

<b>Πρακτικά</b>		<b>3ου Συνεδρίου</b>		<b>Μάιος 1986</b>	
<b>Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.</b>	<b>Τομ.</b>	<b>σελ.</b>	<b>Αθήνα</b>		
<b>Bull. Geol. Soc. Greece</b>	<b>XX/3</b>	<b>9-23</b>	<b>1988</b>		
	<b>Vol.</b>	<b>pag.</b>	<b>Athens</b>		

## ΤΟ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ

Π.Π. ΒΑΦΕΙΑΔΗΣ\*

### ΣΥΝΟΨΗ

Στην εργασία αυτή μελετώνται οι γεωλογικοί, υδρογεωλογικοί και υδρομετεωρολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη διαίτα της λίμνης Καστοριάς. Ιδιαίτερα εξετάζεται η συμβολή των υπόγειων νερών στην τροφοδοσία της λίμνης. Με την κατάρτιση του υδρολογικού ισοζυγίου της λίμνης βρέθηκε ότι ο όγκος των υπόγειων νερών που τροφοδοτεί τη λίμνη ανέρχεται σε  $23 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ . Από αυτό το 52% περίπου είναι καρστικής προέλευσης νερά και τα υπόλοιπα αποτελούν εκφορτίσεις των προαχσιγενών υδροφόρων στρωμάτων που τροφοδοτούνται από τους μη ανθρακικούς γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής.

### ABSTRACT

In the present work the geological, hydrogeological and hydrometeorological factors which influence the diet of the Kastoria lake are studied. Particularly the contribution of the ground waters in the recharge of the lake is examined. Based on the hydrological balance of the lake, we found that the volume of the ground water which recharge the lake is estimated to  $23 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ . About 52% of this volume coming from karstic ground water and the rest are discharges of the alluvial water bearing formations which are recharged from non carbonate geological formations of the area.

- 
- THE HYDROLOGICAL BALANCE OF THE KASTORIA LAKE  
(By Dr. P. Vafiades, Geologist of L.R.S., Diikitirio-Thessaloniki)

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση του υδρολογικού καθεστώτος της λίμνης Καστοριάς . Συγκεκριμένα μελετώνται όλοι οι παράγοντες που συμμετέχουν στη διαμόρφωση του υδρολογικού ισοζυγίου της λίμνης. Πιστεύουμε ότι τα συμπεράσματα της εργασίας αυτής θα συμβάλλουν στην προσπάθεια που καταβάλλεται από την Πολιτεία για την εξυγίανση της λίμνης από τη ρύπανση.

Η λίμνη της Καστοριάς (ή Ορεστιάδα) έχει έκταση 30.000 στρέμματα και απόλυτο υψόμετρο 630μ.

Το σχήμα της είναι ελλειψοειδές. Χαρακτηριστικός είναι ένας ασβεστολιθικός λόφος που ,με μωφή χερσονήσου , δεσπόζει στο μέσο περίπου της λίμνης.

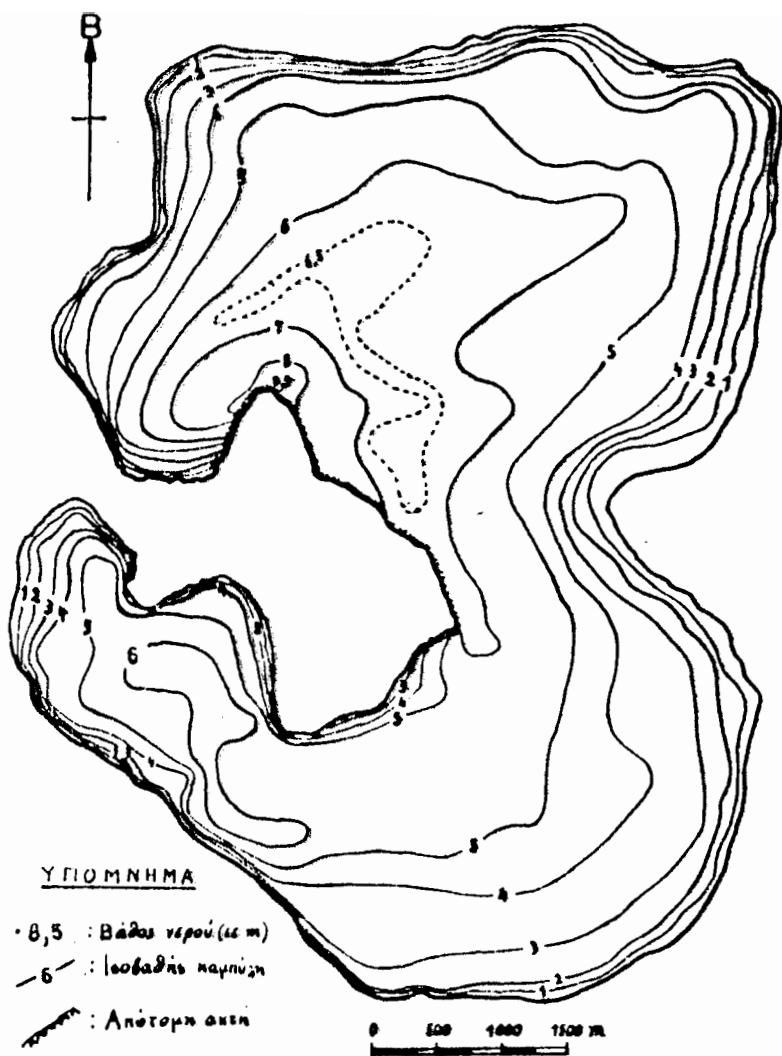
Η λίμνη της Καστοριάς κατατάσσεται στις ανοικτές λίμνες επειδή τα πλεονάζοντα νερά της έχουν φυσική αποχέτευση δηλ. με το ρεύμα "Γκιόλι" εκφορτίζονται στον ποταμό Αλιάκμονα. Ακριβώς στο σημείο της αρχής του ρεύματος υπάρχει ένα ρυθμιζόμενο ξύλινο θυρόφραγμα με τη βοήθεια του οποίου ο Δήμος Καστοριάς ρυθμίζει τη στάθμη της λίμνης κατά βούληση. Συνεπώς μέχρι ένα βαθμό οι διακυμάνσεις της στάθμης της λίμνης δεν είναι φυσικές όπως επίσης και οι εκροές του νερού προς τον ποταμό Αλιάκμονα.

Χρησιμοποιώντας βυθομετρικά στοιχεία της λίμνης που πήραμε από μελέτη του Υπ. Γεωργίας κατασκευάσαμε το χάρτη ισοβαθών του σχ. 1. Βλέπουμε ότι η λίμνη έχει μικρό σχετικά βάθος. Στο μεγαλύτερο τμήμα της έχει βάθη από 4-6 μ. και το βαθύτερο σημείο της είναι 8,50 μ. Ο πυθμένας της, περιμετρικά στη ζώνη των αλλουβίων ,βαθύνεται ομαλά μέχρι το βάθος των 5-6μ. , ενώ τα βαθύτερα τμήματά της εντοπίζονται περιμετρικά του ασβεστολιθικού όγκου της χερσονήσου.

Η λίμνη κάθε χρόνο δέχεται μεγάλες ποσότητες φερτών υλικών τα οποία μεταφέρουν οι χείμαρροι που καταλήγουν σ'αυτήν. Ετσι η βαθμιαία πρόσχωση καθιστά τη λίμνη προοδευτικά αβαθέστερη και μειώνει την επιφάνειά της.

## 2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ευρύτερη λεκάνη της Καστοριάς που παρεμβάλλεται μεταξύ



Σχ.1. Ισοβαθείς καμπύλες της λίμνης Καστοριάς  
 Fig.1. Equal depth contour lines of the Kastoria lake.

των ορεινών όγκων του ΒΔ Άσκιου και του ΝΔ Βέρνου, έχει έκταση 304 km<sup>2</sup> και δομείται γεωλογικά από τους εξής σχηματισμούς : Προαλπικά κρυσταλλοσχιστώδη , ημιμεταμορφωμένα φυλλιτικά και ηλυω-  
τωνικά πετρώματα, αλπικά οφειολιθικά και ανθρακικά πετρώματα, μεταλπικά  
μόλασσια ιζήματα, πλειοπλειστοκαινικά πεταμολιμναία ιζήματα και τέλος χαλα-  
ρούς νέους τεταρτογενείς σχηματισμούς.

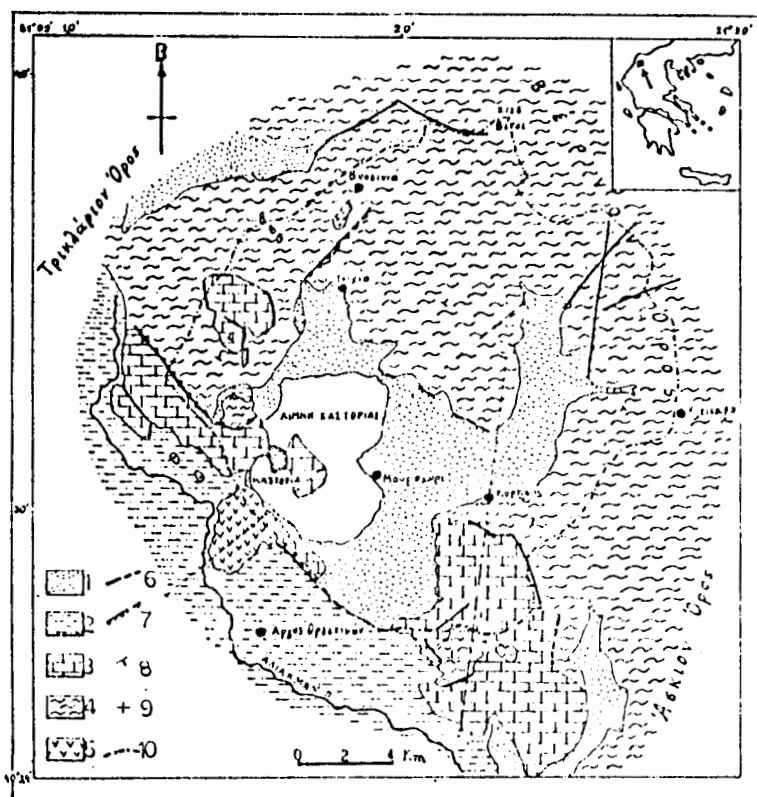
Όπως φαίνεται στο νεωλογικό σκαρίφημα της περιοχής (σχ. 2) υπάρχει μια γενική διάταξη των γεωλογικών σχηματισμών από ΝΑ προς ΒΔ . Έτσι από ΒΔ μέχρι Α.ΝΑ της λίμνης αναπτύσσεται το προαλπικό υπόβαθρο της Πελαγονικής ζώνης , προς τα Ν.ΝΑ και Α επικρατούν τα μολασσιακά ιζήματα της Μεσοελληνικής Αύλακας και τέλος ανάμεσα στους προαλπικούς και μεταλπικούς σχηματισμούς αναπτύσσεται το μεσοζωϊκό κάλυμμα (ασβεστόλιθοι, οφειόλιθοι ).

Σχετικά με τη γένεση της λίμνης Καστοριάς αναφέρεται ότι αυτή είναι υπολειμματική μορφή των μεγάλων λιμνών του Νεογε-  
νούς - Τεταρτογενούς που δέσποζαν στο χώρο της Δ. Μακεδονίας και οι οποίες προήλθαν από τις τεκτονικές κοιλάδες που σχηματί-  
σθηκαν στο χώρο αυτό κατά τη διάρκεια της βραδυτεκτονικής φά-  
σης των Αλπικών πτυχώσεων που ύρchiσε κατά το Μέσο Μειόκαινο (Τορτόνιο) και έδωσε γένεση στις κοιλάδες της Δυτ. Μακεδονίας (ΡΕΤΚΟΝΣΚΙ, 1978) . Ορισμένες από τις κοιλάδες αυτές μετατράπη-  
καν σε λιμναίες λεκάνες. Από τις λίμνες εκείνες μερικές διατη-  
ρήθηκαν μέχρι το τέλος του Πλειοστοκαινίου, ενώ άλλες διατηρού-  
νται μέχρι σήμερα, όπως των Πρεσπών και της Καστοριάς.

### 3. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Τα μεταμορφωμένα σχιστολιθικά και γρανιτογενευστικά καθώς και τα ημιμεταμορφωμένα φυλλιτικά πετρώματα παρουσιάζουν κάποια ασθενή υδροφορία εκλεκτικά σε ζώνες διαρρήξεων , ρηγμάτων κλπ. Αυτό διαπιστώνεται από την ύπαρξη σποραδικών πηγών στα πετρώ-  
ματα αυτά. Γενικά όμως τα πετρώματα αυτά στο σύνολό τους συμπε-  
ριφέρονται σαν ωδιαπέρατα , αλλά και λόγω μεγάλων εδαφικών κλί-  
σεων ευνοείται η επιφανειακή απορροή των μετεωρικών νερών με α-  
ποτέλεσμα να παρατηρούνται έντονα φαινόμενα διάβρωσης κυρίως στα σχιστολιθικά και φυλλιτικά τμήματά τους.

Από υδρογεωλογική πλευρά ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζουν ' τα



Σχ.2 . Γεωλογικό σκαρίφημα της περιοχής Καστοριάς κατά OSSWALT κλπ (βλ. fig. 2).

Fig.2 . Geological sketch of the Kastoria area according to OSSWALT (1931), SAVOYAT-MONOPOLIS (1971), MOUNTRAKIS (1979) and VAFIADES (1983)

- (1) Τεταρτογενείς αποθέσεις - Quaternary deposits, (2) Νεογενή ιζήματα - Neogene sediments (3) Τριαδικό-ιουρασικοί ασβ/θοί - Triaassic-jurassic limestones (4) Ημιμεταμορφωμένα και μεταμορφωμένα παλαιοζωϊκά πετρώματα και γνευσσι-γρανίτες - Semimetamorphosed and metamorphosed palaeozoic rocks and gneiss-granite (5) Οφειολιθικά πετρώματα - Ophiolite rocks (Jurassic) (6) Ρήγμα - Fault (7) Γνώσηση - Thrust-fault (8) Κλίση και παρατάξη στρωμάτων - Strike and dip of strata (9) Στρώματα οριζόντια - Horizontal strata (10) Υδροκρίτης της λεκάνης - Water divide of the basin.

ανθρακικά πετρώματα . Οι ασβεστόλιθοι της περιοχής δεν φέρουν ενδιάμεσες σχιστοφυλλιτικές ενστρώσεις , είναι έντονα διαρρηγμένοι και καρστικοποιημένοι. Έτσι παρατηρούνται σ'αυτούς δολίνες, επιφάνειες επιπέδωσης , καταβόθρες , σπήλαια κλπ.

Τα πετρώματα λοιπόν αυτά παρουσιάζουν μεγάλη δευτερογενή περατότητα γιαυτό και έχουμε την εκδήλωση αξιόλογων καρστικών πηγών. Συγκεκριμένα στην ασβεστολιθική μάζα των υψωμάτων Κυρησού ΝΑ της λίμνης υπάρχουν ύψος σημαντικές πηγές ("Ιστακος" Μαυροχωρίου και "Ισβωρος" Μηλίτσας) με μέση παροχή 107 lit/sec και 120 lit/sec αντίστοιχα και τρεις άλλες μικρής παροχής. Στην περιορισμένης εκτασης ασβεστολιθική εμφάνιση της ράχης "Πετρώ-υες" εμφανίζονται δύο μικρές πηγές (στο χωριό Διοσηλιό).

Στην ασβεστολιθική περιοχή "Καζάνι" ΒΒΔ της λίμνης υπάρχουν τρεις αξιόλογες καρστικές πηγές με συνολική μέση παροχή 80lit/sec Τέλος στην ασβεστολιθική εμφάνιση της περιοχής Καστοριάς ,δυτικά της λίμνης , υπάρχουν δύο πηγές μέσης παροχής 25-30 lit/sec η κάθε μια, γνωστές με τα ονόματα "Μπεσμπουνάρ" και Τόπλιτσα" καθώς και υπολιμναίες καρστικές αναβλύσεις εκατέρωθεν του "λαιμού" της χερσονήσου Κορίτσας. Ενδειξη για την ύπαρξη των υπολιμναίων πηγών αποτελεί το γεγονός κατά το οποίο σε περιόδους χειμώνα που ολόκληρη η επιφάνεια της λίμνης καλύπτεται από στρώμα πάγου, στα σημεία των υπολιμναίων αναβλύσεων σπάνια παρατηρείται πήξη του νερού της λίμνης και όταν παρατηρείται η κρούστα του πάγου στα σημεία αυτά είναι πολύ λεπτή. Ακόμα μετά από χιονοπτώση στη λίμνη ενώ ολόκληρη η επιφάνειά της γίνεται κατάλευση στα σημεία των υπολιμναίων αναβλύσεων γίνεται γκριζόχρωμη. Πάντως η εκδήλωση των κύριων καρστικών αναβλύσεων μεταξύ της Ψαραγοράς της πόλης και του βορειότερου άκρου της χερσονήσου πιστεύουμε ότι συνδέεται με την ανάδυση του σχιστολιθικού πετρώματος του υποβάθρου στο "λαιμό" της χερσονήσου (μέσα στην πόλη της Καστοριάς) η οποία διακόπτει τους ασβεστόλιθους της χερσονήσου από εκείνους της "Κορυφής" που εκτείνονται δυτικά της λίμνης.

Τα ιζήματα του νεογενούς, που αναπτύσσονται Ν,ΝΑ της λίμνης και επιφανειακά καλύπτονται από χερσαίες αναβθμίδες, συνίστανται κυρίως από αργιλομαργαϊκά ιζήματα και ψαμμίτες με σπάνιες παρεμβολές αδραμερών υλικών (αμμοχαλίκων , ψηφιδοπαγών κλπ). Από τα λιθολογικά και υδρογεωλογικά στοιχεία γεωτρήσεων που έγιναν στα ιζήματα αυτά διαπιστώθηκε ότι γενικά επικρατούν σ'αυτά τα λεπτό-

κοκκω μαργαϊκά ιζήματα. Οι κατά κανόνα μικρές παροχές των γεωτρήσεων αποδίδονται στις χαμηλές περατότητες των υδροφόρων, στο μικρό πάχος τους και στις πυκνές αποσφηνώσεις και τέλος στις δυσμενείς συνθήκες τροφοδοσίας τους.

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις παρουσιάζουν ποικίλλουσα υδρογεωλογική συμπεριφορά. Π.χ. περιμετρικά της πεδινής έκτασης το πάχος των προσχώσεων είναι μικρό και υπάρχει ανομοιογένεια στα λεπτόκοκκα και χονδρόκοκκα υλικά. Στην κυρίως όμως πεδινή έκταση τα υλικά παρουσιάζονται διαφοροποιημένα σε οριζόντες εναλλασσόμενων στρώσεων όπως φαίνεται στις λιθολογικές τομές γεωτρήσεων του σχ. 3 .

Η διαφοροποίηση αυτή των λεπτόκοκκων και αδρομερών στρώσεων συνδέεται με την ανάπτυξη υδροφόρων στρωμάτων με αξιόλογο δυναμικό. Οι παροχές των γεωτρήσεων κυμαίνονται από 20-150m<sup>3</sup>/ώρα. Από τη μελέτη του χάρτη ισοπιεζομετρικών καμπυλών των προσχωσιγενών στρωμάτων προκύπτει ότι τα υπόγεια αυτά νερά κινούνται προς τη λίμνη και μέρος αυτών εκφορτίζεται σ' αυτήν (σχ. 4).

#### 4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ

Η γενική εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου της λίμνης μπορεί να αποδοθεί με τη μορφή (HARD, 1975) :  $I_n = O \pm \Delta s$  (1) , όπου

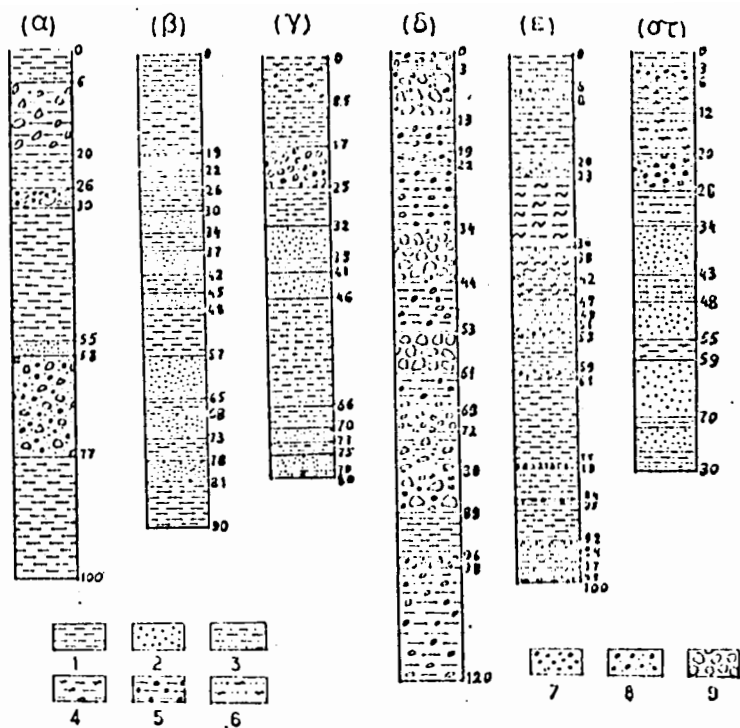
$I_n$ : είσοδοι νερού στη λίμνη για ορισμένη χρονική περίοδο

$O$  : έξοδοι νερού από τη λίμνη για την ίδια χρονική περίοδο

$\Delta s$ : μεταβολή του αποθηκευμένου όγκου νερού της λίμνης μεταξύ της αρχής και του τέλους της χρονικής περιόδου.

Στις εισόδους νερού στη λίμνη περιλαμβάνονται :

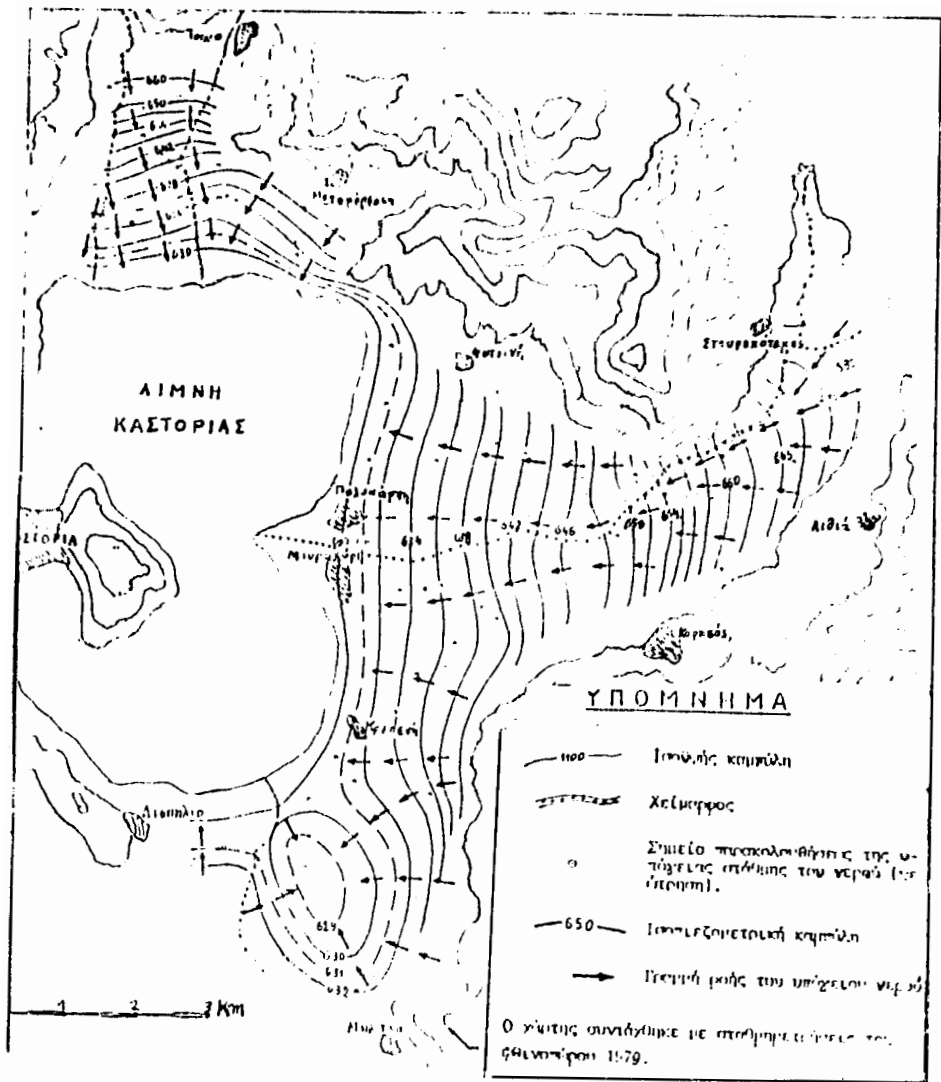
- α) Τα ατμ. κατακρημνίσματα που πέφτουν στην επιφάνειά της (P)
- β) Οι επιφ. εισροές των χειμάρρων που καταλήγουν σ' αυτήν (R)
- γ) Οι υπόγειες εισροές από εκφορτίσεις καρστικών και προσχωσιγενών υδροφόρων στρωμάτων (Q) και
- δ) Οι αποχετεύσεις της πόλης Καστοριάς και των παραλίμνιων χωριών στη λίμνη (A').



Σχ.3 . Λιθολογικές τομές γευτρήσεων στις προσχωσιγενείς αποθέσεις της παραλίμνιας πεδινής περιοχής Αμπελοκήπων , Κρεπενής κλπ (βλ. fig. 3)

Fig.3 . Lithological logs of wells in the alluvial deposits surrounding the lake (α) Αμπελοκήπων , (β,γ) Κρεπενής , (δ) Κορυσσός , (ε) Μανροχωρίου , (στ) Μεταμορφώσεως . (1) άργιλος - clay , (2) άμμος - sand , (3) αργιλοαμμώδης - sandy clay , (4) αργιλοϊλύς - clay - silt , (5) άργιλος με χάλικες - clay and gravels , (6) αμμοϊλύς - sandy silt , (7) χάλικες - gravels , (8) αμμοχάλικες - sand - gravels , (9) κροκάλες και χάλικες - pebbles - gravels .





Σχ.4 . Χάρτης ισοπιεζομετρικών καμπυλών των προσχωριγενών υδροφόρων στρωμάτων της περιοχής Καστοριάς (ΒΑΦΕΙΛΛΗ,1983)

Fig.4. Map of the isopiezometric contour lines of the alluvial aquifers of the Kastoria area (VAFILADES, 1983).

### Στις εξόδους νερού από τη λίμνη περιλαμβάνονται :

- α) Οι επιφ. εκροές με το ρεύμα Γκιόλι (Ψ) και
- β) Οι εξατμιζόμενοι όγκοι νερού από τη λίμνη (Ε)

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα υδρογεωλογικά στοιχεία θεωρούμε ότι υπόγειες εκροές από τη λίμνη προς τα υδροφόρα δεν υπάρχουν ή κι' αν υπάρχουν θεωρούνται αμελητέες.

Στη συνέχεια θα ασχοληθούμε με τον ποσοτικό προσδιορισμό των πιο πάνω υδρολογικών παραγόντων.

Τα διάφορα στοιχεία αναφέρονται στη διετία : Οκτώβριος 1978 - Σεπτέμβριος 1980. Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται στοιχεία 12 ετίας (1968-1980). Ο μέσος όρος των ατμ. κατακρημνιδμάτων της διετίας είναι κατά 7% μεγαλύτερος του μέσου όρου της 12 ετίας.

### Ατμ. κατακρημνίσματα (Ρ)

Με βάση το μέσο ετήσιο βροχομετρικό ύψος του Μ.Σ. Καστοριάς (ΠΙΝΑΚΑΣ Ι) και το εμβαδόν της λίμνης, ο όγκος νερού που πέφτει πάνω στη λίμνη είναι  $0,649m.30.10^6 m^2 = 19,47.10^6 m^3 / \text{έτος}$ .

### Επιφ. εισροές (R)

Ο συντελεστής επιφανειακής απορροής της λεκάνης Καστοριάς προσδιορίστηκε σε 13,4% του όγκου των ατμ. κατακρημνισμάτων που δέχεται η λεκάνη (ΒΑΦΕΙΑΔΗ, 1983). Δεδομένου δε ότι ο μέσος ετήσιος όγκος νερού της 12ετίας είναι  $204.10^6 m^3$ , η συνολική επιφάνεια απορροής των χειμάρρων που καταλήγουν στη λίμνη είναι  $204.10^6 \cdot 0,134 = 27,33.10^6 m^3 / \text{έτος}$  και με το 7% επί πλέον της διετίας αναφοράς ανέρχεται σε  $29,24.10^6 m^3 / \text{έτος}$ .

### Υπόγειες εισροές (Q)

Ο παράγοντας αυτός ο οποίος περιλαμβάνει το σύνολο των υπόγειων νερών που εκφορτίζονται στη λίμνη (καρστικών και προσχλωσιγενών υδροφόρων στρωμάτων) δύσκολα μπορεί να υπολογισθεί και γι' αυτό θα υπολογισθεί έμμεσα από τη βασική εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου ως ο μόνος άγνωστος παράγοντας.

### Νερά αποχέτευσης της πόλης Καστοριάς στη λίμνη (Α).

Με βάση στοιχεία της Δημοτικής Επιχείρησης Υδρευσης και Αποχέ -

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

(Μέσοι όροι διετίας Οκτ.1978-Σεπ.80)

Μήνες	Ατμ.κατακρημνί- σματα ΜΣ. πόλης Καστοριάς σε mm	Έκροές της λίμνης μέσω ρευμ.Γκικόλι $\cdot 10^6 m^3$	Ύψος εξάτμισης από τη λίμνη σε mm
Οκτώβριος	72,50	0,385	37,70
Νοέμβριος	97,15	2,047	23,95
Δεκέμβριος	68,45	8,990	15,36
Ιανουάριος	115,95	9,781	14,22
Φεβρουάριος	34,85	8,696	22,78
Μάρτιος	33,00	6,844	36,62
Απρίλιος	52,50	6,436	61,88
Μάιος	93,60	7,126	75,22
Ιούνιος	23,30	4,178	107,52
Ιούλιος	9,25	0,308	126,88
Αύγουστος	28,40	0,396	99,68
Σεπτέμβριος	20,35	0,481	66,86
έτους	649,30	55,668	688,68

τευσης της πόλης Καστοριάς που αφορούν στην κατανάλωση νερού (για το 1980), καθώς και τα στοιχεία παροχών των πηγών υδροδότησης της πόλης, υπολογίστηκε ότι ο όγκος νερών της πόλης που χύνονται στη λίμνη με τις αποχετεύσεις ήταν  $1,15 \cdot 10^6 m^3$  / έτος και εκείνες των παραλίμνιων οικισμών  $0,15 \cdot 10^6 m^3$  περίπου, συνεπώς όλες οι αποχετεύσεις στη λίμνη ήταν  $1,3 \cdot 10^6 m^3$  / έτος. Για το έτος 1985 ο όγκος αυτός είναι αυξημένος κατά 12% περίπου.

Έκροές της λίμνης με το ρεύμα Γκικόλι (Q):

Αυτές υπολογίστηκαν με βάση τα σταθμημετρικά και σταθμηγραφικά στοιχεία και τις μετρήσεις παροχής - στάθμης του υδρολογικού σταθμού της ΥΕΒ που βρίσκεται στο ρεύμα Γκικόλι. Προσδιορίστηκε η σχέση στάθμης - παροχής του σταθμού και έπειτα βρέθηκαν οι ημερήσιες, μηνιαίες και ετήσιες παροχές.

Στον πίνακα Ι δίνονται οι μέσες μηνιαίες τιμές των εκροών για το διάστημα της διετίας αναφοράς. Ο μέσος ετήσιος όγκος νερού ανέρχεται σε  $55,67 \cdot 10^6 m^3$ .

### Η εξάτμιση της λίμνης (Ε)

Για την εύρεση του ύψους εξάτμισης χρησιμοποιήθηκαν οι παρατηρήσεις του εξατμισιμέτρου του Μετεωρολογικού Σταθμού Καστοριάς. Στον πίνακα Ι δίνονται μηνιαίες τιμές του πραγματικού ύψους εξάτμισης για τη διετία αναφοράς. Ο μέσος ετήσιος όγκος νερού που εξατμίστηκε από τη λίμνη είναι :  $0,6886 \text{ m} \cdot 30 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 20,66 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

### Οι διακυμάνσεις στάθμης της λίμνης

Από τη μελέτη των σταθμηγραφημάτων της λίμνης βρέθηκε ότι μεταξύ της αρχής και του τέλους της διετίας αναφοράς υπάρχει μια διαφορά στάθμης  $11 \text{ cm}$  (υψομ. στάθμης την 1-10-78 :  $629,06 \text{ m}$  και την 30/9/80:  $629,17 \text{ m}$ ) που αντιστοιχεί σε διαφορά όγκου νερού  $0,11 \text{ m} \cdot 30 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 3,30 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  ο οποίος αποτελεί τον παράγοντα  $\Delta s$  και θα ληφθεί υπόψη κατά την κατάρτιση του υδρολογικού ισοζυγίου της λίμνης. Η ετήσια διακύμανση της στάθμης της λίμνης είναι της τάξης των  $0,40-0,60 \text{ m}$ . Κατά τους μήνες Ιανουάριο έως Μάιο έχουμε τις υψηλότερες στάθμες, ενώ η χαμηλότερη παρουσιάζεται στα τέλη Σεπτεμβρίου ή αρχές Οκτωβρίου.

### Το υδρολογικό ισοζύγιο της λίμνης

Μετά από τα πιο πάνω το υδατικό ισοζύγιο της λίμνης διαμορφώνεται ως εξής :

<u>Είσοδοι νερού</u>	( $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ )	<u>Εξοδοι νερού</u>
P=	19,47	q= 55,67
R=	29,24	<u>E= 20,66</u>
Q=	;(23,02)	76,33
A=	<u>1,30</u>	<u><math>\Delta s = -3,30</math></u>
	73,03	73,03

Βρέθηκε λοιπόν ότι τα υπόγεια νερά που τροφοδοτούν τη λίμνη είναι  $23 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  / έτος

Στα πλαίσια της υδρογεωλογικής μελέτης της λεκάνης Καστοριάς (ΒΑΦΕΙΑΔΗ, 1983) προσδιορίστηκε ότι ο όγκος των καρστικών νερών

που προέρχονται από τους ασβεστολίθους που αναπτύσσονται δυτικά της λίμνης και την τροφοδοτούν ανέρχεται σε  $8,26 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  / έτος. Τα καρστικά νερά της αξιόλογης ασβεστολιθικής μάζας Κορησού δεν έχουν καμιά υδραυλική επικοινωνία με τα καρστικά νερά των ασβεστολίθων Καστοριάς, όμως ένα μέρος των νερών τους καταλήγουν στη λίμνη. Συγκεκριμένα νερά της καρστικής πηγής 'Ι - στακος Μαυροχωρίου (εκτός της περιόδου από Μάιο - Αύγουστο που χρησιμοποιείται για αρδεύσεις) που είναι της τάξης των  $2,65 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  / έτος τρέχουν επιφανειακά και χύνονται στη λίμνη.

Ακόμη πρέπει να μνημονευθεί ότι οι εκφορτίσεις που συμβαίνουν στη λίμνη από τα προσχλωσιγενή υδροφόρα στρώματα του πεδινού τμήματος που αναπτύσσεται ΝΑ της λίμνης, προέρχονται έμμεσα από τα καρστικά νερά των ασβεστολίθων Κορησού τα οποία τροφοδοτούν με πλευρική μετάγγιση τα προσχλωσιγενή υδροφόρα στρώματα του πεδινού αυτού τμήματος. Με βάση στοιχεία από διαπερατότητες, υδραυλικές κλίσεις και διατομές του μετώπου αυτού εκφόρτισης (ΒΑΦΕΙΑΔΗ, 1983) εκτιμήθηκε ότι ο όγκος αυτός των νερών είναι της τάξης των  $1,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  / έτος.

Έτσι προκύπτει ότι από τα  $23,02 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  / έτος υπόγεια νερά που τροφοδοτούν τη λίμνη, τα  $12 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (52%) είναι καρστικά. Τα υπόλοιπα  $11 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (48%) είναι εκφορτίσεις των προσχλωσιγενών υδροφόρων στρωμάτων της πεδινής περιοχής που τροφοδοτούνται από μη ανθρακικούς γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής.

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συμβολή των υπόγειων νερών στη δίκαιτα της λίμνης Καστοριάς είναι σημαντική. Αυτό συνάγεται από τα εξής :

- Ολόκληρη την ξερή και θερμή περίοδο, από το μήνα Ιούνιο έως και Σεπτέμβριο, καμιά τροφοδοσία από επιφανειακά (χειμαρρικά) νερά δε λαμβάνει χώρα στη λίμνη, συνεπώς τα υπόγεια νερά που την τροφοδοτούν αντισταθμίζουν τις απώλειες νερού λόγω της μεγάλης εξάτμισης από την επιφάνειά της καθώς και τις εκροές της προς τον ποτ. Αλιάκμονα.
- Τα νερά αποχετεύσεων που χύνονται στη λίμνη αντιπροσωπεύουν

ένα μικρό ποσοστό (το 2% περίπου) των εισροών της, συνεπώς αυτά πρέπει να παίζουν πολύ μικρό ρόλο στη δίκαιτά της.

- Ο όγκος των υπόγειων νερών που εμπλουτίζουν τη λίμνη ανέρχεται σε  $23 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ /έτος. Από αυτά τα  $8,26 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  είναι καρστικά νερά που προέρχονται από τους ασβεστολίθους που αναπτύσσονται δυτικά της λίμνης. Καρστικής επίσης προέλευσης νερά της τάξης των  $3,75 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ /έτος, προερχόμενα από την ασβεστολιθική μάζα Κορησού, καταλήγουν στη λίμνη. Τα υπόλοιπα  $11 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  προέρχονται από εκφορτίσεις των υδροφόρων που αναπτύσσονται στην πεδινή παραλίμνια περιοχή και τροφοδοτούνται από μη ανθρακικά πετρώματα της περιοχής.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΒΑΦΕΪΑΔΗ, Π. 1983. Υδρογεωλογική μελέτη της λεκάνης Καστοριάς. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη, 130 σελ.
- ΚΙΛΙΑ, Α. 1980 Γεωλογική και τεκτονική μελέτη της περιοχής του Ανατολικού Βάρνου (ΒΔ Μακεδονία). Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη, 271 σελ.
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΙΣ, Δ. 1979 Resultats préliminaires de l'étude stratigraphique de la région de Kastoria (NW Macedoine-Grece). Sci. Annals. Fac. Phys. and Mathem. Univ. Thessaloniki. 19, 163-173.
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗ Δ. 1983 Η γεωλογική δομή της βόρειας Πελαγονικής ζώνης και η γεωτεκτονική εξέλιξη των Εσωτερικών Ελληνίδων. Πραγματεία για υφηγεσία. Θεσσαλονίκη

- OSSWALD, K. 1931** Geologische Übersichtskarte von Griech  
Makedonien 1:300.000  
Griech Geolog. Landesamt, Athen.
- PFTKOVSKI, R. 1978** Geomorphological - Neotectonic map  
of West Macedonia and the surround-  
ing terrains. Bull. Inst. Geol. Rep.  
Soc. Mecedonienne 16, p.p. 47-66
- ΠΛΑΣΤΗΡΑ, Β. 1964** Γεωλογική μελέτη της περιοχής Νότια  
των Πρεσπών. Διδακτορική διατριβή.  
Θεσσαλονίκη.
- SAVOUAT, E.-VERDIER, A.- ΜΟΝΟΠΩΛΗ, Δ. 1971.** Γεωλογικός χάρτης της  
Ελλάδος. Φύλλον Αργος Όρεστικών
- SAVOUAT, E.-ΜΟΝΟΠΩΛΗ, Δ. 1971.** Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος  
Φύλλον Νεστώριον
- ΣΟΥΛΙΟΥ, Γ. 1985.** Συμβολή στην υδρογεωλογική με-  
λέτη των καρστικών υδροφόρων συ-  
στημάτων του Ελληνικού χώρου.  
Επιστ. Επετ. Α.Παν. Θεσ/νίκης .  
Παρ/μα αρ. 27, Τόμος 23ος, 275 σελ.
- WARD, R. 1975 .** Principles of Hydrology. Published by Mc Graw  
Hill Book Company' (U.K.) Limited. London 367 p.