωνο στέλνοντας τα MODEM_INIT και MODEM_DIAL. Αν χρειαστεί, στέλνει προηγουμένως τα MODEM_ESCAPE και MODEM_RESET για να διακοπεί τυχόν ήδη ανοιχτή επικοινωνία με οποιοδήποτε άλλο modem.

Αν DIAL=NO, τότε το delatcom θεωρεί ότι η γραμμή είναι ανοιχτή, και προσπαθεί να επικοινωνήσει κατευθείαν με το logger.

Τέλος, αν DIAL=MAYBE, το delatcom θεωρεί ότι η γραμμή είναι ανοιχτή, αλλά αν μετά από μερικές απόπειρες δεν καταφέρει να επικοινωνήσει με το logger, θεωρεί ότι η γραμμή έχει πέσει και παίρνει τηλέφωνο σαν να ήταν DIAL=YES.

Η παράμετρος HANGUP προσδιορίζει αν θα κλείσει η σύνδεση όταν ολοκληρωθεί η συναλλαγή με το logger. Αν έχει την τιμή YES, τότε η σύνδεση κλείνει, αλλιώς η γραμμή μένει ανοιχτή.

Γενικά, αν για τη σύνδεση με το logger χρησιμοποιείται μισθωμένη γραμμή, τότε πρέπει να είναι DIAL=NO και HANGUP=NO. Αν χρησιμοποιείται τηλεφωνική γραμμή που πρέπει να κλείνει, τότε πρέπει να είναι DIAL=YES και HANGUP=YES. Αν χρησιμοποιείται τηλεφωνική γραμμή που μπορεί να μένει συνέχεια ανοιχτή, τότε πρέπει να είναι DIAL=MAYBE και HANGUP=NO.

LOGGER_LOGIN, LOGGER_PASSWORD Το όνομα και το σύνθημα για πρόσβαση στο logger. Αυτές οι δύο παράμετροι μπορούν να παραλειφθούν, που σημαίνει ότι η πρόσβαση στο logger είναι ελεύθερη.

Στην παρούσα έκδοση του `deltacom`, η λειτουργικότητα που σχετίζεται μ' αυτές τις δύο παραμέτρους δεν είναι υλοποιημένη, και επομένως ο `logger` δεν γίνεται να χρησιμοποιηθεί αν δεν έχει τεθεί έλεγχος πρόσβασης.

LOGGER_TIMEZONE Η χρονική ζώνη στην οποία είναι ρυθμισμένος ο `logger`. Αν αυτή η παράμετρος δεν προσδιοριστεί, τότε χρησιμοποιείται η ζώνη του συστήματος. Αν η ζώνη του συστήματος είναι διαφορετική από την ώρα του `logger` (π.χ. σύστημα σε θερινή ώρα, `logger` σε χειμερινή), τότε η παράμετρος πρέπει να προσδιοριστεί οπωσδήποτε ώστε το `deltacom` να μπορεί να κάνει σωστά τις σχετικές συγκρίσεις. Η παράμετρος προσδιορίζεται στη μορφή που χρησιμοποιείται και για τη μεταβλητή περιβάλλοντος TZ. Για παράδειγμα, η ελληνική χειμερινή ώρα είναι EET-2.

ALLOWED_TIME_OFFSET Η μέγιστη επιτρεπόμενη διαφορά σε δευτερόλεπτα ανάμεσα στην ώρα του συστήματος και στην ώρα του `logger`. Για περισσότερες πληροφορίες, βλ. το υποκεφάλαιο 5.5, Έλεγχος ώρας, παρακάτω.

RETRIES, RETRY_WAIT Αυτές οι παράμετροι καθορίζουν το πώς το `deltacom` θα επαναλάβει την προσπάθεια επικοινωνίας σε περίπτωση αποτυχίας. Συγκεκριμένα, αν το modem ή ο `logger` δεν αποκρίνονται όπως αναμένεται ότι θα αποκριθούν, τότε το `deltacom` περιμένει για `RETRY_WAIT` δευτερόλεπτα, και στη συνέχεια ξαναδοκιμάζει. Το πλήθος των επαναλήψεων καθορίζεται από την παράμετρο `RETRIES`. Αν και στην τελευταία επανάληψη δεν επιτευχθεί επικοινωνία, το `deltacom` τερματίζει με μήνυμα λάθους και επιστρέφει 2.

Αν `RETRIES=0`, ή αν η παράμετρος δεν προσδιοριστεί καθόλου, τότε το `deltacom` δεν πραγματοποιεί επαναλήψεις, αλλά δοκιμάζει μόνο μία φορά.

5.5 Έλεγχος ώρας

Για τον έλεγχο της ώρας του `logger` υπάρχει η παράμετρος `-t`:

```
deltacom -t
```

Το `deltacom` επικοινωνεί με το `logger` με τον τρόπο που προσδιορίζεται από το αρχείο ρυθμίσεων, λαμβάνει την ώρα, τη συγκρίνει με την ώρα του συστήματος, και προβάλλει σχετικό μήνυμα στο `standard error` που αναφέρει αν η διαφορά είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την προσδιορισθείσα με την παράμετρο `ALLOWED_TIME_OFFSET`. Επίσης, επιστρέφει τιμή 1 αν η διαφορά είναι μεγαλύτερη.

Για τη χρήση του `deltacom` μέσα από τον `cron` είναι χρήσιμο να προσδιοριστεί και η παράμετρος `s`:

```
deltacom -ts
```

Σ' αυτή την περίπτωση, το `deltacom` δεν προβάλλει μήνυμα, και ο μόνος τρόπος ελέγχου είναι η εξέταση της επιστρεφόμενης τιμής. Η μέθοδος αυτή είναι χρήσιμο να εφαρμόζεται σε `script` το οποίο να τρέχει από τον `cron` άπαξ ημερησίως, και να στέλνει e-mail σε περίπτωση προβλήματος. Παράδειγμα τέτοιου `script` είναι το εξής:

```
#!/bin/sh
MAIL_ADDR=meteo@hydro.ntua.gr
```

```
deltacom -ts
if [ $? = 1 ]; then
    echo Logger time is incorrect |\
    mail -s "Incorrect logger time" $MAIL_ADDR
fi
```

Αν το `deltacom` δεν μπορέσει (κατόπιν των σχετικών επαναλήψεων, βλ. τις παραμέτρους `RETRIES` και `RETRY_WAIT` παραπάνω) να επικοινωνήσει με το σταθμό και να λάβει την ώρα, τότε προβάλλει μήνυμα λάθους είτε είναι ορισμένη η παράμετρος `-s` είτε όχι, και επιστρέφει 2. Σ' αυτή την περίπτωση το παραπάνω script δεν θα στείλει e-mail, αλλά θα στείλει ο `cron`, αφού θα υπάρξει output στο standard error. Εναλλακτικά μπορεί να τροποποιηθεί το script και να στέλνει το ίδιο e-mail, εκτρέποντας το standard error του `deltacom` και στέλνοντάς το.

Αν η χρονική ζώνη της ώρας του logger είναι διαφορετική από τη ζώνη της ώρας του συστήματος, τότε πρέπει στο αρχείο ρυθμίσεων να προσδιοριστεί η παράμετρος `LOGGER_TIMEZONE` (βλ. παραπάνω).

5.6 Επιστρεφόμενη τιμή

Το `deltacom` επιστρέφει 0 αν όλα έχουν πάει καλά, 2 αν έχει υπάρξει πρόβλημα στην επικοινωνία, και 1 αν αποτύχει ο έλεγχος συμφωνίας της ώρας του logger με την ώρα του συστήματος.

5.7 Προβλήματα

Η χρονική ζώνη `LOGGER_TIMEZONE` πρέπει να απέχει ακέραιο αριθμό χρονικών βημάτων από την ώρα UTC.

Ο χειρισμός τυχόν λανθασμένων σημάτων (θορύβου) από το logger δεν γίνεται σωστά. Συγκεκριμένα, το εγχειρίδιο προγραμματισμού [2] του logger αναφέρει:

On powering up, the logger may take up to 100ms to establish a correct RS232C level. Noise on the output lines occurs during this period, and communications software may need to take account of such spurious signals.

Πράγματι, έχει παρατηρηθεί και στην πράξη ότι ο logger στέλνει ένα χαρακτήρα 0 σ' αυτή την περίπτωση, και το `deltacom` τον αγνοεί. Εντούτοις, αν υπό άλλες συνθήκες ο logger δώσει περισσότερους ή διαφορετικούς χαρακτήρες, είναι πιθανό το `deltacom` να μην λειτουργήσει σωστά.

Η επικοινωνία με το logger είναι πολύ αργή. Ενώ το RS232 του logger μπορεί να επικοινωνήσει με ταχύτητες έως 9600 Baud, ο ρυθμός με τον οποίο ανακτώνται τα δεδομένα είναι πολύ βραδύτερος. Αυτό είναι πιθανό να οφείλεται σε κακή υλοποίηση και χρονισμό της εφαρμογής του πρωτοκόλλου επικοινωνίας με το logger. Ένα αποτέλεσμα αυτού του προβλήματος, εκτός από το ότι η ανάκτηση πολλών δεδομένων ταυτόχρονα είναι αργή, είναι και το ότι είναι αργή η χρήση της εντολής `move`, που μετακινεί το δείκτη του logger. Αυτό συμβαίνει γιατί ο logger δεν προσφέρει δυνατότητα για μετακίνηση του δείκτη σε οποιαδήποτε θέση, παρά μόνο στην αρχή των δεδομένων. Αν ο δείκτης πρέπει να μετακινηθεί μερικές εγγραφές προς τα πίσω, ο μόνος τρόπος είναι να γυρίσει στην αρχή και στη συνέχεια να διαβαστούν όλες οι εγγραφές μέχρι την επιθυμητή.

Πάντως, το ίδιο το πρόγραμμα της Delta-T χρειάζεται περισσότερο χρόνο από το `deltacom` για να λάβει τα δεδομένα, πράγμα που δείχνει ότι τελικά το πρόβλημα μπορεί να μην οφείλεται σε

λάθος στο `deltacom`, αλλά να είναι εγγενές. Τα δεδομένα ανακτώνται εγγραφή προς εγγραφή, και πιθανόν η διαδικασία συνομιλίας με το `logger` για τη λήψη μιας μόνο εγγραφής να εισάγει καθυστέρηση. Υπάρχει και άλλος τρόπος λήψης δεδομένων από το `logger`, και συγκεκριμένα η εντολή 98, `SERIAL DUMP`, η οποία πιθανόν να είναι γρηγορότερη, αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το `deltacom` γιατί χορηγεί μόνο ολόκληρο το αρχείο δεδομένων του `logger`.

Γενικά η επικοινωνία με το `logger` μέσω της σειριακής θύρας παρουσιάζει προβλήματα. Ενίοτε μερικοί χαρακτήρες που στέλνονται ή λαμβάνονται από το `logger` χάνονται, και για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα έχουν εισαχθεί στον κώδικα εντολές αναμονής. Για παράδειγμα, πριν την αποστολή μιας εντολής στο `logger` το `deltacom` περιμένει 100 ms. Αυτός δεν είναι ο καλύτερος τρόπος να λυθούν τα προβλήματα, που ίσως να μπορούν να αντιμετωπιστούν με καλύτερη ρύθμιση των παραμέτρων του οδηγού της σειριακής θύρας, και ίσως το ίδιο πρόγραμμα σε διαφορετικό σύστημα από αυτό στο οποίο αποσφαλματώθηκε να μην μπορεί να λειτουργήσει σωστά.

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας με το `logger` έχει, απ' ό,τι φαίνεται, μία παράλειψη, η οποία δημιουργεί ορισμένα προβλήματα στη χρήση της παραμέτρου `-a`. Συγκεκριμένα, όταν το PC ζητήσει από το `logger` μια εγγραφή με δεδομένα, το `logger` την επιστρέφει με `checksum`. Το PC ακολουθώντας απαντά με `OK$` ή με `NOK$`, που σημαίνουν αντίστοιχα ότι ελήφθη σωστά ή δεν ελήφθη σωστά. Οποιοσδήποτε χαρακτήρας εκτός από αυτούς τους δύο ισοδυναμεί με `NOK$`. Στην περίπτωση του `OK$`, το `logger` μετακινεί το δείκτη του στην επόμενη εγγραφή, αλλιώς αφήνει το δείκτη εκεί που είναι, και στο επόμενο αίτημα επιστρέφει την ίδια εγγραφή. Το πρόβλημα είναι ότι το πρωτόκολλο δεν προβλέπει κάποιο τρόπο εξασφάλισης ότι ο χαρακτήρας επιβεβαίωσης που στέλνει το PC έχει ληφθεί σωστά από το `logger`. Αν το PC στείλει `OK$` και ο χαρακτήρας αυτός ληφθεί λάθος από το `logger`, το PC δεν μπορεί να το ξέρει, και θα νομίζει ότι στο επόμενο αίτημα ο `logger` θα στείλει την επόμενη εγγραφή, ενώ ο `logger` θα στείλει την ίδια εγγραφή. Επειδή η εγγραφή δεν περιέχει την ημερομηνία, δεν υπάρχει εύκολος τρόπος να διαπιστώσει το PC ότι έχει γίνει λάθος.

Όταν λοιπόν χρησιμοποιείται η παράμετρος `-a`, το `deltacom` διαβάσει διαδοχικά όλες τις εγγραφές, έχοντας προηγουμένως προσδιορίσει την ημερομηνία και ώρα της πρώτης μόνο εγγραφής, και υπάρχει πιθανότητα, αν παρουσιαστεί αυτό το σφάλμα, να εμφανίσει μια εγγραφή δύο φορές και από το σημείο εκείνο και ύστερα να αποσυγχρονιστούν οι εγγραφές. Ένας τρόπος να αποφευχθεί αυτό θα ήταν πριν από κάθε ανάγνωση εγγραφής να ξαναπροσδιορίζεται η ημερομηνία. Αυτό όμως θα απαιτούσε την εκτέλεση της εντολής `DATA.STATUS` του πρωτοκόλλου, η οποία θα επιβάρυνε με 126 bytes επιπλέον την ανάγνωση της κάθε εγγραφής, τη στιγμή που η εγγραφή κατά τα άλλα είναι μόλις 30 bytes, και η καθυστέρηση θα ήταν πολύ μεγάλη.

Έτσι το πρόβλημα έχει αντιμετωπιστεί με τον εξής τρόπο: Όταν το `deltacom` χρησιμοποιείται με την παράμετρο `-a`, κάθε φορά που λαμβάνει μια εγγραφή τη συγκρίνει με την προηγούμενή της. Αν είναι πανομοιότυπες, τότε θεωρεί ότι έχει υπάρξει αυτό το σφάλμα, αγνοεί τη δεύτερη εμφάνιση της εγγραφής, και ξαναδιαβάζει το `status report` του `logger` προκειμένου να επαναπροσδιορίσει την ημερομηνία. Αυτός ο τρόπος αντιμετώπισης είναι αξιόπιστος, και η μόνη περίπτωση να αποτύχει είναι δύο διαδοχικές εγγραφές να είναι πραγματικά πανομοιότυπες. Σ' αυτή την περίπτωση, το `deltacom`, επειδή θα αγνοήσει τη δεύτερη, θα δώσει αποτελέσματα στα οποία θα λείπει μια εγγραφή: πάντως όσες προβληθούν θα είναι σωστές.

Λόγω της μικρής, έστω, πιθανότητας να είναι πανομοιότυπες δύο διαδοχικές εγγραφές, καλό είναι η παράμετρος `-a` να μην προσδιορίζεται από πρόγραμμα ή `script`, αλλά μόνο κατευθείαν από ανθρώπινο χρήστη, ο οποίος μπορεί μετά να ελέγξει το αποτέλεσμα για να δει αν είναι εντάξει. Υπάρχει και τρόπος να τροποποιηθεί ο κώδικας του `deltacom` ώστε να λαμβάνει υπόψη όλες τις περιπτώσεις και να είναι εντελώς αξιόπιστο, αλλά αυτό δεν έχει γίνει στην παρούσα έκδοση.

Η εντολή `deltacom get` μπορεί να δίνεται και από πρόγραμμα ή `script`, και είναι αξιόπιστη γιατί διαβάζει μόνο μία εγγραφή και πριν από αυτήν διαβάζει και την ημερομηνία της εγγραφής. Εντούτοις, λόγω του προαναφερθέντος προβλήματος, δεν πρέπει να γίνεται η παραδοχή ότι διαδοχικές εκτελέσεις της `deltacom get` θα επιστρέψουν διαδοχικές εγγραφές. Είναι δυνατό να επιστρέψουν την ίδια εγγραφή. Επίσης, και όταν χρησιμοποιείται η παράμετρος `-a`, δεν πρέπει να γίνεται η παραδοχή ότι ο δείκτης δεδομένων του `logger` έχει προωθηθεί κανονικά μετά την τελευταία εγγραφή που διαβάστηκε· μπορεί να έχει μείνει στην τελευταία.

Κεφάλαιο 6

Το πρόγραμμα getmet

6.1 Γενική περιγραφή

Όπως περιγράφεται αναλυτικά σε άλλα κεφάλαια, τα μετεωρολογικά στοιχεία που στέλνει ο σταθμός, αφού περάσουν από διάφορους υπολογιστές, καταλήγουν τελικά στο σύστημα Linux του Εργαστηρίου Υδρολογίας, `acheloos.hydro.civil.ntua.gr`, και αποθηκεύονται σε αρχείο. Αυτό το αρχείο είναι μεν ASCII, αλλά όχι εύκολα αναγνώσιμο, αφού αποτελείται απλώς από μια σειρά αριθμών σε κάθε γραμμή. Το `getmet` διαβάζει το αρχείο και ετοιμάζει στατιστικά στοιχεία για τις τελευταίες 24 ώρες, τα οποία προβάλλει στην πρότυπη έξοδο `standard output`. Ο κύριος στόχος του `getmet` είναι να προβάλλει τα στοιχεία στους χρήστες του Internet, με χρήση `finger` ή `web`.

Το `getmet` τρέχει ως εξής:

```
getmet [-g|-e] [-h|-c] [-i inputfile] [-p parametersfile]
getmet -V (προβολή αριθμού έκδοσης και έξοδος)
```

Η επιλογή `-g` (ελληνικά) ή `-e` (αγγλικά) προσδιορίζει τη γλώσσα που θα χρησιμοποιηθεί στην προβολή των αποτελεσμάτων. Η επιλογή δεν έχει νόημα αν χρησιμοποιηθεί η επιλογή `-c` (βλ. παρακάτω)—σ' αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται πάντα αγγλικά. Η προκαθορισμένη τιμή είναι `-e`.

Η επιλογή `-c` ορίζει ότι τα στοιχεία πρέπει να προβληθούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν από αυτά να παραχθούν διαγράμματα. Η επιλογή `-h` ορίζει ότι τα στατιστικά στοιχεία θα προβληθούν σε HTML, αντί με απλή μορφή κειμένου. Βλέπε σχετικά το υποκεφάλαιο 6.4, *Μορφή αποτελεσμάτων*, παρακάτω.

Η επιλογή `-i` προσδιορίζει το αρχείο που περιέχει τις μετεωρολογικές πληροφορίες. Αν αυτό δεν προσδιοριστεί, χρησιμοποιείται το αρχείο που προσδιορίζεται στο αρχείο παραμέτρων (βλέπε υποκεφάλαιο 6.2 παρακάτω). Αν ούτε εκεί προσδιορίζεται αρχείο, χρησιμοποιείται το `/home/logger/met/metinfo`.

Η επιλογή `-p` προσδιορίζει το αρχείο παραμέτρων. Για πληροφορίες σχετικά με αυτή την επιλογή, βλέπε το υποκεφάλαιο 6.2 παρακάτω.

6.2 Αρχείο παραμέτρων

Η λειτουργία του `getmet` καθορίζεται από ένα αρχείο παραμέτρων, που ορίζεται είτε στη γραμμή εντολής με την επιλογή `-p`, είτε από τη μεταβλητή περιβάλλοντος `GETMET`. Αν οριστούν

αμφότερες, χρησιμοποιείται το αρχείο που προσδιορίζεται στη γραμμή εντολής. Αν δεν οριστεί καμιά, το getmet χρησιμοποιεί προκαθορισμένες τιμές για τις παραμέτρους.

Το αρχείο παραμέτρων είναι ASCII και αποτελείται από τα εξής:

- Κενές γραμμές, ή γραμμές μόνο με διαστήματα και tab, οι οποίες αγνοούνται.
- Γραμμές που ξεκινούν με #, του οποίου μπορούν να προηγούνται διαστήματα ή tab, οι οποίες αγνοούνται. Τέτοιες γραμμές μπορούν να χρησιμοποιούνται για σχολιασμό.
- Γραμμές της μορφής ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ=τιμή, που προσδιορίζουν τιμές παραμέτρων. Αγνοούνται τυχόν διαστήματα και tab στην αρχή και στο τέλος της γραμμής και εκατέρωθεν του =. Διαστήματα εσωτερικά στην τιμή λαμβάνονται κανονικά υπόψη ως μέρος της τιμής. Η τιμή δεν πρέπει ποτέ να περικλείεται σε εισαγωγικά, γιατί αυτά θεωρούνται μέρος της τιμής.

Οι παράμετροι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι οι εξής:

PERIOD Η διάρκεια της περιόδου μετρήσεων σε λεπτά. Η προκαθορισμένη τιμή είναι 10 λεπτά.

LATITUDE, LONGTITUDE Το γεωγραφικό πλάτος και μήκος της θέσης του σταθμού. Οι παράμετροι προσδιορίζονται με τη μορφή jjXX.XX.XX Υιι (χωρίς τα εισαγωγικά), όπου το XX.XX.XX είναι οι μοίρες, τα λεπτά και τα δευτερόλεπτα και το Υ μπορεί να έχει την τιμή N ή S για το γεωγραφικό πλάτος και E ή W για το γεωγραφικό μήκος. Αυτές οι παράμετροι χρησιμοποιούνται μόνο για προβολή, και δεν έχουν αποτέλεσμα στους υπολογισμούς. Οι προκαθορισμένες τιμές είναι 37.58.26 N και 23.47.16 E.

ELEVATION Το υψόμετρο του σταθμού σε μέτρα. Χρησιμοποιείται για την προβολή, καθώς και για την αναγωγή της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας (βλ. υποκεφάλαιο 6.6). Η προκαθορισμένη τιμή είναι 219 μέτρα.

DATAFILE Το όνομα του αρχείου μετεωρολογικών δεδομένων. Η επιλογή -i της γραμμής εντολής υπερισχύει. Η προκαθορισμένη τιμή είναι /home/meteo/data/data.in.

INPUTTZ Η χρονική ζώνη για τα δεδομένα. Βλ. το υποκεφάλαιο 6.5 Χειρισμός ώρας παρακάτω για περισσότερες πληροφορίες.

6.3 Αρχείο δεδομένων

Το αρχείο δεδομένων αποτελείται από μια γραμμή για κάθε μέτρηση. Κάθε PERIOD λεπτά προστίθεται μια γραμμή στο αρχείο. Η γραμμή περιέχει 11 αριθμούς χωριζόμενους από διαστήματα. Το νόημα των αριθμών αυτών είναι:

1. Η ημερομηνία στη μορφή EEMMHH.
2. Η ώρα στη μορφή ΩΩλλ.
3. Χαρακτηριστικός αριθμός του σταθμού, που δεν λαμβάνεται υπόψη.
4. Η μέση ταχύτητα ανέμου σε m/s.

5. Η ριπή ανέμου σε m/s.
6. Η διεύθυνση του ανέμου σε μοίρες.
7. Η θερμοκρασία σε °C.
8. Η σχετική υγρασία.
9. Η βροχόπτωση σε mm.
10. Η ατμοσφαιρική πίεση σε hPa.
11. Η διάρκεια ηλιοφάνειας.

Η τελευταία γραμμή του αρχείου περιέχει την τελευταία μέτρηση. Το getmet ξεκινά την ανάγνωση του αρχείου από το τέλος και στη συνέχεια πηγαίνει προς την αρχή μέχρι να συμπληρωθούν 24 ώρες. Το αρχείο πρέπει να περιέχει τα στοιχεία 24 ωρών τουλάχιστον, αλλιώς το getmet σταματά με μήνυμα λάθους.

Ενίοτε ο μετεωρολογικός σταθμός στέλνει λανθασμένες μετρήσεις. Το getmet πραγματοποιεί απλό έλεγχο ακραίων τιμών στις μετεωρολογικές μεταβλητές. Σε περίπτωση που εντοπίσει λανθασμένη μέτρηση, αγνοεί ολόκληρη την εγγραφή κατά τον υπολογισμό των στατιστικών στοιχείων.

Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η ερμηνεία των πρώτων δύο πεδίων, της ημερομηνίας και της ώρας, επηρεάζεται από την παράμετρο INPUTTZ και τη μεταβλητή περιβάλλοντος TZ. Βλέπε σχετικά το υποκεφάλαιο 6.5 παρακάτω.

6.4 Μορφή αποτελεσμάτων

Το getmet παρέχει βασικά δύο επιλογές:

1. Προβολή στατιστικών στοιχείων
2. Προβολή αναλυτικών στοιχείων

Η προβολή αναλυτικών στοιχείων επιτυγχάνεται με τη χρήση της παραμέτρου -c στη γραμμή εντολής.

Στην προβολή στατιστικών στοιχείων, τα αποτελέσματα προβάλλονται σε πίνακες είτε άμεσα αναγνώσιμους (απλό κείμενο ASCII) είτε HTML, οπότε πρέπει να προβληθούν με τη βοήθεια web browser. Η έξοδος σε HTML επιτυγχάνεται με τη χρήση της παραμέτρου -h στη γραμμή εντολής.

Στην προβολή αναλυτικών στοιχείων, προβάλλονται και τα στατιστικά, αλλά ως σειρές αριθμών, ο ένας δίπλα στον άλλο. Κάθε γραμμή ξεκινά από μια περιγραφική φράση όπως “Temperature statistics:” και συνεχίζεται με τα στατιστικά χωρισμένα με διαστήματα. Οποιοδήποτε πρόγραμμα διαβάζει αυτά τα αποτελέσματα πρέπει να διαβάζει την περιγραφική φράση στην αρχή κάθε γραμμής, και όχι να εξάγει συμπεράσματα με βάση τον αριθμό της γραμμής, αφού η σειρά ή το πλήθος των γραμμών μπορεί να αλλάξουν σε μελλοντικές εκδόσεις του getmet.

Τα στατιστικά στοιχεία ακολουθούνται από τα αναλυτικά για κάθε μεταβλητή, που είναι όλες οι τιμές της μεταβλητής για τις τελευταίες 24 ώρες (το πλήθος των τιμών είναι επομένως 1440/PERIOD). Για τιμές που δεν έχουν περάσει τον έλεγχο ακραίων τιμών, προβάλλεται NULL στη θέση της τιμής. Η πρώτη γραμμή ξεκινά με περιγραφική φράση όπως “Temperature

chart:” και ακολουθείται από τις τιμές, χωριζόμενες από διαστήματα και αλλαγές γραμμής, και τερματίζεται από ερωτηματικό (του οποίου προηγείται διάστημα). Η τελευταία από τις προβαλλόμενες τιμές αντιστοιχεί στην τελευταία μέτρηση, και η πρώτη στη μέτρηση που έγινε 24 ώρες πριν την τελευταία.

6.5 Χειρισμός ώρας

Η ζώνη ώρας στην οποία δίδονται τα δεδομένα δεν συμπίπτει κατ' ανάγκη με αυτή στην οποία προβάλλονται τα αποτελέσματα. Μπορεί να αποφασιστεί τα δεδομένα να αποθηκεύονται πάντα σε EET ή σε UTC, και τα αποτελέσματα να είναι σε EEST. Γι' αυτό η μεταβλητή περιβάλλοντος TZ, που προσδιορίζει τη ζώνη, δεν επαρκεί, και υπάρχει επιπλέον η παράμετρος INPUTTZ που ορίζεται στο αρχείο παραμέτρων.

Το getmet ερμηνεύει τις ώρες που αναγράφονται στις εγγραφές του αρχείου δεδομένων με βάση τη ζώνη που προσδιορίζεται από την παράμετρο INPUTTZ. Σε περίπτωση που αυτή δεν είναι ορισμένη, χρησιμοποιείται η προκαθορισμένη τιμή EET-2 (ώρα ανατολικής Ευρώπης, -2 ώρες πρέπει να προστεθούν για να λάβουμε την ώρα UTC).

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στη ζώνη που προσδιορίζεται από τη μεταβλητή περιβάλλοντος TZ. Αν αυτή δεν είναι ορισμένη, χρησιμοποιείται η προκαθορισμένη τιμή EET-2EEST-3,M3.5.0/03,M10.5.0/04. Η προβαλλόμενη ώρα της τελευταίας μέτρησης ακολουθείται από τη ζώνη και τη διαφορά ώρας με UTC. Η ερμηνεία της παραπάνω ζώνης είναι η εξής:

EET-2 Eastern European Time, offset -2 hours

EEST-3 Eastern European Summer Time, offset -3 hours

M3.5.0/03 Μετάβαση σε θερινή ώρα το μήνα 3, εβδομάδα 5, ημέρα 0, ώρα 03:00. Ημέρα 0 είναι η Κυριακή. Εβδομάδα 5 σημαίνει την τελευταία Κυριακή του μήνα.

M10.5.0/04 Επιστροφή σε χειμερινή ώρα το μήνα 10, εβδομάδα 5, ημέρα 0, ώρα 04:00.

Περισσότερες πληροφορίες για τη μεταβλητή περιβάλλοντος TZ υπάρχουν στο εγχειρίδιο του HP-UX, environ(5). Τα εγχειρίδια του Linux είναι ελλιπή σ' αυτό τον τομέα, αλλά και το Linux λειτουργεί όπως το HP-UX όσον αφορά στη μεταβλητή TZ.

Είναι κακή πρακτική τα δεδομένα να αποθηκεύονται σε ζώνη που περιλαμβάνει θερινές ρυθμίσεις, γιατί κατά την αλλαγή της ώρας μπορεί να απουσιάζουν χρονικά διαστήματα, ή, το κυριότερο, να επαναλαμβάνεται μια ώρα δυο φορές. Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί INPUTTZ που περιλαμβάνει μετάβαση σε θερινή ώρα, είναι πολύ πιθανό το getmet κατά την ημέρα αλλαγής ώρας να μην μπορέσει να ερμηνεύσει σωστά τις ώρες και να σταματήσει με μήνυμα λάθους.

6.6 Η αναγωγή της πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας

Με δεδομένη την ατμοσφαιρική πίεση και τη θερμοκρασία σε ορισμένο υψόμετρο, η αναγωγή της πίεσης στην επιφάνεια της θάλασσας είναι πολύπλοκο πρόβλημα θερμοδυναμικής. Οι μεταβλητές που υπεισέρχονται στον υπολογισμό είναι, εκτός από την πίεση και τη θερμοκρασία (που επηρεάζει την πυκνότητα), ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας με το υψόμετρο (που είναι άγνωστος, οπότε γίνονται παραδοχές), η επιτάχυνση της βαρύτητας, που εξαρτάται από

το γεωγραφικό πλάτος, η σχετική υγρασία, κ.ά. Η θεωρία περιγράφεται πλήρως στο [22]. Στο getmet έχει χρησιμοποιηθεί ο τύπος 178 της σελίδας 374:

$$p_0 = p \left(1 + \frac{\beta z}{T}\right)^{\frac{g}{R\beta}}$$

όπου p_0 και p η πίεση αντίστοιχα στην επιφάνεια της θάλασσας και σε υψόμετρο z , T η απόλυτη θερμοκρασία σε υψόμετρο z , β ο ρυθμός μεταβολής θερμοκρασίας με το υψόμετρο, R η σταθερά των αερίων και g η επιτάχυνση της βαρύτητας. Η β λαμβάνεται κατά προσέγγιση σταθερή και ίση με $0.0065^\circ\text{C}/\text{m}$. Η R είναι συνάρτηση της υγρασίας αλλά λαμβάνεται κατά προσέγγιση σταθερή και ίση με $287 \text{ Joule}/\text{kg}\cdot^\circ\text{C}$. Η g είναι συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους ϕ , και δίνεται σε m/s^2 από τον τύπο (βλ. [23]):

$$g = 9.7807(1 + 0.00524 \sin^2 \phi)$$

Στο getmet, όμως, δεν λαμβάνεται υπόψη το γεωγραφικό πλάτος, αλλά η επιτάχυνση της βαρύτητας λαμβάνεται σταθερή και ίση με $9.80013 \text{ m}/\text{s}^2$, που προκύπτει από τον παραπάνω τύπο για γεωγραφικό πλάτος 38° . Η επιρροή όμως του γεωγραφικού πλάτους είναι αμελητέα, τουλάχιστον για υψόμετρα μέχρι 1000 m .

Για τον ενδεικτικό έλεγχο της ορθότητας της μεθόδου έγινε σύγκριση με τιμές που έδωσε ο κ. Λαγουβάρδος σε τηλεφωνική επικοινωνία στις 14 Ιανουαρίου 1997 για το σταθμό της Τρίπολης, που βρίσκεται σε υψόμετρο 652 m . Τα αποτελέσματα αναγωγών που έδωσε ο κ. Λαγουβάρδος (αναγωγές που μάλλον έκανε η ΕΜΥ με βάση πίνακες) διαφέρουν σε σχέση με τις αναγωγές του παραπάνω τύπου κατά περίπου 0.5 hPa . Δεδομένου ότι ούτως ή άλλως τα αποτελέσματα είναι προσεγγιστικά, θεωρείται ότι υπάρχει συμφωνία.

6.7 Ο υπολογισμός των beaufort

Η μετατροπή της ταχύτητας ανέμου σε beaufort πρέπει κανονικά να γίνεται με ένα τύπο στον οποίο υπεισέρχονται πολλές παράμετροι. Ο τύπος αυτός παρατίθεται στο [24]. Εντούτοις στην παρούσα έκδοση του getmet δεν χρησιμοποιείται αυτός ο τύπος, αλλά η μετατροπή σε beaufort γίνεται προσεγγιστικά με βάση τον παρακάτω πίνακα:

beaufort	m/s
0	κάτω από 0.45
1	0.45 – 1.56
2	1.56 – 3.35
3	3.35 – 5.59
4	5.59 – 8.27
5	8.27 – 10.95
6	10.95 – 14.08
7	14.08 – 17.21
8	17.21 – 20.78
9	20.78 – 24.36
10	24.36 – 28.38
11	28.38 – 32.85
12	πάνω από 32.85

6.8 Επιστρεφόμενη τιμή

Το `getmet` επιστρέφει 0 αν περατωθεί ομαλά η προβολή των αποτελεσμάτων και 1 αν υπάρξει οποιοδήποτε λάθος (λανθασμένη σύνταξη, έλλειψη μνήμης, πρόβλημα στο αρχείο ή στη μορφή του αρχείου κλπ).

6.9 Προβλήματα

Αν η ίδια παράμετρος προσδιοριστεί περισσότερες από μία φορές στο αρχείο παραμέτρων, μόνο η πρώτη φορά λαμβάνεται υπόψη.

Κατά την ημέρα αλλαγής της ώρας, μερικές από τις προβαλλόμενες ώρες μπορεί να είναι σε θερινή ώρα και άλλες σε χειμερινή. Αυτό δεν αναφέρεται στα αποτελέσματα. Μόνο η ζώνη της τελευταίας ανάγνωσης προβάλλεται.

Αν οι ώρες που αποθηκεύονται στο αρχείο δεδομένων μεταβάλλονται σε θερινή ώρα και υπάρχει αντίστοιχη ρύθμιση στο `INPUTTZ`, κατά την ημέρες αλλαγής ώρας το `getmet` ενδέχεται να μη λειτουργήσει. Βλ. το υποκεφάλαιο 6.5 για λεπτομέρειες.

Η προβολή της ημερομηνίας και ώρας της τελευταίας μέτρησης, με τη μορφή `15 Jan 1997 10:05 EET`, γίνεται με χρήση συναρτήσεων του λειτουργικού συστήματος. Το αν θα χρησιμοποιηθεί η επιλογή `-g` της γραμμής εντολών ή όχι δεν επηρεάζει το πώς θα προβληθεί το όνομα του μήνα. Αυτό καθορίζεται από το λειτουργικό σύστημα και προκύπτει από τη μεταβλητή περιβάλλοντος `LC_TIME`.

6.10 Ιστορικό

Όλες οι εκδόσεις του `getmet` αναπτύχθηκαν από τον Αντώνη Χριστοφίδη. Η πρώτη έκδοση, η 1.00, αναπτύχθηκε το Μάιο 1996. Η τρέχουσα έκδοση τη στιγμή της σύνταξης του παρόντος είναι η 1.13.

Διαφορές της έκδοσης 1.10 από την 1.00

Η έκδοση 1.10 αναπτύχθηκε τον Ιανουάριο 1997.

1. Το `getmet` λάμβανε τις παραμέτρους του από μεταβλητές περιβάλλοντος. Στην έκδοση 1.10 σταμάτησε να συμβαίνει αυτό, και καθιερώθηκε το αρχείο παραμέτρων, καθώς και οι προκαθορισμένες τιμές σε περίπτωση μη προσδιορισμού ορισμένων παραμέτρων ή και απουσίας αρχείου παραμέτρων.
2. Το `getmet` στην έκδοση 1.00 προέβαλλε την ώρα όπως ακριβώς αυτή ήταν αποθηκευμένη στο αρχείο δεδομένων, χωρίς να προσδιορίζει τη ζώνη. Στην έκδοση 1.10 προστέθηκαν οι δυνατότητες που περιγράφονται στο υποκεφάλαιο 6.5, *Χειρισμός ώρας*.
3. Όταν προσδιορίζεται η επιλογή `-c`, το `getmet` περιλαμβάνει τα δεδομένα για την πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας, που στην έκδοση 1.00 είχαν παραλειφθεί.
4. Το `getmet` άρχισε να προβάλλει το ποσοστό του χρόνου για το οποίο υπάρχουν έγκυρα στοιχεία. Πραγματοποιήθηκαν επίσης και άλλες βελτιώσεις στην προβολή των αποτελεσμάτων. Η φράση "Ανάγνωση 17:04" αντικαταστάθηκε από την "Τελευταία", η μέγιστη

διάρκεια ηλιοφάνειας έπαψε να προβάλλεται πλέον, η ταχύτητα ανέμου άρχισε να προβάλλεται και σε κόμβους, ενώ άρχισαν να προβάλλονται επίσης και οι χρόνοι στους οποίους παρουσιάστηκαν η μέγιστη και η ελάχιστη πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας.

5. Άλλαξε η σύνταξη της γραμμής εντολής. Εντούτοις, για να διατηρηθεί συμβατότητα με την παλιά εντολή `getmet -chart`, που αντικαταστάθηκε από την `getmet -c`, επιτρέπεται ο προσδιορισμός των παραμέτρων `-h`, `-a`, `-r` και `-t`, που αγνοούνται. Αυτό σταμάτησε σε κάποια από τις επόμενες εκδόσεις.

Διαφορές της έκδοσης 1.11 από την 1.10

Η έκδοση 1.11 αναπτύχθηκε το Δεκέμβριο 1998.

Επειδή οι μετρήσεις υγρασίας και βροχόπτωση ήταν λανθασμένες, εισήχθησαν οι σταθερές `HUMIDITY_UNAVAILABLE` και `RAINFALL_UNAVAILABLE`, οι οποίες, αν είναι ορισμένες κατά τη μεταγλώττιση, κάνουν το `getmet` να προβάλλει τη φράση `N/A` στα στατιστικά αποτελέσματα αντί για τις τιμές αυτών των μεταβλητών.

Διαφορές της έκδοσης 1.12 από την 1.11

Η έκδοση 1.12 αναπτύχθηκε το Μάιο 1999.

1. Προστέθηκε η δυνατότητα διόρθωσης της μέτρησης υγρασίας του αισθητήρα της Aanderaa, με βάση το διορθωτικό τύπο

$$RH = 0.015x^2 - 0.65x + 15$$

Η διόρθωση αυτή πραγματοποιείται από τη συνάρτηση `get_entry` του `gm_db.c` μόνο αν η σταθερά `CORRECT_HUMIDITY` είναι ορισμένη κατά τη μεταγλώττιση.

Η δυνατότητα αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε ποτέ, γιατί μόλις προστέθηκε στο πρόγραμμα διαπιστώθηκε ο βανδαλισμός που είχε γίνει στο σταθμό, που είχε αποτέλεσμα την καταστροφή του αισθητήρα υγρασίας της Aanderaa.

2. Προστέθηκε η παράμετρος `-v` της γραμμής εντολής για προβολή του αριθμού έκδοσης. Η παράμετρος αυτή τροποποιήθηκε σε `-V` στην έκδοση 1.13.
3. Τροποποιήθηκε το μήνυμα λάθους σύνταξης για να δίνει περισσότερες πληροφορίες για τη σύνταξη.

Διαφορές της έκδοσης 1.13 με την 1.12

Η έκδοση 1.13 αναπτύχθηκε τον Ιούνιο 1999.

1. Προστέθηκε η παράμετρος `-h` για έξοδο του πίνακα στατιστικών στοιχείων σε HTML.
2. Η παράμετρος `-v` (προβολή αριθμού έκδοσης) αλλάχτηκε σε `-V`. Η πρακτική στο Unix είναι ως επί το πλείστον το `-V` χρησιμοποιείται συνήθως γι' αυτό το σκοπό, ενώ το `-v` χρησιμοποιείται συνήθως για προβολή λεπτομερειών λειτουργίας (`verbose`).
3. Η προκαθορισμένη τιμή για τη χρονική ζώνη αλλάχτηκε σε `EET-2EEST-3,M3.5.0/03,M10.5.0/04`, που διαφέρει από την προηγούμενη μόνο στο ότι το `EEST` αντικαθιστά το `EET DST`.

4. Τροποποιήθηκε ελαφρώς η μορφή προβολής των αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, αφαιρέθηκαν οι δύο πρώτες γραμμές που έδιναν γενικές πληροφορίες (επικεφαλίδα και γεωγραφικές συντεταγμένες). Επίσης, καταργήθηκε η παράμετρος `HEADING` του αρχείου παραμέτρων, η οποία προσδιόριζε την προβαλλόμενη επικεφαλίδα.

Κεφάλαιο 7

Το πρόγραμμα mets

7.1 Εισαγωγή

Το πρόγραμμα mets διαβάζει τη δεκάλεπτη χρονοσειρά του μετεωρολογικού σταθμού και εξάγει χρονοσειρές μικρότερης διακριτότητας. Είναι σχεδιασμένο για να χρησιμοποιείται με το αρχείο μετρήσεων της Aanderaa. Το αρχείο αυτό περιέχει χρονοσειρά που δεν είναι σταθερού βήματος, αφενός γιατί μερικές εγγραφές μπορεί να περιέχουν λανθασμένα στοιχεία, και αφετέρου γιατί δεν προστίθενται με απόλυτη σταθερότητα. Κάθε δέκα λεπτά προστίθεται μια εγγραφή, οπότε η ώρα διαδοχικών μετρήσεων είναι π.χ. 10:01, 10:11 κλπ., αλλά ενίοτε αυτή η κανονικότητα διαταράσσεται λόγω μικρο-ανακρίβειών στη λειτουργία και στις ρυθμίσεις των ρολογιών των διαφόρων συστημάτων. Το mets διαβάζει το αρχείο μετεωρολογικών στοιχείων, αθροίζει τα στοιχεία και δημιουργεί μια τέλεια ωριαία χρονοσειρά ή ημερήσια χρονοσειρά.

7.2 Γενική περιγραφή

Το mets τρέχει ως εξής:

```
mets [-i inputfile] [-o outputfile] [-p parametersfile] [-d0|-d8]
```

Η επιλογή `-i` προσδιορίζει το αρχείο που περιέχει τις μετεωρολογικές πληροφορίες. Αν αυτό δεν προσδιοριστεί, χρησιμοποιείται το standard input.

Η επιλογή `-o` προσδιορίζει το αρχείο αποτελεσμάτων. Αν δεν προσδιοριστεί, χρησιμοποιείται το standard output.

Η επιλογή `-p` προσδιορίζει το αρχείο παραμέτρων, που είναι ASCII και αποτελείται από τα εξής:

- Κενές γραμμές, ή γραμμές μόνο με διαστήματα και tab, οι οποίες αγνοούνται.
- Γραμμές που ξεκινούν με #, του οποίου μπορούν να προηγούνται διαστήματα ή tab, οι οποίες αγνοούνται. Τέτοιες γραμμές μπορούν να χρησιμοποιούνται για σχολιασμό.
- Γραμμές της μορφής *ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ*=τιμή, που προσδιορίζουν τιμές παραμέτρων. Αγνοούνται τυχόν διαστήματα και tab στην αρχή και στο τέλος της γραμμής και εκατέρωθεν του =. Διαστήματα εσωτερικά στην τιμή λαμβάνονται κανονικά υπόψη ως μέρος της τιμής. Η τιμή δεν πρέπει ποτέ να περικλείεται σε εισαγωγικά, γιατί αυτά θεωρούνται μέρος της τιμής.

Η μόνη παράμετρος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η PERIOD, η διάρκεια της περιόδου μετρήσεων σε λεπτά. Η προκαθορισμένη τιμή είναι 10 λεπτά. Για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο το αρχείο παραμέτρων του getmet, οι λοιπές παράμετροι (ELEVATION, LATITUDE, LONGTITUDE, HEADING, DATAFILE, INPUTTZ), που δεν χρησιμοποιούνται από το mets, αγνοούνται.

Αν δεν προσδιοριστεί η επιλογή -p, χρησιμοποιείται η τιμή της μεταβλητής περιβάλλοντος GETMET. Αν ούτε αυτή δεν είναι προσδιορισμένη, χρησιμοποιούνται οι προκαθορισμένες τιμές.

Αν δεν χρησιμοποιηθεί η παράμετρος -d, το mets δέχεται ως είσοδο το πρωτογενές αρχείο και παράγει ωριαία χρονοσειρά. Αν χρησιμοποιηθεί η παράμετρος -d, το mets δέχεται ως είσοδο την ωριαία χρονοσειρά και παράγει ημερήσια χρονοσειρά. Η παράμετρος -d0 σημαίνει πως η μέρα ξεκινά τα μεσάνυχτα και τελειώνει τα μεσάνυχτα. Σ' αυτή την περίπτωση, "24/01/1997 00:00" σημαίνει την ημέρα που ξεκινά στις 24/01/1997 00:00 και τελειώνει στις 25/01/1997 00:00. Αντίθετα, αν χρησιμοποιηθεί η παράμετρος -d8, η μέρα ξεκινά στις 08:00 το πρωί. Η ερμηνεία είναι πολύ διαφορετική. "24/01/1997 08:00" σημαίνει το 24ωρο που ξεκινά στις 23/01/1997 08:00 και τελειώνει στις 24/01/1997 08:00. Βλ. σχετικά και το υποκεφάλαιο 7.8 παρακάτω.

7.3 Μορφές αρχείων

Η μορφή του πρωτογενούς αρχείου περιγράφεται στο υποκεφάλαιο 6.3 (σελ. 29).

Το αρχείο ωριαίων αποτελεσμάτων, όπως το πρωτογενές, είναι αρχείο ASCII και περιέχει μια γραμμή για κάθε ώρα. Κάθε γραμμή περιέχει τους εξής αριθμούς, χωριζόμενους από διαστήματα:

1. Την ημερομηνία, σε μορφή ΕΕΜΜΗΗ.
2. Την ώρα, σε μορφή ΩΩλλ, όπου λλ=00.
3. Το χαρακτηριστικό αριθμό του σταθμού, όπως αυτός διαβάστηκε από το πρωτογενές αρχείο.
4. Τη μέση ταχύτητα ανέμου σε m/s.
5. Τη μέγιστη ριπή ανέμου σε m/s.
6. Τη μέση διεύθυνση του ανέμου σε μοίρες.
7. Τη μέση θερμοκρασία σε °C.
8. Τη μέση σχετική υγρασία επί τοις εκατό.
9. Τη συνολική βροχόπτωση σε mm.
10. Τη μέση ατμοσφαιρική πίεση στο υψόμετρο του σταθμού, σε hPa.
11. Τη συνολική διάρκεια ηλιοφάνειας σε λεπτά.
12. Το πλήθος των λεπτών της ώρας για τα οποία υπάρχουν μετρήσεις.

Η τελευταία τιμή είναι ένας αριθμός από το 0 ως το 60. Αν είναι 0, η εγγραφή δεν έχει νόημα. Αν είναι 60, δεν έχει υπάρξει απώλεια δεδομένων. Αν είναι π.χ. 40, τότε υπάρχουν στοιχεία για μόνο 40 από τα 60 λεπτά.

Το αρχείο ημερήσιων αποτελεσμάτων είναι ίδιο με αυτό των ωριαίων, με τη διαφορά ότι η 12η τιμή είναι αριθμός από το 0 ως το 1440, και ότι η δεύτερη τιμή, που προσδιορίζει την ώρα, είναι είτε 00:00 (επιλογή -d0) είτε 08:00 (επιλογή -d8). Όμως, στην πρώτη περίπτωση, η ημερομηνία και ώρα είναι η στιγμή έναρξης της ημέρας, ενώ στη δεύτερη είναι η στιγμή λήξης της μέρας.

7.4 Τρόπος άθροισης πρωτογενούς χρονοσειράς σε ωριαία

Η περίοδος κάθε μέτρησης θεωρείται πως ξεκινά *PERIOD* – 1 λεπτά πριν τη στιγμή της μέτρησης και πως τελειώνει τη στιγμή της μέτρησης. Έτσι, αν η διάρκεια της περιόδου είναι 10 λεπτά και η ώρα μιας μέτρησης είναι 13:43, τότε η περίοδος περιλαμβάνει τα λεπτά 13:34 ως 13:43. Αν δύο διαδοχικές μετρήσεις έχουν ώρα 14:34 και 14:45, τότε το λεπτό 14:35 θεωρείται πως λείπει. Αν δυο διαδοχικές μετρήσεις έχουν ώρα 14:34 και 14:40, τότε θεωρείται πως η δεύτερη μέτρηση έχει διάρκεια μόνο 6 λεπτών.

Οι τιμές που δίνονται από το μετεωρολογικό σταθμό για τη θερμοκρασία, την υγρασία και την ατμοσφαιρική πίεση είναι στιγμιαίες μετρήσεις. Το mets θεωρεί ότι η τιμή έχει παραμείνει σταθερή στη διάρκεια της περιόδου. Επομένως τα αποτελέσματα είναι ακριβή μόνο αν η διάρκεια της περιόδου είναι μικρή (π.χ. 10 λεπτά). Οι τιμές για τη βροχόπτωση και τη διάρκεια ηλιοφάνειας είναι μεγέθη αθροισμένα για την περίοδο μέτρησης.

Η τιμή που δίδεται από το σταθμό για την ταχύτητα ανέμου είναι η μέση τιμή κατά την περίοδο μέτρησης. Η τιμή της ριπής ανέμου είναι η μέγιστη κατά την περίοδο μέτρησης. Η τιμή της διεύθυνσης ανέμου είναι στιγμιαία μέτρηση. Το mets δέχεται ότι η διεύθυνση ανέμου έχει μείνει σταθερή στη διάρκεια της περιόδου. Για τον υπολογισμό της μέσης διεύθυνσης ανέμου της ώρας, προστίθενται τα διανύσματα ανέμου των μετρήσεων· η μέση διεύθυνση είναι η διεύθυνση του αθροίσματος των διανυσμάτων. Το μήκος του διανυσματικού αθροίσματος αγνοείται· η μέση ταχύτητα ανέμου υπολογίζεται ως ο αριθμητικός μέσος των ταχυτήτων. Για παράδειγμα, αν για 30 λεπτά φυσά βόρειος άνεμος 5 m/s, και για 30 λεπτά φυσά νότιος 4.9 m/s, η μέση ταχύτητα ανέμου θα είναι 4.95 m/s και η μέση διεύθυνση θα είναι βόρεια. Αυτός ο υπολογισμός δίνει καλά αποτελέσματα στις περισσότερες περιπτώσεις (το παρόν παράδειγμα είναι ασυνήθιστη περίπτωση με μικρή σημασία). Αν το διανυσματικό άθροισμα έχει μηδενική διεύθυνση (πρακτικώς αδύνατο), το αποτέλεσμα για τη διεύθυνση ανέμου είναι απροσδιόριστο.

Όλες οι εγγραφές του πρωτογενούς αρχείου υφίστανται έλεγχο ακραίων τιμών. Αν έστω και μια μεταβλητή δεν περάσει τον έλεγχο, αγνοείται ολόκληρη η εγγραφή.

7.5 Τρόπος άθροισης ωριαίας χρονοσειράς σε ημερήσια

Ο προσδιορισμός της ημερήσιας τιμής για τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ατμοσφαιρική πίεση και την ταχύτητα ανέμου γίνεται με τον τύπο

$$d = \frac{\sum_{i=0}^{23} h_i m_i}{\sum_{i=0}^{23} m_i}$$

όπου h_i η μέση ωριαία τιμή και m_i το πλήθος των λεπτών για τη συγκεκριμένη εγγραφή, όπως δίνονται στο αρχείο της ωριαίας χρονοσειράς.

Για τις αθροιστικές μεταβλητές, δηλαδή τη βροχόπτωση και την ηλιοφάνεια, ο τύπος είναι

$$d = \sum_{i=0}^{23} h_i$$

Τέλος, για την ταχύτητα ανέμου, τα 24 διανύσματα προστίθενται (το καθένα πολλαπλασιασμένο επί m_i), και η διεύθυνση του διανυσματικού αθροίσματος είναι η μέση ημερήσια διεύθυνση ανέμου. Το μήκος του διανυσματικού αθροίσματος αγνοείται· όπως αναφέρθηκε, η μέση ταχύτητα ανέμου είναι απλός αριθμητικός μέσος.

7.6 Χειρισμός ώρας

Δεν πραγματοποιείται καμία μετατροπή ώρας. Τα αποτελέσματα είναι επομένως στην ίδια ζώνη με τα δεδομένα. Το αρχείο δεδομένων δεν πρέπει να έχει αλλαγές ώρας σε DST.

7.7 Επιστρεφόμενη τιμή

Το `mets` επιστρέφει 0 αν περατωθεί ομαλά η εκτέλεση και 1 αν υπάρξει οποιοδήποτε λάθος.

7.8 Προβλήματα

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, όταν το `mets` τρέχει με την παράμετρο `-d0`, βάζει σε κάθε εγγραφή το χρόνο έναρξης του διαστήματος (της ημέρας) και όχι το τέλος. Επίσης, όταν το `mets` χρησιμοποιείται για εξαγωγή ωριαίας χρονοσειράς, η ώρα που δίνει σε κάθε εγγραφή είναι η ώρα έναρξης και όχι η ώρα λήξης του διαστήματος, δηλαδή 03:00 σημαίνει την ώρα 03:00-04:00 και όχι την ώρα 02:00-03:00. Αυτό όμως είναι λάθος, γιατί η πρακτική που κατά κανόνα ακολουθείται είναι να προσδιορίζεται ως ταυτότητα της εγγραφής το τέλος του χρονικού διαστήματος στο οποίο αναφέρεται η εγγραφή, σε όλες τις περιπτώσεις. Σωστό είναι λοιπόν αυτό που κάνει το `mets` όταν προσδιορίζεται η παράμετρος `-d8`: τα υπόλοιπα είναι λάθος.

Το `mets` γράφει στο αρχείο αποτελεσμάτων μόνο δύο ψηφία για το έτος. Ο λόγος για τον οποίο γίνεται έτσι είναι για να υπάρχει ομοιότητα ανάμεσα στο αρχείο αποτελεσμάτων του `mets` και στο αρχείο εισόδου, αν και μέχρι σήμερα αυτό δεν έχει αποδειχτεί ιδιαίτερα χρήσιμο. Είναι λοιπόν πιθανό το `mets` να έχει πρόβλημα με το έτος 2000.

Κεφάλαιο 8

Λοιπά προγράμματα

- 8.1 Το πρόγραμμα copydata
- 8.2 Το πρόγραμμα metmix
- 8.3 Το πρόγραμμα genCharts
- 8.4 Το πρόγραμμα reduceCharts
- 8.5 Το πρόγραμμα dsu

Κεφάλαιο 9

Οι ιστοσελίδες

9.1 Γενικά

Σ' αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται διάφορα θέματα που έχουν να κάνουν με το σχεδιασμό και τη λειτουργία των ιστοσελίδων. Ο αναγνώστης θα πρέπει να επισκεφθεί τις ιστοσελίδες, στη διεύθυνση <http://www.hydro.civil.ntua.gr/meteo/gr/>, και να εξοικειωθεί με αυτές πριν προχωρήσει στην ανάγνωση. Θα είναι χρήσιμο επίσης να παραμείνει συνδεδεμένος στη διάρκεια της ανάγνωσης, για να μπορεί να αναφέρεται σ' αυτές.

Τα θέματα που αναπτύσσονται εδώ έχουν να κάνουν με την αισθητική και τη λειτουργικότητα των σελίδων, με τις αρχές που διέπουν το σχεδιασμό τους, τον τρόπο με τον οποίο αυτές οι αρχές επιτυγχάνονται κατά την υλοποίηση, το πώς αντιμετωπίζονται ορισμένα τεχνικά προβλήματα με την HTML, το πώς είναι οργανωμένο το δέντρο των αρχείων, καθώς και το πώς χρησιμοποιούνται τα διάφορα cgi.

9.2 Αρχές αισθητικής και λειτουργικότητας

Frames

Στο site του σταθμού δεν χρησιμοποιούνται frames. Παρόλο που αρκετά sites στον κόσμο χρησιμοποιούν frames, οι περισσότεροι προσεκτικοί σχεδιαστές σελίδων τα αποφεύγουν. Τα frames έχουν το εγγενές πρόβλημα ότι η κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο browser δεν έχει διεύθυνση, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο να δημιουργηθεί σύνδεσμος ή σελιδοδείκτης. Περισσότερα αναφέρονται στο [21], ενώ και ο Glover ([20]) σε γενικές γραμμές διαφωνεί με τη χρήση frames και αναφέρει μόνο μια περίπτωση στην οποία θεωρεί ότι είναι χρήσιμα, στην οποία περίπτωση δεν εμπίπτει το site του σταθμού.

Συχνά τα frames τοποθετούνται από επιπολαιότητα του σχεδιαστή των σελίδων, που μπορεί να θεωρεί ότι έτσι το site του γίνεται πιο φανταχτερό. Πολλοί χρήστες αντιπαθούν τα frames, λόγω του προαναφερθέντος προβλήματος αλλά και άλλων προβλημάτων.

Μέγεθος σελίδων σε bytes

Ένα άλλο πρόβλημα που υπάρχει σήμερα στο web είναι η υπερβολική χρήση γραφικών, που κάνει τις σελίδες μεγάλες, με αποτέλεσμα να καθυστερούν να φορτώσουν. Δεν είναι σπάνιο να βλέπουμε σελίδες με μέγεθος 100 KB, που θα μπορούσαν να είναι 10 φορές μικρότερες αν γινόταν πιο συνετή χρήση των γραφικών. Λέγεται από πολλούς (π.χ. [20]) ότι πρέπει να εξισορροπήσουμε

την ανάγκη αφενός η σελίδα να είναι ωραία και αφετέρου να φορτώνεται γρήγορα. Όπως φαίνεται από τις προσεγμένες σελίδες που υπάρχουν στο δίκτυο, οι περισσότεροι σχεδιαστές πιστεύουν ότι αυτή η ισορροπία βρίσκεται κάπου στα 40 KB.

Εμείς πιστεύουμε ότι 40 KB είναι πάρα πολλά. Ο χρόνος που χρειάζονται για να φορτωθούν, τουλάχιστον 10 δευτερόλεπτα στα 33600 bps, μπορεί να φαίνεται μικρός εκ πρώτης όψεως, αλλά δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι ο χρήστης μπαίνει σε πολλά sites, και προτιμά να πηγαίνει γρήγορα από το ένα στο άλλο. Όσοι έχουν ψάξει για πληροφορίες στο δίκτυο γνωρίζουν πόσο αποθαρρυντικό είναι αυτό το αίσθημα της αναμονής. Ειδικά σε ένα site όπως του καιρού, όπου ο χρήστης μπορεί απλώς να είναι “περαστικός” και να θέλει να ρίξει μια ματιά πριν μεταβεί σε άλλα σημεία του ενδιαφέροντός του, μεγάλο μέγεθος στη σελίδα θα μπορούσε να είναι αιτία να ελαττωθούν οι επισκέψεις. Είναι, επίσης, θέμα σεβασμού προς τον επισκέπτη να καταναλώνουμε όσο το δυνατόν λιγότερο από το χρόνο του.

Δεν είναι όμως θέμα μόνο χρόνου φορτώματος. Η άποψη ότι περισσότερα γραφικά σημαίνει κατά κανόνα και πιο ωραία σελίδα είναι κι αυτή αμφισβητούμενη. Τώρα που το Internet έχει πλέον γίνει ιδιαίτερα εμπορικό, και οι σελίδες είναι βαρυφορτωμένες με διαφημίσεις, χρώματα και εικόνες, η λιτή σελίδα μπορεί να φαίνεται πιο ξεκούραστη και πιο ελκυστική για τους επισκέπτες.

Έτσι, στις σελίδες του σταθμού το μόνο διακοσμητικό γραφικό που υπάρχει είναι η φωτογραφία του Υμηττού στο πάνω μέρος, που είναι περίπου 13 KB, και επομένως χρειάζεται λίγο περισσότερα από 3 δευτερόλεπτα για να φορτωθεί. Λόγω, μάλιστα, του τρόπου υλοποίησης της σελίδας (βλ. εδάφιο 9.3), η σελίδα είναι ορατή πριν ακόμα φορτωθεί η φωτογραφία, που φυσικά χρειάζεται να φορτωθεί μόνο για την πρώτη σελίδα που επισκέπτεται ο επισκέπτης.

Η σελίδα με τις φωτογραφίες του σταθμού είναι περίπου 500 KB, και χρειάζεται μερικά λεπτά για να φορτωθεί, αλλά αυτό είναι εύλογο, αφού πρόκειται για φωτογραφίες, η επικεφαλίδα της σελίδας είναι *Φωτογραφίες*, και επομένως ο επισκέπτης εκ των προτέρων αναμένει καθυστέρηση. Τα διαγράμματα είναι πολύ μικρά σε bytes, με αποτέλεσμα ακόμα και η σελίδα που τα έχει όλα μαζί να φορτώνεται πολύ γρήγορα. Χρειάζεται προσοχή σε μελλοντικές εκδόσεις των διαγραμμάτων να παραμείνουν απλά, ώστε να εξακολουθούν να επιδέχονται τη μεγάλη συμπίεση που επιδέχεται η παρούσα μορφή τους.

Πλάτος σελίδας

Πολύ συχνά οι σχεδιαστές σελίδων δουλεύουν σε οθόνες με μεγάλη ανάλυση, που καθιστά τα 640 pixel ένα μικρό κλάσμα του πλάτους της οθόνης τους, και έχουν την τάση να δημιουργούν σελίδες που όταν προβληθούν σε μικρό πλάτος εμφανίζουν οριζόντια γραμμή κύλισης. Οι χρήστες αντιπαθούν έντονα την οριζόντια κύλιση, εκτός όταν κατανοούν ότι την καθιστά αναπόφευκτη η φύση του περιεχομένου της σελίδας ([21]). Στο [21] προτείνεται λοιπόν η σελίδα να χωράει σε πλάτος 500 pixel, και αναφέρεται ότι οι χρήστες WebTV έχουν διαθέσιμα μόνο 544 pixel πλάτος, και μάλιστα χωρίς δυνατότητα οριζόντιας κύλισης. Εντούτοις, αυτά τα πλάτη είναι πολύ περιοριστικά, και στις σελίδες του καιρού έχει ακολουθηθεί η οδηγία του Glover ([20]), να χρησιμοποιείται πλάτος 620 pixel, που είναι περίπου το πλάτος της οθόνης των 640 pixel πλην τα περιθώρια και τη ράβδο κύλισης.

Για την ακρίβεια, η αποσφαλμάτωση των σελίδων έγινε ρυθμίζοντας το browser σε πλάτος 640 pixel και αυξάνοντας το μέγεθος του περιθωρίου του παραθύρου (Window border) σε 3, αντί 1 που είναι το προκαθορισμένο. Σημασία έχει και το μέγεθος των γραμμμάτων. Χρησιμοποιήθηκε γραμματοσειρά Times New Roman με μέγεθος 12 points, που είναι η προκαθορισμένη από το Netscape Communicator. Σημασία έχει επίσης και η γραμματοσειρά σταθερού πλάτους, ιδιαίτερα στη σελίδα ιστορικών δεδομένων, γιατί επηρεάζει το μέγεθος των πεδίων. Και εκεί

αφέθηκε η προκαθορισμένη επιλογή του Communicator, Courier 11 points. Οι επιλογές αυτές είναι γενικά δυσχερείς.

Μια άλλη τάση που υπάρχει στο δίκτυο, και με την οποία διαφωνούμε, είναι να χρησιμοποιείται σταθερό πλάτος, ανεξαρτήτως του πλάτους του browser. Δηλαδή η σελίδα σχεδιάζεται και υλοποιείται έτσι ώστε να φαίνεται πάντα ίδια, ακόμα κι αν ο χρήστης αυξήσει το πλάτος του παραθύρου. Η αύξηση του πλάτους σ' αυτή την περίπτωση το μόνο αποτέλεσμα που έχει είναι να δημιουργεί μεγάλα κενά περιθώρια εκατέρωθεν του περιεχομένου. Ο λόγος για τον οποίο συνηθίζεται αυτό είναι η σελίδα να φαίνεται ακριβώς όπως σχεδιάστηκε. Εμείς πιστεύουμε ότι αυτό είναι αντίθετο στις αρχές της HTML, που στόχο έχει να παράγει μεταφερτά κείμενα τα οποία να μπορούν να προσαρμόζονται στις συνθήκες, και όχι κείμενα φωτογραφικά αποτυπωμένα. Αν ο χρήστης αποφασίσει να αυξήσει το πλάτος του παραθύρου, αυτό σημαίνει ότι επιθυμεί το κείμενο να καταλάβει όλο το πλάτος του παραθύρου, και εμείς πρέπει να σεβαστούμε αυτή την επιθυμία του, ακόμα κι αν μας φαίνεται παράξενη. Εξάλλου με λίγη προσοχή στο σχεδιασμό και την υλοποίηση, η αισθητική της σελίδας δεν επιβαρύνεται από αυτή την οριζόντια ελαστικότητα.

9.3 Σημεία που θέλουν προσοχή

Κλείσιμο των γραμμών και στηλών στους πίνακες

Οι προδιαγραφές της HTML ([19]) αναφέρουν ότι οι γραμμές και οι στήλες των πινάκων κλείνουν αυτόματα και πως η χρήση των `</tr>` και `</td>` είναι προαιρετική. Εντούτοις, όπως αναφέρεται στο [21], και όπως έχει επιβεβαιωθεί και στην πράξη, το Netscape Navigator δεν μπορεί να προβάλει σωστά κιβωτισμένους πίνακες αν δεν κλείνουν όλες οι γραμμές και οι στήλες.

Εικόνες

Όπως αναφέρεται σε αρκετά σημεία του δικτύου με σχετικές υποδείξεις (π.χ. στο [20]), σε όλες τις εικόνες πρέπει να προσδιορίζεται το ύψος, το πλάτος, και κείμενο. Συγκεκριμένα, η δήλωση της εικόνας σε HTML πρέπει να είναι ως εξής:

```
<img src=filename height=... width=... alt="...">
```

Οι παράμετροι *height* και *width* χρειάζονται για να γνωρίζει εκ των προτέρων ο browser τη θέση της εικόνας μέσα στη σελίδα, ώστε να μπορεί να προβάλει τη σελίδα ακόμα και χωρίς να έχει κατεβάσει την εικόνα. Το αποτέλεσμα είναι ο επισκέπτης να βλέπει το κείμενο της σελίδας και να μπορεί να ξεκινήσει την ανάγνωση ενώ ακόμα οι εικόνες έρχονται και σιγά-σιγά η σελίδα συμπληρώνεται.

Η παράμετρος *alt* προσδιορίζει κείμενο το οποίο προβάλλεται στη θέση της εικόνας όταν ακόμα η εικόνα δεν έχει φορτωθεί, ή όταν ο χρήστης έχει επιλέξει να μην κατεβαίνουν αυτόματα οι εικόνες. Επίσης, το κείμενο αυτό εμφανίζεται συνήθως όταν ο χρήστης μετακινεί το ποντίκι πάνω από την εικόνα. Είναι ακόμα χρήσιμο σε μη γραφικούς browser. Το κείμενο αυτό μπορεί να παραλείπεται στις εικόνες που δεν έχουν μεγάλη σημασία. Στις σελίδες του καιρού, το κείμενο έχει παραληφθεί στη μικρή εικόνα που είναι αριστερά από το σύνδεσμο επιστροφής στη σελίδα *Τομέας Υδατικών Πόρων*. Θα ήταν αντιαισθητικό να εμφανίζεται κείμενο όταν ο χρήστης θα μετακινούσε το ποντίκι πάνω από αυτή την εικονίτσα, που χρησιμοποιείται ως σύνδεσμος.

Κεφάλαιο 10

Επισκέπτες—αλληλογραφία

Βιβλιογραφία

Εγχειρίδια της Delta-T

- [1] Delta-T Devices, *Delta-T Logger DL2e User Manual*, Version 2.02, 1996.
- [2] Delta-T Devices, *Delta-T Logger Programmer's Guide*, Version 2.01.

Έντυπα και εγχειρίδια της Aanderaa

- [3] Air Pressure Sensor 2810, Aanderaa Data Sheet D161, February 1993.
- [4] Rainfall Sensor 3064, Aanderaa Data Sheet D195, November 1991.
- [5] Relative Humidity Sensor 2820, Aanderaa Data Sheet D160, September 1992.
- [6] Sunshine Duration Sensor 3160, Aanderaa Data Sheet D217, March 1993.
- [7] Temperature Sensor 3145, Aanderaa Data Sheet D205, August 1992.
- [8] Wind Direction Sensor 3150, Aanderaa Data Sheet D203, July 1991.
- [9] Wind Speed Sensor 2740, Aanderaa Data Sheet D151, September 1992.
- [10] Data Storage Unit 2990, Aanderaa Data Sheet D174, November 1993.
- [11] DSU Reader 2995, Aanderaa Data Sheet D192, July 1993.
- [12] VHF Radio Transmitter 3095, VHF Radio Receiver 3096, VHF Radio Repeater 3105, Aanderaa Data Sheet D199, April 1991.
- [13] PDC-4/RS-232C Converter 2909, Aanderaa Data Sheet D189, September 1990.
- [14] Sensor Scanning Unit 3010, Aanderaa Data Sheet D175, September 1991.
- [15] P3081 Data Display Program, Aanderaa Technical Description No. 157, 1991.

Εγχειρίδια των modem

- [16] *Motorola 326X Series Modem; Reference and Applications Guide*, Motorola, 1992.
- [17] *Motorola 326X Series Modem; Quick Start-Up Guide*, Motorola, 1992.
- [18] *Motorola 326X Series Modem; Country-Specific Guide*, Motorola, 1992.

World Wide Web

- [19] *HTML 4.0 Specification*, <http://www.w3.org/TR/REC-html40/>, W3C Recommendation, revised on 24 Apr 1998.
- [20] Jeffrey Glover, *Sucky to Savvy*, <http://www.jeffglover.com/ss/ssmain.html>, 1997.
- [21] Web Design Group, *Web Authoring FAQ*, <http://www.htmlhelp.com/faq/html/all.html>, 1999.

Διάφορα

- [22] Berry, Bollay, & Beers, “Pressure, temperature, and altitude in the atmosphere”, *Handbook of Meteorology*, McGraw-Hill, 1945, σελ. 371-381.
- [23] Timoshenko & Young, *Engineering Mechanics*, McGraw-Hill, 1956, σελ. 259.
- [24] Δ. Κουτσογιάννης & Θ. Ξανθόπουλος, *Τεχνική Υδρολογία*, Έκδοση 2, ανατύπωση με διορθώσεις, 1998.
- [25] William Stallings, *Data and Computer Communications*, Fifth Edition, Prentice Hall, 1997.