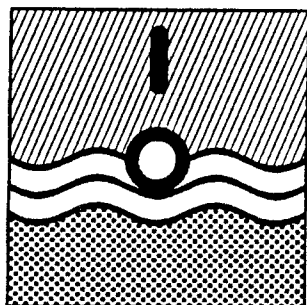


ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ STRIDE ΕΛΛΑΣ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΘΝΙΚΗΣ ΤΡΑΠΕΖΑΣ
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ



HYDROSCOPE

STRIDE HELLAS PROGRAMME

DEVELOPMENT OF A NATIONAL DATA
BANK FOR HYDROLOGICAL AND
METEOROLOGICAL INFORMATION

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ

MINISTRY OF AGRICULTURE
DIVISION OF GEOLOGY AND HYDROLOGY

ΜΑΜΑΖΕΡΟ

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ
ΕΛΕΓΧΟΥ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΑ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ
ΤΑ ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΤΥΠΑ (ΒΡΟΧΗ, ΧΙΟΝΙ)

QUALITY CONTROL IN TIME AND SPACE
FOLLOWING THE INTERNATIONAL
STANDARDS (RAIN, SNOW)

M. Κολάκου-Σαλαπάτα και Σ. Μπελούκας

M. Kiolakou-Salapata and S. Beloukas

Αριθμός τεύχους · 7/7
Report number

ΑΘΗΝΑ - ΙΟΥΝΙΟΣ 1993
ATHENS - JUNE 1993

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
Περίληψη	
Abstract	
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΧΙΟΝΙΟΥ	2
3. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ	4
4. ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	6
4.1 Βασικός έλεγχος δεδομένων (πρώτο επίπεδο)	6
4.1.1 Στάδιο παρατήρησης	6
4.1.2 Στάδιο συλλογής	7
4.1.3 Στάδιο ανίχνευσης λαθών	7
4.1.3.1 Έλεγχος χωροχρονικής συνέπειας	7
4.1.3.2 Έλεγχος εσωτερικής συνέπειας	7
4.1.3.3 Έλεγχος ακραίων τιμών	8
4.2 Μηχανογραφικός έλεγχος δεδομένων (δεύτερο επίπεδο)	8
4.2.1 Στάδιο επεξεργασίας δεδομένων	8
4.2.2 Στάδιο ανίχνευσης λαθών	9
4.2.3 Σχεδιασμός προγραμμάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών	10
4.2.4 Συνδιασμένος ποιοτικός έλεγχος	11
5. ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ	13
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	14
7. ΠΙΝΑΚΕΣ	
Πίνακας 3.1 Ποιότητα παρατηρήσεων	5
Πίνακας 4.2.2 Δείκτες ποιοτικού ελέγχου	10
Πίνακας 5.1 Διαγνωστικές δοκιμές	13
8. ΑΝΑΦΟΡΕΣ	15

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο παρόν τεύχος περιγράφονται οι διαδικασίες που απαιτούνται για την ανάπτυξη μεθόδων ποιοτικού ελέγχου χωροχρονικά σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα των δεδομένων βροχής και χιονιού.

Αναπτύσσονται τα διάφορα στάδια ποιοτικού ελέγχου από το σημείο συλλογής των δεδομένων (Βασικός έλεγχος 1^ο στάδιο) μέχρι της τελικής αρχειοθέτησής τους (μηχανογραφικός έλεγχος 2^ο στάδιο) και στην συνέχεια μέθοδοι ποιοτικού ελέγχου κατά περίπτωση για την ανίχνευση σφαλμάτων και αποκατάσταση της εγκυρότητας τους.

ABSTRACT

In this report we present the necessary procedures for the development of quality control methods in the time and space, according to the international standards for the rain and snow data.

Different stages of quality control are developed starting from the collection of data (Stage 1) to the final archiving of the data (computer checking, Stage 2). Then nine validation techniques are proposed for errors detection and data validation.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εργασία αυτή σκοπό έχει την ανάπτυξη μεθόδων ποιοτικού ελέγχου για τα δεδομένα της επιφανειακής υδρολογίας χωροχρονικά σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα, στα πλαίσια του Κοινοτικού προγράμματος STRIDE ΕΛΛΑΣ με τίτλο "Δημιουργία Εθνικής Τράπεζας Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας".

Ο ποιοτικός έλεγχος είναι ένα στάδιο της όλης επεξεργασίας που λαμβάνει χώρα από το σημείο της συλλογής των δεδομένων μέχρι το σημείο της πλήρους επεξεργασίας και αρχειοθέτησης τους. Κατά το στάδιο αυτό πρέπει να επιβεβαιωθεί η καλή ποιότητα των δεδομένων από το σημείο παρατήρησης μέχρι το σημείο της καταγραφής τους σε δελτία.

Στην χώρα μας σήμερα οι συλλεγόμενες παρατηρήσεις μπορούν σε γενικές γραμμές να χωρισθούν σε δύο κύριες κατηγορίες:

α. Πληροφορίες που συλλέγονται από σταθμούς της Ε.Μ.Υ. όπου τα μηνύματα είναι κωδικοποιημένα και φθάνουν στην Υπηρεσία αυθημερόν (κύριοι σταθμοί) και ισχύουν ανάλογοι έλεγχοι.

β. Πληροφορίες που συλλέγονται από σταθμούς όλων των άλλων φορέων (ΥΠΓΕ, ΥΠΕΧΩΔΕ, κ.λπ.) όπου η παρατήρηση φθάνει στις Κεντρικές Υπηρεσίες συνήθως ταχυδρομικά μετά από παρέλευση μεγάλου χρονικού διαστήματος συνήθως από ένα έως τρεις μήνες.

Ο σκοπός των συλλεγομένων δεδομένων είναι διαφορετικός στην ΕΜΥ από ότι στις άλλες Υπηρεσίες. Έτσι στην ΕΜΥ το είδος των δεδομένων και ο τρόπος συλλογής τους είναι προσαρμοσμένα κυρίως για την πρόγνωση του καιρού και γενικά την μελέτη των καιρικών και κλιματολογικών συνθηκών της χώρας. Αντίθετα στις άλλες Υπηρεσίες ΥΠΓΕ, ΥΠΕΧΩΔΕ, ΔΕΗ ο σκοπός της λήψης υδρολογικών και υδρομετρικών στοιχείων είναι η χρήση τους στις μελέτες και τα έργα έρευνας και αξιοποιήσις των υδατικών πόρων. Επομένως ο ποιοτικός έλεγχος των δεδομένων πρέπει να προσαρμόζεται πάντοτε ανάλογα με την κατηγορία του σταθμού και το είδος των λαμβανομένων παρατηρήσεων.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να παρουσιάσει τις επεμβάσεις και διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου που πρέπει να εφαρμοσθούν στα δεδομένα βροχής και χιονιού ώστε να καταστούν αποδεκτά και εύχρηστα. Για να γίνει αυτό πρέπει πρώτα να ξεκινήσουμε από τα χαρακτηριστικά και τους τρόπους μέτρησης βροχής και χιονιού και μετά να πάμε διαδοχικά στον ποιοτικό έλεγχο.

2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΧΙΟΝΙΟΥ

Είναι γνωστό ότι τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα είναι η πλέον σημαντική και περισσότερο μεταβαλλόμενη υδρολογική παράμετρος.

Το συνολικό ύψος των κατακρημνισμάτων που φθάνει στο έδαφος σε μια ορισμένη περίοδο εκφράζεται με το ύψος του στρώματος νερού που θα εκάλυπτε οριζόντια επιφάνεια εάν δεν είχαμε εξάτμιση, απορροή και απορρόφηση από το έδαφος και εάν τα στερεά (χιόνι, χαλάζι, πάχνη κ.λπ.) έλιωναν.

Η βροχή και το χιόνι είναι οι σημαντικότεροι τύποι ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και το κυριώτερο χαρακτηριστικό τους είναι η σε μεγάλη κλίμακα μεταβολή τους στο χώρο και στο χρόνο. Έτσι λοιπόν τον καθίστανται σημαντική συνιστώσα κάθε συλλογής υδρολογικών δεδομένων.

Η μέτρηση αυτών των παραμέτρων γίνεται συνήθως σε ημερήσια βάση μερικές φορές όμως εμφανίζονται και μετρήσεις ωριαίες ή ανα τρίωρο ή εξάωρο ανάλογα με τις απαιτήσεις του κάθε φορέα.

Βασικός σκοπός κάθε μεθόδου μετρήσεως των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων είναι η λήψη ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος αυτών για όλη την περιοχή στην οποία αναφέρεται η μέτρηση. Αυτό επιδιώκεται με την κατάλληλη εκλογή της θέσεως στην οποία θα τοποθετηθεί το όργανο μέτρησης, το είδος του οργάνου που θα χρησιμοποιηθεί, τον τρόπο τοποθέτησης αυτού και τα μέτρα, τα οποία πρέπει να ληφθούν ώστε οι απώλειες από την εξάτμιση και την δράση του ανέμου να είναι κατά το δυνατόν λιγότερες.

Το ύψος της βροχής μετράται με ειδικά όργανα τα βροχόμετρα και τους βροχογράφους που είναι καταγραφικά όργανα. Εκτός από τα παραπάνω όργανα που τοποθετούνται σε κατοικημένες περιοχές και είναι αναγνώσιμα από επιδέξιο παρατηρητή, υπάρχουν και τα αθροιστικά βροχόμετρα που τοποθετούνται σε απομακρυσμένες περιοχές που είναι αδύνατη η καθημερινή μετάβαση του παρατηρητή. Αυτά μετρούν συσσωρευμένη, για μεγάλο χρονικό διάστημα (κυρίως ένα μήνα) ποσότητα νετού η οποία μπορεί να ισοκατανεμηθεί στον χρόνο σύμφωνα με τις τιμές γειτονικών σταθμών.

Η βροχόπτωση μετρείται συνήθως σε χιλιοστά (m.m.). Αν το ύψος βροχής είναι ≤ 10 mm. το σφάλμα αναγνώσεως δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0.2 mm. Αν η βροχόπτωση είναι μεγαλύτερη από 10 mm το σφάλμα αναγνώσεως πρέπει να είναι το πολύ 2% του ολικού ποσού.

Το πάχος του χιονιού μετρείται συνήθως σε εκατοστά (cm). Το 1 cm χιονιού

ισοδυναμεί περίπου με 1 mm βροχής, αλλά και αυτό εξαρτάται βεβαίως από την πυκνότητα του χιονιού. Στην παρούσα μελέτη αναφέρουμε ποιοτικό έλεγχο μόνο για ισοδύναμο ύψος βροχής ή πάχος του χιονιού μετρημένο στη χιονοτράπεζα και όχι για πάχος συσσωρευμένου χιονιού. Η μέτρηση του συσσωρευμένου χιονιού μπορεί να γίνει μόνο σε ειδικές περιοχές (snow courses) για πολλά συνεχόμενα έτη, από όπου λαμβάνεται δείγμα χιονιού ανά ορισμένες αποστάσεις και χρονικά διαστήματα με ειδικούς δειγματολήπτες (snow sampling equipment) ώστε να υπολογίζεται το ισοδύναμο νερού. Επίσης για την μέτρηση του συσσωρευμένου χιονιού υπάρχουν και τεχνικές μέθοδοι, όπως με ραδιοϊσότοπα (radioisotope snowgauges) με τα "snow pillows" ή με ακτινοβολία γάμμα (natural gamma radiation) WMO No.168 vol.I - Chapter 2.2, WMO No 275.

Σε περιοχές που ελλείπουν σταθμοί γίνονται όλο και περισσότερα αποδεκτά τα Radar όπου είναι δυνατόν να παρατηρηθεί η θέση, η κίνηση και η ένταση βροχής η οποία εκδηλώνεται πάνω από μια περιοχή. Τα συνήθως χρησιμοποιούμενα Radar έχουν ακτίνα ενεργείας 90 - 200 Km. Η πλέον διαδεδομένη μέθοδος μέτρησης των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων είναι η φωτογραφική μέθοδος όπου με κατάλληλη επεξεργασία της φωτογραφίας και των ανακλωμένων σημάτων γίνεται η μετάφραση σε χιλιοστά βροχής.

Έτσι λοιπόν από τα παραπάνω βλέπουμε ότι για την συλλογή δεδομένων βροχής-χιονιού υπάρχουν τρεις κυρίως μέθοδοι, η manual (βροχόμετρα, χιονοτράπεζα κ.λπ.), η automatic (βροχογράφοι - χιονοβροχογράφοι) (WMO No.8, No.168 Κεφ. 2) και η Remote Sensing που σχετίζεται με Radar και δορυφόρους (Green 1975, Barret 1970) (WMO No.513).

3. ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ

Τα σφάλματα των οργάνων ανήκουν σε δυο κατηγορίες. Η πρώτη οφείλεται στην ακρίβεια, εκ κατασκευής, του οργάνου και η δεύτερη στην κατάσταση στην οποία ευρίσκεται το όργανο. Επομένως ένα όργανο μεγάλης ακρίβειας μπορεί λόγω κακής συντήρησης ή ρύθμισης να μην δίνει ακριβείς μετρήσεις και έτσι να δημιουργούνται συστηματικά σφάλματα που αυξάνονται με την πάροδο του χρόνου εάν δεν γίνει έγκαιρα η επισκευή ή ρύθμισή του.

Τα σφάλματα αυτά ανιχνεύονται από τον έλεγχο των κανονικών τιμών και των μέσων τιμών μεγάλων χρονικών περιόδων.

Η σχέση ανάμεσα στο σφάλμα μέτρησης μιάς φυσικής παραμέτρου και στην πλέον πιθανή τιμή της (μέση τιμή), εκφράζει το σχετικό λάθος μέτρησης. Τα λάθη μέτρησης στις παρατηρήσεις δεν είναι δυνατόν να απαλειφθούν εντελώς και το πρόβλημα είναι το πως θα ελαττωθούν μέχρι να φθάσουν σε ανεκτά επίπεδα. Ως σφάλματα μέτρησης μπορούμε να θεωρήσουμε το άθροισμα των δύο παρακάτω στοιχείων:

- α. Το σφάλμα ανάγνωσης, το οποίο περιέχει στις ατέλειες των οργάνων και ακόμη το υποκειμενικό σφάλμα που γίνεται από τον παρατηρητή.
- β. Το σφάλμα που οφείλεται στην μέθοδο παρατήρησης.

Γενικά μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν δύο είδη σφαλμάτων τα συστηματικά (επαναλαμβανόμενα) και τα τυχαία. Τα πρώτα προκαλούν πάντοτε αλλοιώσεις της ίδιας τιμής στο ίδιο σημείο, τα δεύτερα αλλοιώνουν συμπτωματικά και τυχαία κάποια τιμή.

Για να γίνει εντοπισμός των τυχαίων σφαλμάτων τα συγκρίνουμε πάντοτε με την μέση τιμή (προέρχεται από σειρά επαναλαμβανομένων μετρήσεων του συγκεκριμένου στοιχείου) ή με κάποια προσεγγιστική τιμή που έχει υπολογιστεί βάσει κάποιων αξιόπιστων μεθόδων. Πάντοτε κατά τις μετεωρολογικές παρατηρήσεις υπάρχει πιθανότητα συσσώρευσης σφαλμάτων γι αυτό πρέπει να ελέγχονται συστηματικά τα όργανα μέτρησης, ο χώρος γύρω από τον σταθμό και ο παρατηρητής για έγκαιρη ανίχνευση και αποφυγή τους. Τα συστηματικά σφάλματα ανιχνεύονται συνήθως ευκολότερα βάσει ειδικών κριτηρίων κατά περίπτωση αφού βεβαίως θεωρηθεί ότι στα υπό έλεγχο δεδομένα δεν υπεισέρχεται τυχαίο σφάλμα.

Υπάρχουν περιγραφές για την προέλευση κοινών σφαλμάτων σε όλους τους τύπους παρατηρήσεων και είναι γνωστό ότι υπάρχει πάντοτε ο κίνδυνος να εμφανισθούν νέοι σε κάθε φάση που υπεισέρχεται ο ανθρώπινος παράγοντας (WMO No.8, 1971).

Οι φάσεις κατά τις οποίες μπορούν να γίνουν σφάλματα είναι οι παρακάτω:

1. Όταν το όργανο κατασκευάστηκε και μεταφέρθηκε στον τόπο εγκατάστασης.
2. Όταν το όργανο τοποθετήθηκε στον χώρο εγκατάστασης.
3. Το αποτέλεσμα μακροχρόνιας χρήσης του οργάνου.
4. Κατά τη διάρκεια οπτικής παρατήρησης.
5. Κατά τη διάρκεια ανάγνωσης του οργάνου.
6. Όταν η παρατηρηθείσα τιμή καταγράφεται.
7. Όταν υπεισέρχονται διορθώσεις του οργάνου.
8. Όταν το πρωτογενές στοιχείο είναι καταρχήν επεξεργασμένο.
9. Κατά την διάρκεια κωδικοποίησης.
10. Κατά τη διάρκεια μετάδοσης από τον σταθμό προς το κέντρο συλλογής.
11. Κατά τη συμπλήρωση κλιματολογικών πινάκων.

Η Μετεωρολογική Υπηρεσία των Η.Π.Α. έχει εφαρμόσει ένα σύστημα ανάλυσης και αξιολόγησης της ποιότητας βασικών παρατηρήσεων από μετεωρολογικούς σταθμούς με βάση την παρακάτω κλίμακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1

Ποιότητα παρατηρήσεων

Λάθη επι 100 παρατηρήσεων	Εκτίμηση ποιότητας
0.0 έως 0.7	Ιδανική
0.8 - 1.0	Εξαιρετική
1.1 - 2.0	Μέση
2.1 - 2.7	Κάτω της μέσης
2.8 - 5.9	Αρκετά κάτω της μέσης
6.0 - πλέον	Πολύ φτωχή

4. ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Με τον όρο ποιοτικό έλεγχο εννοούμε όλες τις εργασίες στις οποίες πρέπει να προβούμε ώστε να εξασφαλιστεί η καλή ποιότητα, η ακρίβεια και γενικά εγκυρότητα των δεδομένων, η οποία σύμφωνα με το Global Observing System (GOS) του World Meteorological Organisation (WMO) πρέπει να αρχίζει από το στάδιο της παρατήρησης και να συνεχίζεται στα στάδια συλλογής και επεξεργασίας τους.

Ο έλεγχος της ποιότητας των συλλεγομένων παρατηρήσεων περιλαμβάνει δύο στάδια: α) το βασικό έλεγχο (πρώτο επίπεδο) που γίνεται από ελεγκτές όπου τον κύριο ρόλο παίζει ο παράγων άνθρωπος (manual method) και β) τον μηχανογραφικό έλεγχο (δεύτερο επίπεδο) με χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών (machine method).

4.1. Βασικός έλεγχος δεδομένων (πρώτο επίπεδο)

Το πρώτο αυτό επίπεδο ελέγχου περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

4.1.1 Στάδιο παρατήρησης. Το στάδιο παρατήρησης περιλαμβάνει δύο ενότητες, που είναι ο έλεγχος των οργάνων του σταθμού και ο έλεγχος της λήψης των παρατηρήσεων από τον παρατηρητή.

Στο στάδιο του βασικού ελέγχου απαιτείται κατ' αρχήν κατάλληλη υποδομή για την λήψη των μετρήσεων και προϋποθέτει:

- κατάλληλο μετρικό ή αυτογραφικό όργανο μέτρησης βροχής ή χιονιού που να ακολουθεί τις προδιαγραφές του WMO.
- κατάλληλη τοποθέτηση των οργάνων στο χώρο των σταθμών (σωστό προσανατολισμό, και απόσταση απο κτίρια - δέντρα κ.λπ.) και
- συστηματικό έλεγχο και συντήρηση των οργάνων ανά τρίμηνο ή εξάμηνο ώστε τα όργανα του σταθμού να βρίσκονται σε σωστή λειτουργία.

Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει και την ύπαρξη κατάλληλου παρατηρητή για την λήψη των παρατηρήσεων. Έτσι απαιτείται:

- πρόσληψη κατάλληλου ατόμου και κατάλληλη εκπαίδευσή του για την ορθή λήψη των παρατηρήσεων
- ενημέρωση και εκπαίδευσή του για την σωστή λειτουργία και συντήρηση των υδρολογικών οργάνων του σταθμού
- ενημέρωση του παρατηρητή για την σημασία της ορθής λήψης των παρατηρήσε-

ων και για τις ειδικές παρατηρήσεις που πρέπει να πραγματοποιήσει στην περίπτωση ειδικών κλιματολογικών φαινομένων π.χ. θύελλα, πλημμύρα, δυνατός άνεμος κ.λπ.

4.1.2 Στάδιο συλλογής δεδομένων. Το στάδιο της συλλογής των δεδομένων παρατήρησης πρέπει να περιλαμβάνει συγχρόνως και τον προκαταρκτικό έλεγχο αυτών που συνίσταται στο εξής:

α. Έλεγχος των δελτίων παρατήρησης σχετικά με την ημερομηνία λήψης, την ονομασία του σταθμού, τον κωδικό του σταθμού (Αριθμός Μητρώου), τις συντεταγμένες αυτού και το υψόμετρό του.

β. Έλεγχος πληρότητας και ορθότητας των δεδομένων των υπολογιζομένων από τον παρατηρητή τιμών (συνολικό ύψος βροχής, μέγιστη-ελαχίστη τον μήνα, μέσες και ακραίες, τιμές κ.λπ.).

γ. Στην περίπτωση ταινιών των αυτογραφικών οργάνων θα πρέπει να γίνει έλεγχος της ταινίας και σύγκριση των δεδομένων του αυτογραφικού οργάνου (βροχογράφος) με το αντίστοιχο μετρητικό όργανο (βροχόμετρο) του σταθμού.

4.1.3. Στάδιο ανίχνευσης σφαλμάτων. Στο στάδιο αυτό τα δεδομένα ελέγχονται από έμπειρους ελεγκτές, όπου τον κύριο λόγο παίζει ο ανθρώπινος παράγων (manual method). Κατ' αρχήν στα δελτία καταγραφής των ημερήσιων βροχομετρικών δεδομένων και των μηνιαίων βροχομετρικών δεδομένων, γίνεται οπτικός έλεγχος για τον εντοπισμό εμφανών και χονδροειδών λανθασμένων τιμών οι οποίες μπορεί να εντοπιστούν με τους εξής ελέγχους:

4.1.3.1. Έλεγχος χωροχρονικής συνέπειας. Γίνεται έλεγχος και σύγκριση ορισμένων αμφισβητούμενων τιμών βροχόπτωσης κάποιων σταθμών για συγκεκριμένη χρονική περίοδο, με τα αντίστοιχα στοιχεία κάποιου παρακειμένου σταθμού με αποδεδειγμένη καλή λειτουργία.

4.1.3.2. Έλεγχος εσωτερικής συνέπειας. Δεδομένου ότι η βροχόπτωση δεν συνδέεται άμεσα με πολλές άλλες μετεωρολογικές παραμέτρους, ο έλεγχος αυτός στην περίπτωση της βροχόπτωσης δεν αποδίδει σημαντικά, μπορεί όμως να γίνει συσχέτιση δεδομένων βροχόπτωσης με δεδομένα ηλιοφάνειας ή νέφωσης, εάν υπάρχουν σχετικές παρατηρήσεις. Επίσης του χιονιού με τις ελάχιστες θερμοκρασίες. Στο στάδιο αυτό γίνεται και

συσχέτιση και δεδομένων βροχομέτρου με βροχογράφου.

4.1.3.3. Ελεγχος ακραίων τιμών. Στο στάδιο αυτό εντοπίζονται οπτικά υψηλές τιμές ημερήσιας ή μηνιαίας βροχοπτώσης για περαιτέρω έλεγχο στο δεύτερο επίπεδο ελέγχου.

4.2 Μηχανογραφικός έλεγχος δεδομένων (δεύτερο επίπεδο)

Το δεύτερο αυτό επίπεδο περιλαμβάνει ποιοτικό έλεγχο των δεδομένων με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή διότι όλα τα δεδομένα πρέπει να απαλλαγούν από πιθανά σφάλματα παρατήρησης, μεταβίβασης κ.λπ. πριν την τελική καταχώρησή τους.

4.2.1 Στάδιο επεξεργασίας δεδομένων. Σ' αυτό το στάδιο δημιουργούνται πίνακες και διαγράμματα των δεδομένων διαφόρων σταθμών ή και γειτονικών σταθμών της αυτής υδρολογικής λεκάνης ή υπολεκάνης, οπότε με διάφορες διαγνωστικές δοκιμές ανιχνεύονται ορισμένες πιθανόν εσφαλμένες τιμές. Οι τιμές αυτές θα σημαιοθετηθούν διότι θα έχουν αποτύχει να περάσουν κάποιο τεστ και θα υπάρξει ένας συμβολισμός για τον τύπο του πιθανού σφάλματος.

Τα σφάλματα τα οποία θα ανιχνευτούν στη συνέχεια θα επαληθευτούν και τέλος θα πρέπει να διορθωθούν στην αρχή στο δελτίο του παρατηρητή και στην συνέχεια στα μέσα αποθήκευσης. Οι λανθασμένες τιμές παρουσιάζονται σε ειδική λίστα στον Η/Υ όπου φέρουν ειδική ένδειξη για το είδος του λάθους που προέκυψε.

Ο μεγάλος όγκος βέβαια των στοιχείων θα περάσει χωρίς να υπάρξει ανάγκη λεπτομερούς εξέτασης και αυτό είναι το πλεονέκτημα των Η/Υ. Είναι σημαντικό να υπάρχει ένα πρόγραμμα αποτελεσματικό δηλαδή να μην δέχεται κάτι το οποίο και οπτικά μπορεί να προσδιοριστεί εάν είναι λανθασμένο. Τα υπό έλεγχο στοιχεία θα πρέπει να υποστούν οπτικό έλεγχο και έλεγχο ανθρώπινης λογικής άλλοτε με την βοήθεια ακραίων τιμών άλλοτε με την βοήθεια χαρτών κατανομής των βροχοπτώσεων και άλλοτε με κατάλληλα κριτήρια κατά περίπτωση. Είναι πράγματι δύσκολο να αυτοματοποιηθεί πλήρως αυτό το στάδιο ειδικά για περιοχές με πυκνά δίκτυα σταθμών ή ανομοιόμορφες κλιματολογικές συνθήκες.

Από όλα τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι οι τεχνικές (διαγνωστικές δοκιμές) για να καταστούν τα δεδομένα έγκυρα δεν μπορούν να είναι όλες αυτοματοποιημένες. Βεβαίως οι περισσότερες παράμετροι παίρνουν τιμές μέσα σε καθορισμένα όρια και επομένως είναι εύκολο να ελέγχονται από ένα δεδομένο πρόγραμμα υπολογιστή.

Ομως ορισμένες τιμές παρουσιάζονται και εκτός από τα καθορισμένα όρια οπότε το μόνο που επιτρέπουν στον υπολογιστή είναι να τις υποψιάζεται ως αμφίβολες. Ο Η/Υ δεν έχει δικαίωμα να τις απορρίψει αλλά να τις θεωρεί ως "ύποπτες" για περαιτέρω επαλήθευση. Οι παραπάνω ύποπτες τιμές συνοδεύονται με μια κωδικοποιημένη ένδειξη "flag" και στην συνέχεια ελέγχονται ώστε να μην χάνονται οι πραγματικές και ενδιαφέρουσες τιμές.

4.2.2. Στάδιο ανίχνευσης σφαλμάτων. Ένα παράδειγμα ενός συστήματος σημαιοθέτησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον έλεγχο των μετεωρολογικών δεδομένων αναφέρεται στο τεύχος WHO No.305 και έχει ως εξής:

Για κάθε μετρηθείσα παράμετρο του αρχείου μας υπάρχει ένας αριθμός αλγορίθμων ποιοτικού ελέγχου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Τα αποτελέσματα αυτών των αλγορίθμων ποιοτικού ελέγχου δίδονται στη συνέχεια σαν ένας αριθμός σημαιών ποιοτικού ελέγχου. Για έναν απλό χρήστη των δεδομένων δεν είναι ευχερές να ελέγχει διάφορες σημαίες πριν αποφασίσει να χρησιμοποιήσει μια παρατηρηθείσα τιμή. Επομένως το περιεχόμενο ενός προσωρινού διανύσματος ποιοτικού ελέγχου πρέπει να συνοψισθεί σε μία τελική σημαία ποιοτικού ελέγχου και έτσι να διατηρηθεί στα αρχεία δεδομένων. Το προσωρινό διάνυσμα ποιοτικού ελέγχου μπορεί να διατηρηθεί μέχρι να ολοκληρωθεί η διαδικασία ποιοτικού ελέγχου για ένα συγκεκριμένο πακέτο δεδομένων. Προτείνονται δε προς χρήση τα παρακάτω πρότυπα δεικτών ποιοτικού ελέγχου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.2

Δείκτες ποιοτικού ελέγχου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ανθρώπινο και μηχανογραφικό (μικτό) σύστημα ελέγχου.

Δείκτης ποιοτικού ελέγχου	Περιγραφή
0	Η παράμετρος δεν αναμένονταν να παρατηρηθεί
1	Ο ποιοτικός έλεγχος δεν έγινε
2	Η Π.Τ. βρέθηκε σωστή κατά τον ποιοτικό έλεγχο
3	Η Π.Τ. βρέθηκε σωστή κατά την ανθρώπινη έρευνα, η μηχανογραφική έρευνα την έδειξε ύποπτη έως λανθασμένη
4	Η Π.Τ. βρέθηκε ύποπτη κατά τον ποιοτικό έλεγχο
5	Η Π.Τ. βρέθηκε λανθασμένη κατά τον ποιοτικό έλεγχο
6	Η Π.Τ. βρέθηκε ύποπτη κατά τον ποιοτικό έλεγχο και υπελογίσθει και εισήχθει πλέον πιθανή τιμή με την μηχανογραφική μέθοδο
7	Η Π.Τ. βρέθηκε λανθασμένη κατά τον ποιοτικό έλεγχο και υπελογίσθει και εισήχθει πλέον πιθανή τιμή με την μηχανογραφική μέθοδο
8	Η Π.Τ. βρέθηκε ύποπτη κατά τον ποιοτικό έλεγχο και υπελογίσθει και εισήχθει πλέον πιθανή τιμή με ανθρώπινη μέθοδο
9	Η Π.Τ. βρέθηκε λανθασμένη κατά τον ποιοτικό έλεγχο και υπελογίσθει και εισήχθει πλέον πιθανή τιμή με ανθρώπινη μέθοδο
10	Η Π.Τ. είχε παραληφθεί και υπελογίσθει και εισήχθει μία πιθανή τιμή με μηχανογραφική μέθοδο
11	Η Π.Τ. είχε παραληφθεί και υπελογίσθει και εισήχθει μία πιθανή τιμή με ανθρώπινη μέθοδο

Σημείωση Π.Τ. = παρατηρηθείσα τιμή.

4.2.3. Σχεδιασμός προγραμμάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών. Τα προγράμματα των ηλεκτρονικών υπολογιστών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα αυτόματο σύστημα ελέγχου μπορεί να είναι τριών κυρίων τύπων:

α) προγράμματα για τον προκαταρκτικό έλεγχο (π.χ. έλεγχο ως προς τα φυσικά και κλιματολογικά όρια, έλεγχο εσωτερικής συνέπειας και χρονικής συνέπειας).

β) προγράμματα ελέγχου χωροχρονικής συνέπειας και συνδιασμένου ποιοτικού ελέγχου.

γ) προγράμματα υποστήριξης της ανθρώπινης έρευνας κατά την διαδικασία του ποιοτικού ελέγχου.

Ενα πλήρες πακέτο αυτών των προγραμμάτων μπορεί να προσφέρει ένα πολύ αποτελεσματικό σύστημα ελέγχου, αλλά και μόνο με προγράμματα του πρώτου τύπου μπορεί να επιτύχουμε ένα πολύ καλό αποτέλεσμα ποιοτικού ελέγχου.

Ο σχεδιασμός των προγραμμάτων για τον προκαταρκτικό έλεγχο είναι ένα μάλλον απλό έργο δεδομένου ότι οι ελεγχόμενοι αλγόριθμοι είναι απλοί και η ανάγκη για συσχετιζόμενες πληροφορίες είναι μικρή. Θα ήταν όμως καλύτερο να προγραμματιστούν όλοι οι έλεγχοι ρουτίνας σε απλά ανεξάρτητα moduls τα οποία θα μπορούν εύκολα να χρησιμοποιούνται σε κάθε πρόγραμμα ποιοτικού ελέγχου.

Ο έλεγχος χωροχρονικής συνέπειας των δεδομένων είναι πιο πολύπλοκο έργο ως προς τον σχεδιασμό του αντίστοιχου προγράμματος H/Y. Ο όγκος των δεδομένων που πρέπει να περιληφθούν σε μία τράπεζα είναι συνήθως μεγάλος και γι' αυτό όλες οι πληροφορίες δεν μπορούν να διατηρούνται συγχρόνως στη μνήμη. Έτσι πρέπει να δομηθούν προσεκτικά οι εισαγωγές και το σύστημα εισροής/εκροής των δεδομένων ώστε να είμαστε βέβαιοι ότι οι υπολογισμοί μπορούν να διεξαχθούν αποτελεσματικά.

Επί πλέον η έρευνα για συσχετιζόμενες πληροφορίες κατά την χωροχρονική παραβολή απαιτεί προσεκτική φύλαξη των σχετικών πληροφοριών. Αυτός ο τύπος ελέγχου κανονικά ανήκει σε ένα αντικειμενικό σύστημα ανάλυσης π.χ. στατιστική παρεμβολή. Είναι σημαντικό τα αποτελέσματα του ποιοτικού ελέγχου, μέσω τέτοιων προγραμμάτων να εισάγονται εκ νέου στην τράπεζα πληροφοριών ώστε να περιλαμβάνονται σε μια τελική ποιοτική σημειοθέτηση.

4.2.4. Συνδιασμένος ποιοτικός έλεγχος. Ένα τμήμα του συστήματος του συνδιασμένου ποιοτικού ελέγχου μπορεί να περιλαμβάνει την διαδικασία του συνοψισμού του περιεχομένου των διανυσματων του προσωρινού ποιοτικού ελέγχου μέσα στη σημαία του τελικού ποιοτικού ελέγχου.

Το κύριο αντικείμενο ενός συστήματος συνδιασμένου ποιοτικού ελέγχου είναι να καταλήξει σε ένα περισσότερο αξιόπιστο αποτέλεσμα ελέγχου με σύγχρονη εισαγωγή διαφόρων μεθόδων ελέγχου και αλγορίθμων. Επι πλέον συναθροίζοντας τα αποτελέσματα

των διανυσμάτων του προσωρινού ποιοτικού ελέγχου μπορούν να περιληφθούν και συστήματα συνδιασμένου ποιοτικού ελέγχου όπως:

α) Επιλογή εναλλασσόμενων αλγορίθμων ποιοτικού ελέγχου της βάσης των αποτελεσμάτων από ορισμένους αλγόριθμους ποιοτικού ελέγχου.

β) Επανάληψη εφαρμογής των αλγορίθμων ποιοτικού ελέγχου με διάφορες διορθώσεις σε ορισμένες παρατηρηθείσες παραμέτρους.

Ο σχεδιασμός συστημάτων και μεθόδων συνδιασμένου ποιοτικού ελέγχου είναι πολύπλοκο έργο. Είναι απαραίτητο να αναλυθούν προσεκτικά η φύση, η ιδιαιτερότητα και η συχνότητα των διαφόρων τύπων των σφαλμάτων συγχρόνως με τις δυνατότητες των διαφόρων τύπων των αλγορίθμων ελέγχου ώστε να μπορούν να εντοπίζονται αυτά τα σφάλματα. Είναι συχνά χρήσιμο να δημιουργούνται δύο δισδιάστατοι πίνακες με αναλυτικές αντιστοιχίες για το αποτέλεσμα κάθε επιλεγμένης μεθόδου ποιοτικού ελέγχου σε κάθε συγκεκριμένο τύπο σφάλματος. Οι παρακάτω αρχές πρέπει να εφαρμόζονται όταν καθορίζεται να σημειοθετούνται με την σημαία του τελικού ποιοτικού ελέγχου, τα διάφορα δεδομένα μιας παρατήρησης:

- Εάν όλα τα στοιχεία που έχουν συγκεντρωθεί στα διανύσματα του προσωρινού ποιοτικού ελέγχου δείχνουν ότι η παρατηρηθείσα τιμή είναι σωστή, ο δείκτης της σημαίας του τελικού ποιοτικού ελέγχου πρέπει να αντιστοιχεί στο "σωστό".
- Εάν ένα ή περισσότερα στοιχεία που έχουν συγκεντρωθεί στα διανύσματα του προσωρινού ποιοτικού ελέγχου δείχνουν ότι η τιμή είναι ύποπτη, αλλά τα υπόλοιπα στοιχεία δείχνουν ότι η τιμή είναι σωστή, ο δείκτης της σημαίας του τελικού ποιοτικού ελέγχου πρέπει να αντιστοιχεί στο "ύποπτη".
- Εάν ένα τουλάχιστον στοιχείο που έχει συγκεντρωθεί στο διάνυσμα του προσωρινού ποιοτικού ελέγχου δείχνει ότι η τιμή είναι λανθασμένη, ο δείκτης της σημαίας του τελικού ποιοτικού ελέγχου πρέπει να αντιστοιχεί στο "λανθασμένη".
- Εάν ένα στοιχείο μιας παρατήρησης βρεθεί να είναι με βεβαιότητα λανθασμένο οι αλγόριθμοι των προηγθέντων ελέγχων εσωτερικής συνέπειας πρέπει να επαναλαμβάνονται, ώστε να περιορίζεται κατά το δυνατόν ο αριθμός των υπόπτων σημαιών στα περιβάλλοντα στοιχεία λόγω ενός σφάλματος στην αναφερόμενη πληροφορία.

5. ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

Κατά την εισαγωγή των δεδομένων στον Η/Υ, δηλαδή στο δεύτερο επίπεδο επεξεργασίας είναι δυνατή η δημιουργία πινάκων και διαγραμμάτων, διάφορων μορφών και κατηγοριών του να περιλαμβάνουν τα δεδομένα είτε κάθε σταθμού χωριστά, είτε ομαδικά για περισσότερους σταθμούς που βρίσκονται στην ίδια υδρολογική λεκάνη ή υπολεκάνη. Με την μορφή πινάκων των ημερήσιων και μηνιαίων τιμών τα δεδομένα υπόκεινται εύκολα σε οπτικό έλεγχο, στη συνέχεια δε είναι δυνατή η εφαρμογή διαφόρων διαγνωστικών δοκιμών οπότε με την βοήθεια καταλλήλων κατά περίπτωση κριτηρίων εντοπίζονται και σημειοθετούνται ύποπτες ή λανθασμένες τιμές καθώς επίσης και ασυμβίβαστες ή ακραίες τιμές.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται μια σειρά διαγνωστικών δοκιμών που κρίνονται κατάλληλες και έχουν εφαρμογή στον ποιοτικό έλεγχο των δεδομένων βροχής και χιονιού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1

Διαγνωστικές δοκιμές για ποιοτικό έλεγχο βροχής και χιονιού

- No 1. Δημιουργία δύο πληκτρολογήσεων της ίδιας σειράς και σύγκρισης αυτών.
- No 2. Πινακοποίηση ημερήσιων τιμών ενός σταθμού και ποιοτικός έλεγχος αυτών για εντοπισμό ακραίων και υπόπτων τιμών με την βοήθεια κριτηρίων.
- No 3. Πινακοποίηση μηνιαίων τιμών ενός σταθμού και ποιοτικός έλεγχος αυτών.
- No 4. Δημιουργία πινάκων ημερήσιων τιμών βροχής γειτονικών σταθμών και συσχέτιση αυτών κατά την οριζόντια και κάθετη έννοια.
- No 5. Δημιουργία πινάκων ακραίων τιμών.
- No 6. Δημιουργία διαγράμματος ημερήσιων τιμών για ένα υδρολογικό έτος.
- No 7. Δημιουργία διαγράμματος μηνιαίων τιμών για ένα υδραυλικό έτος.
- No 8. Δημιουργία διαγράμματος των αθροιστικών αποκλίσεων των μηνιαίων και ετήσιων υψών βροχής από τις αντίστοιχες μέσες τιμές.
- No 9. Δημιουργία διαγράμματος για τον εντοπισμό ανομοιογενειών στα ετήσια ύψη βροχής. (Διπλή αθροιστική καμπύλη).

Οι παραπάνω διαγνωστικές δοκιμές αναπτύσσονται αναλυτικά στην εργασία 1 του σταδίου 9 με τίτλο "ανάπτυξη κριτηρίων για την αποδοχή ή μη δεδομένων βροχής και χιονιού - αξιολόγηση δεδομένων".

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η λήψη ορθών και αξιόπιστων υδρολογικών και μετεωρολογικών παρατηρήσεων είναι μία πολύπλοκη και εξειδικευμένη εργασία που αρχίζει από την προμήθεια των καταλλήλων υδρολογικών οργάνων, την ορθή τοποθέτησή τους στο κατάλληλο χώρο, την ύπαρξη εκπαιδευμένου και αξιόπιστου παρατηρητή και την επίβλεψη της όλης εργασίας από υπεύθυνο και εξειδικευμένο προσωπικό.

Ομως και στην περίπτωση ύπαρξης ιδανικών συνθηκών υπάρχει πάντοτε η πιθανότητα ενός σφάλματος και για τον λόγο αυτό είναι επιβεβλημένη η εφαρμογή ποιοτικού ελέγχου. Έτσι σ' αυτό το τεύχος αναφερόμαστε αναλυτικά στους τύπους και στις πιθανότητες εμφάνισης σφαλμάτων καθώς και στον ποιοτικό έλεγχο που μπορεί να εφαρμοστεί στα συλλεγόμενα στοιχεία τόσο στο πρώτο επίπεδο (manual method) όσο και στο δεύτερο (machine method).

Επίσης αναφέρονται και διάφοροι δείκτες ποιοτικού ελέγχου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα διάφορα συστήματα ελέγχου καθώς και λίγα λόγια για τον σχεδιασμό προγραμμάτων ελέγχου με ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Τέλος αναφέρονται και διάφορες διαγνωστικές δοκιμές που μπορούν να εφαρμοστούν στο δεύτερο επίπεδο επεξεργασίας οπότε με την βοήθεια καταλλήλων κατά περίπτωση κριτηρίων εντοπίζονται και σημειοθετούνται ύποπτες, λανθασμένες, ασυμβίβαστες ή ακραίες τιμές.

8. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- WMO, 1971: Guide to meteorological instrument and observing practices.
WMO No.8, 4th ed.
- WMO, 1971: Machine processing of Hydrometeorological data No.275.
Technical note No.115.
- WMO, Guide to Hydrological practices. Volume I (1981) and Volume II (1983),
WMO - No.168 4th ed.
- WMO, 1979: Application of remote sensing to Hydrology Operational hydrology report,
No.12 WMO - No.513.
- WMO, Guide of the global observing system No 488.
- WMO, Guide of the global data processing system. WMO - No.305 Chapter 6.
- Grem, D.R. 1975: Hydrological application of digital radar data, 16th Radar meteorology.
Conference (Houston, Texas). American Meteorological Society, Boston - Massachusetts, USA pp. 353-380.
- Burrets, E.C: The estimation of monthly rainfall from satellite data - Monthly weather
review 1970 vol. 98, pp. 322-327.
- Μ. Κοιλιάκου - Σ. Μπελούκας: Ανάπτυξη κριτηρίων για την αποδοχή ή μη δεδομένων των
σταθμών - αξιολόγηση δεδομένων για βροχή και χιόνι. ΦΕΒ. 1993.
- Ν. Δρής: Ενημέρωση σε σχέση με τα διεθνή πρότυπα επεξεργασίας και αρχειοθέτησης
δεδομένων βροχής - χιονιού. ΟΚΤ. 1992.
- Ε. Λιανός: Ανάπτυξη κριτηρίων για την αποδοχή ή μη δεδομένων των σταθμών -
αξιολόγηση δεδομένων Μετεωρολογίας. ΜΑΡ. 1993.
- Μ. Αναδρανιστάκης - Χ. Γιαννακός: Ανάπτυξη μεθόδων ποιοτικού ελέγχου χωροχρονικά
σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα των δεδομένων Μετεωρολογίας. ΙΑΝ. 1993.