



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΚΟΙΝΟΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΥΠΟΔΟΜΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΔΑΦΟΪΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
Τμήμα Γ' (Προστασίας Αρδευτικών Υδάτων)

ΕΡΓΟ

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

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ 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



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
Η Ευρώπη επενδύει στις αγροτικές περιοχές



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ 2007-2013
«ΑΔΕ-ΑΝΑΡΘΕ ΜΗΛΑΤΑΖΗΣ»

Ποιότητα-Ανταγωνιστικότητα-Αεφορία

13. Λεκάνη Αλιάκμονα

13.1 Γενικά

Η υδρολογική λεκάνη του Αλιάκμονα αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες σε έκταση λεκάνες της χώρας και ο ομώνυμος ποταμός τον οποίο φιλοξενεί αποτελεί το μεγαλύτερο σε μήκος ποτάμι της χώρας του οποίου το σύνολο της υδρολογικής λεκάνης ανήκει στην επικράτεια. Η λεκάνη αυτή μπορεί να διαχωριστεί στις επιμέρους λεκάνες: άνω ρου (στην οποία ως τμήμα αυτής εντάσσεται η υπολεκάνη Καστοριάς) και κάτω ρου (όπου συμπεριλαμβάνεται και το ανατολικό Βέρμιο). Ως σύνολο, η έκταση της λεκάνης αυτής ανέρχεται στα 6,500km². Βασικά υδρολογικά στοιχεία της λεκάνης αυτής είναι πέραν του ποταμού Αλιάκμονα, η λίμνη Καστοριάς, η τεχνητή λίμνη Πολυφύτου που έχει κατασκευαστεί στο φαράγγι του Βερμίου, καθώς επίσης και το πλουσιότερο επιφανειακό υδρογραφικό δίκτυο. Σημαντικό χαρακτηριστικό αποτελεί επίσης η επικράτηση σε γενικές γραμμές έντονου αναγλύφου με εξαίρεση το οροπέδιο Καστοριάς-Άργους Ορεστικού και την επίπεδη εκτεταμένη περιοχή στον κάτω ρου του ποταμού, η οποία και αποτελεί τμήμα της ευρύτερης πεδιάδας Θεσσαλονίκης που διασχίζεται από άλλους τρεις σημαντικούς ποταμούς της χώρας (Αξιός, Γαλλικός, Λουδίας).

Η υδρολογική λεκάνη κάτω ρου του Αλιάκμονα έχει εμβαδό 435,88 km² και αποτελεί υπολεκάνη της λεκάνης απορροής του ποταμού Αλιάκμονα. Η υπολεκάνη αυτή χαρακτηρίζεται από χαμηλό υψόμετρο και ήπιο ανάγλυφο και εντός αυτής εστιάζεται το βασικό ενδιαφέρον της παρούσας μελέτης όσον αφορά την μελέτη και αξιολόγηση του υπόγειου υδατικού δυναμικού. Τούτο συμβαίνει καθώς στο τμήμα αυτό αναπτύσσονται υπόγειες υδροφορίες που υπόκεινται σε συστηματική εκμετάλλευση για την κάλυψη ανθρωπογενών δραστηριοτήτων με κυριότερη τη γεωργία που ασκείται στο σύνολο της πεδινής έκτασης.

13.2 Βασική βιβλιογραφία και στοιχεία

Έγινε συλλογή και αξιολόγηση υφιστάμενων γεωλογικών, υδρογεωλογικών στοιχείων με στόχο την ανάπτυξη γνώσης σχετικά με τη δομή, λειτουργία και εξέλιξη της υπόγειας υδροφορίας. Μεταξύ των εργασιών οι οποίες συλλέχθηκαν είναι και αυτές του πίνακα 1.

Πίνακας 13.2.1

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

Αριθμός	Χαρακτηριστικά μελέτης
1	Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Εργαστήριο Γεωργικών Φαρμάκων, Πρόγραμμα Ελέγχου Ποιότητας Επιφανειακών Υδάτων στη Μακεδονία-Θράκη, 2002
2	Βεράνης, Ν., Χρηστίδης, Χ., Χρυσάφη, Α., Μακροβασίλη, Κ., Υδρογεωλογικές συνθήκες και ποιότητες υπόγειων νερών στο υδροφόρο σύστημα των ποταμών κάτω ρου Αλιάκμονα-Λουδία, Κ. Μακεδονία, Βόρεια Ελλάδα, 2012
3	Γκράνα, Δ., Διαχείριση υδρολογικής λεκάνης Αλιάκμονα. Υδατικό ισοζύγιο, 2010
4	ΕΠΤΑ, σύμβουλοι μελετητές περιβαλλοντικών έργων, Στρατηγική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων του προγράμματος Ελλάδα-ΠΓΔΜ του στόχου 3 Ευρωπαϊκή χωρική συνεργασία, 2007
5	Στύλλας, Μ., Η Εξέλιξη των δελταϊκών ιζηματογενών αποθέσεων του ποταμού Αλιάκμονα στο Θερμαϊκό κόλπο από φυσικούς και ανθρωπογενείς παράγοντες κατά το Ολόκαινο, 2009
6	ΥΠΕΚΑ, Ειδική Γραμματεία Υδάτων, Ποιότητα επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της χώρας 2000 – 2008, 2012
7	ΕΞΑΡΧΟΥ ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΜΠΕΝΣΑΣΣΩΝ Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ - ΓΕΩΣΥΝΟΛΟ Σύμβουλοι Μηχανικοί & 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, 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 13.2.2

Βασικά στοιχεία που αντλήθηκαν από τις μελέτες του πίνακα 13.2.1

Αριθμός	Βασικά στοιχεία που αντλήθηκαν για τη περιοχή
1	Γεωμορφολογία περιοχής μελέτης
2	Γεωλογία περιοχής μελέτης
3	Πιεζομετρία περιοχής
4.	Ποιότητα υπόγειων νερών

13.3 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 ανάγλυφου, ενώ τα προϊόντα της διάβρωσης, με τη δράση του νερού μεταφέρονται και αποτίθενται στις χαμηλότερες περιοχές.

Οι ορεινοί όγκοι Πιερίων και Καμβουνίων οριοθετούν την λεκάνη προς νότο, οι οροσειρές της δυτικής Πίνδου αποτελούν το δυτικό της όριο και το όρος Άσκιο αποτελεί το βορειοανατολικό της όριο. Το μέσο υψόμετρο ανάπτυξης της λεκάνης ξεπερνά τα 1000m, ωστόσο είναι χαρακτηριστικό το εκτεταμένο εύρος υψομετρικών διαφορών κατά μήκος των τμημάτων αυτής. Κατά μέσον όρο η λεκάνη δέχεται ετήσιο ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων 750mm, ενώ οι ακραίες τιμές που παρατηρούνται κατά μήκος αυτής διαφοροποιούνται από 600-850mm.

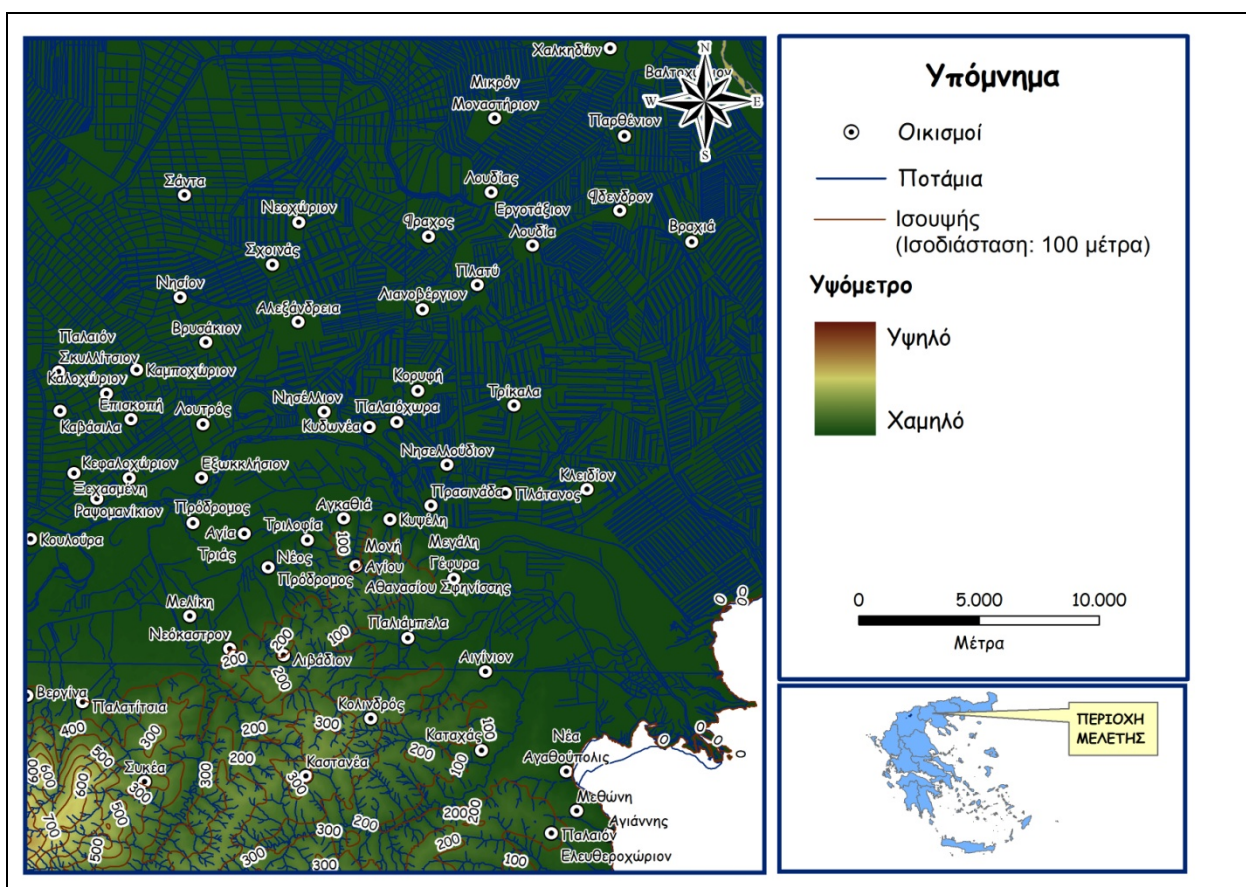
Κατά μήκος του νότιου τμήματος του άνω ρου της λεκάνης επικρατούν οι μολασικές ακολουθίες της μεσο-ελληνικής αύλακας και ακολουθίες της Πελαγονικής ζώνης κατά μήκος του βορείου τμήματος, με εκτεταμένες εμφανίσεις τόσο του καρστικοποιημένου ανθρακικού υποβάθρου, όσο και του κρυσταλλικού γνευσιοσχιστολιθικού υποβάθρου. Σημαντική είναι η επιφανειακή εξάπλωση στον άνω ρου της λεκάνης και ανάντη του ταμιευτήρα Πολυφύτου, του οφιολιθικού συμπλέγματος Βούρινου.

Από τον ταμιευτήρα του Πολυφύτου και κατάντη, η ανάπτυξη της λεκάνης έχει άξονα ΒΑ-ΝΔ και από την περιγραφείσα παραπάνω εξάπλωση σχηματισμών δεν απαντάται πλέον η μολασική ακολουθία. Στο πεδινό τμήμα της λεκάνης του κάτω ρου, επικρατούν οι αλλουβιακές αποθέσεις, ενώ στο νότιο όριο αυτής παρατηρούνται επιφανειακές εμφανίσεις, μειοκαινικές θαλάσσιες αποθέσεις και μειο-πλειοκαινικές χερσαίες και λιμναίες αποθέσεις.

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Αλιάκμονα αναπτύσσεται σε σχετικά απότομο ανάγλυφο και το ποτάμιο σύστημα του Αλιάκμονα χαρακτηρίζεται ως ορεινό. Το ορεινό ανάγλυφο της λεκάνης είναι εμφανές από την κατανομή των κλίσεων. Οι κλιθείς της λεκάνης του Αλιάκμονα έχουν κλίσεις που κυμαίνονται μεταξύ 5% και 142%, με μέση τιμή 17,8% (Στύλλας, 2009). Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό και με τα υψηλά ποσοστά

ιζηματογενών σχηματισμών έχει ως συνέπεια τον σχετικά μεγάλο ρυθμό διάβρωσης και μεταφοράς ιζημάτων προς το δέλτα.

Ο κάτω ρους του ποταμού Αλιάκμονα αναπτύσσεται σε ήπιο, σχεδόν επίπεδο ανάγλυφο, χωρίς εξάρσεις και με μικρή γενική κλίση προς ανατολάς. Ο κάτω ρους του Αλιάκμονα, αποτελεί επί της ουσίας το νοτιότερο τμήμα της πρακτικά αδιαίρετης λεκάνης Θεσσαλονίκης, η οποία σχηματίζεται από τις αποθέσεις των τεσσάρων ποταμών που εκβάλουν στο Θερμαϊκό κόλπο: Γαλλικός, Αξιός, Λουδίας, Αλιάκμονας. Η λεκάνη αυτή με τα περισσότερα από 1.000.000 αρδευόμενα στρέματα γης αποτελεί μια από τις πλέον εύφορες και σημαντικές γεωργικά περιοχές της χώρας. Εξαιτίας της γεωλογικής, γεωμορφολογικής και υδρογεωλογικής συσχέτισης που παρουσιάζουν οι υπολεκάνες που δομούν την ευρύτερη λεκάνη Θεσσαλονίκης στην οποία εντάσσεται ο κάτω ρους του Αλιάκμονα, στην παρούσα έκθεση παραθέτονται κατά περίπτωση και όπου αυτό απαιτείται, στοιχεία για το σύνολο της λεκάνης Θεσσαλονίκης, χάριν πληρότητας και σύνδεσης του ευρύτερου γεωλογικού χώρου.



Σχήμα 13.3.1: Βασικά γεωμορφολογικά στοιχεία λεκάνης κάτω ρου Αλιάκμονα

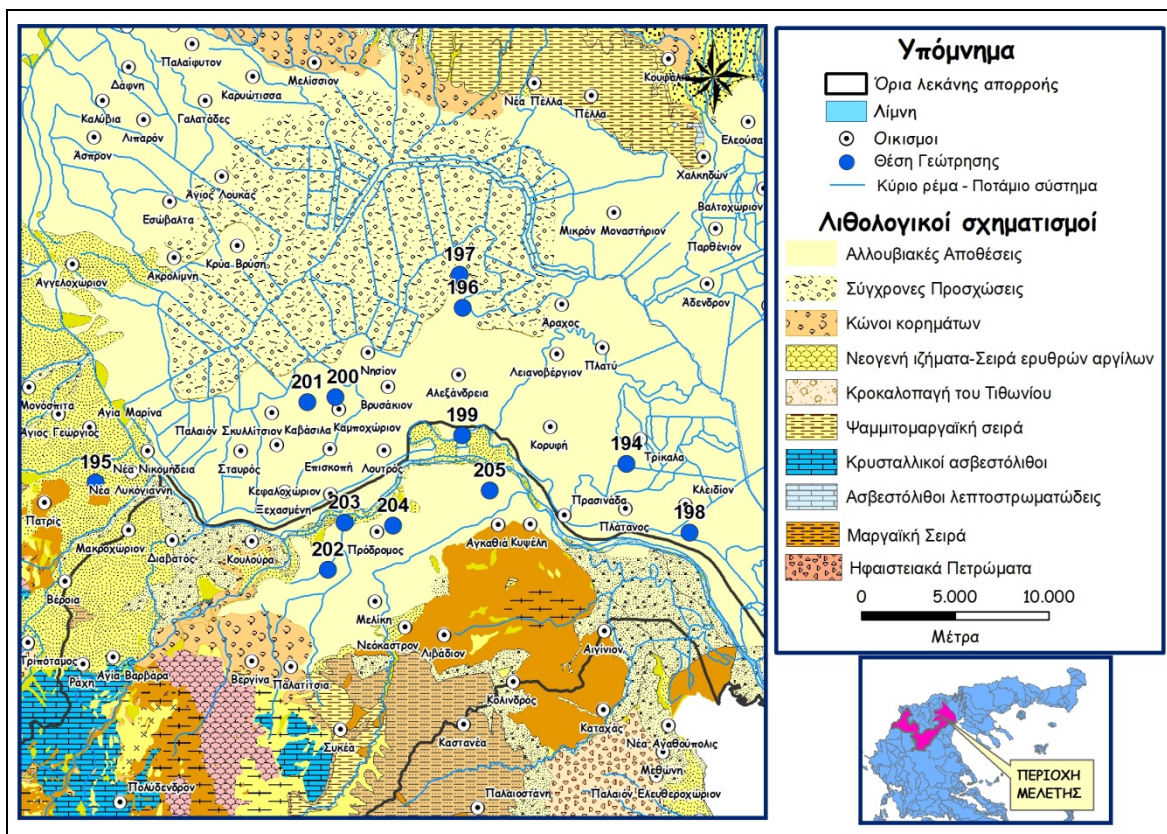
13.4 Γεωλογία Περιοχής

Σύμφωνα με τους Βεράνη κ.α. (2012) η πεδινή ζώνη της λεκάνης έχει πληρωθεί από Τεταρτογενή και Νεογενή ιζήματα. Τα Τεταρτογενή ιζήματα διακρίνονται σε Ολοκαινικής και Πλειστοκαινικής ηλικίας.

Τα Ολοκαινικά ιζήματα αποτελούνται από αποθέσεις λεπτόκκοκων άμμων, πηλών, αργιλούχων πηλών, κροκαλολατύπες και άμμους στις κοίτες των χειμάρρων, καθώς και από υλικά χειμαρρωδών αναβαθμίδων με μικρό πάχος. Αναπτύσσονται επίσης κώνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα από ασύνδετες, αδιαβάθμητες λατύπες και κροκάλες. Στα όρια της λεκάνης προς τη λεκάνη του Λουδία ποταμού αναπτύσσονται οι αποθέσεις της αποξηραμένης λίμνης Γιαννιτσών, που αποτελούνται από ιλεις, αργίλους και αργιλοαμμούχα υλικά. Τέλος, αναπτύσσονται και σύγχρονοι κώνοι χειμαρρωδών αποθέσεων.

Τα Πλειστοκαινικά ιζήματα, το πάχος των οποίων ανέρχεται σε 100m, εντοπίζονται εκτός από την πεδινή και στη λοφώδη περιοχή του δυτικού τμήματος καθώς και στο βόρειο τμήμα, στους πρόποδες του Πάϊκου. Διακρίνονται κώνοι συγκολλημένων κορημάτων, ασβεστολιθικό λατυποπαγές, ογκόλιθοι, κώνοι χειμαρρωδών αποθέσεων ασύνδετοι ή ελαφρά συγκολλημένοι, κολλουβιακές αποθέσεις και αποθέσεις ποταμοχειμαρρώδους προέλευσης.

Οι Άνω Μειοκαινικής-Κάτω Πλειοκαινικής ηλικίας αποθέσεις διακρίνονται σε τόφφους, τοφίτες και λασπορροές και εντοπίζονται στη λοφώδη περιοχή μεταξύ Άνυδρου – Μάνδαλου καθώς και δυτικά- βόρεια της Σκύδρας. Ασβεστιτικοί τόφφοι με πορώδη υφή και ψαμμιτικές παρεμβολές εντοπίζονται στην περιοχή Βεροίας (Πλειστόκαινο-Πλειόκαινο). Τα Μειοκαινικά ιζήματα εμφανίζονται στο ανατολικό, βορειοανατολικό τμήμα της λεκάνης του Λουδία και αποτελούνται από: (α) Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά, που είναι εναλλαγές αδρόκοκων άμμων ή αμμοχάλικων με παρεμβολές φακών μαργών ή μαργαϊκών ψαμμιτών ή μαργαϊκών ασβεστόλιθων και σπανιότερα μικροκροκαλοπαγών. (β) Μάργες, ερυθρά ιλύ. (γ) Άμμους, χάλικες και μάργες. Κατά θέσεις καλύπτονται από ασβεστόλιθους, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, μάργες και ψαμμιτοκροκαλοπαγή.



Σχήμα 13.4.1: Γεωλογικός χάρτης λεκάνης κάτω ρου Αλιάκμονα (Από φύλλα χάρτη ΙΓΜΕ με τροποποιήσεις)

13.5 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, και που συσχετίζεται με τα επιφανειακά ύδατα και τις σχέσεις τροφοδοσίας τους είναι το GR1000010 και το GR0900130.

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.

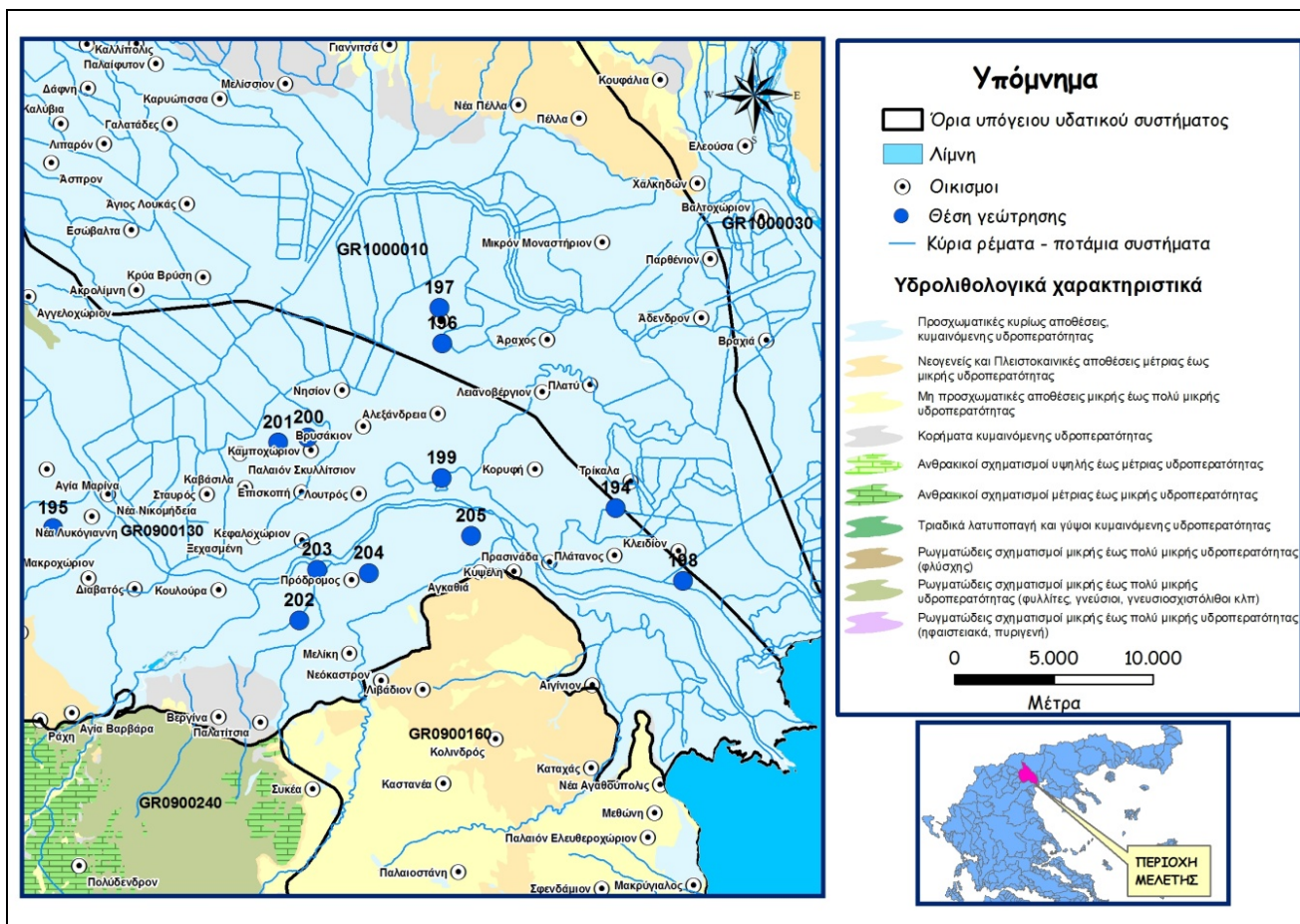
Η υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών της λεκάνης του κάτω ρου του Αλιάκμονα, παρουσιάζεται στους χάρτες Υ.Δ. 9 και Υ.Δ. 10-11 στο παράρτημα Β της παρούσας έκθεσης.

Τρεις βασικές υπόγειες υδροφορίες μπορούν να διακριθούν στην περιοχή του κάτω ρου του Αλιάκμονα, σύμφωνα με πρόσφατη ερευνητική εργασία (Βεράνης κ.α., 2012):

1. Ελεύθεροι υδροφορείς με επιφάνεια μέχρι του βάθους των 10 μέτρων.
2. Υπό πίεση έως μερικώς υπό πίεση υδροφορείς με διακύμανση του βάθους της πιεζομετρικής επιφάνειας από 40 έως 60 μέτρα.
3. Υπό πίεση υδροφορείς βάθους από 100 έως 200 μέτρα.

Οι δύο πρώτες κατηγορίες αναπτύσσονται σε αλλουβιακές αποθέσεις βάθους μέχρι 100 μέτρα, ενώ η τρίτη κατηγορία σε λιμνοθαλάσσια ιζήματα μεγάλου πάχους.

Αναλυτικότερα, ο ελεύθερος υδροφόρος ορίζοντας αναπτύσσεται σε όλη την έκταση της περιοχής που οριοθετείται από τις πεδινές ζώνες των λεκανών των ποταμών Αλιάκμονα, Αξιού και Λουδία, έχει μέγιστο βάθος 10m και έχει μέσο πάχος 6 – 8 μέτρα. Οι ανώτεροι υπό πίεση ή μερικώς υπό πίεση υδροφορείς αναπτύσσονται σε βάθος μέχρι 40-60m, ενώ τοπικά υπάρχουν διαφοροποιήσεις (από 30-80m). Λιθολογικά, οι υδροφορείς αυτοί δομούνται από κροκάλες, χάλικες, άμμους θαλάσσιας και χερσοποτάμιας προέλευσης. Αρτεσιανισμός παρατηρείται στο νότιο τμήμα της παραπάνω περιοχής και κατά μήκος του ποταμού Λουδία. Το δυναμικό των υδροφορέων είναι αξιόλογο, η τροφοδοσία τους επιτελείται κύρια από τον Αξιό, τον Αλιάκμονα και με πλευρικές μεταγίσεις από τους μαργαϊκούς ασβεστόλιθους του μετώπου Χαλκηδόνας-Ν. Πέλλας. Οι κατώτεροι υπό πίεση υδροφορείς αναπτύσσονται σε βάθη 100-200m, με βάση την υφιστάμενη γνώση, ενώ δεν αποκλείεται η επέκτασή τους και σε μεγαλύτερα βάθη. Αποτελούνται από κροκάλες, χάλικες και ασβεστόλιθους, χαρακτηρίζονται από αξιόλογο δυναμικό και τροφοδοτούνται από τον Αξιό, τον Αλιάκμονα και με πλευρικές μεταγίσεις από τους μαργαϊκούς ασβεστόλιθους της περιοχής Χαλκηδόνας – Κουφαλίων – Πέλλας.



Σχήμα 13.4.2: Υδρολιθολογικός χάρτης λεκάνης με βάση τη διαχειριστική μελέτη υδατικών πόρων Μακεδονίας Θράκης (Εξάρχου κ.α)

Η οριοθέτηση υπόγειων υδατικών συστημάτων στην ευρύτερη περιοχή, στο πλαίσιο της υπό εκπόνηση Διαχειριστικής μελέτης Κ-Δ Μακεδονίας, η περιοχή ενδιαφέροντος, εντάσσεται στα υπόγεια υδατικά συστήματα GR1000010 και GR0900130

Συνολικά στα συστήματα υπόγειων υδροφοριών GR1000010 και GR0900130, διακινούνται υπόγεια ποσότητες νερού της τάξης των $229 \times 10^6 \text{ m}^3$ σε ετήσια βάση.

13.6 Δίκτυο γεωτρήσεων - Μετρήσεις στάθμης

Στην περιοχή έχουν προταθεί **12 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, καθώς είναι εκτεταμένη η κάλυψη των υδατικών αναγκών με επιφανειακά νερά σε σημαντικής έκτασης ζώνες, εντός της περιοχής ενδιαφέροντος και επίσης συχνά είναι αδύνατη η εκτέλεση σταθμημετρήσεων λόγω κατασκευαστικών χαρακτηριστικών των γεωτρήσεων.

Πίνακας 13.6.1.

Μετρήσεις βάθους στάθμης για τις τέσσερις περιόδους σταθμημέτρησης

ΛΕΚΑΝΗ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ					
Α/Μ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)			
		10 ^{ος} 2010	5 ^{ος} 2011	9 ^{ος} - 10 ^{ος} 2011	5 ^{ος} 2012
194	45,00	3,81	2,36	3,55	2,58
195	50,00	3,80	3,8	3,8	3,76
196	8,00	4,77	3,56	4,52	3,53
197	9,00	6,15	4,96	5,93	3,94
198	9,00	1,25	0,46	1,12	0,32
199	13,00	0,95	αρτεσιανή	0,78	αρτεσιανή
200	10,00	0,25	0,16	0,21	0,12
201	14,00	1,16	0,6	1,03	0,59
202	24,00	2,20	1,66	2,11	1,59
203	19,00	1,25	1,26	1,25	1,23
204	19,00	3,33	3,26	3,31	2,22
205	9,00	0,30	0,26	0,29	0,23

Τα επιλεγμένα υδροληπτικά έργα είναι αντιπροσωπευτικά της προσχωματικής υδροφορίας στο σύνολό της και έχουν χωρική κατανομή τέτοια που να επιτρέπεται η εξαγωγή χρησιμων συμπερασμάτων για τις σχέσεις μεταξύ επιφανειακών και υπόγειων νερών, εστιάζοντας τόσο στο κύριο υδρογραφικό δίκτυο (ποτάμια μόνιμης ροής), όσο και στο σημαντικής εξάπλωσης δίκτυο άρδευσης-στράγγισης. Τα παραπάνω αποτελέσματα χρησιμοποιούνται στο κεφάλαιο 13.8, σε συνδυασμό με μετρήσεις που

πραγματοποιήθηκαν από άλλους ερευνητές (Βεράνης κ.α., 2012), για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την κίνηση των υπόγειων νερών και τη σχέση τους με επιφανειακούς άξονες ροής.

Από τη μελέτη των μετρήσεων στάθμης δεν προκύπτει κάποια μη αναμενόμενη τιμή υπόγειας στάθμης που να φανερώνει ιδιαίτερες συνθήκες. Τα απόλυτα υψόμετρα στάθμης κυμαίνονται από περίπου +2 έως +47 με μέσο όρο τα +16-17. Το γεγονός αυτό σε σχέση με τα αντίστοιχα χαμηλά τοπογραφικά υψόμετρα καταδεικνύει ότι η περιοχή βρίσκεται σε ένα τοπογραφικό χαμηλό (πεδινό τμήμα) που αποτελεί ουσιαστικά την καταληκτική ζώνη συγκέντρωσης-σύγκλισης υπόγειας ροής από την ευρύτερη ζώνη τροφοδοσίας. Η ζώνη αυτή εκτείνεται στο αλπικό υπόβαθρο της λεκάνης, προς το όρος Βέρμιο.

Σημαντικό στοιχείο παρατήρησης είναι και η πολύ περιορισμένη εποχική κύμανση της στάθμης που λαμβάνει τιμές 0,57 έως 0,65 m για τα δύο υδρολογικά έτη που μελετήθηκαν. Οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές κύμανσης είναι 1,45-1,99 m και 0,01-0,02 m, αντίστοιχα. Οι υπόγειες στάθμες είναι βαθύτερες στα κράσπεδα της λεκάνης και μειώνονται προς το κέντρο της. Αντίστοιχα, το εύρος της εποχιακής κύμανσης περιορίζεται προς το κεντρικό – πεδινό τμήμα της λεκάνης και αυξάνεται προς τα κράσπεδά της.

Οι παραπάνω τιμές στο σύνολό τους συνηγορούν στην ανάπτυξη ενός ιδιαίτερα δυναμικού συστήματος υπόγειας υδροφορίας που τροφοδοτείται τόσο από υπόγειες πλευρικές μεταγγίσεις, όσο και από τους άξονες των επιφανειακών υδατικών σωμάτων (ποτάμια, αρδευτικά δίκτυα), τουλάχιστον όσον αφορά την αναπτυσσόμενη φρεάτια υδροφορία. Παράλληλα, η περιορισμένου εύρους εποχική κύμανση και τα μικρά βάθη μαρτυρούν γρήγορη αναπλήρωση και περιορισμένη εκμετάλλευση του πλούσιου δυναμικού. Πράγματι, είναι γνωστό ότι ο κύριος όγκος των υδατικών αναγκών της περιοχής καλύπτεται από άμεσες απολήψεις των επιφανειακών υδάτων κύρια μέσω συλλογικών δικτύων.

13.7 Ποιότητα νερών – Χημικές αναλύσεις

Αξιολόγηση στοιχείων υπαρχόντων πριν την εκπόνηση της παρούσας Μελέτης

Η παράθεση των στοιχείων ποιότητας προκύπτει από πρόσφατη ερευνητική εργασία (Βεράνης κ.α., 2012), σύμφωνα με την οποία τα νερά είναι γενικώς αλκαλικά με

pH=7,69 (6,90-8,64) και η αγωγιμότητα τους κυμαίνεται από 182 έως 4517 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Οι μεγαλύτερες τιμές της αγωγιμότητας ($>1500 \mu\text{S}/\text{cm}$) εντοπίζονται στις παράκτιες περιοχές, κατά μήκος του ποταμού Λουδία, στο δέλτα του Αλιάκμονα και σε εγκλωβισμένες βαθιές υδροφορίες που εντοπίζονται στο κεντρικό τμήμα του υδροφόρου συστήματος. Οι χαμηλότερες τιμές της αγωγιμότητας εντοπίζονται στο νότιο και στο δυτικό τμήμα και σχετίζονται με εμπλουτισμό από τη διήθηση επιφανειακών νερών του Αλιάκμονα, νερά πηγών του Βερμίου ή όμβριων υδάτων από τα Πιέρια όρη. Το διαλυμένο οξυγόνο (DO) κυμαίνεται από 1,1 έως 8,2 mg/l. Οι μικρότερες τιμές εντοπίζονται στις βαθιές υπό πίεση υδροφορίες και οι μεγαλύτερες στις αβαθείς υδροφορίες.

Οι τιμές του ασβεστίου κυμαίνονται από 7 έως 158 mg/l και του μαγνησίου από 2 έως 143 mg/l. Τα χλωριόντα κυμαίνονται από 3,5 έως 1276 mg/l και το νάτριο από 2 έως 750 mg/l. Οι υψηλότερες τιμές στα χλωριόντα και στο νάτριο εντοπίζονται σε υδροφορίες κατά μήκος του Λουδία ποταμού, στην παράκτια περιοχή, στο δέλτα του ποταμού Αλιάκμονα και σε εγκλωβισμένες βαθιές υδροφορίες που εντοπίζονται στο κεντρικό τμήμα του υδροφόρου συστήματος. Η κατεύθυνση αύξησης του λόγου $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ (σε meq/l) συμπίπτει κατά προσέγγιση με την κατεύθυνση κίνησης του υπόγειου νερού που προκύπτει από τους πιεζομετρικούς χάρτες. Στην περιοχή του Πλατέως καταγράφονται στοιχεία υφαλμύρισης.

Στο παρελθόν, η χαμηλή ταχύτητα ροής του ποταμού Λουδία συνέβαλλε στην δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών για την είσοδο της θάλασσας κατά την παλίρροια σε μεγάλο βάθος που έφθανε μέχρι την περιοχή Πλατύ-Αλεξάνδρεια. Το φαινόμενο αυτό εξαλείφθηκε με την κατασκευή θυροφραγμάτων που κατασκευάστηκαν στην κοίτη του ποταμού. Η κατασκευή των φραγμάτων στον ποταμό Αλιάκμονα, εκτιμάται από πρόσφατες μελέτες ότι συνέβαλε στην επέκταση του μετώπου θαλάσσιας διείσδυσης στη δελταϊκή περιοχή του ομώνυμου ποταμού.

Οι συγκεντρώσεις νιτρικών κυμαίνονται από 0,5 έως 234 mg/l και ποσοστό περίπου 5% των γεωτρήσεων που αναλύθηκαν παρουσιάζει μέση συγκέντρωση πάνω από το όριο ποσιμότητας των 50mg/l. Οι υψηλότερες τιμές καταγράφονται στις ζώνες τροφοδοσίας του συστήματος στο βόρειο, δυτικό τμήμα και σε ορισμένες περιοχές του ανατολικού τμήματος, όπου και επικρατούν οξειδωτικές συνθήκες. Αντίθετα στο πεδινό κεντρικό και νότιο τμήμα, οι συγκεντρώσεις των νιτρικών είναι χαμηλές, παρά την ύπαρξη υψηλών πιέσεων από ανθρωπογενείς δραστηριότητες με υψηλή εκροή N στο περιβάλλον. Το παρατηρούμενο αποτέλεσμα στην περιοχή αυτή, αποδίδεται αφενός στη γεωλογική

δομή των υδροφόρων συστημάτων, στην υψηλή περιεκτικότητα οργανικής ουσίας και στην επικράτηση αναγωγικών συνθηκών.

Οι συγκεντρώσεις του σιδήρου και μαγγανίου σε αρκετές γεωτρήσεις υπερβαίνουν τα όρια που έχουν θεσπισθεί για το πόσιμο νερό (200 µg/l Fe, 50 µg/l Mn). Οι τιμές μαγγανίου κυμαίνονται από 5 έως 716 µg/l, ενώ οι τιμές σιδήρου κυμαίνονται από 5 έως 8878 µg/l. Η υπέρβαση από το ανώτατο επιτρεπτό όριο για το μαγγάνιο παρουσιάζεται στο 15% των γεωτρήσεων που έγιναν προσδιορισμοί και για το σίδηρο ανέρχεται στο 7% αντίστοιχα. Οι τιμές του αρσενικού είναι γενικά χαμηλές (< 4 µg/l), με εξαίρεση τις περιοχές Νεοχωρίου, Σχοινά, Άραχου, Πλατέως, Λειανοβεργίου, Τρικάλων, όπου σε υδρευτικές και αρδευτικές γεωτρήσεις διαπιστώθηκαν σχετικά υψηλές τιμές αρσενικού (10-208 µg/l), που αντιστοιχούν στο 4,7% των δειγμάτων και υπερβαίνουν το ανώτατο επιτρεπτό όριο των 10 µg/l για το πόσιμο νερό.

Οι συγκεντρώσεις χρωμίου κυμαίνονται από μικρότερες από 5µg/l έως 90 µg/l. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις, όπου αυτές απαντώνται, σχετίζονται με τα προϊόντα διάβρωσης και μεταφοράς των υλικών από τα υπερβασικά πετρώματα που εντοπίζονται στο όρος Βέρμιο.

Αξιολόγηση Χημικών Αναλύσεων παρούσης Μελέτης

Όπως έχει προαναφερθεί, στον κάτω ρου της λεκάνης του ποταμού Αλιάκμονα αναπτύσσονται (α) ελεύθεροι υδροφορείς με επιφάνεια μέχρι του βάθους των 10 μέτρων, (β) υπό πίεση έως μερικώς υπό πίεση υδροφορείς με διακύμανση του βάθους της πιεζομετρικής επιφάνειας από 40 έως 60 μέτρα, (γ) υπό πίεση υδροφορείς βάθους από 100 έως 200 μέτρα. Ο σχολιασμός των σχέσεων τροφοδοσίας μεταξύ των επιφανειακών και των υπόγειων νερών της λεκάνης, αφορά κατά βάση τους ελεύθερους και δευτερευόντως τους μερικώς υπό πίεση υδροφόρους ορίζοντες. Δεν αναμένεται υδραυλική σχέση επικοινωνίας μεταξύ των επιφανειακών νερών και των βαθιών υπό πίεση υδροφορέων, εξαιτίας τόσο της θέσης τους σε σχέση με την επιφάνεια του εδάφους (βάθος οροφής υδροφορέα), όσο και της λιθολογικής σύστασης της οροφής τους (αδιαπέρατοι ορίζοντες).

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.

Οι τιμές των φυσικοχημικών παραμέτρων (TDS, αγωγιμότητα, αλατότητα κ.λ.π.) που εξετάστηκαν για τα υπόγεια και επιφανειακά νερά της λεκάνης είναι παρεμφερείς, γεγονός

το οποίο θα μπορούσε να ερμηνευθεί και ως δείκτης άμεσης συσχέτισης των επιφανειακών με τα υπόγεια νερά.

Οι τιμές αγωγιμότητας των υπόγειων νερών στα νότια κράσπεδα της λεκάνης είναι ελαφρά αυξημένες σε σχέση με αυτές των επιφανειακών νερών και επικρατούν αναγωγικές συνθήκες. Πράγματι, με βάση και τα υδρογεωλογικά και πιεζομετρικά δεδομένα προκύπτει ότι στην περιοχή αυτή επικρατούν περιορισμένες συνθήκες τροφοδοσίας λόγω του λεπτομερούς γεωλογικού υλικού και των υδρογεωλογικών ορίων (νεογενή), που στο σύνολό τους ευνοούν την ανάπτυξη αναγωγικών συνθηκών και αυξημένων αλατοτήτων λόγω εμπλουτισμού από περιορισμένη κίνηση νερού. Στις υπόλοιπες περιοχές της λεκάνης, όπως τεκμηριώνεται και από τα προαναφερθέντα στοιχεία (υδρογεωλογία-πιεζομετρία), προκύπτει σχέση τροφοδοσίας επιφανειακών υπόγειων νερών. Ωστόσο δεν τεκμηριώνεται το σύνολο των σχέσεων τροφοδοσίας που έχουν αναλυθεί σε προηγούμενες παραγράφους, για τη συγκεκριμένη λεκάνη, με βάση την ανάλυση των πιεζομετρικών παρατηρήσεων (κύρια προγενέστερων αλλά πρόσφατων μελετών). Συγκεκριμένα, στο νοτιοδυτικό τμήμα της πεδινής ζώνης του ποταμού (είσοδος Αλιάκμονα από την ορεινή στην πεδινή ζώνη) υπάρχει τροφοδοσία της φρεάτιας υδροφορίας από το ποτάμι. Στο βόρειο πεδίο υπάρχει εκφόρτιση της φρεάτιας υδροφορίας προς τις στραγγιστικές τάφρους. Η συνολική εικόνα λοιπόν που αποδίδεται είναι αυτή της σχετικά ομοιογενούς κατανομής των φυσικοχημικών παραμέτρων στα υπόγεια και επιφανειακά νερά της περιοχής.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων μαρτυρούν περιορισμένα ευρήματα μόνο στα υπόγεια νερά και αρκετά ευρήματα στα επιφανειακά νερά. Αντίστοιχα, σημειώνεται η απουσία καφεΐνης στα υπόγεια νερά, με ελάχιστες εξαιρέσεις. Η παραπάνω εικόνα συνολικά οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η κίνηση του επιφανειακού προς τα υπόγεια νερά υπάρχει αλλά είναι περιορισμένη και οι συνθήκες τροφοδοσίας των υπόγειων νερών δε σχετίζονται απόλυτα με τα επιφανειακά νερά (όσον αφορά κυρίως στους μερικώς υπό πίεση υδροφόρους ορίζοντες), με άλλα λόγια η τροφοδοσία των υπόγειων νερών ελέγχεται από την υδρογεωλογία της περιοχής και όχι από το υδρογραφικό της δίκτυο. Σε κάθε περίπτωση είναι αποδεκτή η διήθηση διάχυτης ρύπανσης γεωργικής προέλευσης μέσω της ακόρεστης ζώνης. Η περιορισμένη ύπαρξη καφεΐνης στα υπόγεια νερά συνδέεται και με το γεγονός ότι οι πηγές αστικής ρύπανσης των υπόγειων υδάτων είναι περιορισμένες σε σχέση με αυτές των επιφανειακών νερών.

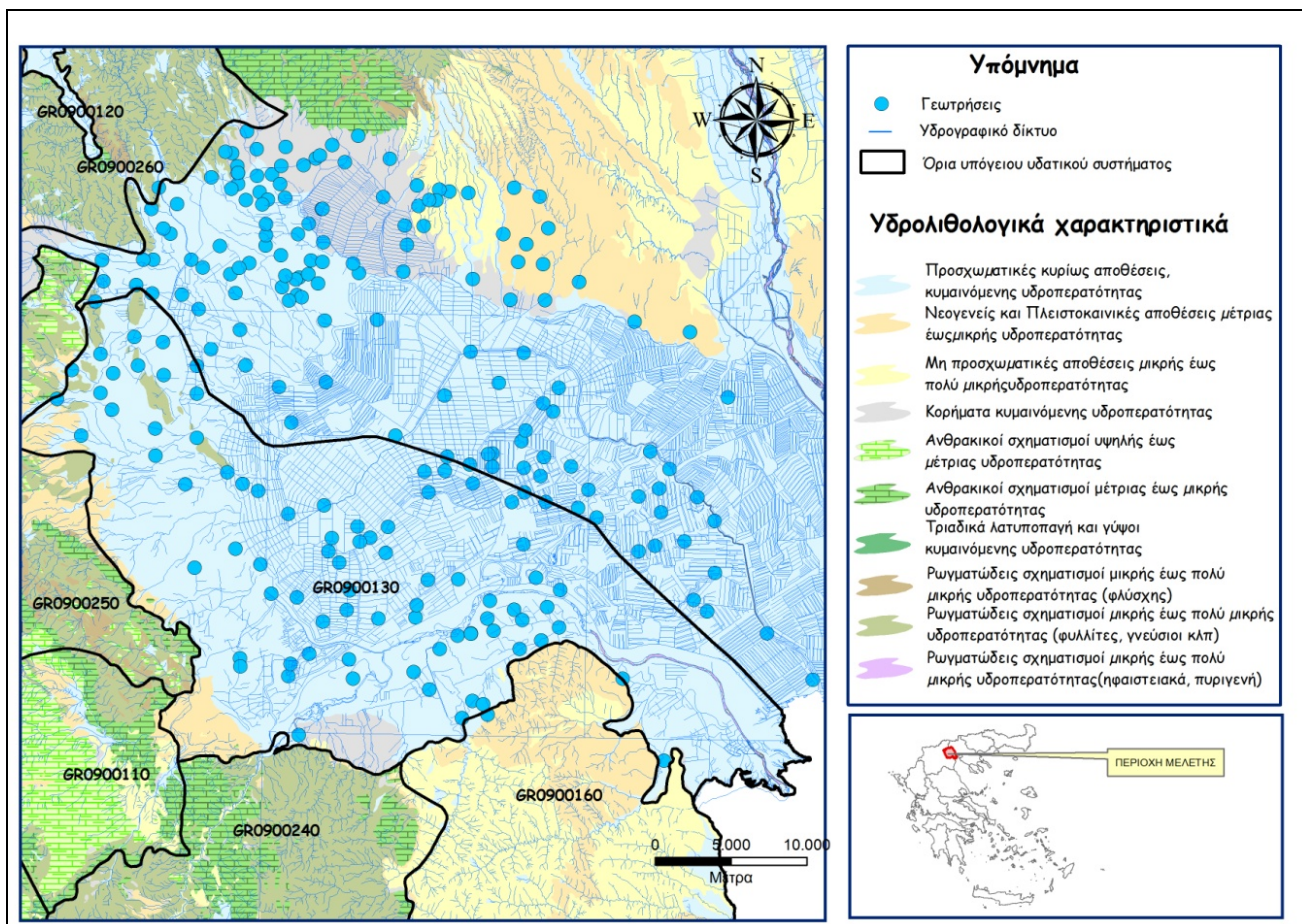
Δηλαδή, τα επιφανειακά νερά δέχονται περισσότερες πηγές ρύπανσης αστικής προέλευσης.

Η εμφάνιση μεμονωμένων περιπτώσεων ρύπανσης υπόγειων νερών από γεωργικά φάρμακα στην πεδινή ζώνη του Αλιάκμονα, θα πρέπει να αποδοθεί σε φαινόμενα σημειακής ρύπανσης εξαιτίας ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στην εγγύς περιοχή, σε συνδυασμό ενδεχομένως με τα πλημμυρή κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της γεώτρησης ή και τις συνθήκες στράγγισης των εδαφών και τις συνθήκες απορροής στη γύρω ζώνη.

13.8 Σχέσεις υπόγειων νερών με επιφανειακούς άξονες ροής – Συμπεράσματα

Οι διαπιστώσεις που ακολουθούν αφορούν τη λεκάνη του κάτω ρου του Αλιάκμονα και ειδικότερα το πεδινό τμήμα αυτής, όπως έχει προαναφερθεί. Η σύγκριση των πιεζομετρικών φορτίων μεταξύ των επάλληλων υδροφοριών αναφέρεται με βάση κυρίως τις βιβλιογραφικές αναφορές.

Σύμφωνα με τους Βεράνη κ.α. (2012) το βάθος της πιεζομετρικής επιφάνειας κυμαίνεται από 0,2 m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους (αρτεσιανές), έως 125 m με γεωμετρικό μέσο τα 4,10 m. Οι μεγαλύτερες τιμές (το μεγαλύτερο βάθος της πιεζομετρικής επιφάνειας) εντοπίζονται στο λοφώδες τμήμα που αποτελεί την περιφέρεια του υδροφόρου συστήματος και οι μικρότερες (μικρό βάθος πιεζομετρικής επιφάνειας ή/και αρτεσιανισμός) στο πεδινό τμήμα αντίστοιχα (σχήμα 13.8.2). Στο συμπέρασμα αυτό καταλήγει κανείς και από την παρατήρηση των μετρήσεων στάθμης που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο του παρόντος έργου (πίνακας 13.6.1). Πράγματι, στις θέσεις παρατήρησης με κωδικούς 198, 199, 200, 203 και 205, το βάθος της πιεζομετρικής επιφάνειας είναι περιορισμένο. Οι θέσεις αυτές βρίσκονται στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης του κάτω ρου του Αλιάκμονα και σε μια ζώνη που περικλείεται από το Κλειδί, την Αλεξάνδρεια, το Καμποχώρι και τον Πρόδρομο. Παρατηρείται ότι η περιοχή αυτή συμπίπτει σε μεγάλο βαθμό με μια ζώνη κατά μήκος της κοίτης του ποταμού Αλιάκμονα. Διαπιστώνεται διαφορά στο υδραυλικό φορτίο (1,5-4,5 m) μεταξύ των διαφορετικού βάθους υδροφορέων. Η πιεζομετρική επιφάνεια στις βαθιές υπό πίεση υδροφορίες διαμορφώνεται σε μικρότερο βάθος απ' ότι στις αβαθείς.



Σχήμα 13.8.1: Υδρολιθολογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής κάτω ρου Αλιάκμονα (από Βεράνη κ.α., 2012)

Παρατηρείται εποχιακή διακύμανση της πιεζομετρικής επιφάνειας. Στο δυτικό τμήμα της υπόγειας υδροφορίας που αναπτύσσεται στις κοκκώδεις αποθέσεις της λεκάνης, όπου επικρατούν τα Πλειστοκαινικά ιζήματα, με το χαμηλότερο συντελεστή υδραυλικής αγωγιμότητας, η διακύμανση είναι 2,0 έως 10,9 m, ενώ στο πεδινό κεντρικό και νότιο τμήμα, όπου επικρατούν τα Τεταρτογενή ιζήματα και είναι η περιοχή εκφόρτισης του συστήματος, η διακύμανση είναι 0,2 έως 2,0 m αντίστοιχα.

Παρατηρείται γενικά ακτινωτή ροή από την περιφέρεια προς το κεντρικό τμήμα στο χώρο της αποξηραμένης λίμνης Γιαννιτσών, που είναι και η περιοχή εκφόρτισης της υπόγειας υδροφορίας των κοκκωδών αποθέσεων της λεκάνης. Στη λοφώδη περιοχή όπου επικρατούν οι Πλειστοκαινικές αποθέσεις ή τα Νεογενή ιζήματα (όπως έχει περιγραφεί στη γεωλογική και στην υδρολιθολογική δομή της λεκάνης – χάρτες 13.4.1 και 13.8.1), η υδραυλική κλίση και η εποχιακή διακύμανση της πιεζομετρικής επιφάνειας έχουν μεγαλύτερες τιμές. Στην περιοχή Πλατέως-εκβολών Λουδία και στο δέλτα του Αλιάκμονα

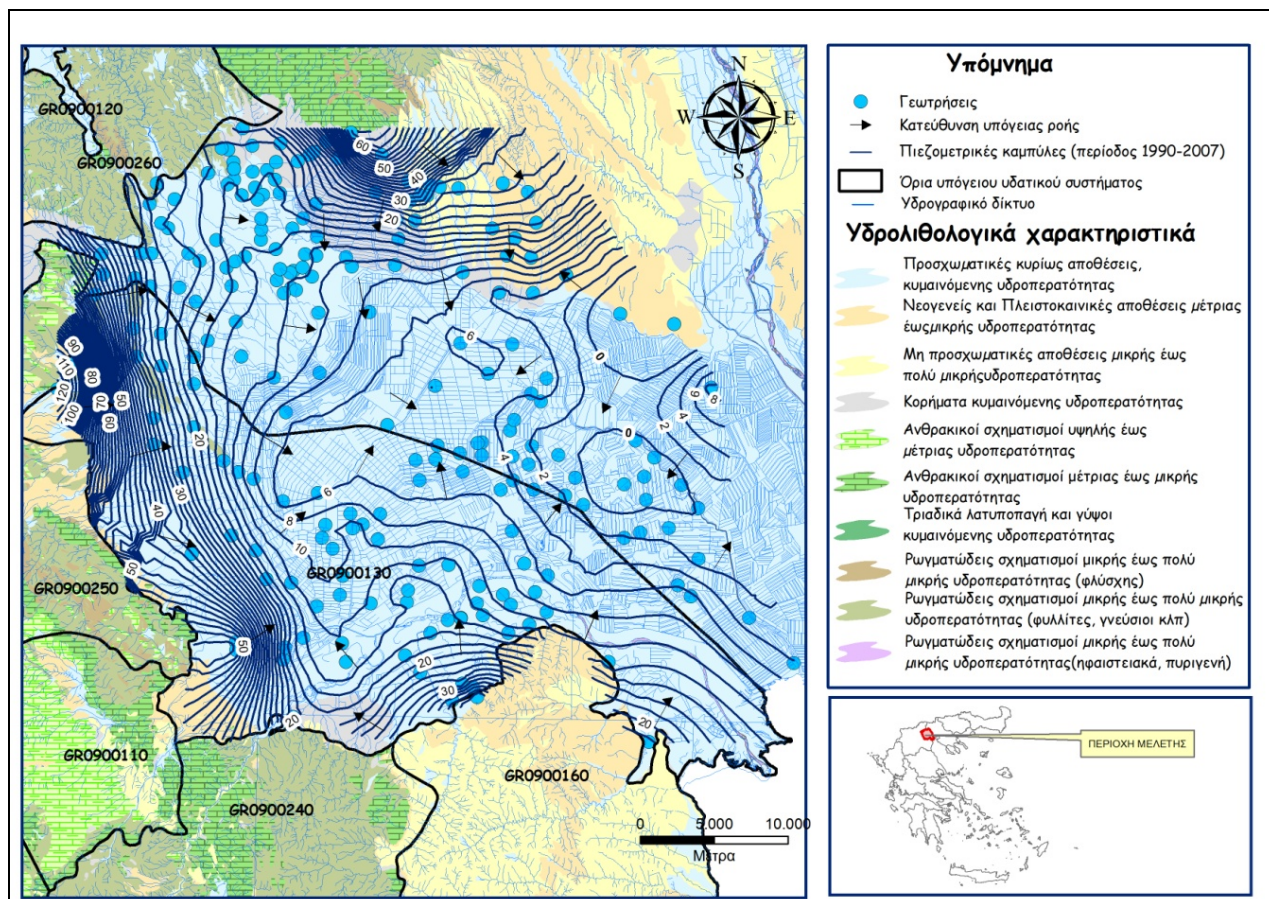
οι υδραυλικές κλίσεις είναι πολύ χαμηλές γεγονός που καθιστούν τα τμήματα αυτά της υδροφορίας επιδεκτικά σε υφαλμύριση.

Στην περιοχή της Τάφρου 66 οι πιεζομετρικές καμπύλες είναι παράλληλες, γεγονός που αποκλείει την υδραυλική επικοινωνία μεταξύ της τάφρου και της υπόγειας υδροφορίας. Ανάντη της Τάφρου 66 φαίνεται ότι πραγματοποιείται μικρή τροφοδοσία των υδατορεμάτων του Αν. Βερμίου από την υδροφορία.

Στο ΝΔ τμήμα της λεκάνης του κάτω ρου του Αλιάκμονα, ο ομώνυμος ποταμός κατά την είσοδό του στην πεδινή περιοχή (περιοχή Άμμος- Βαρβάρες) τροφοδοτεί την υπόγεια υδροφορία. Κατά μήκος του άξονα Βεργίνα-Κουλούρα – Σταυρός, που αποτελεί και το χαμηλότερο τοπογραφικό σημείο, φαίνεται ότι η εκφόρτιση της υπόγειας υδροφορίας γίνεται προς την περιοχή της αποξηραμένης λίμνης Γιαννιτσών. Προς το νότιο τμήμα της υπόγειας υδροφορίας, οι πιεζομετρικές καμπύλες υποδεικνύουν ότι ο ποταμός τροφοδοτείται από το νότο από την υπόγεια υδροφορία, ενώ ο ποταμός τροφοδοτεί την υπόγεια υδροφορία προς τα ΒΑ. Στο νοτιοδυτικό τμήμα, από τα υδατορέματα της λοφώδους περιοχής φαίνεται ότι γίνεται μερική τροφοδοσία της υπόγειας υδροφορίας. Στην περιοχή νότια των ΔΔ Κορυφής και Πρασινάδας γίνεται εκφόρτιση της υπόγειας υδροφορίας προς τον Αλιάκμονα. Στο κεντρικό και νότιο τμήμα του συστήματος η κατεύθυνση της υπόγειας ροής είναι σταθερά ΝΝΔ → ΒΒΑ μέχρι την κοίτη του Λουδία.

Η έναρξη παροχέτευσης νερού από τον Αλιάκμονα στα αρδευτικά δίκτυα σε ετήσια βάση κατά την έναρξη της αρδευτικής περιόδου, συνοδεύεται από απότομη αύξηση της στάθμης των υπόγειων νερών, σύμφωνα με πρόσφατες ερευνητικές εργασίες.

Μακράς περιόδου (1990-2007) δεδομένα από σταθμημετρήσεις σε εβδομήντα πέντε (75) αρδευτικές γεωτρήσεις στο Β-ΒΔ τμήμα του συστήματος δείχνουν διαχρονική ταπείνωση της πιεζομετρικής επιφάνειας στην περιοχή αυτή που αποδίδεται στις υπεραντλήσεις. Αντίθετα στο κεντρικό ή στο νότιο τμήμα της υπόγειας υδροφορίας και ιδιαίτερα στην περιοχή μεταξύ των ποταμών Αλιάκμονα και Λουδία, όπου η άρδευση γίνεται μόνο από επιφανειακά νερά, παρατηρείται κατά θέσεις ακόμη και άνοδος της πιεζομετρικής επιφάνειας (Βεράνης κ.α., 2012).



Σχήμα 13.8.2: Πιεζομετρία προσχωματικής υδροφορίας λεκάνης κάτω ρου Αλιάκμονα και άξονες υπόγειας ροής (από Βεράνη κ.α., 2012)

13.9 Βιβλιογραφία

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Εργαστήριο Γεωργικών Φαρμάκων. (2002). Πρόγραμμα Ελέγχου Ποιότητας Επιφανειακών Υδάτων στη Μακεδονία-Θράκη

Βεράνης, Ν., Χρηστίδης, Χ., Χρυσάφη, Α., Μακροβασίλη, Κ., (2012). Υδρογεωλογικές συνθήκες & ποιότητες των υπόγειων νερών στο υδροφόρο σύστημα των ποταμών κάτω ρου Αλιάκμονα-Λουδία, Κ. Μακεδονία, Β. Ελλάδα. Πρακτικά 2ου Κοινού Συνεδρίου ΕΥΕ-ΕΕΔΥΠ.

Βεράνης Ν., (2009). Υδρογεωλογική αναγνώριση & αποτύπωση των συνθηκών ύδρευσης στο Δήμο Μελίκης, Ν. Ημαθίας. Αδ. μελέτη, ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη, 71 σελ.

Βεράνης, Ν., Καλούση, Ε., Λαζαρίδου, Μ., Πρατανόπουλος, Α. & Χατζηκώρκου, Α., (2010). Υδρογεωλογική Μελέτη Υδροφόρων Συστημάτων Κεντρικής Μακεδονίας. Έργο Γ

ΚΠΣ (2003-2009) «Καταγραφή & Αποτίμηση των Υδρογεωλογικών Χαρακτήρων των Υπόγειων Νερών & των Υδροφόρων Συστημάτων της Χώρας». Αδημ. Μελέτη ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη. 15 Τεύχη, Χάρτες.

Γκράνα, Δ., (2010). Διαχείριση υδρολογικής λεκάνης Αλιάκμονα. Υδατικό ισοζύγιο Εξαρχου Νικολόπουλος Μπενσασσών Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ - ΓΕΩΣΥΝΟΛΟ Σύμβουλοι Μηχανικοί & Γεωλόγοι Εταιρεία Περιορισμένης Ευθύνης ΕΠΕ - Λίζα Μπενσασσών - Ηλίας Κουρκούλης - ENVIROPLAN Μελετητική Σύμβουλοι Αναπτυξιακών & Τεχνικών Έργων ΑΕ - ΔΙΚΤΥΟ-Ανώνυμη Εταιρία Τεχνικών Μελετών ΑΕ - Βαβίζος-Ζαννάκη Μελέτες Έρευνες ΑΕ - Φωτεινή Μπαλτογιάννη (2012). Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Κεντρικής & Δυτικής Μακεδονίας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, κατ' εφαρμογή του Ν. 3199/2003 & του ΠΔ 51/2007»

ΕΠΤΑ, σύμβουλοι μελετητές περιβαλλοντικών έργων. (2007). Στρατηγική μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων του προγράμματος Ελλάδα-ΠΓΔΜ του στόχου 3 Ευρωπαϊκή χωρική συνεργασία

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

Πανώρας, Α., Χατζηγιαννάκης, Σ., (1992). Εκτίμηση της παροχής & της ποιότητας των νερών του παλιρροιακού ποταμού Λουδία. Υδροτεχνικά, Τόμ. 2, Τ.1, σελ. 25-38.

Στύλλας, Μ., (2009). Η Εξέλιξη των δελταϊκών ιζηματογενών αποθέσεων του ποταμού Αλιάκμονα στο Θερμαϊκό κόλπο από φυσικούς & ανθρωπογενείς παράγοντες κατά το Ολόκαινο.

ΥΠΕΚΑ, Ειδική Γραμματεία Υδάτων. (2012). Ποιότητα επιφανειακών & υπόγειων υδάτων της χώρας 2000 – 2008.