

ΕΡΓΟ

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

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΣΤΡΥΜΟΝΑ 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

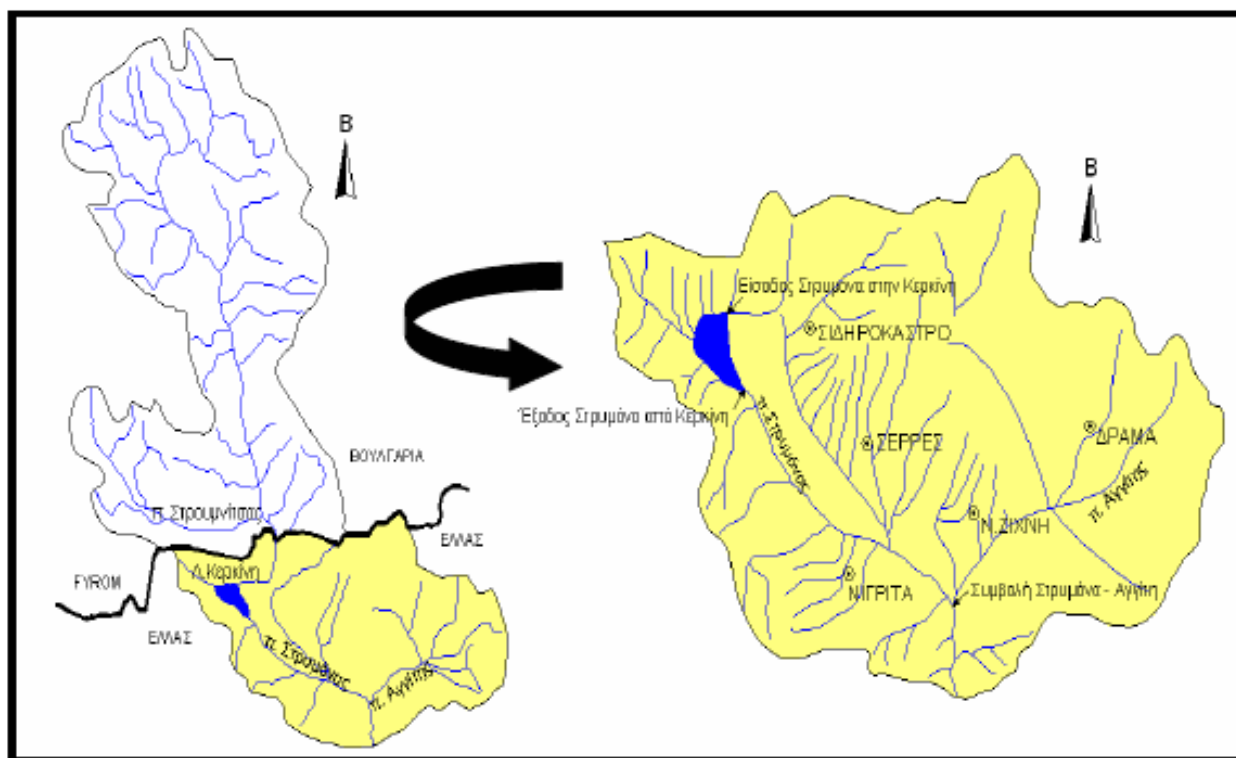
5. ΛΕΒΟΓΙΑΝΝΗΣ ΜΙΧΑΗΛ, Γεωπόνος



5. Λεκάνη Στρυμόνα Ποταμού

5.1 Γενικά

Η συνολική έκταση της λεκάνης του ποταμού Στρυμόνα ανέρχεται σε 17.150 km². Το κύριο τμήμα της λεκάνης αναπτύσσεται εκτός των ελληνικών συνόρων (FYROM, Βουλγαρία), σε έκταση που ανέρχεται σε 10.364 km². Το ελληνικό τμήμα της λεκάνης του ποταμού ανέρχεται σε 6.759 km² που αντιστοιχεί στο 39,45%, της συνολικής του έκτασης. Στην έκταση αυτή περιλαμβάνεται τόσο η ταφρολεκάνη των Σερρών, όσο και η λεκάνη του ποταμού Αγγίτη της οποίας το μεγαλύτερο μέρος καταλαμβάνει η λεκάνη της Δράμας. Η έκταση της ταφρολεκάνης των Σερρών, ανέρχεται σε 3.714,8 Km² (χάρτης σχ.5.1.1).



Εικ.5.1.1. Λεκάνη Στρυμόνα Ποταμού – Ταφρολεκάνη Σερρών (Ορφανίδου, 2008).

Το τεκτονικό βύθισμα στον ελληνικό χώρο, εντός του οποίου έχει σχηματισθεί ο ποταμός Στρυμόνας, είναι γνωστό ως ταφρολεκάνη των Σερρών και βρίσκεται μεταξύ των οροσειρών της Δυτικής Ροδόπης και της Σερβομακεδονικής μάζας. Το βύθισμα αυτό αποτελεί το νοτιότερο και τελευταίο τεκτονικό βύθισμα της ευρύτερης υδρολογικής λεκάνης του Στρυμόνα.

Το χαμηλό τμήμα της ταφρολεκάνης καταλαμβάνει η πεδιάδα των Σερρών. Η πεδιάδα

αυτή, μέχρι την ισοϋψή των 100 m, έχει έκταση περίπου 1.300 km², και αποτελεί το 1/3 περίπου της συνολικής έκτασης της λεκάνης των Σερρών.

Χαρακτηριστικό γεωμορφολογικό στοιχείο της πεδινής έκτασης αποτελεί η λίμνη Κερκίνη που έχει κατασκευαστεί, στο πρόσφατο παρελθόν, στη θέση της μικρής παλιάς λίμνης Κερκινίτιδας. Η λίμνη καταλαμβάνει έκταση 54 km², ενώ κατά τη διάρκεια των πλημμυρικών παροχών του Στρυμόνα η συνολική της έκτασή ανέρχεται στα 68,5 km².

5.2 Βασική βιβλιογραφία και στοιχεία

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της σύμβασης έγινε συλλογή και αξιολόγηση υφιστάμενων γεωλογικών, υδρογεωλογικών και υδρολογικών δεδομένων, με στόχο την ανάπτυξη γνώσης σχετικά με τη δομή, λειτουργία και εξέλιξη των υπόγειων υδροφοριών της περιοχής.

Έχουν συλλεχθεί και αξιολογηθεί σημαντικές υδρογεωλογικές μελέτες και μελέτες ποιότητας υπογείων νερών μεταξύ των οποίων και αυτές του πίνακα 5.2.1.

Πίνακας 5.2.1

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

Αριθμός	Χαρακτηριστικά μελέτης
1	ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ-ΠΕΝΝΟΥ Ε., (1994). Δυναμική εξέλιξη και σύγχρονες εξωγενείς διεργασίες του υδρογραφικού συστήματος της ταφρολεκάνης Σερρών. Διδακτορική Διατριβή της Σχολής Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας του ΑΠΘ. Θεσ/νικη.
2	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.
3	ΙΓΜΕ, (2010). Υδρογεωλογική έρευνα λεκάνης Στρυμόνα. Ευπρόσβλητες ζώνες της Ελλάδας από νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης
4	ΧΑΤΖΗΑΓΟΡΑΚΗΣ Δ., ΤΑΟΥΣΙΑΝΗΣ Α., (1989). Υδρογεωλογική μελέτη πεδιάδας Σερρών (Υπουργείο Γεωργίας – Ι΄ ΠΔΕΒ – τμήμα Γεωλογικό, Καβάλα), [σ. 1-30]
5	ΒΕΡΑΝΗΣ Ν., (2008). Υδατικό ισοζύγιο λεκανών παρακολούθησης ποιότητας και μέτρα προστασίας νερού Κεντρικής Μακεδονίας. ΙΓΜΕ.
6	ΥΠΑΝ, (2008). Σχέδιο προγράμματος διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Χώρας. Με τη συνεργασία ΥΠΑΝ, ΕΜΠ, ΙΓΜΕ, ΚΕΠΕ. Αθήνα

Αριθμός	Χαρακτηριστικά μελέτης
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 (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»

Πίνακας 5.2.2

Βασικά στοιχεία που αντλήθηκαν από τις μελέτες του πίνακα 5.2.1

Αριθμός	Βασικά στοιχεία που αντλήθηκαν για την περιοχή
1	Γεωμορφολογία, Γεωλογία, Υδρογεωλογία, πιεζομετρία
2	Νιτρορύπανση
3	Υδροχημεία, πιεζομετρία
4	Υδρογεωλογία πιεζομετρία
5	Υδροχημεία,
6	Υπόγεια Υδατικά συστήματα, στοιχεία γεωτρήσεων, απογραφή σημείων,

5.3 Γεωμορφολογία λεκάνης

Η λεκάνη του ποταμού Στρυμόνα, η οποία αναπτύσσεται μεταξύ της γεωτεκτονικής ζώνης της Ροδόπης στα ανατολικά και της Σερβομακεδονικής στα δυτικά, δημιουργήθηκε από τη δράση τεκτονικών –νεοτεκτονικών διεργασιών και στη συνέχεια διαμορφώθηκε από τη δράση των εξωγενών παραγόντων της ιζηματογένεσης, της αποσάθρωσης και της διάβρωσης.

Η συνολική έκταση της λεκάνης του Στρυμόνα, υπολογίζεται στα 17.150 km² και διαμοιράζεται μεταξύ της Ελλάδας, της Βουλγαρίας και της FYROM (βλέπε σχ.5.5.1). Το ελληνικό τμήμα κατέχει το 39,45%, που αντιστοιχεί σε 6.759 km², και περιλαμβάνει την ταφρολεκάνη των Σερρών καθώς και τη λεκάνη του ποταμού Αγγίτη της οποίας το

Εικ.5.3.1 Γεωμορφολογικός χάρτης Ταφρολεκάνης Σερρών (Παπαφιλίππου 1994)

Ως τεκτονικό βύθισμα, η λεκάνη των Σερρών οριοθετείται από τους περιφερειακούς ορεινούς όγκους της οροσειράς της Δ. Ροδόπης στα ανατολικά (Ορβυλο-Άγγιστρο, όρη Βροντούς, Μενοίκιο και Παγγαίο) και της οροσειράς της Σερβομακεδονικής μάζας στα δυτικά (όρη Κερκίνης, Δυσώρο, Μαυροβούνιο, Βερτίσκος και Κερδύλλια) (βλέπε χάρτη εικ.5.3.1).

Τα υψόμετρα των κορυφών του ορεινού όγκου της Ροδόπης κυμαίνονται μεταξύ 1849 m και 2212 m, και έχουν βασικό προσανατολισμό των κυρίων αξόνων τους ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση. Μεταξύ των κορυφών αυτών αναπτύσσονται βαθιές και πλατιές κοιλάδες. Η μάζα της Ροδόπης, αποτελείται από μεγάλες πτυχές με κύριο προσανατολισμό ΒΑ-ΝΔ. Τα όρη της Ροδόπης συμπίπτουν με τα αντίκλινα των πτυχών, ενώ οι μεταξύ αυτών κοιλάδες συμπίπτουν με τους άξονες των συγκλίνων.

Οι ορεινοί όγκοι της Σερβομακεδονικής μάζας, αντιθέτως, μετά βίας υπερβαίνουν το υψόμετρο των 1000 m. Πρόκειται κυρίως για βουνά, με ομαλό ανάγλυφο, χωρίς σαφή διαχωρισμό μεταξύ τους. Εξάιρεση αποτελεί το όρος Κερκίνη (2031 m). Κατά τους Ψιλοβίκο και Βαβλιάκη (1983), η υψομετρική διαφορά που υπάρχει μεταξύ του ορεινού όγκου της Ροδόπης και Σερβομακεδονικής μάζας στις δύο πλευρές της λεκάνης των Σερρών οφείλεται σε πρόσφατες έντονες ανυψωτικές κινήσεις της μάζας της Ροδόπης.

Γενικά, η διαμόρφωση των ορεινών όγκων που προαναφέρθηκαν και εντοπίζονται περιμετρικά της ταφρολεκάνης των Σερρών, οφείλεται στην προ-Νεογενή τεκτονική δράση. Περιμετρικά των ορεινών όγκων και στο εσωτερικό της λεκάνης, το ανάγλυφο μεταπίπτει σε ημιορεινό έως ομαλό λοφώδες. Στο εσωτερικό κεντρικό τμήμα αναπτύσσεται η πεδινή περιοχή. Η ορεινή ζώνη (υψόμετρο 600 m και πάνω), καταλαμβάνει περίπου το 22% της έκτασης της λεκάνης, η λοφώδης περιοχή (υψόμετρα από 200 – 600 m), καταλαμβάνει το 27% αυτής και τέλος, η χαμηλή περιοχή, (υψόμετρο μικρότερο από 200 m), καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα της, περίπου το 51%.

Ο ποταμός Στρυμόνας αποτελεί, ουσιαστικά άξονα συμμετρίας της ταφρολεκάνης των Σερρών. Οι κλίσεις των διαφόρων μορφολογικών τμημάτων της ταφρολεκάνης ποικίλλουν από πολύ μεγάλες, στους ορεινούς όγκους, έως πολύ μικρές στη χαμηλή περιοχή. Στο σύνολο της πεδινής περιοχής (υψόμετρα μικρότερα των 60 m), οι κλίσεις κυμαίνονται από 5% έως 8% και στις ζώνες των πρώην λιμνών και ελωδών εκτάσεων από 0% έως 3%. Αυτό δηλώνει, ότι η κίνηση του νερού στα χαμηλά τμήματα γίνεται με πολύ μικρή ταχύτητα, σε

αντίθεση με τις υπόλοιπες περιοχές, αποθέτοντας έτσι το μεγαλύτερο μέρος των φερτών υλικών που μεταφέρει. Αποτέλεσμα της μεγάλης διαφοράς κλίσεων μεταξύ υψηλών και χαμηλών περιοχών, είναι η δημιουργία εκτεταμένων αλλουβιακών ριπιδίων, κατά την έξοδο των χειμάρρων και ποταμών από την ορεινή ζώνη. Τέτοια ριπίδια εντοπίζονται σχεδόν περιμετρικά της λεκάνης με μεγαλύτερο σε μέγεθος αυτό του ποταμού Στρυμόνα.

Τα αλλουβιακά ριπίδια, λόγω της μεγάλης υδροπερατότητας των αδρομερών, κατά βάση υλικών τους, εμφανίζουν ιδανικές υδρογεωλογικές συνθήκες για την ανάπτυξη και τροφοδοσία των σημαντικών υπόγειων υδροφοριών.

Υδρογραφικό δίκτυο

Η κοίτη ροής του ποταμού Στρυμόνα αποτελεί τον κεντρικό κλάδο του υδρογραφικού δικτύου στον οποίο καταλήγουν όλοι οι πλευρικοί κλάδοι των χειμάρρων και ρεμάτων, οι οποίοι στο σύνολό τους υπολογίζονται στους 68 (βλέπε χάρτη εικ.5.3.2).



Εικ.5.3.2. Υδρογραφικό δίκτυο ταφρολεκάνης Σερρών (Παπαφιλίππου, 1994).

Σήμερα, το υδρογραφικό δίκτυο του χαμηλού τμήματος (πεδινή περιοχή) της λεκάνης των Σερρών είναι σχεδόν στο σύνολό του τεχνητό. Κυρίαρχο στοιχείο αυτού αποτελεί ο

ποταμός Στρυμόνας, ο οποίος στη φυσική του πορεία, κατά το παρελθόν και πριν την κατασκευή των εγχειοβελτιωτικών έργων, εισερχόμενος από τα στενά Κούλας στο χώρο της ταφρολεκάνης, απέθετε φερτές ύλες σχηματίζοντας το μεγάλο αλλουβιακό ριπίδιο του Στρυμόνα (ή Ηράκλειας). Στη συνέχεια το ποταμι διέσπειρε τη ροή του επάνω σ' αυτό, δημιουργώντας πρόσκαιρες κοίτες που τις εγκατέλειπε σε περιόδους πλημμυρικών παροχών. Από τους αρχικούς αποδέκτες των απορροών του, ήταν τα έλη που αναπτυσσόταν ΒΔ της Κερκινίτιδας λίμνης (ή Μπουτκόβου). Στη συνέχεια σχημάτιζε μια σταθερή κοίτη, κοντά στο δυτικό όριο της ταφρολεκάνης και προσέγγιζε τον χώρο της Λίμνης Αχινού και νοτιότερα την λιμνώδη περιοχή "Δεκαλίστρα" για να καταλήξει δια μέσου των "στενών Αμφίπολης" στον Στρυμονικό κόλπο. Χαρακτηριστικό της ευρύτερης κοίτης του ποταμού ήταν οι σχηματισμοί νησίδων και θινών, ως αποτέλεσμα αφενός του μεγάλου φορτίου φερτών υλών και αφετέρου της μικρής ταχύτητας του ποταμού (μικρές κλίσεις εδάφους). Αυτό προσέδιδε ένα χαρακτήρα πλεξοειδούς ροής στον ποταμό που είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία πληθώρας νέων κοιτών. Με τον ίδιο μηχανισμό και οι μεγαλύτεροι χείμαρροι της περιοχής, (όπως ο χείμαρρος Μπέλιτσας), λόγω των παρόμοιων μορφολογικών συνθηκών, έχουν δημιουργήσει εκτεταμένα αλλουβιακά ριπίδια, και έναν σημαντικό αριθμό κοιτών, και κατέληγαν μαζί με τον Στρυμόνα στη Λίμνη Αχινού. Οι μορφολογικές αυτές διεργασίες που περιγράφηκαν ανωτέρω έχουν ως αποτέλεσμα μια ετερογενή κατανομή των υλικών σε όλο το πεδινό τμήμα των αλλουβιακών αποθέσεων.

Πολλές από τις αδρανοποιημένες κοίτες του Στρυμόνα ή των σημαντικότερων χείμαρρων σήμερα αποτελούν αποστραγγιστικές ή αρδευτικές τάφρους.

Ως συμπέρασμα προκύπτει ότι το υδρογραφικό σύστημα του ποταμού Στρυμόνα αποτελεί ένα μεικτό, φυσικό και ανθρωπογενές σύστημα. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή των μεγάλων εγχειοβελτιωτικών έργων, κυρίως στο χαμηλό τμήμα της ταφρολεκάνης, είχε ως αποτέλεσμα τόσο την καταστροφή παλιών εγκαταλελειμμένων κοιτών, όσο και την ενσωμάτωση κάποιων από αυτές στο αρδευτικό δίκτυο.

Στο φυσικό περιβάλλον της ταφρολεκάνης, υπήρχαν μόνιμες λίμνες ή λιμνώδεις περιοχές, οι οποίες έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του πεδίου των αποθέσεων. Τέτοιες περιοχές ήταν (Παπαφιλίππου 1994):

- Στο Β/ΒΔ τμήμα της, η αβαθής λίμνη Κερκινίτιδα (ή Μπουτκόβου) της οποίας τα μόνιμα ύδατα κατελάμβαναν συνολική έκταση περί τα 3,56 km².
- Στο Ν/ΝΑ τμήμα της, η σχετικά αβαθής αλλά εκτεταμένη λίμνη Αχινού σε σχήμα "νεφρού" και με έκταση (μόνιμα ύδατα) περί τα 39,6 km² (χώρος με μόνιμα ύδατα),

που αποτελούσε το τοπικό βασικό επίπεδο των ποταμών Στρυμόνα, της Μπέλιτσας, του Αγγίτη, και των χειμάρρων του ΝΔ Μενοίκιου και της ΒΑ πλευράς των Κερδυλλίων.

- Νοτιότερα, πριν τα "Στενά Αμφιπόλης" στην περιοχή «Δεκαλίστρα», υπήρχε η επίσης αβαθής, ομώνυμη λιμνώδης περιοχή, έκτασης περί τα 11,5 km². Την επικοινωνία της με τη λίμνη Αχινού, εξασφάλιζε μια διακλαδιζόμενη κοίτη (μήκους ~ 5,5 km), στην οποία κατέληγε και ο Αγγίτης.

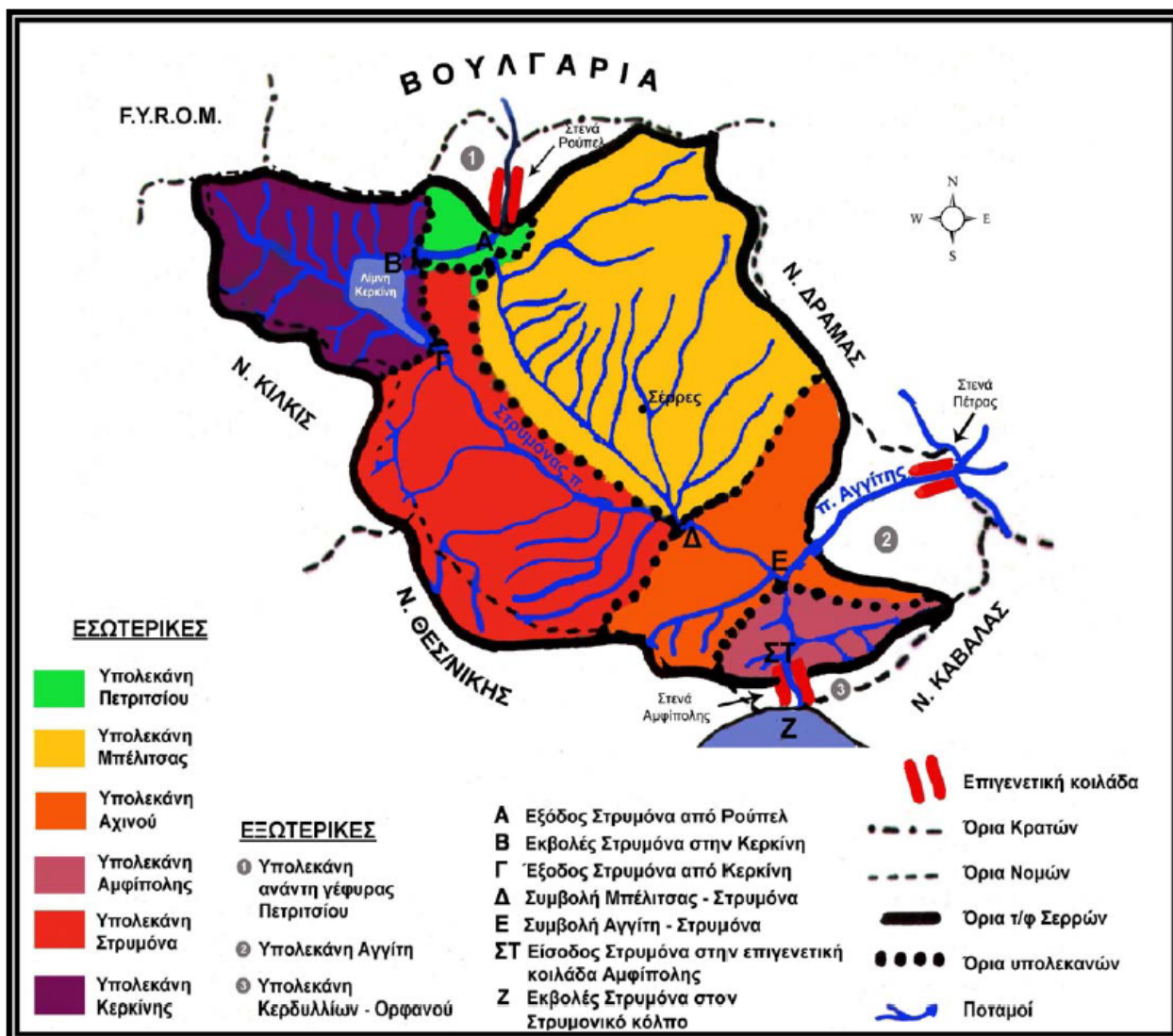
Νέο γεωμορφολογικό στοιχείο των τελευταίων δεκαετιών αποτελεί η δημιουργία της λίμνης Κερκίνης, στη θέση της μικρής λίμνης Κερκινίτιδα, που σήμερα καταλαμβάνει έκταση περί τα 54 km², ενώ κατά τη διάρκεια πλημμυρικών παροχών του Στρυμόνα η συνολική πλημμυρική (τελική) έκτασή της έχει ανέλθει στα 68,5 km². Πρωταρχικός και κύριος στόχος της δημιουργίας της λίμνης ήταν η αντιπλημμυρική προστασία της χαμηλής ζώνης από τις πλημμυρικές παροχές του Στρυμόνα. Άλλοι επίσης στόχοι ήταν η παγίδευση των φερτών υλών του Στρυμόνα, η εξυγίανση του περιβάλλοντος με την εξάλειψη των ελωδών εκτάσεων της ταφρολεκάνης και τέλος η αρδευτική ικανοποίηση, όσο το δυνατόν περισσότερων στρεμμάτων.

Αντιθέτως η λίμνη Αχινού, όπως και η λιμνώδης περιοχή "Δεκαλίστρα" μέσω της κατασκευής του εκτεταμένου αποστραγγιστικού - αρδευτικού δικτύου έχουν αποστραγγισθεί, αποξηρανθεί και αποδοθεί στην καλλιέργεια.

Οι σημαντικές αυτές επεμβάσεις του ανθρώπου, είχαν ως αποτέλεσμα τις μεταβολές του τοπικού βασικού επιπέδου των αντίστοιχων περιοχών με ανάλογες συνέπειες στη γεωμορφολογική εξέλιξή τους.

Σήμερα, η όλη ταφρολεκάνη, διαχωρίζεται σε επιμέρους υδρολογικές λεκάνες. Οι υπολεκάνες αυτές είναι οι εξής (χάρτης εικ.5.3.3):

- ✓ Η **υπολεκάνη Πετριτσίου** (βόρεια περιοχή της ταφρολεκάνης Σερρών), της οποίας οι χείμαρροι αποστραγγίζουν το Α/ΝΑ τμήμα του όρους Κερκίνη και το δυτικό τμήμα του Αγγίστρου όρους και καταλήγουν στην τεχνητή κοίτη του Στρυμόνα (κοίτη Βυρώνειας), πριν την εκβολή του στην Κερκίνη. Οι μεγαλύτεροι χείμαρροι της υπολεκάνης είναι: το Γιανόρρεμα και το ρ. Πετριτσίου.



Εικ.5.3.3. Υπολεκάνες ταφρολεκάνης Σερρών (Παπαφίλιππου, 1994).

- ✓ Η υπολεκάνη Κερκίνης (B και ΒΔ της ταφρολεκάνης), της οποίας οι χείμαρροι αποστραγγίζουν σχεδόν όλο το νότιο τμήμα του όρους Κερκίνη, καθώς το Β/ΒΑ και ανατολικό τμήμα του Δυσώρου και καταλήγουν στη Λίμνη Κερκίνη. Ο μεγαλύτερος χείμαρρος της υπολεκάνης είναι ο Κερκινίτης (ή Αμμουδοπόταμος).
- ✓ Η υπολεκάνη Μπέλιτσας (B/ΒΑ και A της ταφρολεκάνης), της οποίας οι χείμαρροι αποστραγγίζουν το νότιο τμήμα του Αγγίστρου όρους, το ΝΔ τμήμα του Ορβύλου, τα όρη της Βροντούς και το Δ/ΒΔ τμήμα του Μενουικίου. Σ' αυτήν ανήκουν ο Κρουσοβίτης (ή Αχλαδίτης), ο χείμαρρος Αγ. Ιωάννου και το Κρονόρρεμα, που είναι και οι μεγαλύτεροι χείμαρροι της, όπως και η τάφρος "Μπέλιτσα" στην οποία συμβάλλουν οι χείμαρροι των ορέων της Βροντούς.
- ✓ Η υπολεκάνη δυτικού Στρυμόνα (δυτική περιοχή της ταφρολεκάνης), που

περιλαμβάνει τους χείμαρρους που αποστραγγίζουν τους ορεινούς όγκους του Μαυροβουνίου και του Βερτίσκου, στη διευθετημένη κοιτή του Στρυμόνα νότια της Κερκίνης.

- ✓ Η **υπολεκάνη Αχινού** (Δ/ΝΔ και Α/ΝΑ της ταφρολεκάνης), της οποίας οι χείμαρροι αποστραγγίζουν τη Β/ΒΑ πλευρά του Κερδυλλίου όρους και το Δ/ΝΔ Μενοίκιο. Μέσα στα όριά της συμβάλλει ο Αγγίτης με τον Στρυμόνα (ανατολικά της τ. λίμνης Αχινού). Εκτός του Αγγίτη, οι σημαντικότεροι χείμαρροι της είναι: ο Εξοβίτης και το τεχνητό ρέμα “Μαύρη (η Μεγάλη) Τάφρος ή Θολόρρεμα”.
- ✓ Η **υπολεκάνη Αμφίπολης** (νότια περιοχή), στην οποία ανήκουν οι χείμαρροι, οι οποίοι αποστραγγίζουν το Δ/ΒΔ Παγγαίο και τμήμα του ανατολικού Κερδυλλίου όρους.

Παλαιότερα ο Στρυμόνας, επειδή είχε αβαθή φυσική κοίτη και μικρή μορφολογική κλίση, πλημμύριζε συχνά την πεδιάδα των Σερρών. Συχνές ήταν επίσης και οι αλλαγές της κοίτης, καθώς και η δημιουργία μαιανδρισμών. Από τα 1.200.000 περίπου στρέμματα της πεδιάδας των Σερρών, το 63% το καταλάμβαναν έλη, λίμνες, τέλματα και περιοδικά κατακλυζόμενες εκτάσεις και μόνον το 37% δεν απειλούνταν από τις πλημμύρες. Τα μεγάλα εγχειοβελτιωτικά έργα που εκτελέστηκαν στην περιοχή προκάλεσαν την αποξήρανση και αποστράγγιση των λιμνωδών και ελωδών εκτάσεων, την εξυγίανση αρκετών χιλιάδων στρεμμάτων τα οποία και δόθηκαν προς καλλιέργεια. Υπολογίζεται ότι έχει δοθεί προς γεωργική χρήση το 62% των προηγούμενων λιμνωδών και ελωδών εκτάσεων.

5.4 Γεωλογία Περιοχής

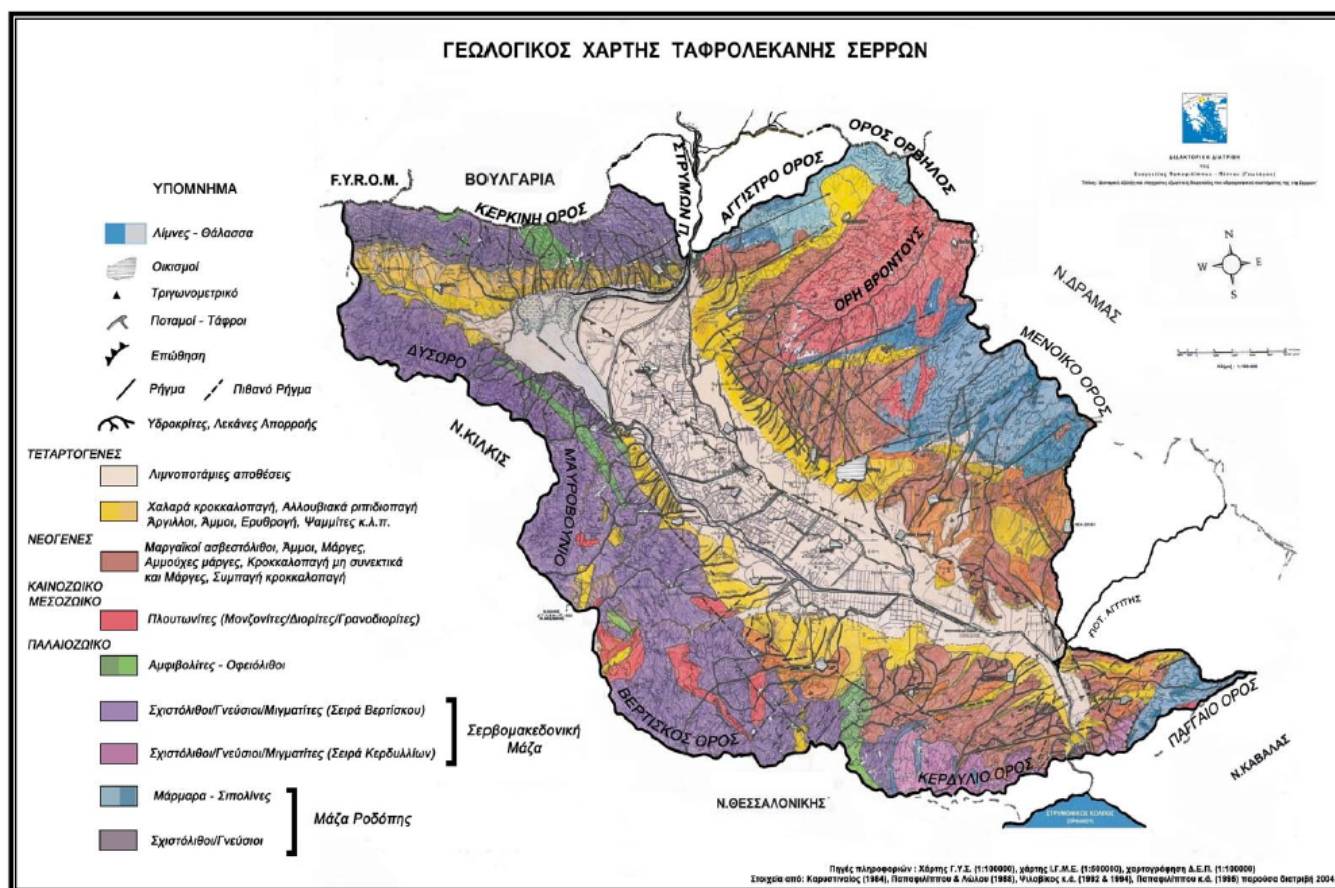
Το τεκτονικό βύθισμα του π. Στρυμόνα (η επονομαζόμενη ταφρολεκάνη των Σερρών), έχει δημιουργηθεί μεταξύ των γεωτεκτονικών ζωνών της Ροδόπης στα ανατολικά και της Σερβομακεδονικής μάζας στα δυτικά. Το όριο των δυο ζωνών αποτελεί ο ποταμός Στρυμόνας ενώ η τεκτονική γραμμή επαφής, δεν φαίνεται στην επιφάνεια (περαν δυο περιορισμένων θέσεων), λόγω της κάλυψης της από την απόθεση των Νεογενών και Τεταρτογενών ιζημάτων που έχουν πληρώσει το τεκτονικό βύθισμα.

Η ταφρολεκάνη των Σερρών αποτελείται από δύο βασικά συστήματα πετρωμάτων (βλέπε χάρτη εικ.5.4.1):

- ✓ Το σύστημα των πετρωμάτων του υποβάθρου (Υπόβαθρο της ταφρολεκάνης Σερρών αποτελούν τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Ροδοπικής ζώνης στα ανατολικά και της Σερβομακεδονικής στα δυτικά)
- ✓ Το σύστημα των μεταλλικών ιζηματογενών αποθέσεων (Νεογενές, Τεταρτογενές)

Πετρώματα υποβάθρου

Το σύστημα των πετρωμάτων του υποβάθρου αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα Παλαιοζωϊκής ηλικίας, μέσα στα οποία έχουν διεισδύσει πλουτωνίτες Καινοζωϊκής ηλικίας. Συγκεκριμένα:



Εικ.5.4.1. Γεωλογικός χάρτης ταφρολεκάνης Σερρών (Παπαφιλιππού, 1994).

- ✓ Στο ανατολικό τμήμα των ορεινών σχηματισμών, τμήμα μάζας Ροδόπης (Παγγαίο, Μενοίκιο, όρη Βροντούς, Ορβήλος-Άγκιστρο), εντοπίζονται (εκτός των ορέων της Βροντούς) τα παλαιότερα μεταμορφωμένα πετρώματα του υποβάθρου της Ροδόπης, τα οποία αποτελούνται κυρίως από μάρμαρα σε εναλλαγές με μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους

και γνεύσιους (Παλαιοζωικής ηλικίας). Έχουν γενικό προσανατολισμό ΒΑ-ΝΔ.. Εντός των πετρωμάτων του υποβάθρου έχουν διεισδύσει πλουτωνίτες ποικίλης σύστασης (γρανίτες, γρανοδιορίτες, χαλαζιακοί μονζονίτες, μονζονίτες και γάββροι) ηλικίας Ηωκαινικής - Ολιγοκαινικής. Ανάλογος σχηματισμός θεωρείται και ο μονζονίτης του Ελαιώνα, στο δυτικό άκρο του Μενοικίου όρους.

- ✓ Το αντίστοιχο δυτικό ορεινό τμήμα της Σερβομακεδονικής μάζας, (όρη Κερδύλλια, Βερτίσκος, Μαυροβούνιο, Δύσωρο, όροι Κερκίνης), αποτελείται από γνευσίους και μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους με μικρές παρεμβολές μαρμάρων και αμφιβολιτών. Παρατηρούνται επίσης και εδώ, περιορισμένης έκτασης, πλουτωνικές διεισδύσεις, σε περιοχές του όρους Βερτίσκου (Σοχάς, Λαχανάς, Μεσάδα). Τα όρη των Κερδυλλίων αποτελούνται από παχιά στρώματα βιοτιτικών γνευσίων, που εναλλάσσονται με λεπτά στρώματα μαρμάρων, ενώ στα όρια μεταξύ των ορέων Βερτίσκου-Κερδυλλίων εντοπίζεται μια ζώνη σερπεντινών (οφιολίθων).

Ιζηματογενείς αποθέσεις

Η λιθολογία των ιζηματογενών αποθέσεων της ταφρολεκάνης των Σερρών παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω των γεωμορφολογικών διεργασιών που συντελέστηκαν στο χώρο του βυθίσματος κατά τη διάρκεια του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς. Με βάση τις διεργασίες αυτές έχει δημιουργηθεί μια ιδιόμορφη δομή στα ιζηματογενή υλικά, με συχνές εναλλαγές των διαφόρων φάσεων. Η πλήρωση του τεκτονικού βυθίσματος σε γενικές γραμμές περιλάμβανε την ακόλουθη διαδικασία:

- ✓ Με την αρχική βύθιση η λεκάνη άρχισε να πληρώνεται με χερσοποτάμια, ποταμολιμναία, δελταϊκά και λιμναία ιζήματα (Μέσο - Ανώτερο Μειόκαινο).
- ✓ Ακολουθεί η επίκλυση και μετακίνηση της θάλασσας στο εσωτερικό της λεκάνης, όπου αποτέθηκαν θαλάσσια, υφάλμυρα και λιμναία ιζήματα (Ανώτερο Μειόκαινο - Πλειόκαινο).
- ✓ Τέλος, ακολουθεί μια νέα βύθιση και η λεκάνη συνεχίζεται να πληρώνεται με χερσοποτάμια, ποταμολιμναία, λιμνο-δελταϊκά και χερσοχειμάρρια ιζήματα (Ανώτερο Πλειόκαινο - Τεταρτογενές).

Το σύστημα των ιζηματογενών αποθέσεων της ταφρολεκάνης των Σερρών, με βάση τις παραπάνω διεργασίες, αποτελείται από μεγάλη ποικιλία υλικών με πολύπλοκη και ανομοιόμορφη κατανομή, εξάπλωση και τεκτονική καταπόνηση (των παλαιότερων ιζημάτων) και διακρίνεται σε δυο κύριες ομάδες υλικών :

- Την ομάδα των νεογενών ιζημάτων (μειοκαινικών και πλειοκαινικών υλικών)
- Την ομάδα των τεταρτογενών αποθέσεων (ολόκαινο και πλειστόκαινο).

Η ομάδα των Νεογενών ιζημάτων εμφανίζεται σήμερα στην εσωτερική περιμετρική λοφώδη περιοχή, στα χαμηλότερα μορφολογικά σημεία με πλειστοκαινικά υλικά και στα υψηλότερα με μειοκαινικά. Τα νεογενή ιζήματα αποτελούν το υπόβαθρο των τεταρτογενών αποθέσεων του κεντρικού πεδινού τμήματος. Έχουν μεγάλη εξάπλωση, σχεδόν σε όλο το ανατολικό λοφώδες τμήμα της ταφρολεκάνης και περιορισμένη ανάπτυξη στο δυτικό τμήμα όπου εντοπίζονται μόνο στις λοφώδεις περιοχές των Κερδυλλίων και του Βερτίσκου όρους. Τα βαθύτερα μειοκαινικά στρώματα, αποτελούνται κυρίως από εναλλαγές λεπτόκοκκων υλικών, άργιλο-ιλύων, αργιλλομαργών, λιμναίων ασβεστόλιθων, με αδρομερείς ορίζοντες ψαμμιτών και κροκαλοπαγών. Ο σχηματισμός αυτός, που σήμερα δομεί την υψηλότερη ημιορεινή ζώνη, στα βαθύτερα στρώματα του αντιστοιχεί με κατ' εξοχήν χονδροκλαστικά στρώματα (κροκαλοπαγή - λατυποπαγή - ψαμμίτες), ενώ στα ανώτερα στρώματα είναι κατ' εξοχήν λεπτοκλαστικός (αργιλλοιλύες με λιγνίτες, αργιλλομάργες).

Τα νεώτερα πλειοκαινικά στρώματα αποτελούνται από εναλλαγές, τόσο χονδροκλαστικών υλικών (κροκάλων, λατυπών, χαλικιών, άμμων με ορίζοντες αργιλλοιλύων), όσο και λεπτόκοκκων υλικών (ιλύες, άργιλοι, μάργες με φακούς κροκαλών, χαλικιών και άμμου). Το συνολικό πάχος του Νεογενούς ξεπερνά κατά θέσεις τα 800 m

Η ομάδα των τεταρτογενών αποθέσεων αναπτύσσεται στην κεντρική, πεδινή ζώνη της ταφρολεκάνης των Σερρών. Αποτελείται από χονδροκλαστικά υλικά (κροκάλες, χαλίκια, άμμοι) στην περιφέρεια και λεπτόκοκκα υλικά (άμμοι, ιλύες, άργιλοι) στην κεντρική ζώνη. Πρόκειται για φερτά υλικά, προϊόντα αποσάθρωσης και διάβρωσης των πετρωμάτων του υποβάθρου των ορεινών όγκων και διάβρωσης των παλαιότερων ιζηματογενών αποθέσεων (νεογενή, τεταρτογενή) των περιθωρίων της ταφρολεκάνης των Σερρών. Τα φερτά αυτά υλικά μεταφέρθηκαν από ένα πυκνό δίκτυο πλευρικών ρεμμάτων και χειμάρρων που καταλήγουν στον ποταμό Στρυμόνα, προς την κεντρική πεδινή περιοχή της ταφρολεκάνης. Τα χονδροκλαστικά υλικά αποτέθηκαν, κατά κύριο λόγο στην περιφέρεια, εκεί όπου οι χείμαρροι εγκατέλειπαν τις ορεινές κοιλάδες και εισέρχονταν στην πεδινή ζώνη.

Πολλά μικρά και σύνθετα αλλουβιακά ριπίδια, με γλωσσοειδείς προεξοχές προς το κέντρο της πεδιάδας των Σερρών, έχουν δημιουργήσει μια περιφερειακή ζώνη σημαντικού πάχους και πλάτους, η οποία ευνοεί την ανάπτυξη υδροφορίας. Ιδιαίτερη υδρογεωλογική

σημασία αποκτούν οι αποθέσεις των ριπιδίων, στη βόρεια περιθωριακή ζώνη, στους πρόποδες του όρους Κερκίνη στην περιοχή της εισόδου του Στρυμόνα στην πεδινή περιοχή από τα στενά της Κούλας (Σιδηρόκαστρο – Ηράκλεια – Λιμνοχώρι). Μικρότερη υδρογεωλογική σημασία έχουν οι αποθέσεις αυτές, (των ριπιδίων), στη νότια περιθωριακή ζώνη, στην περιοχή της Νιγρίτας, σε ορισμένες θέσεις των προπόδων του Μενοικίου (Νέο Σούλι - Αγ. Πνεύμα, Αγ. Χριστόφορος - Ν. Ζίχνη) και στους δυτικούς πρόποδες του Παγγαίου.

Τα λεπτόκοκκα υλικά αποτέθηκαν στον κεντρικό τομέα της πεδιάδας των Σερρών, εκατέρωθεν της μαιανδρικής ζώνης του Στρυμόνα. Στη ζώνη αυτή εξαιτίας των αλληπάλληλων πλημμυρών και της παρουσίας της λίμνης του Αχινού, είχε αναπτυχθεί μια ζώνη τελμάτων και ελών μέσα στην οποία κατέληγαν τα λεπτόκοκκα φερτά υλικά των ιλύων και αργίλων αναμεμειγμένα με τελματικά οργανικά υλικά. Τα υλικά αυτά δημιούργησαν ένα παχύ σύστημα πρακτικά αδιαπέρατων στρωμάτων. Μέσα στο σύστημα αυτό παρεμβάλλονται φακοί άμμου, που ευνοούν την ανάπτυξη τοπικώς υπόγειας υδροφορίας. Το μεγαλύτερο πάχος των λεπτόκοκκων, κατά κύριο λόγο ιζημάτων, εντοπίζεται στην περιοχή όπου βρίσκονταν η λίμνη του Αχινού προτού αποξηρανθεί.

Το συνολικό πάχος των Τεταρτογενών αποθέσεων στην ταφρολεκάνη των Σερρών υπολογίζεται ότι υπερβαίνει τα 400 m στο κέντρο της πεδινής ζώνης, ενώ μειώνεται σε 150-200 m στην περιθωριακή ζώνη. Η επιφανειακή τους εξάπλωση υπολογίζεται σε 600 km² περίπου.

Στο βόρειο τομέα της ταφρολεκάνης, οι Τεταρτογενείς αποθέσεις αναπτύσσονται σε ολόκληρη την πεδινή ζώνη, ενώ στο νότιο τομέα περιορίζονται στον ευρύτερο χώρο της παλιάς μαιανδρικής ζώνης του Ποταμού Στρυμόνα και της λίμνης του Αχινού.

5.5 Υδρογεωλογικές Συνθήκες

Το υπόγειο υδατικό σύστημα που περιλαμβάνεται στην εν λόγω λεκάνη, και που συσχετίζεται με επιφανειακά ύδατα, είναι το:

GR1100010 Σύστημα Σερρών

Το υπόγειο αυτό σύστημα που εκτείνεται στο ανάπτυγμα των νεογενών και τεταρτογενών αποθέσεων, εκτιμάται ότι δέχεται μέση ετήσια τροφοδοσία περί τα 330-340 X 10⁶m³ νερού.

Τα στοιχεία λήφθηκαν από τις διαχειριστικές μελέτες η εκπόνηση των οποίων είναι σε εξέλιξη.

Η υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών που δομούν την περιοχή μελέτης, παρουσιάζεται στον χάρτη Υ.Δ. 11 στο παράρτημα Β της παρούσας έκθεσης.

Πετρώματα υποβάθρου

Από τα αναφερόμενα στο προηγούμενο κεφάλαιο πετρώματα, ενδιαφέρον από υδρογεωλογικής άποψης, παρουσιάζουν τα μάρμαρα και ιδιαίτερα τα μάρμαρα της ζώνης Ροδόπης, τα οποία είναι έντονα τεκτονισμένα και καρστικοποιημένα. Σε υψόμετρα μεγαλύτερα από 1.000-1.200 m παραμένουν κατά κανόνα σε άμεση έκθεση στο περιβάλλον χωρίς ανάπτυξη φυτικού καλύματος και βλάστησης. Οι παράγοντες αυτοί ευνοούν την άμεση κατείσδυση του νερού των κατακρημνισμάτων (βροχής, χιονιού) και την τροφοδοσία του πλούσιου σε υδατικό δυναμικό καρστικού συστήματος της περιοχής. Στο σύστημα αυτό αποθηκεύονται μεγάλοι όγκοι νερού, οι οποίοι κατά ένα μικρό ποσοστό εκφορτίζονται από τις καρστικές πηγές των περιθωρίων της πεδινής περιοχής, ενώ κατά κύριο λόγο τροφοδοτούν μέσω πλευρικών μεταγίσεων τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα των ιζηματογενών αποθέσεων του κεντρικού τομέα της ταφρολεκάνης. Η ανάπτυξη των αδρομερών ιζημάτων στην περίμετρο της λεκάνης διευκολύνουν τις ανωτέρω μεταγίσεις υπόγειου νερού.

Από τους υπόλοιπους σχηματισμούς, του υποβάθρου, οι σχιστόλιθοι, γνεύσιοι και αμφιβολίτες αποτελούν κατά κανόνα αδιαπέρατους και εκλεκτικής μόνο υπόγειας κυκλοφορίας σχηματισμούς, οι οποίοι ευνοούν την επιφανειακή απορροή των κατακρημνισμάτων. Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις, λόγω του έντονου τεκτονικού κατακερματισμού τους και την ανάπτυξη μανδύα αποσάθρωσης, επιτρέπουν την ανάπτυξη τοπικών υπόγειων υδροφοριών. Επειδή οι εκλεκτικής κυκλοφορίας πρακτικά αδιαπέρατοι αυτοί σχηματισμοί παρεμβάλλονται ή εναλλάσσονται με τους καρστικούς σχηματισμούς των μαρμάρων, ο ρόλος τους στην ανάπτυξη και οριοθέτηση των επιμέρους καρστικών υδρογεωλογικών λεκανών και στην εκδήλωση πηγών, είναι πολύ σημαντικός. Πηγές επαφής η υπερπλήρωσης στα όρια υπερκείμενων μαρμάρων και υποκείμενων σχιστόλιθων εκδηλώνονται σε όλα σχεδόν τα μέτωπα των κλιτύων των ορεινών όγκων της Ροδόπης, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις έχουν εποχιακό χαρακτήρα και τροφοδοτούν τη ροή των χειμάρρων που καταλήγουν στο Στρυμόνα.

Η ανάπτυξη του πλουτωνίτη της Βροντούς, λόγω του έντονου τεκτονικού

κατακερματισμού του και της εις βάθος αποσάθρωσής του, έχει δημιουργήσει ορισμένες ζώνες υδροφορίας, οι οποίες τροφοδοτούν πηγές. Στην επαφή επίσης του γρανίτη με τα καρστικά συστήματα Μενοικίου, Ορβήλου εκδηλώνονται πηγές επαφής. Με βάση τα διαχειριστικά σχέδια του ΥΠΕΚΑ στα βόρεια και ανατολικά της λεκάνης εντοπίζονται τα εξής υδατικά συστήματα.

- *Σύστημα Βροντούς, πρόκειται για ρωγμώδες υδροφόρο σύστημα, βρίσκεται ΒΑ στην λεκάνη απορροής του Ποταμού Στρυμόνα. Το βόρειο τμήμα του συνορεύει με τη Βουλγαρία. Έχει έκταση 437,38 km², μέγιστο μήκος 48 km και μέγιστο πλάτος 17 km.*
- *Σύστημα Μενοικίου, πρόκειται για καρστικό σύστημα, βρίσκεται ανατολικά στη λεκάνη απορροής του Ποταμού Στρυμόνα (ένα μέρος εντοπίζεται και στη Λεκάνη Δράμας). Έχει έκταση 289,05 km², μέγιστο μήκος 20 Km και μέγιστο πλάτος 23 km.*

Στο δυτικό ορεινό τμήμα της ταφρολεκάνης, όπου αναπτύσσονται τα πετρώματα της Σερβομακεδονικής μάζας, κυριαρχούν οι γνεύσιοι, σχιστόλιθοι, μιγματίτες και αμφιβολίτες με μικρού πάχους ορίζοντες μαρμάρων (στην περιοχή των Κερδυλλίων), μικρής έκτασης πλουτωνικές διεισδύσεις (στην περιοχή του Βερτίσκου), ενώ στα όρια Βερτίσκου-Κερδυλλίων υπάρχει μια ζώνη σερπεντινών (οφιολίθων). Οι ανωτέρω σχηματισμοί δεν ευνοούν την ανάπτυξη υπογείων υδροφοριών και ως εκ τούτου η περιοχή χαρακτηρίζεται από απουσία αξιόλογων πηγών, συγκριτικά με τα ανατολικά περιθώρια της λεκάνης. Η κατάσταση αυτή ευνοεί κατ' εξοχήν την επιφανειακή απορροή. Πράγματι, στην περιοχή αυτή αναπτύσσονται χείμαρροι, με σημαντικές παροχές και στερεοπαροχές, οι οποίοι επηρεάζουν και τη χαμηλή ζώνη της ταφρολεκάνης. Οι χείμαρροι αυτοί καταλήγουν στο Στρυμόνα, αφού διασχίσουν τις, περιορισμένης έκτασης και διαπερατότητας, ιζηματογενείς αποθέσεις.

Με βάση τα διαχειριστικά σχέδια ΥΠΕΚΑ στο δυτικό σύστημα της λεκάνης εντοπίζεται:

- *Το υπόγειο υδατικό σύστημα Κρουσίων - Κερδυλίων. Πρόκειται για ρωγμώδες υδροφόρο σύστημα. Βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής του Ποταμού Στρυμόνα. Έχει έκταση 916,46 km², μέγιστο μήκος 90 km και μέγιστο πλάτος 15 km.*

Η απουσία αξιόλογων υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων στο δυτικό τμήμα και ιδιαίτερα στην περιοχή Κερδυλλίων - Βερτίσκου - Μαυροβουνίου - Δύσωρου, έχει σημαντικές επιπτώσεις και στην ανάπτυξη υπόγειας υδροφορίας μέσα στις ιζηματογενείς αποθέσεις της χαμηλής ζώνης, αφού δεν τροφοδοτούνται αυτές πλευρικά παρά μόνο από τις διηθήσεις των απορροών.

Στις επαφές μαρμάρων-σχιστόλιθων, γρανιτών-σχιστόλιθων και αμφιβολιτών-σχιστόλιθων δημιουργούνται προϋποθέσεις για την ανάπτυξη υπόγειας υδροφορίας και την εκδήλωση πηγών επαφής. Το σπουδαιότερο όμως ρόλο στην ανάπτυξη του δευτερογενούς πορώδους και στην υπόγεια διακίνηση και αποθήκευση του κατεισδύοντος νερού έχει παίξει ο τεκτονικός κατακερματισμός των πετρωμάτων. Σημαντικές πηγές που οφείλονται στην τεκτονική καταπόνηση των πετρωμάτων, εκδηλώνονται στις νότιες κλιτείες του όρους Κερκίνη. Στην περιοχή αυτή φαίνεται ότι έχουν αναπτυχθεί σημαντικές ζώνες υπόγειας τροφοδοσίας των αλλουβιακών ριπιδίων της Κερκίνης (Πετρίτσι - Βυρώνεια Θρακικό - Ακριτοχώρι - Μανδράκι - Νεοχώρι - Α/Κ Πορρόια - Μακρινίτσα Πλατανάκια - Καστανούσα).

Με βάση τα διαχειριστικά σχέδια του ΥΠΕΚΑ, στα ΒΔ, Β και ΒΑ της λεκάνης εντοπίζονται:

- Το υπόγειο υδατικό σύστημα Αγκίστρου. Πρόκειται για καρστικό υδροφόρο σύστημα. Βρίσκεται ΒΑ στη λεκάνη απορροής του Ποταμού Στρυμόνα. Συνορεύει με τη Βουλγαρία. Έχει έκταση 153,43 km², μέγιστο μήκος 9 km και μέγιστο πλάτος 25 km. Το πάχος του καρστικού συστήματος εκτιμάται σε 1.500 m περίπου.
- Το υπόγειο υδατικό σύστημα Άνω Ποροίων - Μπέλες. Πρόκειται για ρωγμώδες υδροφόρο σύστημα. Βρίσκεται στο βόρειο τμήμα της λεκάνης απορροής του Ποταμού Στρυμόνα. Συνορεύει βόρεια κατά ένα μικρό τμήμα του με τη FYROM και με τη Βουλγαρία. Έχει έκταση 286,89 km², μέγιστο μήκος 47 km και μέγιστο πλάτος 14 km.

Συμπερασματικά και σε γενικές γραμμές μπορούμε να κάνουμε τις ακόλουθες εκτιμήσεις για την υδρολιθολογία των πετρωμάτων του υποβάθρου της ταφρολεκάνης των Σερρών:

- Στο Α/ΒΑ τμήμα, η παρουσία των μαρμάρων δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη σημαντικού δυναμικού καρστικής υδροφορίας, η οποία συμβάλλει τόσο στην εκδήλωση πολυάριθμων πηγών, όσο και στον εμπλουτισμό, μέσω πλευρικών μεταγίσεων, των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων των ιζηματογενών αποθέσεων της ταφρολεκάνης των Σερρών.
- Στο Δ/ΝΔ τμήμα, η κυριαρχία των σχιστόλιθων-γενεσιών-αμφιβολιτών, δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την επιφανειακή αποστράγγιση και την παροχέτευση του επιφανειακού νερού στο Στρυμόνα. Η απουσία σημαντικών πηγών χαρακτηρίζει το παραπάνω ανάπτυγμα.
- Ο τεκτονικός κατακερματισμός όλων των πετρωμάτων του υποβάθρου έχει δημιουργήσει

τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη δευτερογενούς πορώδους και τη δημιουργία τοπικών υπόγειων υδροφοριών. Οι ζώνες αυτές, είτε εκφορτίζονται επιφανειακά μέσω πηγών είτε τροφοδοτούν τα υδροφόρα στρώματα των ιζηματογενών αποθέσεων της ταφρολεκάνης μέσω πλευρικών μεταγίσεων.

Νεογενή ιζήματα

Από τα νεογενή ιζήματα τα πλειοκαινικά, καταλαμβάνουν τα χαμηλότερα σημεία της λοφώδους περιοχής και αποτελούν το υπόβαθρο των τεταρτογενών αποθέσεων. Τα νεώτερα πλειοκαινικά στρώματα αποτελούνται από εναλλαγές, τόσο χονδροκλαστικών υλικών (κροκάλων, λατυπών, χαλικιών, άμμων με ορίζοντες αργιλοιλύων), όσο και λεπτόκοκκων υλικών (ιλύες, άργιλοι, μάργες με φακούς κροκαλών, χαλικιών και άμμου).

Η ανάμειξη αυτή των υλικών διαφορετικής κοκκομετρίας και επομένως διαπερατότητας, και στις δυο περιπτώσεις, μειώνει σημαντικά το συνολικό πορώδες και τη διαπερατότητα των ιζημάτων, και επομένως και την ανάπτυξη αξιόλογης και ενιαίου δυναμικού υπόγειας υδροφορίας.

Για το λόγο αυτό, η ομάδα των πλειοκαινικών αποθέσεων είναι φτωχότερη σε υπόγεια νερά σε σχέση με την ομάδα των τεταρτογενών αποθέσεων. Οι αποδόσεις των γεωτρήσεων, ιδιαίτερα στο ανατολικό τμήμα, που διέτρησαν μεγάλο πάχος τέτοιων νεογενών υλικών, με μικρού πάχους απόθεση τεταρτογενούς υλικού είναι περιορισμένες.

Στις περιπτώσεις εκείνες που τα αδρομερή πλειοκαινικά στρώματα της λεκάνης βρίσκονται στα όρια του βασικού επιπέδου ροής του ποταμού ή χαμηλότερα από αυτό, φιλοξενούν σημαντικές υδροφορίες μέσα στα κροκαλοπαγή και τους ψαμμίτες, λόγω της τροφοδοσίας τους από την επιφανειακή απορροή.

Τα παλαιότερα νεογενή ιζήματα του μειοκαίνου, αναπτύσσονται στις υψηλότερες περιοχές του λοφώδους ανάγλυφου της λεκάνης και αποτελούνται στα ανώτερα στρώματα κυρίως από αποθέσεις λεπτόκοκκου υλικού άργιλο-ιλύος, αργιλλομάργας, λιμναίων ασβεστόλιθων, με φακούς ψαμμιτών ή κροκαλοπαγών, και στα βαθύτερα στρώματα, με κατ' εξοχήν χονδροκλαστικό υλικό (κροκαλοπαγή - λατυποπαγή - ψαμμίτες). Τα ιζήματα αυτά παρουσιάζουν περιορισμένες δυνατότητες ανάπτυξης υπόγειας υδροφορίας, τόσο λόγω της κοκκομετρικής σύστασης του υλικού, όσο και λόγω της δυσκολίας τροφοδοσίας των αδρόκοκκων στρωμάτων που αναπτύσσονται υψηλότερα σε σχέση με τους απορρέοντες ποταμούς.

Τεταρτογενείς αποθέσεις

Χαρακτηριστικό των τεταρτογενών αποθέσεων είναι η πολύπλοκη δομή των υλικών τους ανάλογα με τη θέση και την απόσταση τους από τις εξόδους των χειμάρρων και των ποταμών στην πεδινή ζώνη. Περιφερειακά της λεκάνης επικρατούν τα πλέον χονδρόκοκα υλικά, τα οποία έχουν αποτεθεί από τους ποταμούς και χειμάρρους κατά την δημιουργία των αλλουβιακών ριπιδίων.

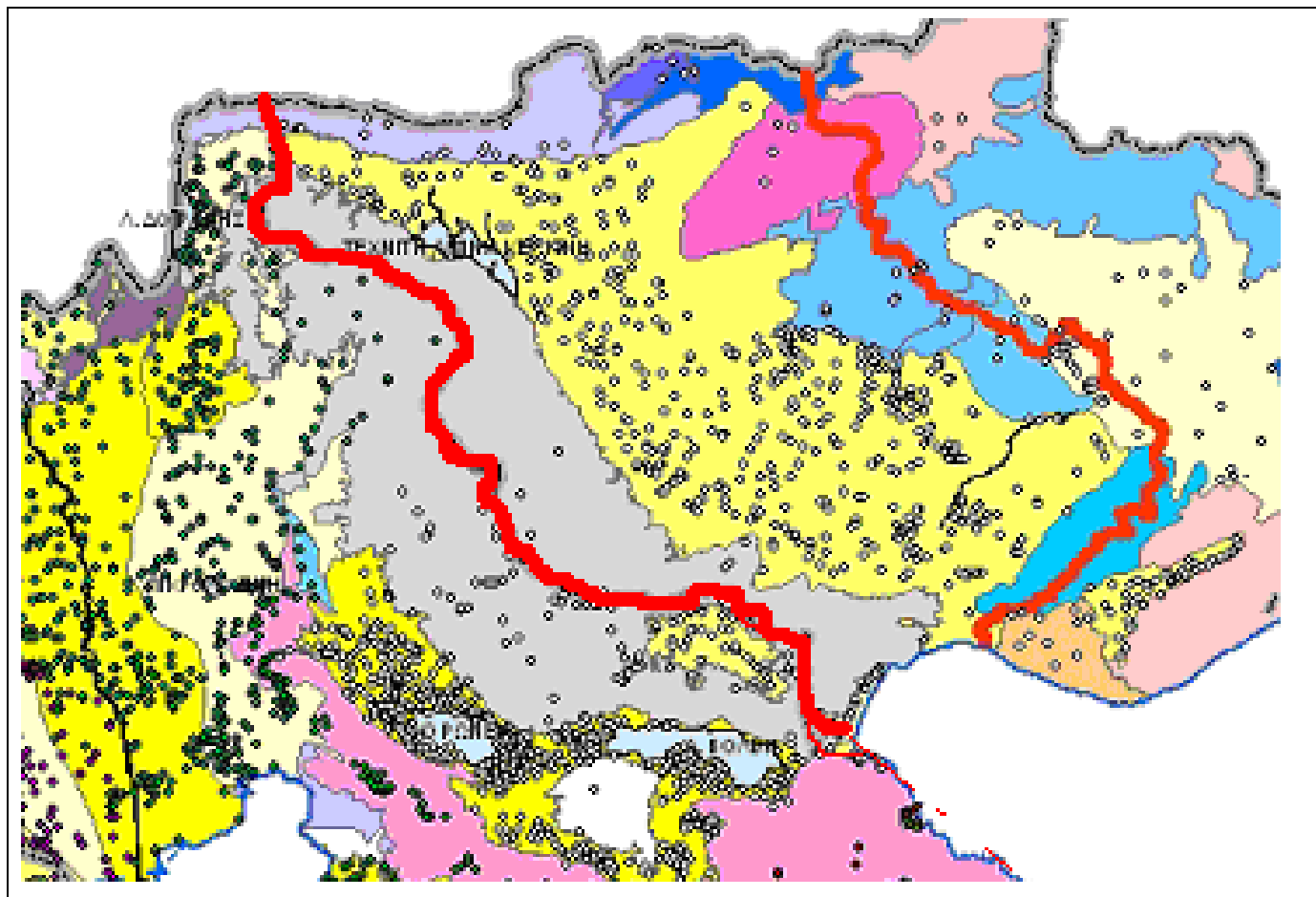
Οι περισσότεροι χείμαρροι απολήγουν, χωρίς συνέχεια, στη ζώνη των σύνθετων αλλουβιακών ριπιδίων, όπου και πραγματοποιούνται οι διηθήσεις των απορροών τους. Λόγω αυτών των έντονων και σημαντικών διηθήσεων, το επιφανειακό νερό τροφοδοτεί κατά κύριο λόγο τις υπόγειες υδροφορίες. Επί πλέον σημαντική τροφοδοσία των υπογείων υδροφοριών πραγματοποιείται επίσης και μέσω των πλευρικών μεταγίσεων από τις υπόγειες υδροφορίες που αναπτύσσονται στα καρστικά κυρίως κράσπεδα. Οι μεγάλες υδρολογικές επεμβάσεις του ανθρώπου στην πεδιάδα του Ν. Σερρών, προκάλεσαν αδρανοποιήσεις του ρόλου πολλών αλλουβιακών ριπιδίων στην κύρια τροφοδοσία των υπογείων υδροφοριών. Η γρήγορη απαγωγή των επιφανειακών νερών στην περίμετρο της πεδινής έκτασης μέσω των στραγγιστικών τάφρων δεν επιτρέπει σήμερα, όπως στο παρελθόν, την διήθηση των ίδιων ποσοτήτων νερού για την τροφοδοσία της υπόγειας υδροφορίας.

Τα λεπτόκοκκα υλικά αποτέθηκαν στον κεντρικό τομέα της πεδιάδας των Σερρών, εκατέρωθεν της ευρείας μαιανδρικής ζώνης του ποταμού Στρυμόνα. Εκεί λόγω αλληπάλληλων πλημμυρισμών και της παρουσίας της λίμνης του Αχινού, είχε δημιουργηθεί μια ζώνη με ένα παχύ κεντρικό σύστημα στρωμάτων με μηδαμινό πορώδες και διαπερατότητα. Μέσα στο σύστημα αυτό παρεμβάλλονται μη συνεχείς ορίζοντες ορίζοντες ή φακοί άμμου, που ευνοούν την ανάπτυξη υπόγειας υπό πίεση ή μερικώς υπό πίεση υδροφορίας. Το μεγαλύτερο πάχος του συστήματος αυτού εντοπίζεται στην περιοχή όπου βρίσκονταν η λίμνη του Αχινού προτού αποξηρανθεί.

Η εκμετάλλευση των υπόγειων υδροφοριών της πεδινής ζώνης, που αναπτύσσονται στις τεταρτογενείς και νεογενείς αποθέσεις, γίνεται μέσω μεγάλου αριθμού υδρευτικών και αρδευτικών υδρογεωτρήσεων. Οι 1432 καταγεγραμμένες αρδευτικές υδρογεωτρήσεις, βάθους στην πλειονότητά τους μεγαλύτερου των 50 m, βρίσκονται κυρίως στην περιθωριακή ζώνη της πεδιάδας των Σερρών, όπου και συναντώνται οι πλέον αξιόλογες υδροφορίες, (Δ και ΒΑ της Ευκαρπίας, Β/ΒΑ του Σιτοχωρίου, στην περιοχή μεταξύ Χρυσού - Γαζώρου - Πεθελινού - Ν. Σκοπού, κατά μήκος της αρδευτικής τάφρου του

δικτύου Σιδηροκάστρου κ.λ.π.) (Βλέπε χάρτη εικ.5.5.1).

Οι 300 περίπου υδρευτικές υδρογεωτρήσεις αναπτύσσονται κατανεμημένες με βάση τους οικισμούς σε όλη την πεδινή περιοχή.



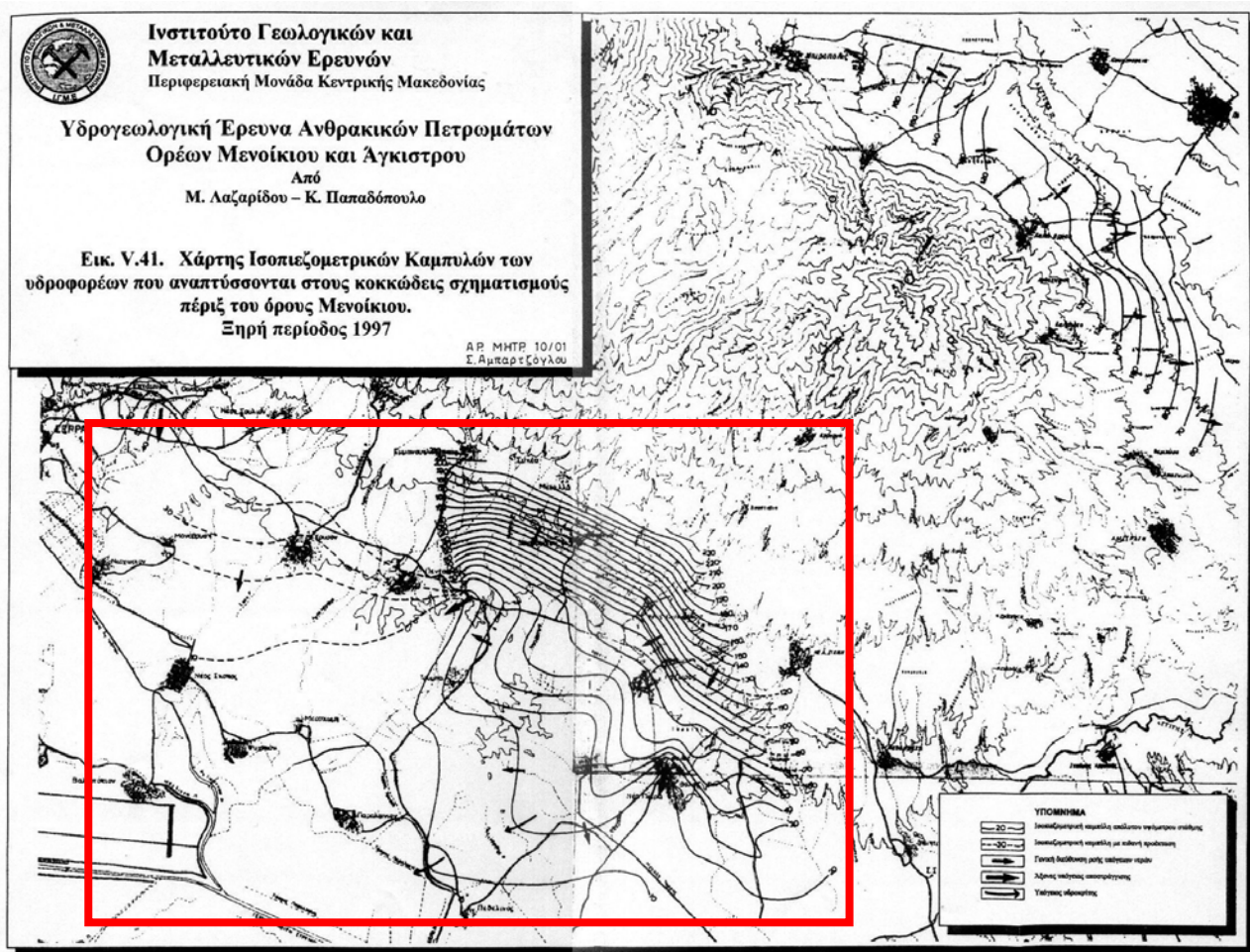
Εικ.5.5.1. Απόσπασμα χάρτη με την απογραφή των γεωτρήσεων (IGME, Βεράνης, 2008).

Η λεκάνη Στρυμόνα αναπτύσσεται εντός των κόκκινων ορίων και οι τεταρτογενείς αποθέσεις δίνονται με κίτρινο χρώμα (βλ και χάρτη Υ.Δ. 11 στο Παράρτημα Β)

Η κατανομή των αρδευτικών γεωτρήσεων στο ανάπτυγμα της πεδινής περιοχής της ταφρολεκάνης είναι ενδεικτική της δυναμικής των αναπτυσσόμενων εκεί υπόγειων υδροφοριών. Ο μικρός αριθμός γεωτρήσεων, στο δυτικό τμήμα, που τοποθετούνται στα μικρά αλλουβιακά ριπίδια, είτε γειτονικά στους επιφανειακούς άξονες απορροής, υποδηλώνει την απουσία εκτεταμένων, υψηλού δυναμικού, υπογείων υδροφορέων, τόσο λόγω της φύσης των υλικών (λεπτόκοκκα υλικά) όσο και των δυσμενών συνθηκών τροφοδοσίας. Αντίθετα στο ανατολικό τμήμα της πεδιάδας εντοπίζεται πληθώρα γεωτρήσεων βάθους μεγαλύτερο των 50 m λόγω της ανάπτυξης εκεί υψηλού δυναμικού υπογείων υδροφοριών που συνδέονται τόσο με την παρουσία χονδρόκοκκου υλικού, όσο και με τις πλευρικές μεταγίσεις από τους καρστικούς υδροφορείς της ορεινής ζώνης. Ο

περιορισμένος αριθμός υδρογεωτρήσεων στη ΒΑ, Β, ΒΔ χαμηλή περιοχή της λεκάνης, οφείλεται στη ικανοποίηση των εκεί αρδευτικών αναγκών, από το υπάρχον αρδευτικό δίκτυο της λίμνης Κερκίνης και του ποταμού Στρυμόνα.

Με βάση υπάρχοντες πιεζομετρικούς χάρτες στην περιοχή (βλέπε χάρτη εικ.5.5.2), νότια της πόλης των Σερρών, όπου παρατηρείται μεγαλύτερη πυκνότητα γεωτρήσεων, είναι εμφανής η εικόνα της υπόγειας τροφοδοσίας των υδροφοριών της χαμηλής ζώνης από τις πλευρικές μεταγίσεις των υπογείων υδροφορέων των κρασπέδων. Η μικρή, επίσης, πτώση στάθμης μεταξύ ξηρής και υγρής περιόδου, επιβεβαιώνει τη συνεχή πλευρική τροφοδοσία των υδροφορέων του Νεογενούς και Τεταρτογενούς από τα εκεί αναπτυσσόμενα καρστικά κρυσπεδα.



Εικ.5.5.2. Πιεζομετρικός χάρτης νότια πόλης Σερρών (υδροφόρο σύστημα Μενοίκιου), (Λαζαρίδου κ.α., 2001).

Συμπερασματικά μπορούμε να κάνουμε τις ακόλουθες εκτιμήσεις για τις υδρογεωλογικές συνθήκες του συστήματος των κοκκωδών αποθέσεων της ταφρολεκάνης

των Σερρών:

- ✓ Στις Τεταρτογενείς αποθέσεις και ιδιαίτερα στα χονδροκλαστικά υλικά των αλλουβιακών ριπιδίων των περιθωρίων της πεδινής ζώνης, αναπτύσσονται οι κύριες υδροφορίες της περιοχής. Ιδιαίτερη εξάπλωση έχουν οι αποθέσεις αυτές στο βόρειο τμήμα της ταφρολεκάνης (ευρύτερη περιοχή Κερκίνης) με σημαντικό πάχος.
- ✓ Οι Πλειοκαινικές αποθέσεις και ιδιαίτερα τα στρώματα και οι φακοί των κροκαλοπαγών και ψαμμιτών αναπτύσσουν μικρότερου δυναμικού υπόγειες υδροφορίες από αυτές των Τεταρτογενών αποθέσεων. Ιδιαίτερη εξάπλωση έχουν οι αποθέσεις αυτές στους χαμηλούς λόφους του νότιου τμήματος της ταφρολεκάνης (ανατολικά του άξονα Σερρών-Νιγρίτας) και στα βαθύτερα υποκείμενα των Τεταρτογενών αποθέσεων στρώματα.
- ✓ Οι Μειοκαινικές αποθέσεις και ιδιαίτερα αυτές των κροκαλοπαγών και ψαμμιτών των περιθωρίων της πεδινής έκτασης, αναπτύσσουν τοπικής μόνο σημασίας υπόγειες υδροφορίες. Οι αποθέσεις αυτές έχουν τη μεγαλύτερή τους εξάπλωση στην υψηλότερη, λοφώδη-ημιορεινή περιοχή της βόρειας πλευράς της ταφρολεκάνης των Σερρών.

Γενικά το υδροφόρο σύστημα της ταφρολεκάνης των Σερρών, σύμφωνα με τα διαχειριστικά σχέδια του ΥΠΕΚΑ είναι:

- ✓ *Το υπόγειο υδατικό σύστημα Σερρών. Πρόκειται για προσχωματικό υδροφόρο σύστημα, βρίσκεται στην λεκάνη απορροής του Ποταμού Στρυμόνα Έχει έκταση 2.253,46 km², μέγιστο μήκος 100 km, μέγιστο πλάτος 35 km και πάχος που κυμαίνεται από 10 έως 120 m. Με τα επιφανειακά ύδατα συσχετίζεται με τον Ποταμό Στρυμόνα, τον Ποταμό Αγγίτη και τη λίμνη Κερκίνη.*

5.6 Δίκτυο γεωτρήσεων - Μετρήσεις στάθμης

Οι σταθερές θέσεις δειγματοληψίας (ΣΘΔ) των υπογείων υδροφοριών στη λεκάνη των Σερρών επιλέχθηκαν με βάση το είδος των υδροφοριών (αλλουβιακές, νεογενείς κ.λ.π.), το βαθμό επιρροής αυτών από τους επιφανειακούς άξονες απορροής, (διηθήσεις) και από τις πλευρικές μεταγίσεις από την ορεινή μάζα. Κατά συνέπεια ο μεγαλύτερος αριθμός των σημείων σταθμημέτρησης είναι κοντά στους άξονες επιφανειακής ροής και σε περιοχές όπου οι υπόγειες υδροφορίες δέχονται έντονη πλευρική τροφοδοσία. Στο κεντρικό τμήμα της ταφρολεκάνης, το οποίο περιλαμβάνει τους παλιούς μαιανδρισμούς του Στρυμόνα και τα διάφορα αποστραγγιστικά έργα, τα υπόγεια νερά εκφορτίζονται κατά κύριο λόγο προς το

ποταμό και τα αποστραγγιστικά δίκτυα και μόνο σε περιόδους έντονης ανομβρίας συμβαίνει το αντίθετο. Στη ταφρολεκάνη Σερρών έχουν εντοπιστεί 9 κατάλληλες θέσεις (βλέπε χάρτη εικ.5.6.1), για τη σύνθεση του δικτύου παρακολούθησης της διακύμανσης της υπόγειας στάθμης, η χωρική κατανομή των οποίων θεωρείται επαρκής για την απάντηση των ερωτημάτων που αφορούν στην υπόγεια τροφοδοσία.

Σύμφωνα με τις μετρήσεις που έγιναν στα πλαίσια της μελέτης (βλέπε πίνακα 5.6.1), παρατηρούνται τα εξής:

- ✓ Οι γεωτρήσεις 88 και 89 βρίσκονται ΒΔ της λίμνης Κερκίνης και ποιο συγκεκριμένα:
 - η γεώτρηση 88, έχει διανοιχθεί σε κώνο κορημάτων, εμφανίζει μια αβαθή σχετικά στάθμη και η διακύμανσή της ανέρχεται μεταξύ των δυο περιόδων περίπου στο 1m, που σημαίνει ότι δέχεται άμεσα τροφοδοσία από την υδροφορία του κώνου.
 - η γεώτρηση 89 έχει διανοιχθεί στην ίδια περιοχή, βορειότερα, σε μεγαλύτερο υψόμετρο και συνδέεται με βαθιά υδροφορία της περιοχής. Η έλλειψη επιφανειακών αξόνων στην αμέσως γειτονία της γεώτρησης, η βαθιά στάθμη και η αργή ανταπόκριση της στάθμης, υποδηλώνει τροφοδοσία από πλευρικές μεταγίσεις.

- ✓ Η ομάδα των γεωτρήσεων 94, 95, 96 τοποθετείται στα ανατολικά εντός των νεογενών αποθέσεων, που τροφοδοτούνται από πλευρικές μεταγίσεις του καρστικού συστήματος του Μενοικίου. Χαρακτηρίζονται από μέσο βάθος στάθμης και η διακύμανση της στάθμης ανέρχεται από 3,04m – 4,25m, (βλ. πίνακα 5.6.1), ανάλογα με τη θέση της ως προς τους υπόγειους εκλεκτικούς άξονες τροφοδοσίας, δείχνοντας έτσι τη σχετική γρήγορη επανατροφοδοσία από τις υπόγειες αυτές πλευρικές μεταγίσεις (βλέπε και χάρτη εικ. 5.6.1).

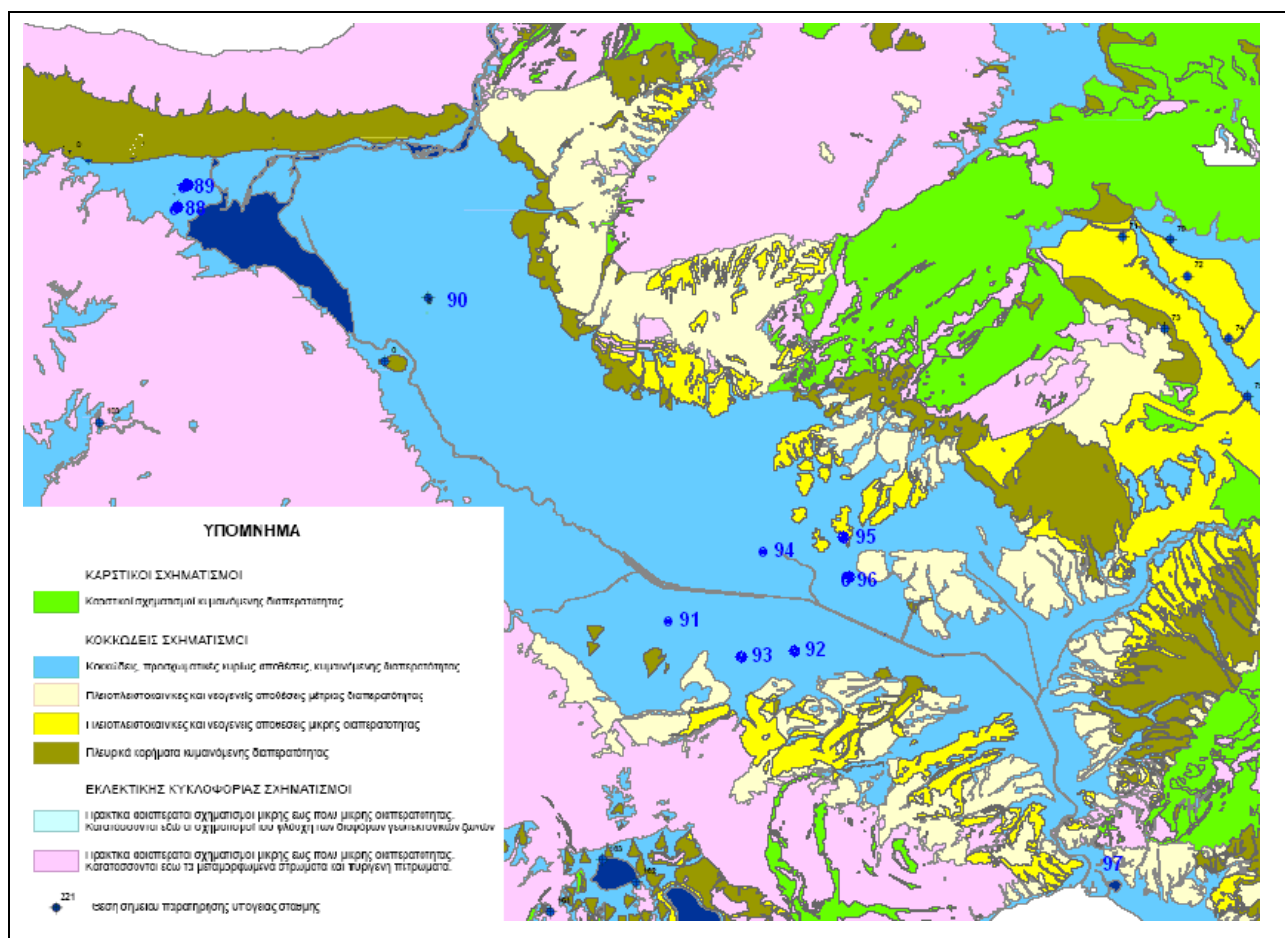
Πίνακας 5.6.1.

Μετρήσεις στάθμης νερού επιλεγμένων γεωτρήσεων, για τις ανάγκες της εδώ μελέτης στο πεδινό της Λεκάνης Στρυμόνα, ταφρολεκάνη Σερρών (θέση γεωτρήσεων: βλέπε χάρτη σχ.5.6.1)

Α/Μ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)			
		10 ^{ος} 2010	5 ^{ος} 2011	9 ^{ος} - 10 ^{ος} 2011	5 ^{ος} 2012
88	81,00	7,98	6,35	7,63	6,12
89	162,00	75,43	61,38	70,66	67,32*
90	33,00	12,62	1,9	10,37	1,85
91	24,00	15,51	13,25	14,74	12,47
92	41,00	7,79	4,09	6,11	5,36

Α/Μ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)			
		10 ^{ος} 2010	5 ^{ος} 2011	9 ^{ος} - 10 ^{ος} 2011	5 ^{ος} 2012
93	76,00	51,68	43,52	48,12	49,12*
94	13,00	25,11	20,86	23,78	24,40*
95	75,00	17,84	14,39	16,25	13,21
96	40,00	19,22	15,65	17,89	13,98
97	7,00	0,63	0,43	0,54	0,42

* Μέτρηση μετά από άντληση



Εικ.5.6.1. Απόσπασμα υδρολιθολογικού χάρτη Υδατικού Διαμερίσματος 11 –Λεκάνη Στρυμόνα με τα σημεία μέτρησης της στάθμης (από στοιχεία της παρούσας μελέτης σε συνδυασμό με στοιχεία από τις Διαχειριστικές Μελέτες ΥΠΑΑΝ - ΥΠΕΚΑ).

Οι γεωτρήσεις 91, 92, 93 έχουν διανοιχθεί στις νότιες αποθέσεις του Στρυμόνα, (νότια του Στρυμόνα και βόρεια των κρασπέδων του όρους Κερδύλια), που προς τα κράσπεδα αποτελούνται από κλαστικούς ιζηματογενείς σχηματισμούς (χαλαρά κροκαλοπαγή, αλλουβιακά ριπίδια, με εναλλαγές με στρώσεις αργίλου). Οι σχηματισμοί έχουν κυμαινόμενη διαπερατότητα ανάλογα με την ανάπτυξη του ενεργού πορώδους σε

συνδυασμό με την παρουσία αργιλικών οριζόντων. Οι γεωτρήσεις 91, και 92, που εμφανίζουν μια σχετικά μικρή πτώση στάθμης, της τάξης μέχρι 3m, μεταξύ των δυο περιόδων μέτρησης στάθμης (υψηλή - χαμηλή - βλ. πίνακα 5.6.1), φαίνεται ότι τροφοδοτούνται από υδροφορείς με αυξημένη σχετικά διαπερατότητα, σε σχέση με την τροφοδοσία της γεώτρησης 93. Η γεώτρηση 93 έχει διανοιχθεί στα ίδια προαναφερόμενα κλαστικά ιζηματογενή πετρώματα, σε μεγαλύτερο υψόμετρο, με μειωμένη διαπερατότητα, σε σχέση με την τροφοδοσία των γεωτρήσεων γεώτρησης 91 και 92, με αποτέλεσμα να εμφανίζει μια σχετικά βαθιά στάθμη και με πτώση στάθμης μεταξύ των δυο περιόδων περίπου στα 8,16m. Αυτό υποδηλώνει μια γενικά ασθενή πλευρική τροφοδοσία από τα πετρώματα της περιοχής.

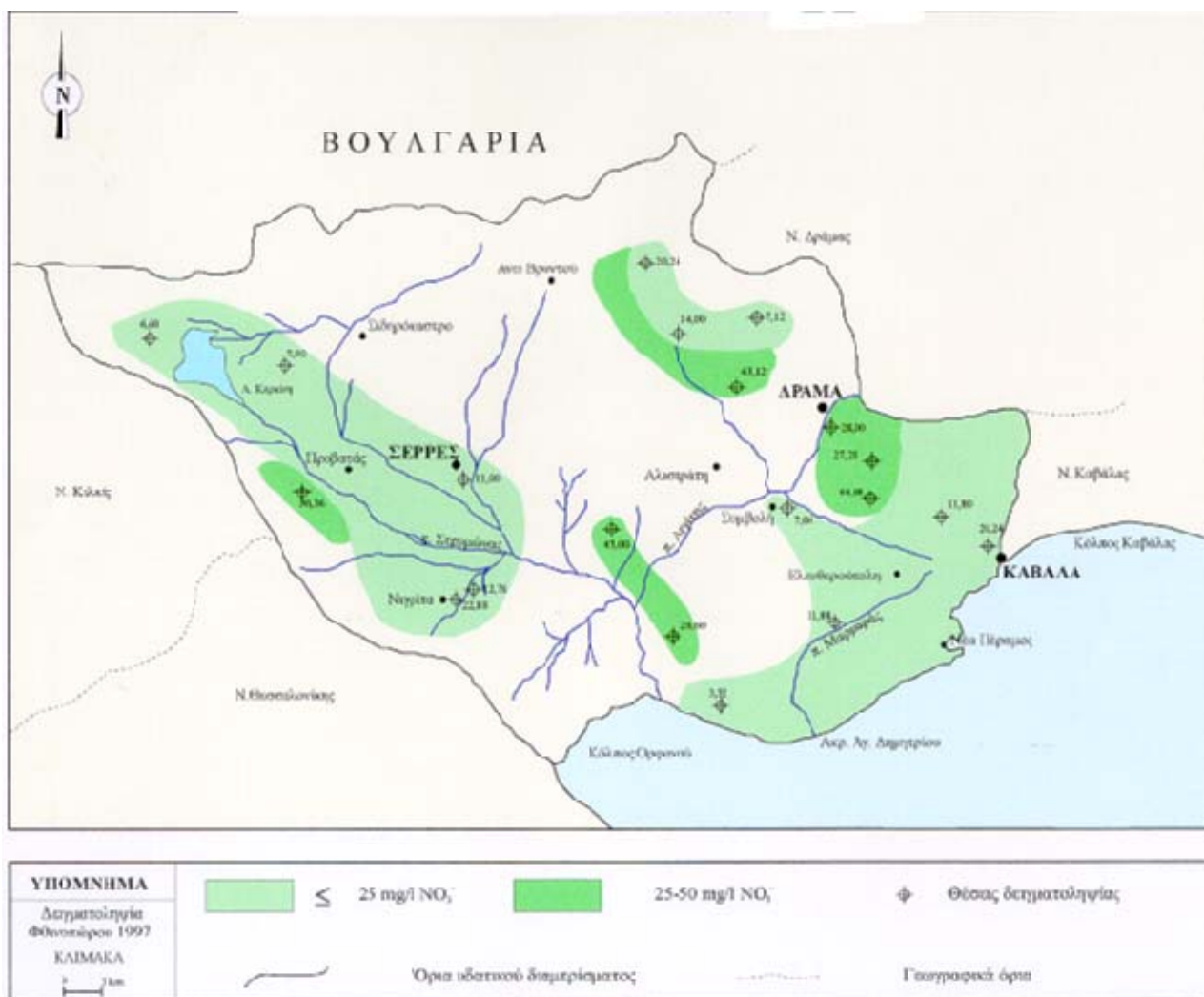
Η γεώτρηση 90 εντοπίζεται ανατολικά του νοτίου τμήματος της Λίμνης Κερκίνης, σχεδόν στο κεντρικό σημείο των ιζημάτων του κάμπου. Η έλλειψη επιφανειακών αξόνων απορροής στην περιοχή και επομένως και συνεχούς τροφοδοσίας, φαίνεται από τη μεγάλη διαφορά στάθμης μεταξύ των δύο περιόδων. Τέλος η γεώτρηση 97 βρίσκεται στο τελευταίο τμήμα της λεκάνης, λίγο πριν την έξοδο προς το Στρυμονικό κόλπο, χαρακτηρίζεται από την άμεση τροφοδοσία από τα νερά του Στρυμόνα, λόγω της υψηλής στάθμης και της πολύ μικρής διακύμανσής της.

5.7 Ποιότητα νερών - Χημικές Αναλύσεις

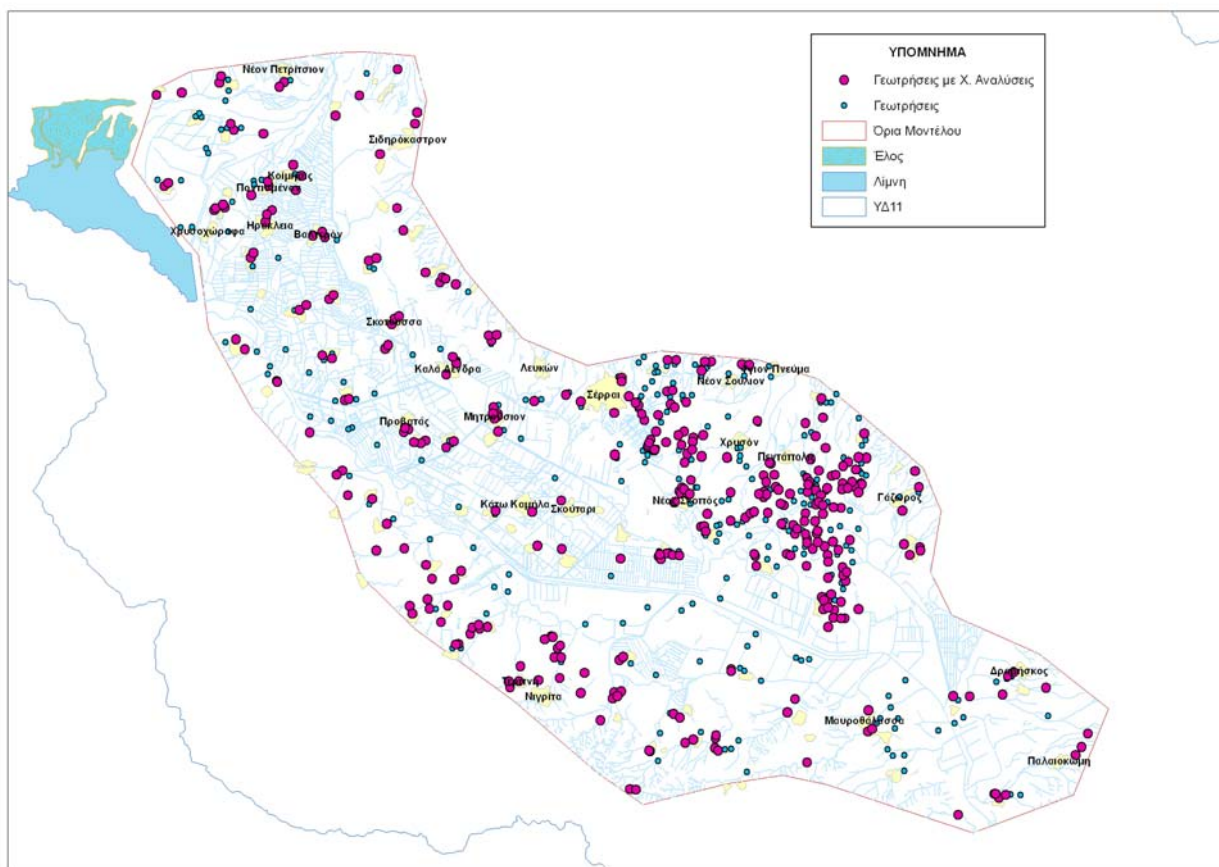
Αξιολόγηση στοιχείων υπαρχόντων πριν την εκπόνηση της παρούσας Μελέτης

Η ποιότητα των υπόγειων νερών της ευρύτερης περιοχής, της ταφρολεκάνης με βάση τις μελέτες και έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί (ΠΕΧΩΔΕ, ΙΓΜΕ, Καλλέργης κ.α), παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις στις διάφορες περιοχές. Κύρια αιτία των διαφοροποιήσεων αποτελούν οι σημαντικές αγροτικές, αστικές και βιομηχανικές δραστηριότητες στην ευρύτερη περιοχή. Η παρουσία, επίσης, σημαντικών γεωθερμικών πεδίων (Νιγρίτα, Σιδηρόκαστρο, Ηράκλεια) είναι ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας διαφοροποίησης της ποιότητας των υπογείων νερών. Στην ταφρολεκάνη Σερρών έχουν καταγραφεί υψηλές συγκεντρώσεις αζωτούχων ενώσεων στο 70% των σταθμών δειγματοληψίας. Ειδικότερα, οι συγκεντρώσεις νιτρικών υπερβαίνουν σε αρκετές περιπτώσεις το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο (Καλλέργης, 1999) (βλέπε χάρτη εικ. 5.7.1). Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις νιτρικών παρουσιάζονται στην περιοχή Γάζωρο και κυμαίνονται μεταξύ 25,10 mg/L με τυπική τιμή τα 55 mg/L, ενώ παράλληλα έχουν καταγραφεί στην ίδια θέση συγκεντρώσεις αμμωνιακών που υπερβαίνουν τα 0,7 mg/L (Καλλέργης, 1999). Επίσης, στην

περιοχή Νιγρίτα Σερρών έχουν καταγραφεί περιστασιακά συγκεντρώσεις νιτρικών που σε μέγιστες τιμές ξεπερνούν τα 60 mg/L (68 mg/L), ενώ υψηλές είναι και οι συγκεντρώσεις των νιτρωδών και των αμμωνιακών (μέγιστες συγκεντρώσεις 0,16 και 0,61 mg/L αντίστοιχα). Οι αυξημένες συγκεντρώσεις των νιτρωδών και των αμμωνιακών αποτελούν ένδειξη ότι η νιτρορρύπανση δεν βρίσκεται στο τελικό της στάδιο, αλλά εξελίσσεται και αναμένεται να οδηγήσει σε ακόμα μεγαλύτερες τιμές νιτρικών.



Εικ.5.7.1. Κατανομή νιτρικών ιόντων στη Λεκάνη Στρυμόνα (Καλλέργης, 1999).

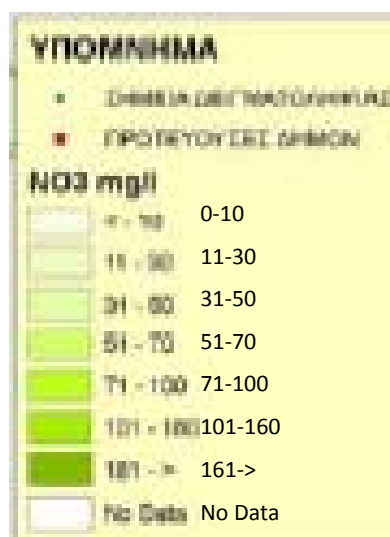
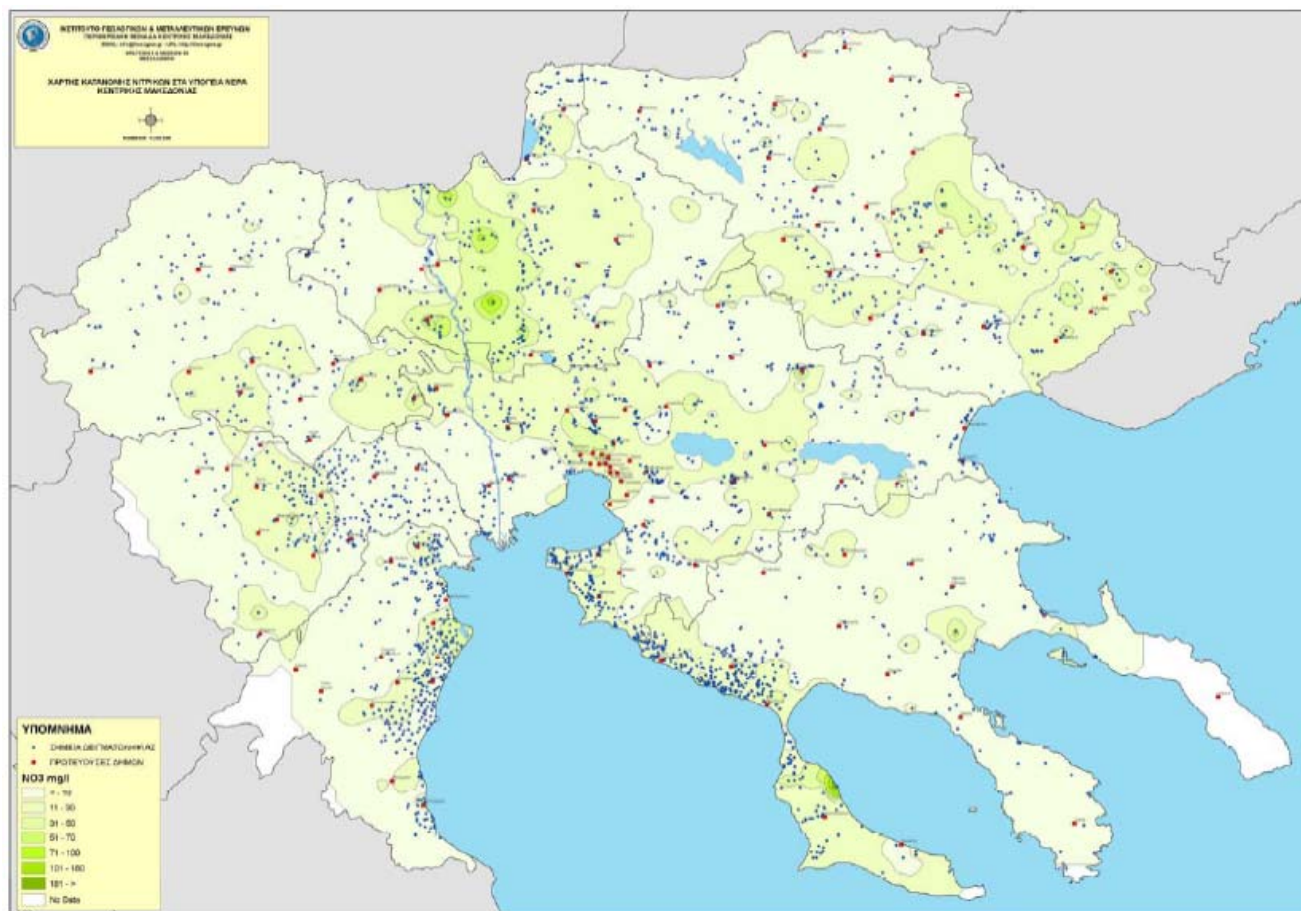


Εικ.5.7.2. Χάρτης με τις θέσεις των γεωτρήσεων που πραγματοποιήθηκαν χημικές αναλύσεις (ΙΓΜΕ 2010).

Κύρια πηγή ρύπανσης είναι η διάχυτη ρύπανση που προέρχεται από τις αγροτικές δραστηριότητες, στη λεκάνη του Στρυμόνα και δευτερεύουσα η παρουσία των βιομηχανικών και βιοτεχνικών μονάδων όπως επίσης και η μη επεξεργασία των αστικών λυμάτων που διοχετεύονται ανεξέλεγκτα σε επιφανειακούς και υπόγειους αποδέκτες. Η νιτρορύπανση αυτή δεν σχετίζεται με υδροθερμική δράση.

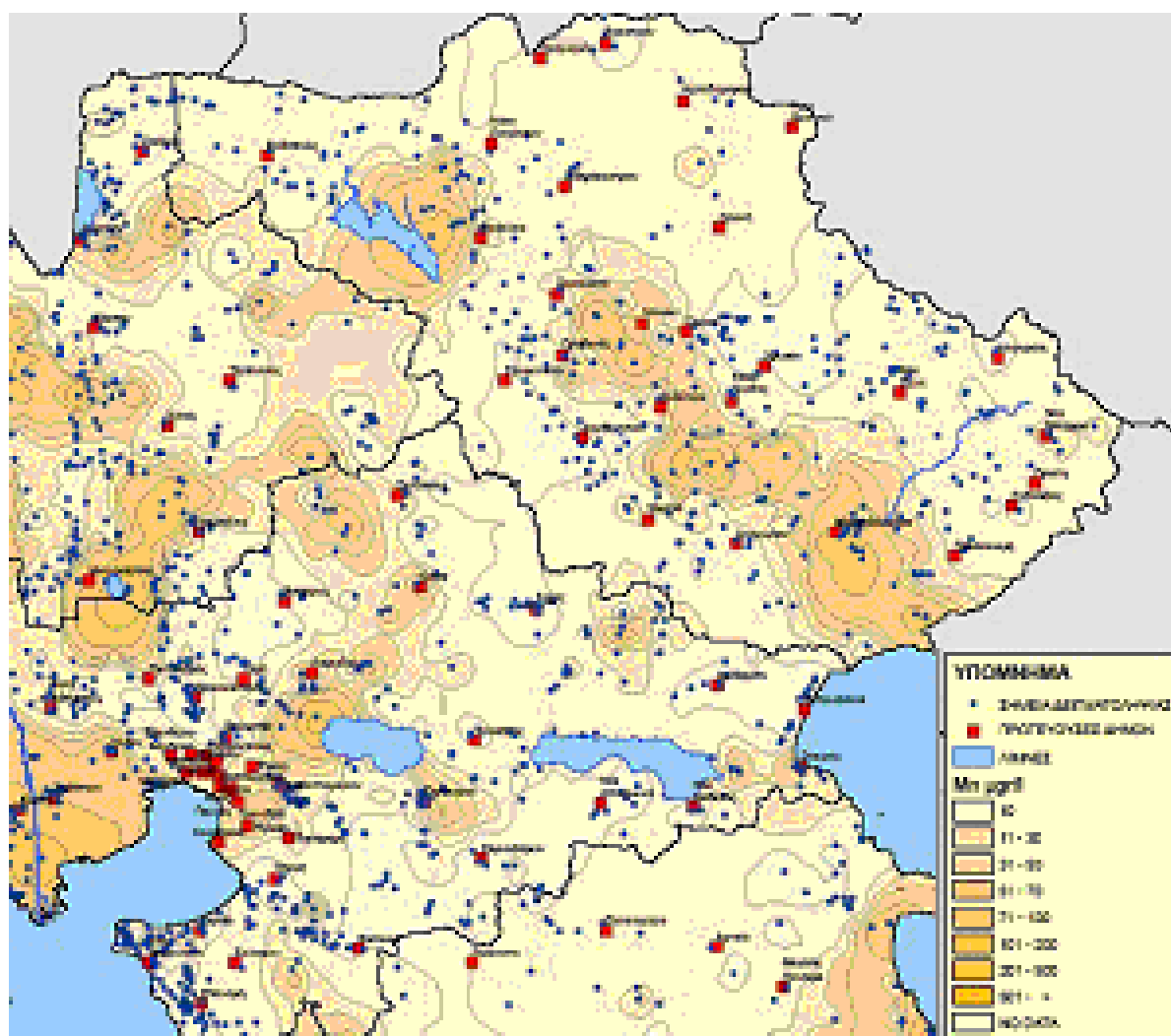
ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ) ΣΕ ΚΛΙΜΑΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΘΡΑΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ Α: ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ 20 (ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ)



Σημεία Δειγματοληψίας

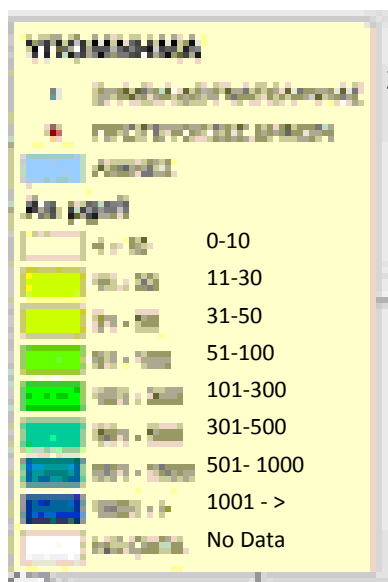
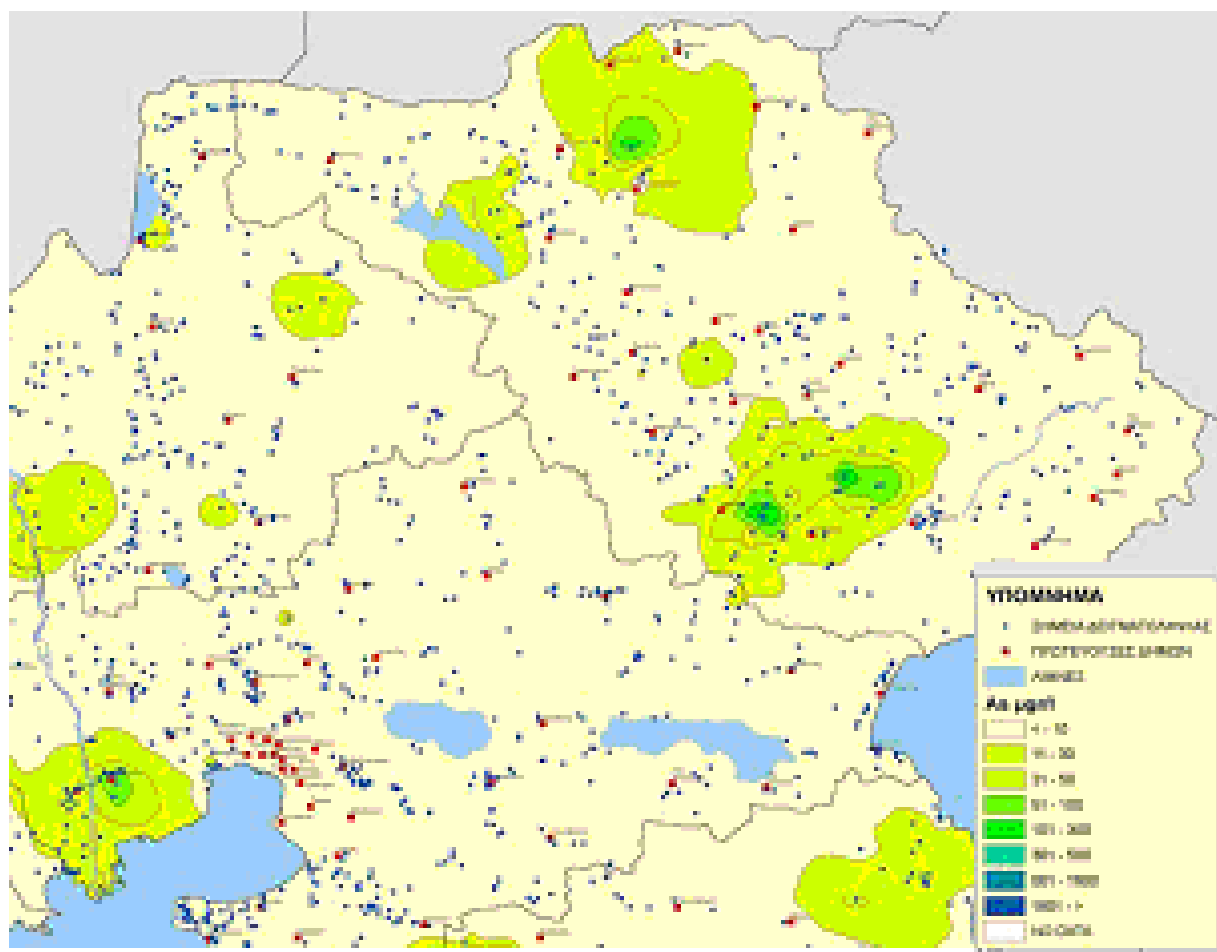
Εικ.5.7.3. Χάρτης κατανομής νιτρικών Κεντρικής Μακεδονίας (ΙΓΜΕ, 2010).



Σημεία Δειγματοληψίας

Εικ.5.7.4α. Κατανομή στα υπόγεια νερά της ευρύτερης περιοχής, Μαγγανίου (ΙΓΜΕ, 2010)

Με βάση την έρευνα του ΙΓΜΕ (2010), σε ένα μεγάλο αριθμό σημείων (βλέπε χάρτη εικ.5.7.2), στην ταφρολεκάνη, εντοπίζονται κατά θέσεις αυξημένες συγκεντρώσεις NO_3 (βλέπε χάρτη εικ.5.7.3), που ταυτίζονται με την παλαιότερη έρευνα του Καλλέργη (1999) (χάρτης εικ.5.7.1). Από την εκτεταμένη έρευνα του ΙΓΜΕ προέκυψαν και άλλα ενδιαφέροντα στοιχεία όσον αφορά στην ποιότητα των υπόγειων νερών. Εντοπίζονται κατά θέσεις μεγάλες σχετικά συγκεντρώσεις μετάλλων και ιχνοστοιχείων, όπως του Mn του Fe και του As κ.α (βλέπε χάρτες εικ. 5.7.4α και 5.7.4β).



Σημεία Δειγματοληψίας

Εικ.5.7.4β. Κατανομή στα υπόγεια νερά της ευρύτερης περιοχής, Αρσενικού (ΙΓΜΕ, 2010)

Οι αυξημένες αυτές συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων συνδέονται πιθανώς με την φύση και την σύσταση των γεωλογικών σχηματισμών του υποβάθρου. Οι αυξημένες τιμές του As συνδέονται με την ύπαρξη των γεωθερμικών πεδίων (Νιγρίτα, Σιδηρόκαστρο κ.λ.π.), αφού οι μεγάλες συγκεντρώσεις ταυτίζονται σχεδόν με το ανάπτυγμα αυτών.

Υφαλμύριση ποταμού

Το τελευταίο τμήμα της κοίτης του Στρυμόνα (μετά την πρώην λίμνη Αχινού) μέχρι τις εκβολές, εμφανίζει σχεδόν μηδαμινές ή και αρνητικές υψομετρικές διαφορές. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τις μικρές παροχές του Στρυμόνα κατά τους καλλιεργητικούς μήνες και την πλημμυρίδα της θάλασσας, διευκολύνει την είσοδο του θαλασσινού νερού στον ποταμό μέχρι περίπου 8 km ανάντη των εκβολών του. Στο τμήμα αυτό ο ποταμός περιβάλλεται από ζωνώδη πεδινά τμήματα, τα οποία φιλοξενούν αργιλλοαμμώδες υλικό. Οι υπόγειες υδροφορίες του τμήματος αυτού τροφοδοτούνται αποκλειστικά από τις διηθήσεις των νερών του ποταμού και κατά συνέπεια τα νερά τους εμφανίζουν έντονη υφαλμύριση. Αυτός εξ άλλου είναι και ο λόγος της μη ύπαρξης αρδευτικών γεωτρήσεων στα τμήματα αυτά. Η συστηματική χρήση του νερού του Στρυμόνα για άρδευση στο τμήμα αυτό, από τα υπάρχοντα αντλιοστάσια, δημιουργεί μια βαθμιαία υφαλμύριση των εδαφών των τμημάτων αυτών.

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.

Οι μετρήσεις των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών (TDS, αγωγιμότητα, αλατότητα κ.λ.π.) των υπόγειων νερών έδειξαν ότι η διακύμανση των τιμών στις γεωτρήσεις της λεκάνης του Στρυμόνα, απεικονίζει τη διαφορετική υδρογεωλογική δομή στις διάφορες θέσης της Ταφρολεκάνης Σερρών.

Γεωτρήσεις στο νότιο και νοτιοανατολικό άκρο της λεκάνης επιβεβαιώνουν, με τις σχετικά κατά πολύ υψηλότερες τιμές TDS >500mg/l και Αγωγιμότητας >800μS/cm, από εκείνες των επιφανειακών νερών, την έντονη παρουσία ημιπερατών υλικών που διαμορφώνουν συνθήκες περιορισμού της υπόγειας ροής, καθώς και συνθήκες μεγαλύτερης παραμονής του νερού στον υδροφορέα, που αποτέθηκαν στον κεντρικό τομέα της πεδιάδας των Σερρών, εκατέρωθεν της

ευρείας μαιανδρικής ζώνης του Ποταμού Στρυμόνα. Αντίθετα, στις περιοχές με τιμές ίδιες με αυτές των επιφανειακών νερών, επιβεβαιώνουν την άμεση άνετη τροφοδοσία των υδροφορέων από τα επιφανειακά νερά (περιοχές αλλουβιακών ριπιδίων).

Η παρουσία μαγγανίου κυρίως στα επιφανειακά νερά, αλλά και στις περισσότερες γεωτρήσεις οφείλεται σε γεωλογικά αίτια και απεικονίζει την κυριαρχία των μεταμορφωμένων πετρωμάτων στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης του Στρυμόνα.

Ο περιορισμένος αριθμός γεωτρήσεων, όπου ανιχνεύθηκαν ίχνη υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων, δείχνει την περιορισμένη δυνατότητα κατείσδυσης του αρδευτικού νερού, λόγω της παρεμβολής ημιπερατών υλικών, στη μεγαλύτερη έκταση των επιφανειακών στρωμάτων, που αντιστοιχούν με εδάφη με κακή στράγγιση. Επίσης, ο μη εντοπισμός καφεΐνης στα υπόγεια νερά, η οποία εντοπίζεται σε όλα τα επιφανειακά που έχουν σχέση με το Στρυμόνα, μερικώς επιβεβαιώνει ότι η κύρια τροφοδοσία των κεντρικών γεωτρήσεων πραγματοποιείται από τις υπόγειες πλευρικές μεταγίσεις των καρστικών νερών, που εντοπίζονται κυρίως στο ανατολικό τμήμα, όπως και από τις διηθήσεις των απορροών των χειμάρρων κυρίως στην περιοχή των αλλουβιακών ριπιδίων.

5.8 Σχέσεις υπόγειων νερών με επιφανειακούς άξονες ροής - Συμπεράσματα

Στην ταφρολεκάνη του Νομού Σερρών, καλλιεργούνται περίπου 1.020.000 στρέμματα, τα οποία αποτελούν και την πεδιάδα του ποταμού Στρυμόνα. Η έκταση των αρδευόμενων καλλιεργειών με επιφανειακά και υπόγεια νερά ξεπερνά τα 800.000 στρέμματα. Οι εκτάσεις που αρδεύονται μέσω μεγάλων αρδευτικών δικτύων της κοιλάδας του ποταμού, καλύπτουν 550.000 στρεμμάτων περίπου, οι οποίες και αναφέρονται στην συνέχεια. Σχεδόν αποκλειστικός τροφοδότης των δικτύων αυτών είναι ο ποταμός Στρυμόνας είτε άμεσα είτε έμμεσα μέσω της Λίμνης Κερκίνης.

Ειδικότερα:

- Από τον Στρυμόνα με κανάλι πριν τη λίμνη Κερκίνη, αρδεύονται οι εκτάσεις των δήμων Σιδηροκάστρου, Ν. Πετρισίου, Ηράκλειας, Σκοτούσας.
- Από τη λίμνη Κερκίνη αρδεύονται οι εκτάσεις των δήμων Καπετάν Μητρούση, Στρυμονικού, Λιθότοπου, Βηλσατίας, Νιγρίτας, Αχινού, Δημητρισίου, Τραγίλου, Σκουτάρεως και Μαυροθάλασσας.

- Οι παραλίμνιοι οικισμοί ανατολικά και οι ορεινές περιοχές βόρεια της Λίμνης Κερκίνης (Μανδράκι, Μεγαλοχώρι, Λιμνοχώρι, κ.λπ.), καθώς και κάποιες περιοχές στα νότια (μέρος Αχινού, κ.λπ.) είτε καλύπτουν τις αρδευτικές τους ανάγκες με γεωτρήσεις, όπου αυτό επιτρέπεται, είτε δεν αρδεύουν.

Τα δίκτυα που υδροδοτούνται από τη λίμνη είναι σε πλεονεκτικότερη θέση γιατί δεν εξαρτώνται άμεσα από τις παροχές του ποταμού Στρυμόνα, οι οποίες είναι μειωμένες κατά τη θερινή περίοδο.

Στη λεκάνη των Σερρών οι κύριες υπόγειες υδροφορίες εντοπίζονται στο ανατολικό τμήμα, τόσο στους πλειοκαινικές όσο και στις αλλουβιακές αποθέσεις. Οι υδροφορίες αυτές αναπτύσσονται στη μεγαλύτερη έκταση της χαμηλής περιοχής και ικανοποιούν τις αρδευτικές και υδρευτικές ανάγκες. Σχετικά περιορισμένο είναι το υδρογεωλογικό ενδιαφέρον του δυτικού τμήματος των αντίστοιχων υλικών.

Οι κύριες απολήψεις υπόγειου νερού στη λεκάνη πραγματοποιούνται στο ανατολικό τμήμα. Στο υπόλοιπο μέρος της πεδινής περιοχής, ιδιαίτερα το κεντρικό και δυτικό τμήμα, πραγματοποιούνται ελάχιστες αντλήσεις, γιατί οι αρδευτικές ανάγκες καλύπτονται από τα νερά του Στρυμόνα, των διαφόρων χειμάρρων και ρεμάτων της περιοχής, τα οποία σχεδόν στο σύνολό τους εμφανίζονται διευθετημένα, καθώς επίσης και από τα νερά της λίμνης Κερκίνης.

Η τροφοδοσία των υπόγειων υδροφοριών εξασφαλίζεται:

- από τις υπόγειες πλευρικές μεταγίσεις των καρστικών νερών, που εντοπίζονται κυρίως στο ανατολικό τμήμα,
- από τις διηθήσεις των απορροών των ποταμών και χειμάρρων κυρίως στην περιοχή των αλλουβιακών ριπιδίων,
- και δευτερευόντως από την άμεση κατείσδυση των νερών της βροχής

Η ταφρολεκάνη Σερρών, λόγω των εντόνων τεκτονικών διεργασιών, που έχει υποστεί σήμερα, εμφανίζει σχεδόν σε όλο το ανάπτυγμά της αξιόλογα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι τα πεδία της Νιγρίτας, Σιδηροκάστρου, Ηράκλειας και Αγκίστρου Σερρών

Τα εγγειοβελτιωτικά έργα που κατασκευάστηκαν, όπως οι διώρυγες προσαγωγής και αποστραγγιστικές τάφροι, στην πλειονότητά τους είναι μη επενδεδυμένα και επιτρέπουν διηθήσεις νερών σε γειτονικές περιοχές σχηματίζοντας έτσι ελώδεις εκτάσεις. Τέτοιες περιοχές είναι:

- Η περιοχή ΝΔ των Χρυσοχωράφων, έκτασης 0,5 km², που είναι αποτέλεσμα διήθησης νερού από το ανατολικό ανάχωμα της τεχνητής λίμνης Κερκίνης, όταν η στάθμη της φθάνει στο μέγιστο υψόμετρο (+36 m).
- Οι περιοχές μεταξύ των οικισμών Προβατά και Καλών Δένδρων, δηλ. μεταξύ "Διώρυγας Βαμβακιάς", "Διώρυγας Μητρουσίου" και τάφρου Μπέλιτσας, με συνολική έκταση 6,75 km², απ' όπου διαφεύγουν ποσότητες νερού.
- Οι περιοχές μεταξύ των οικισμών Μητρουσίου - Κουμαριάς - Πεπονιάς - Σκουτάρεως, δηλ. μεταξύ "Διώρυγας Μητρουσίου" και τάφρου Πεπονιάς, με συνολική έκταση 10,85 km², όπου υπάρχουν τμήματα παλαιών - φυσικών κοιτών του Στρυμόνα και του ρ. Μαιάνδρου.
- Οι περιοχές ανατολικά και δυτικά του οικισμού Αγ. Παρασκευής, με συνολική έκταση 3,25 km², όπου παρατηρούνται διηθήσεις από την τεχνητή κοίτη του Στρυμόνα, ή από το διευθετημένο τμήμα της παλιάς φυσικής κοίτης του. Η εικόνα των περιοχών αυτών επιβεβαιώνει την τροφοδοσία των αλλουβιακών υδροφόρων από τα νερά του υδρογραφικού συστήματος.

Κατά τη χειμερινή περίοδο, πολλές από τις εγκαταλελειμμένες κοίτες του υδρογραφικού συστήματος αποστραγγίζουν την υψηλής στάθμης φρεάτια υδροφορία μεταφέροντας το νερό στις διευθετημένες κοίτες, στις χαμηλότερες περιοχές, από τις οποίες έχουν αποκοπεί.

Συμπερασματικά από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι επιφανειακές απορροές (ποτάμια, χείμαρροι) τροφοδοτούν συνεχώς το υπόγειο υδροφόρο σύστημα. Εξάιρεση αποτελούν ορισμένες χαμηλές νότιες περιοχές, την εποχή της υψηλής στάθμης των υπόγειων νερών, κατά την οποία το υπόγειο νερό εκφορτίζεται στις νότιες διευθετημένες κοίτες διά μέσου των παλιών αποκομμένων σήμερα κοιτών του ποταμού.

5.9 Βιβλιογραφία

ΑΛΤΗΓΟΣ Ν.(1962): Προμελέτη πεδιάδας Σερρών-Υδρολογία(Υπηρ. Υδρ. Έργων, Υπουργείο Δ.Ε Α').

ΑΛΤΗΓΟΣ Ν.(1971): Διάνοιξη κοίτης ποτ. Στρυμόνος εις περιοχήν στενών Αμφιπόλεως-Αθήνα.

ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ, Χ.,Β. (2008). Εκτίμησης της επιφανειακής υδρολογικής κατάστασης της λεκάνης απορροής του ποταμού Στρυμόνα, με χρήση αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης σε περιβάλλον GIS. Μεταπτυχιακή Διατριβή ΑΠΘ.

ΒΑΒΛΙΑΚΗΣ Ε. (1989): Τα συστήματα QANAT(KANAT) στην Ελλάδα. – Μελέτη των συστημάτων QANAT στην επαρχία Φυλλίδας Σερρών από μορφολογική, υδρογραφική & κοινωνικοοικονομική άποψη, σελ. 1-93.

ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΙΣΣΑΒΕΤ – ΣΟΦΙΑ (2005) Υδατικό ισοζύγιο υδρολογικής λεκάνης Στρυμόνα (εντός Ελληνικού Εδάφους). Συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ μεθόδου πραγματικής εξατμισοδιαπνοής Thornthwait – mather and Turc. Μεταπτυχιακή Διατριβή, ΑΠΘ

ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Γ., ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ Δ., ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ Δ., ΔΑΦΝΗΣ Σ., ΖΟΥΡΟΣ Ν., ΚΟΛΙΑΔΗΜΟΥ Κ., ΝΑΤΣΗ Χ., ΧΑΡΙΖΑΝΗΣ Γ. 1987. Γεωλογική-Υδρογεωλογική Μελέτη Θερμών Νιγρίτας. Σ.Δ.Κ.Ι.Π.Ε., Θεσσαλονίκη, 59 σ.

ΔΙΑΒΑΛΚΑΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ (2010). «Παρακολούθηση Επιχειρησιακής Λειτουργίας Δικτύου Τηλεμετρικών Σταθμών της Δνσης Υδάτων Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας / Δεδομένα Τηλεμετρικής Παρακολούθησης Υπόγειων Υδάτων Στρυμόνα».

ΕΞΑΡΧΟΥ ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΜΠΕΝΣΑΣΣΩΝ Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ - ΓΕΩΣΥΝΟΛΟ Σύμβουλοι Μηχανικοί & Γεωλόγοι Εταιρεία Περιορισμένης Ευθύνης ΕΠΕ - ΛΙΖΑ ΜΠΕΝΣΑΣΣΩΝ - ΗΛΙΑΣ ΚΟΥΡΚΟΥΛΗΣ - ENVIROPLAN ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Σύμβουλοι Αναπτυξιακών & 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 & Δυτικής Μακεδονίας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, κατ' εφαρμογή του Ν. 3199/2003 & του ΠΔ 51/2007»

ΙΓΜΕ (2010). Υδρογεωλογική Μελέτη Ανατολικής Μακεδονίας Δυτικό Τμήμα (Υ.Δ.11 δυτ. τμήμα).

ΙΓΜΕ (2010). Καταγραφή & αποτίμηση των Υδρογεωλογικών Χαρακτήρων των Υπόγειων Νερών & των Υδροφόρων Συστημάτων της Χώρας- Αποτίμηση Υδατικού Δυναμικού Θράκης.

ΙΓΜΕ (2009). Υδρογεωλογική – Υδροχημική Μελέτη με χάρτες κατανομής φυσικοχημικών παραμέτρων του Νομού Σερρών.

ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ Μ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ Κ. (2001): Υδρογεωλογική έρευνα ανθρακικών σχηματισμών Μενοίκιο – Αγκιστρο. Έκθεση ΙΓΜΕ.

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.

ΚΑΡΥΔΑΚΗΣ ΓΡ. 1983. Μελέτη Γεωθερμικού πεδίου χαμηλής ενθαλπίας στην περιοχή Θερμά-Νιγρίτας. Έκθεση Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα, 47 σ.

ΚΑΡΥΔΑΚΗΣ ΓΡ., ΚΑΒΟΥΡΙΔΗΣ Θ., (1984): Η γεωθερμική έρευνα στην περιοχή Λιθοτόπου-Ηράκλειας του Ν. Σερρών κατά το 1983. (Έκθεση ΙΓΜΕ-δ/νση Ενεργειακών Πρώτων Υλών-Τμήμα Γεωθερμίας, σελ. 1-53.

- ΚΑΤΙΡΤΖΟΓΛΟΥ Κ., ΔΗΜΗΤΡΟΥΛΑΣ Μ., ΑΠΟΣΤΟΛΟΥ Ν. (1990): Γεωλογική – Κοιτασματολογική μελέτη περιοχής ‘‘Αγκάθι’’ Αγκίστρου Ν. Σερρών.
- ΚΑΡΥΣΤΙΝΑΙΟΣ Ν. (1984): Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της λεκάνης των Σερρών, λιθοστρωματογραφία, βιοστρωματογραφία & τεκτονική, Διδακτορική Διατριβή, σελ. 1-230.
- ΚΝΙΘΑΚΗΣ Μ.- ΠΕΤΡΗ Ε. - ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ Μ. (1988): Έρευνα ποιότητας νερών στη λεκάνη Σερρών. ΙΓΜΕ
- ΚΟΛΙΑΔΗΜΟΥ Κ., ΓΑΛΑΝΙΔΗΣ Δ., 1988. Γεωλογική & Γεωυδρολογική – Υδροχημική μελέτη του Γεωθερμικού πεδίου της περιοχής Θερμών Νιγρίτας Σερρών. Πρακτικά 2ου Συνεδρίου για τα Θερμομεταλλικά Νερά, 7-9 Οκτωβρίου 1988, 133-184.
- ΜΠΑΡΤΖΟΥΔΗΣ Γ.(1995): Τα Εγγειοβελτιωτικά Έργα στην πεδιάδα των Σερρών (Πρακτ. Προγρ. Κατάρτισης-Σέρρες, σελ. 57-82.
- ΝΟΥΣΙΝΑΝΟΣ Θ., ΚΑΡΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΣ Σ., ΛΙΒΑΔΑΣ Α.(προϊστάμενοι έργου Λαλεχός Ν.Φιλίππικης Ν. (1977): Γεωλογική μελέτη της λεκάνης του Στρυμόνα, Δ.Ε.Π., Αθήνα, σελ. 1-31.
- ΞΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ Ν. (1988): Γεωφυσική έρευνα περιοχών νότια του όρους Μπέλλες (έκθεση ΙΓΜΕ).
- ΟΡΦΑΝΙΔΟΥ, Ε., (2008). Διαχείριση υδρολογικής λεκάνης Στρυμόνα. Μεταπτυχιακή Διατριβή ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη.
- ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ Ε.& ΛΩΛΟΥ Ο. (1988): Αλλουβιακά ριπίδια της νότιας πλευράς του όρους Κερκίνη, Διπλωματική Εργασία, σελ. 1-61.
- ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ-ΠΕΝΝΟΥ Ε.(1993/1997): Γεωλογικές Εκθέσεις, μελέτες &Μ.Π.Ε. για την ανόρυξη αρδευτικών-υδρευτικών υδρογεωτρήσεων περιοχών του Ν. Σερρών (Πρώτη, Ροδολίβος, Μικρό Σούλι, Μαυρόλοφος, Δραβίσκος, Μαυροθάλασσα, Αηδονοχώρι, Σιτοχώρι, Ζερβοχώρι, Χουμνικό, Θερμά-Νιγρίτας, Ανθή, Πεπονιά, Αγ. Παρασκευή, Σησαμιά, Αμμουδιά, ηράκλεια, Αν Πορρόια, Βυρώνεια, Παλαιόκαστρο, Μετόχι, Μητρούσι, Σέρρες, Εμμ. Παπάς, Δαφνούδι, Αναστασιά, Γάζωρος, Θολός, Πεθελινός, Σ.Σ. Αγγίστας).
- ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ – ΠΕΝΝΟΥ Ε., 1993: Γεωλογική θέση λίμνης Κερκίνης & ευρύτερης περιοχής (Πρακτικά Ημερίδας για τη λίμνη Κερκίνη με θέμα: Επιπτώσεις από την ανύψωση των αναχωμάτων – Σέρρες)
- ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ – ΠΕΝΝΟΥ Ε., 1994: Επιφανειακά ύδατα (Αναπτυξιακό Συνέδριο Νομού Σερρών – ενότητα Ι. Ορυκτά – Ενέργεια – Γεωθερμία) [Σέρρες, σ. 307-309]
- ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ – ΠΕΝΝΟΥ Ε., ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΒΑΒΛΙΑΚΗΣ Ε., ΠΑΛΙΚΑΡΙΔΗΣ Χ., 1995: Επίδραση της Νεοτεκτονικής στην εξέλιξη του υδρογραφικού συστήματος του ρέματος Εζοβίτη (Κερδύλιο Όρος-Αν. Μακεδονία) [4^ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο, σ.279-289/1998]
- ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ – ΠΕΝΝΟΥ Ε.,2004: Αξιοποίηση επιφανειακού υδάτινου δυναμικού Κερδυλλίου όρους (Εισήγηση ημερίδας – Δήμος Τραγίλου: Περιβαλλοντικές δράσεις για την προστασία-ανάδειξη & ανάπτυξη του Κερδυλλίου όρους- Ν. Σερρών [προγρ. Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε. – Ε.Τ.Ε.Ρ.Π.Σ.: Περιβάλλον & βιώσιμη ανάπτυξη]

- ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ – ΠΕΝΟΥ, Ε. (2004). Δυναμική εξέλιξη & σύγχρονες εξωγενείς διεργασίες του υδρογραφικού συστήματος της ταφρολεκάνης των Σερρών. Διδακτορική Διατριβή της Σχολής Θετικών Επιστημών, Τμήμα Γεωλογίας του ΑΠΘ. Θεσ/νικη.
- ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΪΔΗΣ Η. (1952): Σέρραι – Παγγαίον, το Νεογενές & η γεωλογία του λιγνίτου, Γεωλογικά & Γεωφυσικά μελέται – Ινστιτούτο Γεωλογίας & ερευνών υπεδάφους, σελ. 1-248.
- ΠΕΡΓΙΑΛΙΩΤΗΣ Π.,: Διαχείριση υδατικών πόρων στον αγροτικό τομέα [ΥΠ.ΓΕ., Δ/ση Γεωλογίας – Υδρολογίας σ. 1-11]
- ΠΕΡΓΙΑΛΙΩΤΗΣ Π.,: Συλλογικά εγχειοβελτιωτικά έργα & περιβάλλον (διαχρονική θεώρηση των εξελίξεων ΥΠ.ΓΕ., Δ/ση Γεωλογίας – Υδρολογίας σ. 1-16]
- ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ /Δνση Υδάτων (2010). «Παρακολούθηση Επιφανειακών & Υπόγειων Υδάτων Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας/ Υπόγεια Ύδατα Πεδιάδας Σερρών».
- ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ /Δνση Υδάτων (2009). «Οργάνωση των φυσικομηχανικών παραμέτρων των υδάτων στους Νομούς της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας & δημιουργία χρονοσειρών / Ποταμός Στρυμόνας».
- ΠΕΝΝΟΣ Χ., 2004: Μελέτη των καρστικών σπηλαιομορφών Επταμύλων Σερρών [Διπλωματική Εργασία Α.Π.Θ., σ. 1-39]
- ΡΟΚΚΑ Α. & ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ – ΠΕΝΝΟΥ Ε., 1991: Γεωλογική & Γεωφυσική Έρευνα (- Μελέτη)-Κοινότητα Νικόκλειας [περιοχές: α) Δαμασκηνούδα - Ριζώματα β) Δαμασκηνούδα – Μπόρος – Ριζώματα] [σ. 1-48]
- ΣΑΡΑΝΤΕΑΣ Α., ΚΑΒΟΥΡΙΔΗΣ Θ., ΚΑΡΥΔΑΚΗΣ ΓΡ. (1994): Έκθεση αποτελεσμάτων γεωθερμικής αναγνώρισης περιοχής Αγκίστρου Ν. Σερρών, Ι.Γ.Μ.Ε. – Δ.Ε.Π.Υ./τμήμα Γεωθερμίας.
- ΣΤΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ, Ξ & ΣΥΝ/ΤΕΣ Ε.Ε., ΣΚΟΒΟΛΑΣ, Σ., DELCO ΕΠΕ (2009) «Ανάπτυξη & εφαρμογή κοινού συστήματος παρακολούθησης των υπογείων υδάτων της λεκάνης απορροής του ποταμού Στρυμόνα - Υδρογεωλογική Μελέτη Λεκάνης Ποταμού Στρυμόνα». (Έργο INTEREG)
- ΤΖΙΜΟΠΟΥΛΟΣ,Χ., ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ, Ε., ΕΥΑΓΓΕΛΙΔΗΣ, Χ., (2006). Συγκριτική εκτίμηση υδατικού ισοζυγίου υδρολογικής λεκάνης Στρυμόνα.. Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου ΕΥΕ. Σελ. 159-166. Ξάνθη.
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε/Κ.Υ.Υ – (2009). «Έκθεση για την Οδηγία 91/676/ΕΟΚ στον Ελληνικό Χώρο. Κατάσταση 2004 – 2007, (Δίκτυο παρακολούθησης της ποιότητας υπόγειων υδάτων ως προς τη νιτρορρύπανση για τα έτη 2004 & 2005)».
- ΥΠ.ΑΝ (2008) «Ανάπτυξη Συστημάτων & Εργαλείων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Υδατικών Διαμερισμάτων Δυτικής Μακεδονίας, Κεντρικής Μακεδονίας, Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης». (Ανάδοχος: ENM – Σύμβουλοι Μηχανικοί ΕΠΕ).
- ΥΠΓΕ (2002). *Τα φράγματα & οι λιμνοδεξαμενές του ΥΠΓΕ*. Γενική Διεύθυνση Εγχειοβελτιωτικών Έργων & Γεωργικών Διαρθρώσεων. Αθήνα.
- ΥΠΕΧΩΔΕ (1994). *Μελέτη - έρευνα περιβαλλοντικών επιπτώσεων των έργων προστασίας περιοχών περί τον άνω & κάτω ρου του ποταμού Στρυμόνα, τη λίμνη Κερκίνη & τους χειμάρρους της πεδιάδας Σερρών*, ΑΠΘ, Τομέας Γεωλογίας & Φυσικής Γεωγραφίας, Θεσσαλονίκη.

ΥΠΕΧΩΔΕ (1994). *Μελέτη-έρευνα για τη δημιουργία δικτύου παρακολούθησης ρύπανσης υπόγειων νερών από νιτρικά*, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

ΦΥΤΙΚΑΣ Μ., 1992: Έρευνα γεωθερμικών πεδίων Νομού Σερρών [Νομαρχιακό Ταμείο Σερρών - Ε.Ε. Α.Π.Θ., σ. 1-78]

ΦΥΤΙΚΑΣ Μ.,: Χαρακτηριστικά & δυνατότητες των πεδίων (Εκμετάλλευση των γεωθερμικών πεδίων στην Κ.Μ.-Σιδ/στρο) [Ι.Γ.Μ.Ε. – προγρ. Δ.Ε. σ. 195-200]

ΧΑΤΖΗΑΓΟΡΑΚΗΣ Δ., ΤΑΟΥΣΙΑΝΗΣ Α., 1989: Υδρογεωλογική μελέτη πεδιάδας Σερρών (Υπουργείο Γεωργίας – Γ' ΠΔΕΒ – τμήμα Γεωλογικό, Καβάλα), [σ. 1-30]

ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΣΟΥΛΙΟΣ Γ. κ.α., 1991: Γεωλογικές έρευνες για την αναζήτηση & την εκμετάλλευση υδατικών πόρων σε κοινότητες του Δ/ΒΔ Παγγαίου & του ΝΑ Μενοικίου του Ν. Σερρών (μέρος πρώτο: Αναστασιά)-προκαταρκτική έρευνα για την επιλογή θέσεων φραγμάτων στην περιοχή Αναστασιάς του Ν. Σερρών-[Έρευν. Προγρ. 2496 Ε.Ε.-Α.Π.Θ.]

ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΑΛΜΠΙΑΝΑΚΗΣ Κ., ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ-ΠΕΝΝΟΥ Ε. (1992): Έρευνα του προβλήματος της πρόσχωσης της λίμνης Κερκίνης & της κοίτης του ποταμού Στρυμόνα & προτάσεις αντιμετώπισης αυτού, Έρευν. Προγρ. 2343 Ε.Ε.- Α.Π.Θ.

ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΒΑΒΛΙΑΚΗΣ Ε., ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ Δ., ΚΙΛΙΑΣ Α., ΡΟΚΚΑ Α., ΣΟΥΛΙΟΣ Γ., 1992: Γεωλογικές έρευνες για την αναζήτηση & την εκμετάλλευση υδατικών πόρων σε κοινότητες του Δ/ΒΔ Παγγαίου & του ΝΑ Μενοικίου του Ν. Σερρών (μέρος δεύτερο: Πρώτη) [Έρευν. Προγρ. 2496 Ε.Ε.-Α.Π.Θ.]

ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΜΠΑΛΑΦΟΥΤΗΣ Χ., ΜΠΑΜΠΙΑΤΖΙΜΟΠΟΥΛΟΣ Χ., ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ Π., ΒΑΒΛΙΑΚΗΣ Ε., ΜΠΑΜΠΑΛΩΝΑΣ Δ., ΤΣΑΧΑΛΙΔΗΣ Ε., ΔΡΟΣΟΣ Ε., ΑΛΜΠΙΑΝΑΚΗΣ Κ., ΒΑΒΑΛΕΚΑΣ Κ., ΤΣΙΑΝΤΑ Ζ., ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ – ΠΕΝΝΟΥ Ε., ΒΟΥΒΑΛΙΔΗΣ Κ., ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΣΕΪΤΑΝΙΔΗΣ Γ., 1994: Μελέτη - Έρευνα περιβαλλοντικών επιπτώσεων των έργων προστασίας περιοχών περί των άνω & κάτω ρου του ποταμού Στρυμόνα, την λίμνη Κερκίνη & χειμάρρους της πεδιάδας των Σερρών [ΥΠΕΧΩΔΕ, Δ/ση Εγχειοβελτιωτικών Έργων (Δ7), Τμήμα Τεχνικής Υποστήριξης (Δ7/Ε), Έρευν. Προγρ. 8074 Ε.Ε. στάδιο 2 – Α.Π.Θ.]

ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΑΛΜΠΙΑΝΑΚΗΣ Κ., ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ – ΠΕΝΝΟΥ Ε., 1994: Φράγμα Κερκίνης – Φερτά υλικά του Στρυμόνα (Πανελλήνιο Σεμινάριο: Λιμνοδεξαμενές – Φράγματα πολλαπλής σκοπιμότητας) [Πολυτεχνική Σχολή Α.Π.Θ. – Τμήμα Αγρονόμων – Τοπογράφων Μηχανικών, Τομέας Συγκοινωνιακών & Υδραυλικών Έργων]

ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΒΑΒΛΙΑΚΗΣ Ε., ΒΟΥΒΑΛΙΔΗΣ Κ., ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ – ΠΕΝΝΟΥ Ε., 2001: Γεωμορφολογικές, υδρογραφικές & ιζηματολογικές διεργασίες στη λεκάνη των Σερρών, που οφείλονται στη δράση της ρηξιγενούς τεκτονικής του Τεταρτογενούς [9^ο Διεθνές Συνέδριο – Ε.Γ.Ε. (με έμφαση στη συμβολή των Γεωεπιστημών στη ανάπτυξη) σ.451-457]

ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΠΑΠΑΦΙΛΙΠΠΟΥ – ΠΕΝΝΟΥ Ε., (ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ: ΜΑΡΓΩΝΗ Σ. ΠΕΝΝΟΣ Χ.), 2002: Μελέτη ορθολογικής διαχείρισης των νερών των χειμάρρων του Δήμου Πρώτης, με σκοπό την εξοικονόμηση νερού για γεωργική ανάπτυξη (Θέμα: Γεωμορφολογική, Γεωλογική & Υδρολογική μελέτη των χειμάρρων του Δήμου Πρώτης) [ΑΝ.Ε.ΣΕΡ. Α.Ε.]

ΨΙΛΟΒΙΚΟΣ Α., ΠΕΝΟΣ Π., ΜΑΡΓΩΝΗ Σ., ΣΠΥΡΙΔΗΣ ΑΝ., 2004: Η (μη) ορθολογική, ποσοτική & ποιοτική διαχείριση των υδατικών πόρων στα μεγάλα έργα της πεδιάδας των Σερρών. [1^ο Πανελλήνιο Περιβαλλοντικό Συνέδριο, Ορεστιάδα-Έβρος]