

ΕΡΓΟ

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

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΛΟΥΔΙΑ - ΜΟΓΛΕΝΙΤΣΑΣ 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



9. Λεκάνη Λουδία - Μογλενίτσα

9.1 Γενικά

Η λεκάνη Λουδία – Μογλενίτσα ταυτίζεται με τη λεκάνη της πρώην λίμνης Γιαννιτσών. Καταλαμβάνει το ΒΔ τμήμα της κεντρικής Μακεδονίας και εντοπίζεται μεταξύ των λεκανών του Αξιού ανατολικά και του Αλιάκμονα δυτικά. Η έκταση της λεκάνης της λίμνης υπολογίζεται στα 1409 km².

Η γεωμορφολογική εικόνα της περιοχής είναι σε γενικές γραμμές απόρροια της ορογένεσης του Άνω Κρητιδικού - Κάτω Ηωκαίνου και των επακόλουθων τεκτονικών κινήσεων.

Οι τεκτονικές κινήσεις και οι κατακόρυφες κινήσεις στο Τριτογενές, που συνεχίστηκαν και κατά το Τεταρτογενές συνέβαλαν στη δημιουργία τεκτονικών τάφρων ή λεκανών (λεκάνη Αλμωπίας, λεκάνη Αξιού, Λουδία, Αλιάκμονα) (βλέπε χάρτη εικ.9.9.1), όπου τεράστιες ποσότητες υλικών που μετέφεραν οι μεγάλοι ποταμοί (κυρίως Αξιός και Αλιάκμονας), αποτέθηκαν στην αβαθή θάλασσα και αποτέλεσαν την δημιουργία εκτεταμένων αλληλοσυμπλεκόμενων Δέλτα. Η γρήγορη ανάπτυξη των δέλτα σε συνδυασμό με τη βαθμιαία πρόσχωση του πυθμένα και την απόσυρση της θάλασσας οδήγησαν στη δημιουργία νέας ξηράς σε βάρος της θάλασσας του κόλπου του Θερμαϊκού. Ως τελικό αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής ήταν:

α) η δημιουργία της λίμνης Γιαννιτσών ή λίμνης Λουδία, όπως παλιότερα ονομαζόταν, ως απομεινάρια του Θερμαϊκού κόλπου

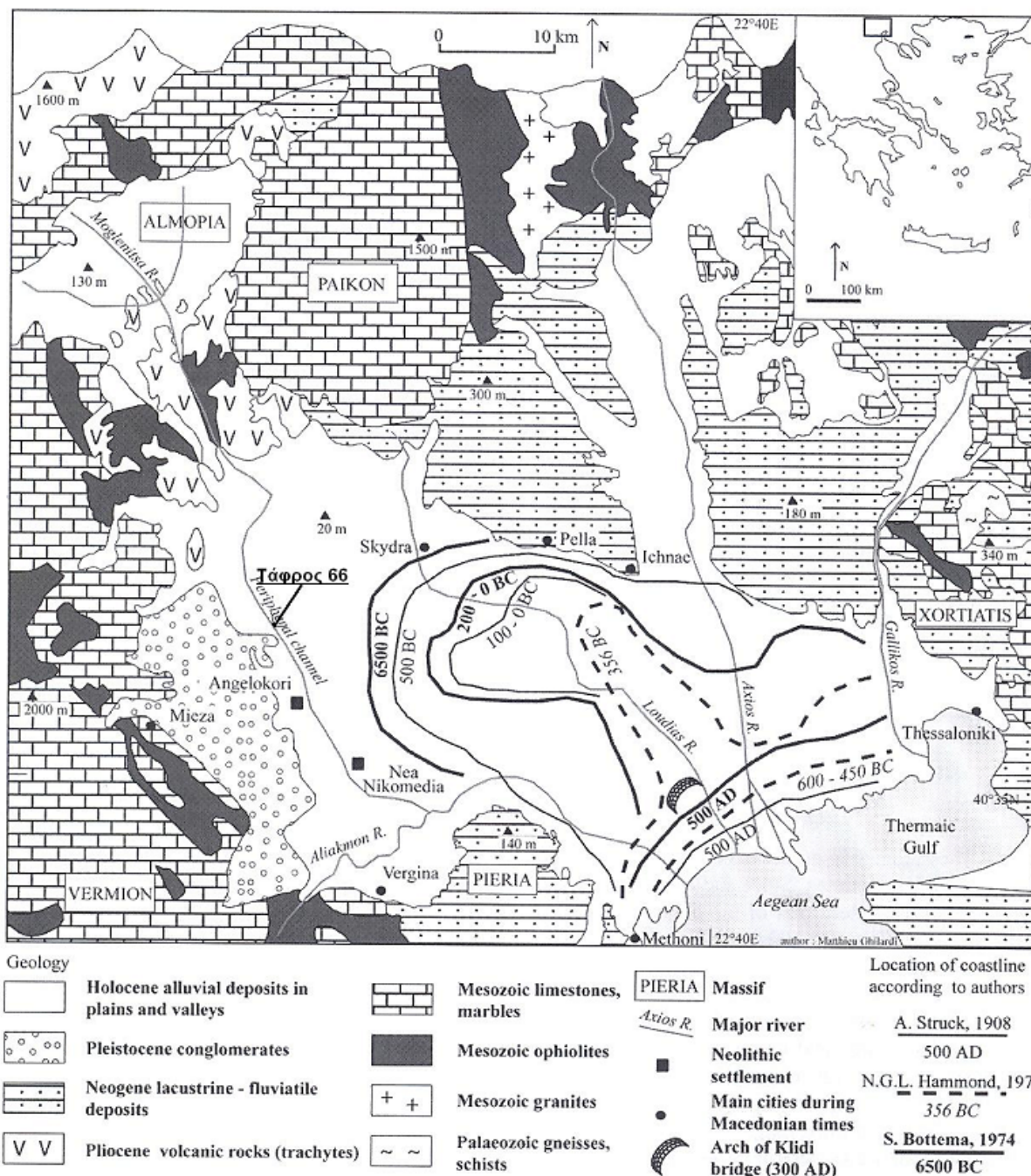
β) η δημιουργία της νέας ξηράς κατάντη της λίμνης ως αποτέλεσμα των αλληλοσυμπλεκόμενων Δέλτα (Αξιού – Αλιάκμονα)

γ) ο σαφής διαχωρισμός πλέον της απόθεσης της στερεοπαροχής των δυο ποταμών

-από κοινού στη λίμνη Γιαννιτσών (από ανατολικά ο Αξιός και από δυτικά ο Αλιάκμονας)

- προς τα νότια στο Θερμαϊκό κόλπο

δ) η συγκέντρωση των απορροών όλων των υπολοίπων χειμάρρων και ποταμών, δηλαδή των λεκανών μεταξύ Αλιάκμονα και Αξιού, στη λίμνη Γιαννιτσών και τη διοχέτευση στη συνέχεια της απορροής στο Θερμαϊκό κόλπο, μέσα από διάσπαρτες κοίτες.



Εικ.9.9.1. Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της ακτογραμμής του Θερμαϊκού και κατά συνέπεια του εκτεταμένου αλλουβιακού πεδίου δυτικά της Θεσσαλονίκης (Bornovaw and Rontogianni, 1983).

9.2 Βασική βιβλιογραφία και στοιχεία

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

Έχουν συλλεχθεί υδρογεωλογικές μελέτες και μελέτες ποιότητας υπογείων νερών μεταξύ των οποίων και αυτές του πίνακα 9.2.1.

Πίνακας 9.2.1.

Μελέτες, εργασίες και ερευνητικές εκθέσεις, που χρησιμοποιήθηκαν για την απόκτηση γνώσης της περιοχής λεκάνης Μογλενίτσα – Λουδία (πρώην λίμνης Γιαννιτσών)

Αριθμός	Χαρακτηριστικά μελέτης
1	ΒΕΡΑΝΗΣ, Ν., Υδρογεωλογική μελέτη των υδροφόρων συστημάτων της περιοχής της κεντρικής Μακεδονίας. Τόμ. 1 και 2Α. CSF Project (2003-2009) «Καταγραφή και αξιολόγηση των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών των υδροφόρων συστημάτων της χώρας». RUCM-IGME, Θεσσαλονίκη, 2010
2	ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Γ., Υδρογεωλογική μελέτη του όρους Πάικου και του καρστικού συστήματος των πηγών Αραβησσού, 2000
3	ΔΙΟΥ Π., ΠΟΛΛΑΕΤΙΔΟΥ Ι., Διερεύνηση συνθηκών ύδρευσης νομού Πέλλας, ποιότητα-επάρκεια νερού ύδρευσης. Δημοκρίτειο πανεπιστήμιο Θράκης, Διπλωματική εργασία, Ξάνθη, 1991
4	ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ., Ευπρόσβλητες ζώνες της Ελλάδος από Νιτρορύπανση, γεωργικής προέλευσης. (Οδηγία 96/676/ΕΟΚ). Τελική έκθεση για λογαριασμό του ΥΠΕΧΩΔΕ. Πρόγραμμα του Πανεπιστημίου Πατρών. Τμήμα γεωλογίας. Πάτρα, 1999
5	ΡΑΠΤΗ, Δ., Υδρογεωλογικές έρευνες στην περιοχή Σκύδρας-Επισκοπής(κεντρική Μακεδονία). Θεσσαλονίκη. Διδακτορική Διατριβή ΑΠΘ, 1995
6	ΣΩΤΗΡΙΑΔΗΣ Μ., Ποιοτικά χαρακτηριστικά των υπόγειων νερών της πεδινής περιοχής δυτικά της Θεσσαλονίκης. Διατριβή ειδίκευσης, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη, 2000
7	ΙΓΜΕ, Έλεγχος ποιότητας και υδρογεωλογικές μελέτες του υδατικού δυναμικού του Υδατικού Διαμερίσματος Δυτικής Μακεδονίας. Θεσσαλονίκη, 2001
8	ΥΠΕΧΩΔΕ. Ποιοτική Παρακολούθηση και Έλεγχος Υδατικών Πόρων Κ. Μακεδονίας (Λεκ. Ημαθίας, Πιερίας, Αλμωπίας) και Παράκτιες Περιοχές του Θερμαϊκού Κόλπου
9	ΒΕΡΑΝΗΣ Ν., Υδατικό ισοζύγιο λεκανών παρακολούθησης ποιότητας και μέτρα προστασίας νερού Κεντρικής Μακεδονίας. ΙΓΜΕ, 2008

Αριθμός	Χαρακτηριστικά μελέτης
10	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 9.2.2.

Βασικά στοιχεία που αντλήθηκαν από τις μελέτες του πίνακα 9.2.1.

Αριθμός	Βασικά στοιχεία που αντλήθηκαν για τη περιοχή
1	Υδρογεωλογία, Υδροχημεία, πιεζομετρία, απογραφή σημείων νερού
2	Υδρογεωλογία περιοχής Αραβησσού
3	Γεωμορφολογία υδρογεωλογία
4	Νιτρορύπανση
5	Γεωλογία, υδρογεωλογία, υδροχημεία, πιεζομετρία, υδραυλικοί παράμετροι
6	Υδροχημεία
7	Υδροχημεία, απογραφή σημείων νερού
8	Υδρογεωλογία, υδροχημεία, απογραφή σημείων νερού
9	Υπόγεια Υδατικά συστήματα, στοιχεία γεωτρήσεων, απογραφή σημείων,

9.3 Γεωμορφολογία λεκάνης

Η συνολική λεκάνη της πρώην λίμνης Γιαννιτσών, αποτελούσε τη λεκάνη απορροής του Λουδία ποταμού. Συγκέντρωνε τα νερά που προέρχονταν από ένα ευδιάκριτο ορεινό τόξο, δυτικά από την ανατολική πλευρά του Βερμίου όρους, βόρεια από τη νότια πλευρά του όρους Βόρας, και βορειοανατολικά-ανατολικά από τις Δ και ΝΔ πλευρές του Πάικου όρους.

Η έκταση της λεκάνης της πρώην λίμνης υπολογίζεται στα 1.409 km². Οι μεγάλες ποσότητες νερών και ο μικρός όγκος της λίμνης (ρηχή λίμνη), προκαλούσε συχνά και

ιδιαίτερα κατά τους χειμερινούς μήνες μεγάλες πλημμύρες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δεχτεί το 1938 η περιοχή σημαντικές παρεμβάσεις στο υδρογραφικό δίκτυο, με στόχο την αποξήρανση της λίμνης.



Εικ.9.3.1. Μορφολογικός χάρτης ευρύτερης περιοχής πρώην λίμνης Γιαννιτσών (Μογλενίτσα – Λουδία) (απόσπασμα χάρτη από Wikimapia.org - 2012).

Οι παρεμβάσεις αυτές είχαν ως συνέπεια την εκτροπή του μεγαλύτερου μέρους των απορροών της λεκάνης, προς τον Αλιάκμονα, δημιουργώντας έτσι δυο αυτοτελείς σχεδόν λεκάνες, τη λεκάνη Μογλενίτσα δυτικά, με τελικό αποδέκτη τον Αλιάκμονα και τη λεκάνη

Λουδία ανατολικά, με τελικό αποδέκτη τον Λουδία. Ο ποταμός Λουδίας αρχικά αποστράγγισε τα νερά της λίμνης Γιαννιτσών με τελική κατάληξη το Θερμαϊκό κόλπο μεταξύ των εκβολών Αξιού και Αλιάκμονα. Οι απορροές της νέας δημιουργηθείσας λεκάνης Μογλενίτσα και των ποταμών και χειμάρρων της δυτικής περιοχής (περιοχή Βερμίου όρους) διοχετεύονται με μια τεχνητή τάφρο (τάφρος 66), που εντοπίζεται στα δυτικά του πεδινού τμήματος, προς τον Αλιάκμονα ποταμό. Έτσι, η διαμόρφωση του σημερινού ανάγλυφου υπήρξε αποτέλεσμα τόσο φυσικών παραγόντων (τεκτονικών κινήσεων, ηφαιστειακής δραστηριότητας, κλιματικών αλλαγών), όσο και ανθρωπογενών παρεμβάσεων (διευθέτηση χειμάρρων, αποξηράνσεις, διαχείριση των καλλιεργειών και βοσκοτόπων, φράγματα κ.λ.π.).

Ενδιαφέρον σημείο από γεωμορφολογικής άποψης είναι το γεγονός, ότι το ευρύτερο πεδινό τμήμα, μεταξύ των ποταμών Αλιάκμονα και Αξιού, είναι δυνατόν να διαχωρισθεί σε τρία τμήματα, το νότιο, το κεντρικό και το βόρειο. Το νότιο προς τη θάλασσα τμήμα, της λεκάνης του Λουδία, αποτελεί πεδίο που προέρχεται από την αλληλοσυμπλοκή των Δέλτα των δυο μεγάλων ποταμών, χαρακτηρίζεται από έντονη ετερογένεια των υλικών του, τόσο κατά την κάθετο, όσο και κατά την οριζόντια έννοια. Στο νοτιότερο τμήμα (το γειτονικό προς τη θάλασσα, με όριο την ΕΟ Αθηνών Θεσσαλονίκης), κυριαρχούν τα τεματώδη υλικά, λόγω της κυριαρχίας πριν τη διευθέτηση του υδρογραφικού δικτύου των ελών (έντονη η παρουσία της τύρφης). Το κεντρικό τμήμα που καταλάμβανε η λίμνη Γιαννιτσών χαρακτηρίζεται από πρόσφατα λεπτόκοκκα ιζήματα λιμναίας προέλευσης. Τέλος το βόρειο τμήμα που περιβάλλει από δυτικά, βόρεια και ανατολικά το προηγούμενο τμήμα και περιλαμβάνει και μέρος των λοφωδών περιοχών, χαρακτηρίζεται από ποταμοχειμάρριες αποθέσεις. Συγκεκριμένα, οι αποθέσεις του Τεταρτογενούς, παρουσιάζουν κυμαινόμενα πάχη, λόγω της εναλλαγής των συνθηκών της στερεοπαροχής και της χερσαίας προέλευσης του μηχανισμού της ιζηματογένεσης του Τεταρτογενούς. Όλες οι αποθέσεις παρουσιάζουν ανάπτυξη υπό μορφή ριπιδίου, τόσο κατακόρυφα, όσο και οριζόντια.

Το ευρύτερο βύθισμα της πεδιάδας Θεσσαλονίκης – Γιαννιτσών ταυτίζεται με το πεδινό τμήμα ανάμεσα στους ποταμούς Αλιάκμονα και Αξιού.

Η γενική γεωμορφολογική εικόνα διαμορφώνεται από δυο ευδιάκριτες κύριες ενότητες, ανεξαρτήτως του τελικού αποδέκτη των απορροών. Η πρώτη ενότητα αφορά στην κλειστή λεκάνη της Αλμωπίας, η οποία ταυτίζεται με τη λεκάνη απορροής του Μογλενίτσα ποταμού και η δεύτερη με το ευρύτερο βύθισμα της πεδιάδας Θεσσαλονίκης – Γιαννιτσών. Το πεδινό αυτό τμήμα δηλαδή το ευρύτερο βύθισμα της πεδιάδας Θεσσαλονίκης –

Γιαννιτσών, από πλευράς λεκανών απορροής φιλοξενεί δυο λεκάνες, όχι πάντα ευδιάκριτες μεταξύ τους:

- Την δυτική λεκάνη που συμπεριλαμβάνει την έξοδο του Μογλενίτσα από την κλειστή λεκάνη Αλμωπίας και τους δυτικούς χειμάρρους και ποταμούς του Βερμίου όρους, μέχρι σχεδόν το ύψος της Βέροιας, οι οποίοι καταλήγουν στην τεχνητή τάφρο 66. Οι απορροές αυτής εκβάλλουν στον ποταμό Αλιάκμονα.

- Την ανατολική λεκάνη που περιλαμβάνει όλους τους χειμάρρους του βόρειου τμήματος, μεταξύ του Μογλενίτσα και του Αξιού. Τα νερά συγκεντρώνονται στο πεδινό τμήμα (περιοχή πρώην λίμνης Γιαννιτσών) με διάφορες τεχνητές κοίτες και στη συνέχεια δια μέσου της τεχνητής κοίτης του ποταμού Λουδία, εκφορτίζονται στο Θερμαϊκό κόλπο μεταξύ Αξιού και Αλιάκμονα.

9.3.1. Λεκάνη Αλμωπίας ή Λεκάνη Μογλενίτσα

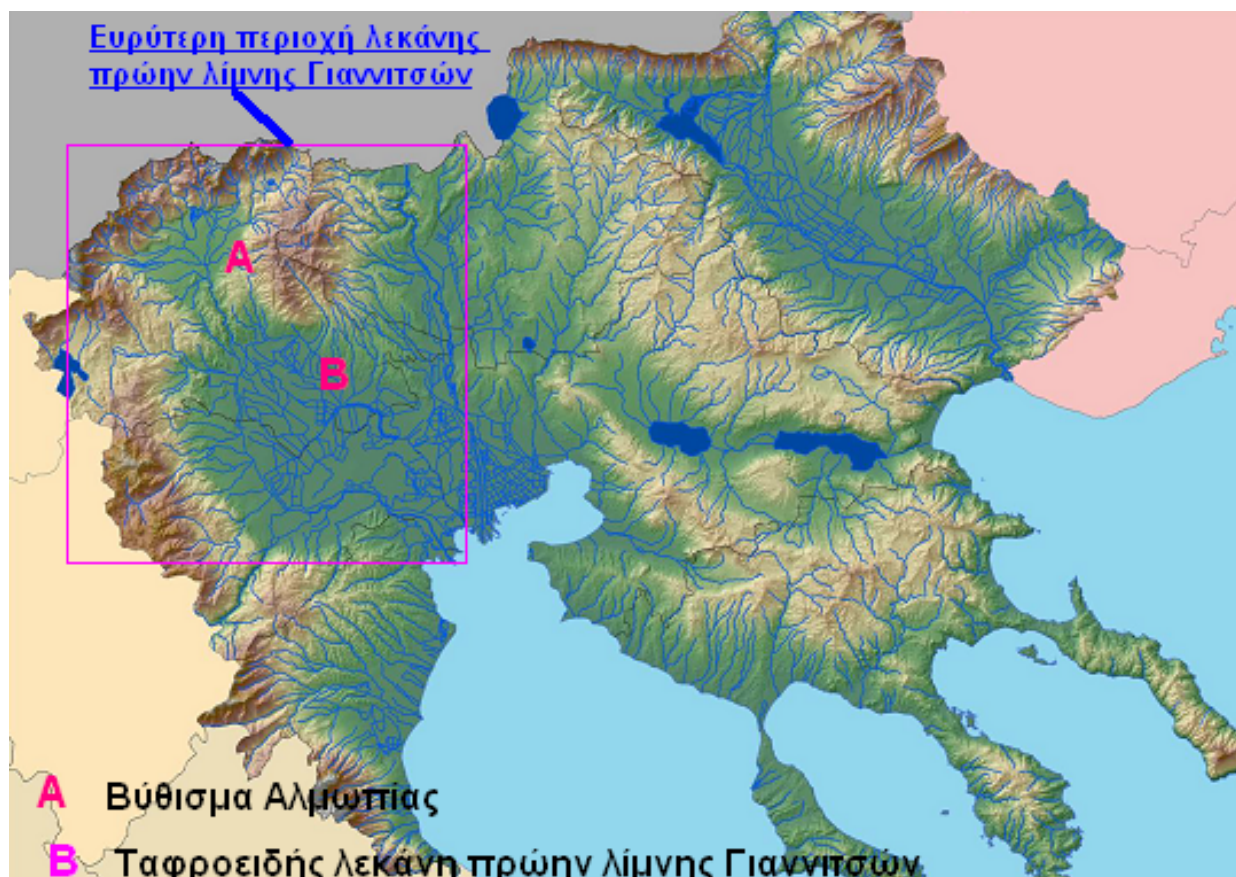
Η λεκάνη της Αλμωπίας ή Μογλενίτσα, αποτελεί ένα τεκτονικό βύθισμα και περιβάλλεται από το ορεινό τόξο (Βόρας, Τζένα, Πίνοβο, Πάικο), που οριοθετεί την κλειστή λεκάνη της Αλμωπίας. Η παρεμβολή προς τα ΝΑ της λοφώδους περιοχής, που αναφέρεται ως στενά του Αψάλου, συνδέοντας τις απολήξεις του όρους Βόρας με αυτές του Πάικου όρους, δημιουργεί μια κλειστή λεκάνη, που φιλοξενεί το πεδινό τμήμα της Αριδαίας. Η σύνδεση της κλειστής λεκάνης με το νότιο πεδινό τμήμα, επιτυγχάνεται μέσα από δυο παραγωγειδή ανοίγματα στα στενά του Αψάλου. Σε ένα από αυτά, διέρχεται ο κύριος ποταμός της κλειστής λεκάνης, ο Μογλενίτσας ή Αλμωπαίος, ο οποίος αποστραγγίζει την λεκάνη Αλμωπίας (χάρτης εικ.9.3.2). Το ανάγλυφο του ορεινού τόξου είναι τραχύ και έντονο, χαρακτηρίζεται από ένα δενδριτικό υδρογραφικό δίκτυο, το οποίο καταλήγει σε ρέματα και χειμάρρους, κυριότεροι των οποίων είναι ο ποταμός Παρά, το ρέμα Νικολάου ή Ίσιο Πεύκο (φαράγγι Λουτρακίου) και το Ασπρόρεμα (φαράγγι Βορεινού). Άλλα μεγάλα ρέματα είναι ο Ασπροπόταμος, το Καπετάν Γαρέφη, το Βαθύ Νερό, το Μαυρόρρεμα κ.ά., που με τη σειρά τους, όπως αναφέρθηκε συγκεντρώνονται στο κεντρικό ποταμό. Οι χειμάρροι της λεκάνης, λόγω της απότομης μετάπτωσης από μεγάλες κλίσεις σε μικρές κατά την έξοδο των χειμάρρων από την ορεινή ζώνη, έχουν δημιουργήσει σημαντικούς κώνους απόθεσης, οι οποίοι χαρακτηρίζουν γεωμορφολογικά το πεδινό τμήμα περιμετρικά.

9.3.2. Ευρύτερο βύθισμα της πεδιάδας Θεσσαλονίκης – Γιαννιτσών.

1.Λεκάνη δυτικού πεδινού τμήματος του βυθίσματος Γιαννιτσών – Θεσσαλονίκης (απορροή προς Αλιάκμονα)

Το νότιο τμήμα της νέας λεκάνης απορροής περιλαμβάνει τις λεκάνες απορροής των χειμάρρων και ποταμών της δυτικής ορεινής ζώνης του Βερμίου όρους, η οποία αποτελεί τη νότια συνέχεια του ορεινού τόξου της λεκάνης Αλμωπίας. Χαρακτηρίζεται από ένα έντονο ανάγλυφο με δενδρικό υδρογραφικό δίκτυο. Οι παρυφές της ορεινής ζώνης (Βέρμιου) κατεβαίνουν προς το πεδινό τμήμα με κλιμακωτές παράλληλες μεταπτώσεις στις χαμηλότερες αναβαθμίδες, δημιουργώντας στα χαμηλότερα σημεία ένα ήπιο λοφώδες ανάγλυφο, που είναι σχεδόν παράλληλο της ορεινής ζώνης.

Στη συνέχεια και προς τα ανατολικά απλώνεται το μεγάλο πεδινό τμήμα της λεκάνης, που αποτελεί το δυτικότερο τμήμα της ευρύτερης πεδινής έκτασης Έδεσσας, Βέροιας, Γιαννιτσών, Θεσσαλονίκης. Το ανατολικό όριο του τμήματος, όπως αναφέρθηκε είναι ασαφές και θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως τέτοιο η ευρύτερη περιοχή της τάφρου 66.



Χάρτης σχ.9.3.2. Μορφολογικός και χάρτης υδρογραφικού δικτύου περιοχής Κεντρικής Μακεδονίας (Βεράνης, 2008 με συμπλήρωση).

Τελικός αποδέκτης των νερών της λεκάνης, που περιγράφεται παραπάνω, είναι ο ποταμός Αλιάκμονας διαμέσου της τεχνητής τάφρου 66. Κυριότεροι ποταμοί και χείμαρροι που αποστραγγίζουν τα νερά στη τάφρο (χάρτης εικ.9.3.2) είναι:

- Ο ποταμός Μογλενίτσας, ο οποίος αποστραγγίζει τη κλειστή λεκάνη της Αλμωπίας και διαμέσου των στενών Αψάλου, με νότια κατεύθυνση καταλήγει την τάφρο 66.
- Ο ποταμός Έδεσσαίος ή Βόδας, ο οποίος πηγάζει από τη δυτική πλευρά του όρους Βόρας, από τις πηγές Νησιού-Βρυτών που βρίσκονται βορειοδυτικά της λίμνης Βεγορίτιδας, και διέρχεται από την Έδεσσα, όπου σχηματίζει έξι μεγάλους καταρράκτες που κινούν τα γνωστά υδροηλεκτρικά εργοστάσια της Έδεσσας. Τα νερά του ποταμού Έδεσσαίου διοχετεύονται και αυτά στην τάφρο 66 (ανατολικά της Σκύδρας).
- Το ρέμα της Αραπίτσας, νοτιότερα, που τροφοδοτείται από τα νερά των πηγών του Αγίου Νικολάου Νάουσας, διασχίζει την πόλη της Νάουσας και εκβάλλει στην τάφρο 66 στο ύψος του Αγγελοχωρίου.
- Ο Τριπόταμος, ο οποίος εντοπίζεται στο νότιο τμήμα του Βερμίου, που η λεκάνη του έχει κοινό υδροκρίτη με τη λεκάνη Αλιάκμονα. Διέρχεται από τη Βέροια και εκφορτίζεται στη τεχνητή τάφρο.
- Η τεχνητή τάφρος 66, έργο που ολοκληρώθηκε το 1935 είχε ως σκοπό, όπως αναφέρθηκε, τη συλλογή του νερού των ποταμών και χειμάρρων δυτικά της λίμνης των Γιαννιτσών ώστε αυτοί να μη ρέουν προς τη λίμνη με στόχο την αποξήρανσή της. Η περιφερειακή τάφρος, η οποία έχει μήκος 35,5 km, αρχίζει από τη συμβολή με τον ποταμό Μογλενίτσα ή Αλμωπαίο κοντά στο χωριό Καλή και εκβάλλει στον ποταμό Αλιάκμονα κοντά στο χωριό Κουλούρα.

Θα πρέπει να αναφερθεί ακόμη ότι, τα τελευταία χρόνια εξαιτίας της έντονης γεωργικής ανάπτυξης στην περιοχή, κατασκευάστηκαν τάφροι διευθέτησης της κοίτης των ποταμών και εκτροπής των νερών τους με αποτέλεσμα, τη σημαντική τροποποίηση, σε ορισμένες θέσεις του πεδινού τμήματος, της μορφής του υδρογραφικού δικτύου, ενώ στο λοφώδες τμήμα το υδρογραφικό δίκτυο διατηρεί τη δενδροειδή του μορφή.

2. Λεκάνη ανατολικού πεδινού τμήματος του βυθίσματος Γιαννιτσών – Θεσσαλονίκης ή Λεκάνη Λουδία

Η λεκάνη Λουδία χαρακτηρίζεται από το βόρειο ορεινό της τμήμα, που ταυτίζεται προς τα ανατολικά με το Ν και ΝΑ τμήμα του Πάικου όρους και προς τα δυτικά, από το

λοφώδες ανάγλυφο, που χωρίζει τη λεκάνη Αλμωπίας από τη νότια λεκάνη. Πρόκειται για την παρουσία ήπιων λόφων που δημιουργήθηκαν από λάβα και ηφαιστειακούς τόφφους. Στη συνέχεια εντοπίζεται το νότιο πεδινό τμήμα, που και αυτό αποτελεί μέρος της ευρύτερης πεδιάδας Γιαννιτσών Θεσσαλονίκης, το οποίο έχει ως δυτικό όριο την τάφρο 66 και ανατολικό όριο την λεκάνη Αξιού, ενώ νότια με ΝΑ κατεύθυνση φτάνει μέχρι το Θερμαϊκό κόλπο (χάρτης εικ. 9.3.2). Συμπεριλαμβάνει όλη την έκταση της πρώην λίμνης Γιαννιτσών, νότια της οποίας επικρατούσαν εκτεταμένα έλη.

Χαρακτηριστικό του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης του Λουδία, αποτελεί όπως αναφέρθηκε ο ποταμός Λουδίας, μεγάλο τμήμα του οποίου αποτελεί το φυσικό όριο μεταξύ των νομών Πέλλας και Ημαθίας. Δέχεται τα νερά των πηγών Αραβησσού (νότιες παρυφές του Πάικου όρους) και Ελευθεροχωρίου (ΝΑ παρυφές του Πάικου όρους), αλλά και των υπολοίπων μικρών χειμάρρων και ποταμών της Ν και ΝΑ περιοχής του Πάικου όρους, από το Μογλενίτσα ποταμό, έως τα όρια του Αξιού. Επίσης ενισχύεται μέσω των αρδευτικών έργων με τα νερά του Μογλενίτσα και του Εδεσσαίου και γενικά είναι αποδέκτης των στραγγιστικών καναλιών της αποξηρανθείσας λίμνης. Σημαντικότερος ποταμός είναι ο ποταμός Μπαλίτσας, ο οποίος ξεκινάει από το Πάικο με το όνομα Ξηροπόταμος, περνά κοντά από τον οικισμό Μελίσσι, και καταλήγει στο Λουδία. Λόγω της αποξήρανσης της λίμνης, στην οποία χυνόταν, εγκιβωτίστηκε με αναχώματα μήκους 12 km.

Το τελικό στάδιο του ποταμού Λουδία, νότια της λίμνης Γιαννιτσών όπως αναφέρθηκε, αποτελείται από μια τεχνητή κοίτη μήκους περίπου 35 km, η οποία καταλήγει στο Θερμαϊκό κόλπο όπου εκφορτίζεται σχηματίζοντας ένα ευδιάκριτο Δέλτα, το οποίο συμπλέκεται στα ανατολικά με το Δέλτα του Αξιού και στα δυτικά με το Δέλτα του Αλιάκμονα.

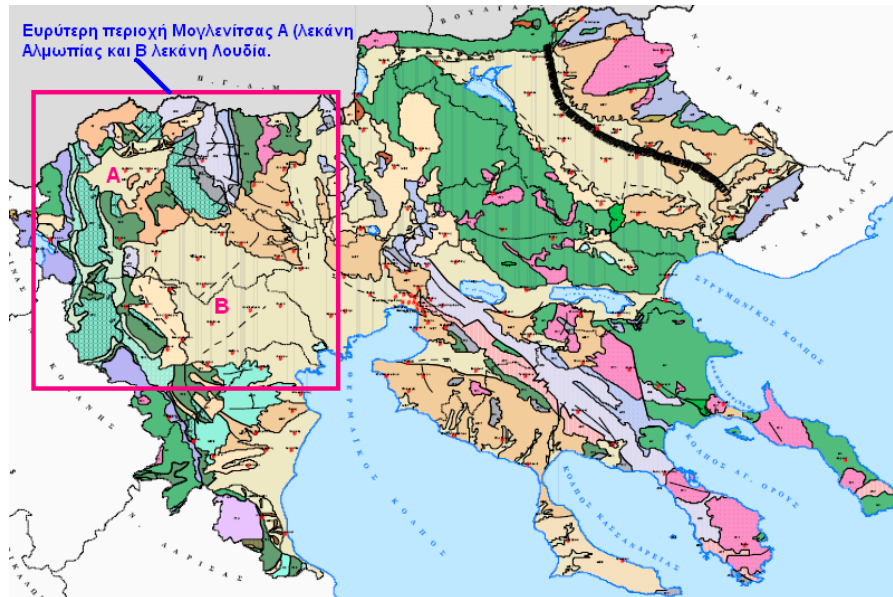
Ο Λουδίας όπως έχει αναφερθεί, λειτουργεί, κυρίως, ως στραγγιστική τάφρος, στην οποία απορρέουν τα νερά της πεδιάδας Θεσσαλονίκης και ειδικότερα τα νερά του Αξιού και του Αλιάκμονα που χρησιμοποιούνται στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις, καθώς και τα υγρά απόβλητα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων της ευρύτερης περιοχής. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του ποταμού, εξαιτίας αυτής της λειτουργίας του, είναι ότι εμφανίζει τη μέγιστη παροχή του κατά τη θερινή περίοδο. Η απορροή προς τη θάλασσα εκτιμάται σε $10 \text{ m}^3/\text{s}$ από τα οποία τα $3 \text{ m}^3/\text{s}$ περίπου αποτελούν την απορροή της λεκάνης και τα υπόλοιπα είναι πλεονάζοντα αρδευτικά νερά που εκτρέπονται από τον Αλιάκμονα και τον Αξιό. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι παρατηρείται συχνά το φαινόμενο της διείσδυσης αλμυρού νερού στις εκβολές του, το μέγεθος και η έκταση της οποίας εξαρτάται κυρίως από την παροχή του

ποταμού. Όσο μικρότερη είναι η παροχή του ποταμού τόσο μεγαλύτερη είναι η διείσδυση του θαλασσινού νερού.

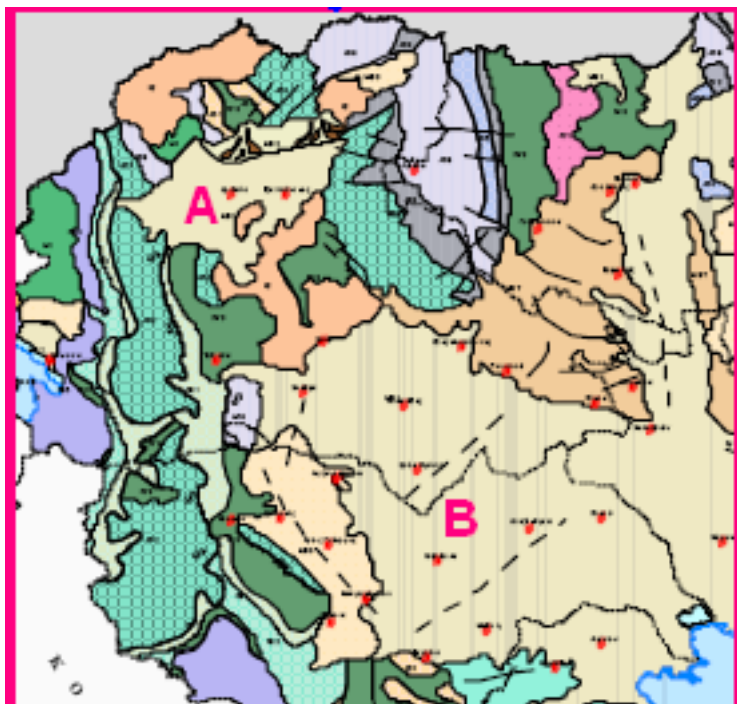
9.4 Γεωλογία Περιοχής

Η συνολική λεκάνη απορροής της τέως λίμνης Γιαννιτσών αναπτύσσεται από γεωλογικής πλευράς σε τρεις γεωτεκτονικές ζώνες, οι οποίες, από τα δυτικά προς τα ανατολικά είναι: α) η *Πελαγονική ζώνη*, που περιλαμβάνει τα όρη Βέρμιο και Βόρας β) η *ζώνη της Αλμωπίας* (αποτελεί υποζώνη της ζώνης Αξιού), που περιλαμβάνει την ενότητα Πέτερνικ, λουτρά Πόζαρ και την πεδιάδα της Αλμωπίας (ή αλλιώς αύλακα της Αλμωπίας), και γ) η *ζώνη Πάικου* (επίσης υποζώνη της ζώνης Αξιού), που περιλαμβάνει την ορεινή μάζα του Πάικου, τα όρη Τζένα και Πίνοβο. Γενικά η ζώνη Αξιού με τις δυτικότερες αυτής προ-Αλμωπικές ενότητες, επωθείται και κατά περίπτωση εφιπτεύει της Πελαγονικής (χάρτης εικ.9.4.1)

Για την καλύτερη κατανόηση της γεωλογικής δομής της συνολικής λεκάνης της λίμνης Γιαννιτσών και ιδιαίτερα για την κατανόηση της υδρογεωλογικής συμπεριφοράς, στη συνέχεια θα εξεταστεί η σχέση υπόγειων και επιφανειακών νερών, με βάση τις δυο ενότητες που περιγράψαμε προηγουμένως, την ενότητα της λεκάνης Αλμωπίας και την ενότητα της λεκάνης του νότιου συνολικού πεδινού τμήματος-ευρύτερο βύθισμα της πεδιάδας Θεσσαλονίκης – Γιαννιτσών.



Χάρτης σχ.9.4.1. Γεωλογικός χάρτης κεντρικής Μακεδονίας (Βεράνης, 2008).



Χάρτης σχ.9.4.1. Γεωλογικός χάρτης κεντρικής Μακεδονίας (Βεράνης, 2008) -συνέχεια

9.4.1. Ενότητα Λεκάνης Αλμωπίας (Λεκάνη Μογλενίτσα)

(χάρτης εικ.9.4.1. περιοχή Α)

Καταλαμβάνει το βορειότερο τμήμα της συνολικής λεκάνης. Ανήκει στη ζώνη Αλμωπίας. Κατά το ανώτερο Πλειόκαινο, η ζώνη της Αλμωπίας αποτέλεσε την περιοχή μιας όξινης ηφαιστειακής δραστηριότητας με εκχύσεις ανδεσιτικού, τραχειτικού και τραχειανδεσιτικού μάγματος. Η έντονη τεκτονική δραστηριότητα, καθώς και η ηφαιστειακή δραστηριότητα στη συνέχεια μετέτρεψαν την περιοχή Αλμωπίας σε μια ηφαιστειοτεκτονική τάφρο στην οποία συσσωρεύτηκαν λιμναία ιζήματα με σύγχρονη απόθεση ηφαιστειακών τόφφων και λαβών.

Η ορεινή ζώνη φιλοξενεί μεγάλο αριθμό γεωλογικών σχηματισμών, όπου επικρατούν μάρμαρα, σχιστόλιθοι, φυλλίτες, γνεύσιοι, καθώς και εκρηξιγενή πετρώματα, όπως δολερίτες, γάββροι, σερπεντίνες. Επίσης εντοπίζονται νεογενείς σχηματισμοί, οι οποίοι συνίστανται κυρίως σε κροκαλοπαγή, ψαμίτες, αργιλομάργες, άμμους, ηφαιστειακούς τόφφους τραχειονδεσιτικής σύστασης, καθώς και τεταρτογενείς αποθέσεις, από τις οποίες οι περισσότερες παλιές αποθέσεις του Τεταρτογενούς, εντοπίζονται στις ανατολικές προσβάσεις του Βερμίου με μορφή κροκαλοπαγών και τραβερτίνων. Οι πιο πρόσφατες τεταρτογενείς

αποθέσεις καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση στο πεδινό τμήμα. Οι αποθέσεις αυτές αποτελούνται κυρίως από προσχώσεις και σχηματισμούς χειμάρρων και ποταμών, από κώνους κορημάτων, από πλευρικά κορήματα και αποθέσεις σε αναβαθμίδες. Γενικά οι τεταρτογενείς αποθέσεις αποτελούνται κυρίως από άμμους, χαλίκια, κροκάλες, αργίλους σε εναλλαγές με άμμους, ιλύες, μάργες κ.τ.λ.. Από τις διάφορες γεωλογικές χαρτογραφήσεις που έχουν γίνει και από τις τομές των υπαρχόντων γεωτρήσεων, προκύπτει η ακόλουθη στρωματογραφική διάρθρωση της πεδιάδας, από πάνω προς τα κάτω: Αλλουβιακές προσχωματικές αποθέσεις από άργιλο, χαλίκια, κροκάλες, ψηφίδες (και σε μορφή κροκαλοπαγών), πλευρικά κορήματα, ασβεστολιθικοί τόφοι, σχιστόλιθοι-φυλλίτες, ασβεστόλιθοι (αδιαίρετοι).

Στο νότιο λοφώδες τμήμα (στενά Αψάλου), με το οποίο κλείνει η λεκάνη Αλμωπίας, κύρια ανάπτυξη έχει η οφιολιθική σειρά, η οποία αποτελεί και το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής και παρεμβάλλεται μεταξύ των δυο πεδινών τμημάτων. Σε αυτή επικάθεται ασύμφωνα η σχιστοναμμιτική επικλυσιογενής ακολουθία του Μέσου-Ανώτερου Κρητιδικού, ενώ σε άμεση επαφή αναπτύσσονται πλειοκαινικοί ηφαιστειογενείς τόφοι.

9.4.2.Ενότητα ευρύτερου βύθιματος της πεδιάδας Θεσσαλονίκης – Γιαννιτσών

1. Λεκάνη δυτικού πεδινού τμήματος Γιαννιτσών – Θεσσαλονίκης (απορροή προς Αλιάκμονα)

Η λεκάνη του δυτικού πεδινού τμήματος (τμήμα απορροής προς τον Αλιάκμονα) (χάρτης σχ.9.4.2) βρίσκεται μεταξύ της Πελαγονικής ζώνης δυτικά και της ζώνης Αξιού ανατολικά. Στη δυτική ορεινή ζώνη του Βερμίου, όπου επικρατούν οι σχηματισμοί της Πελαγονικής ζώνης, επικρατούν ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή και κλαστικοί ασβεστόλιθοι. Κατά τόπους παρατηρούνται ενστρώσεις φυλλιτών. Στην αμέσως λοφώδη περιοχή που ακολουθεί (παρυφές Βερμίου) εντοπίζονται εκτός των προηγούμενων σχηματισμών και οι εξής σχηματισμοί:

- Η ηφαιστειο-ιζηματογενής σειρά, που καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα της δυτικής και βόρειας λοφώδους περιοχής. Η σειρά αυτή, στο σύνολό της, αποτελείται κυρίως από εναλλαγές ασβεστόλιθων και ηφαιστειοκλαστικών σχιστόλιθων, ηφαιστειοκλαστικά κροκαλοπαγή, ηφαιστειακές εκχύσεις, τοφίτες και ηφαιστειακούς τόφους. Επίσης από πετρώματα της οφιολιθικής σειράς, η οποία αποτελείται από ηφαιστειακά πετρώματα και

σερπεντίνες, καθώς και από οφιολιθικά μίγματα. Το πάχος συνολικά της ηφαιστειο-
ιζηματογενούς σειράς κυμαίνεται από 80-200 m.

- Ασβεστόλιθοι διάφοροι. Πρόκειται για μαργαϊκούς ασβεστόλιθους της ενότητας της Στενήμαχου, οι οποίοι εκτείνονται δυτικά της Στενήμαχου, κατά μήκος μίας ζώνης με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και εμφανίζονται με λεπτές ενστρώσεις, οι οποίες συνοδεύονται κατά θέσεις είτε από σχιστολίθους κροκαλοπαγείς και ασβεστολιθικούς σχιστολίθους, είτε από κροκαλοπαγή και ασβεστόλιθους της ενότητας Γραμμένης Βρύσης, που εκτείνονται δυτικά του Αρκοχωρίου κατά μήκος μιας ζώνης με διεύθυνση Β-Ν.
- Τραβερτίνης, ο οποίος εμφανίζεται κατά θέσεις στις αναβαθμίδες από την Έδεσσα μέχρι τη Βέροια.

Στη βόρεια λοφώδη περιοχή, μεταξύ των δυο λεκανών (Αλμωπίας και Λουδία), κυριαρχούν οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί και ηφαιστειακοί τόφοι. Τα ηφαιστειακά πετρώματα, καλύπτουν μία επιφανειακή έκταση 100 km² περίπου. Εντοπίζονται εκτός από τη λοφώδη προαναφερόμενη περιοχή και κάτω από τις νότιες προσχωσιγενείς αποθέσεις. Οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί της νότιας Αλμωπίας διακρίνονται σε: i) συμπαγείς ηφαιστειακούς λίθους (τεμάχη ηφαιστειακών λίθων ποικίλης πετρογραφικής σύστασης), ii) ηφαιστειακά λατυποπαγή και iii) ηφαιστειακούς τόφους, που καλύπτουν το σύνολο σχεδόν της ηφαιστειακής εμφάνισης στη λοφώδη περιοχή, όχι μόνο της προαναφερόμενης αλλά και αυτής ανατολικότερα (ΝΔ και Ν παρυφές του Πάικου όρους). Αποτελούνται από λεπτομερές ηφαιστειακό υλικό, και σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζονται λευκόχρωμοι, λόγω της προχωρημένης καολινιτώσεώς τους. Γενικά οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί εμφανίζονται άλλοτε υγιείς και άλλοτε εξαλλοιωμένοι.

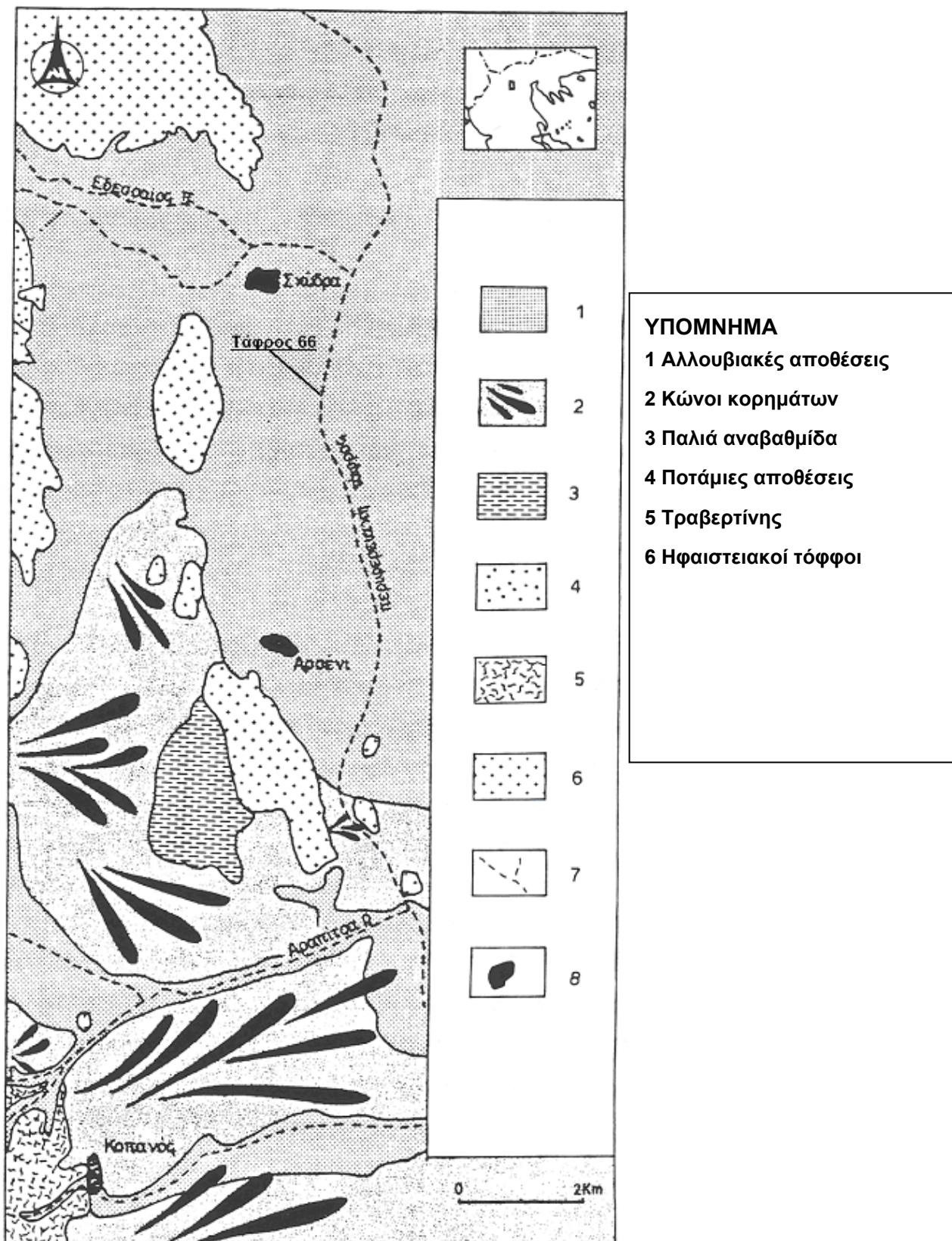
Εκτός των ηφαιστειακών σχηματισμών, η περιοχή καλύπτεται σε πολύ μικρότερη έκταση από: i) εναλλαγές σχιστόλιθων - ασβεστοσχιστολίθων και μαργαϊκών ασβεστολίθων της ενότητας της Αλμωπίας, ii) Φλύσχη της ζώνης Αλμωπίας.

2. Λεκάνη ανατολικού πεδινού τμήματος του βυθίσματος Γιαννιτσών – Θεσσαλονίκης ή Λεκάνη Λουδία

Η λεκάνη του ανατολικού πεδινού τμήματος ή λεκάνη Λουδία (χάρτης σχ.9.4.2) ανήκει γεωλογικά στη ζώνη Πάικου (υποζώνη της ζώνης Αξιού). Στη Β/ΒΑ ορεινή ζώνη (περιοχή του Πάικου όρους) κυρίαρχο γεωλογικό υλικό αποτελούν οι ασβεστόλιθοι του Άνω Κρητιδικού, που καλύπτουν σχεδόν ολόκληρη τη δυτική πτέρυγα του Πάικου όρους και

εμφανίζονται έντονα ρωγματομένοι. Οι ασβεστόλιθοι εγκλωβίζονται ανάμεσα σε δύο περιοχές αδιαπέρατων σχηματισμών. Το αδιαπέρατο υπόβαθρο των ασβεστολίθων αποτελείται από τον Κάτω Κρητιδικό φλύσχη και από το σχιστόλιθο του σχηματισμού Κρώμνης, ενώ η οροφή του συστήματος αποτελείται από ηφαιστειακά πετρώματα του Κάτω Κρητιδικού, από οφιόλιθους και σερπεντινίτες της Αλμωπίας, ηφαιστειακά πυροκλαστικά υλικά, από ηφαιστειακούς τόφφους καθώς και από νεογενή αδιαπέρατα αργιλικά ιζήματα. Η μη ομαλή λιθοστρωματογραφική ακολουθία που παρατηρείται είναι αποτέλεσμα της έντονης ρηξιγενούς τεκτονικής. Η λοφώδης περιοχή που αποτελεί τις ΝΑ-ΝΔ παρυφές του Πάικου αποτελείται από νεογενή πετρώματα, δυτικά από τη συνέχεια των ηφαιστειακών τόφφων, που ήδη έχουν αναφερθεί και ανατολικά από μαργαϊκούς ασβεστόλιθους. Οι ηφαιστειακοί τόφφοι εμφανίζονται στο δυτικό τμήμα της περιοχής με μια βύθιση έως δυτικά των Γιαννιτσών. Οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και οι μάργες αναπτύσσονται κύρια ΝΑ και Α γύρω από το όρος Πάικο. Ενίοτε οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι εναλλάσσονται με ερυθρές αργίλους ή και με ενστρώσεις άμμων και χαλικιών. Το πάχος της παραπάνω σειράς στο βόρειο τμήμα είναι άνω των 250 m, όπως προκύπτει από τις υπάρχουσες γεωτρήσεις που βρίσκονται νότια της περιοχής. Η παραπάνω σειρά μαργαϊκών ασβεστόλιθων και μαργών έχει εναποτεθεί σε λιμναίο περιβάλλον.

Η υπόλοιπη περιοχή της λεκάνης Λουδία αποτελεί το πεδινό τμήμα, το οποίο με τη σειρά του χαρακτηρίζεται από τρία ευδιάκριτα τμήματα, το νότιο, το κεντρικό και το βόρειο. Το νότιο προς τη θάλασσα τμήμα, της λεκάνης του Λουδία, αποτελεί πεδίο που προέρχεται από την αλληλοσυμπλοκή των Δέλτα των δυο μεγάλων ποταμών, χαρακτηρίζεται από έντονη ετερογένεια των υλικών του, τόσο κατά την κάθετο, όσο και κατά την οριζόντια έννοια. Στο νοτιότερο τμήμα (το γειτονικό προς τη θάλασσα, με όριο την ΕΟ Αθηνών Θεσσαλονίκης), κυριαρχούν τα τελματώδη υλικά, λόγω της κυριαρχίας πριν τη διευθέτηση του υδρογραφικού δικτύου των ελών (έντονη η παρουσία της τύρφης).



Χάρτης σγ.9.4.2. Γεωλογικός χάρτης δυτικού τμήματος λεκάνης Λουδία (Ράπτη, 1995).

Το κεντρικό τμήμα που καταλάμβανε η λίμνη Γιαννιτσών χαρακτηρίζεται από πρόσφατα λεπτόκοκκα ιζήματα λιμναίας προέλευσης.

Τέλος το βόρειο τμήμα που περιβάλλει από δυτικά, βόρεια και ανατολικά το προηγούμενο τμήμα και περιλαμβάνει και μέρος των λοφωδών περιοχών, χαρακτηρίζεται από ποταμοχειμάρριες αποθέσεις. Συγκεκριμένα, οι αποθέσεις του Τεταρτογενούς, παρουσιάζουν κυμαινόμενα πάχη, λόγω της εναλλαγής των συνθηκών της στερεοπαροχής και της χερσαίας προέλευσης του μηχανισμού της ιζηματογένεσης του Τεταρτογενούς. Όλες οι αποθέσεις παρουσιάζουν ανάπτυξη υπό μορφή ριπιδίου, τόσο κατακόρυφα, όσο και οριζόντια.

Έτσι επικρατεί ένα καθεστώς εναλλαγών ιζηματογενών κλαστικών φάσεων, με κύριο χαρακτηριστικό τη διακύμανση της συμμετοχής των διαστάσεων των συνερχόμενων μονάδων (κροκάλες – χάλικες), στη με άμμο συνολική αργιλική μάζα του προσχωματικού τάπητα. Γενικά οι αλλουβιακές αποθέσεις στο τμήμα αυτό, το βάθος των οποίων αυξάνει από Β προς Ν, και από Δ προς Α, επικάθονται των νεογενών σχηματισμών, δυτικά των ηφαιστειακών τόφων και ανατολικά των μαργαϊκών ασβεστόλιθων. Τα τεταρτογενή ιζήματα του τμήματος αυτού αποτελούνται κυρίως από άμμους, χαλίκια, κροκάλες, αργίλους σε εναλλαγές με άμμους, ιλύες, μάργες κ.τ.λ..

9.5 Υδρογεωλογικές Συνθήκες

Τα κοκκώδη υπόγεια υδατικά συστήματα που περιλαμβάνονται στην λεκάνη του Λουδία ποταμού και συσχετίζονται με επιφανειακά ύδατα, είναι τα παρακάτω:

GR0900120 Κοκκώδες Σύστημα Αλμωπαίου

GR1000010 Κοκκώδες Σύστημα Λουδία

Το κοκκώδη Υπόγεια αυτά συστήματα εκτιμάται ότι δέχονται μέση ετήσια τροφοδοσία περί τα 55 εκατ. κ.μ. νερού το σύστημα Αλμωπαίου και περί τα 230 εκατ. κ.μ. νερού το σύστημα του Λουδία.

Στοιχεία λήφθηκαν επίσης και από τη Διαχειριστική Μελέτη Κ-Δ Μακεδονίας η εκπόνηση της οποίας είναι σε εξέλιξη (Εξάρχου κ.α. 2012).

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

Σχηματισμοί ορεινής ζώνης

Οι σχηματισμοί που εντοπίζονται στην ορεινή περιοχή, ανεξαρτήτως θέσης ή γεωτεκτονικής ζώνης, λόγω των έντονων τεκτονικών διεργασιών και της έντονης ηφαιστειακής δραστηριότητας, αποτελούνται από μια ποικιλία πετρωμάτων και παρουσιάζουν μια ανομοιογενή κατανομή, με αλληλοσυμπλεκόμενους διάφορους σχηματισμούς. Με βάση την υδρογεωλογική τους συμπεριφορά κατατάσσονται σε δυο ομάδες, στους υδροπερατούς και στους μη υδροπερατούς (χάρτης σχ.9.5.1).

Υδροπερατοί σχηματισμοί

Κυρίαρχη ενότητα της ομάδας αυτής αποτελεί η ανθρακική φάση (ασβεστόλιθοι – μάρμαρα).

-Στη ζώνη Αλμωπίας κυριαρχούν οι κρητιδικοί έως ιουρασικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες με κατά τόπους παρεμβολές σχιστολίθων. Κατά περιοχές εντοπίζονται και μάρμαρα. Στα πετρώματα αυτά εμφανίζεται μια καθολική δευτερογενής υδροφορία λόγω καρστικοποίησης. Παρατηρείται μεγάλη κατείδυση των νερών των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και εντοπίζονται στα πετρώματα αυτά σημαντικές υδροαποθεματικές ζώνες κυρίως στις επαφές με υποκείμενους υδατοστεγείς σχηματισμούς. Όπου η μορφολογία το επιτρέπει, οι υδροαποθεματικές αυτές ζώνες εμφανίζονται υπό μορφή πηγών. Οι κυριότερες είναι το συγκρότημα πηγών Πόζαρ, Προμάχων, Άνω Γαρεφίου, η πηγή Μουτσάρα (βόρεια του συνοικισμού Λουτρακίου, στην παρυφή της λεκάνης), η πηγή Στρέκα Βόδα στα 2 km δυτικότερα της προηγούμενης, η πηγή Μαργαρίτα, η οποία είναι μια καρστική πηγή κοντά στον οικισμό στην κοίτη του ρέματος, κ.λ.π.

-Στην περιοχή του ανατολικού Βερμίου, η ανθρακική φάση συνιστά μια υδροαποθεματική ζώνη, που αναπτύσσεται εντός καρστικοποιημένων ανθρακικών μαζών, με μεγάλη κάθετη και οριζόντια ανάπτυξη και με ιδιαίτερο υδροοικονομικό ενδιαφέρον. Εκφορτίζεται δια μέσου πηγών μεγάλων παροχών, η ύπαρξη των οποίων οφείλεται στη γεωλογική δομή του Ανατολικού Βερμίου, κυρίως όμως στο φραγμό που συντελείται από το αδιαπέρατο υπόβαθρο στις καρστικοποιημένες ανθρακικές μάζες. Οι αξιοποιήσιμες πηγές μεγάλων παροχών εμφανίζονται σαν μεμονωμένες αναβλύσεις, π.χ. Αγίου Νικολάου Νάουσας, Αριστοτέλη, Λευκόπετρας, ή ως μέτωπο αναβλύσεων, όπως Γεωργιανών,

Ράχης, Στρατοπέδου. Η μέση παροχή των πηγών κυμαίνεται από 1200 m³/h στις πηγές Μαυρονερίου - Ασπρονερίου, μέχρι 4500 m³/h στις πηγές Αγίου Νικολάου Νάουσας.

-Στη ΝΔ-ΝΑ πλευρά του Πάικου όρους, που ταυτίζεται με τη λεκάνη απορροής των πηγών Αραβησσού και Ελευθεροχωρίου, τα νερά των οποίων απορρέουν προς το Λουδία ποταμό, κυρίαρχο γεωλογικό υλικό αποτελούν οι ασβεστόλιθοι του Άνω Κρητιδικού που καλύπτουν σχεδόν ολόκληρη τη δυτική πτέρυγα του μεγααντικλίνου του Πάικου και εμφανίζονται έντονα ρωγματομένοι. Οι ασβεστόλιθοι εγκλωβίζονται ανάμεσα σε δύο πακέτα αδιαπέρατων σχηματισμών, με αποτέλεσμα το υδροφόρο αυτό σύστημα να συμπεριφέρεται ως ένα κλειστό υπό πίεση υδροφόρο σύστημα. Το αδιαπέρατο υπόβαθρο των ασβεστολίθων αποτελείται από φλύσχη και σχιστόλιθο του σχηματισμού Κρώμνης, ενώ η οροφή του συστήματος αποτελείται από ηφαιστειακά πετρώματα, όπως από οφιόλιθους και σερπεντινίτες της Αλμωπίας, από ηφαιστειακά πυροκλαστικά υλικά, από ηφαιστειακούς τόφφους, καθώς και από νεογενή αδιαπέρατα αργιλικά ιζήματα. Η έντονη ρηξιγενής τεκτονική στους ασβεστολίθους προκάλεσε την καταβύθιση και τον εγκλωβισμό του άνω-κρητιδικού ασβεστόλιθου τόσο στη λοφώδη περιοχή, όσο και στο νότιο πεδινό τμήμα όπου κατά τη διάρκεια του Πλειο-πλειστοκαίνου αποτέθηκαν τα λιμναία ιζήματα, οι ηφαιστειακοί τόφφοι και τα ηφαιστειακά πυροκλαστικά, που σήμερα υπέρκεινται των ασβεστολίθων. Η έντονη ρωγμάτωση που προκάλεσε το σύστημα των ρηγμάτων, έδωσε τη δυνατότητα στον υπό πίεση καρστικό υδροφόρο ορίζοντα να εκδηλωθεί στην επιφάνεια με αρτεσιανισμό, Με αυτόν λοιπόν τον τρόπο τα ρήγματα της περιοχής δημιούργησαν διάφορες δυναμικές πηγές τόσο από την πλευρά της λεκάνης Αλμωπίας, όσο και από τη ΝΔ-ΝΑ λοφώδη περιοχή. Σημαντικότερες από αυτές είναι οι πηγές Αραβησσού, που εξυπηρετούν μεγάλο μέρος των υδατικών αναγκών της Θεσσαλονίκης και ανατολικότερα οι πηγές Ελευθεροχωρίου, που εξυπηρετούν τις υδρευτικές ανάγκες των Γιαννιτσών.

Από τους υπόλοιπους γεωλογικούς σχηματισμούς της ορεινής ζώνης ενδιαφέρον από υδρογεωλογικής πλευράς παρουσιάζουν οι εξής:

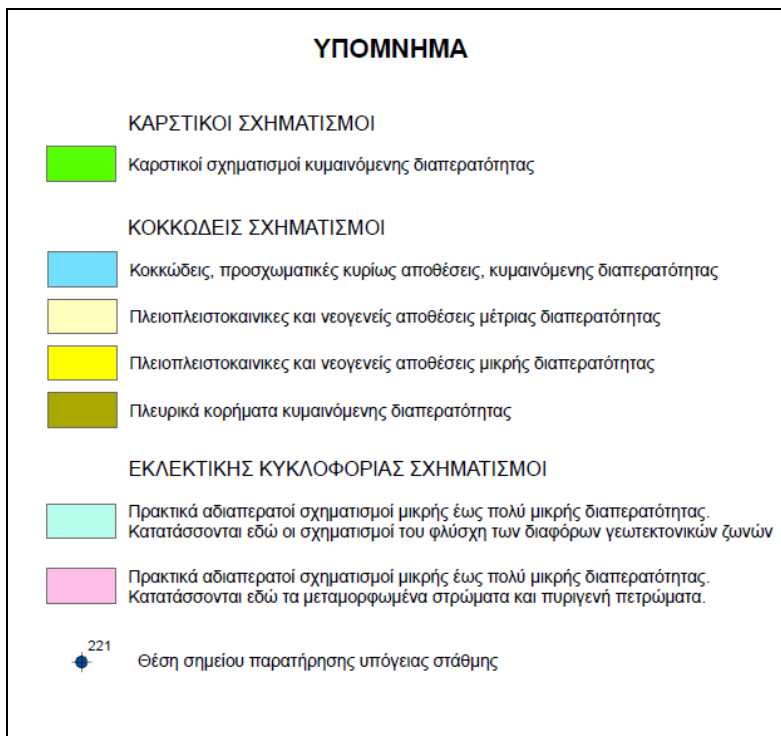
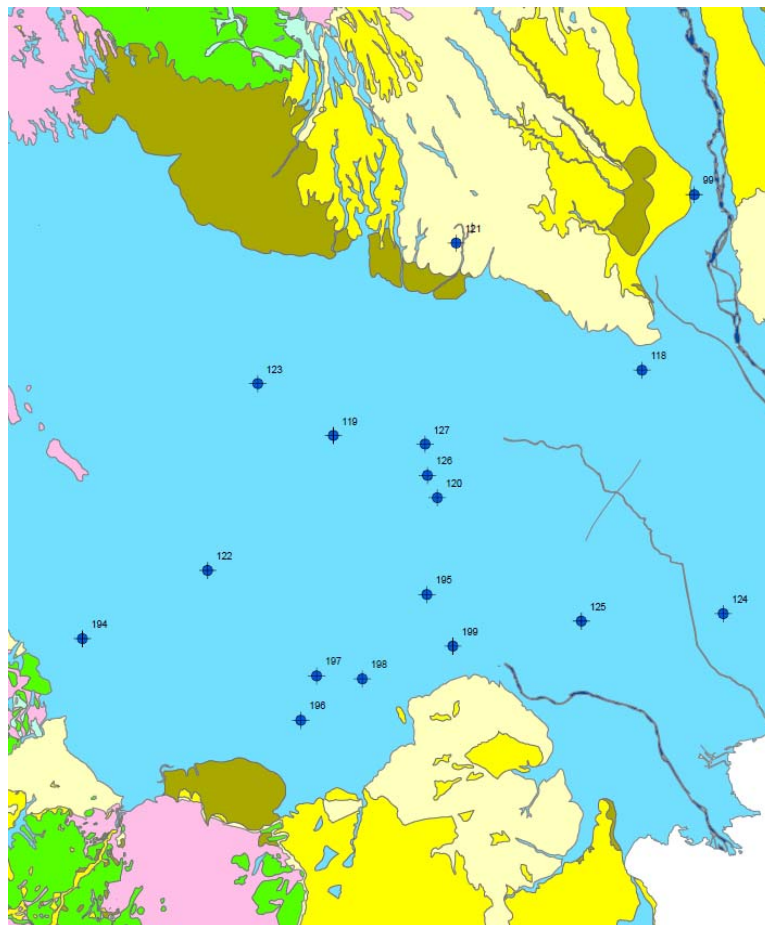
- Οι ασβεστολιθικοί τόφφοι-τραβερίνες. Παρουσιάζουν υδροφορία λόγω πρωτογενούς και δευτερογενούς πορώδους και καρστικών διευρύνσεων και χαρακτηρίζονται από υψηλή περατότητα. Υδροαποθεματικές ζώνες αναπτύσσονται στην επαφή με υποκείμενους μερικά ή ολικά υδατοστεγείς σχηματισμούς.
- Τα ηφαιστειακά τοφφικά χονδροκλαστικά έως μεσοκλαστικά ιζήματα, τραχειανδεσιτικού μάγματος με παρουσία αργιλοσαμμιτών. Χαρακτηρίζονται από κυμαινόμενη μέση γενική

περατότητα. Υδροαποθεματικές ζώνες εντοπίζονται σε διάφορα βάθη και με διαφορετική ανάπτυξη και δυναμικό εξαρτώμενες από το είδος των υλικών που τις φιλοξενούν. Λόγω όμως της επικοινωνίας πολλές φορές με την ανθρακική σειρά αποτελούν συχνά ενιαίο υδροφορέα.

- Οι κροκαλοπαγείς λιμναίοι σχηματισμοί με ενδιάμεσες μάζες από αργιλοσαμμιτικό υλικό, ποικίλης πετρογραφικής σύστασης. Παρουσιάζουν υψηλή πρωτογενή περατότητα. Αναπτύσσονται υπόγειες υδροφορίες που τροφοδοτούνται συνήθως και από τις πλευρικές μεταγίσεις και εκφορτίσεις του καρστικού παρακείμενου υδροφορέα.

- Ο Τραβερτίνης. Η υδροπερατότητα των τραβερτινικών αποθέσεων, που εντοπίζονται κατά μήκος του τόξου Βέροιας-Νάουσας-Έδεσσας (στις παρυφές του Βερμίου), οφείλεται τόσο στο πρωτογενές όσο και στο δευτερογενές τους πορώδες. Στην ανάπτυξη του δευτερογενούς πορώδους έχει συμβάλει η καρστική διεργασία που έχουν υποστεί εξαιτίας κυρίως της κυκλοφορίας του νερού της κατείσδυσης, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός εκτεταμένου δικτύου καρστικών εγκοίλων και αγωγών. Ενώ η υδροπερατότητα των τραβερτινικών αποθέσεων είναι υψηλή, απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη της υπόγειας υδροφορίας είναι η ύπαρξη ενός αδιαπέρατου γεωλογικού σχηματισμού, ο οποίος θα πρέπει να υπόκειται αυτών, και να συγκρατεί το νερό της κατείσδυσης ώστε αυτό να μην διεισδύει σε μεγάλα βάθη. Αυτό συμβαίνει στο μεγαλύτερο μέρος της εμφάνισης των τραβερτινών. Έτσι, οι Τραβερτίνες σε αυτή τη περιοχή φιλοξενούν μια μέση υδροφορία, η οποία συνήθως εκδηλώνεται με τη μορφή πηγών στην επαφή αυτών με τους υποκείμενους αδιαπέρατους σχηματισμούς των πετρωμάτων της ηφαιστειο-ιζηματογενούς σειράς, και του φλύσχη (πηγές Ισβόρ και Κοπανού).

- Οι ηφαιστειακοί σχηματισμοί, οι οποίοι καλύπτουν ένα σημαντικό μέρος της χαμηλής περιοχής, ιδιαίτερα της περιοχής του Βερμίου. Η υδροπερατότητα των ηφαιστειακών σχηματισμών οφείλεται κυρίως στην ανάπτυξη του δευτερογενούς πορώδους, χωρίς βέβαια να υποτιμάται η συμμετοχή του πρωτογενούς πορώδους. Η καλή υδροφορία που αναπτύσσεται στους ηφαιστειακούς σχηματισμούς επιβεβαιώνεται από τις υψηλές παροχές των γεωτρήσεων που κυμαίνονται από 70 έως 140 m³/h. Εκτός από το δευτερογενές πορώδες, σημαντική θεωρείται και η συμμετοχή του πρωτογενούς πορώδους στη διαμόρφωση της ολικής τιμής της υδροπερατότητας των σχηματισμών αυτών.



Εικ.9.5.1. Απόσπασμα Υδρολιθολογικού χάρτη Υ.Δ. 9 και Υ.Δ. 10-11 λεκάνης Μογλενίτσα – Λουδία (από στοιχεία της παρούσας μελέτης σε συνδυασμό με στοιχεία από τις Διαχειριστικές Μελέτες ΥΠΑΑΝ - ΥΠΕΚΑ).

- Πλευρικά κορήματα. Αυτά καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις στις λοφώδεις περιοχές και εμφανίζουν υψηλή περατότητα. Αναπτύσσονται σε αυτά υπόγειες υδροφορίες που στις περισσότερες των περιπτώσεων αποτελούν τη ζώνη τροφοδοσίας ή και ενιαιοποιούνται με αυτές των υποκείμενων προσχωματικών ή και καρστικών υδροφορέων.

Αδιαπέρατοι σχηματισμοί

Ως αδιαπέρατοι σχηματισμοί θεωρούνται συνολικά, ο φλύσχος, οι αργιλικοί σχιστόλιθοι, οι γνεύσιοι, οι μεταμορφωμένοι σχιστόλιθοι και τα εκρηξιγενή πλουτόνια πετρώματα από την οφιολιθική σειρά, όπως περιδοτίτες, σερπεντίνες, γρανίτες, ανδεσίτες και τραχείτες. Ασθενής υδροφορία εντοπίζεται στο επιφανειακό αποσαθρωμένο κάλυμμα των παραπάνω σχηματισμών και στις ζώνες τεκτονικής καταπόνησης των.

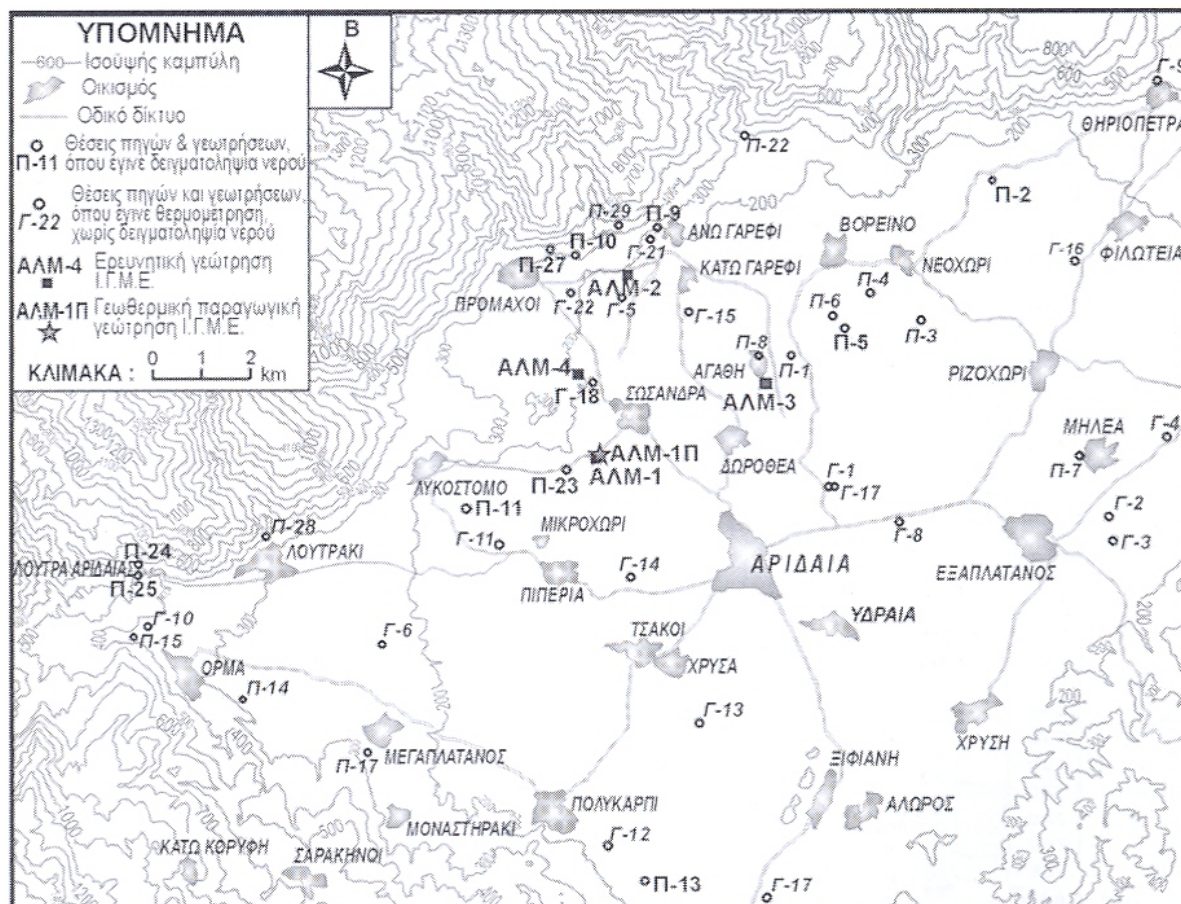
Υδρογεωλογικές συνθήκες πεδινών και ημιλοφωδών τμημάτων

Πεδινό Αλμωπίας (Αριδαίας)

Στο πεδινό της Αλμωπίας κυριαρχούν οι προσχωματικές (αλλουβιακές) αποθέσεις του Τεταρτογενούς, οι οποίες καταλαμβάνουν σχεδόν όλη την πεδινή έκταση. Η ανάπτυξη του αλλουβιακού καλύμματος πάνω στους ηφαιστειακούς πλειοκαινικούς τόφφους, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο της Γεωλογίας, αποτελεί τον καθολικό υδροφορέα του υπόγειου νερού της λεκάνης. Αυτό συμβάλλει στην ανάπτυξη μια αξιόλογης κοκκώδους υδροφορίας, η οποία εκτείνεται στο σύνολο του κάμπου της Αριδαίας. Η υδραυλική υπόγεια επικοινωνία των υπόγειων νερών της λεκάνης με το νότιο πεδινό τμήμα (τμήμα Γιαννιτσών), πραγματοποιείται δια μέσου των ηφαιστειακών τόφφων, που καταλαμβάνουν ένα μέρος της λοφώδους περιοχής (στενά Άψαλου).

Στις αλλουβιακές αποθέσεις οι οποίες χαρακτηρίζονται από έντονη ετερογένεια, επικρατούν στρώματα άμμου, σε εναλλαγές με άργιλο, χαλίκια, κροκάλες και λατύπες. Το υδροφόρο σύστημα της Αριδαίας, εκμεταλλεύεται σήμερα ένας αριθμός υδρογεωτρήσεων, ποικίλου βάθους, κυρίως για τις ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης των πολλών οικισμών της λεκάνης (χάρτης εικ.9.5.2). Η συνεχής παρουσία επιφανειακού νερού σε σημαντικές ποσότητες ακόμη και κατά το θέρος, το οποίο προέρχεται κυρίως από τις πηγές, καλύπτει επίσης ένα μεγάλο μέρος των υδρευτικών και αρδευτικών αναγκών αναγκών με αποτέλεσμα να μην γίνεται υπερεκμετάλλευση υπόγειας υδροφορίας. Η διακύμανση της στάθμης της

υπόγειας υδροφορίας παρακολουθεί τις φυσικές διεργασίες φόρτισης και εκφόρτισης του συστήματος.



Εικ.9.5.2. Χάρτης απογραφής σημείων νερού Λεκάνης Αριδαίας (βύθισμα Αλμωπίας), (Αρβανίτης κ.α., 2008).

Νότιο πεδινό τμήμα (ευρύτερο βύθισμα Γιαντισών – Θεσσαλονίκης)

Στη λοφώδη δυτική και βόρεια περιοχή καθώς και στο πεδινό τμήμα που ακολουθεί, όπως έχει ήδη προσδιοριστεί, με κέντρο την πρώην λίμνη Γιαννιτσών, αναπτύσσονται εναλλαγές υδροπερατών και αδιαπερατών σχηματισμών.

Στους υδροπερατούς σχηματισμούς, κυριαρχούν οι τεταρτογενείς αλλουβιακές αποθέσεις, τα πλευρικά κορήματα, η ηφαιστειο-ιζηματογενής σειρά, με κυρίαρχο υδροπερατό στοιχείο τους ηφαιστειακούς τόφφους, τα κροκαλοπαγή των παλαιοτεταρτογενών επιφανειακών αποθέσεων, οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και οι ψαμμίτες που διαχωρίζονται από αδιαπεράτα ή ημιπερατά στρώματα, όπως άργιλοι ή μάργες. Το υδροφόρο σύστημα είναι υπο

πίεση ή και μερικώς υπό πίεση. Οι ελεύθεροι υδροφόροι αναπτύσσονται κατά μήκος των κοιτών των χειμάρρων και ποταμών που διασχίζουν το πεδινό τμήμα. Σύμφωνα με την υδρολιθολογική συμπεριφορά τους, οι διαφορετικές ενότητες του συστήματος ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες:

-Στους μικρο-μακροκοκκώδεις διαπερατούς ιζηματογενείς σχηματισμούς, που καλύπτουν όλη την έκταση του ευρύτερου πεδίου, έκταση περίπου 1330 km² και περιβάλλουν την πρώην λίμνη Γιαννιτσών. Ιδιαίτερη ανάπτυξη εμφανίζουν προς τα νότια, όπου καλύπτουν όλο το πεδίο και φτάνουν μέχρι τη θάλασσα. Επίσης εμφανίζουν σημαντική ανάπτυξη Δ και ΒΔ. Πρόκειται για ιζηματογενείς ποτάμιες αποθέσεις του Τεταρτογενούς. Το υδρογεωλογικό τους ενδιαφέρον θεωρείται σημαντικό. Η υδροπερατότητα των τεταρτογενών αποθέσεων, παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις τόσο κατά την οριζόντια, όσο και κατά την κατακόρυφη διεύθυνση, εξαιτίας των μεταβολών της κοκκομετρικής σύστασης των σχηματισμών που συνιστούν αυτές τις αποθέσεις. Στις τεταρτογενείς αποθέσεις ανήκουν και τα πλευρικά κορήματα, τα οποία παρουσιάζονται με τη μορφή χαλαρών ή συνεκτικών σχηματισμών, εξαιτίας της έντονης διαγένεσης που έχουν υποστεί και αποτελούνται είτε από ασβεστολιθικά λατυποπαγή με συμπλέγματα ασβεστολίθων, είτε από χαλίκια με αργιλική συνδετική ύλη. Επίσης οι κροκαλοπαγείς σχηματισμοί πλειστοκαινικής ηλικίας, καταλαμβάνουν τα βαθύτερα στρώματα, ιδιαίτερα στα κεντρικά και νότια και αποτελούνται από κροκάλες ποικίλης πετρογραφικής σύστασης και μεγέθους, με ενδιάμεσο αργιλοσαμμιτικό υλικό. Στην πεδινή αυτή περιοχή, γίνεται εκμετάλλευση των υδροφόρων στρωμάτων που αναπτύσσονται μέχρι τα βάθη 180 m και κατά θέσεις μέχρι 240 m, από την επιφάνεια του εδάφους. Η υδρογεωλογική αυτή ενότητα παρουσιάζει έντονη εσωτερική ετερογένεια, τόσο κατά την κατακόρυφη, όσο και κατά την οριζόντια διεύθυνση, γεγονός που οφείλεται στις συχνές εναλλαγές λιθολογικών τύπων με διαφορετική κοκκομετρική διαβάθμιση ως αποτέλεσμα του τρόπου απόθεσης (έντονο δελταϊκό περιβάλλον). Η ίδια λιθολογική ετερογένεια, η οποία παρατηρείται και σε μεγαλύτερα βάθη, επιβεβαιώνεται από τα λιθολογικά δεδομένα των τομών των γεωτρήσεων. Αποτέλεσμα της έντονης λιθολογικής και κοκκομετρικής ετερογένειας των τεταρτογενών αποθέσεων, είναι η ανάπτυξη κατά θέσεις ενός φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα. Μέχρι πριν μία δεκαετία γινόταν εκμετάλλευση του ορίζοντα αυτού από σημαντικό αριθμό φρεάτων, βάθους 10 έως 20 m και με παροχή άντλησης που κυμαίνονταν από 10-20 m³/h. Η εκμετάλλευση του φρεάτιου υδροφόρου ορίζοντα τα τελευταία χρόνια έχει εγκαταλειφθεί, εξαιτίας της μαζικής ανόρυξης βαθιών γεωτρήσεων εκμετάλλευσης και της συνεχούς πτώσης της στάθμης των υδροφόρων

στρωμάτων. Η υδραυλική αγωγιμότητα (K), με βάση στοιχεία δοκιμαστικών αντλήσεων, κυμαίνεται από 10^{-4} έως 10^{-6} m/s, η παροχή των γεωτρήσεων από 30-350 m³/h και η τιμή της μεταβιβαστικότητας (T) από 1×10^{-4} έως $2,9 \times 10^{-2}$ m²/s.

-Στους μακροκοκκώδεις διαπερατούς σχηματισμούς, οι οποίοι καλύπτουν πολύ μικρότερη έκταση από το προηγούμενο σχηματισμό, περίπου 50 km². Αποτελούνται από υλικά της ηφαιστειο-ιζηματογενούς σειράς και πρόκειται κυρίως για ηφαιστειακούς τόφρους, μέσα στους οποίους συναντάμε εναλλασσόμενες λεπτές ενστρώσεις κροκαλών, αργίλων και άμμων. Εντοπίζονται στην επιφάνεια στο Β και ΒΔ τμήμα του πεδίου (λοφώδεις περιοχές). Τα υλικά αυτά, εκτός από την παρουσία τους στη λοφώδη περιοχή, έχουν σημαντική συνεισφορά παρεμβαλλόμενα στα κλαστικά ιζήματα στα βόρεια, δυτικά και κεντρικά τμήματα του υδροφόρου συστήματος και αποτελούν ένα θετικό παράγοντα για την ανάπτυξη της σημαντική ικανότητας του υδροφόρου. Στις γεωτρήσεις στην περιοχή μετά τη διάτρηση των αλλουβιακών αποθέσεων εντοπίστηκε υδροφορία στο σχηματισμό αυτό τόσο στις ενστρώσεις των κροκαλών και άμμων, όσο και στους ίδιους τους ηφαιστειακούς τόφρους. Ειδικότερα, αυξημένη υδροφορία παρατηρήθηκε στους ηφαιστειακούς τόφρους στις περιοχές όπου αυτός εμφανιζόταν έντονα "εξαλλοιωμένος", λόγω της ανάπτυξης σημαντικού δευτερογενούς πορώδους. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι κατά τη διάτρηση του ηφαιστειο-ιζηματογενούς σχηματισμού συναντήθηκαν επιμέρους υδροφόρα στρώματα, με ποικίλα πάχη και ικανότητες απόδοσης νερού. Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία, δεν κατέστη δυνατός ο διαχωρισμός των επιμέρους υδροφόρων στρωμάτων. Το πάχος του ηφαιστειο-ιζηματογενούς σχηματισμού, κυμαίνεται από 25 έως 270 m, με διαφοροποιήσεις κατά θέσεις. Η παροχή των γεωτρήσεων κυμαίνεται από 55 έως 240 m³/h, η ειδική χωρητικότητα (Sc) από 1,96 έως 36,4 m³/h/m, η μεταβιβαστικότητα (T) από $1,17 \times 10^{-2}$ έως $2,4 \times 10^{-4}$ m²/s και η υδραυλική αγωγιμότητα ποικίλλει από $1,1 \times 10^{-3}$ έως $2,7 \times 10^{-6}$ m/s. Ο συντελεστής εναποθήκευσης (S) κυμαίνεται από $1,5 \times 10^{-3}$ έως $1,36 \times 10^{-4}$.

Σε μικρή απόσταση εντοπίζονται γεωτρήσεις, που στο ίδιο βάθος παρουσιάζουν πολύ διαφορετική υδροφορία. Η άτακτη κατανομή των ζωνών αυξημένης και μειωμένης υδροφορίας είναι αποτέλεσμα της ανομοιόμορφα γεωμετρικής ανάπτυξης των ενδιάμεσων ενστρώσεων κροκαλών και άμμων, και των τοπικών μεταβολών της υδροπερατότητας των ηφαιστειακών τόφρων (συμπαγείς, εξαλλοιωμένοι). Αδιαπέρατο υπόβαθρο των υπερκείμενων υδροφόρων στρωμάτων, αποτελεί ένας αργιλικός σχηματισμός που αναπτύσσεται σε απόλυτο υψόμετρο + 15 έως -275 m.

-Αδιαπέρατοι σχηματισμοί μεγάλης έκτασης (περίπου 250 km²). Ταυτίζονται με την περιοχή της αποξηραμένης λίμνης των Γιαννιτσών, έχουν μικρό πάχος και αποτελούνται κυρίως από άργιλο. Κάτω από αυτούς τους αδιαπέρατους σχηματισμούς παρατηρούνται σημαντικοί υδροφόροι εντός αμμωδών σχηματισμών και κροκαλοπαγών που διαχωρίζονται από αργίλους. Το βάθος των γεωτρήσεων κυμαίνεται από 30 έως 400 m. Το πάχος της ακόρεστης ζώνης ποικίλλει από 2 έως 145 m και αποτελείται, σε μεγάλη κλίμακα (60%) από ημιπερατά υλικά, ως εναλλαγή της αργίλου με άμμο, χαλίκια, κροκαλοπαγή ή μίγμα αυτών. Σε ποσοστό 22% αποτελούνται από αδιαπέρατα υλικά (ιλύς, μάργα) και το υπόλοιπο 18% αποτελείται από διαπερατά υλικά (άμμος, κροκαλοπαγή). Το συνολικό πάχος των υδροφόρων στρωμάτων της περιοχής αυτής ποικίλλει από 4 έως 145 m.

Από τη μελέτη της πιεζομετρίας, για το συνολικό πεδίο (χάρτες εικ.9.5.2, εικ.9.5.3) προκύπτει, ότι:

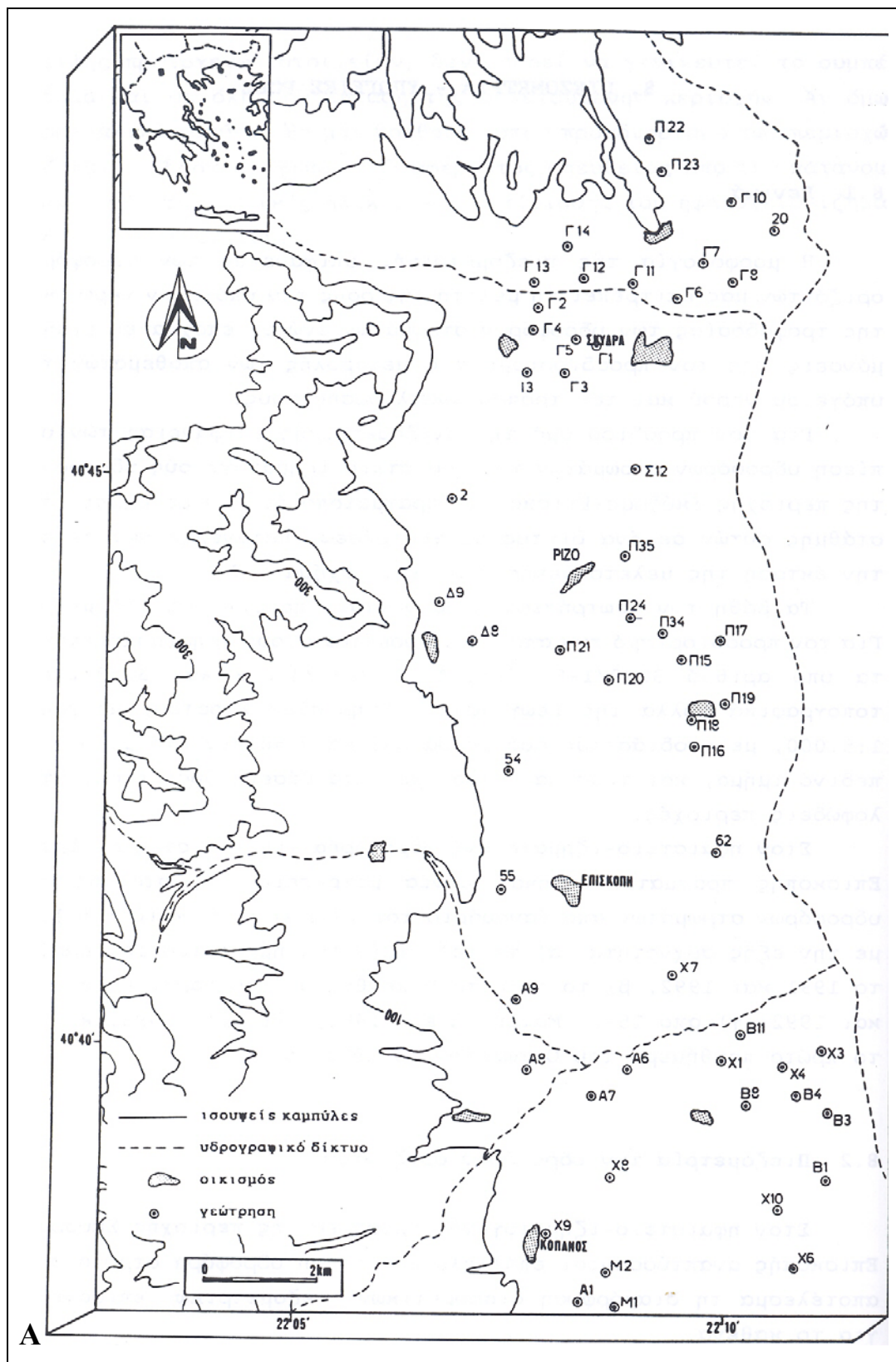
α) Το βάθος της πιεζομετρικής επιφάνειας ποικίλλει από +0.2 (αρτεσιανά) έως 125 m. Οι μεγάλες διαφορές παρατηρούνται προς τις πλευρές των λοφωδών περιοχών και οι μικρές στην πεδινή περιοχή.

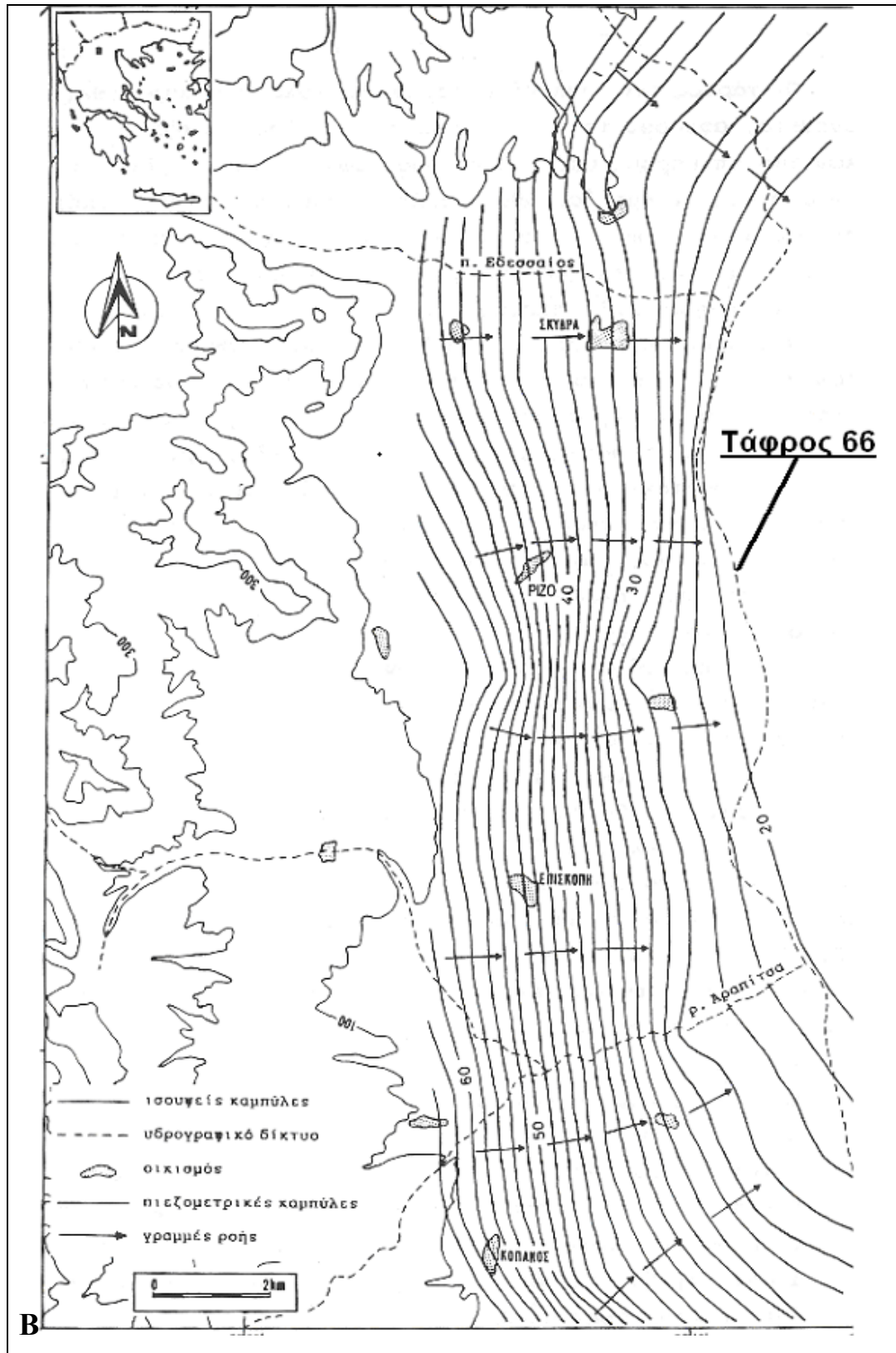
β) Εποχιακή διαφοροποίηση της πιεζομετρικής επιφάνειας αναφέρεται στο μεν δυτικό τμήμα του συστήματος, όπου βρίσκονται τα πλειστοκαινικά ιζήματα με το χαμηλότερο συντελεστή υδραυλικής αγωγιμότητας, το εύρος της διακύμανσης είναι από 2 έως 10,9m, ενώ στο πεδινό κεντρικό και νότιο τμήμα, όπου επικρατούν τα τεταρτογενή ιζήματα και αποτελούν την περιοχή εκφόρτισης του συστήματος, το εύρος είναι από 0,2 έως 2,0 m αντίστοιχα.

γ) Οι υψηλότερες υδραυλικές κλίσεις παρουσιάζονται στα βόρεια και δυτικά μέρη. Στα πεδινά οι πιεζομετρικές καμπύλες είναι λιγότερο πυκνές που σημαίνει ότι εκεί παρατηρείται μια καλύτερη μεταβιβαστικότητα και υδραυλική αγωγιμότητα, από ότι στην πλευρά των λόφων, όπου επικρατούν τα πλειστοκαινικά ιζήματα.

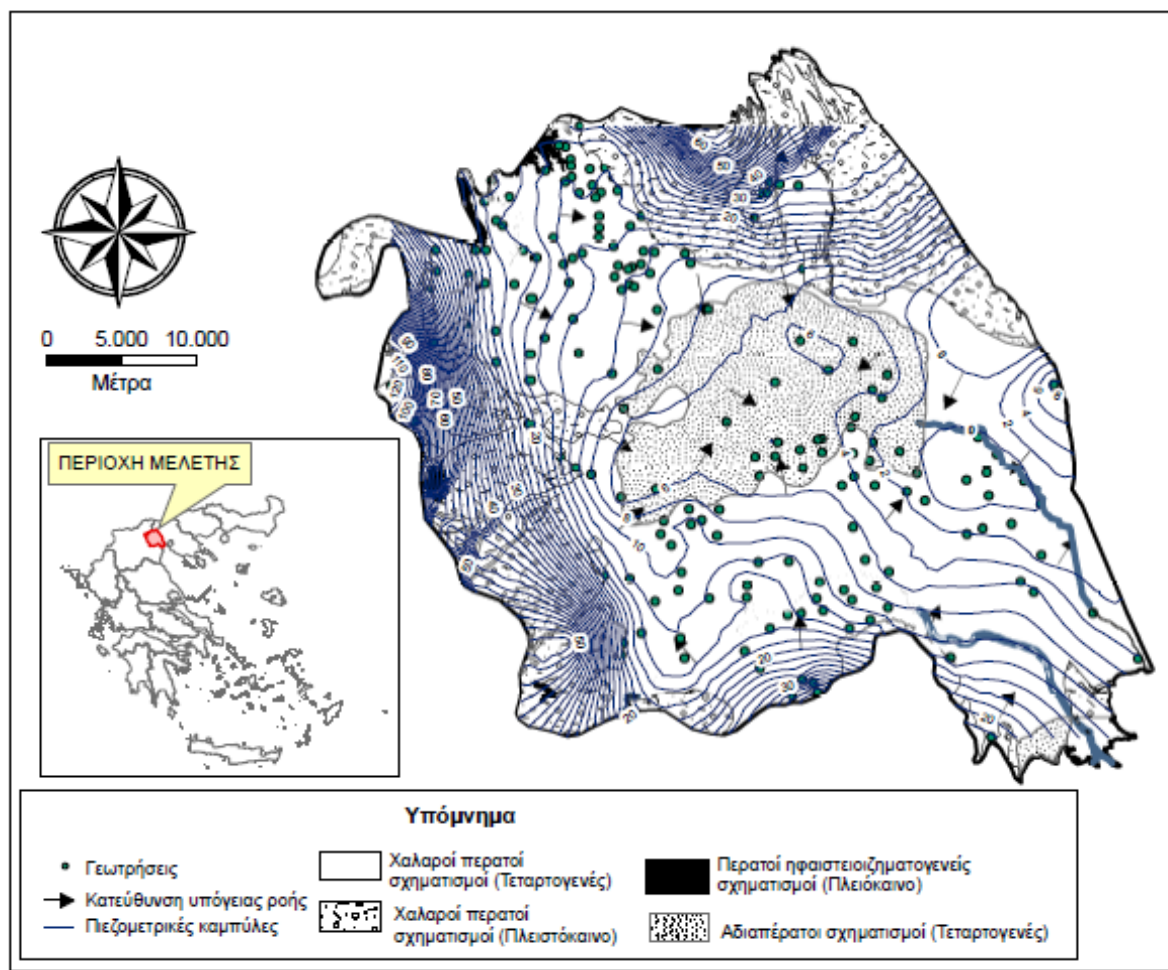
Γενικά με βάση τους πιεζομετρικούς χάρτες σχ.9.5.3 και σχ.9.5.4 και σύμφωνα με το Βεράνη (2011), προκύπτει ότι στην περιοχή της Τάφρου 66 οι πιεζομετρικές καμπύλες είναι παράλληλες που σημαίνει ότι δεν υφίσταται υδραυλική επικοινωνία μεταξύ της τάφρου και του υδροφόρου συστήματος.

ΤΕΥΧΟΣ Α: ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ 20 (ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ)





Εικ.9.5.3. Χάρτης περιοχής δυτικού πεδινού τμήματος λεκάνης Λουδία (περιοχή δυτικά της τάφρου 66) Α. με τα σημεία που μετρήθηκαν οι στάθμες των γεωτρήσεων και Β ο πιεζομετρικός χάρτης υγρής περιόδου (Ράπτη, 1995).



Εικ.9.5.4. Υδρογεωλογικός χάρτης του υδροφόρου συστήματος ποταμών κάτω ρου Αλιάκμονα και Λουδία (Βεράνης, 2011).

Στην περιοχή ανάντη της τάφρου 66, φαίνεται ότι γίνεται μικρή τροφοδοσία των υδρορεμάτων του Αν. Βερμίου, από το υδροφόρο σύστημα. Στο ΝΔ τμήμα ο Αλιάκμονας κατά την είσοδό του στην πεδιάδα Ημαθίας στην περιοχή Άμμος-Βαρβάρες τροφοδοτεί το υδροφόρο σύστημα. Κατά μήκος του άξονα Βεργίνα-Κουλούρα-Σταυρός, που αποτελεί και το χαμηλότερο τοπογραφικό σημείο, φαίνεται ότι η εκφόρτιση του υδροφόρου συστήματος γίνεται προς την περιοχή της αποξηραμένης λίμνης Γιαννιτσών. Προς το νότιο τμήμα, ο Αλιάκμονας ποταμός τέμνει υπό γωνία τις πιεζομετρικές καμπύλες που σημαίνει ότι τροφοδοτείται από τα νότια, από το σύστημα, και το τροφοδοτεί στη συνέχεια προς τα ΒΑ. Στο νοτιοδυτικό τμήμα, από τα υδρορέματα της λοφώδους περιοχής φαίνεται ότι γίνεται μερική τροφοδοσία του συστήματος. Στην περιοχή νότια των ΔΔ Κορυφής και Πρασινάδας γίνεται εκφόρτιση του υδροφόρου συστήματος προς τον Αλιάκμονα. Στο κεντρικό και νότιο τμήμα του συστήματος η κατεύθυνση της υπόγειας ροής είναι σταθερά ΝΝΔ → ΒΒΑ μέχρι

την κοίτη του Λουδία. Στις περιοχές Πλατύ, Άραχος, Μικρό Μοναστηράκι, κατά μήκος του εθνικού δρόμου Χαλκηδόνα-Πέλλα και νοτιότερα απ αυτόν παρατηρούνται αρνητικά απόλυτα υψόμετρα της πιεζομετρικής επιφάνειας (χάρτης εικ.9.5.3)

Υδροφόρο σύστημα πηγών Αραβησσού (λοφώδης περιοχή ΝΔ παρυφών Πάικου όρους)

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το πεδινό τμήμα και ιδιαίτερα τη λεκάνη Λουδία αποτελούν οι πηγές Αραβησσού, οι οποίες τροφοδοτούν με μεγάλες ποσότητες το Λουδία ποταμό και κατά συνέπεια το κατάντη υδροφόρο σύστημα της πεδινής περιοχής.

Το υδροφόρο σύστημα της Αραβησσού, όπως αναφέρθηκε, αναπτύσσεται μέσα στον καρστικό ασβεστόλιθο του Δυτικού Πάικου όρους. Η μεγάλη καστικοποίηση των ασβεστολίθων δημιουργεί έντονη δυναμική φόρτισης και εκφόρτισης του υδροφόρου συστήματος, με αποτέλεσμα οι παροχές των πηγών να παρουσιάζουν έντονες διακυμάνσεις και πολύ υψηλές τιμές παροχών. Το γεγονός ότι οι πηγές της Αραβησσού τροφοδοτούνται με υπόγεια νερά, που προέρχονται απευθείας από τον καρστικοποιημένο ασβεστόλιθο, πιστοποιείται από τη διαφορά που παρατηρείται μεταξύ των πιεζομετρικών φορτίων του φρεάτιου και του καρστικού υδροφόρου ορίζοντα. Όπως έδειξε η γεωτρητική έρευνα, που πραγματοποιήθηκε στον ευρύτερο χώρο εκδήλωσης των πηγών, ο ασβεστόλιθος συναντάται κάτω από τις χαλαρές αποθέσεις σε βάθος μεγαλύτερο από τα 150 m. Κατά τη διάρκεια της διάτρησης και πριν η γεώτρηση φτάσει στο βάθος των 150 m, η στάθμη του νερού στο σωλήνα της γεώτρησης ήταν σταθερή στα 0,80 m από την επιφάνεια του εδάφους. Με τη διάτρηση στρώματος ασβεστόλιθου, η στάθμη του νερού ανέβηκε απότομα και η γεώτρηση παρουσίασε αρτεσιανισμό με πιεζομετρικό φορτίο που ξεπέρασε τα 3,0 m από την επιφάνεια. Το γεγονός αυτό δηλώνει την υδραυλική ημι-ανεξαρτησία του καρστικού υδροφόρου συστήματος Αραβησσού από τους χαλαρούς υδροφόρους ορίζοντες που αναπτύσσονται σε νεώτερα υπερκείμενα στρώματα. Οι πηγές της Αραβησσού, αλλά και το σύνολο των αναβλύσεων που εκδηλώνονται μέχρι και τις πηγές Πλατάνου, τροφοδοτούνται με υπόγεια νερά που προέρχονται απευθείας από τον καρστικοποιημένο ασβεστόλιθο και όχι από το φρεάτιο υδροφόρο που αναπτύσσεται στα υλικά των υπερκειμένων στρωμάτων. Το γεγονός αυτό πιστοποιείται από τη διαφορά που παρατηρείται μεταξύ των πιεζομετρικών φορτίων του φρεάτιου και του καρστικού υπό πίεση υδροφόρου ορίζοντα. Οι πηγές αυτές τροφοδοτούν με πόσιμο νερό την πόλη της Θεσσαλονίκης. Στην περιοχή του αντλιοστασίου έχουν κατασκευαστεί έντεκα παραγωγικές γεωτρήσεις συνολικής παροχευτικότητας περίπου

4.700 m³/h. Σε απόσταση περίπου 150 m νότια από την τελευταία γεώτρηση του αντλιοστασίου αναβλύζουν οι μη υδρομαστευμένες πηγές "Πλατάνου". Οι παροχές των πηγών αυτών ξεπερνούν πολλές φορές και τα 3.000 m³/h. Παράλληλα, έξω από το χώρο του αντλιοστασίου και μέχρι τις πηγές Πλατάνου εντοπίζονται αναβλύσεις, οι οποίες είναι εκδηλώσεις του ιδίου καρστικού υδροφόρου ορίζοντα. Οι ποσότητες νερού που αναβλύζουν από το σύνολο των πηγών που εκδηλώνονται στα κατάντη του αντλιοστασίου αξιοποιούνται για την άρδευση των αγροκτημάτων της Αραβησσού και του Νέου Μυλοτόπου. Το όλο σύστημα κατά τους χειμερινούς μήνες τροφοδοτεί αφ' ενός το κατάντη υδροφόρο σύστημα του πεδινού τμήματος, αφ' ετέρου διοχετεύεται στο Λουδία ποταμό και καταλήγει στη θάλασσα.

9.6 Δίκτυο γεωτρήσεων - Μετρήσεις στάθμης

Οι σταθερές θέσεις δειγματοληψίας (ΣΘΔ) στη λεκάνη του ποταμού Λουδία της πρώην λίμνης Γιαννιτσών επιλέχθηκαν με βάση το βαθμό επιρροής (τροφοδοσίας ή εμπλουτισμού) των υδροφορέων, που έχουν διατρήσει οι γεωτρήσεις του δικτύου, από τους επιφανειακούς άξονες απορροής. Κατά συνέπεια ο μεγαλύτερος αριθμός των σημείων δειγματοληψίας είναι διασκορπισμένος γύρω από τους άξονες απορροής, κυρίως τους πρωτεύοντες. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στις περιοχές των τεχνητών κοιτών, οι οποίες για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα ενεργούν ως αποστραγγιστικές τάφροι των υπόγειων νερών και κυρίως ως περιοχές εμπλουτισμού. Έχουν εντοπιστεί 20 θέσεις κατάλληλες για τη σύνθεση του δικτύου παρακολούθησης της κύμανσης της υπόγειας στάθμης, η χωρική κατανομή των οποίων είναι επαρκής για την κάλυψη της λεκάνης και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Πίνακας 9.6.1.

Μετρήσεις στάθμης νερού επιλεγμένων γεωτρήσεων, για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης στο πεδινό των
λεκανών Λουδία και Μογλενίτσα (θέση γεωτρήσεων: βλέπε χάρτη σχ.9.5.1)

ΛΕΚΑΝΗ ΛΟΥΔΙΑ					
A/M	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)			
		10^{ος} 2010	5^{ος} 2011	9^{ος} - 10^{ος} 2011	5^{ος} 2012
118	11	5,33	8,75	8,98	8,65
119	8	2,42	1,98	2,31	1,86
120	13	6,78	6,35	6,74	6,11
121	56	9,61	8,67	9,28	8,02
122	12	14,70	8,97	12,45	8,13
123	11	6,57	6,41	6,56	6,32
124	19	11,43	10,65	11,28	9,98
125	14	8,62	7,61	8,32	7,6
126	9	7,10	6,9	7,05	6,81
127	6	4,12	3,92	4,03	3,67
ΛΕΚΑΝΗ ΜΟΓΛΕΝΙΤΣΑ					
A/M	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)			
		10^{ος} 2010	5^{ος} 2011	9^{ος} - 10^{ος} 2011	5^{ος} 2012
128	337	151,22	144,75	149,62	142,12
129	75	66,77	59,43	65,39	56,12
130	153	3,82	2,56	3,61	2,47
131	250	4,18	38,06*	38,11*	49,22*
132	124	3,83	2,47	3,60	2,42
133	101	56,78	52,14	55,92	51,27
134	198	5,30	4,81	5,16	4,17
135	58	14,84	12,87	14,02	11,85
136	196	8,63	7,38	8,47	7,04
137	93	4,39	3,96	4,31	3,27

*υπό άντληση

Από τις μετρήσεις στάθμης των γεωτρήσεων του δικτύου προκύπτουν τα εξής:

Οι γεωτρήσεις 130, 131 και 132 βρίσκονται στο πεδινό τμήμα του βυθίσματος της Αλμωπίας (Αριδαία). Ο υπόγειος υδροφορέας τον οποίο έχουν διατρήσει, οι γεωτρήσεις 130 και 132 δέχεται τροφοδοσίες από τις πλευρικές μεταγγίσεις από την ορεινή ζώνη (ζώνη Πάικου) και ο υπόγειος υδροφορέας τον οποίο έχει διατρήσει η γεωτρήση 131 δέχεται άμεση τροφοδοσία από το παρακείμενο χειμάρρο Αρχαγγέλου, το δε βάθος της στάθμης ορίζεται από τη στάθμη του χειμάρρου. Οι γεωτρήσεις 128, 129, 134, 135, 136 και 137 είναι κατανεμημένες στο τμήμα του Μογλενίτσα δυτικά της τάφρου 66. Οι γεωτρήσεις αυτές και με βάση το πιεζομετρικό χάρτη εικ.9.5.3. και με όσα αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο Υδρογεωλογίας, δέχονται πλευρικές τροφοδοσίες από τα υδροφόρα στρώματα του Βερμίου. Συγκεκριμένα οι γεωτρήσεις 128 και 129 έχουν βαθιές στάθμες, το βάθος των οποίων καθορίζεται από το υψόμετρο της γεώτρησης. Η διαφορά στάθμης μεταξύ των δύο περιόδων δείχνει ακριβώς τον τρόπο τροφοδοσίας (αργή τροφοδοσία). Οι γεωτρήσεις 134, 135 εντοπίζονται ανατολικά και δυτικά του λόφου του Ριζό, ο οποίος δομείται από μάρμαρα. Λόγω του γεωλογικού περιβάλλοντος φαίνεται πως έχουν μια σχετικά καλή τροφοδοσία. Η γεώτρηση 136 βρίσκεται σε περιοχή με πλούσια υδροφορία (ηφαιστειο-ιζηματογενής σειρά) και ως εκ τούτου δέχονται μια σχετικά γρήγορη πλευρική τροφοδοσία. Η γεώτρηση 137 βρίσκεται δίπλα σε δευτερεύοντα κλάδο του χειμάρρου Αραπίτσα, ο οποίος εκβάλλει στην τάφρο 66 και σύμφωνα με τις μετρήσεις δείχνει μια καλή τροφοδοσία από τον άξονα επιφανειακής ροής. Η γεώτρηση 133 βρίσκεται ανατολικά, στις νότιες παρυφές του Πάικου (δυτικά των πηγών Αραβησσού), σε μια περιοχή που δέχεται πλευρικές τροφοδοσίες από τα καρστικά υδροφόρα της περιοχής Αραβησσού. Όσον αφορά στις γεωτρήσεις στην ευρύτερη περιοχή Σκύδρας Επισκοπής, δυτικά της τάφρου 66, η τροφοδοσία τους όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, απεικονίζεται στον πιεζομετρικό χάρτη στην εικ.9.5.2.

Στην κύρια λεκάνη Λουδία εντοπίζονται οι γεωτρήσεις 118-127 (πίνακας 9.6.1). Από αυτές οι 119, 121, 123, 124, 125 και 118 εντοπίζονται σχεδόν περιμετρικά της έκτασης της πρώην λίμνης Γιαννιτσών και εμφανίζουν σχετικά μικρή διαφορά στάθμης, μεταξύ των δύο περιόδων, η οποία κυμένεται από 0,19 m έως 1,3 m, γεγονός που φανερώνει γρήγορη επανατροφοδοσία, κυρίως από τους επιφανειακούς άξονες, με τις στάθμες να κυμαίνονται σε βάθος από 2 μέχρι 11 m, ανάλογα με το υψόμετρο του εδάφους. Η γεώτρηση 120 εντοπίζεται μεταξύ Λουδία και Αλιάκμονα έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με τις προηγούμενες, με κύρια τροφοδοσία από τα επιφανειακά αποστραγγιστικά κανάλια. Η γεώτρηση 122 παρουσιάζει μια σημαντική για την περιοχή υστέρηση στην τροφοδοσία, φαίνεται πως βρίσκεται σε νησίδα

όπου επικρατούν λεπτόκοκκα υλικά. Επομένως στη περιοχή της γεώτρησης 122, η τροφοδοσία είναι μόνο υπόγεια πλευρική. Τέλος, οι γεωτρήσεις 26 και 27 βρίσκονται στο τελευταίο τμήμα των δελταϊκών αποθέσεων μεταξύ Λουδία και Αξιού και όπως είναι αναμενόμενο με βάση τα όσα έχουν αναφερθεί έχουν ως πηγή τροφοδοσίας τους επιφανειακούς άξονες ή και το αντίστροφο.

9.7 Ποιότητα νερών - Χημικές Αναλύσεις

Αξιολόγηση στοιχείων υπαρχόντων πριν την εκπόνηση της παρούσας Μελέτης

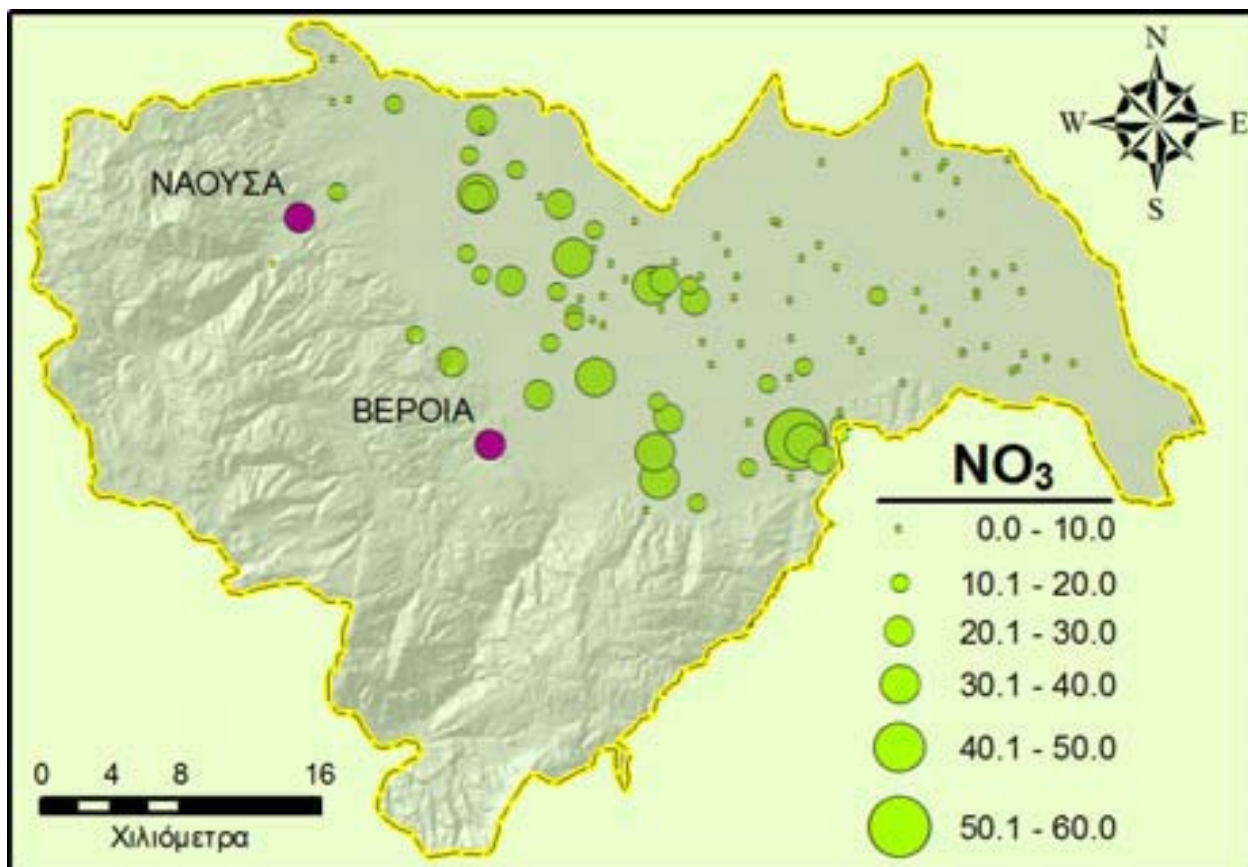
Τα υπόγεια νερά της λεκάνης απορροής της πρώην λίμνης Γιαννιτσών με βάση τις χημικές αναλύσεις των νερών που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες μελέτες και έρευνες, προκύπτει γενικά ότι τα νερά ρυπαίνονται:

- από την έντονη αγροτική δραστηριότητα και σε μικρότερο βαθμό τη βιομηχανική και αστική
- από την υφαλμύριση λόγω της γειτνίασης με τη θάλασσα.

Παλαιότερα ο Λουδίας ήταν μια από τις κύριες πηγές μεταφοράς αλμυρού νερού το οποίο στη συνέχεια τις ξηρές εποχές με την πτώση της στάθμης τροφοδοτούσε την υπόγεια υδροφορία.

Σήμερα η κατασκευή των δύο χωμάτινων θυροφραγμάτων, που τοποθετήθηκαν στην κοίτη, έχει διακόψει την επέκταση του φαινομένου αυτού, ανάντη των θυροφραγμάτων.

Με βάση τις χημικές αναλύσεις του ΙΓΜΕ (Βεράνης, 2010) φαίνεται ότι τα ιόντα Cl εντοπίζονται μόνο στο παράκτιο τμήμα μεταξύ Αξιού και Λουδία και με τάση εξασθένησης προς την πλευρά του Λουδία. Ομοίως όσον αφορά τα νιτρικά ιόντα τόσο από την ίδια έρευνα όσο και από την έρευνα του Καλλέργη (1999) και του Παπαθεοδώρου (2010), προκύπτει έντονη παρουσία αυτών σ' ένα κεντρικό σημείο μεταξύ Αξιού και Λουδία, ενώ στην υπόλοιπη περιοχή η παρουσία τους παραμένει σε χαμηλά σχετικά επίπεδα (χάρτες σχ.7.7.2 και 9.7.1), δείχνοντας όμως την τάση νιτρορύπανσης.



Εικ.9.7.1. Τιμές συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων (mg/L) στα υπόγεια νερά του πεδινού τμήματος του Νομού Ημαθίας (Παπαθεοδώρου, 2010).

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.

Α. Λεκάνη Αλμωπίας

Από τις μετρήσεις των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών (TDS, αγωγιμότητα, αλατότητα κ.λ.π.) των υπόγειων νερών προέκυψαν τιμές παρόμοιες με τις τιμές αυτών στα επιφανειακά νερά. Αυτό δείχνει αφενός την άμεση σχέση μεταξύ υπόγειων και επιφανειακών νερών και αφετέρου τη γρήγορη ανανέωση των υπόγειων νερών από τα επιφανειακά, χωρίς αυτά να παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στους υδροφορείς, έτσι ώστε να εμπλουτίζονται και να μεταβάλλουν τα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά.

Η καφεΐνη ως δείκτης ρύπανσης κυρίως αστικής προέλευσης, ανιχνεύθηκε σε όλα τα σημεία των επιφανειακών νερών και περίπου στο 30% των νερών των γεωτρήσεων. Οι

γεωτρήσεις στις οποίες βρέθηκε καφεΐνη βρίσκονται διάσπαρτες στο κεντρικό τμήμα του βυθίσματος σε όλη τη λεκάνη. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει την άμεση τροφοδοσία των υπόγειων νερών από τα επιφανειακά νερά που διατρέχουν το κεντρικό πεδινό τμήμα. Αντίθετα, στις γεωτρήσεις στα περιθώρια του πεδινού τμήματος δεν ανιχνεύθηκε καφεΐνη. Αυτό επιβεβαιώνει ότι η κύρια τροφοδοσία των υπόγειων νερών στις περιοχές αυτές, πραγματοποιείται από τις πλευρικές, μεταγίσεις από τα δυναμικά υδροφόρα της ορεινής ζώνης.

Η επιβάρυνση ορισμένων γεωτρήσεων με βαρέα μέταλλα και ιχνοστοιχεία και ιδιαίτερα αυτές γειτονικά και κατά μήκος του ποταμού Αλμωπαίου (Μογλενίτσα), στην περιοχή Λουτρακίου Αριδαίας, οφείλεται στην ύπαρξη του γεωθερμικού πεδίου.

Η ανίχνευση υπολειμμάτων γεωργικών φυτοφαρμάκων σε όλες τις γεωτρήσεις, που εντοπίζονται στη λεκάνη Μογλενίτσας (πεδινό Αριδαίας), επιβεβαιώνει αφενός την καλή στράγγιση των εδαφών (παρουσία φρεάτιου ορίζοντα με κυρίως χονδρόκοκκα υλικά) και αφετέρου τη διευκόλυνση πραγματοποίησης «συμπτωματικού εμπλουτισμού» δηλ. εμπλουτισμού των υπόγειων νερών από τα νερά της άρδευσης, με επακόλουθο τη ρύπανση των υπόγειων νερών από τα περιεχόμενα γεωργικά φάρμακα στο αρδευτικό νερό.

B. Ευρύτερο βύθισμα της πεδιάδας Γιαννιτσών-Θεσσαλονίκης)

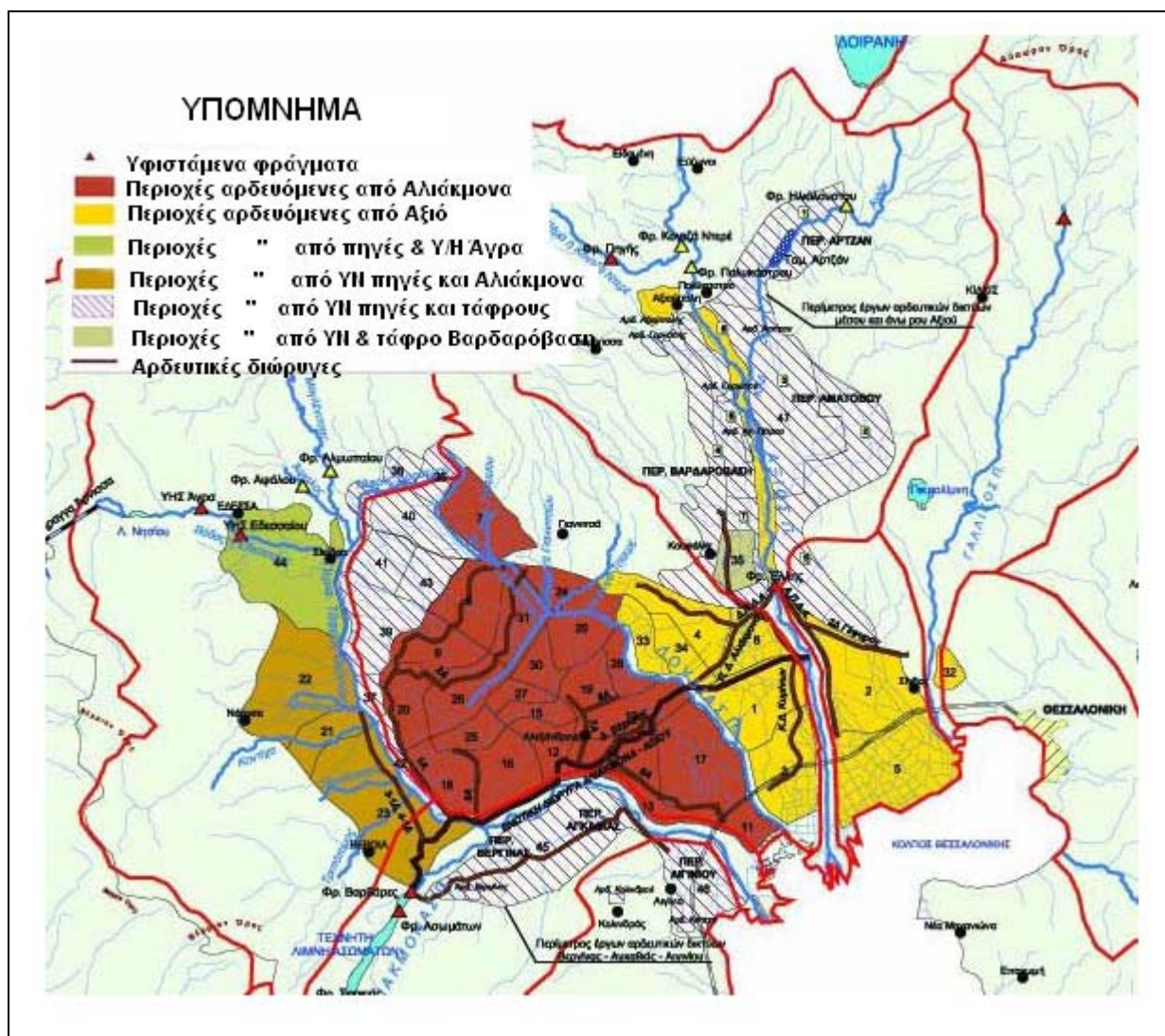
Οι υψηλές συγκεντρώσεις αρκετών γεωργικών φαρμάκων που εντοπίστηκαν στο Λουδία και σε ρέματα και τάφρους, που εκφορτίζονται σε αυτόν, επιβεβαιώνουν τη λειτουργία του ποταμού Λουδία, ως μια μεγάλη αποστραγγιστική τάφρος, στην οποία αποστραγγίζονται τα νερά τόσο του επιφανειακού δικτύου, όσο και του φρεάτιου ορίζοντα της ευρύτερης περιοχής. Με τον τρόπο αυτό και με βάση την παρουσία γεωργικών φαρμάκων στα νερά του ποταμού φαίνεται πως παρέχεται η δυνατότητα, λόγω κυριαρχίας στην επιφάνεια περατών υλικών (εδάφη καλής στράγγισης), πραγματοποίησης «συμπτωματικού εμπλουτισμού από τα αρδευτικά νερά της ευρύτερης περιοχής της πρώην λίμνης Γιαννιτσών, με συνέπεια τον έντονο εμπλουτισμό από γεωργικά φάρμακα του νερού του ποταμού.

9.8 Σχέσεις υπόγειων νερών με επιφανειακούς άξονες ροής - Συμπεράσματα

Ο κοκκώδης υδροφορέας της ευρύτερης περιοχής της πρώην λίμνης Γιαννιτσών (τμήμα μεταξύ ποταμών Αξιού και Αλιάκμονα) αποτελεί ένα πολύ-υδροφόρο σύστημα υπό πίεση και μερικώς υπό πίεση που φιλοξενείται σε Τεταρτογενή και Νεογενή ιζήματα.

Στο μεγαλύτερο τμήμα του, χαρακτηρίζεται από σημαντική υδροφορία με γεωτρήσεις, που έχουν παροχή 40-300 m³/h. Η μέση τιμή της μεταβιβαστικότητα (T) υπολογίζεται σε 1,2×10⁻³ m²/s (5,67×10⁻⁵ έως 1,9×10⁻² m²/s) και η μέση ετήσια διακύμανση της πιεζομετρικής επιφάνειας είναι 2,32 m.

Οι αρδευόμενες εκτάσεις κατά τη διάρκεια του 2007-08 ήταν περίπου 900.000 στρέμματα, από τα οποία 500.000 στρέμματα αρδεύονται από επιφανειακά νερά και τα υπόλοιπα 400.000 στρέμματα από γεωτρήσεις (χάρτης εικ.9.8.1).



Εικ.9.8.1. Υδρογραφικό δίκτυο ευρύτερης πεδινής περιοχής Κ. Μακεδονίας (Αξιός, Λουδία, Μογλενίτσας). Κατανομή πεδινής περιοχής με βάση τον τρόπο άρδευσης (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001).

Στο τμήμα ενδιαφέροντος, την λεκάνη του Λουδία, η άντληση των υπόγειων νερών για άρδευση γίνεται στα ανατολικά, βόρεια και δυτικά τμήματα του υδροφόρου συστήματος,

ενώ στο μεγαλύτερο μέρος στα κεντρικά και στα νότια, η αρδευση γίνεται με τα επιφανειακά νερά και τα νερά των πηγών και προέρχονται από περιοχές έξω από το υδροφόρο σύστημα.

Από μετρήσεις στάθμης σε 75 αρδευτικές γεωτρήσεις για μια σειρά ετών (1990-2007), προκύπτει μια πτώση του μέσου πιεζομετρικού επιπέδου της περιοχής κατά 25 cm/y, γεγονός που αποδίδεται σε υπεράντληση. Στον αντίποδα, στα κεντρικά και νότια τμήματα του συστήματος και ειδικά στην περιοχή μεταξύ των ποταμών Λουδία και Αλιάκμονα, όπου η άρδευση γίνεται με επιφανειακά νερά, παρατηρήθηκε ακόμη και άνοδος του πιεζομετρικού επιπέδου σε μερικές γεωτρήσεις.

Ο ποταμός Λουδίας είναι ο αποδέκτης της φυσικής εκφόρτισης του υδροφόρου συστήματος, του πλεονασματικού αρδευτικού νερού των καναλιών και των επιστροφών άρδευσης στον υδροφόρο και παρουσιάζει ροή κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με παροχή 15-20 m³/s.

Στην περιοχή της τάφρου 66, οι πιεζομετρικές καμπύλες είναι παράλληλες, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει υδραυλική σχέση μεταξύ της τάφρου και του υδροφόρου συστήματος. Στην περιοχή ανάντη της τάφρου 66, φαίνεται με βάση τις πιεζομετρικές καμπύλες, να υπάρχει μια μικρή εκφόρτιση του υδροφόρου συστήματος στις κοίτες των χειμάρρων του Βερμίου, στο πεδινό τμήμα.

Κατά μήκος του άξονα της Βεργίνας, των οικισμών Κουλούρα και Σταυρός, που είναι το χαμηλότερο τοπογραφικό σημείο, φαίνεται να υπάρχει μια εκφόρτιση του υδροφόρου συστήματος προς την περιοχή της αποξηραμένης ίμνης των Γιαννιτών.

Στο κεντρικό και νότιο τμήμα του συστήματος, η διεύθυνση της ροής του υπόγειου νερού είναι σταθερή ΝΝΔ-ΒΒΑ στην κοίτη του ποταμού Λουδία. Στις περιοχές των οικισμών Πλατύ, Άραχος, Μικρό Μοναστηράκι, κατά μήκος της Εθνικής οδού Χαλκιδόνας – Πέλλας και ακόμη πιο νότια, έχουν παρατηρηθεί αρνητικά απόλυτα ύψη της πιεζομετρικής επιφάνειας.

Κατά το παρελθόν, η χαμηλή ταχύτητα ροής του ποταμού Λουδία, συνέβαλε στο σχηματισμό των απαιτούμενων συνθηκών για την εισχώρηση της θάλασσας στη στεριά κατά τη διάρκεια της παλίρροιας, αλλά αυτή η διαδικασία αναχαιτίστηκε από δύο φράγματα που τοποθετήθηκαν εντός της κοίτης του. Μετά την παροχή νερού από τον ποταμό Αλιάκμονα (516×10⁶ m³/y) στα αποστραγγιστικά κανάλια, που λαμβάνει χώρα κάθε χρόνο στην έναρξη της αρδευτικής περιόδου κατά το Μάιο, το ύψος της πιεζομετρικής επιφάνειας αυξάνεται.

Εκτός από την άμεση διήθηση, η επαναφόρτιση του υδροφόρου συστήματος λαμβάνει χώρα ως συνέπεια της κατείσδυσης των επιφανειακών υδάτων των τάφρων αποστράγγισης, δια μέσου των αρδευτικών καναλιών και από την υποεπιφανειακή πλευρική μετάγγιση από τους καρστικούς υδροφόρους των ορέων Πάικου και Βέρμιου. Σημαντική τροφοδοσία του υδροφόρου συστήματος λαμβάνει χώρα εξαιτίας των επιστροφών από την άρδευση, που είναι περίπου το 15-25% της κατανάλωσης.

Συμπερασματικά, όσον αφορά στη σχέση υπόγειων και επιφανειακών νερών, προκύπτει ότι τα υπόγεια νερά τροφοδοτούνται εκτός από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, από τις διηθήσεις των νερών των χειμάρρων κατά την έξοδό τους από την ορεινή ή λοφώδη περιοχή, από τα αρδευτικά δίκτυα και κυρίως από πλευρικές μεταγγίσεις από τα δυναμικά υδροφόρα συστήματα των ορεινών περιοχών. Εξαίρεση αποτελεί η συνεχής τροφοδοσία του Λουδία ποταμού στο τμήμα νότια της πρώην λίμνης Γιαννιτσών από τις φυσικές εκφορτίσεις του υδροφόρου συστήματος, του πλεονασματικού αρδευτικού νερού των καναλιών και των επιστροφών άρδευσης στον υδροφόρο. Λόγω του φαινομένου αυτού όπως προκύπτει από τις ελάχιστες διαθέσιμες μετρήσεις ποιότητας του νερού του (Υπ. Γεωργίας και ΥΠΕΧΩΔΕ), έχουν καταγραφεί ιδιαίτερα υψηλές τιμές θειϊκών και νιτρικών ιόντων, χλωριόντων και ηλεκτρικής αγωγιμότητας έχουν καταδειχθεί. Αυτό σημαίνει ότι τα νερά του νότιου τμήματος θεωρούνται ρυπασμένα νερά. Κύρια πηγή ρύπανσης του ποταμού Λουδία θεωρούνται τα όμβρια νερά της λεκάνης απορροής, που εκπλένουν πάνω από 220.000 στρέμματα εντατικών καλλιεργειών και αποστραγγίζουν στο κάτω μέρος του (μέχρι και 30 km από τις εκβολές) μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Άλλες πηγές ρύπανσης είναι οι βιομηχανίες στο Πλατύ, ορισμένες κτηνοτροφικές μονάδες, ο χώρος διάθεσης απορριμμάτων του Πλατέος και η απόρριψη ακατέργαστων οικιακών λυμάτων από τα Γιαννιτσά και την Κρύα Βρύση.

9.9 Βιβλιογραφία

- ΑΡΒΑΝΙΤΗΣ, Α., ΚΟΛΙΟΣ, Ν., ΚΟΥΤΣΙΝΟΣ, Σ., (2008). Γεωθερμική έρευνα στη λεκάνη της Αλμωπίας (Μακεδονία, Βόρεια Ελλάδα). 8^ο Διεθνές Υδρογεωλογικό Συνέδριο Πρακτικά σελ 443453. Αθήνα.
- ΒΑΦΕΙΑΔΗΣ Π., ΣΟΥΛΙΟΣ Γ., ΡΑΠΤΗ Δ. (1992): Η υδροφορία των ηφαιστειακών σχηματισμών βορειοανατολικά του Βέρμιου (Ν. Πέλλας). Περίληψεις, 6^ο Συνέδριο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, 24-26 Μαΐου, 1992, Αθήνα, σελ. 123.
- ΒΕΡΑΝΗΣ, Ν. (2008). Υδρογεωλογική αναγνώριση και αποτύπωση των συνθηκών ύδρευσης στο Δήμο Πλατέως, Ν. Ημαθίας. Αδημ. Μελέτη ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη, σελ. 60, χάρτες, πίνακες.

- ΒΕΡΑΝΗΣ, Ν. (2009). Υδρογεωλογική αναγνώριση και αποτύπωση των συνθηκών ύδρευσης στο Δήμο Μελίκης, Ν. Ημαθίας. Αδημ. Μελέτη ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη, σελ. 64, χάρτες, πίνακες.
- ΒΕΡΑΝΗΣ, Ν.(2010): Υδρογεωλογική μελέτη των υδροφόρων συστημάτων της περιοχής της κεντρικής Μακεδονίας. Τόμ. 1 και 2Α. CSF Project (2003-2009) «Καταγραφή και αξιολόγηση των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών των υδροφόρων συστημάτων της χώρας». RUCM-IGME, Θεσσαλονίκη.
- VERANIS, N., CHRYSAFI, K., MAKROVASILI, K. (2011). Hydrogeological conditions of the lower reaches of Aliakmonas kad Loudias river aquifer system, Region of Central Macedonia, Northern Greece, 9ο Διεθνές Υδρογεωλογικό Συνέδριο σελ. 357-364. Πάτρα.
- ΒΟΥΤΣΑ Δ., 1993: Μελέτη και χαρακτηρισμός των υπόγειων νερών της ευρύτερης περιοχής Θεσσαλονίκης, Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ. Τμήμα Χημείας
- ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ, Ι., (2009). Επιπτώσεις των αγροτικών δραστηριοτήτων στη ποιότητα των νερών στη λεκάνη απορροής του ποταμού Λουδία. Μεταπτυχιακή Διατριβή ΑΠΘ.
- ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ Μ. (1994): Έρευνα εκμετάλλευσης και διαχείρισης του υδροφορέα της Αραβησσού με τη χρήση του μαθηματικού μοντέλου πολλαπλών κελιών. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Μεταπτυχιακό Τμήμα Έγγειων Βελτιώσεων. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη
- ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Γ. (2000): Υδρογεωλογική μελέτη του όρους Πάικου και του καρστικού συστήματος των πηγών Αραβησσού. Τεχνική έκθεση Ερευνητικού προγράμματος για λογαριασμό του ΟΥΘ. Θεσσαλονίκη.
- ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Γ., ΛΟΥΠΑΣΑΚΗΣ Κ. (2004): Συμβολή στη μελέτη του μηχανισμού λειτουργίας των πηγών Αραβησσού και του υδατικού δυναμικού του ομώνυμου υδροφόρου ορίζοντα(νομού Πέλλας). Πρακτικά 10^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας τομ. XXXVI, σελ. 1972-1981.
- ΔΙΟΥ Π., ΠΟΛΛΑΕΤΙΔΟΥ Ι.(1991): Διερεύνηση συνθηκών ύδρευσης νομού Πέλλας, ποιότητα-επάρκεια νερού ύδρευσης. Δημοκρίτειο πανεπιστήμιο Θράκης, Διπλωματική εργασία, Ξάνθη.
- ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΔΗΣ Γ. (1977): Συμβολή εις την μελέτην των ηφαιστειογενών πετρωμάτων της νοτίου Αλμωπίας. Διατριβή επί διδακτορία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο θεσσαλονίκης, σελ. 173.
- 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 (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»
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ., (1999). Ευπρόσβλητες ζώνες της Ελλάδος από Νιτρορύπανση, γεωργικής προέλευσης. (Οδηγία 96/676/ΕΟΚ). Τελική έκθεση για λογαριασμό του ΥΠΕΧΩΔΕ. Πρόγραμμα του Πανεπιστημίου Πατρών. Τμήμα γεωλογίας. Πάτρα.
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ., (2001). Εφαρμοσμένη – Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία. Τόμος Γ. Έκδοση ΤΕΕ, Αθήνα.
- ΚΙΛΙΑΣ Δ., ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ Δ. (1989): Το τεκτονικό κάλυμμα της Πελαγονικής. Τεκτονική, μεταμόρφωση και μαγματισμός. Δελτίο Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, XXIII (1), 29-46.

- ΚΝΙΘΑΚΗΣ, Ε. και ΤΖΙΜΟΥΡΤΑΣ, Σ. (1987) Μελέτη των υδρογεωλογικών συνθηκών και του χημισμού των υπογείων νερών στη λεκάνη μεταξύ των ποταμών Αξιού-Λουδία. ΙΓΜΕ Θεσ/νίκης, Αδμ. Έκθεση, 33 σελ.
- ΜΕΛΑΔΙΩΤΗΣ Γ. (1984): Γεωλογική μελέτη του ανατολικού τμήματος της πεδιάδας Θεσσαλονίκης – Γιαννιτσών και ειδικότερα της περιοχής μεταξύ των ποταμών Αξιού και Γαλλικού, όπου αναπτύσσονται εκμεταλλεύσιμοι υπόγειοι υδροφορείς.
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ Δ. (1976): Συμβολή εις την γνώσιν της γεωλογίας του βόρειου ορίου των ζωνών Αξιού και Πελαγονικής εις την περιοχή Κ. Λουτρακίου-Ορμας. Διδακτορική διατριβή Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, σελ. 164.
- ΠΑΠΑΘΕΟΔΩΡΟΥ, Κ., ΒΕΡΑΝΗΣ, Ν., ΠΑΤΣΙΑΡΟΣ, Π. (2010) Τρωτότητα των υπόγειων νερών της πεδινής ζώνης ν. Ημαθίας. Εφαρμογή της τροποποιημένης μεθοδολογίας DRASTIC. Περιοδικό ΧΩΡΟγραφίες Τ1 Αρ.1 σελ. 17-24.
- ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Α. (1985): Υδρογεωλογικές έρευνες στο καρστ της ορεινής μάζας του Βερμίου. Πρακτικά 1 της ΕΥΕ, τεύχος 1, 1985.
- ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ Α., ΧΑΤΖΗΚΥΡΚΟΥ Α., ΚΑΙ ΚΑΛΟΥΣΗ, Ε. (1996): Μελέτη ποιοτικής κατάστασης επιφανειακών και υπόγειων νερών Ν. Θεσσαλονίκης. Ι.Γ.Μ.Ε., 137 σελ.
- ΠΑΝΩΡΑΣ Α. και ΧΑΤΖΗΓΙΑΝΝΑΚΗΣ Σ. (1992) “*Εκτίμηση της παροχής και της ποιότητας του νερού του παλιρροιακού ποταμού Λουδία*”, Υδροτεχνικά, Τόμος 2 (1): 25-38.
- ΠΡΑΤΑΝΟΠΟΥΛΟΣ Α. – ΣΤΑΪΚΟΠΟΥΛΟΣ Γ. (2001): Υδρογεωλογική έρευνα ανθρακικών σχηματισμών όρους Πάικου – Βόρρα.
- ΡΑΠΤΗ Δ., ΡΟΚΚΑ Α., ΣΟΥΛΙΟΣ Γ. (1993): Συσχέτιση υδρογεωλογικών και γεωφυσικών παραμέτρων του ηφαιστειο-ιζηματογενούς υδροφορέα της ευρύτερης περιοχής Σκύδρας (νομός Πέλλας). 2^ο Συνέδριο Συλλόγου Γεωφυσικών Ελλάδος, 5-7 Μαΐου, Φλώρινα, Πρακτικά, ΙΙ, 95-105.
- ΡΑΠΤΗ Δ., ΡΟΚΚΑ Α., FRANCANI V. (1993): Καθορισμός- εφαρμογή μαθηματικού μοντέλου προσομοίωσης στον υδροφορέα της ευρύτερης περιοχής Σκύδρας (νομός Πέλλας). 2^ο Υδρογεωλογικό Συνέδριο, 24-28 Νοεμβρίου, Πάτρα Πρακτικά, ΙΙ, 705-717.
- ΡΑΠΤΗ Δ, ΣΟΥΛΙΟΣ Γ. (1994): Υδροχημικά χαρακτηριστικά των υπόγειων νερών του ηφαιστειο-ιζηματογενούς υδροφορέα της ευρύτερης περιοχής Σκύδρας. 5^ο Συνέδριο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, 24-29 Μαΐου, Θεσσαλονίκη, Περίληψεις, σελ. 118.
- ΡΑΠΤΗ Δ. (1995): Υδρογεωλογικές έρευνες στην περιοχή Σκύδρας-Επισκοπής(κεντρική Μακεδονία). Θεσσαλονίκη. Διδακτορική Διατριβή ΑΠΘ.
- SOULIOS G. (1978): Nouvelles donees sur la geologie et l'hydrogeologie de la region d'Armissa-Vallee d'Edessaïos (Macedoine-Grece). These 3^{eme} cycle, Universite des Sciences et Techniques Languedoc, Montpellier, 125pp.
- ΣΩΤΗΡΙΑΔΗΣ Μ. (2000): Ποιοτικά χαρακτηριστικά των υπόγειων νερών της πεδινής περιοχής δυτικά της Θεσσαλονίκης. Διατριβή ειδίκευσης, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη.
- ΤΖΙΜΟΥΡΤΑΣ, Σ. (2001). Ποιοτική Παρακολούθηση και Έλεγχος Υδάτινων Πόρων Κ. Μακεδονίας, Ν. Ημαθίας. ΕΡΓΟ: Β ΚΠΣ. Μελέτη ποιοτικής κατάστασης υπόγειων νερών παράκτιας περιοχής Θερμαϊκού κόλπου. Αδ. μελ. ΙΓΜΕ, Θεσσαλονίκη, σελ. 44.
- ΤΖΙΜΟΥΡΤΑΣ, Σ., (2002). Υδρογεωλογική αναγνώριση Δ. Πλατέως Ν. Ημαθίας. Έκθεση ΙΓΜΕ. Θεσσαλονίκη.

- ΤΖΙΜΟΥΡΤΑΣ, Σ., (2003). Υδρογεωλογική αναγνώριση Δ. Αντιγονιδών Ν. Ημαθίας. Έκθεση ΙΓΜΕ. Θεσσαλονίκη.
- ΥΔΡΕΜ ΕΠΕ ΕΞΑΡΧΟΥ ΚΑΙ ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ (1978). Υδρογεωλογική έρευνα πηγών Αραβησσού Τεύχος 2. Για λογαριασμό του ΟΥΘ.
- ΥΔΡΟΕΡΕΥΝΑ Α.Ε. (1974): Υδρογεωλογική προμελέτη τόξου Ανατολικού Βερμίου- Αλμωπίας. Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα.
- ΥΠΕΧΩΔΕ (2008). Εθνικό πρόγραμμα διαχείρισης και προστασίας των υδατικών πόρων Ελλάδος. ΕΜΠ Αθήνα.
- ΥΠΕΧΩΔΕ (2001) Master Plan για την αξιοποίηση των υδατικών πόρων της ευρύτερης περιοχής Θεσσαλονίκης, με σκοπό την κάλυψη των αναγκών ύδρευσης. Αθήνα
- ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ (1974): Εδαφολογική μελέτη περιοχής Μογλενίτσης (νομός Πέλλης). Υπουργείο Γεωργίας, επιθεώρησις γεωργίας κεντρικής και δυτικής Μακεδονίας, σελ. 14, Θεσσαλονίκη.
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ (1960): Εγγειοβελτιωτικά έργα Εδέσσης Πέλλης. Εδαφολογική μελέτη. Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων, σελ.1-12, Αθήνα.
- ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ (1962): Εδαφολογική μελέτη πεδινής περιοχής Τριποτάμου Βέροιας. Υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων, σελ. 77, Θεσσαλονίκη.
- ΦΡΑΓΓΟΠΟΥΛΟΥ Ι., ΜΑΡΙΝΟΥ Π., ΓΑΛΕΟΥ Α., ΚΝΙΘΑΚΗ Ε., ΙΑΚΩΒΑΤΟΥ Ν., ΝΙΚΑ Κ. (1975): Υδρογεωλογική προμελέτη τόξου ανατολικού Βερμίου, Μελέτη της Υδροέρευνας Α.Ε. για το Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα.
- ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΗΜΑΘΙΑΣ Α.Ε.: Έρευνα εκτίμησης του υδατικού δυναμικού Ν. Ημαθίας, Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ημαθίας.
- WWW.Wikimapia.org (2012) On line map.