

**ΤΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ
ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ¹**

ΜΟΥΖΟΥΡΗ Γ.², ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ Κ.², ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ ΑΡ.², ΒΟΥΒΑΛΙΔΗΣ Κ.², ΜΑΡΓΩΝΗ Σ.²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή γίνεται εκτίμηση του θεωρητικού υδρολογικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής της λίμνης Κορώνειας και συσχετίζεται με την πρόσφατη μεγάλη πτώση της στάθμης της. Εφαρμόζοντας τη μέθοδο του Thornthwaite για κλιματικά στοιχεία 50 χρόνων, το υδάτινο ισοζύγιο της περιοχής βρέθηκε αρνητικό κατά $81.88 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Επίσης αποτυπώθηκε η εξελικτική πορεία της υδάτινης επιφάνειας της λίμνης (6/1995, 4/2001, 8/2001) και προσδιορίστηκαν τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά. Διαπιστώθηκε ότι η Λίμνη Κορώνεια βρίσκεται στο τελευταίο εξελικτικό της στάδιο και έχει μεταπέσει σε τέναγος. Η κατάσταση αυτή φαίνεται σχεδόν σταθεροποιημένη τα τελευταία 5 χρόνια με ετήσιο μέσο βάθος 0.89m. Το σημερινό υδάτινο σώμα έχει όγκο μόλις το 4.5% του όγκου της αρχικής λίμνης και καταλαμβάνει το 40% της αρχικής επιφάνειας.

ABSTRACT

Lake Koroneia watershed hydrologic balance is examined and related to the recent dramatic depth reduction of the lake. Thornthwaite method on hydrologic balance was applied using 50 year climatic data and indicated that there is a deficit of $81.88 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$. The evolution of the lake was surveyed during three periods and the morphometric characteristics of the lake were calculated. It has been found that Lake Koroneia is in its final evolution stage and has been already transformed to a bog-lake with mean annual depth of 0.89m, almost consistent for the last 5 years. The recent water volume represents only the 4.5% of the old Lake and occupies the 40% of the original surface.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Κορώνεια, λίμνη, , υδρολογικό ισοζύγιο, στάθμη, μορφομετρία
KEYWORDS: Koroneia, lake, hydrologic balance, water level, morphometry

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η λίμνη Κορώνεια ή Λαγκαδά ή Αγίου Βασιλείου βρίσκεται στο Βόρειο Ελλαδικό χώρο, στην περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και σε απόσταση 12Km από την πόλη της Θεσσαλονίκης. Η γεωγραφική θέση της λίμνης Κορώνειας καθορίζεται από τις ακόλουθες γεωγραφικές συντεταγμένες:

$\varphi = 40^\circ 39'$ έως $40^\circ 43'$ Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος

$\lambda = 23^\circ 05'$ έως $23^\circ 12'$ Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος.

Μαζί με τη γειτονική λίμνη Βόλβη συνιστούν ένα σημαντικό υδροτοπικό σύστημα, που προστατεύεται από τη Διεθνή Σύμβαση του Ramsar.

Οι λίμνες Κορώνεια και Βόλβη ανήκουν σε ένα ευρύτερο βύθισμα, γνωστό ως λεκάνη της Μυγδονίας. Οι δυο λίμνες καταλαμβάνουν σήμερα τα χαμηλότερα τμήματα της προϋπάρχουσας μεγάλης λίμνης Μυγδονίας - ως υπολειμματικές μορφές αυτής - η οποία κάλυπτε πριν 500.000 περίπου χρόνια ολόκληρη τη Μυγδονία λεκάνη (Ψιλοβίκος, 1977). Η Μυγδονία λεκάνη διαχωρίζεται σε δυο επιμέρους υπολεκάνες, την υπολεκάνη Λαγκαδά με τη λίμνη Κορώνεια προς τα δυτικά - που αποτελεί την περιοχή μελέτης αυτής της εργασίας - και την υπολεκάνη της Βόλβης με την ομώνυμη λίμνη προς τα ανατολικά.

Στις αρχές του προηγούμενου αιώνα και πριν τις έντονες ανθρωπογενείς επεμβάσεις, η λίμνη Κορώνεια είχε εκτεταμένα έλη στο δυτικό της τμήμα που

1THE HYDROLOGIC BALANCE OF DRAINAGE BASIN OF LAKE KORONEIA AND IT'S EFFECT ON THE EVOLUTION OF IT'S MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS.

2:Τομέας Φυσικής & Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ.

πλημμύριζαν εποχιακά και έφθαναν σε απόσταση 1km ανατολικά από το χωριό Καβαλάρι. Σε αυτή τη φυσική κατάσταση υπήρχε μόνο εποχιακή φυσική πλημμυρική επικοινωνία από το ανατολικό άκρο της λίμνης Κορώνειας προς τη λίμνη Βόλβη. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η λίμνη βρισκόταν σε μία κατάσταση ισορροπίας, έτσι ώστε τα πλημμυρικά νερά να αποταμιεύονται πρόσκαιρα στα δυτικά έλη και βαθμιαία να αποστραγγίζονται υπογείως μέσα από τους υδροπερατούς χαλαρούς σχηματισμούς του πυθμένα.

Η Υ.Ε.Β. τη δεκαετία 1930-1940 άνοιξε ενωτική τάφρο αποστράγγισης στο ανατολικό άκρο της Κορώνειας προς τη λίμνη Βόλβη (τάφρος Δερβενίου), με σκοπό να αποστραγγιστούν τα έλη στα δυτικά και να αποδοθούν οι εκτάσεις τους στην καλλιέργεια. Έτσι η Κορώνεια για 40 περίπου χρόνια είχε σταθερή στάθμη στα +75m απόλυτο υψόμετρο. Η αποστράγγιση της περίσσειας του νερού της Κορώνειας από την τάφρο του Δερβενίου άρχισε σταδιακά να στερεί τους υπόγειους υδροφορείς από αυτήν την ποσότητα νερού, σε μια χρονική περίοδο όμως που αυτοί βρίσκονται σε μεγάλη πίεση εξαιτίας των εκατοντάδων νόμιμων και παράνομων γεωτρήσεων.

Τη δεκαετία του '90 η στάθμη της λίμνης έχει υποχωρήσει τόσο που το νερό δεν έφθανε πλέον στην ενωτική τάφρο ώστε να αποστραγγιστεί επιφανειακά προς τη Βόλβη. Η στάθμη της λίμνης συνεχίζει την πτωτική της πορεία ώπου το καλοκαίρι και το φθινόπωρο του 1995 πραγματοποιείται η μεγάλη περιβαλλοντική καταστροφή με μαζική εξόντωση πληθυσμών πολλών οργανισμών. Έκτοτε τόσο η στάθμη όσο και η επιφάνεια και το βάθος της λίμνης ακολουθούν μια συνεχή πτωτική πορεία (σχ.1). Ήδη το καλοκαίρι του 2001 η λίμνη έχει αποκτήσει χαρακτηριστικά έλους.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ – ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Από γεωλογική άποψη σύμφωνα με τον Ψιλοβίκο (1977), η εξεταζόμενη περιοχή βρίσκεται στο χώρο του ορίου της Σερβομακεδονικής μάζας, στα ανατολικά και της Περιοδοπικής ζώνης στα δυτικά. Το όριο όμως αυτό είναι δύσκολο να εξακριβωθεί, διότι εντοπίζεται κάτω από τα νεογενή – τεταρτογενή ιζήματα της λεκάνης, τα οποία και καταλαμβάνουν μεγάλο τμήμα της.

Γενικά οι κυριότερες ιζηματογενείς αποθέσεις που καταλαμβάνουν την περιοχή, μπορούν ευρύτερα να ομαδοποιηθούν στα παρακάτω συστήματα (Ψιλοβίκος, 1977) :

- α) Το Προ-Μυγδονιακό σύστημα, - με τον όρο αυτό εννοούμε τους ιζηματογενείς σχηματισμούς που αποτέθηκαν πριν το σχηματισμό της λεκάνης της Μυγδονίας εντός μιας ευρύτερης και παλιότερης ηλκικακά λεκάνης, της Προμυγδονιακής. Τα σημαντικότερα μέλη του συστήματος αυτού από κάτω προς τα πάνω είναι: Ορίζοντας αποσάθρωσης του μεταμορφωμένου υποβάθρου, Κροκαλοπαγή, Ψαμμίτες, Αργιλλοψαμμιτικά ιζήματα και Ερυθροστώματα.
- β) Το Μυγδονιακό σύστημα, - οι σχηματισμοί που βρίσκονται σήμερα εντός της λεκάνης της Μυγδονίας. χρονολογούνται από τη δημιουργία της και αποτελούν μέλη του Μυγδονιακού συστήματος - απαρτίζεται από δυο κύριες ακολουθίες ιζημάτων:
 - μιας κατώτερης ακολουθίας που σχηματίστηκε κατά τη φάση πλήρωσης της λεκάνης και η οποία περιλαμβάνει: στρώμα κροκαλών και άμμου, στρώμα άμμου με σαφή διαβάθμιση, στρώμα εναλλασσόμενων στρώσεων ιλύος και αργίλλου και στρώμα αργιλλικών στρώσεων.
 - μιας ανώτερης ακολουθίας που σχηματίστηκε κατά τη φάση υποχώρησης της ελεύθερης στάθμης της Μυγδονίας λίμνης και η οποία περιλαμβάνει: στρώματα αργιλλικών στρώσεων, στρώμα εναλλασσόμενων στρώσεων ιλύος και άμμου, στρώμα άμμου με σαφή διαβάθμιση, στρώμα παρακτίων κροκάλων και άμμου και κατά θέσεις στρώμα χημικών ιζημάτων (τραβερντινών).

ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η λεκάνη απορροής της λίμνης Κορώνειας αποστραγγίζεται από ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο το οποίο καλύπτει επιφάνεια περίπου 768Km² (εμβαδομέτρηση σε χάρτη 1:50.000). Πρόκειται για ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο που αποτελείται από πολυάριθμους κλάδους πρώτης (1^{ης}) τάξης - ενδεικτικά αναφέρεται ότι μετρήθηκαν 3409 κλάδοι 1^{ης} τάξης (Μουζούρη, 2002).

Η κύρια μορφή επιφανειακής απορροής στη λεκάνη της Κορώνειας χαρακτηρίζεται από χειμαρρώδη ροή, που αποστραγγίζει τα υψηλότερα σημεία της λεκάνης τόσο των βορειοανατολικών κλιτύων του Χορτιάτη, όσο και των νοτιοδυτικών κλιτύων του Βερτίσκου μέχρι τη γραμμή Κρουονερίου - Λαχανά. Στο βόρειο τμήμα της λεκάνης το υδρογραφικό δίκτυο αναπτύσσεται στην επιφάνεια των κρυσταλλοσχιστώδων πετρωμάτων

(γνευσίων, σχιστολίθων, αμφιβολιτών και γρανιτών). Στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης αναπτύσσονται επάνω στα ιζήματα του Νεογενούς – Τεταρτογενούς, σε επιμήκη ζώνη ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης. Τα ρέματα είτε εξαφανίζονται λόγω κατείσδυσης του νερού στις χαλαρές προσχώσεις είτε εγκλωβίζονται σε τεχνητές κοίτες. Στο νότιο τμήμα της λεκάνης το δίκτυο αναπτύσσεται στην επιφάνεια φυλλιτών και χαλαζιτών στις απότομες κλιτύες του όρους Χορτιάτη.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται στοιχεία πεδίου που συλλέχθηκαν σε δύο φάσεις το 1995 και το 2001. Στα ενδιάμεσα χρονικά διαστήματα έγιναν μόνο σποραδικές παρατηρήσεις, οι οποίες δεν παρουσιάζονται αλλά συμβάλλουν στην πληρέστερη γνώση για την εξέλιξη των φαινομένων στην περιοχή μελέτης. Οι μετρήσεις συνίστανται σε αποτυπώσεις της ακτογραμμής της λίμνης με GPS σε επιλεκτικά σημεία που ήταν προσβάσιμα καθώς επίσης και σε σκοπεύσεις από γνωστά σημεία με γεωγραφική πυξίδα ακρίβειας 0.5° όπου δεν ήταν δυνατή η πρόσβαση.

Κατά τη διάρκεια των καταγραφών της στάθμης το 2001 τοποθετήθηκαν 3 σταθμήμετρα σε σταδιακά κεντρικότερα σημεία της λίμνης καθώς η υδάτινη επιφάνειά της υποχωρούσε όλο και περισσότερο ιδιαίτερα τη θερινή περίοδο. Η υποχώρηση της στάθμης της λίμνης ήταν τόσο μεγάλη τον Αύγουστο του 2001 που δεν ήταν εφικτή η τοποθέτηση άλλου σταθμήμετρου καθώς ήταν αδύνατη η προσέγγιση των νέων υδάτινων ορίων λόγω του εξαιρετικά βαλτώδους χαρακτήρα του αποκαλυπτόμενου πυθμένα.

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

A. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο καθορισμός των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή της λεκάνης της Μυγδονίας πραγματοποιήθηκε με βάση τα κλιματικά στοιχεία του Μετεωρολογικού Σταθμού του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης λόγω γειννίασης του με τη λίμνη Κορώνεια και της μεγάλης χρονικής διάρκειας των καταγραφών του.

ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

Στην περιοχή μελέτης δεν υπάρχουν επίσημα και πλήρη υδρομετεωρολογικά στοιχεία. Οι υπάρχοντες μετεωρολογικοί σταθμοί στην ευρύτερη περιοχή της Μυγδονίας λεκάνης δεν υφίστανται πλέον και τα στοιχεία που παρέχουν είναι μετρήσεις πολύ περιορισμένων, ασυνεχών διαστημάτων που σταματούν το 1979 (Μουζούρη, 2002).

Η μόνη γνωστή διαθέσιμη πηγή κλιματικών δεδομένων στην περιοχή είναι ο ημιεπίσημος σταθμός του Λαγκαδά. Διαπιστώθηκε όμως ότι η συλλογή αυτών των δεδομένων δεν πραγματοποιείται σύμφωνα με τις αρχές που ορίζει η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία με αποτέλεσμα να αμφισβητείται η αξιοπιστία αυτών των μετρήσεων.

ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Για τη μέση θερμοκρασία της περιοχής μελέτης ελήφθησαν υπόψη τα δεδομένα του Σταθμού του Α.Π.Θ. σε υψόμετρο 30m για χρονικό διάστημα 50 χρόνων (1951-2000). Για την προσαρμογή των καταγραφών αυτών στην περιοχή που έχει μέσο υψόμετρο 326m έγινε διόρθωση των στοιχείων με την αφαίρεση 0.52°C ανά 100m (Βατσέρη, 1992).

ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

Για να εκτιμηθεί το υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης Κορώνειας, συλλέχθηκαν στοιχεία από βιβλιογραφικές πηγές και στοιχεία φορέων που ήταν διαθέσιμα.

Η εξίσωση (1) αποτελεί την εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου, που είναι χαρακτηριστική κάθε υδρολογικής λεκάνης (τιμές σε mm/yr).

Έχουμε επομένως : $P = I + R + E \pm dw \pm dq$

ή επειδή $Q=I+R$ τη γενικότερη μορφή

$$P = Q + E \quad (1)$$

όπου : P κατακρημνίσματα
R επιφανειακή απορροή
E εξατμισοδιαπνοή

I	κατείσδυση
Q	απορροή
dw	η μεταβολή υπόγειων αποθεμάτων
dq	η επέμβαση του ανθρώπου

Η γνώση των παραμέτρων της εξίσωσης αυτής είναι πρωταρχικής σημασίας για κάθε υδρογεωλογική μελέτη καθώς και για κάθε προσπάθεια διαχείρισης του υδατινού δυναμικού της. Όμως ο υπολογισμός με βάση άμεσες μετρήσεις και παρατηρήσεις είναι χρονοβόρος και δαπανηρός. Γι' αυτό πολλές φορές, λόγω έλλειψης επαρκών, συστηματικών και αξιόπιστων δεδομένων πεδίου, καταφεύγουμε στη χρήση διαφόρων, εμπειρικών κυρίως, μεθόδων υπολογισμού ορισμένων παραμέτρων του υδρολογικού ισοζυγίου. Με τις μεθόδους αυτές υπολογίζεται κυρίως η πραγματική εξατμισοδιαπνοή και ενίοτε η κατείσδυση, ενώ συνήθως για τις λοιπές παραμέτρους υπάρχουν ή συλλέγονται νέα στοιχεία με απευθείας μετρήσεις.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ

Το υψόμετρο του Μ.Σ. του Α.Π.Θ. είναι 30m ενώ το μέσο υψόμετρο της υπολεκάνης του Λαγκαδά υπολογίστηκε σε 326m. Έτσι χρειάστηκε να γίνει μια διόρθωση των δεδομένων του Σταθμού του Α.Π.Θ., ώστε να ανταποκρίνονται στο μέσο υψόμετρο της υπολεκάνης Λαγκαδά.

Η μεταβολή του μέσου υπερειτήσιου ύψους βροχής με το υψόμετρο, για την υπολεκάνη του Λαγκαδά εκτιμάται ότι είναι 40mm/100m (Σούλιος, 1986).

Ο διορθωτικός συντελεστής υπολογίστηκε ως εξής :

Διαφορά υψομέτρου

$$\Delta H = 326 - 30 = 296m$$

Διαφορά ύψους βροχής

$$u = \Delta H \times 40/100 = 118,4mm$$

Διορθωτικός συντελεστής

$$\sigma = 453,9/453,9+118,4 = 0,793$$

Οι νέες διορθωμένες τιμές της μέσης βροχόπτωσης της λεκάνης φαίνονται στον Πίνακα 1 στη γραμμή των (P). Βάσει της επεξεργασίας αυτής η μέση υπερειτήσια βροχόπτωση ανέρχεται σε **580mm**.

ΕΞΑΤΜΙΣΙΔΙΑΠΝΟΗ

Η εξατμισοδιαπνοή υπολογίστηκε με την μέθοδο Thornthwaite (1948), (από Σούλιο, 1986). Ο τύπος του Thornthwaite μας δίνει καταρχήν τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή E_{Δ} :

$$E_{\Delta} = 1.6 (10 * T/I)^{\alpha}$$

όπου: E_{Δ} : η μηνιαία δυνητική εξατμισοδιαπνοή σε mm για ορισμένο μήνα

T: η μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρος για τον υπόψη μήνα (σε °C)

$$\alpha = 0.49239 + 1792 * 10^{-5} - 771 * 10^{-7} * T^2 + 675 * 10^{-9} * T^3$$

και

I: ο ετήσιος θερμικός δείκτης που δίνεται από τον τύπο

$$I = \sum i \text{ για } i \text{ από } 1 \text{ ως } 12, \text{ με } i = (T/5)^{1.514}$$

Οι υπολογιζόμενες τιμές E_{Δ} για κάθε μήνα διορθώνονται με ένα συντελεστή (n) στον οποίο υπεισέρχονται τόσο ο αριθμός των ημερών κάθε μήνα όσο και των πραγματικών ωρών μεταξύ ανατολής και δύσης του ηλίου. Η διορθωμένη εξατμισοδιαπνοή E_{Δ} προκύπτει από τον τύπο $E_{\Delta} = n * E_{\Delta}$.

Κατόπιν γίνεται εκτίμηση της μέγιστης εδαφικής υγρασίας W. Εκτιμάται ότι στην περιοχή έρευνας η ικανότητα κατακράτησης νερού από το έδαφος ισοδυναμεί με 110mm.

Πίνακας 1: Υπολογισμός εξατμισοδιαπνοής (εξίσωση Thornthwaite).
Table 1. Calculation of evapotranspiration (Thornthwaite's equation).

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
T	5.31	6.59	8.88	12.91	17.4	21.38
i	1.10	1.52	2.39	4.20	6.61	9.02
E_Δ	12.28	16.94	26.43	46.17	72.05	97.76
n	0.84	0.85	1.03	1.11	1.24	1.25
E_{Δ'}	10.32	14.40	27.22	51.25	89.34	122.45
P	45.78	47.73	48.93	46.03	58.39	39.72
W	100	100	100	94.78	63.83	0.0
E_π	10.32	14.40	27.22	51.25	89.34	103.55
Q	35.46	33.33	21.71	0.0	0.0	0.0
	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
T	23.42	23.24	19.71	14.99	10.55	6.91
i	10.36	10.24	7.98	5.27	3.10	1.63
E_Δ	112.22	110.93	86.77	57.69	34.17	18.18
n	1.27	1.18	1.04	0.96	0.85	0.81
E_{Δ'}	142.52	130.90	90.24	55.38	29.04	14.73
P	35.93	25.47	33.29	55.85	70.82	64.64
W	0.0	0.0	0.0	0.47	42.25	92.16
E_π	35.93	25.47	33.29	55.38	29.04	14.73
Q	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Στον Πίνακα 1 φαίνεται ο υπολογισμός της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής (E_π) με βάση τη μέθοδο Thornthwaite. Η μέση υπερετιήσια τιμή της ανέρχεται σε **490mm** όταν ληφθεί η ικανότητα κατακράτησης ίση με 110mm.

Στην τελευταία γραμμή του Πίνακα 1 δίνονται οι τιμές της ολικής απορροής Q. Η μέση υπερετιήσια τιμή του Q ανέρχεται σε **90mm**.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ

Λαμβάνοντας υπόψη τους υπολογισμούς που προηγήθηκαν, η εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου (σχέση 1) παίρνει την ακόλουθη μορφή (Μουζούρη, 2002):

$$P = Q + E$$

$$580 \text{ mm} = 90 \text{ mm} + 490 \text{ mm}$$

Γνωρίζουμε από βιβλιογραφικές πηγές (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. /Σχέδιο διάσωσης λίμνης Κορώνειας, 1996) τα ακόλουθα στοιχεία κατανάλωσης νερού για την περιοχή :

Υδρευση: για την υδροδότηση των οικισμών της λεκάνης υπολογίζεται ότι αντλούνται από γεωτρήσεις, ποσότητες νερού που ανέρχονται περίπου σε $2.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Αρδευση: οι αρδεύσεις γεωργικών εκτάσεων καταναλώνουν σημαντική ποσότητα νερού από τον αβαθή υδροφορέα και υπολογίζεται ότι ανέρχονται περίπου σε $76.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Βιομηχανία: η άντληση νερού με γεωτρήσεις, για την κάλυψη των αναγκών λειτουργίας των βιομηχανικών - βιοτεχνικών μονάδων στη λεκάνη, υπολογίζεται στα $24.3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Συνεπώς η **συνολική άντληση υδάτων** από τη λεκάνη, για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών υπολογίζεται σε τουλάχιστον $103.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Από την ίδια μελέτη του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. υπολογίστηκε **εξάτμιση** της λίμνης της τάξης των $47.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$.

Συνοψίζοντας τα προαναφερόμενα μεγέθη προκύπτουν τα ακόλουθα:

***Εισερχόμενες ποσότητες ύδατος:** είναι η ολική απορροή, **Q** που εκφραζόμενη σε όγκο ανέρχεται στα $69.12 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ ($V=Q \cdot E_{\lambda}$, $V=0.09\text{m} \cdot 768 \cdot 10^6 \text{m}^2=69.12 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$)

***Εξερχόμενες ποσότητες ύδατος:**

-εξάτμιση λίμνης: $47.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$

-συνολική κατανάλωση χρήσεων νερού: $103.5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$

Σύνολο εξερχόμενων: $151 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$

Αθροίζοντας τα παραπάνω δεδομένα των εισερχόμενων και εξερχόμενων ποσοτήτων ύδατος στη λεκάνη Κορώνειας προκύπτει ότι:

Εισερχόμενα: $69.12 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$

Εξερχόμενα: $-151 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$

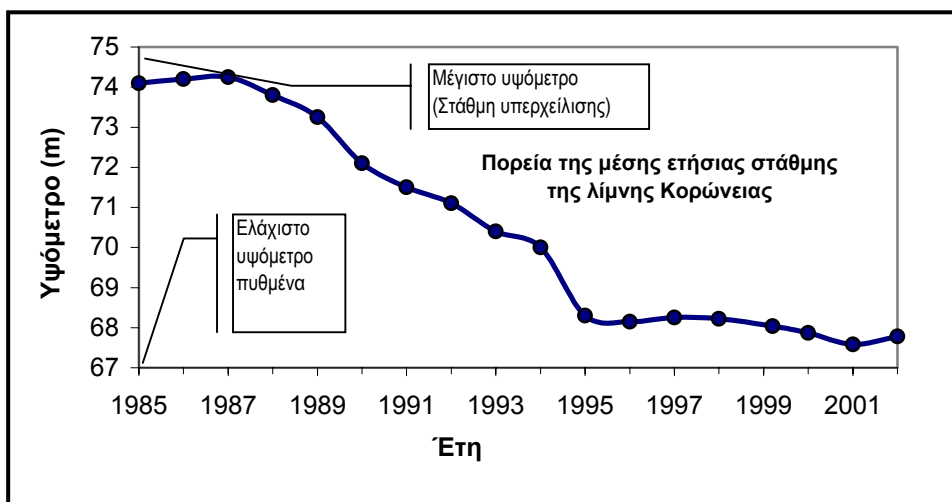
Υδατικό ισοζύγιο: $-81.88 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$

Έτσι το υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης Κορώνειας (υπολεκάνη Λαγκαδά), όπως προσδιορίζεται από τα παραπάνω μεγέθη είναι **αρνητικό τουλάχιστον κατά $81.88 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$** , γεγονός που δηλώνει ότι οι υδάτινοι πόροι της λεκάνης δεν επαρκούν να καλύψουν τις διαμορφωμένες χρήσεις υδάτων της περιοχής. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σύμφωνα με επίσημα στοιχεία της Διεύθυνσης Υδάτινων Πόρων και Εγγείων Βελτιώσεων μέχρι το 1992 δόθηκαν άδειες σε 2117 γεωτρήσεις ενώ είναι άγνωστος ο αριθμός των αδειών που δόθηκαν μετά το 1992 καθώς και των παράνομων λειτουργούντων γεωτρήσεων.

Σημειώνεται ως συγκριτικό μέγεθος ότι το υδατικό ισοζύγιο της ίδιας περιοχής το 1996 στη μελέτη του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. "Σχέδιο διάσωσης της λίμνης Κορώνειας" είχε προκύψει αρνητικό κατά **$41.7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$** . Η απόκλιση αυτή στα μεγέθη είναι δυνατόν να ερμηνευθεί δεδομένου ότι στην πενταετία που ακολούθησε (1996-2000) το υδροδυναμικό καθεστώς της λεκάνης επηρεάστηκε ακόμη πιο αρνητικά με εμφανή αποτελέσματα στη λίμνη όπως η δραματική - οριακή πτώση της στάθμης της λίμνης Κορώνειας και η αποκάλυψη μεγάλων παρόχθιων εκτάσεων περιμετρικά αυτής.

Β. ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Η πορεία της πτώσης της στάθμης της λίμνης τα τελευταία χρόνια (1985 - 2001) φαίνεται στο διάγραμμα του Σχήματος 1 το οποίο αντιπροσωπεύει τις μέσες ετήσιες τιμές στάθμης σε απόλυτα υψόμετρα. Το διάγραμμα έγινε με σύνθεση των διαθέσιμων μετρήσεων από τη Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων Ν.Θεσσαλονίκης, 1995, στοιχεία του Ι.Γ.Μ.Ε. - Παπακωνσταντίνου Αντ., Κατιριτζόγλου Κ., 1995 και συμπληρώθηκε από μετρήσεις των συγγραφέων. Από το Σχήμα 1 φαίνεται ότι μετά το 1987 αρχίζει μια σταθερή πτωτική πορεία της στάθμης της λίμνης ως το 1995. Μετά η πτωτική πορεία μειώνεται αισθητά.



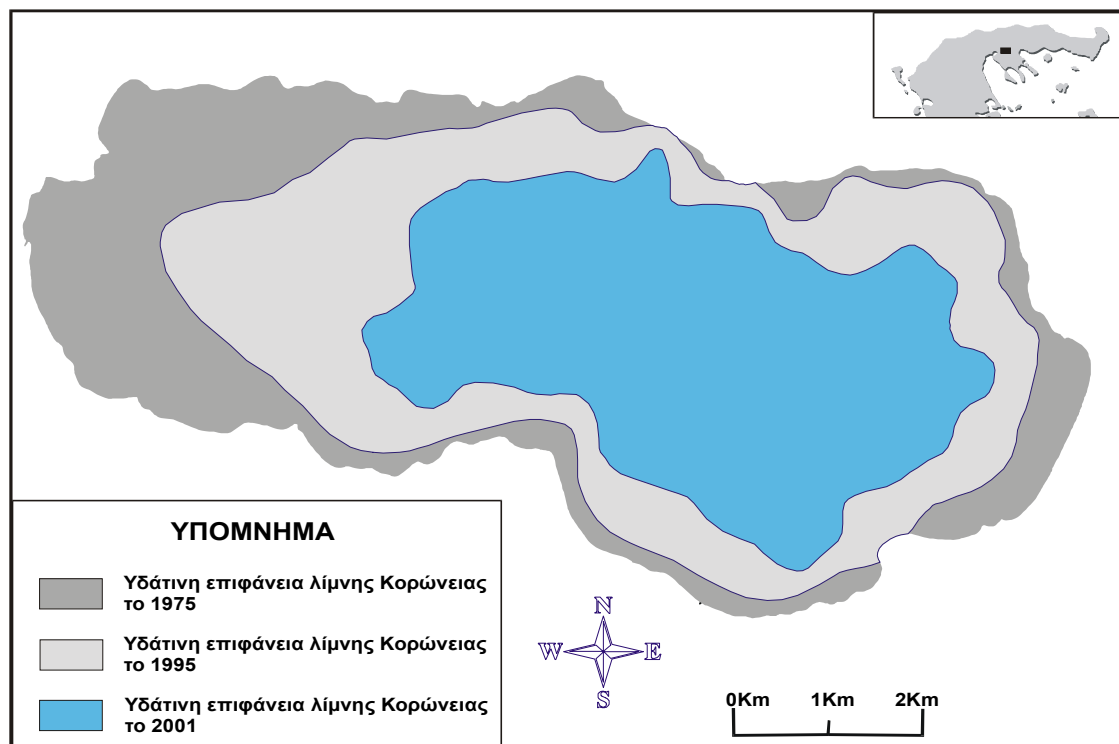
Σχήμα 1. Πορεία μέσης ετήσιας στάθμης της λίμνης Κορώνειας.
Figure 1. Mean annual level variation of lake Koroneia.

Τα διαθέσιμα στοιχεία και οι μετρήσεις των συγγραφέων επιτρέπουν το διαχωρισμό της πρόσφατης εξέλιξης της λίμνης σε τρεις περιόδους. Α) Αρχική περίοδος σταθερότητας πριν το 1987, Β) Περίοδος συνεχούς και έντονης πτώσης της στάθμης ως το 1995 και Γ) Περίοδος μικρής πτώσης σε εξαιρετικά χαμηλό επίπεδο ως σήμερα. Οι μορφομετρικές παράμετροι της λίμνης για τις τρεις περιόδους φαίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Μορφομετρικές παράμετροι της λίμνης Κορώνειας.
Table 2. The morphometric characteristics of lake Koroneia.

	Λίμνη Κορώνεια			
	Ως το 1987	6/1995	4/2001	8/2001
Μέγιστο βάθος z_m (m)	8.5	2.5	2.0	1.0
Μήκος l (Km)	11.40	9.38	7.41	6.21
Πλάτος b (Km)	4.08	3.92	1.17	1.02
Μέσο βάθος z (m)	4.90	1.25	1.20	0.58
Καθρέφτης A (Km ²)	46.52	33.43	25.96	18.58
Όγκος V ($\times 10^6$ m ³)	227.7	41.5	33.3	10.5
Ακτογραμμή L (Km)	32.21	25.68	22.20	18.20
Ανάπτυγμα Ακτογραμμής D_L	1.33	1.27	1.23	1.19

Οι τρεις περίοδοι έχουν αποτυπωθεί και στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2. Εξελικτική πορεία λίμνης Κορώνειας.
Figure 2. The evolution of lake Koroneia.

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το υδατικό ισοζύγιο της λεκάνης απορροής της λίμνης Κορώνειας παρουσιάζει έλλειμμα $81.88 \cdot 10^6$ m³/ έτος. Το μέγεθος αυτό είναι σχεδόν διπλάσιο από το αναφερόμενο στη μελέτη του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε ($-41.7 \cdot 10^6$ m³/ έτος) το 1996. Η μελέτη αυτή βασίστηκε σε στοιχεία των προηγούμενων ετών, άρα ανταποκρίνεται στο καθεστώς τουλάχιστον της προηγούμενης πενταετίας από την δημοσίευσή της. Η σύγκριση των δύο τιμών, παρόλα τα ενδεχόμενα λάθη που μπορεί να έχουν διεισδύσει, δείχνει μια επιδείνωση του ελλείμματος. Η κατάσταση της λίμνης δείχνει να συνδέεται άμεσα με το έλλειμμα που παρουσιάζει η υδρολογική λεκάνη.

Η Κορώνεια, μια προσχωματική λίμνη, υπόλειμμα της μεγάλης Μυγδονίας λίμνης βρίσκεται στο τελευταίο εξελικτικό της στάδιο και έχει ήδη μεταπέσει σε τέναγος. Αυτό φαίνεται από την σταθεροποίησή της την τελευταία πενταετία σε μια κατάσταση με μέσο ετήσιο βάθος λιγότερο από 1m (0.89m) και μια ετήσια διακύμανση όγκου και επιφάνειας καθρέφτη μεγαλύτερες από 300% και 130% αντίστοιχα.

Η δραματική μείωση του όγκου και της επιφάνειας του καθρέφτη σε σύγκριση με την αρχική λίμνη δείχνουν τις δραματικές μεταβολές που έχουν συμβεί (Πίνακας 1). Όταν η λίμνη σήμερα βρίσκεται στη χαμηλότερη στάθμη ο όγκος της αντιστοιχεί μόλις στο 4.5% του όγκου της αρχικής λίμνης και η επιφάνεια του καθρέφτη της στο 40% της αρχικής επιφάνειας.

Οι μεταβολές αυτές που τείνουν σχεδόν να εξαφανίσουν το υδάτινο σώμα από την λεκάνη απορροής θα έχουν επιπτώσεις στο μικροκλίμα της περιοχής. Δυστυχώς δεν υπάρχουν σήμερα σε λειτουργία αξιόπιστοι μετεωρολογικοί σταθμοί πλησίον της λίμνης ώστε να αποτυπωθούν οι μεταβολές. Η έρευνα από μέρους των συγγραφέων συνεχίζεται για να διαπιστωθεί η μελλοντική πορεία της λίμνης και τα αίτια της πρόσκαιρης σταθεροποίησης της στάθμης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ι.Γ.Μ.Ε. – Παπακωνσταντίνου Α. & Κατιριτζόγλου Κ., (1995). Προτάσεις για την αποκατάσταση της λίμνης Κορώνειας.
- [2] Μουζούρη Γ., (2002). Η πρόσφατη περιβαλλοντική υποβάθμιση της λίμνης Κορώνειας και τα ιζηματολογικά χαρακτηριστικά των αποκαλυφθέντων τμημάτων του πυθμένα της. Διατριβή Ειδίκευσης. Α.Π.Θ..
- [3] Σούλιος Γ., (1986). Γενική Υδρογεωλογία. Πρώτος Τόμος. Α.Π.Θ..
- [4] Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. – ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. Κεντρικής Μακεδονίας, (1996). Περιβαλλοντική Έκθεση: "Σχέδιο Διάσωσης Λίμνης Κορώνειας" (Γραμματικοπούλου Ν., Κεχαγιάς Δ., Οικονομίδης Γ.). Θεσσαλονίκη.
- [5] Ψιλοβίκος Α., (1977). Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης και της λίμνης της Μυγδονίας (Λαγκαδά – Βόλβης). Διατριβή επί διδακτορία. Α.Π.Θ..
- [6] Vatseris, C. (1992). Hydrogeologie des Mygdonias-Beckens (Nord-Griechenland) unter Berücksichtigung der hydrochemischen und isotonen physikalischen komposition der thermalwasse. Ph.D. thesis, University of Munster.