

## ΕΡΓΟ

### ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ) ΣΕ ΚΛΙΜΑΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ - ΘΡΑΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

#### ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΣΥΜΠΡΑΞΗ:



1. ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΕΙΔΙΚΟΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ ΚΟΝΔΥΛΙΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΩΝ



2. ΣΠΥΡΙΔΗΣ Α. - ΚΟΥΤΑΛΟΥ Β. Ο.Ε. - "ΥΕΤΟΣ"
3. ΠΕΡΛΕΡΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ, Γεωλόγος
4. ΛΙΟΝΗΣ ΜΙΧΑΗΛ, Γεωλόγος
5. ΛΕΒΟΓΙΑΝΝΗΣ ΜΙΧΑΗΛ, Γεωπόνος



## 11. Λεκάνη Καστοριάς

### 11.1 Γενικά

Η υδρολογική λεκάνη Καστοριάς αποτελεί υπολεκάνη της λεκάνης απορροής του ποταμού Αλιάκμονα. Το εμβαδόν της υδρολογικής λεκάνης ανέρχεται σε 278 km<sup>2</sup>, από τα οποία τα 62,6 Km<sup>2</sup> καταλαμβάνονται από τη λίμνη της Καστοριάς. Η λεκάνη χαρακτηρίζεται από μεγάλο υψόμετρο και έντονο ανάγλυφο. Εννιά (9) υδατορέματα καταλήγουν στη λίμνη από τα οποία ο Ξηροπόταμος έχει τη μεγαλύτερη σημασία. Η λεκάνη αποτελείται από έντεκα (11) υπολεκάνες από τις οποίες προέρχονται και τα εννιά υδατορέματα, τα οποία παρουσιάζουν επιφανειακή απορροή της οποίας ο όγκος και η ένταση διαφοροποιείται μεταξύ άλλων και από την έκταση της υπολεκάνης που αποστραγγίζει το καθένα.

### 11.2 Βασική βιβλιογραφία και στοιχεία

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της σύμβασης έγινε συλλογή και αξιολόγηση υφιστάμενων γεωλογικών, υδρογεωλογικών και υδρολογικών πρωτογενών με στόχο την ανάπτυξη γνώσης σχετικά με την δομή, λειτουργία και εξέλιξη της υπόγειας υδροφορίας.

Έχουν συλλεχθεί σχετικές υδρογεωλογικές μελέτες και μελέτες ποιότητας υπογείων νερών μεταξύ των οποίων και αυτές του πίνακα 11.2.1:

#### Πίνακας 11.2.1

Μελέτες, εργασίες, ερευνητικές εκθέσεις, που χρησιμοποιήθηκαν για την απόκτηση γνώσης της περιοχής λεκάνης Καστοριάς

Αριθμός	Χαρακτηριστικά μελέτης
1	<b>Βαφειάδης, Π.</b> , Υδρολογική μελέτη της λεκάνης Καστοριάς. Διδακτορική διατριβή, ΑΠΘ, 1983
2	<b>Kousouris, P., Daipoulis, A. &amp; Balopoulos, E.</b> , Limnological Situation into Shallow Greek Lakes Kastoria kai Mikri Prespa Lakes, 1987
3	<b>Κούλη, Κ.</b> , Παλαιοπεριβαλλοντική και Παλαιοοικολογική αναπαράσταση της περιοχής του νεολιθικού οικισμού Δισπιλιό στη λίμνη της Καστοριάς, 2002

Αριθμός	Χαρακτηριστικά μελέτης
4	<b>Χουρμουζιάδης, Γ.</b> , Δισπηλιό, 7500 χρόνια μετά, 2002
5	<b>Δρούγκα, Π.</b> , Γεωμορφολογική μελέτη της λίμνης της Καστοριάς, 2006
6	<b>Panagoroulou, E., Harvati, K., Karkanias, P., Athanassiou, A., Elefanti, P., Frost, S. R.</b> , The West Macedonia Palaeolithic Survey, 2006
7	<b>Γιαννέλη, Χ.</b> , Υδρογεωλογική έρευνα λεκανών του ελληνικού χώρου. Παράδειγμα από τη λεκάνη Αγίων Αναργύρων (Καστοριά), 2009
8	<b>Στάμος, Α., Ματθαίοπουλος Α.</b> Υδρογεωλογική αναγνώριση Δ. Καστοριάς Ν. Καστοριάς-Προγραμματική Σύμβαση ΚΕΔΚΕ-ΥΠΕΣΔΑ-ΙΓΜΕ. ΙΓΜΕ, 2002
9	<b>Στάμος, Α.</b> Συμπληρωματικά υδρογεωλογικά στοιχεία για την πηγή Μπουζ-Μπουνάρ, της μελέτης Υδρογεωλογική αναγνώριση Δ. Καστοριάς Ν. Καστοριάς. ΙΓΜΕ, 2004
10	<b>ΕΞΑΡΧΟΥ ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΜΠΕΝΣΑΣΣΩΝ Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ - ΓΕΩΣΥΝΟΛΟ Σύμβουλοι Μηχανικοί &amp; Γεωλόγοι Εταιρεία Περιορισμένης Ευθύνης ΕΠΕ - ΛΙΖΑ ΜΠΕΝΣΑΣΣΩΝ - ΗΛΙΑΣ ΚΟΥΡΚΟΥΛΗΣ - ENVIROPLAN ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Σύμβουλοι Αναπτυξιακών και Τεχνικών Έργων ΑΕ - ΔΙΚΤΥΟ-Ανώνυμη Εταιρία Τεχνικών Μελετών ΑΕ - ΒΑΒΙΖΟΣ-ΖΑΝΝΑΚΗ Μελέτες Έρευνες ΑΕ - ΦΩΤΕΙΝΗ ΜΠΑΛΤΟΓΙΑΝΝΗ</b> , Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, κατ' εφαρμογή του Ν. 3199/2003 και του ΠΔ 51/2007», 2012

### Πίνακας 11.2.2

Βασικά στοιχεία που αντλήθηκαν από τις μελέτες του πίνακα 11.2.1

Αριθμός	Βασικά στοιχεία που αντλήθηκαν για τη περιοχή
1	Γεωμορφολογία περιοχής μελέτης
2	Γεωλογία περιοχής μελέτης
3	Πιεζομετρία περιοχής

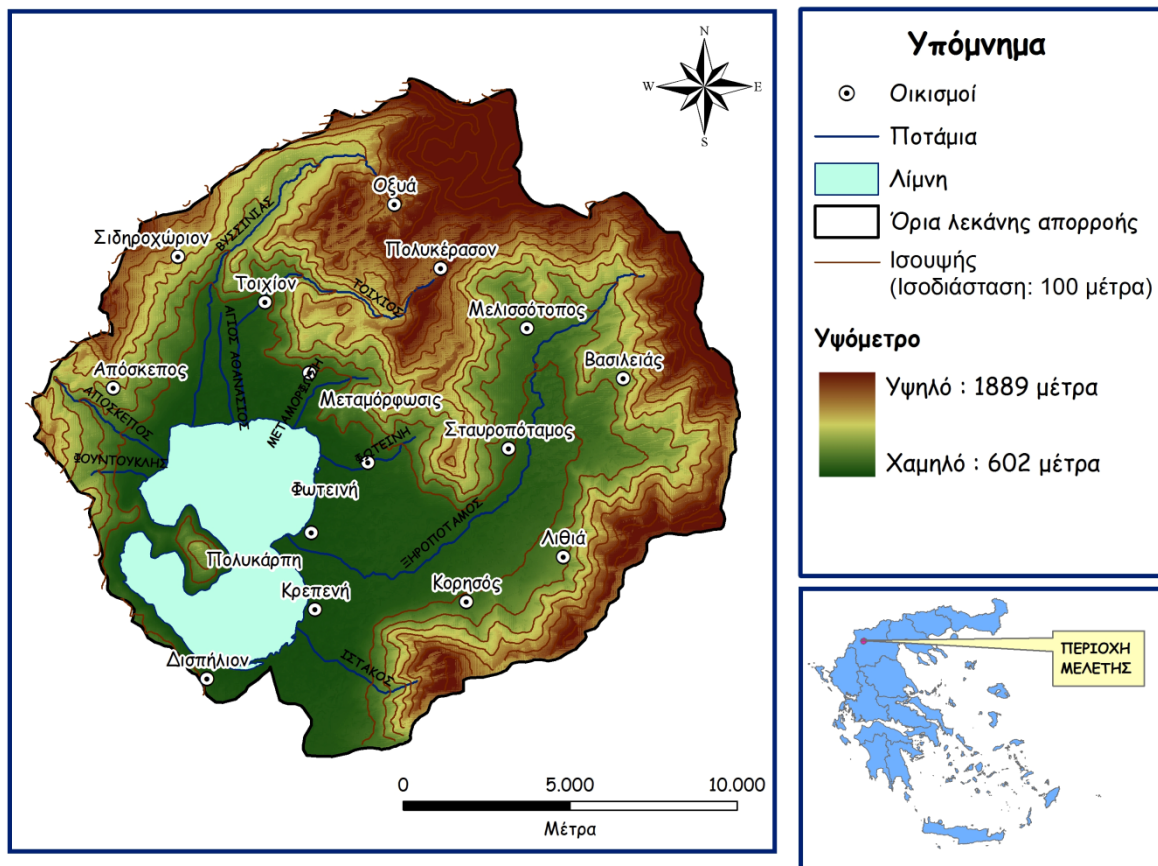
### **11.3 Γεωμορφολογία λεκάνης**

Η μορφολογία της περιοχής αποτελεί το συνδυασμένο αποτέλεσμα της γεωλογικής δομής, της πρόσφατης τεκτονικής δράσης και της διάβρωσης που οφείλεται τόσο σε φυσικούς, όσο και σε χημικούς παράγοντες. Η διάβρωση αυτή προκαλεί τη βαθμιαία εξομάλυνση του αναγλύφου, ενώ τα προϊόντα της διάβρωσης, με τη δράση του νερού μεταφέρονται και αποτίθενται στις χαμηλότερες περιοχές.

Με βάση την γεωλογική δομή και την σύσταση των πετρωμάτων διακρίνονται τρεις ζώνες διαφορετικού αναγλύφου:

A) Ζώνη ορεινού αναγλύφου (γρανιτο-γνεύσιων-πλουτώνιων πετρωμάτων). Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει την ορεινή, κρυσταλλοσχιτώδη και πλουτωνική μάζα του όρους Βέρνου, οι παρυφές του οποίου οριοθετούν ένα τμήμα της λίμνης της Καστοριάς. Το ανάγλυφο της ζώνης αυτής παρουσιάζει έντονο κατακόρυφο διαμελισμό και έντονα φαινόμενα κατά βάθος διάβρωσης.

B) Καρστικό ανάγλυφο (ανθρακικών πετρωμάτων). Η δεύτερη ζώνη περιλαμβάνει την ασβεστολιθική ανάπτυξη του μεσοζωϊκού καλύμματος που εκτείνεται από τα υψώματα Κορησού και Πύργου του Άσκιου όρους και της χερσονήσου της «Κοριτσά» Καστοριάς, μέχρι το Τρικλάριο όρος βορειοδυτικά. Τα ανθρακικά πετρώματα γενικά παρουσιάζουν ανάγλυφο μορφής προχωρημένης καρστικοποίησης και πιο συγκεκριμένα ρωγμές, έγκοιλα, μικροσπήλαια, δολίνες και επιφάνειες επιπέδωσης. Το υδρογραφικό δίκτυο είναι αραιό και εμφανίζει εποχική απορροή. Η απορροή συντελείται κατά κύριο λόγο με εσωτερική στράγγιση. Τα υδατορέματα παρουσιάζουν ροή μόνο σε περίπτωση μεγάλης εντάσεως και παρατεταμένων βροχών. Σημαντική είναι η εκδήλωση των μεγάλων καρστικών πηγών Γάβρου, Κορομηλιάς και Λεύκης, οι οποίες αποστραγγίζουν τμήμα του πλούσιου υπόγειου υδατικού δυναμικού που σχηματίζεται στα καρστικοποιημένα συστήματα.



**Σχήμα 11.3.1:** Βασικά γεωμορφολογικά στοιχεία λεκάνης Καστοριάς (συντάχθηκε στα πλαίσια της παρούσας μελέτης)

Γ) Ανάγλυφο χαμηλών περιοχών. Η τρίτη ζώνη συμπίπτει με την παραλίμνια πεδινή έκταση και τη νότια της λίμνης ημιπεδινή περιοχή που καταλήγει στην κοιλάδα του ποταμού Αλιάκμονα. Αυτή αποτελείται από ιζήματα της Μεσοελληνικής Αύλακας, πλειοπλειστοκαινικές αποθέσεις και τέλος από ολοκαινικές αποθέσεις. Στις χαμηλές περιοχές των τριτογενών και τεταρτογενών γεωλογικών σχηματισμών, το ανάγλυφο είναι γενικώς ήπιο και ομαλό, με μικρές εδαφικές εξάρσεις και με μικρή κλίση. Σε αυτή την κατηγορία ανάγλυφου περιλαμβάνονται οι αλλουβιακοί κώνοι και τα ριπίδια, που σχηματίζονται στις εξόδους των χειμάρρων προς την πεδινή περιοχή, οι παλαιές ποτάμιες αποθέσεις στην περιοχή νότια της λίμνης, οι οποίες χαρακτηρίζονται από λοφώδες και κυματοειδές τοπογραφικό ανάγλυφο και τέλος η παραλίμνια πεδινή έκταση η οποία χαρακτηρίζεται από σχεδόν οριζόντια τοπογραφία. Στην τελευταία περιοχή εμφανίζονται, κυρίως περιμετρικώς της λίμνης, σύγχρονες δελταϊκές αποθέσεις σε βάρος της λίμνης λόγω της συνεχιζόμενης διαβρώσεως της περιοχής του ορεινού αναγλύφου. Χαρακτηριστικές είναι οι αναβαθμίδες

που εμφανίζονται κατά μήκος του Γκιολέ ρέμα και τα μέτωπα κρημνών στις Μέσο πλειστοκαινικές αποθέσεις.

Η λίμνη αναπτύσσεται σε μέσο υψόμετρο 629,50m, περιβάλλεται από λοφώδεις εξάρσεις, πλαισιώνεται, σε μεγαλύτερη απόσταση, από υψηλές οροσειρές και διαιρείται από τη χερσόνησο «Κοριτσά» σε δύο τμήματα, ως εξής: το βόρειο ή άνω τμήμα με επιφάνεια 15,13Km<sup>2</sup> και το νότιο ή κάτω τμήμα με επιφάνεια 11,47Km<sup>2</sup>. Το παραλίμνιο πεδινό τμήμα που σχηματίζεται, έχει μικρό σχετικά πλάτος ανάπτυξης και περιορισμένη έκταση.

Η ορεινή περιοχή αναπτύσσεται περιμετρικά από τη λίμνη, καταλαμβάνει συνολική έκταση 203Km<sup>2</sup> περίπου και χαρακτηρίζεται από σχετικά πυκνό υδρογραφικό δίκτυο. Συγκροτείται από τις λεκάνες απορροής των ρεμάτων (έκταση λεκάνης >5 Km<sup>2</sup>), Απόσκεπος, Βυσσινιάς, Τοιχίου, Μεταμόρφωση, Φωτεινής και παραποτάμου οι οποίες καταλαμβάνουν επιφάνεια 175,6Km<sup>2</sup>. Οι λοιπές εκτάσεις (27,4Km<sup>2</sup>) αποτελούν ενδιάμεσες επιφάνειες. Ο τεκτονισμός είναι σημαντικός με αρκετές διακλάσεις, ρηγματώσεις και ασυνέχειες, γεγονός που ευνοεί την αποσάθρωση. Στις εκτάσεις που συνίστανται από ανθρακικά πετρώματα, η καρστικοποίηση είναι έντονη και το υδρογραφικό δίκτυο αραιό.

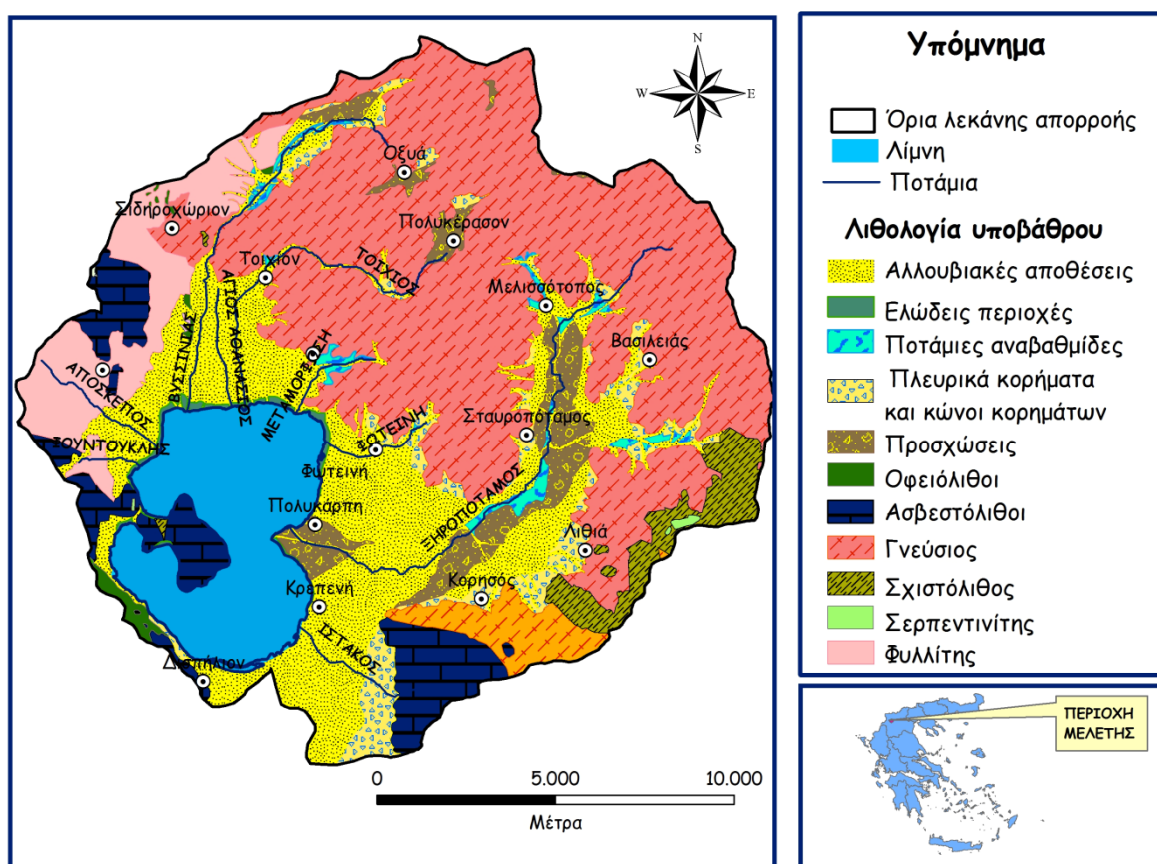
Η πεδινή περιοχή αναπτύσσεται στην παραλίμνια περιοχή μεταξύ Απόσκεπου, Μαυροχωρίου και Δισπηλιού, καταλαμβάνει έκταση 43,65Km<sup>2</sup> και περιλαμβάνει ιλυώδεις, αργιλώδεις και ιλυοαμμώδεις αποθέσεις Ολοκαινικής ηλικίας (Κούλη Αικ. 2002, Panagoroulou E. et al. 2006, Χουρμουζιάδης Γ. 2002). Στο ανώτερο τμήμα της, κατάντη της ορεινής ζώνης, εμφανίζονται τεταρτογενείς αποθέσεις σε λωρίδες. Αυτές αποτελούνται από τους κώνους απόθεσης των χειμαρρικών ρεμάτων και από πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων. Συνίστανται κυρίως από αδρομερή υλικά (κροκάλες, λατύπες, χάλικες κτλ) σε συνδυασμό με αργιλοϋλιούχα καθώς και με αμμώδεις παρεμβολές. Στα κατάντη των κώνων εκτείνονται επιφάνειες με πρόσφατες αλλουβιακές αποθέσεις, που αποτελούνται από σχετικά αποστρωγγυλεμμένα αδρομερή υλικά (κροκάλες, χάλικες), καθώς και από λεπτομερείς κλαστικές αποθέσεις με σαφώς διαβαθμισμένους ορίζοντες. Όλα αυτά συμπλέκονται σχηματίζοντας ένα ετερογενές υλικό.

Η λίμνη της Καστοριάς λειτουργεί ως φυσική δεξαμενή απόθεσης ιζημάτων ενός ορεινού υδρογραφικού δικτύου από εννέα ρέματα με σημαντική χειμαρρική ροή, τα οποία την τροφοδοτούν με νερά και φερτές ύλες.

## 11.4 Γεωλογία Περιοχής

Η γεωλογία της λεκάνης χαρακτηρίζεται από τρία στοιχεία:

- την εμφάνιση μεγάλης έκτασης κρυσταλλοσχιστωδών πετρωμάτων
- την αλπική ορογένεση στο τριτογενές, η οποία οδήγησε στη δημιουργία εκτεταμένων ορεινών όγκων και
- τον έντονο τεκτονισμό κατά το Ανωτ. Τριτογενές και Τεταρτογενές.



**Σχήμα 11.4.1:** Γεωλογικός χάρτης λεκάνης Καστοριάς, με τροποποιήσεις από Γεωλογικά φύλλα χάρτη ΙΓΜΕ (συντάχθηκε στα πλαίσια της παρούσας μελέτης)

Στα πετρώματα της περιοχής περιλαμβάνονται προαλπικά μεταμορφωμένα και πλουτώνια, κρυσταλλοσχιστώδη, ημιμεταμορφωμένα, φυλλιτικά και πλουτωνικά, αλπικά τριαδικοϊουρασικά ανθρακικά ιζήματα και μεταλικά μολασσικά ιζήματα της Μεσοελληνικής Αύλακας, πλειοκαινικά, πλειοπλειστοκαινικά και λιμνοποτάμια ιζήματα και

τέλος χαλαροί τεταρτογενείς σχηματισμοί. Κατά το μεγαλύτερο μέρος τους τα πετρώματα ανήκουν στην Πελαγονική ζώνη ενώ στη δυτική περιοχή εμφανίζονται σχηματισμοί της Υποπελαγονικής και κυριαρχούν ιζήματα της Μεσοελληνικής Αύλακας.

Τα κρυσταλλοσχιστώδη (57,7%) και πλουτωνικά πετρώματα της Πελαγονικής ζώνης αναπτύσσονται στο ΒΑ τμήμα της λεκάνης, τα μολασσικά ιζήματα στο ΝΔ τμήμα ενώ μεταξύ των κρυσταλλοσχιστωδών και μολασσικών πετρωμάτων αναπτύσσονται οι ημιμεταμορφωμένοι Άνω-Παλαιοζωϊκοί σχηματισμοί και τα ανθρακικά (12,1%) και οφιολιθικά πετρώματα του Μεσοζωϊκού.

### Μεταλλικά ιζήματα

Εμφανίζουν σημαντική επιφανειακή εξάπλωση κύρια στην πεδινή περιοχή και ειδικότερα περιμετρικά των βόρειων, νότιων και ανατολικών ορίων της λίμνης. Αξιόλογες εμφανίσεις παρατηρούνται κατά μήκος των περιφερειακών υπό-λεκανών μεγάλων υδατορευμάτων και κυριότερα των ρεμάτων Ξηροπόταμος και Βυσσινιάς. Στα ιζήματα αυτά μπορούν να διακριθούν οι αλλουβιακές αποθέσεις που αποτελούν ασύνδετα υλικά προσχώσεων και ελλουβιακού χαρακτήρα. Παράλληλα, διακρίνονται αποθέσεις ποταμοχειμάρριες κατά μήκος των κοιτών των υδατορευμάτων, καθώς επίσης και ποτάμιες αναβαθμίδες. Στις πεδινές περιοχές αναπτύσσονται και ελώδεις περιοχές με πλούσιες σε ιλύ αποθέσεις και ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά εδαφικής υγρασίας. Ίδιας ηλικίας (Ολοκαινική-Πλειστοκαινική) είναι και τα πλευρικά κορήματα και οι κώνοι κορημάτων που αναπτύσσονται στα πρηνή των υπωρειών του αναγλύφου της περιοχής και κατά μήκος των κοιτών του υδρογραφικού δικτύου.

Οι πλειο-πλειστοκαινικές αποθέσεις της περιοχής συνίστανται από ποταμο-λιμναίες αποθέσεις αργίλων, ψαμμιτών και χαλαρών κροκαλοπαγών, ενώ το Μειόκαινο αντιπροσωπεύεται από ιζήματα της Μεσοελληνικής Αύλακας και ειδικότερα ψαμμίτες με κροκάλες που ανήκουν στο σχηματισμό Τσοτυλίου.

### Αλπικοί σχηματισμοί

Όπως προαναφέρθηκε, το αλπικό υπόβαθρο της περιοχής δομείται από σχηματισμούς της Πελαγονικής ζώνης καθώς και από το υπόβαθρό της. Ειδικότερα, απαντούν σχιστόλιθοι και οφιόλιθοι Ιουρασικής ηλικίας. Οι σχιστόλιθοι αποτελούν μέλη της σχιστοκερατολιθικής διάπλασης που περιλαμβάνει αργιλικούς σχιστόλιθους, μεταπηλίτες, μεταψαμμίτες, ραδιολαρίτες και κέρατολιθους. Οι οφιόλιθοι περιλαμβάνουν βασικά έως υπερβασικά



πετρώματα και περιδοτίτες σε ορισμένες περιπτώσεις, χαρακτηρίζονται δε από έντονο τεκτονισμό και σερπεντινίωση.

Οι ασβεστόλιθοι και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι που δομούν την περιοχή είναι Τριαδικό-Ιουρασικής ηλικίας μέσο-παχυστρωματώδεις με σημαντικό πάχος και ιδιαίτερα μεγάλη χωρική ανάπτυξη έκτος της λεκάνης Καστοριάς. Ο βαθμός καρστικοποίησής τους είναι σημαντικός και τα υδατικά τους αποθέματα μεγάλα.

### Προαλπικό υπόβαθρο

Μπορεί να διακριθεί σε ένα ελαφρά μεταμορφωμένο σύστημα Λιθανθρακοφόρου-Περμίου-Κ. Τριαδικής ηλικίας και σε ένα έντονα μεταμορφωμένο σύστημα Παλαιοζωϊκής ηλικίας. Στο πρώτο διακρίνονται μεταπετρώματα (ψαμμίτες, αρκόζες, κροκαλοπαγή) που μεταβαίνουν σε φυλλίτες και ελαφρά μεταμορφωμένα ιζήματα με σώματα βασικών εκρηξιγενών πετρωμάτων. Εμφανίζουν φακούς ασβεστόλιθων. Το έντονα μεταμορφωμένο σύστημα αποτελείται από σχιστόλιθους στο ανώτερο τμήμα των οποίων απαντούν σιπολίτες, μάρμαρα, σερπεντίνες και αραιότερα χαλαζίτες.

## **11.5 Υδρογεωλογικές Συνθήκες**

Με βάση την οριοθέτηση υπόγειων υδατικών συστημάτων στην ευρύτερη περιοχή, στο πλαίσιο της υπό εκπόνηση Διαχειριστικής μελέτης υδατικών πόρων Κ.-Δ.Μακεδονίας, τα υπόγεια υδατικά συστήματα που περιλαμβάνονται στην ευρύτερη λεκάνη απορροής Αλιάκμονα, και που συσχετίζονται με επιφανειακά ύδατα και τις σχέσεις τροφοδοσίας τους είναι τα GR09AF010, GR090F300 και GR0900020.

Τα στοιχεία λήφθηκαν από τις διαχειριστικές μελέτες, η εκπόνηση των οποίων είναι σε εξέλιξη. Τα όρια των υπόγειων υδατικών συστημάτων αυτών έχουν συμπεριληφθεί στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS) της παρούσας μελέτης και στους υδρολιθολογικούς χάρτες που αποτελούν ένα τμήμα παρουσίασης του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών.

Η υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών της λεκάνης της Καστοριάς, παρουσιάζεται στο χάρτη Υ.Δ. 9 στο παράρτημα Β της παρούσας έκθεσης.

Η υδρολιθολογική συμπεριφορά των ποικίλων γεωλογικών σχηματισμών εξαρτάται από την πετρολογική σύσταση, την κοκκομετρική σύνθεση, το βαθμό διαγενέσεως, την τεκτονική καταπόνηση και το βαθμό διαρρήξεως και αποσαθρώσεως των πετρωμάτων.

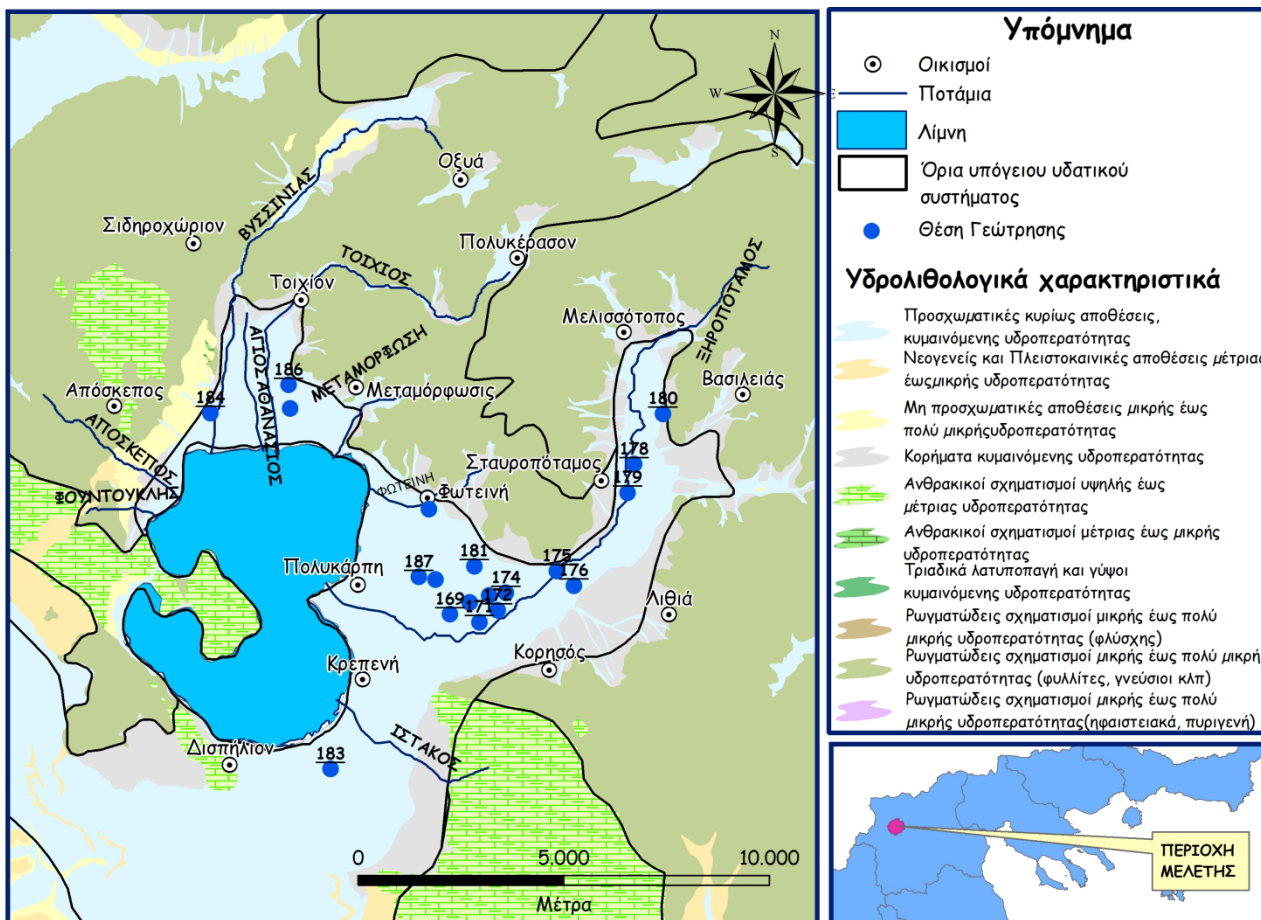
Για την περιγραφή της υδρογεωλογικής συμπεριφοράς των πετρωμάτων οι γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής χωρίζονται σε τρεις βασικές ομάδες, σε κάθε μία από τις οποίες η ικανότητα αποθήκευσης και διακίνησης του υπόγειου νερού παρουσιάζει αξιοσημείωτες διαφορές.

Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται τα μεταμορφωμένα, ημιμεταμορφωμένα και γρανιτογενευσιακά πετρώματα του υποβάθρου.

Στη δεύτερη ομάδα περιλαμβάνονται τα ανθρακικά μεσοζωϊκά πετρώματα με την καρστικοϋδρογεωλογική συμπεριφορά τους.

Στην τρίτη ομάδα περιλαμβάνονται οι κοκκώδεις σχηματισμοί δηλαδή τα μολασσικά ιζήματα και οι χαλαρές τεταρτογενείς αποθέσεις.

Ο συντελεστής μεταβιβαστικότητας (T) στην περιοχή κυμαίνεται από  $8,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec}$  έως  $3,14 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{sec}$  ενώ ο συντελεστής εναποθήκευσης (S) παρουσιάζει ευρύτερο φάσμα τιμών, δηλαδή από  $8 \cdot 10^{-4}$  έως  $3,4 \cdot 10^{-2}$ .



**Σχήμα 11.5.1:** Υδρολιθολογικός χάρτης λεκάνης με βάση τη διαχειριστική μελέτη υδατικών πόρων Μακεδονίας Θράκης (Εξάρχου Νικολόπουλος Μπενσασσών κ.α., 2012)

Με βάση τα αποτελέσματα μετρήσεων από 12 ερευνητικές γεωτρήσεις με γειτονικά πιεζόμετρα (Βαφειάδης, 1983), ο υδροφόρος ορίζοντας διακρίνεται σε ημιελεύθερο και ημιεγκλωβισμένο.

Όπως προαναφέρθηκε, η λεκάνη Καστοριάς εντάσσεται σε 3 διαφορετικά υδατικά συστήματα τα GR09AF010, GR090F300 και GR0900020, από τα οποία το GR090F300 δεν έχει ιδιαίτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον (Ρωγματικό Σύστημα Βαρνούντα -Βέρνου). Σε κλίμακα λεκάνης της περιοχής μελέτης, μπορούν να διακριθούν οι ακόλουθες βασικές υδροφορίες:

(α) Προσχωματική υδροφορία. Αναπτύσσεται εντός των χαλαρών αποθέσεων των μεταλλικών ιζημάτων που έχουν αποθεθεί στη λεκάνη Καστοριάς. Η εξάπλωσή τους δεν περιορίζεται μόνο περιμετρικά της λίμνης, αλλά και εντός των υπο-λεκάνων των κύριων υδατορευμάτων και κύρια του Ξηροπόταμου. Αν και σε κλίμακα λεκάνης θα μπορούσε να γίνει αποδεκτή η ύπαρξη ενός ενιαίου συστήματος, τοπικά η υδροφορία εμφανίζει συνθήκες ελεύθερης έως υπό πίεση ανάπτυξης, ενώ στο παρελθόν έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις

αρτεσιανισμού. Από παλαιότερες εργασίες προκύπτει ότι υπόγεια επικοινωνία των ιζημάτων αυτών με τη λίμνη δεν υπάρχει, ή είναι ιδιαίτερα περιορισμένη.

(β) Καρστική υδροφορία. Αναπτύσσεται στο καρστικοποιημένο ανθρακικό σύστημα που δομεί την περιοχή και εξαιτίας του βαθμού αποκάρσωσης και της έκτασής του έχει ιδιαίτερα πλούσιο υδατικό δυναμικό. Το δυναμικό αυτό εκδηλώνεται σε πολυάριθμες καρστικές πηγές υψηλής απόδοσης. Αναφέρεται σε παλαιότερες μελέτες ότι το βάθος αποκάρσωσης φτάνει σε βάθος 400-500 μέτρων.

Σύμφωνα με τα μέχρι σήμερα διαθέσιμα στοιχεία οι ποσότητες που διακινούνται υπόγεια στα υδατικά συστήματα της ζώνης ενδιαφέροντος, δίνονται στο πίνακα που ακολουθεί:

### Πίνακας 11.5.1

Τροφοδοσίες Υπόγειων Υδατικών συστημάτων ζώνης ενδιαφέροντος

Υπόγειο Υδατικό Σύστημα	Όνομασία	ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΤΡΟΦΟΛΟΓΙΑ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
GR09AF010	Σύστημα Τρικλαρίου όρους Καστοριάς - Πρεσπών	122,6
GR0900020	Κοκκώδες Σύστημα Καστοριάς	35
GR090F300	Ρωγματικό Σύστημα Βαρνούντα -Βέρνου	0

## 11.5 Δίκτυο γεωτρήσεων - Μετρήσεις στάθμης

Στην περιοχή έχουν προταθεί **19 θέσεις σταθμημέτρησης** κατανεμημένες στις κύριες ζώνες υδρογεωλογικού ενδιαφέροντος (και φυσικά στις περιοχές που υφίστανται κατάλληλα υδροληπτικά έργα). Η λεκάνη παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες στην εξεύρεση κατάλληλων υδροληπτικών έργων αφού δεν υπάρχουν οργανωμένα συλλογικά αρδευτικά δίκτυα που να καλύπτουν το σύνολο της πεδινής περιοχής.

### Πίνακας 11.6.1.

Μετρήσεις βάθους στάθμης για τις τέσσερις περιόδους σταθμημέτρησης.

ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ					
Α/Μ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)			
		10 <sup>05</sup> 2010	5 <sup>05</sup> 2011	9 <sup>05</sup> - 10 <sup>05</sup> 2011	5 <sup>05</sup> 2012
169	635,00	3,68	2,35	3,47	2,78
170	642,00	4,82	3,58	4,73	3,55
171	643,00	5,48	3,99	5,28	3,97

ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ					
Α/Μ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)			
		10 <sup>ος</sup> 2010	5 <sup>ος</sup> 2011	9 <sup>ος</sup> - 10 <sup>ος</sup> 2011	5 <sup>ος</sup> 2012
172	648,00	4,88	4,34	4,72	4,33
173	647,00	4,23	2,96	4,16	3,01
174	650,00	3,24	2,4	3,14	2,43
175	661,00	4,70	4,09	4,55	5,02
176	667,00	8,75	7,79	8,59	7,72
177	643,00	4,20	2,34	4,01	3,04
178	691,00	2,10	1,84	2,02	1,83
179	684,00	1,65	1,59	1,64	1,48
180	702,00	2,00	0,77	1,98	0,71
181	651,00	3,63	1,97	3,60	1,83
182	645,00	2,83	2,22	2,75	2,12
183	595,00	5,80	5,67	5,75	5,59
184	638,00	2,24	0,8	2,14	0,73
185	635,00	1,18	0,92	1,12	0,87
186	639,00	3,68	1,73	3,41	0,96
187	639,00	2,20	1,64	2,11	0,98

Τα επιλεγμένα υδροληπτικά έργα είναι αντιπροσωπευτικά της προσχωματικής υδροφορίας στο σύνολό της και έχουν χωρική κατανομή τέτοια που να επιτρέπεται η εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για τις σχέσεις μεταξύ επιφανειακών και υπόγειων νερών, κύρια σε σχέση με τον Ξηροπόταμο που αποτελεί βασικό κλάδο του υδρογραφικού δικτύου και στην υπο-λεκάνη του οποίου αναπτύσσεται υδροφορία. Σημεία μέτρησης στάθμης στην καρστική υδροφορία, δεν υφίστανται. Η επιφάνεια των καρστικών σχηματισμών, στην έκταση της μελετώμενης λεκάνης, είναι πολύ μικρή και δεν υπάρχουν υδροληπτικά έργα με δυνατότητα μέτρησης στάθμης.

Από τη μελέτη των μετρήσεων στάθμης δεν προκύπτει καμία μη αναμενόμενη κύμανση στάθμης, ούτε καμία ανακολουθία μεταξύ των τιμών στάθμης των σημείων παρακολούθησης. Έτσι, παρατηρούνται υψηλότερες στάθμες κατά το τέλος της υγρής περιόδου τροφοδοσίας του υπόγειου συστήματος (περίοδος Μαΐου) και χαμηλότερες κατά το τέλος της ξηρής περιόδου (Σεπτέμβριος-Οκτώβριος). Επίσης δεν παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο υδρολογικών ετών που μελετήθηκαν (2010-2011 και 2011-2012). Έτσι, η μέγιστη εποχική κύμανση της υπόγειας στάθμης μεταξύ των δύο ακραίων περιόδων μέτρησης (ξηρή-υγρή) κυμαίνεται από 0,96 έως 0,85 m για το πρώτο και το δεύτερο υδρολογικό έτος αντίστοιχα. Οι αντίστοιχες μέγιστες τιμές είναι 1,95 και 2,45 m

αντίστοιχα (πρώτο και δεύτερο υδρολογικό έτος), ενώ οι ελάχιστες τιμές κύμανσης είναι 0,05 και 0,47 m αντίστοιχα.

Επομένως η εποχική κύμανση είναι περιορισμένη, γεγονός που μπορεί να δικαιολογηθεί εξαιτίας της καλής τροφοδοσίας του συστήματος (προσχωματικό σύστημα) ή/και των περιορισμένων απολήψεων που δέχεται το σύστημα ειδικά κατά τις περιόδους αιχμής. Πράγματι, όπως αναλύεται στο κεφάλαιο 11.8, το προσχωματικό σύστημα παρουσιάζει υδρογεωλογικό ενδιαφέρον και στοιχείο που καθιστά ένα σύστημα υδρογεωλογικά ενδιαφέρον είναι και η περιορισμένη εποχική κύμανση της υπόγειας στάθμης που σε γενικές γραμμές φανερώνει σταθερές συνθήκες καλής τροφοδοσίας και περιορισμένη εκμετάλλευση του διαθέσιμου δυναμικού.

Είναι σαφής ο υψομετρικός έλεγχος της υπόγειας υδροφορίας. Έτσι, η υπόγεια ροή ακολουθεί σε γενικές γραμμές τις τοπογραφικές κλίσεις και κινείται από τις παρυφές της λεκάνης και τις περιφερειακές λεκάνες προς τη λίμνη. Από την ανάλυση των μετρήσεων προκύπτει τροφοδοσία της λίμνης από την προσχωματική υδροφορία. Παράλληλα, προκύπτει τροφοδοσία της υπόγειας υδροφορίας από τα επιφανειακά ρέματα και ειδικότερα από τον Ξηροπόταμο. Το γεγονός αυτό πιστοποιείται και από την παρατήρηση ότι η εποχική κύμανση στάθμης ελαχιστοποιείται στις θέσεις παρατήρησης που βρίσκονται εγγύς της κοίτης του ποταμού και αυξάνεται απομακρυνόμενοι από αυτήν.

Η εποχική κύμανση εξάλλου αυξάνει κινούμενοι προς τις παρυφές της λεκάνης και ελαχιστοποιείται προς τα πεδινά τμήματα αυτής, όπου και καταλήγουν οι άξονες υπόγειας ροής. Το γεγονός αυτό επίσης πιστοποιεί την φορά υπόγειας ροής προς τη λίμνη από τις περιφερειακές ζώνες.

### **11.7 Ποιότητα νερών - Χημικές Αναλύσεις**

#### Αξιολόγηση στοιχείων υπαρχόντων πριν την εκπόνηση της παρούσας Μελέτης

Με βάση τα αποτελέσματα παλαιότερων μελετών (Στάμος και Ματθαίου 2002; Στάμος 2002, Στάμος 2004) προκύπτει ότι όσον αφορά στους υδατικούς πόρους του καρστικού συστήματος, αυτοί χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά ποιοτικά χαρακτηριστικά, χωρίς κανένα πρόβλημα ποιοτικής υποβάθμισης. Στο παρελθόν είχαν αναφερθεί εστιασμένα προβλήματα σημαντικής υποβάθμισης της ποιότητας που αποδόθηκαν σε επεισόδια ρύπανσης εξαιτίας κακής διαχείρισης των εκροών ρύπων από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Ωστόσο, τα προβλήματα αυτά θεωρείται ότι έχουν αποκατασταθεί.

Αναφορικά με την ποιότητα του νερού του προσχωματικού υδροφορέα, μετρήσεις στο πλαίσιο παλαιότερων εργασιών (Βαφειάδης, 1983; Γιαννέλη, 2009; Στάμος και Ματθαίου, 2002) καταδεικνύουν σε γενικές γραμμές καλή ποιότητα νερού με περιορισμένες εκδηλώσεις υποβάθμισης εξαιτίας κύρια των αγροτικών δραστηριοτήτων. Ωστόσο τα δεδομένα που υπάρχουν δεν έχουν συνέχεια και δεν καλύπτουν το σύνολο της λεκάνης. Αναφέρεται ότι στα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων, που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο των παραπάνω ερευνητικών εργασιών, αποτυπώνεται η επίδραση του τύπου του υπόγειου νερού από τους περιβάλλοντες γεωλογικούς σχηματισμούς, χωρίς ωστόσο αυτό να προκαλεί ιδιαίτερο προβληματισμό.

### Αξιολόγηση Χημικών Αναλύσεων παρούσης Μελέτης

Με βάση τις χημικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας σύμβασης, τα αποτελέσματα των οποίων περιγράφονται αναλυτικά στο Τεύχος Β', αναφορικά με τη σχέση υπόγειων και επιφανειακών νερών, προκύπτουν τα ακόλουθα.

Από τις μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων (TDS, αγωγιμότητα, αλατότητα κ.λ.π.) στα υπόγεια και στα επιφανειακά νερά της λεκάνης προκύπτει ότι για κάποιες από αυτές υπάρχει σχετική ταύτιση (χαμηλές τιμές αγωγιμότητας, ιόντων χλωρίου) και για κάποιες άλλες διαφοροποιήσεις τόσο στο εύρος κύμανσης όσο και στη χρονική μεταβολή (νιτρικά, αμμωνιακά, θειικά). Με βάση τα αποτελέσματα λοιπόν αυτά προκύπτει ότι δεν υπάρχει σαφής σχέση τροφοδοσίας των επιφανειακών νερών με τα υπόγεια, αλλά διαφαίνεται η ύπαρξη μηχανισμού διήθησης από τα επιφανειακά νερά και ειδικότερα τα στραγγιστικά και τα ρέματα προς την φρεάτια προσχωματική υδροφορία. Είναι σαφές ότι η ποιότητα του νερού της λίμνης εμφανίζεται βελτιωμένη σε σχέση με αυτήν της υπόγειας υδροφορίας, προφανώς σαν αποτέλεσμα της τροφοδοσίας της τόσο από τα υψηλού δυναμικού και καλής ποιότητας καρστικά συστήματα που αναπτύσσονται στην ευρύτερη περιοχή όσο και από την απευθείας τροφοδοσία από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Ωστόσο, στη λίμνη καταλήγουν μέσω επιφανειακής απορροής και ποσότητες ρύπων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων από την λεκάνη τροφοδοσίας της (γεωργική και αστική χρήση), όπως αποτυπώνεται από τις συγκεντρώσεις φωσφορικών και αζωτούχων ενώσεων. Η παρουσία στα υπόγεια νερά των προσχωματικών υδροφοριών υψηλών συγκεντρώσεων νιτρικών μαρτυρά την έντονη γεωργική δραστηριότητα που ασκείται στην περιοχή και την ανάπτυξη ευνοϊκών συνθηκών για τη διήθηση των ρύπων μέσω της ακόρεστης ζώνης. Τούτο είναι αποτέλεσμα της

περιορισμένης τροφοδοσίας που δέχονται οι προσχωματικοί υδροφορείς, ή και της εφαρμογής κακών καλλιεργητικών πρακτικών (μη ορθή λιπαντική αγωγή).

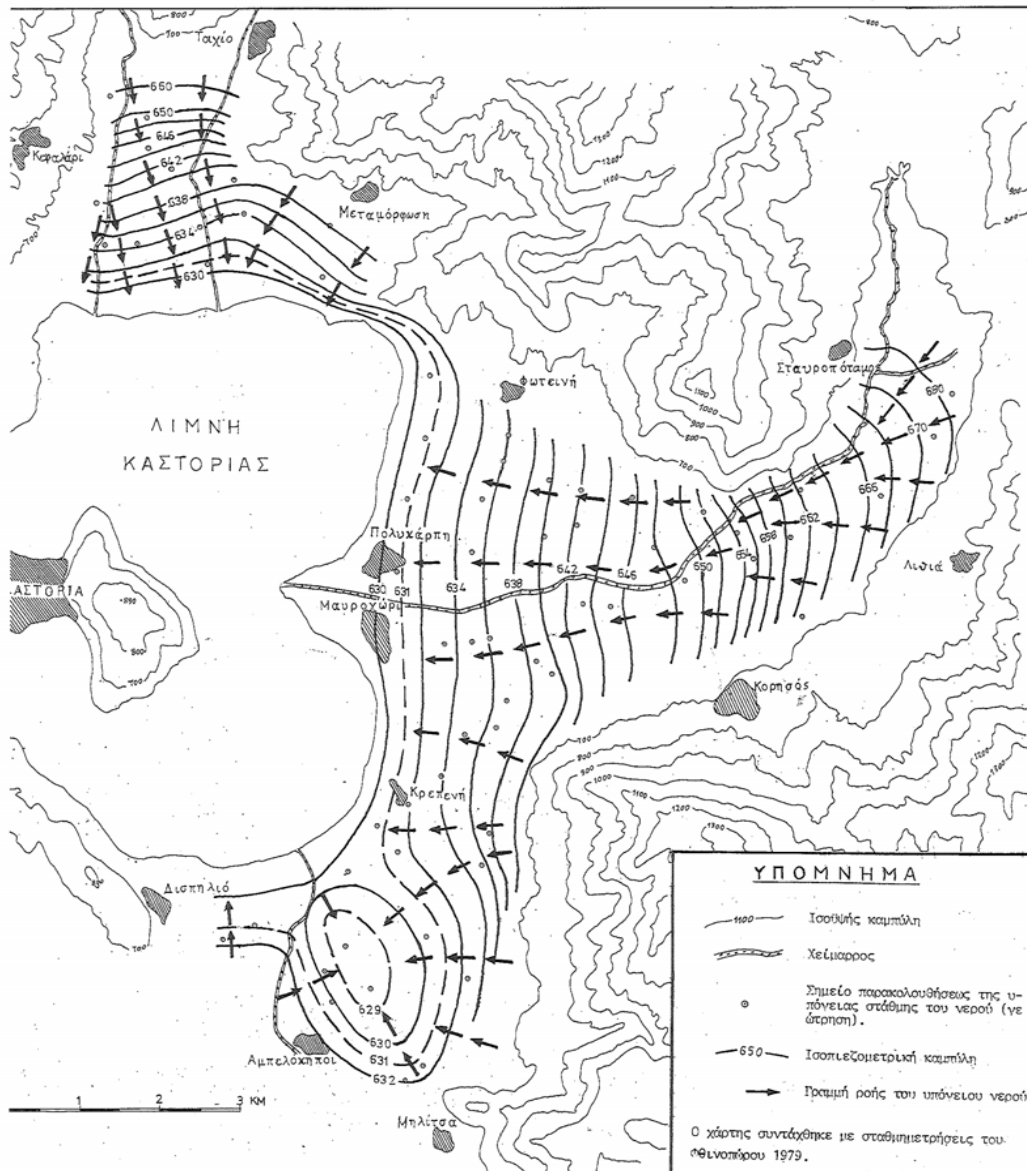
Η παρουσία γεωργικών φαρμάκων αναφέρεται εκτεταμένη κυρίως στα υπόγεια νερά και στα στραγγιστικά δίκτυα και δευτερευόντως στη λίμνη. Τα αποτελέσματα αυτά δε σημαίνουν απαραίτητα την άμεση σχέση υδραυλικής επικοινωνίας προσχωματικής υδροφορίας-στραγγιστικών δικτύων και λίμνης, η οποία δεν τεκμηριώνεται από την πιεζομετρία της περιοχής. Η εμφανιζόμενη εικόνα σχετίζεται με το γεγονός ότι η ευρύτερη περιοχή υπόκειται σε ίδιες συνθήκες εκμετάλλευσης των φυσικών της πόρων και διαχείρισης της γης και του νερού. Έτσι, στη λίμνη παρουσιάζονται υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων και καφεΐνης καθώς αυτή είναι αποδέκτης των επιφανειακών απορροών της γύρω γεωργικής περιοχής, αλλά και αστικών αποβλήτων αντίστοιχα. Στα υπόγεια νερά, όντως πιστοποιείται ότι υπάρχει υψηλή διήθηση από την επιφάνεια του εδάφους προς την κορεσμένη ζώνη, αλλά και από το φτωχό υδρογραφικό δίκτυο προς την κορεσμένη ζώνη. Για τον λόγο ακριβώς αυτό στα υπόγεια νερά παρουσιάζεται υψηλή συγκέντρωση υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων, τα οποία σε γενικές γραμμές παρουσιάζουν εμμονή σε συνθήκες υπόγειας υδροφορίας, δεδομένης και της περιορισμένης τροφοδοσίας των υπόγειων νερών της περιοχής (προσχωματική υδροφορία) και επομένως των δυνατοτήτων διάλυσης του ρύπου σε μεγάλο όγκο διαλύτη. Όσον αφορά στην ύπαρξη καφεΐνης, προφανώς και στην περιοχή γίνεται στην πράξη εκτεταμένη διάθεση υγρών αστικών αποβλήτων σε απορροφητικούς βόθρους.

### ***11.8 Σχέσεις υπόγειων νερών με επιφανειακούς άξονες ροής – Συμπεράσματα***

Το μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης απορροής αναπτύσσεται σε αδιαπέρατους σχηματισμούς ή σε σχηματισμούς περιορισμένης υδραυλικής αγωγιμότητας. Ουσιαστικά, το υδρογεωλογικό ενδιαφέρον περιορίζεται κύρια στους καρστικοποιημένους ανθρακικούς σχηματισμούς το δυναμικό των οποίων είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Ωστόσο, εξαιτίας της γεωμορφολογικής δομής της λεκάνης, είναι συχνά απαγορευτική η εκμετάλλευση των υδατικών πόρων μέσω ανόρυξης γεωτρήσεων εξαιτίας του μεγάλου βάθους της υπόγειας στάθμης. Αξιόλογο τοπικά ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι υδροφορίες των κλαστικών σχηματισμών αλλά και των θεωρητικά αδιαπέρατων ακολουθιών. Στην πράξη, υδροληπτικά έργα εκμετάλλευσης του υπόγειου υδατικού δυναμικού έχουν αναπτυχθεί στις περιοχές της λεκάνης όπου αναπτύσσεται προσχωματική-κλαστική υδροφορία καθώς και στις ζώνες όπου



η βάση καρστικοποίησης βρίσκεται σε μικρό βάθος από την επιφάνεια του εδάφους. Ανάλογες θετικές συνθήκες εκμετάλλευσης αναπτύσσονται στις ζώνες έντονης τεκτονικής καταπόνησης των θεωρητικά αδιαπέρατων πετρωμάτων του υποβάθρου. Στην πράξη, κάποια από τις παραπάνω συνθήκες συντρέχει κατά μήκος του πεδινού τμήματος του κάτω ρου του Αλιάκμονα (ανάπτυξη υπό πίεση και φρεάτιας υδροφορίας ή φρεάτια υδροφορία σε υδραυλική επικοινωνία με τον ποταμό).



Χάρτης 11.8.1: Πιεζομετρία προσχωματικής υδροφορίας λεκάνης Καστοριάς και άξονες υπόγειας ροής (από Βαφεϊάδη, 1983)

Στην πεδινή ζώνη και στην λοφώδη περιοχή περιμετρικά της λίμνης Καστοριάς και στις περιορισμένης έκτασης κοιλάδες του άνω ρου του Αλιάκμονα, υπάρχουν κοκκώδεις αποθέσεις μικρής-μέσης υδροπερατότητας.

Οι διηθήσεις από τον ποταμό Αλιάκμονα φαίνεται να τροφοδοτούν το καρστικό σύστημα νοτιοδυτικού Βερμίου, το οποίο με τη σειρά του εκφορτίζεται δια των πηγών Νεράϊδας στην τεχνητή λίμνη Πολυφύτου (Μόρφης κ.α., 1997).

Οι μετρήσεις στάθμης που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης παρουσιάζουν για το σύνολο των θέσεων μια μέση ετήσια διακύμανση που δεν υπερβαίνει γενικά τα 2,5 μέτρα. Η εικόνα αυτή είναι ενδεικτική μέσης εκμετάλλευσης της υδροφορίας από πλευράς απόληξης αποθεμάτων, χωρίς να διαφαίνεται τουλάχιστον κατά την περίοδο μετρήσεων τάση εξάντλησης των υπόγειων αποθεμάτων. Με βάση παλαιότερες μετρήσεις ωστόσο (Βαφειάδης, 1983; Γιαννέλη, 2009; Στάμος και Ματθαιόπουλος, 2002), έχει καταγραφεί βάθος στάθμης της υδροφορίας κατά την αρδευτική περίοδο σε επίπεδο αρνητικό σε σχέση με αυτό του μέσου υψόμετρου της στάθμης της λίμνης. Το γεγονός αυτό δε σημαίνει απαραίτητα την υπερεκμετάλλευση του συστήματος, καθότι φαίνεται ότι αυτό ανακάμπτει κατά τη χειμερινή περίοδο.

Από τη μελέτη του χάρτη του σχήματος 11.8.1., προκύπτει ότι η υπόγεια υδροφορία που αναπτύσσεται στους κοκκώδεις μεταλλικούς σχηματισμούς που πληρούν τη λεκάνη, αποστραγγίζεται προς τη λίμνη της Καστοριάς. Επίσης, από παλαιότερες μελέτες (Γιαννέλη, 2009; Στάμος και Ματθαιόπουλος, 2002), προκύπτει ότι υπάρχει έλεγχος της κίνησης του υπόγειου νερού από την τοπογραφία της λεκάνης, ειδικότερα δε στην ζώνη της περιφερειακής λεκάνης Ξηροποτάμου.

Όσον αφορά την σχέση της τροφοδοσίας επιφανειακών-υπογείων νερών, αυτή αναφέρεται με σαφήνεια σε παλαιότερη μελέτη (Βαφειάδης, 1983), και στηρίζεται σε υπολογισμούς διαρροών κατά μήκος της κοίτης των κυριότερων υδατορευμάτων. Συγκεκριμένα, εκτιμάται ότι αυτή είναι περιορισμένη και έχει φορά από τα επιφανειακά νερά προς την προσχωματική υδροφορία. Το γεγονός της ύπαρξης υπόγειων στάθμων στην προσχωματική υδροφορία με υψόμετρο κατώτερο αυτού της λίμνης, οδήγησε ερευνητές σε παλαιότερες μελέτες (Βαφειάδης, 1983) να εκφράσουν την άποψη ότι δεν υφίσταται άμεση σχέση εκφόρτισης των υπόγειων νερών προς τη λίμνη, μέσω υπόγειων πλευρικών ροών.

Αναφορικά με την σχέση καρστικής υδροφορίας με τη λίμνη της Καστοριάς, καταγράφεται στη βιβλιογραφία ότι αυτή τροφοδοτεί τη λίμνη (Στάμος και Ματθαίοπουλος, 2002; Στάμος, 2002; Στάμος, 2004).

## 11.9 Βιβλιογραφία

Βαφειάδης, Π., (1983). Υδρολογική μελέτη της λεκάνης Καστοριάς. Διδακτορική διατριβή, ΑΠΘ.

Γιαννέλη, Χ., (2009) Υδρογεωλογική έρευνα λεκανών του ελληνικού χώρου. Παράδειγμα από τη λεκάνη Αγίων Αναργύρων (Καστοριά).

Δρούγκα, Π., (2006). Γεωμορφολογική μελέτη της λίμνης της Καστοριάς.

Εξαρχου Νικολόπουλος Μπενσασσων Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ - ΓΕΩΣΥΝΟΛΟ Σύμβουλοι Μηχανικοί & Γεωλόγοι Εταιρεία Περιορισμένης Ευθύνης ΕΠΕ - Λίζα Μπενσασσων - Ηλίας Κουρκούλης - ENVIROPLAN ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Σύμβουλοι Αναπτυξιακών και Τεχνικών Έργων ΑΕ - ΔΙΚΤΥΟ-Ανώνυμη Εταιρία Τεχνικών Μελετών ΑΕ - ΒΑΒΙΖΟΣ-ΖΑΝΝΑΚΗ Μελέτες Έρευνες ΑΕ - ΦΩΤΕΙΝΗ ΜΠΑΛΤΟΓΙΑΝΝΗ (2012). Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, κατ' εφαρμογή του Ν. 3199/2003 και του ΠΔ 51/2007»

Καλλέρης, Γ., (2001). Εφαρμοσμένη – Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία. Τόμος Γ. Έκδοση ΤΕΕ, Αθήνα.

Κούλη, Κ., (2002). Παλαιοπεριβαλλοντική και Παλαιοοικολογική αναπαράσταση της περιοχής του νεολιθικού οικισμού Δισπιλιό στη λίμνη της Καστοριάς, Ι.Γ.Μ.Ε: Απογραφή καρστικών πηγών Ελλάδος Υδατικό διαμέρισμα Δυτικής Μακεδονίας Ν.28/ΙΧ. 1986

Στάμος, Α., Ματθαίοπουλος Α. (2002). Υδρογεωλογική αναγνώριση Δ. Καστοριάς Ν. Καστοριάς-Προγραμματική Σύμβαση ΚΕΔΚΕ-ΥΠΕΣΔΑ-ΙΓΜΕ. ΙΓΜΕ.

Στάμος, Α. (2002). Έκθεση διερεύνησης των υδρογεωλογικών συνθηκών για τη βελτίωση της υδρευτικής κατάστασης στο Δήμο Άργους Ορεστικού Καστοριάς. ΙΓΜΕ.

Στάμος, Α. (2004). Συμπληρωματικά υδρογεωλογικά στοιχεία για την πηγή Μπουζ-Μπουνάρ, της μελέτης Υδρογεωλογική αναγνώριση Δ. Καστοριάς Ν. Καστοριάς. ΙΓΜΕ.

Χουρμουζιάδης, Γ., (2002). Δισπηλιό, 7500 χρόνια μετά. Στοιχεία Υδρομετρήσεων πηγών

Kousouris, P., Dairoulis, A. & Balopoulos, E., (1987). Limnological Situation into Shallow Greek Lakes Kastoria kai Mikri Prespa Lakes.

Panagopoulou, E., Harvati, K., Karkanis, P., Athanassiou, A., Elefanti, P., Frost, S. R., (2006). The West Macedonia Palaeolithic Survey.