

ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΔΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ  
ΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ Ε.Ε.Δ.Υ.Π - ΑΘΗΝΑ 17 ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ 1990

**ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΜΟΡΝΟΥ, ΕΥΗΝΟΥ ΚΑΙ ΥΛΙΚΗΣ**

Ν. Μαμάσης, Σ. Ρώτη, Δ. Κουτσογιάννης, Θ. Ξανθόπουλος

Τομέας Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Ηρώων Πολυτεχνείου 5  
157 73 Ζωγράφου

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην εργασία αυτή περιγράφεται και αξιολογείται η υδρολογική πληροφορία των λεκανών Μόρνου, Ευήνου και Υλίκης - Βοιωτικού Κηφισού, το υδατικό δυναμικό των οποίων αποτελεί τον κύριο υδατικό πόρο της Αθήνας. Τα πρωτογενή δεδομένα στα οποία βασίζεται η πληροφορία αυτή είναι μειωμένης αξιοπιστίας.

Τα τελικά υδρολογικά δείγματα, δείχνουν αυξημένο επιφανειακό υδατικό δυναμικό της λεκάνης του Ευήνου, έναντι των άλλων λεκανών. Η διεξοδική ανάλυση των ιστορικών χρονοσειρών της λεκάνης Υλίκης - Βοιωτικού Κηφισού έδειξε στατιστικά σημαντικές πτωτικές τάσεις στην απορροή, τη βροχοπτώση και την εξάτμιση που πρέπει να αποδοθούν σε μικροκλιματικές αλλαγές.

Αναφορά τέλος γίνεται και στο πρόσφατο φαινόμενο ξηρασίας που πλήττει τις περισσότερες υδρολογικές λεκάνες της χώρας και εκτιμάται ότι κατά το τελευταίο υδρολογικό έτος έχει συχνότητα της τάξης της χιλιετίας.

## 1. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΟΥΣ.

Η υδρολογική πληροφορία των λεκανών Μόρνου, Ευήνου και Υλίκης είναι πολύ σημαντική για το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας. Οι απορροές του ποταμού Μόρνου και του συστήματος Υλίκης - Βοιωτικού Κηφισού αποτελούν το σημαντικότερο υδατικό πόρο για την ύδρευση της Αθήνας, ενώ η απορροή της λεκάνης του Ευήνου αποτελεί την πιθανότερη ενίσχυση του υδροδοτικού συστήματος της πρωτεύουσας.

Ο αριθμός των αξιόπιστων υδρομετεωρολογικών σταθμών που αποτελούν τη βάση της υδρολογικής πληροφορίας φαίνεται στον πίνακα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1  
ΑΞΙΟΠΙΣΤΟΙ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ  
ΜΟΡΝΟΥ, ΕΥΗΝΟΥ, ΥΛΙΚΗΣ

ΛΕΚΑΝΗ	ΜΟΡΝΟΥ	ΕΥΗΝΟΥ	ΥΛΙΚΗΣ
ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ	8	7	4
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ	3	4	2
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ	1	-	1
ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΟΙ	2(*)	3	1(**)

(\*) Έχουν καταργηθεί

(\*\*) Αναφέρεται στην παροχή του Β. Κηφισού

Εκτεταμένη συλλογή, αξιολόγηση και επεξεργασία των δεδομένων των σταθμών αυτών καθώς και των δεδομένων από την λειτουργία των ταμιευτήρων έγιναν από τους Ρώτη κ.α., (1989, 1990).

Η ανάλυση έδειξε ότι η ποιότητα των υδρομετεωρολογικών δεδομένων όλων των κατηγοριών και σε όλες τις λεκάνες είναι δυστυχώς από κακή έως μέτρια, εκτός από λίγες εξαιρέσεις. Αυτό οφείλεται είτε σε εσφαλμένη επιλογή θέσης των σταθμών μέτρησης, είτε σε πλημμελή συντήρηση των οργάνων, είτε σε ελλιπή εκπαίδευση ή και ανευθυνότητα παρατηρητών, είτε τέλος σε παραμέληση των επιθεωρήσεων σταθμών. Αναφέρονται ενδεικτικά μερικά προβλήματα που διαπιστώθηκαν:

- Πλήρης αναντιστοιχία μετρήσεων γειτονικών σταθμημέτρων.
- Αναντιστοιχία μετρήσεων βροχής σε γειτονικούς σταθμούς, που διαπιστώνεται με εμφάνιση μηδενικών ή και αρνητικών συντελεστών συσχέτισης.
- Συχνές ελλείψεις δεδομένων.
- Μεγάλες χρονικές περίοδοι με παντελή έλλειψη υδρομετρήσεων.
- Παραδοξότητες στο συσχέτισμό βροχής και απορροής (π.χ απορροή μεγαλύτερη από βροχή) κ.λ.π.

Επισημαίνεται ότι η σημασία της ποιότητας των μετρήσεων είναι καθοριστική για την υδρολογία και καμιά μαθηματική μεθοδολογία δεν είναι σε θέση να υποκαταστήσει τις άμεσες μετρήσεις.

## 2. ΜΕΣΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ.

Τα συνοπτικά ετήσια υδρολογικά χαρακτηριστικά των τριών λεκανών, υπολογισμένα κατ' αρχήν με όση ακρίβεια επέτρεπε η ποιότητα των δεδομένων, αλλά και μετά από εκτεταμένες εργασίες διόρθωσης λαθών, συμπληρώσεων και μεγιστοποιήσεων στα πρωτογενή δείγματα, φαίνονται στον πίνακα 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ  
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΣΕ ΕΤΗΣΙΑ ΒΑΣΗ

ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	ΕΥΗΝΟΣ (ΠΕΡΙΣΤΑ)			ΜΟΡΝΟΣ (ΦΡΑΓΜΑ)			ΥΛΙΚΗ + Β. ΚΗΦΙΣΟΣ		
ΕΚΤΑΣΗ (km <sup>2</sup> )	393			557.5			421.98 + 2.010		
ΜΕΣΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	1175			1082			201.4		
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ	0.63			0.38			0.10 & 0.25		
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΑΠΟΡΡΟΗ	ΒΡΟΧΗ	ΕΞΑΤΜΙΣΗ	ΑΠΟΡΡΟΗ	ΒΡΟΧΗ	ΕΞΑΤΜΙΣΗ	ΑΠΟΡΡΟΗ	ΒΡΟΧΗ	ΕΞΑΤΜΙΣΗ
ΜΕΓΕΘΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ (έτη)	20	26	18	19	26	18	23	23	32
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ (mm)	920.9	1463.3	1285.7	573.0	1504.3	1309.0	47.4+165.8	466.4	1363.8
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ (m <sup>3</sup> *10 <sup>6</sup> )	361.9			319.4			20 + 333.3		
ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ (mm)	318.2	262.3	103.3	139.8	236.2	54.1	57.6	91.3	58.9
ΣΥΝΤ. ΑΥΤ/ΣΗΣ 1ης ΤΑΞΗΣ	0.17	0.00	0.26	0.03	0.00	-0.06	0.00	0.00	0.01

### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Οι εξατμίσεις του πίνακα αντιστοιχούν στις λεκάνες κατάκλισης των ταμειευτήρων, ενώ οι βροχοπτώσεις αντιστοιχούν στις συνολικές επιφάνειες των λεκανών απορροής. Η βροχή και η εξάτμιση στη στήλη "ΥΛΙΚΗ & Β. ΚΗΦΙΣΟΣ" αφορούν μόνο τη λεκάνη Υλικής.
- Τα στατιστικά χαρακτηριστικά των μεταβλητών της Υλικής - Β. Κηφισού έχουν εξαχθεί μετά από αφαίρεση της στατιστικά σημαντικής γραμμικής τάσης που ανιχνεύθηκε (βλ. παράγραφο 3).

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι τα δείγματα βροχής και απορροής περιγράφονται ικανοποιητικά σε μηνιαία και ετήσια βάση, από κατανομές Γάμα, ενώ τα δείγματα των εξατμίσεων περιγράφονται αντίστοιχα από κατανομές GAUSS.

Αξιοσημείωτη είναι η μεγάλη επιφανειακή υδροφορία της λεκάνης Ευήνου. Η μέση απορροή της (920.9 mm) είναι κατά 60% μεγαλύτερη από αυτή του Μόρνου (573.0 mm) και υπερπενταπλάσια της επιφανειακής απορροής του Βοιωτικού Κηφισού (165.8 mm). Αυτό θα πρέπει να αποδοθεί κυρίως στους αδιαπέρατους γεωλογικούς σχηματισμούς που επικρατούν στη λεκάνη Ευήνου. Δε φαίνεται πιθανό η μεγάλη τιμή του δυναμικού να οφείλεται σε λάθη μετρήσεων δεδομένου ότι η τιμή προέκυψε από δεδομένα τριών υδρομετρικών σταθμών οι οποίοι βρίσκονταν σε σχετική συμφωνία.

Εντύπωση προκαλεί και το υπερετήσιο ύψος βροχής της λεκάνης του Μόρνου που είναι λίγο μικρότερο από αυτό της Περίστας, ενώ από τον προσανατολισμό και το μέσο υψόμετρο των δύο λεκανών θα αναμενόταν το αντίστροφο. Εδώ πιθανόν να υπεισέρχονται σφάλματα μετρήσεων.

### 3. ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΩΝ ΣΤΙΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΕΣ

Οι κλιματικές μεταβολές είναι φαινόμενο συνηθισμένο στην ιστορία της γης. Για παράδειγμα η πολύ σημαντική για το κλίμα μέση θερμοκρασία έχει διακυμάνσεις από  $10^{\circ}\text{C}$  σε 100.000 χρόνια έως  $0.5^{\circ}\text{C}$  σε μισό αιώνα. Αν και τα τελευταία 10.000 χρόνια το κλίμα της γης έχει μείνει αρκετά σταθερό, μεγέθη όπως η θερμοκρασία, η βροχόπτωση και άλλες υδρολογικές μεταβλητές εμφανίζουν σημαντικές διακυμάνσεις από αιώνα σε αιώνα αλλά και από δεκαετία σε δεκαετία (Mason, 1976). Ο μηχανισμός πραγματοποίησης κλιματικών μεταβολών συνδέεται άμεσα με το ενεργειακό ισοζύγιο της γης, άρα και με την κύρια πηγή ενέργειας που είναι η ηλιακή ακτινοβολία. Οι μεταβολές στην ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται και ανακλάται από την ατμόσφαιρα, όπως και οι μεταβολές στην επανεκπομπή της από την επιφάνεια της γης έχουν ως αποτέλεσμα την αλλαγή του ενεργειακού ισοζυγίου της, και άρα κάποιες κλιματικές διακυμάνσεις. Αλλαγές του ενεργειακού ισοζυγίου μπορούν να προέλθουν κυρίως από διακυμάνσεις της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας, της ατμοσφαιρικής σύνθεσης και της ανακλαστικότητας της γης (albedo). Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν είναι οι μεταβολές στη νέφωση και η τεχνητή απελευθέρωση μεγάλων ποσών θερμότητας και υγρασίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα διαταραχής του ενεργειακού ισοζυγίου είναι η παγίδευση της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στην ατμόσφαιρα εξ αιτίας της αυξανόμενης συγκέντρωσης  $\text{CO}_2$  στα ανώτερα στρώματα. Το αποτέλεσμα, γνωστό ως "φαινόμενο θερμοκηπίου", είναι η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας με όλα τα επακόλουθα που συνεπάγεται μια τέτοια μεταβολή (Kite, 1989).

Για την ανίχνευση πιθανών κλιματικών μεταβολών έγινε διερεύνηση των χρονοσειρών της λεκάνης Υλικής και Βοιωτικού Κηφισού ως προς την ύπαρξη τάσεων και περιοδικοτήτων.

Συγκεκριμένα εξετάστηκαν οι χρονοσειρές της βροχόπτωσης στο σταθμό Αλιάρτου, της απορροής του Βοιωτικού Κηφισού και της εξάτμισης της λίμνης Υλικής, υπολογισμένης κατά Penman. Η πρώτη χρονοσειρά συνδέεται άμεσα με την υδρολογική μεταβλητή της επιφανειακής βροχόπτωσης στη λεκάνη Υλικής, ενώ η δεύτερη αποτελεί την κύρια συνιστώσα της εισροής στη λίμνη. Οι δύο χρονοσειρές έχουν μεγάλο μήκος (αρχίζουν από το έτος 1907-08) και ελάχιστες ελλείψεις (λείπουν μόνο 5 έτη από τη χρονοσειρά της απορροής) πράγμα που βοηθάει τη διερεύνησή τους.

Η ανάλυση έδειξε ότι οι χρονοσειρές της βροχής και της απορροής εμφανίζουν σημαντική πτωτική τάση από το έτος 1920-21 μέχρι σήμερα. Ομόρροπη τάση εμφανίζει και η χρονοσειρά της εξάτμισης σε όλο της το μήκος (από το 1954-55 μέχρι σήμερα). Για την επιβεβαίωση του παραπάνω συμπεράσματος χρησιμοποιήθηκαν οι στατιστικές δοκιμές της γραμμικής συσχέτισης και του Kendall, οι οποίες έδειξαν ότι η υπόθεση περί μη ύπαρξης πτωτικής τάσης απορρίπτεται σε όλα τα συνήθη επίπεδα σημαντικότητας 10%, 5%, 1%, ενώ για να μην απορριφθεί πρέπει να δεχθούμε επίπεδα σημαντικότητας της τάξης του 0.001%. Η πτωτική τάση που εμφανίζει η χρονοσειρά των απορροών του Βοιωτικού Κηφισού θα μπορούσε ενδεχομένως να αποδοθεί στην αυξανόμενη εκμετάλλευση της απορροής για άρδευση ή στην κατασκευή

αντιπλημμυρικών και άλλων έργων. Ωστόσο οι ακόλουθοι λόγοι μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η πτωτική τάση της απορροής είναι συνέπεια μικροκλιματικής μεταβολής που επηρέασε τη βροχόπτωση στη λεκάνη του Β. Κηφισού.

- α. Η μεγάλη μείωση της μέσης απορροής δε μπορεί να δικαιολογηθεί από τις επί πλέον ποσότητες που χρησιμοποιήθηκαν για άρδευση.
- β. Η εμφανιζόμενη πτωτική τάση είναι συνεχής και δεν παρουσιάζεται με τη μορφή άλματος οπότε θα μπορούσε να αποδοθεί σε αντιπλημμυρικά ή άλλα έργα.
- γ. Η πτωτική τάση της απορροής είναι ομόρροπη και απολύτως σύμφωνη με αυτή της βροχής και της εξάτμισης.

Τα αποτελέσματα της πτωτικής τάσης είναι σημαντικά και επηρεάζουν τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Πιο συγκεκριμένα όπως φαίνεται στο σχήμα 1 η απορροή του Β. Κηφισού το 1920-21 έφθανε με μέσο ετήσιο ρυθμό  $534.2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , ενώ το 1988-89 φθάνει με μέσο ετήσιο ρυθμό  $313.0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , δηλαδή είναι μικρότερη κατά 41 %. Αντίστοιχα η βροχόπτωση στο σταθμό της Αλιάρτου το 1920-21 έφθανε με μέσο ετήσιο ρυθμό 774.9 mm, ενώ το 1988-89 φθάνει με ρυθμό 552.3 mm ετησίως και η μείωση είναι 29 %. Η εξάτμιση της λίμνης Υλίκης μειώθηκε κατά 9% τα τελευταία 30 χρόνια. Στις λεκάνες Μόρνου και Ευήνου οι σχετικά μικρές και διακοπτόμενες περιόδους μετρήσεων δεν επέτρεψαν να γίνουν παρόμοιες διερευνήσεις.

Παράλληλα έγινε ανάλυση για ανίχνευση περιοδικοτήτων η οποία περιορίστηκε στις χρονοσειρές μεγάλου μήκους δηλαδή στη βροχόπτωση της Αλιάρτου και στην απορροή του Βοιωτικού Κηφισού. Συγκεκριμένα υπολογίστηκε η συνάρτηση φασματικής πυκνότητας για συχνότητες  $1/20$  έως  $1/2$  ετών στις αρχικές χρονοσειρές και έδειξε ότι δεν υπάρχουν σημαντικές περιοδικότητες. Κατ' αρχήν η ανάλυση πριν την αφαίρεση των τάσεων δίνει κάποιες μεγαλύτερες τιμές της συνάρτησης πυκνότητας φάσματος για τις χαμηλές συχνότητες (ανέλιξη ερυθρού θορύβου, Kottegoda, 1980) που πρέπει να αποδοθούν στον υψηλό συντελεστή αυτοσυσχέτισης 1ης τάξης (0.24 για την απορροή, 0.16 για τη βροχή). Μετά την αφαίρεση των τάσεων από τις χρονοσειρές και τον εκ νέου υπολογισμό της συνάρτησης φασματικής πυκνότητας οι αυξημένες αυτές τιμές εξαφανίστηκαν (σχήμα 2). Η όλη ανάλυση επιβεβαιώνει την ανυπαρξία περιοδικών διακυμάνσεων στις υδρολογικές μεταβλητές της περιοχής.

#### 4. ΞΗΡΑΣΙΑ

Ξηρασία είναι μια περίοδος στην οποία η ποσότητα της βροχής είναι πολύ χαμηλότερη από τις συνήθεις τιμές και είναι συνδεδεμένη άμεσα με τη λειψυδρία, δηλαδή την αδυναμία κάλυψης των ποικίλων αναγκών σε νερό. Η ξηρασία είναι φαινόμενο όχι σπάνιο στη φύση στο οποίο αποδίδεται τυχαίος χαρακτήρας.

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί στις περισσότερες περιοχές της χώρας ένα έντονο φαινόμενο ξηρασίας. Η μεγάλη διάρκεια και ένταση του τελευταίου φαινομένου ξηρασίας καθώς και η εμφάνιση του και σε άλλες μεσογειακές λεκάνες δημιουργεί φόβους για ενδεχόμενη μόνιμη κλιματική μεταβολή. Οι φόβοι αυτοί ενισχύονται και από την ανθρώπινη δραστηριότητα των τελευταίων δεκαετιών που έχει διαταράξει την ενεργειακή ισορροπία της γης, με πιθανές επιπτώσεις στο κλίμα. Πάντως η πολυπλοκότητα και η ευαισθησία των κλιματικών μηχανισμών και το σημερινό επίπεδο της υδρολογικής επιστήμης δεν επιτρέπουν καμιά ασφαλή εξήγηση τέτοιων φαινομένων ξηρασίας που τελικά αποδίδονται σε τυχαίους παράγοντες.

Η επίδραση του τελευταίου φαινομένου ξηρασίας, στις υδρολογικές μεταβλητές των τριών λεκανών εξετάστηκε διεξοδικά (βλ. Κουτσογιάννη & Ξανθόπουλο, 1990). Στον πίνακα 3 δίδονται τα ετήσια ισοδύναμα ύψη απορροής των λεκανών Μόρνου και Β. Κηφισού της τελευταίας πενταετίας όπως και τα αντίστοιχα ύψη βροχής στους σταθμούς Λιδορίκι (λεκάνη Μόρνου) και Μουρίκι (λεκάνη Υλίκης). Από τα δεδομένα του πίνακα 3 παρατηρούμε τα ακόλουθα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3  
ΕΤΗΣΙΑ ΥΨΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΒΡΟΧΗΣ ΤΗΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑΣ ΠΕΝΤΑΕΤΙΑΣ (σε mm)

	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΥΨΟΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΜΟΡΝΟΥ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΥΨΟΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ Β.ΚΗΦΙΣΟΥ	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΥΨΟΣ ΑΠΟΡ- ΡΟΗΣ ΜΟΡΝΟΥ & Β.ΚΗΦΙΣΟΥ	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΟ ΛΙΔΟΡΙΚΙ (Λ.ΜΟΡΝΟΥ)	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ ΣΤΟ ΜΟΥΡΙΚΙ (Λ.ΥΛΙΚΗΣ)
Μέση τιμή Τυπική απόκλιση	573.0 139.8	165.8 57.6	254.2 71.0	875.7 156.2	419.0 113.3
Υδρολ. έτος 1985-86	578.9	108.9	211.0	980.7	319.9
Υδρολ. έτος 1986-87	462.1	172.0	235.0	884.1	460.1
Υδρολ. έτος 1987-88	384.4	111.3	170.6	821.3	438.6
Υδρολ. έτος 1988-89	390.5	97.0	160.7	830.5	358.9
Οκτ. 1989 - Μάϊος 1990	(121.1)	29.2	49.2	396.0 <sup>(*)</sup>	-
Υδρολ. έτος 1989-90 (εκτίμηση)	133.6	29.2	51.9	522.6	-

(\*) μέχρι τον Απρίλιο 1990

- 1) Ο ετήσιος ρυθμός απορροής και στις δύο λεκάνες που τροφοδοτούν την Αθήνα την τριετία από το 1987-88 μέχρι σήμερα είναι αισθητά μικρότερος του μέσου ρυθμού.
- 2) Ειδικότερα στη διετία 1987-89 οι μειωμένοι ρυθμοί της ετήσιας απορροής αντιστοιχούν σε πιθανότητες της τάξης του 1:10. Οι μειωμένοι ρυθμοί της απορροής δε συνοδεύονται από μειωμένους ρυθμούς στην ετήσια βροχόπτωση που παραμένει στα μέσα επίπεδα. Έτσι η μείωση της απορροής πρέπει να αποδοθεί στην ασυνήθιστη χρονική κατανομή της βροχόπτωσης (π.χ. σχεδόν μηδενική βροχόπτωση τον Ιανουάριο του 1989).
- 3) Στο υδρολογικό έτος 1989-90 πραγματοποιήθηκε ένα εξαιρετικά σπάνιο αλλά και κρίσιμο υδρολογικό γεγονός. Οι πολύ μειωμένοι ρυθμοί της απορροής οφείλονται στη μειωμένη ετήσια βροχόπτωση, αλλά και στη δυσμενή χρονική κατανομή της (σχεδόν μηδενική βροχόπτωση τον Ιανουάριο 1990). Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η απορροή του Βοιωτικού Κηφισού μόλις φτάνει τα 29.2 mm. Η τιμή αυτή είναι το απόλυτο ελάχιστο που έχει παρατηρηθεί από το 1907 που υπάρχουν μετρήσεις και επί πλέον είναι μικρότερη από το 50% της επόμενης μικρότερης τιμής που είχε παρατηρηθεί το 1916-17 και ήταν 64 mm.

- 4) Η πιθανότητα που θεωρητικά μπορεί να αποδοθεί στο εφετεινό κρίσιμο υδρολογικό γεγονός είναι τόσο μικρή ώστε να μη μπορεί να εκτιμηθεί με αξιόπιστο τρόπο με στατιστικές μεθόδους από τα διαθέσιμα ιστορικά δείγματα. Ενδεικτικά και μόνο παρατίθενται στο Πίνακα 4 οι θεωρητικές πιθανότητες όπως προκύπτουν από τις κατανομές Gauss και Γάμα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4  
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΦΕΤΙΝΟΥ ΚΡΙΣΙΜΟΥ  
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΓΕΓΟΝΟΤΟΣ

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΓΚΑΟΥΣ	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΓΑΜΑ
Βροχόπτωση στο Λιδορίκι	1 : 90	1 : 220
Απορροή στο Μόρνο	1 : 1200	1 : 830.000
Απορροή στο Β. Κηφισό	1 : 110	1 : 12.000
Συνολική απορροή Μόρνου & Β.Κηφισού	1 : 460	1 : 190.000

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- α. Η αξιοπιστία των υδρομετεωρολογικών μετρήσεων των τριών λεκανών είναι μικρή.
- β. Το επιφανειακό υδατικό δυναμικό της λεκάνης Ευήνου είναι αισθητά μεγαλύτερο από αυτό των δύο άλλων λεκανών.
- γ. Η απορροή του Β. Κηφισού που είναι και η κύρια εισροή στη λίμνη Υλίκη παρουσιάζει μια στατιστικά σημαντική πτωτική τάση που συνοδεύεται από ομόρροπες πτωτικές τάσεις στη βροχή και στην εξάτμιση. Το φαινόμενο θα πρέπει να αποδοθεί σε μικροκλιματικές αλλαγές.
- δ. Οι μειωμένοι ρυθμοί απορροής που παρατηρούνται τα τελευταία χρόνια στους ποταμούς που αποτελούν την κύρια πηγή υδροδότησης της Αθήνας οφείλονται όχι μόνο στην καθολική μείωση των βροχοπτώσεων αλλά και στην ασυνήθιστη χρονική κατανομή τους. Ειδικότερα στο τελευταίο υδρολογικό έτος πραγματοποιήθηκε ένα εξαιρετικά σπάνιο υδρολογικό γεγονός ξηρασίας με πολύ μεγάλες περιόδους επαναφοράς των υδρολογικών μεταβλητών, της τάξης της χιλιετίας.

## ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΙΣ

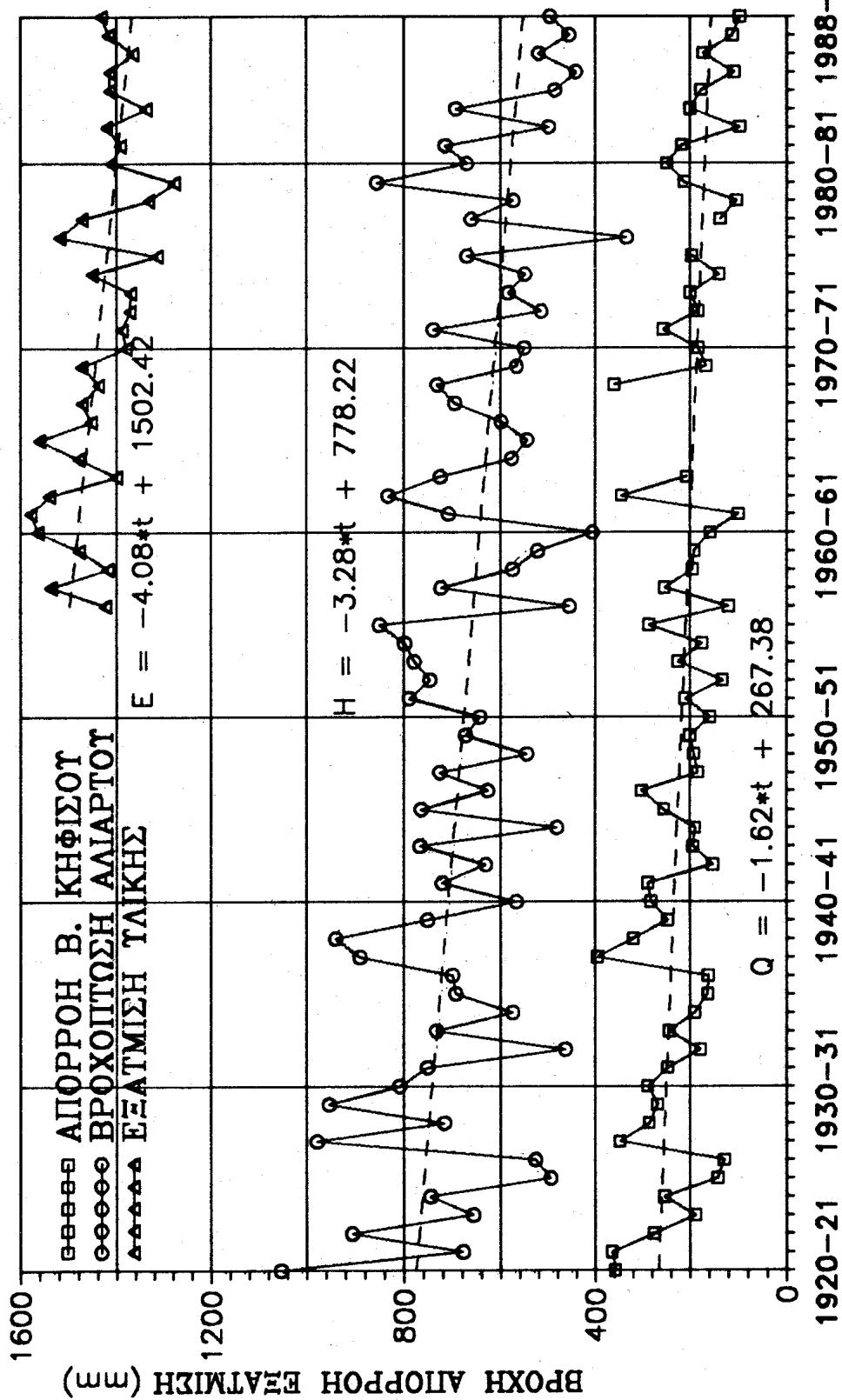
Η εργασία αυτή βασίστηκε στα δεδομένα και τα αποτελέσματα του ερευνητικού έργου "Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης της μείζονος περιοχής Αθηνών", που εκπονήθηκε από ερευνητική ομάδα του Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλασσιών Έργων του ΕΜΠ, με επιστημονικό υπεύθυνο τον καθ. Θ. Ξανθόπουλο. Το έργο αυτό ανατέθηκε και χρηματοδοτήθηκε από το ΥΠΕΧΩΔΕ, του οποίου η γενικότερη συμβολή και συνεργασία ήταν πολύτιμη. Σημαντική για την εκπόνηση του έργου ήταν και η συμβολή της ΕΥΔΑΠ. Ευχαριστίες εκφράζονται προσωπικά στον Ι. Λεονταρίτη (ΥΠΕΧΩΔΕ) και στον καθ. Δ. Χριστούλα (ΕΥΔΑΠ).

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Kite, Geoff (1989), "Use of time series analysis to detect climatic change", Journal of Hydrology, vol. 111, pp. 259 - 279.
2. Kottegoda, N.T. (1980), "Stochastic Water Resources Technology", Mc Millan, London.
3. Κουτσογιάννης Δ. & Ξανθόπουλος Θ. (1990), Συνοπτική έκθεση, Τεύχος 19 στα πλαίσια του ερευνητικού έργου "Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης μείζονος περιοχής Αθηνών", Ε.Μ.Π., Τομέας Υ.Π.Υ.Θ.Ε., Αθήνα.
4. Mason, B.J. (1976), "Towards the understanding and prediction of climatic variations", Q. J. of the Royal Meteorological Society, vol. 102, pp. 473 - 498.
5. Ρώτη Σ., Μαμάσης Ν. & Κουτσογιάννης Δ. (1989), Επεξεργασία υδρομετεωρολογικών δεδομένων σε μηνιαία βάση, Τεύχος 6 στα πλαίσια του ερευνητικού έργου "Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης μείζονος περιοχής Αθηνών", Ε.Μ.Π., Τομέας Υ.Π.Υ.Θ.Ε., Αθήνα.
6. Ρώτη Σ., Μαμάσης Ν. & Τσολακίδης Κ. (1990), Επεξεργασία υδρομετεωρολογικών δεδομένων λίμνης Υλίκης, Τεύχος 11 στα πλαίσια του ερευνητικού έργου "Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης μείζονος περιοχής Αθηνών", Ε.Μ.Π., Τομέας Υ.Π.Υ.Θ.Ε., Αθήνα.

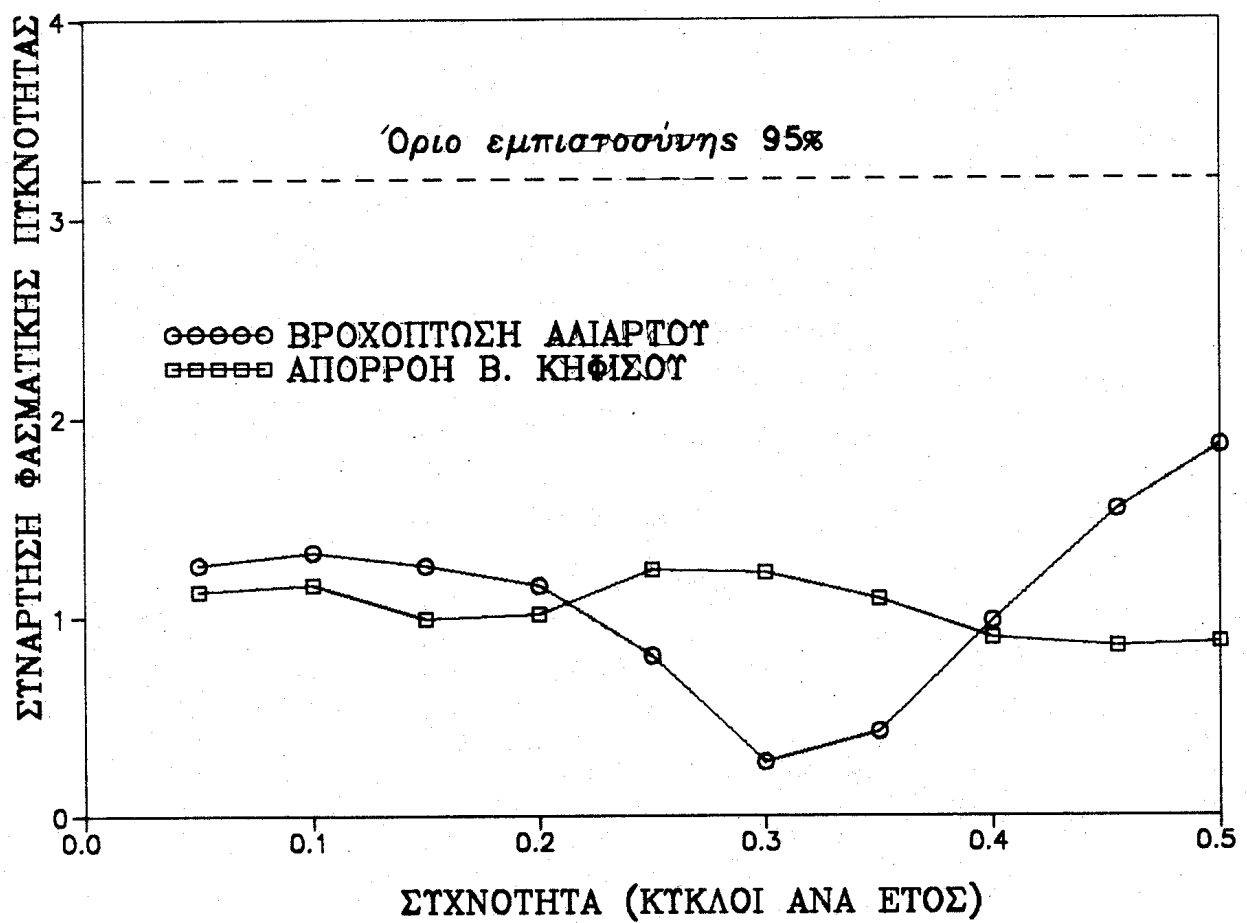


# ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΚΑΙ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ ΜΕΤΑ ΤΟ 1920-21



ΤΑΡΩΛΟΓΙΚΟ ΕΤΟΣ

ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ  
 Β.ΚΗΦΙΣΟΥ ΚΑΙ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΑΛΙΑΡΤΟΥ  
 ΜΗΚΗ ΚΥΜΑΤΟΣ 2 ΕΩΣ 20 ΕΤΗ



ΣΧΗΜΑ 2