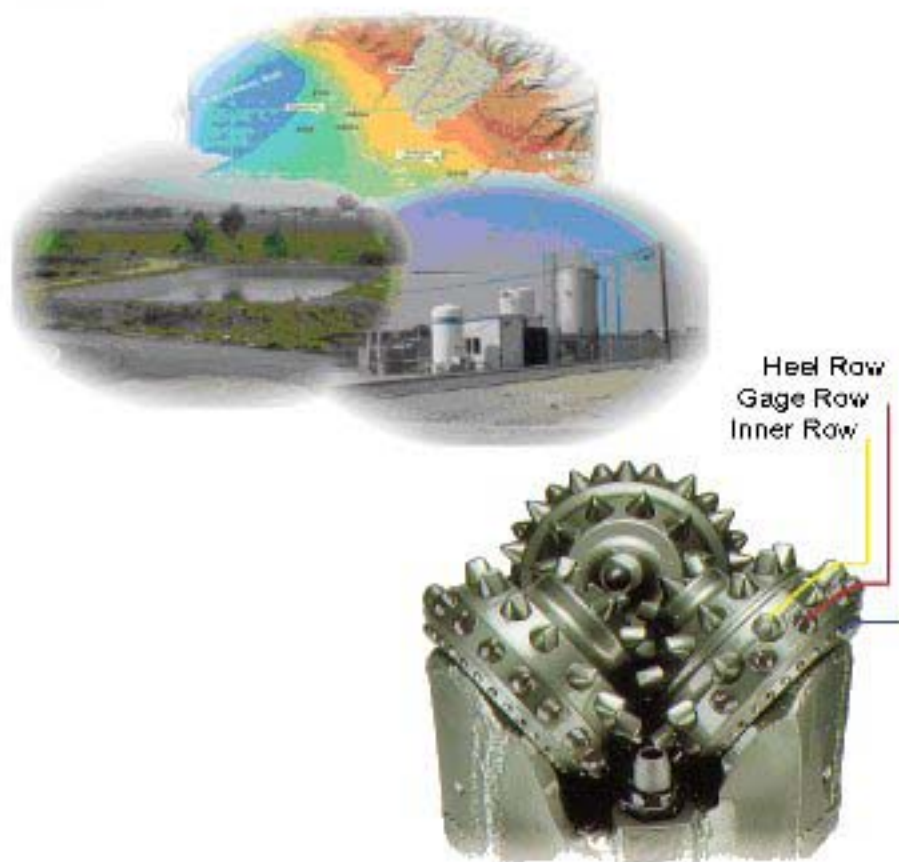


Υδρογεωλογική μελέτη τμήματος της λεκάνης του Ανθεμούνται



*Χρηστίδης Χρήστος 3498
Χρυσάνθου Αργύρης 3499*

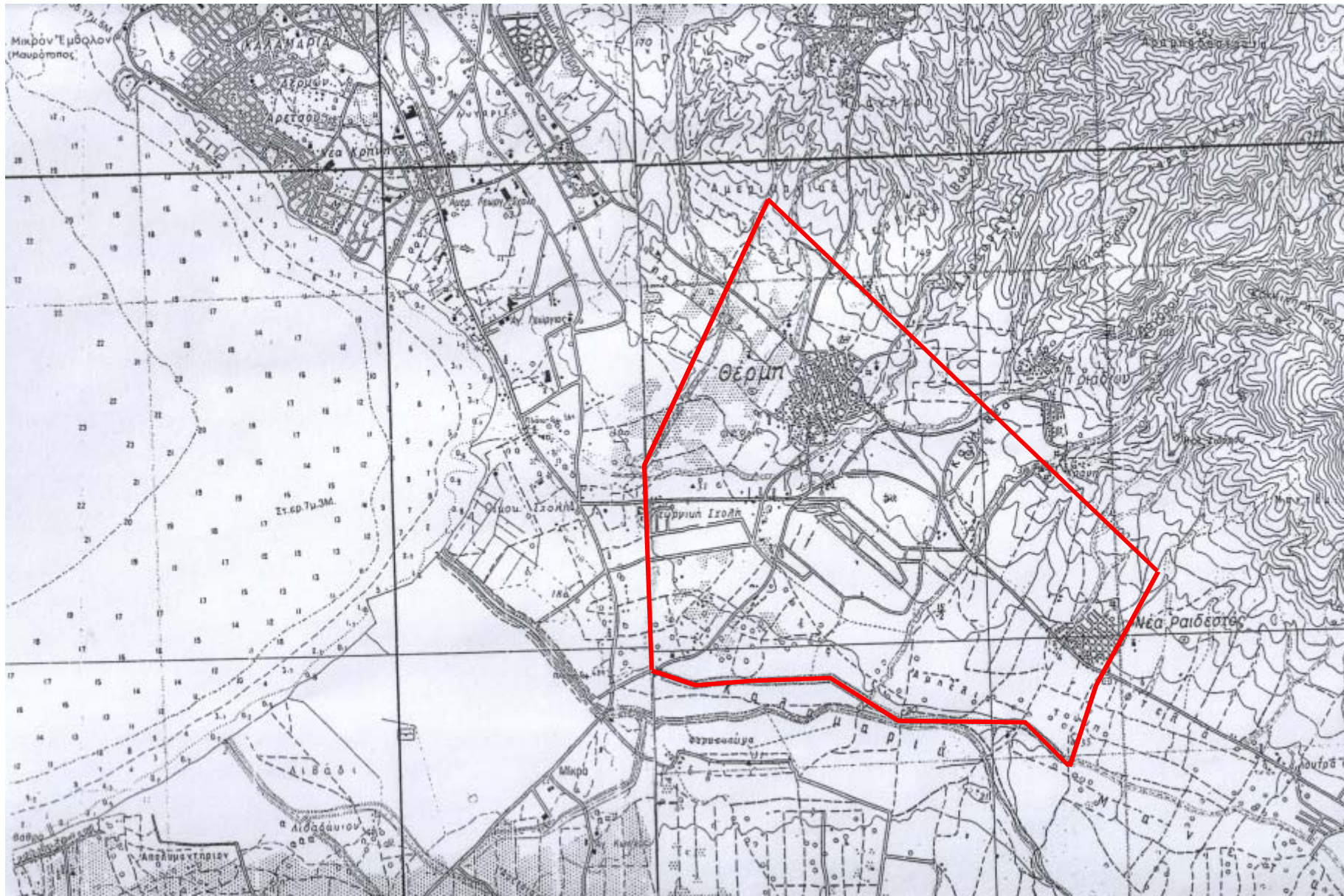
Θεσσαλονίκη 2005

Πρόλογος

Στα πλαίσια της διπλωματικής μας εργασίας για το Γεωλογικό τμήμα του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης μας ανατέθηκε από τον καθηγητή κύριο Γεώργιο Χ. Σούλιο η εργασία με θέμα ***“Υδρολογική μελέτη και κατασκευή πιεζομετρικού χάρτη στην ευρύτερη περιοχή Θέρμης-Ραιδεστού”***. Η υπαίθρια έρευνα της μελέτης πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο 2004-2005 και περιελάμβανε την συστηματική χαρτογράφηση των γεωτρήσεων και πηγαδιών της συγκεκριμένης περιοχής. Σκοπός της έρευνας αυτής ήταν η κατασκευή χάρτη που απεικονίζει τις δημοτικές και ιδιωτικές γεωτρήσεις της περιοχής καθώς και η καταγραφή της στάθμης αντιπροσωπευτικού δείγματος γεωτρήσεων, που καλύπτουν ομοιόμορφα την περιοχή, για τη δημιουργία πιεζομετρικού χάρτη. Ο χάρτης αυτός μας βοηθά στην αξιολόγηση του υδροφόρου ορίζοντα του ΒΔ τμήματος της λεκάνης του Ανθεμούντα.

Τέλος από την θέση θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας για την βοήθεια τους στον καθηγητή κύριο Γεώργιο Χ. Σούλιο, τον Μιχάλη Σωτηριάδη καθώς και τον υπεύθυνο του τμήματος υδρογεωλογίας του Ι.Γ.Μ.Ε. κεντρικής Μακεδονίας κύριο Βεράνη Νίκο για τις πολύτιμες πληροφορίες του.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Εικόνα 1.2: Τοπογραφικός χάρτης περιοχής

1.2. Γενικά στοιχεία Δήμων

✧ ΔΗΜΟΣ ΘΕΡΜΗΣ

Ο Δήμος Θέρμης (www.dimosthermis.gr) βρίσκεται στην Ανατολική περιοχή της Θεσσαλονίκης, απέχει 15 χλμ. από το κέντρο της πόλης της Θεσσαλονίκης. Ο Δήμος Θέρμης περιλαμβάνει τα Δημοτικά Διαμερίσματα Θέρμης, Ν. Ραιδεστού, Ν. Ρυσίου και Ταγαράδων ενώ καλύπτει μια έκταση 100.200στρ. Ο συνολικός πληθυσμός του Δήμου, σύμφωνα με την απογραφή του 2001, είναι 16.546 κατ. Σε σχέση με την προηγούμενη απογραφή (1991) έχει σημειωθεί αύξηση 76,2%. Η Κοινότητα Θέρμης ιδρύθηκε το 1918 και αναγνωρίστηκε ως δήμος το 1994. Το 1998 στα πλαίσια της εφαρμογής του Ν.2539/97 "Καποδίστριας" συνενώθηκε με τις Κοινότητες Ν. Ραιδεστού, Ταγαράδων και Ν. Ρυσίου. Η έδρα του Δήμου βρίσκεται στο Δημοτικό Διαμέρισμα Θέρμης.



Ο Δήμος Θέρμης διοικείται από το Δημοτικό Συμβούλιο που αποτελείται από 23 μέλη και το Δήμαρχο, ενώ πλαισιώνεται από τα Τοπικά Συμβούλια Ν. Ραιδεστού, Ν. Ρυσίου που αποτελούνται από 6 συμβούλους και των Ταγαράδων από 4.



Εικόνα 1.3: Ευρύτερη Περιοχή Δήμου Θέρμης

✱ **ΑΝΑΠΤΥΞΗ**

Η Θέρμη (www.dimosthermis.gr) έχει εξελιχθεί σε ένα διοικητικό, πολιτιστικό και αθλητικό κέντρο της ανατολικής περιφέρειας και έναν πόλο έλξης για αναψυχή για όλη την Μείζονα Περιοχή Θεσσαλονίκης. Πλέον χαρακτηριστική είναι η ενίσχυση του νέου ρόλου του τριτογενή τομέα με νέου τύπου υπηρεσίες με διεθνοποιημένο χαρακτήρα.

Στην περιοχή βρίσκονται το Εθνικό Κέντρο Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ-ΚΓΕΜΘ), Τμήματα του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΤΕΦΑΑ, Σχολή Καλών Τεχνών), το Τεχνολογικό Πάρκο της Θεσσαλονίκης, το αεροδρόμιο "Μακεδονία" καθώς και ένας σημαντικός αριθμός ιδιωτικών σχολείων .

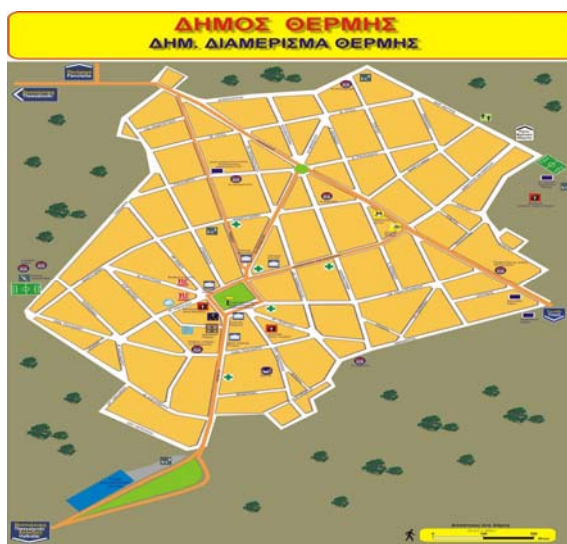
Σημαντική είναι η εγκατάσταση του Κέντρου Διάδοσης Επιστημών και Μουσείου Τεχνολογίας, Θεσσαλονίκης με πρόβλεψη 300.000 επισκεπτών ετησίως όπως και η κατασκευή του Μεγάλου Κλειστού Γυμναστηρίου της Θέρμης χωρητικότητας 17.000 θέσεων.

✧ ΘΕΡΜΗ

Η ζωή στην περιοχή ξεκινάει από τη νεολιθική εποχή (5.000 π.χ.). (www.dimosthermis.gr) Οι αρχαιολογικές έρευνες έχουν αποδείξει τη συνεχή κατοίκηση της περιοχής κατά τη διάρκεια όλων των προϊστορικών χρόνων και της ιστορικής περιόδου μέχρι σήμερα. Ευρήματα των ανασκαφών του νεκροταφείου δείχνουν ότι κατά την περίοδο των αρχαίων χρόνων και της κλασσικής αρχαιότητας, στα όρια του σημερινού οικισμού της Θέρμης, είχε αναπτυχθεί μια σημαντική αρχαία πόλη.

Στους παλαιοχριστιανικούς και βυζαντινούς χρόνους η Θέρμη που ονομαζόταν τότε Σέδες, ήταν πλούσια αγροτική περιοχή και χρησιμοποιήθηκε για την εγκατάσταση μετοχιών αυτοκρατορικών μονών. Από το 1906 άρχισαν να εγκαθίστανται στην περιοχή πρόσφυγες από την Ανατολική Ρωμυλία, τη Μικρά Ασία, τη Θράκη και τον Καύκασο. Το μεγάλο κύμα προσφύγων ήρθε μετά το 1920 από τον Πόντο, οπότε έφθασαν και Βλάχοι και Σαρακατσάνοι.

Το 1994 η Κοινότητα Θέρμης αναγνωρίζεται σε Δήμο ενώ το 1998 με την εφαρμογή του Νόμου "Καποδίστριας" συνενώνεται με τις κοινότητες Ν. Ραιδεστού, Ταγαράδων και Ν. Ρυσίου.



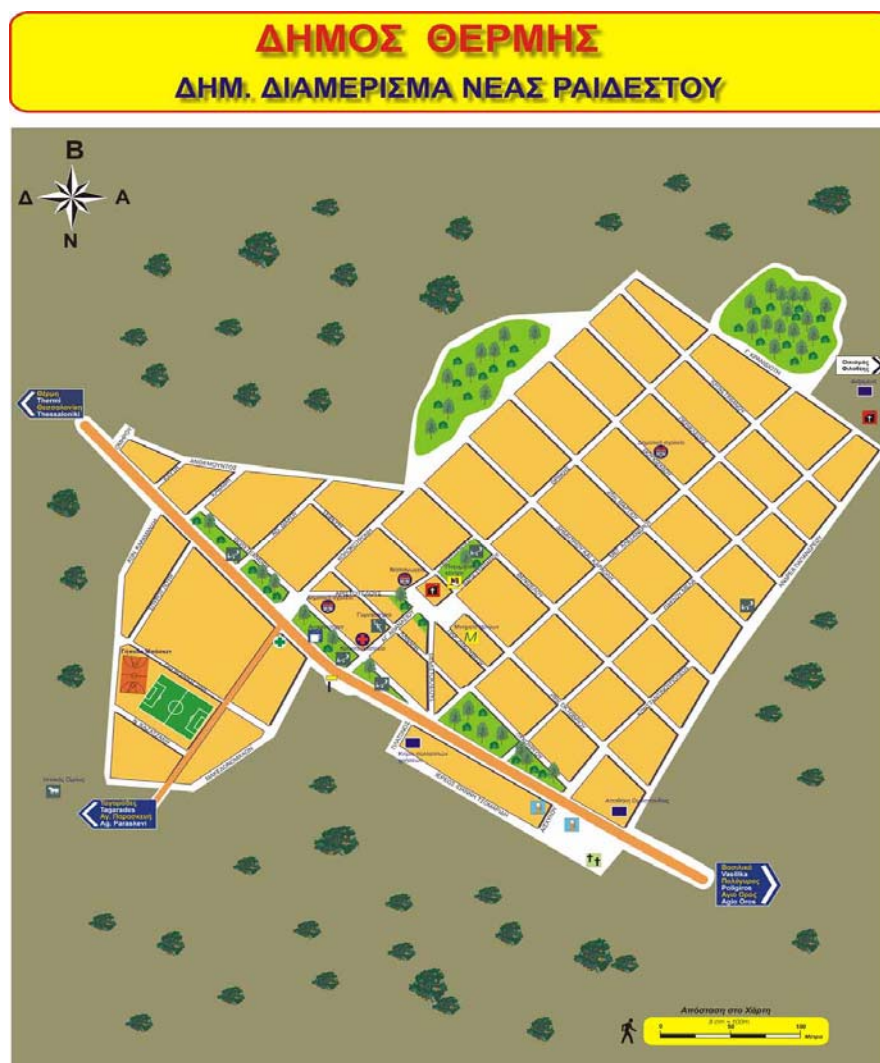
Εικόνα 1.4: Δημοτικό Διαμέρισμα Θέρμης

✧ Ν. ΡΑΙΔΕΣΤΟΣ

Η Νέα Ραιδεστός (www.dimosthermis.gr) είναι καθαρά προσφυγικό χωριό, το οποίο ιδρύθηκε το 1923 με την ανταλλαγή των πληθυσμών της Μικράς Ασίας.

Οι πρώτοι κάτοικοι, 180 οικογένειες, προέρχονταν από την παλαιά Ραιδεστό (Tekirdag) της Ανατολικής Θράκης και τα περίχωρα αυτής. Από εκεί έλαβε το όνομα Νέα Ραιδεστός. Η αρχική ονομασία της περιοχής ήταν Μαντζάρηδες από το όνομα του τότε τούρκου τοποτηρητή Μάντζαρη. Η επίσημη μετονομασία του χωριού έγινε με το βασιλικό διάταγμα της 16-12-1953.

Με την εφαρμογή του Ν.2539/98 "Καποδίστρια" από το 1998 η Νέα Ραιδεστός αποτελεί δημοτικό διαμέρισμα του Δήμου Θέρμης.



Εικόνα 1,5: Δημοτικό Διαμέρισμα Ραιδεστού

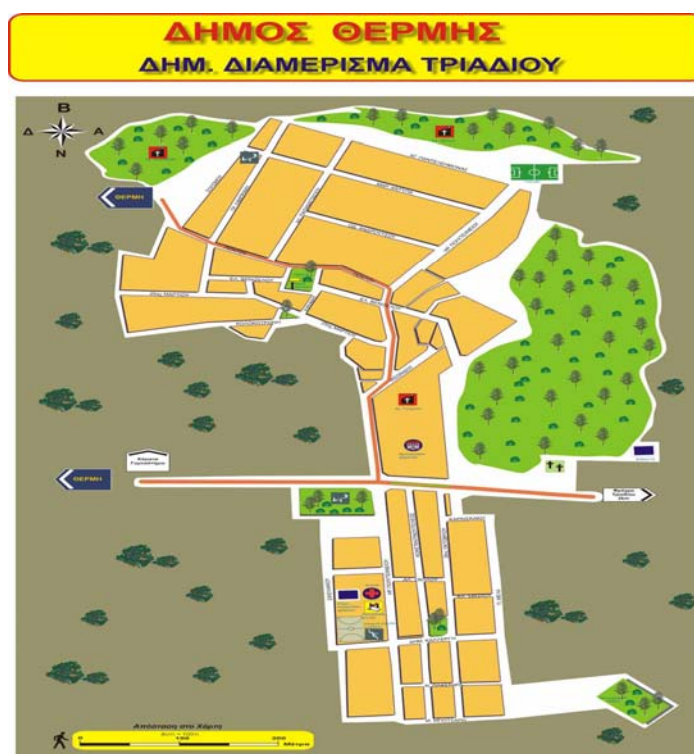
✱ **ΤΡΙΑΔΙ**

Ο οικισμός Τριάδι (www.dimosthermis.gr) δημιουργήθηκε το 1926 με πρώτους κατοίκους 75 προσφυγικές οικογένειες προερχόμενες από την Ανατολική Θράκη, τον Πόντο και τη Μικρά Ασία.

Το όνομα Τριάδι πιθανότατα έλκει την προέλευση του από τη συνοικία του Τριαδίου Κραν - Μαγαλέ της Θράκης από όπου κατάγονταν μερικοί από τους πρώτους κατοίκους του Οικισμού.

Οι πρώτες ασχολίες των κατοίκων ήσαν κυρίως γεωργία (καλλιέργεια σιτηρών και αμπελιών) καθώς και κτηνοτροφία. Με εμπόριο και ελεύθερα επαγγέλματα ασχολούνταν ελάχιστοι κάτοικοι. Τα πρώτα χρόνια οι κάτοικοι του Τριαδίου δεν έχουν εκκλησία και σχολείο. Αργότερα αποκτούν δικό τους σχολείο και εκκλησία. Με την πάροδο του χρόνου νέοι κάτοικοι έρχονται στο Τριάδι, κτίζουν δικά τους σπίτια και ο πληθυσμός του Τριαδίου συνεχίζει να αυξάνεται.

Το Τριάδι με την Θέρμη αποτελούν την πρώην κοινότητα Θέρμης - Τριαδίου η οποία το 1994 εξελίσσεται σε Δήμο.



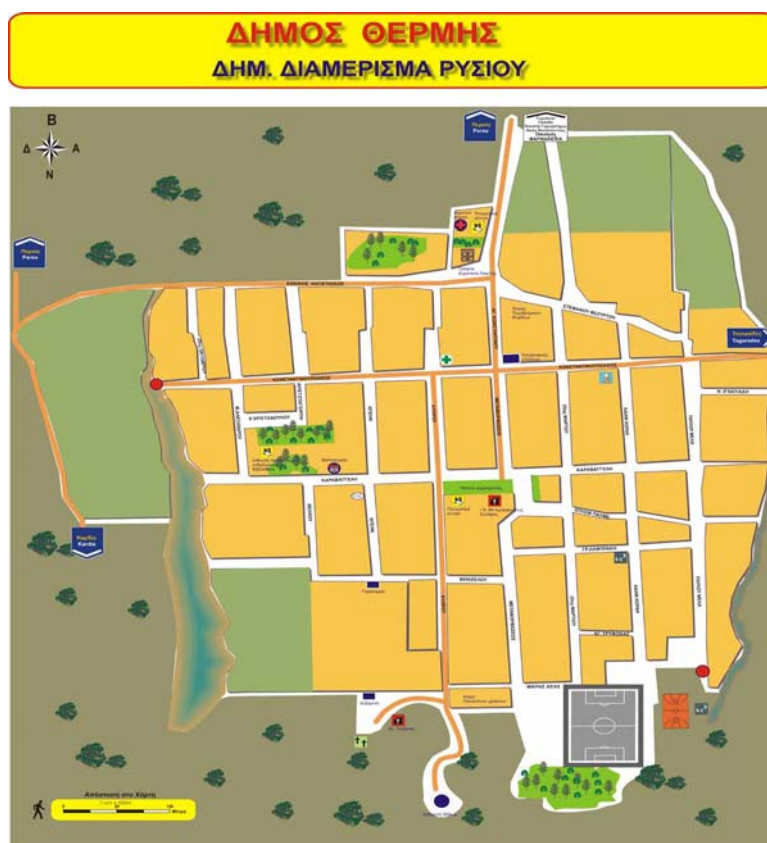
Εικόνα 1,6: Δημοτικό Διαμέρισμα Τριαδίου

✱ *N. ΡΥΣΙΟ*

Η Αρετσού ή Ρύσιον (www.dimosthermis.gr) βρισκόταν στην παράλια θέση της Βιθυνίας, στον Αστακινό Κόλπο, ακριβώς εκεί που κάνει στροφή από την Κωνσταντινούπολη για τη Νικομήδεια. Ήταν ένας τόπος ευλογημένος από τη φύση και φροντισμένος από τους φίλεργους κατοίκους.

Οι Αρετσιανοί ήρθαν στην Ελλάδα μετά τη Μικρασιατική Καταστροφή κι εγκαταστάθηκαν κυρίως στην Καλαμαριά, οι αλιείς και οι γεωργοί στο Πουρνάρ Τσιφλίκ, την πεδιάδα απέναντι από το σημερινό αεροδρόμιο 'Μακεδονία' στο Νέο Ρύσιο. Σήμερα, ο οικισμός παρουσιάζει όψη εκλεκτού προαστίου της πόλης με διώροφα σπίτια.

Ο Ι.Ν. Μεταμορφώσεως του Σωτήρος, κεντρική ενορία, πανηγυρίζει στις 5 και 6 Αυγούστου ενώ κάθε Σεπτέμβριο διοργανώνεται η Γιορτή Σταφυλιού και την 1η Φεβρουαρίου γιορτάζεται ο προστάτης των αμπελουργών Άγιος Τρύφωνας. Το Ν. Ρύσιο διαθέτει πολιτιστικό κέντρο με πολλαπλά τμήματα και δραστηριότητες.



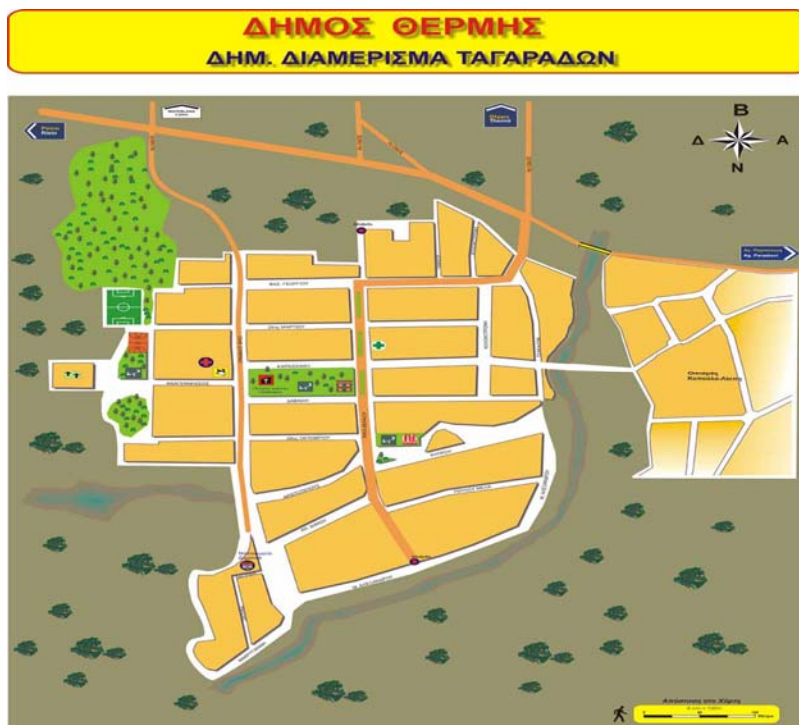
Εικόνα 1,7: Δημοτικό Διαμέρισμα Ρυσίου

✧ **ΤΑΓΑΡΑΔΕΣ**

Το 1922 πρόσφυγες από τη Μ. Ασία και την Αν. Θράκη εγκαταστάθηκαν στις Νταγαρτζίδες στη θέση παλιό Τσιφλίκι Ιμμή Αγά. (www.dimosthermis.gr)

Ο πρώτος δήμαρχος Θεσσαλονίκης και ένας από τους πρωτεργάτες του Μακεδονικού αγώνα Αγγελάκης, ο οποίος κατέχει το κάτω Τσιφλίκι και τα γύρω χωράφια, το εξευγενίζει σε Ταγαράδες. Το 1932 πραγματοποιείται από το ελληνικό κράτος οριστική διανομή στις 110 προσφυγικές οικογένειες. Το 1938 οι Σαρακατσαναίοι στην καταγωγή αδελφοί Καπούλα και Λιάπη αγοράζουν από τον Αγγελάκη 4500 στρέμματα.

Οι Ταγαράδες ανήκουν διοικητικά ως το 1933 στην κοινότητα Βασιλικών και ως το 1950 στην κοινότητα Αγ. Παρασκευής. Το 1951 γίνεται αυτόνομη κοινότητα με πρώτο πρόεδρο τον Π. Μπαλτόγλου και γραμματέα τον Π. Χ"Πέτρου τον οποίο διαδέχεται το 1957 ο Δ. Ταβουλάρης Πρόεδροι ως το 1998 διατέλεσαν διαδοχικά οι Δ.Λασπίτης, Εμμ. Κατσίκας, Δ. Καρκατζίνος, Α. Κοντοπίδης, και Ι.Καπούλας. Με την εφαρμογή του Ν.2539/98 "Καποδίστριας" από το 1998 οι Ταγαράδες αποτελούν δημοτικό διαμέρισμα του Δήμου Θέρμης.



Εικόνα 1,8: Δημοτικό Διαμέρισμα Ταγαράδων

1.3. Μορφολογικά στοιχεία

1.3.1. Γεωγραφική τοποθέτηση λεκάνης Ανθεμούντα

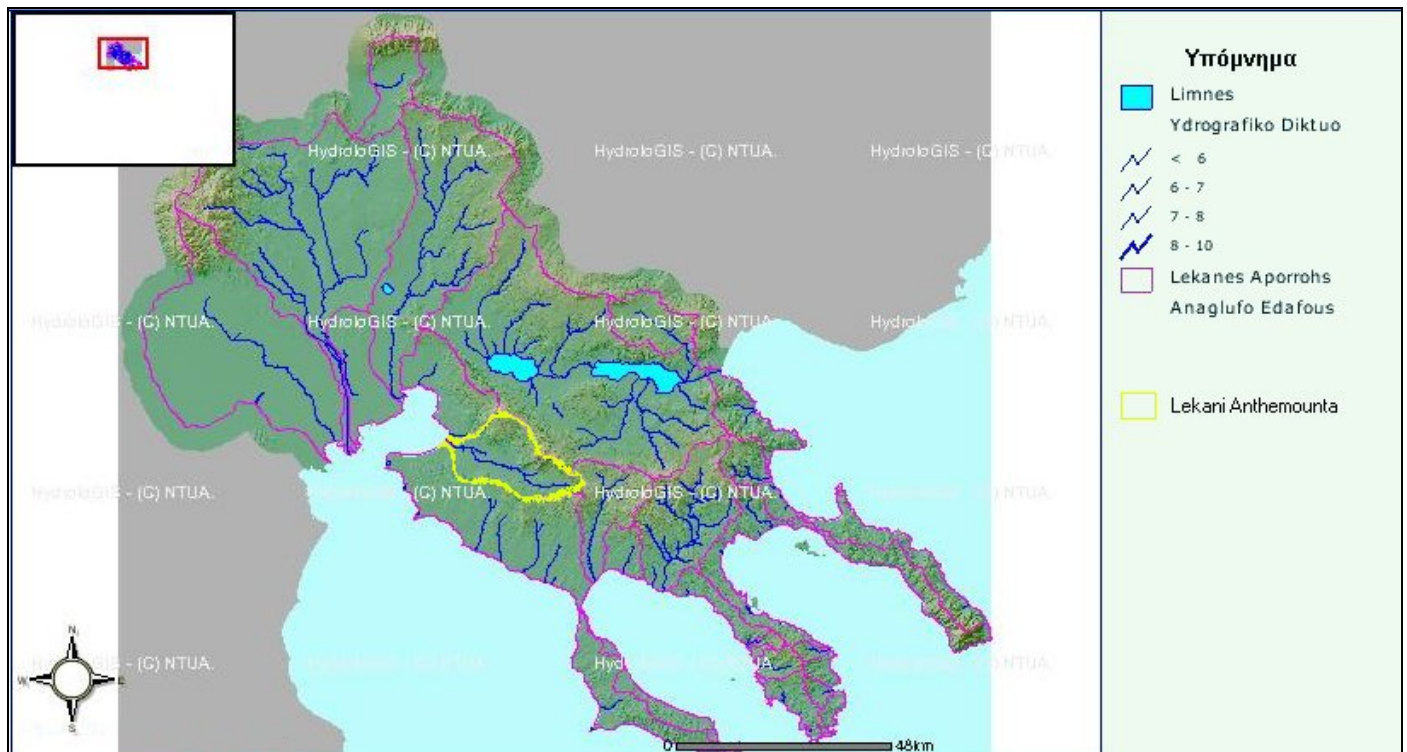
Η λεκάνη του Ανθεμούντα μακροσκοπικά τοποθετείται στο χώρο της Κεντρικής Μακεδονίας ενώ γεωγραφικά εντάσσεται στην χερσόνησο της Χαλκιδικής καλύπτοντας ένα χώρο 318,3 Km². Πιο συγκεκριμένα καταλαμβάνει το ΝΑ τμήμα του Ν. Θεσσαλονίκης ενώ οι ορεινές απολήξεις της εντάσσονται στον Ν. Χαλκιδικής. Το δυτικό όριο της λεκάνης απορροής καλύπτει ο κόλπος της Θεσσαλονίκης, ενώ το εκτεταμένο λοφώδες συγκρότημα της Αγίας Παρασκευής - Σουρωτής - Μονοπηγάδου οριοθετεί την προς νότο προέκτασή της. Βόρεια φυσικό όριο της λεκάνης συνιστά η οροσειρά Χορτιάτη-Θέρμου μέχρι τις ημιορεινές παρυφές της Γαλάτιστας - Βάβδου οι οποίες οριοθετούν την προς τα Ανατολικά επέκτασή της λεκάνης.

Η λεκάνη απορροής του Ανθεμούντα συνιστά την δεύτερη σε μέγεθος υδρολογική λεκάνη της χερσόνησο Χαλκιδικής μετά την λεκάνη του Χαβρία.

Στα τμήματα κατάντη της λεκάνης τα κυρία οικιστικά συγκροτήματα της Θέρμης, Νέας Ραιδεστού, Τριαδίου αποτελούν πόλο έλξης για μόνιμη κατοικία τα τελευταία χρόνια και δεικνύουν την έντονη τάση για αστικοποίηση σε σχέση με τα ανάντη τμήματα (Βασιλικά, Γαλάτιστα) στα οποία κυριαρχεί ο αγροτικός πληθυσμός,

Στο παράκτιο τμήμα της λεκάνης απορροής ανατολικά προς τον Θερμαϊκό κόλπο λόγω της ύπαρξης σημαντικών υποδομών συγκοινωνίας (αεροδρόμιο Μακεδονία, οδικός άξονας Θεσσαλονίκης - Μουδανιών, οδός Θεσσαλονίκης - Μηχανιώνας) απαντάται πυκνό οδικό δίκτυο. Εσωτερικά και ανάντη της λεκάνης ο παλιός αλλά αναβαθμιζόμενος άξονας Θεσσαλονίκης - Πολυγύρου αποτελεί την κυρία οδική αρτηρία.

Σε γενικές γραμμές η λεκάνη του Ανθεμούντα εμφανίζει πολυποίκιλες γεωγραφικές ενότητες με διαφορές στις χρήσεις γης οι οποίες καθορίζουν και την ανθρώπινη δραστηριότητα κυρίως στον πρωτογενή Τομέα. Ταυτόχρονα η δραστηριότητα αυτή επιδρά σημαντικά και στην εξέλιξη και διαφοροποίηση των χρήσεων γης με διαφορετικό ρυθμό μεταβολής και μορφοποιητικό αποτέλεσμα.



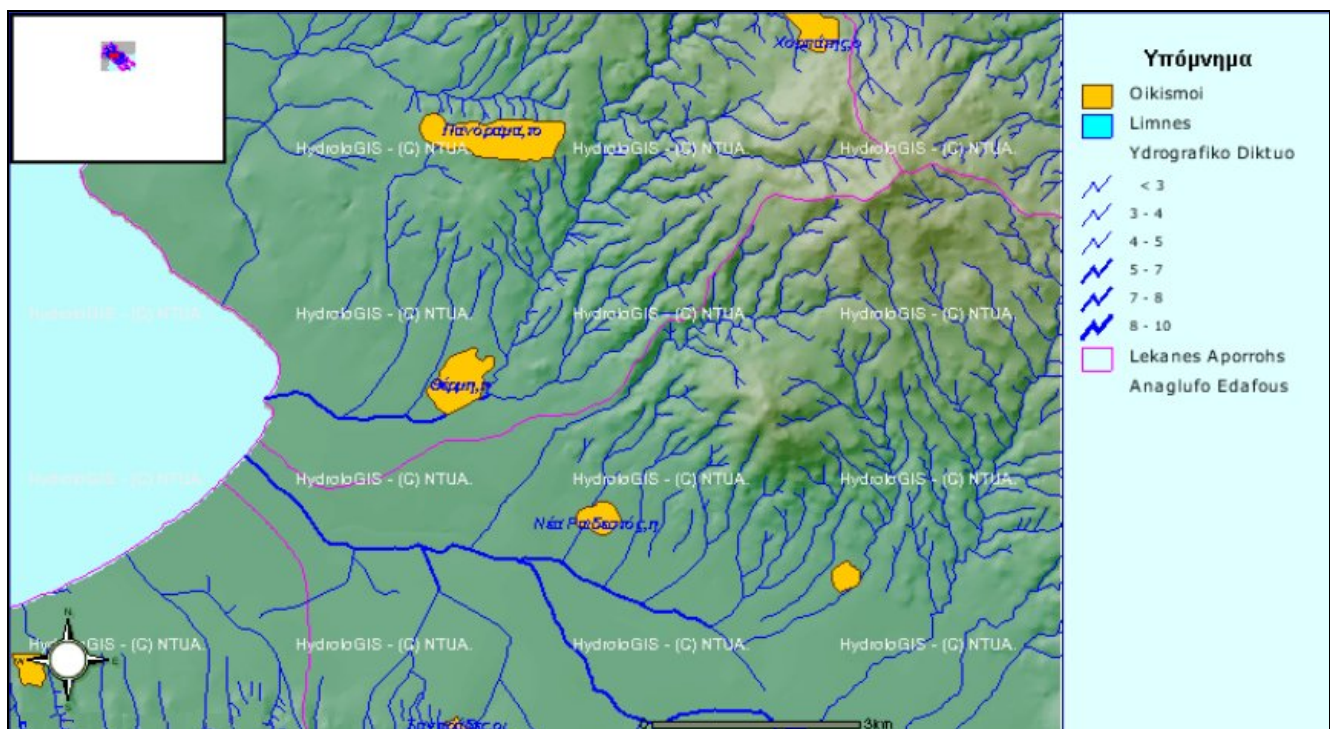
Εικόνα 1,9:Λεκάνη Ανθεμούντα

1.3.2. Γεωμορφολογικά στοιχεία λεκάνης Ανθεμούντα

Η περιοχή μελέτης όπως προαναφέρθηκε εντάσσεται γεωγραφικά στο Δ-ΒΔ τμήμα της χερσονήσου της Χαλκιδικής). Το σχήμα της λεκάνης απορροής είναι επίμηκες, φυλλόμορφο με μια ελαφριά τάση ασυμμετρίας κατά μήκος του άξονα Β-Ν. Το μήκος του μέγιστου άξονα ανάπτυξης της λεκάνης έχει διεύθυνση ΝΝΑ-ΒΒΔ. Εκτείνεται δε 33 Km περίπου από την περιοχή του Αεροδρομίου της Μίκρας (εκβολές υδατορεύματος Ανθεμούντα) ως την ακροτελεύτια απόληξη της λεκάνης ανάντη στην περιοχή του ημιορεινού όγκου του Βάβδου. Ο μικρός άξονας ανάπτυξης εμφανίζει μια γενική διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ με μήκος που δεν ξεπερνά τα 15 Km. Η επιφάνεια της λεκάνης απορροής έχει έκταση 318.3 Km²

Γεωμορφολογικά η λεκάνη απορροής του Ανθεμούντα εντάσσεται στη ζώνη του εκτεταμένου επιμήκους τεκτονικού βυθίσματος με γενική διεύθυνση ΝΑ-ΒΔ στο χώρο της κεντρικής Χαλκιδικής (Ανατολική Α.Ε.). Προς βορρά οριοθετείται από το ημιορεινό-ορεινό συγκρότημα του Χορτιάτη-Βάβδου ενώ αντίστοιχα το εκτεταμένο λοφώδες συγκρότημα της Αγίας Παρασκευής, Σουρωτής, Μονοπηγάδου οριοθετεί την προς νότο προέκταση της λεκάνης απορροής. Ανατολικά οι εκτεταμένες εξάρσεις

του ορεινού κορμού του Βάβδου διακρίνουν τα ανάντη τμήματα της λεκάνης, ενώ οι Δυτικές εκθέσεις της λεκάνης περιβάλλονται από θάλασσα και πιο συγκεκριμένα από τον Θερμαϊκό κόλπο. Οι επικρατούσες γεωμορφολογικές τάσεις του ανάγλυφου της λεκάνης δεικνύουν μια σταδιακή μετάπτωση σε μορφές επιπέδωσης με γενική διεύθυνση Α-Δ καλύπτοντας κυρίως την κεντρική περιοχή της λεκάνης.



Εικόνα 1,10: Υδρογραφικό δίκτυο

Το ανάγλυφο της λεκάνης απορροής μπορεί να χαρακτηριστεί ομαλό με μικρές ως μέσες κλίσεις στο μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης απορροής γεγονός που δεικνύει πως ο χρόνος συγκέντρωσης του πλεονάσματος της βροχής είναι μεγάλος και κατά συνέπεια η πιθανότητα ταχείας κατείσδυσης αυξάνεται σημαντικά. Επιπλέον παρόμοια φυσιογραφικά χαρακτηριστικά συντελούν και στην μείωση των στερεοπαροχών στις εξόδους των υδατορευμάτων της λεκάνης απορροής (Chorley 1978). Η επιφανειακή απορροή της υδρολογικής λεκάνης προέρχεται αποκλειστικά από ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Εκφορτίζει δε το υδατικό της περιεχόμενο προς τον Θερμαϊκό κόλπο δια μέσου ενός δικτύου υποπαράλληλων υδατορευμάτων που αποτελεί και το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης απορροής. Η σημασία του είναι ουσιαστική διότι η υδρολογική απόκριση της λεκάνης κρίνεται σε μεγάλο βαθμό από την δραστηριότητα του. Το υδρογραφικό δίκτυο είναι δενδριτικής μορφής μέτρια αναπτυγμένο (Εικόνα

1,10). Αναπτύσσονται λεκάνες μέχρι 3ης τάξης (Strahler 1952). Κύριο φυσιογραφικό χαρακτηριστικό της λεκάνης αποτελεί η ύπαρξη κεντρικής μισγάγγειας κοίτης (υδατόρευμα Ανθεμούντα) με τη μορφή τελικού αποδέκτη των ρευμάτων μεγαλύτερης τάξεως. Γεγονός που σε συνδυασμό με την γεωμορφολογική εικόνα της λεκάνης απορροής η οποία εμφανίζει κοίτη εκκένωσης (Κωτούλας, 1989) καθιστά σχετικά εύκολα διαχειρίσιμη την επιφανειακή υδρολογία της λεκάνης Ανθεμούντα. Η παραπάνω υδρολογική εικόνα δεικνύει τον τρόπο με τον οποίο το υδατικό δυναμικό της λεκάνης Ανθεμούντα αποδίδεται ολοκληρωτικά στον Θερμαϊκό δια μέσου πολλαπλών υπολεκανών απορροής. Υδρολογικά, μέγιστη μισγάγγεια κοίτη της λεκάνης συνιστά το υδατόρευμα Ανθεμούντας ο οποίος πηγάζει από την ορεινή σειρά της Βάβδου ανάντη της Λεκάνης απορροής. Ο Ανθεμούντας εκφορτίζει το υδατικό του περιεχόμενο ακολουθώντας μια πορεία ΝΑ-ΒΔ, δυτικά της Λεκάνης στον Θερμαϊκό κόλπο (Νομό Θεσσαλονίκης). Από τα χαρακτηριστικά των επιμέρους υδατορευμάτων της λεκάνης απορροής ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζουν το συνολικό μήκος και η κλίση τους, αφού τα χαρακτηριστικά αυτά καθορίζουν και το χρόνο που απαιτείται για να φτάσει η απορροή στην έξοδο της λεκάνης. Η κατά μήκος τομή της μισγάγγειας των κυρίων υδατορευμάτων είναι κοίλη στα χαμηλότερα σημεία της και στη συνέχεια παρουσιάζει αύξηση της κλίσης (μεγαλύτερη καμπυλότητα) προς τα υψηλότερα σημεία της λεκάνης, όχι όμως σημαντική.

Η κυρίαρχη γεωμορφολογική εικόνα της λεκάνης δύναται να διακριθεί σε δυο επιμέρους λεκάνες απορροής:

1. Στην υπολεκάνη του άνω ρου (Γαλάτιστας) και
2. Στην υπολεκάνη του κάτω ρου (Βασιλικών)

Το μέγεθος της λεκάνης απορροής, παίζει έναν σημαντικό ρόλο αφού επηρεάζει γενικά τόσο τη συνολική συγκέντρωση της απορροής στην έξοδο της λεκάνης, όσο και το χρόνο συγκέντρωσης της απορροής (Gregory & Wailing 1983). Η παραπάνω σχέση δεν είναι γραμμική, αφού κατά κανόνα τα γεωλογικά, εδαφολογικά και εν γένει τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της κάθε λεκάνης απορροής διαφέρουν σημαντικά.

Η εκτίμηση του μεγέθους της λεκάνης απορροής της λεκάνης Ανθεμούντα βασίστηκε στο εμβαδόν του επιφανειακού υδροκρίτη και υπολογίστηκε σε $E = 318.3 \text{ Km}^2$. Η λεκάνη Ανθεμούντα δύναται επιπλέον να διακριθεί υδρολογικά σε επιμέρους υπο-

λεκάνες με στόχο την πληρέστερη και ουσιαστικότερη μελέτη των υδρολογικών της χαρακτηριστικών. Οι κυριότερες των οποίων (βάσει μεγέθους και υδρολογικής απόκρισης) είναι οι εξής:

<i>Όνομα Υπολεκάνης</i>	<i>Εμβαδόν Υπολεκάνης σε Km²</i>
<i>Υπολεκάνη Γαλάτιστας (άνω ρου)</i>	110
<i>Υπολεκάνη Βασιλικών (κάτω ρου)</i>	208

1.3.3. Υπολεκάνη Βασιλικών (Κάτω Ρου)

Η υπολεκάνη Βασιλικών (κάτω ρου Ανθεμούντα) αποτελεί την μεγαλύτερη σε μέγεθος λεκάνη μετά την προαναφερθείσα της Γαλάτιστας. Καταλαμβάνει τα κεντρικά και κατάντη τμήματα της λεκάνης Ανθεμούντα με μια επέκταση προς τη ΒΑ ζώνη των πετροπροπόδων του Χορτιάτη. Κάνει την εμφάνιση της με μια γενική διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ με σχήμα φυλλόμορφο, επίμηκες ασύμμετρο κατά τη διεύθυνση ΒΑ-ΝΑ. Στις Β-ΒΑ παρυφές της λεκάνης και πλησίον της Νέας Ραιδεστού υπάρχει μιας σαφούς τάση για ανάπτυξη ριπιδοειδών σχηματισμών με πηγή τροφοδοσίας προς το όρος Θερμό. Παρόμοια γεωμορφολογική συμπεριφορά αναδεικνύεται κατά μήκος της εκτεταμένης λοφώδους σειράς Ταγαράδων-Αγίας Παρασκευής-Γαλαρινού. Η δράση του νεοτεκτονικού ρήγματος του Ανθεμούντα σε συνδυασμό με την άνοδο του foot wall τεμάχους δημιουργεί εκτεταμένα επάλληλα σύνθετα ριπίδια με τη μορφή βεντάλιας. Σχηματισμοί ιδιαίτερης σημασίας στην υδρολογική-υδρογεωλογική έρευνα.

Τα όρια της λεκάνης εκτείνονται από τη ζώνη των πετροπροπόδων του όρους Χορτιάτη ως τις νότιες περιοχές της Αγίας Παρασκευής, Στραγγίζει το υδατικό της περιεχόμενο μέσω ενός μέτρια αναπτυγμένου δενδριτικής μορφής υδατορεύματος (Κάτω ρους Ανθεμούντα). Το μήκος του κύριου άξονα ανάπτυξης της υπολεκάνης είναι 18.6 Km περίπου, ενώ ο μικρός άξονας ανάπτυξης εμφανίζει ένα μήκος 6.7 περίπου Km Το εμβαδόν της υπολεκάνης είναι 70.44 Km²

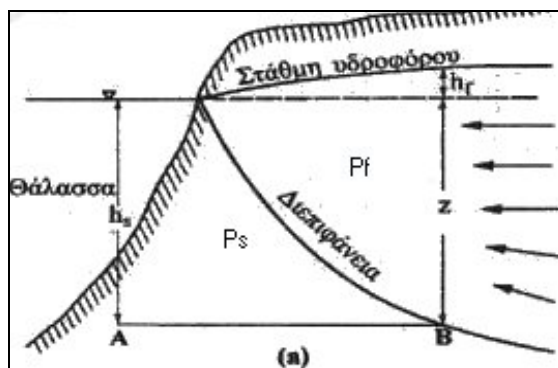
Τα Β-ΒΑ τμήματα της υπολεκάνης καθώς και το ανατολικό τμήμα αυτής, χαρακτηρίζεται από ημιορεινό έως ορεινό ανάγλυφο σε αντίθεση με τις νότιες-νοτιοανατολικές εκθέσεις της υπολεκάνης προς τον Θερμαϊκό κόλπο. Τα δυτικά όρια

του υδροκρίτη της υπολεκάνης εμφανίζουν το μέγιστο υψόμετρο στο όρος Χορτιάτη με μέγιστο υψόμετρο τα 1050 m . Η υπολεκάνη βρίσκεται γεωμορφολογικά σε στάδιο γήρατος με μια ελαφριά τάση ανανέωσης του ανάγλυφου στα νότια τμήματα της, στη ζώνη των ριπιδοειδών σχηματισμών. Η δράση του νεοτεκτονικού ρήγματος του Ανθεμούντα φαίνεται να ελέγχει τεκτονικά την σαφή τάση του ανάγλυφου για ανανέωση, μέσω του υδρογραφικού δικτύου στα τμήματα αυτά της λεκάνης.

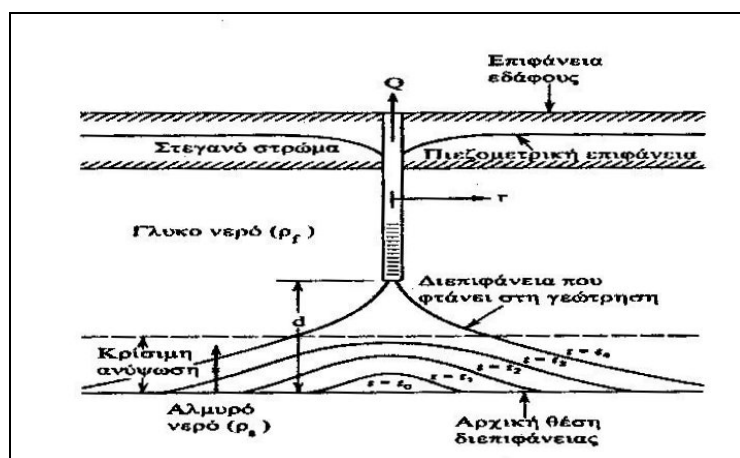
1.4. Προβλήματα της ευρύτερης περιοχής

Η κατάρτιση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης έδειξε υψηλή ελλειμματικότητα. Το έλλειμμα αυτό «καλύπτεται» για να αντιμετωπισθεί η ζήτηση σε νερό με υπεραντλήσεις ισόποσων ποσοτήτων υπόγειων νερών, οι οποίες αφαιρούνται από τα μόνιμα υδατικά αποθέματα. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε συνεχή πτώση της στάθμης των υπόγειων υδάτων σε βαθύτερα επίπεδα καθώς και σε βαθμιαία εξάντληση των μόνιμων αποθεμάτων. Η συνέχιση του υφιστάμενου καθεστώτος διαχείρισης των υπόγειων υδάτων σε συνδυασμό με την αναμενόμενη αύξηση του πληθυσμού στη λεκάνη σε περιοχές που αποτελούν πόλο έλξης για μόνιμη κατοικία νομοτελειακά θα οδηγήσει σε εξάντληση των μόνιμων αποθεμάτων. Αν λάβει χώρα το σενάριο αυτό οι υπόγειοι υδροφόροι θα διαθέτουν μόνο τις ετήσια ανανεούμενες από τις κατεισδύσεις ποσότητες νερού. Από αυτές δε ένα μόνο τμήμα θα είναι εκμεταλλεύσιμο και μάλιστα σε σημαντικό βάθος.

Επίσης λόγω της υπερβολικής άντλησης στις παράκτιες περιοχές ελαττώνεται ή αναστρέφεται η φυσική υδραυλική βαθμίδα προς τη θάλασσα με συνέπεια τη διείσδυση του θαλασσινού νερού προς την ενδοχώρα, θεωρώντας ότι το γλυκό και θαλασσινό νερό δεν αναμιγνύονται, επειδή έχουν διαφορετικές πυκνότητες, σχηματίζεται μεταξύ τους μια διεπιφάνεια παραβολικού σχήματος που η μορφή της καθορίζεται από τις τοπικές υδροδυναμικές συνθήκες (Βουδούρης 2003). Έτσι δημιουργείτε υφαλμύρωση του υπογείου νερού, δηλαδή εμπλουτισμός του νερού με διαλυμένα άλατα και συγκεκριμένα με ιόντα χλωρίου και νατρίου. Η υφαλμύρωση μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας τύπος περιβαλλοντικής ρύπανσης, που οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες ή και σε υδρογεωλογικούς παράγοντες .(εικόνα 1,11 ,1,12)



Εικόνα 1,11: Σχέση γλυκού και θαλασσινού νερού σε παράκτιο ελεύθερο υδροφόρο ορίζοντα.
(Βουδούρης 2003)



Εικόνα 1,12: Σχηματική παράσταση διείσδυσης θαλασσινού νερού στη ζώνη γλυκού (Καλλέργης Γ. 2000)

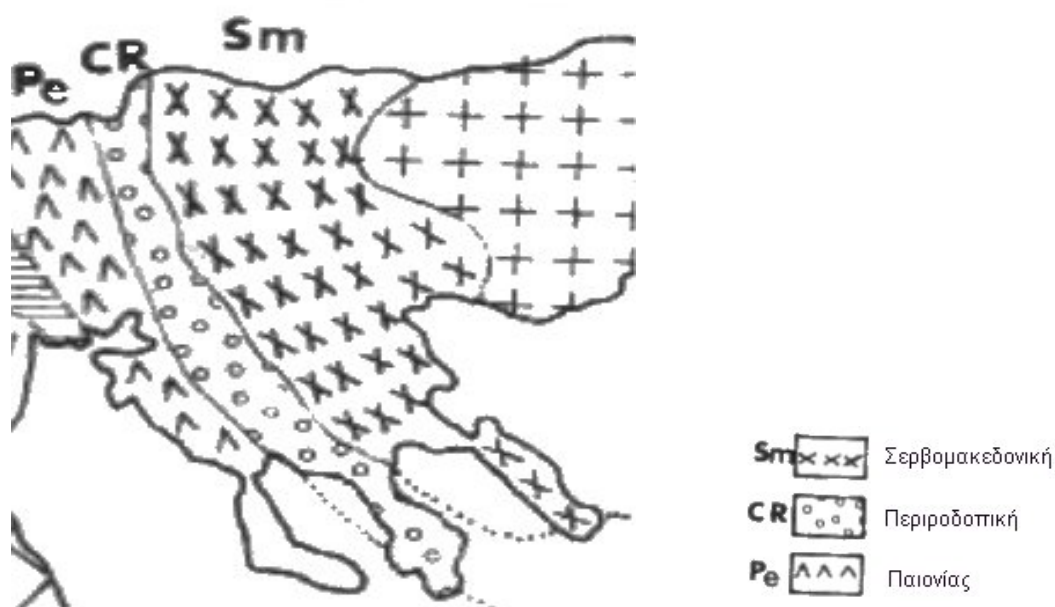
2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΙΣΤΟΡΙΑ

2.1. Εισαγωγή

Η περιοχή μελέτης τοποθετείται γεωλογικά στα όρια της Περιοδοπικής ζώνης και αυτή της Παιονίας, η οποία αποτελεί υποδιαίρεση της ευρύτερης ζώνης του Α-ξιού.

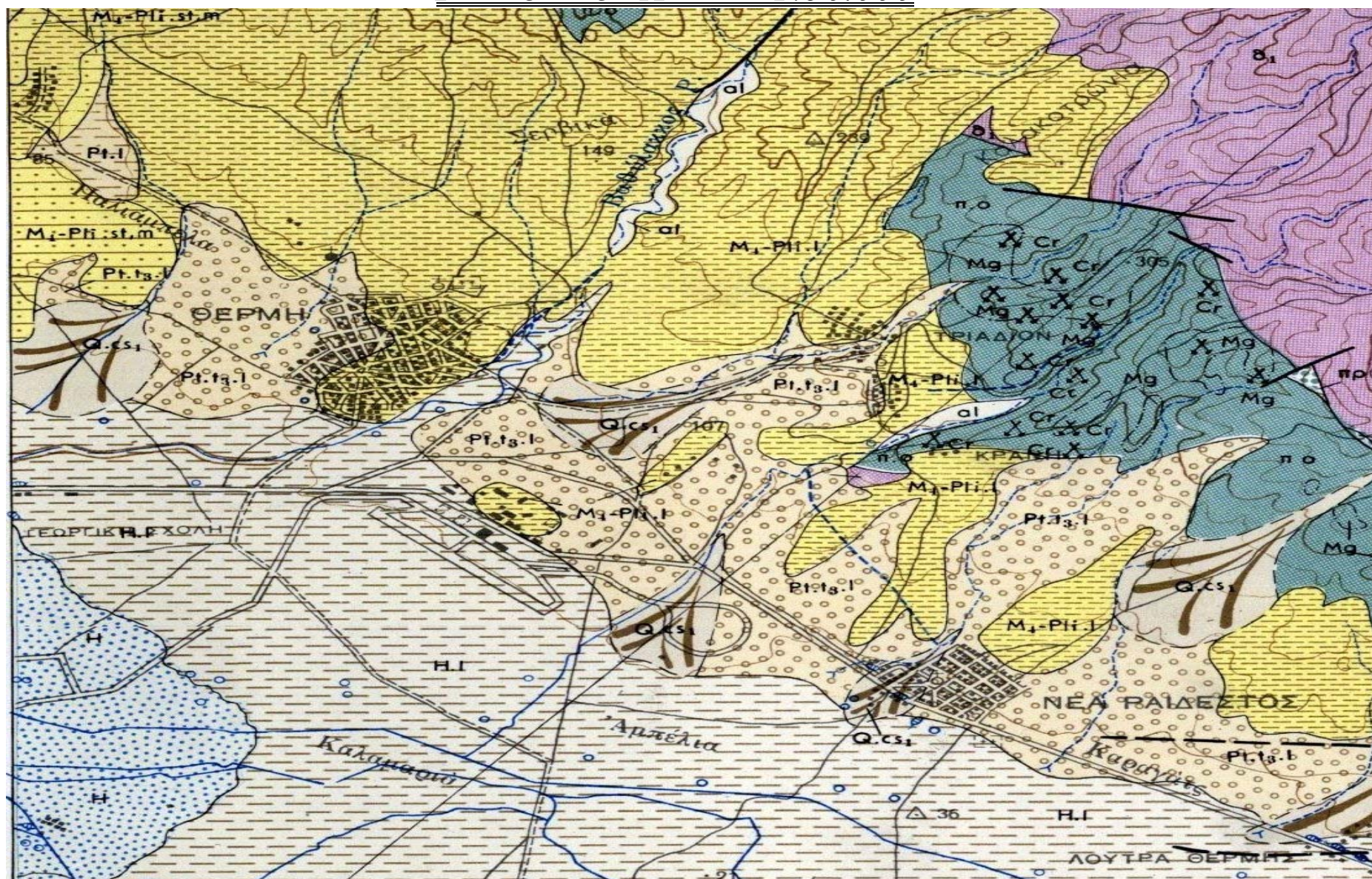
Στο χώρο της κεντρικής Μακεδονίας η χερσόνησος της Χαλκιδικής, διευθετεί την προς νότο επέκταση της Αλπικής ορογενετικής αλυσίδας. Πιο συγκεκριμένα οι ζώνες της Παιονίας (Pe) και της Περιοδοπικής (CRB) (εικόνα 13), καλύπτουν το δυτικό τμήμα της χερσονήσου της Χαλκιδικής, στις ανατολικές παρυφές της Τριτογενούς ηλικίας λεκάνης του Θερμαϊκού κόλπου. Οι δύο γεωτεκτονικές ζώνες αναπτύσσονται με μια τυπική ΒΔ-ΝΑ τάση τοποθέτησης των λιθολογικών τους ενοτήτων, αποτελούν δε ένα πολυσύνθετο γεωτεκτονικό πεδίο, στο οποίο συναντώνται ιζηματογενείς φάσεις ποτάμιου, ποταμοχειμάρριου ως λιμναίου παλαιοπεριβάλλοντος πάνω σε ένα αλπικής ηλικίας κρυσταλλικό υπόβαθρο. Στο πολυμεταμορφωμένο κρυσταλλικό υπόβαθρο, διεισδύει ο πυριγενής όγκος του γρανοδιορίτη του Μονοπηγάδου, ασβεσταλκαλικού χημισμού και Τριτογενούς ηλικίας.

Παρακάτω παρατίθεται γεωλογικός χάρτης της περιοχής έρευνας και το υπόμνημα του.



Εικόνα 2,1: Γεωλογικές ζώνες περιοχής (Μουντράκης 1985)

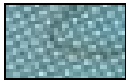
ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ 1:50.000



Χάρτης 2,1: Γεωλογικός Χάρτης της περιοχής έρευνας

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΧΑΡΤΗ 1:50.000

ΜΕΣΟΖΩΪΚΟΣ



[π.ο.] Δουνίτες και περιδοτίτες : κυρίως βερλίτης, μερικώς λερζόλιθος (ολιβίνης, διαλλαγής, βρονζίτης), επουσιώδης μεταπεριδοτίτης. Φακοί και ταινίες χρωμίτη κυρίως μέσα σε δουνίτες· πολύ εξαπλωμένη εξαλλοίωση σε περιοχές μεταλλοφορίας λευκόλιθου. Μέσα στα σχιστώδη στρώματα σχηματισμός αντιγοριτικού σχιστόλιθου, τάλκη και αμιάντου.

ΗΛΙΚΙΑ: παλαιότερη από τους γάββρους Λαναρίου και από την μαγματική σειρά Χορτιάτη και νεότερη από το Ανώτερο Τριαδικό.



[θ₁] Γάββρος: (διαλλαγής, βρονζίτης, υπερσθενής, πλαγιόκλαστα με ανορθίτη 55-80%, αδιαφανή ορυκτά, ολιβίνη, δευτερογενής κερροστίλβη, ζωϊσίτης, επίδοτο και ακτινόλιθος)· επίσης ολιβινικός γάββρος, υπερσθενικός γάββρος, αυγιτικός νορίτης και κερροστιλβικός γάββρος.

ΑΝΩΤ. ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ - ΚΑΤ. ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ



[M₄-Pli.st,m] Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά : άμμοι και κίτρινες μάργες εναλλασσόμενες με κροκαλοπαγή και αμμούχες μάργες. Διασταυρωμένες στρώσεις μέσα στην άμμο.



[M4-Pli.1] Σειρά ερυθρών αργίλων : ερυθρές έως κεραμόχρωμες ιλυώδεις άργιλοι, με μαρμαρυγία και ασβεστιτικά συγκρίματα.

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΗ



[HI] Προσχώσεις κοιλάδων: αμμούχες άργιλοι



[H] Ολοκαινικές αποθέσεις αδιαίρετες: παράκτιες αποθέσεις (άμμοι, σύναγμα), προσχώσεις πεδιάδων, ερυθρές άργιλοι με ασβεστιτικά συγκρίματα. Στη βάση επικρατούν κροκαλοπαγή.



[Pt.t3 I] Κατώτερο σύστημα αναβαθμίδων: χαλίκια



[O,cSI] Ριπίδια προσχώσεων: διαφορετικές ηλικίες



[al] Αλλουβιακές αποθέσεις

2.2. *Ζώνη Παιονίας*

2.2.1. *Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση*

Όπως είδαμε η ζώνη Παιονίας υπήρξε μια μεσοζωική αύλακα ενώ προς δυσμάς υπήρχε το ύβωμα του Πάικου (Μουντράκης 1985). Η κατωφέρεια του υβώματος προς την αύλακα καθορίστηκε από το Mercier (1966) ως μια υποζώνη και ονομάστηκε «Υποζώνη Προπαιονίας. Η διάκριση στηρίχτηκε στην ιδιαίτερη λιθολογική σύσταση του δυτικού αυτού τμήματος της ζώνης και στη διάφορη στρωματογραφική του εξέλιξη συγκριτικά με την «Ανατολική Παιονία» που χαρακτηρίζεται σαν η κύρια αύλακα.

Επιπλέον η όλη ζώνη της Παιονίας διακρίθηκε ,με βάση τα αλπικά ιζήματα σε επιμέρους ενότητες πετρωμάτων ως εξής :

A Δυτικές (Προπαιονικές) ενότητες:

1. Ενότητα Γευγελής
2. Ενότητα Ωραιοκάστρου
3. Ενότητα Βαφειοχωρίου
4. Ενότητα Άρτζαν

B. Ανατολικές ενότητες:

1. Ενότητα Άσπρης Βρύσης
2. Ενότητα Μεταλλικού
3. Ενότητα Λεβεντοχωρίου

Βασικό, τεκτονικό χαρακτηριστικό της ζώνης Παιονίας είναι η λεπιοειδής τεκτονική. Τα τεκτονικά λείπια, που σχηματίστηκαν από τις Τριτογενείς φάσεις πτυχώσεων, έχουν μικρές ή μεγάλες διαστάσεις. Οι παραπάνω ενότητες της, ζώνης αντιπροσωπεύουν ουσιαστικά η κάθε μια ένα μεγαλέπιο που συγκροτείται από ορισμένους σχηματισμούς. Τα μεγαλέπια εμφανίζονται αποκομμένα μεταξύ τους λόγω της γενικής κάλυψης της περιοχής από τα μετααλπικά νεογενή ιζήματα.

Η σημερινή γεωτεκτονική αντίληψη για τη ζώνη Παιονίας είναι ότι αντιπροσωπεύει τμήμα της παλιάς ωκεάνιας περιοχής της Τηθύος. Το γεωτεκτονικό πρόβλημα όμως είναι η σχέση της ζώνης με την Περιοδοπική που καθορίστηκε μεταγενέστερα σαν ζώνη που αντιπροσωπεύει την περιφερειακή αύλακα της ηπειρωτικής μάζας. Το πρόβλημα εντοπίζεται στο ερώτημα: Διαφέρει γεωτεκτονικά και παλαιογεωγραφικά η Παιονία από την Περιοδοπική αφού και οι δύο έχουν ανάλογα ιζήματα βαθιάς θά-

λασσας; και πού βρίσκεται το πιθανό όριο των δύο ζωνών; Το πρόβλημα βέβαια έγινε πιο πολύπλοκο γιατί πολλοί σχηματισμοί που βρίσκονται στις παραπάνω ενότητες έχουν επανατοποθετηθεί στην Περιροδοπική. Ίσως η ζώνη Παιονίας να αντιπροσωπεύει τα ιζήματα εκείνα που αποτέθηκαν στην ανοιχτή βαθιά θάλασσα, ενώ η Περιροδοπική ζώνη εκείνα που αποτέθηκαν στην ηπειρωτική κατωφέρεια της ενδοχώρας και την παλιά περιφερειακή τάφρο - αύλακα.

2.2.2. Ανατολική Παιονία

Οι ενότητες της Ανατολικής Παιονίας, που είναι της Άσπρης Βρύσης, του Μεταλλικού και του Λεβεντοχωρίου, συγκροτούνται βασικά από δύο διαπλάσεις πετρωμάτων (Μουντράκης 1985):

- Από μια ανώτερη σχιστοκερατολιθική διάπλαση με οφειολίθους ηλικίας Λιασίου- Δογγερίου και
- από μια κατώτερη ιζηματογενή σειρά ηλικίας Μέσου Τριαδικού -Λιασίου.

Η πρώτη αποτελείται από ιζήματα που έχουν εν μέρει μεταμορφωθεί (ψαμμίτες, μικροκροκαλοπαγή, κερατολίθους - χαλαζίτες, πράσινους και ασβεστιτικούς σχιστόλιθους), αναμεμιγμένα με τα οφειολιθικά μέλη (διάβασες, δολερίτες και μικρολιθικά πυριγενή).

Η δεύτερη αποτελείται από ένα ανώτερο λεπτό ασβεστολιθικό στρώμα με απολιθώματα του Λιασίου και ένα κατώτερο παχύ στρώμα μαρμαροειδούς ασβεστόλιθου του Τριαδικού.

Η επαφή των δύο σειρών πιστεύεται ότι είναι τεκτονική.

Η ενότητα της Άσπρης Βρύσης επωθείται προς τα Δυτικά πάνω στην ενότητα Ωραιοκάστρου ενώ στα Ανατολικά εφίππεύεται από τους μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους του προαλπικού υπόβαθρου,

Από τις περιγραφές των ενοτήτων συμπεραίνονται τα παρακάτω για την ιζηματογένεση Προπαιονίας και Ανατολικής Παιονίας.

Η ιζηματογένεση του Ιουρασικού στην Ανατολική Παιονία ήταν πυριτική και συνοδεύονταν από βασικά πυριγενή. Αντίθετα στην Προπαιονία υπήρχε νηριτική ιζηματογένεση και το Ανώτερο Ιουρασικό.

Μαζί με τα κερατολιθικά ιζήματα και τους οφειόλιθους της Ανατολικής Παιονίας υπάρχουν αναμιγμένα κλαστικά ιζήματα, που απουσιάζουν από την Προπαιονία, και

τα οποία προήλθαν από την ηπειρωτική κατωφέρεια της Σερβομακεδονικής κατά τη διάρκεια Λιασίου - Λογγερίου του Ιουρασικού.

Όπως φαίνεται στις στρωματογραφικές στήλες δεν εμφανίζονται στρώματα Μέσο - Άνω Κρητιδικού στη ζώνη Παιονίας. Εν τούτοις έχουν βρεθεί τέτοια στρώματα στη γειτονική περιοχή (Sopur) της Γιουγκοσλαβίας, όπως επίσης και στη Χερσόνησο της Κασσάνδρας στη Χαλκιδική που θεωρείται η προς τα ΝΑ προέκταση της ζώνης Παιονίας. Έτσι πιστεύεται ότι η Μέσο - Άνω Κρητιδική επίκλυση έλαβε χώρα στην Παιονία αλλά τα πετρώματα της καλύπτονται σήμερα από τα Νεογενή (ιδίως Πόντια) και Τεταρτογενή ιζήματα τα οποία έχουν μεγάλη εξάπλωση στο χώρο αυτό.

2.2.3. Τεκτοορογενετική Εξέλιξη

1^η Ορογενετική περίοδος Ανωτέρου Ιουρασικού - Κάτω Κρητιδικού.

Η ζώνη Παιονίας, όπως και όλες οι εσωτερικές Ελληνίδες, αναδύθηκε προσωρινά κατά την διάρκεια της πρώιμης αυτής ορογενετικής περιόδου, οπότε και έλαβε χώρα το κλείσιμο της οφειολιθικής λεκάνης (ωκεάνιας περιοχή ή περιθωριακή θάλασσα) της Παιονίας. (Μουντράκης 1985)

Στην περίοδο αυτή εκδηλώθηκε μια φάση πτυχώσεων που προκάλεσε πτυχές υποϊσοκλινείς ως ισοκλινείς, ανισοπαχείς, συνοδευόμενες από την ανάπτυξη της κύριας σχιστότητας των πετρωμάτων S_1 . Πρόκειται τόσο για μικροπτυχές, όσο και για πτυχές μεγακλίμακας με κατακείμενες αναδιπλώσεις των στρωμάτων. Οι άξονες των πτυχών αυτών έχουν διευθύνσεις διεσπαρμένες μεταξύ 140° - 190° , γενικά δηλαδή διευθύνσεις ΒΔ-ΝΑ.

2^η Ορογενετική περίοδος Τελικού Κρητιδικού - Μέσου Ηώκαινου.

Η τελική ορογενετική δράση στο χώρο της Παιονίας οπότε και αναδύθηκε η ζώνη, έλαβε χώρα μετά το Ανώτερο Κρητιδικό και πριν το Άνω Ηώκαινο, πριν δηλαδή την απόθεση των μολασσικών ιζημάτων της «Αύλακας Αξιού» που έγινε στο Άνω Ηώκαινο στις περιοχές Χορυγίου και Αρτζάν.

Η φάση πτυχώσεων που συνόδευσε την ορογένεση αυτή δημιούργησε πτυχές απλές, κλειστές, μεγάλης κλίμακας που συνοδεύονται από σχιστότητα ολίσθησης. Η διεύθυνση των αξόνων είναι ΒΔ - ΝΑ (290° - 320°) και η απόκλιση των πτυχών ΝΔ.

Μετά την ορογένεση αυτή, στο Άνω Ηώκαινο διαμορφώθηκε η Αύλακα Αξιού και ακολούθησε η απόθεση των μολασσικών ιζημάτων αυτής. Επίσης στο χώρο της Ανατολικής Παιονίας εκδηλώθηκε η όξινη ηφαιστειότητα (περιοχής Μεταλλικού, Γυναικόκαστρου).

3η Τεκτονική φάση Πριαμπονίου - Τέλους Ηώκαινου.

Πρόκειται για τη φάση πτυχώσεων που έλαβε χώρα σχεδόν ταυτόχρονα με την απόθεση των μολασσικών ιζημάτων της Αύλακας Αξιού και την ηφαιστειότητα, και τοποθετείται μεταξύ του Πριαμπονίου (Άνω Ηώκαινο) και του Τέλους Ηώκαινου.

Η φάση αυτή αντιπροσωπεύει σχετικά επιφανειακό τεκτονισμό, με τη δημιουργία ανοιχτών πτυχών, αξονικής διεύθυνσης ΒΔ - ΝΑ και ΒΒΔ - ΝΝΑ και απόκλισης γενικά προς Δυσμάς.

Στη φάση αυτή έγινε η λεπίωση των στρωμάτων της ζώνης Παιονίας με αποτέλεσμα το σχηματισμό των διαφόρων μεγαλεπίων - ενότητων που περιγράφηκαν προηγουμένως.

4η Τεκτονική φάση μετά το Κάτω Ολιγόκαινο.

Αντιστοιχεί σε μια συνεχόμενη «βραδεία» φάση τεκτονισμού μετά το Κάτω Ολιγόκαινο και πριν το Μειόκαινο που προκάλεσε συμπιεστικά φαινόμενα επαναλεπίωσης των στρωμάτων και τεκτονικές αναστροφές.

Τέλος στην περίοδο του Νεογενούς - Τεταρτογενούς είχαμε την απόθεση των μεγάλου πάχους μεταλλικών ιζημάτων που κάλυψαν τους αλπικούς σχηματισμούς και απομόνωσαν τα μεγαλέπια - ενότητες.

Επίσης στο Πλειο-τεταρτογενές ακολούθησε έντονη εφελκυστική ρηγμάτωση όλων των σχηματισμών.

2.3. Περιοδοπική Ζώνη

2.3.1. Γεωτεκτονική θέση και παλαιογεωγραφία

Η Περιοδοπική ζώνη καθιερώθηκε στη γεωτεκτονική διαίρεση της Ελλάδας από τους Kauffmann et al (1976) σαν η πιο εσωτερική ζώνη των Ελληνίδων με το όνομα Circum Rhodope belt. Η αρχική όμως καθιέρωση της ζώνης έγινε από τους Βούλγαρους γεωλόγους με την έννοια ότι περιβάλλει ολόκληρη την παλιά κρυσταλλική μάζα συμπεριλαμβανομένης της Ροδόπης και της Σερβομακεδονικής. Με την έννοια αυτή τα Περιοδοπικά και Ιουρασικά μετά-ιζήματα που συγκροτούν την Περιοδοπική εννοείται ότι βρίσκονται περιφερειακά επικλυσιογενώς τοποθετημένα πάνω στον παλιό κρυσταλλικό πυρήνα Ροδόπης-Σερβομακεδονικής. Η ιδέα όμως της επίκλυσης αμφισβητείται έντονα από τις πιο νέες έρευνες οι οποίες διαπιστώνουν ότι τα μετά-ιζήματα της Περιοδοπικής οριοθετούνται από την κρυσταλλική μάζα με τεκτονικές επαφές.

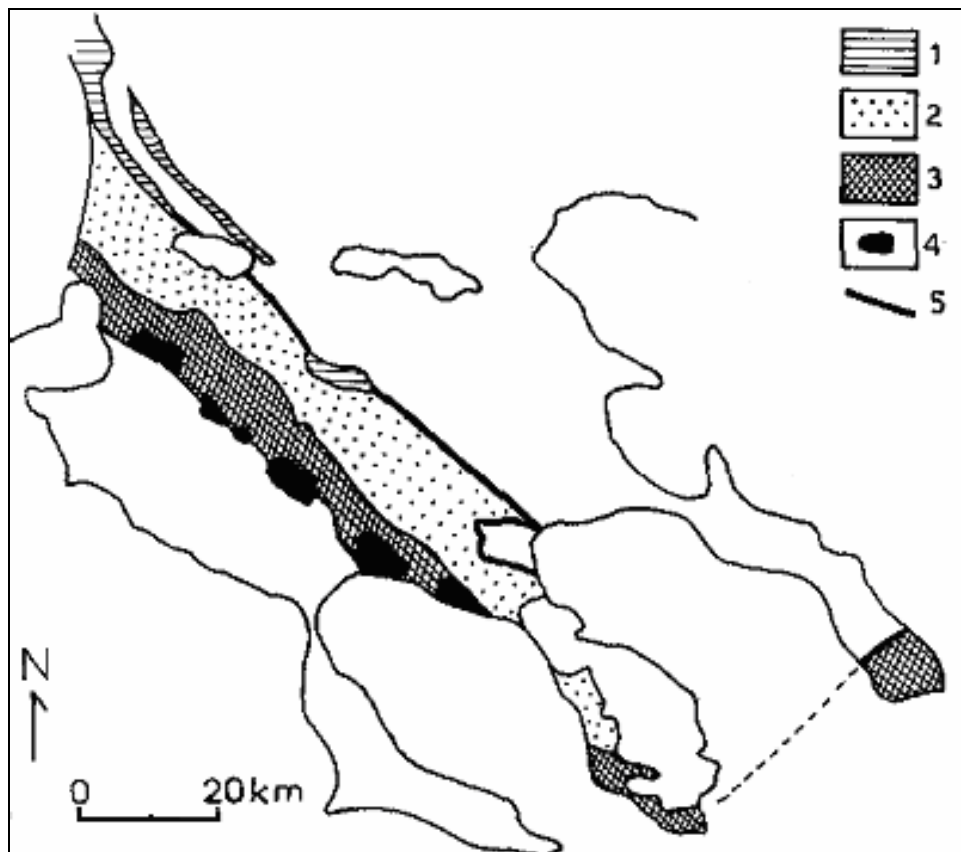
Η Περιοδοπική εκτείνεται ως ζώνη πλάτους 10-20 Km, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ στη δυτική πλευρά της Σερβομακεδονικής (Εικόνα 2,2). Από τα Ελληνογιουγκοσλαβικά σύνορα η ζώνη προεκτείνεται προς τα ΝΑ στη λίμνη Λαγκαδά, τον κορμό της Χαλκιδικής και τη χερσόνησο της Σιθωνίας όπου κάμπτεται προς τα ΒΑ και με διεύθυνση ΝΔ-ΒΑ περνάει από την άκρη της χερσονήσου του Άθω και προεκτείνεται υποθαλάσσια προς το νησί της Σαμοθράκης και την περιοχή Αλεξανδρούπολης-Έβρου.

Όταν καθιερώθηκε στον Ελληνικό χώρο η Περιοδοπική ζώνη ορίστηκε από τους Kauffmann et al (1976) να περιλάβει τις τρεις ενότητες πετρωμάτων του δυτικού περιθωρίου της Σερβομακεδονικής με τα Αλπικά ιζήματα καθώς και ορισμένα αντίστοιχα τμήματα της ζώνης Παιονίας και συγκεκριμένα τμήματα των ενοτήτων Λεβεντοχωρίου, Μεταλλικού, Μεγάλης Στέρνας, Άσπρης Βρύσης, Βαφειοχωρίου και Άρτζαν. Έτσι το παλιό γεωλογικό πρόβλημα του ορίου Σερβομακεδονικής - Παιονίας δεν λύθηκε με την παρεμβολή της Περιοδοπικής ζώνης αλλά ουσιαστικά μετατέθηκε στο πού βρίσκεται πλέον το όριο μεταξύ Περιοδοπικής και Παιονίας, όριο το οποίο παραμένει αδιευκρίνιστο διότι τον ίδιο ρόλο της βαθιάς αύλακας που πιστεύαμε για τη ζώνη Παιονίας, αποδίδουμε τώρα και στην Περιοδοπική. Επομένως είναι πιθανόν ότι Παιονία και Περιοδοπική αποτελούν ουσιαστικά την ίδια ζώνη γι' αυτό

και δεν μπορεί να βρεθεί όριο στα πετρώματα της. Χρειάζονται κι άλλες ακόμη ερευνητικές προσπάθειες για να λυθεί το γεωλογικό αυτό πρόβλημα.

Η κύρια παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική σημασία της Περιοδοπικής ζώνης είναι ότι αποτελούσε στη διάρκεια του Ιουρασικού την ηπειρωτική κατωφέρεια της ηπειρωτικής Ελληνικής ενδοχώρας και κυρίως της Σερβομακεδονικής μάζας, η οποία κατωφέρεια κατέληγε σε μια βαθιά αύλακα, περιφερειακή της ηπειρωτικής μάζας.

Σύμφωνα με τα βασικότερα σύγχρονα γεωτεκτονικά μοντέλα εξέλιξης του Ελληνικού χώρου, αυτή η περιφερειακή αύλακα ήταν η θέση βύθισης της ωκεάνιας περιοχής της ζώνης Αξιού κάτω από την Ευρωπαϊκή ηπειρωτική πλάκα, το περιθώριο της οποίας αποτελούσαν οι μάζες Ροδόπης και Σερβομακεδονικής.



Εικόνα 2.2: Χάρτης της Περιοδοπικής ζώνης με τις τρεις ενότητες της και τις σημαντικότερες οφειολιθικές εμφανίσεις. 1:Ενότητα Ντεβέ Κοράν - Δουμπιά. 2: Ενότητα Μελισσοχωρίου - Χολομώντα, 3: Ενότητα Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη. 4: οφειόλιθοι, 5: όριο της ζώνης με την Σερβομακεδονική. (Κατά Kockel et al 1971, 1977).

2.3.2. Λιθοστρωματογραφία

Οι τρεις βασικές ενότητες (Μουντράκης 1985) που συγκροτούν την Περιοδοπική ζώνη, με γενική διάταξη των σχηματισμών τους ΒΔ - ΝΑ, είναι από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά: 1: Η ενότητα Ντεβέ Κοράν-Δουμπιά, 2: η ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα και 3: η ενότητα Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη (Εικόνα 2,3).

1) Ενότητα, Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά

Περιλαμβάνει στη βάση της ένα σχηματισμό μετακλαστικών ιζημάτων, μετά-ψαμμίτες, χαλαζίτες, χαλαζιακούς σχιστόλιθους και μετά-κροκαλοπαγή ηλικίας Περμίου, που είναι γνωστός με το τοπικό όνομα «σχηματισμός Εξαμιλίου».

Πάνω από το σχηματισμό Εξαμιλίου βρίσκεται μια ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά Περμίου-Κάτω Τριαδικού, η οποία αποτελείται από εναλλασσόμενα ηφαιστειακά και ιζηματογενή υλικά ημιμεταμορφωμένα, δηλαδή χαλαζιακά πορφυροειδή, χαλαζιακούς σχιστόλιθους, χαλαζίτες, ασβεστιτικούς σχιστόλιθους, πυροκλαστικά υλικά και σχιστοποιημένους ρυόλιθους. Η ανώτερη στάθμη της σειράς περιέχει μετακλαστικά ιζήματα δηλαδή μετά-ψαμμίτες, μετά-κροκαλολατυποπαγή, μετά-αρκόζες και φυλλίτες.

Η ιζηματογένεση συνεχίζεται προς τη πάνω με την απόθεση μιας ανθρακικής νηριτικής σειράς που αποτελείται από ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους, ψαμμιτικούς και μαργαϊκούς με φύκη και κοράλλια. Η ηλικία απόθεσης της σειράς είναι από το Μέσο Τριαδικό μέχρι το Μέσο Ιουρασικό. Παρ' όλο το νηριτικό χαρακτήρα της σειράς αυτής, στις ανώτερες στάθμες της παρουσιάζει ορισμένες αργιλικές και μαργαϊκές ενστρώσεις πελαγικής φάσης.

2) Ενότητα. Μελισσοχωρίου – Χολομώντα

Έχει τη μεγαλύτερη έκταση από τις τρεις ενότητες της Περιοδοπικής και εκτείνεται σαν λωρίδα πλάτους 5-15 ΚΜ, με διεύθυνση ΒΔ - ΝΑ, από την περιοχή της Λίμνης Δοϊράνης στα Ελληνογιουγκοσλαβικά σύνορα προς το βουνό Χολομώντα της Χαλκιδικής και τη Σιθωνία.

Ο κατώτερος σχηματισμός της Ενότητας είναι μάρμαρα και ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι, λίγο πελαγικοί, ηλικίας Μέσου - Άνω Τριαδικού με συχνές παρεμβο-

λές γραφιτικών φυλλιτών και σερικιτικών σχιστόλιθων. Προς τα πάνω ο σχηματισμός γίνεται καθαρά φυλλιτικός με φυλλίτες κοινούς, μαύρους γραφιτικούς, ψαμμιτικούς και έχει πάχος 400 m.

Ο ανώτερος σχηματισμός της ενότητας, ηλικίας Κάτω - Μέσου Ιουρασικού, είναι ένας σχηματισμός φλύσχη με τουρβιδικές εναλλαγές μετά-ιζημάτων (ψαμμίτες, μάργες, ασβεστολιθικές ενστρώσεις κλπ) μέσα στα οποία συχνά παρατηρούνται μεγάλοι ολισθόλιθοι τριαδικών μαρμάρων.

Ο φλύσχης αυτός Κάτω - Μέσου Ιουρασικού αναφέρεται με το όνομα «φλύσχης της Σβούλας» και είναι ο σπουδαιότερος σχηματισμός όλης της Περιοδοπικής ζώνης καθ' ότι καθορίζει την ιδιαιτερότητα της ζώνης αυτής ως αντιπροσωπεύουσα την ηπειρωτική κατωφέρεια και την αύλακα στην περιφέρεια της ηπείρου.

3) Ενότητα Ασπρης Βρύσης – Χορτιάτη

Είναι λωρίδα παράλληλη με την ενότητα Μελισσοχωρίου - Χολομώντα, πλάτους 4-8 Km, που αρχίζει βόρεια της Θεσσαλονίκης, διέρχεται από το Χορτιάτη, φτάνει στο νότιο άκρο της Σιθωνίας, όπου κάμπτεται και αποκτά ΑΒΑ κατεύθυνση και επεκτείνεται έτσι μέχρι το άκρο του Αγίου Όρους.

Η ενότητα χαρακτηρίζεται από μια ευγεωσυγκλινική ανάπτυξη κατά την διάρκεια του Κάτω-Μέσου Ιουρασικού.

Τα κατώτερα τμήματα της ενότητας είναι Περμο-Τριαδικής ηλικίας μετακλαστικά και νηριτικά ανθρακικά ιζήματα ανάλογα με της ενότητας Ντεβέ Κοράν - Δουμιά.

Ο ανώτερος ορίζοντας αποτελείται από ιζήματα βαθιάς θάλασσας όπως μαύροι κερατόλιθοι, κόκκινοι αργιλικοί σχιστόλιθοι, μαύροι γραφιτικοί φυλλίτες, μάργες και χαλαζιακοί σχιστόλιθοι. Μέσα στα ιζήματα αυτά παρεμβάλλονται συχνά οφειολιθικά σώματα με βασικά και υπερβασικά πετρώματα (γάββροι, διορίτες, σερπεντινίτες, διάβασες),

Επίσης μέσα σ' αυτή την ιζηματογενή σειρά παρεμβάλλονται και πετρώματα μεταμορφωμένα όξινης μαγματικής προέλευσης. Πρόκειται για παλιούς διορίτες, γρανοδιορίτες και γρανίτες που μεταμορφώθηκαν στην πρασινοσχιστολιθική φάση και δημιούργησαν τους σημερινούς πράσινους επιγνεύσιους της Θεσσαλονίκης (ακτινολιθικοί, επιδοτιτικοί, χλωριτικοί γνεύσιοι και αμφιβολιτικοί, βιοτιτικοί γνεύσιοι) που

εναλλάσσονται με τα μεταϊζήματα, φυλλίτες, σερικιτικούς σχιστόλιθους, μάρμαρα, σιπολίτες, χλωριτικούς-επιδοτιτικούς σχιστόλιθους.

Ο Σαπουντζής (1969) που μελέτησε τους επιγνεύσιους αυτούς διαπίστωσε ότι προήλθαν από παλιά χαλαζιοδιοριτικά πετρώματα. Ραδιοχρονολογήσεις στους γνεύσιους αυτούς έδωσαν αποτελέσματα 113 εκ. ετών (ηλιθία Κάτω - Μέσο Κρητιδική) που σημαίνει ότι η μεταμόρφωση έγινε σχεδόν ταυτόχρονα με την "Άνω Ιουρασική - Κάτω κρητιδική ορογένεση που έπληξε τις Εσωτερικές Ελληνίδες.

Τα πετρώματα της Ενότητας Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη καλύπτουν γενικά τον ευρύτερο χώρο της πόλης της Θεσσαλονίκης. Μια αντιπροσωπευτική τομή του ανατολικού τμήματος του χώρου αυτού δίνεται στην εικόνα 2,4.

Θα πρέπει πάντως να τονισθεί ότι ο ανώτερος ορίζοντας της ενότητας αυτής, με την ποικίλη και τελείως ανομοιογενή σύσταση του, αποτελεί ερωτηματικό διότι συνυπάρχουν με επαφές αδιευκρίνιστες πετρώματα μεγάλων διαφορών στη μεταμόρφωση, ιζήματα και πυριγενή. Έτσι η προέλευση και ο ρόλος του ορίζοντα αυτού παραμένουν αδιευκρίνιστα γεωλογικά θέματα.

Στη συνέχεια της Περιοδοπικής ζώνης στην περιοχή Αλεξανδρούπολης - Έβρου εμφανίζεται μια παχιά σειρά φυλλιτών με ενστρώσεις μετα-κροκαλοπαγών και κρυσταλλικών ασβεστόλιθων μέσα στα οποία βρέθηκαν απολιθώματα κυρίως φυκών και τρηματοφόρων, που οι ηλικίες τους τοποθετούνται μεταξύ Τριαδικού και Κάτω Κρητιδικού., Από τις επισημάνσεις αυτές συμπεραίνεται ότι η ιζηματογένεση στην Περιοδοπική ζώνη συνεχίστηκε τουλάχιστο μέχρι το Κάτω Κρητιδικό έστω και αν στις τρεις κύριες ενότητες δεν εμφανίζονται σήμερα πετρώματα νεώτερα του Μέσου - Άνω Ιουρασικού.

Δεν είναι διαπιστωμένο σε ποια από τις τρεις κύριες ενότητες της Περιοδοπικής ανήκει η παχιά σειρά φυλλιτών της Αλεξανδρούπολης. Όμως από τη σύσταση της και κυρίως από την παρουσία μέσα στα μεταϊζήματα της ορισμένων οφειολιθικών σωμάτων μπορούμε να υποθέσουμε ότι προσομοιάζει με την ενότητα Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη.

2.3.3. Μεταμόρφωση και τεκτονική δομή

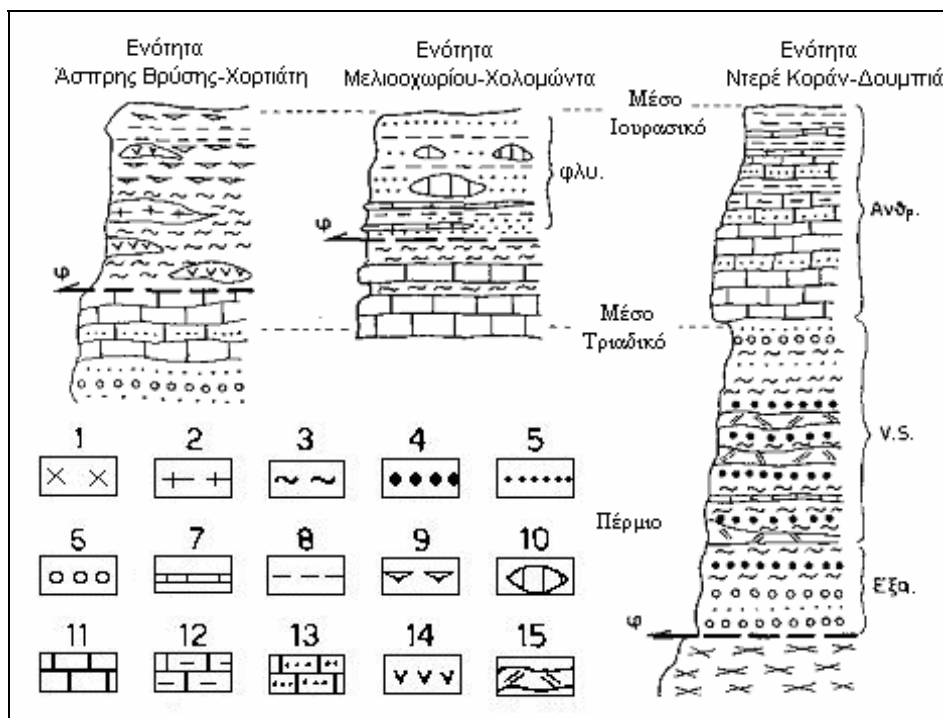
Όλα τα πετρώματα της Περιοδοπικής ζώνης, και των τριών ενοτήτων εμφανίζονται ελαφρά μεταμορφωμένα. (Μουντράκης 1985) Γενικά οι συνθήκες της μεταμόρφωσης είναι της πρασινοσχιστολιθικής φάσης, αν και όπως αναφέρθηκε προηγουμένως κατά τόπους εμφανίζονται αισθητές διαφορές στην ένταση μεταμόρφωσης των πετρωμάτων. Η μεταμόρφωση όλων των Περμοτριάδικों και Ιουρασικών πετρωμάτων έλαβε χώρα στο Ανώτερο Ιουρασικό – Κάτω Κρητιδικό.

Δύο φάσεις πτυχώσεων έχουν μέχρι τώρα αναγνωρισθεί στην Περιοδοπική. Συγχρόνως με τη μεταμόρφωση θεωρείται ότι έγινε η πρώτη, κύρια παραμόρφωση των σχηματισμών της ζώνης που προκάλεσε πτυχές σχεδόν ισοκλινείς και τη σχιστότητα των πετρωμάτων.

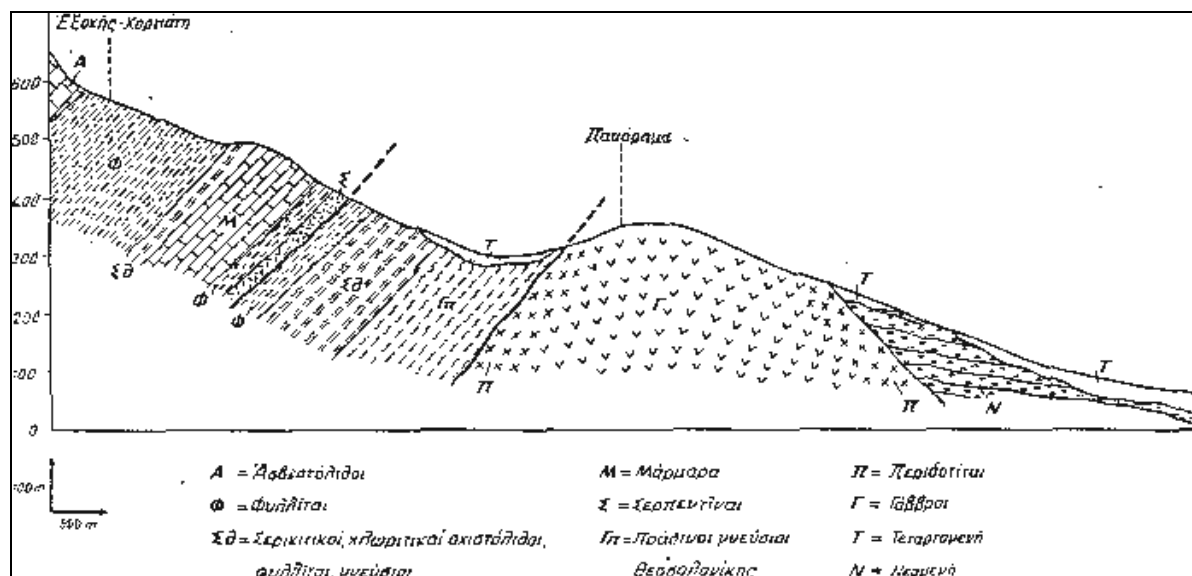
Η δεύτερη φάση πτυχώσεων περιλαμβάνει πτυχές ανοιχτές, μετά-μεταμορφικές, πτυχές τύπου knick και knick - ζώνες ηλικίας Τριτογενή» πιθανόν Ηωκαίνου - Ολιγοκαίνου.

Οι σχέσεις που έχουν μεταξύ τους οι τρεις ενότητες της Περιοδοπικής φαίνεται ότι είναι πλευρικές παλαιογεωγραφικές μεταβάσεις, ενώ όσον αφορά τη σχέση της Περιοδοπικής με τις μάζες Ροδόπης και Σερβομακεδονικής, νεώτερες μελέτες υποστηρίζουν ότι διαφορετικές ενότητες μεταϊζημάτων, που συνιστούν την Περιοδοπική ζώνη, βρίσκονται σε διαφορετική κάθε φορά τεκτονική σχέση με τις κρυσταλλικές μάζες στις διάφορες περιοχές της περιφέρειας τους.

Όπως περιγράφηκε στην παράγραφο για το δυτικό όριο της Σερβομακεδονικής, τόσο οι σχηματισμοί της Περιοδοπικής όσο και το κρυσταλλοσχιστώδες της Σερβομακεδονικής εμφανίζονται στην περιοχή του ορίου των δύο ζωνών, ανεστραμμένοι εξ αιτίας του Τριτογενούς τεκτονισμού.



Εικόνα 2,3: Λιθοστρωματογραφικές στήλες των τριών ενότητων της Περιοδοπικής ζώνης. 1: κρυσταλλοσχιστώδης υπόβαθρο της Σερβομακεδονικής, 2: πράσινοι γνεύσιοι της Θεσσαλονίκης, 3: σχιστόλιθοι και φυλλίτες, 4: πυροκλαστικά υλικά, 5: μεταψαμμίτες, χαλαζίτες, 6: μετα-κροκαλοπαγή, 7: ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι, 8: αργιλικόι σχιστόλιθοι και μάργες, 9: κερατόλιθοι, 10: ολισθόλιθοι Τριαδικών μαρμάρων, 11: ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι, μαρμαρά, 12: μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι, 13: ψαμμιτικοί ασβεστόλιθοι, 14: οφειολιθικά πετρώματα, 15: ηφαιστειακά υλικά (σχιστοποιημένοι ρυόλιθοι, πορφυροειδή). φ: τεκτονική επαφή. Εξα.: σχηματισμός Εξαμιλίου, V.S.: ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά, Ανθρ.: ανθρακική νηριτική σειρά, Φλυ.: φλύσχης (Μουντράκης 1985)



Εικόνα 2,4: Γεωλογική τομή της ανατολικής περιοχής της Θεσσαλονίκης. (Κατά Σαπουντζή 1969).

3. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ

3.1. Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό παραθέτονται ο χάρτης με τις γεωτρήσεις, μετρήσιμες και μη, καθώς και ο πίνακας με το ύψος της στάθμης των γεωτρήσεων.

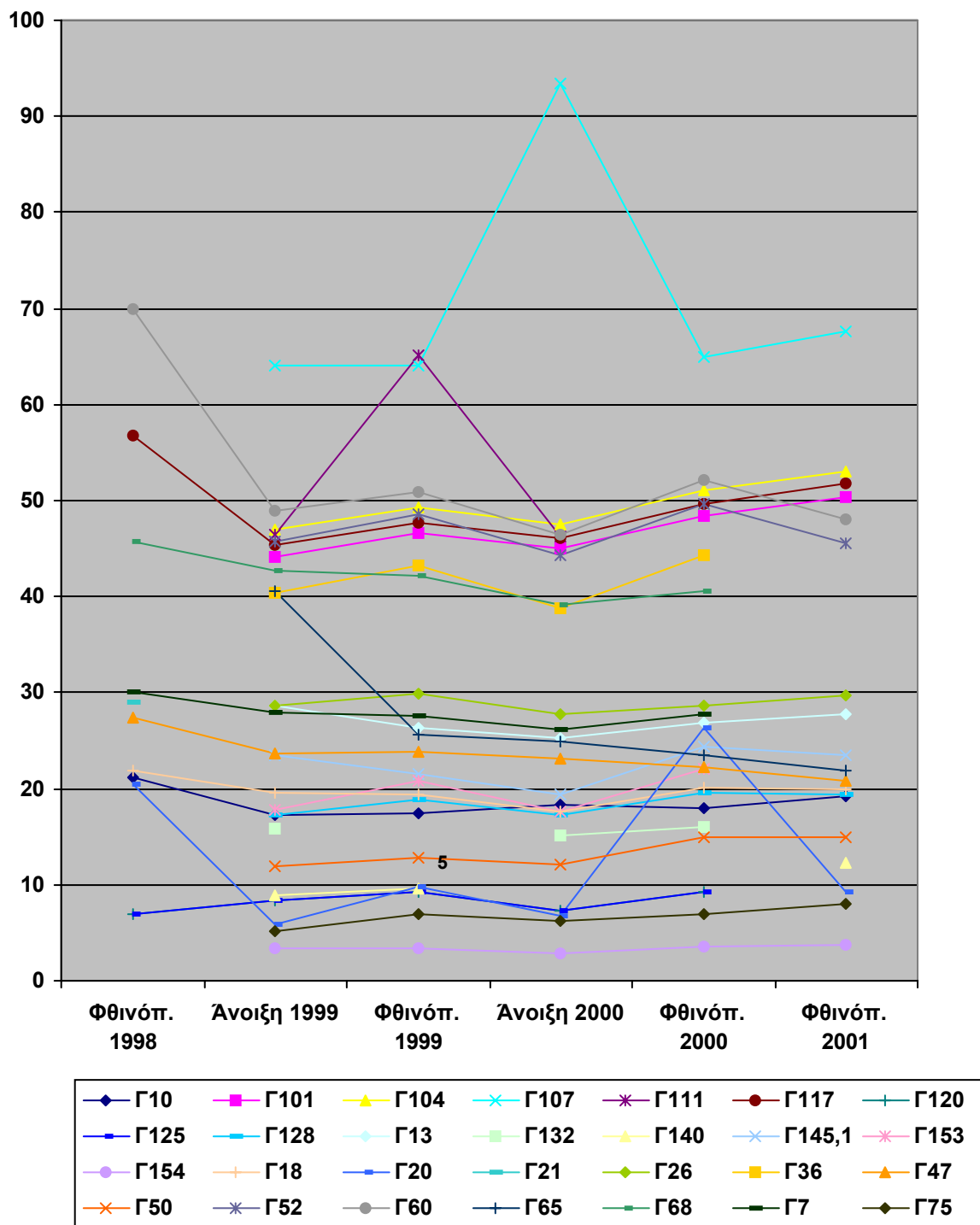
Για την καλύτερη κατανόηση της πιεζομετρίας και της μεταβολής αυτής τα τελευταία χρόνια, τόσο για τη περιοχή μας όσο και για ολόκληρη τη λεκάνη του Ανθεμούντα, σκόπιμο είναι να λάβουμε υπ' όψη μας και στοιχεία παλαιότερων ετών. Στοιχεία της πιεζομετρίας της ευρύτερης περιοχής του Ανθεμούντα αναφέρονται παρακάτω (Ανατολική Α.Ε.). Η αξιολόγηση τόσο των παλαιότερων όσο και των νεώτερων στοιχείων, γίνεται στο πέμπτο κεφάλαιο.

3.2. Πιεζομετρία 1993-2002

Σε αυτή την ενότητα παρατίθενται πιεζομετρίες για τα έτη 1993-2002. Οι Μετρήσεις έγιναν από την Ανατολική Α.Ε. για τη δημιουργία μελέτης της λεκάνης του Ανθεμούντα για την διαχείριση των υδατικών πόρων .

Οι μετρήσεις που παρατίθενται είναι σε μέτρα αφού πρώτα έχουν αναχθεί σε απόλυτο υψόμετρο. Η επιλογή των γεωτρήσεων που μετρήθηκαν έγινε με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ανταποκρίνονται όσον το δυνατόν καλύτερα σε όλο το εύρος της περιοχής που έχει τεθεί υπό έρευνα.

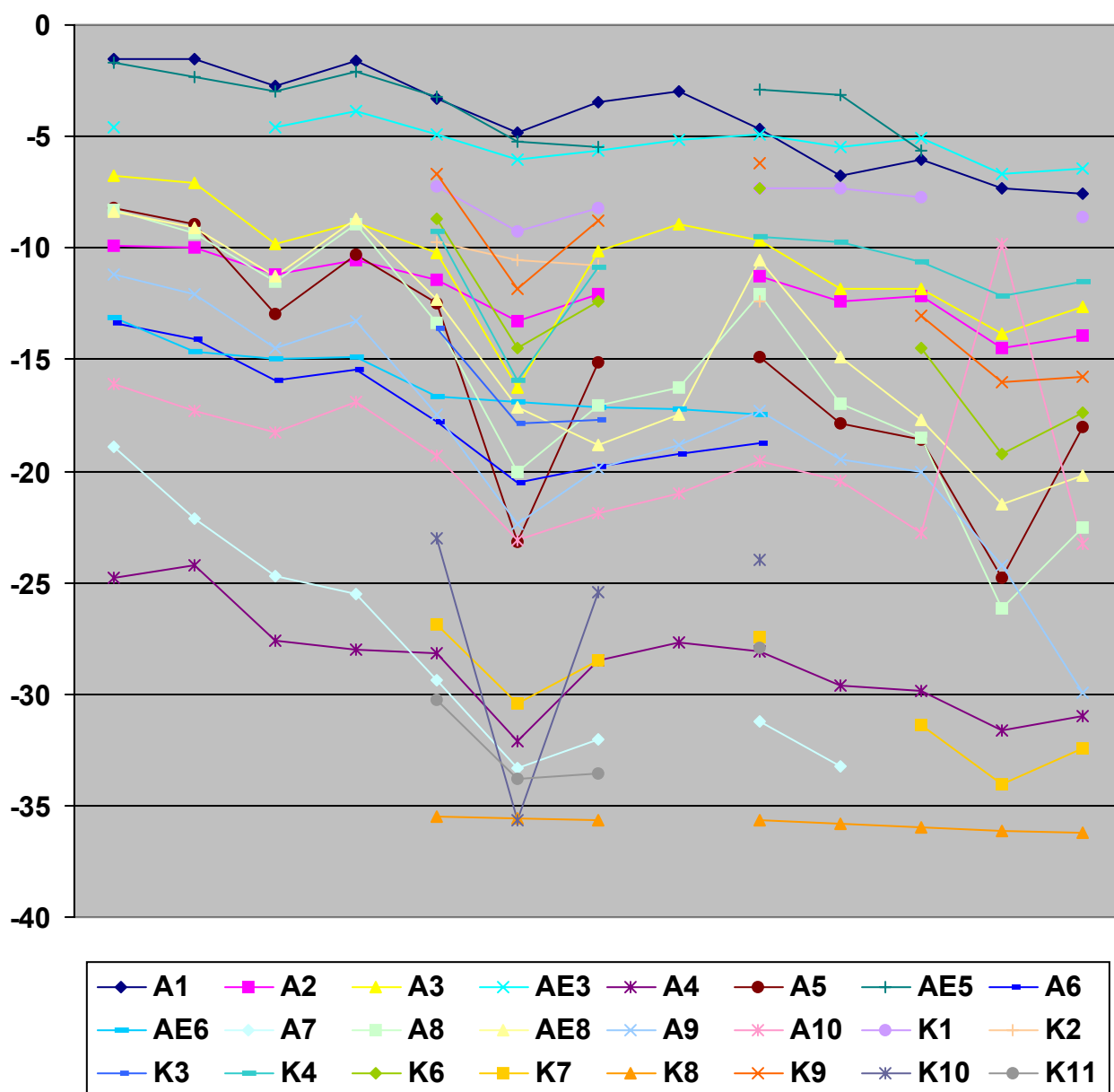
3.2.1. Άνω ρου



Εικόνα 3,13: Πίνακας διακύμανσης πιεζομετρικής επιφάνειας γεωτρήσεων Άνω ρου λεκάνης Ανθεμούντα (Ανατολική Α.Ε.)

	Φθινόπ. 1998	Άνοιξη 1999	Φθινόπ. 1999	Άνοιξη 2000	Φθινόπ. 2000	Φθινόπ. 2001
Γ10	21,14	17,3	17,52	18,36	17,9	19,2
Γ101		44,2	46,58	45,02	48,45	50,3
Γ104		46,94	49,26	47,5	51,12	53,1
Γ107		64,06	63,98	93,4	65,02	67,65
Γ111		46,38	65,1	46,25		
Γ117	56,7	45,36	47,7	46	49,65	51,75
Γ120	7	8,43	9,25	7,3	9,3	
Γ125	7	8,43	9,25	7,3	9,3	
Γ128		17,2	18,83	17,3	19,61	19,42
Γ13		28,65	26,3	25,2	26,9	27,75
Γ132		15,89		15,08	16,1	
Γ140		8,88	9,55			12,3
Γ145,1		23,43	21,52	19,32	24,35	23,5
Γ153		17,84	20,85	17,68	22	
Γ154		3,3	3,3	2,8	3,5	3,8
Γ18	21,84	19,64	19,44	17,63	20,05	19,92
Γ20	20,4	5,95	9,73	6,7	26,4	9,2
Γ21	29					
Γ26		28,63	29,88	27,7	28,6	29,65
Γ36		40,39	43,18	38,74	44,36	
Γ47	27,37	23,65	23,77	23,05	22,3	20,85
Γ50		11,95	12,88	12,06	15	14,92
Γ52		45,72	48,51	44,3	49,7	45,55
Γ60	70	49,02	50,86	46,47	52,05	48,08
Γ65		40,57	25,58	24,9	23,48	21,9
Γ68	45,8	42,66	42,1	39,1	40,53	
Γ7	30	27,86	27,6	26,18	27,7	
Γ75		5,2	6,86	6,2	6,96	7,95

3.2.2. Κάτω Ρου



Εικόνα 3,2: Πίνακας διακύμανσης πιεζομετρικής επιφάνειας γεωτρήσεων κάτω ρου Λεκάνης Ανθεμόντα (Ανατολική Α.Ε.)

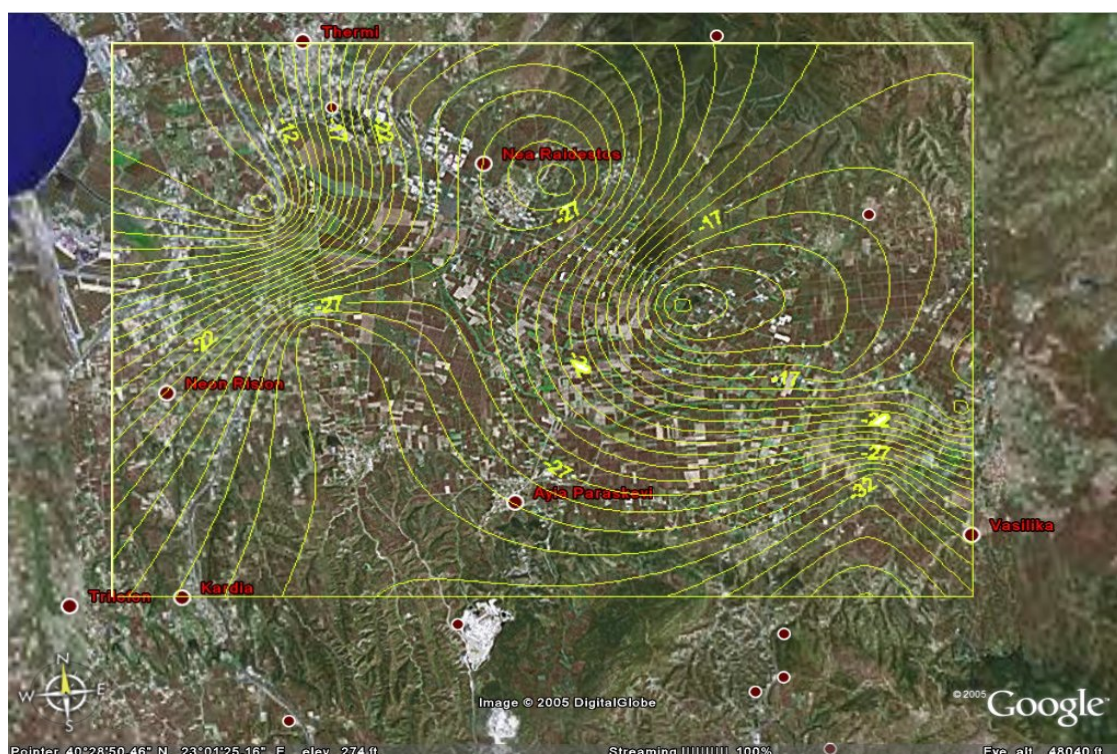
	Ιούνιος 1993	Ιούνιος 1994	Ιούνιος 1995	Ιούνιος 1996	Ιούνιος 1998	Αύγουστο 1998	Οκτώβριο 1998	Νοέμβριο 1998	Ιούνιος 1999	Ιούνιος 2000	Ιούνιος 2001	Νοέμβριο 2001	Ιούνιος 2002
A1	-1,53	-1,5	-2,73	-1,58	-3,28	-4,8	-3,5	-3	-4,63	-6,73	-6,05	-7,33	-7,54
A2	-9,87	-10	-11,2	-10,58	-11,45	-13,3	-12,05		-11,28	-12,4	-12,15	-14,5	-13,9
A3	-6,76	-7,1	-9,8	-8,87	-10,25	-16,24	-10,12	-8,97	-9,66	-11,85	-11,8	-13,84	-12,64
AE3	-4,55		-4,61	-3,86	-4,9	-6,02	-5,6	-5,18	-4,9	-5,5	-5,05	-6,7	-6,45
A4	-24,82	-24,25	-27,63	-28,02	-28,14	-32,1	-28,47	-27,7	-28,08	-29,65	-29,85	-31,67	-30,97
A5	-8,18	-8,95	-12,97	-10,28	-12,48	-23,15	-15,14		-14,92	-17,9	-18,58	-24,76	-18
AE5	-1,65	-2,3	-3	-2,08	-3,24	-5,22	-5,45		-2,91	-3,13	-5,62		
A6	-13,35	-14,05	-15,96	-15,42	-17,77	-20,52	-19,82	-19,24	-18,73				
AE6	-13,08	-14,65	-14,95	-14,92	-16,65	-16,9	-17,17	-17,2	-17,43				
A7	-18,9	-22,17	-24,68	-25,48	-29,36	-33,35	-32,07		-31,22	-33,2			
A8	-8,29	-9,3	-11,53	-8,93	-13,38	-20	-17,03	-16,25	-12,08	-16,95	-18,5	-26,16	-22,5
AE8	-8,36	-9,07	-11,26	-8,69	-12,3	-17,13	-18,82	-17,47	-10,54	-14,9	-17,73	-21,47	-20,2
A9	-11,21	-12,1	-14,52	-13,31	-17,43	-22,38	-19,88	-18,8	-17,3	-19,45	-20,05	-24,24	-29,9
A10	-16,1	-17,3	-18,28	-16,91	-19,3	-23,08	-21,9	-21	-19,54	-20,45	-22,74	-9,78	-23,23
K1					-7,28	-9,22	-8,2		-7,3	-7,35	-7,72		-8,65
K2					-9,72	-10,51	-10,8		-12,4				
K3					-13,62	-17,9	-17,73						
K4					-9,27	-15,92	-10,88		-9,51	-9,77	-10,6	-12,16	-11,47
K6					-8,67	-14,5	-12,42		-7,35		-14,45	-19,2	-17,42
K7					-26,9	-30,43	-28,53		-27,42		-31,4	-34,06	-32,47
K8					-35,5	-35,57	-35,62		-35,64	-35,8	-36	-36,12	-36,2
K9					-6,67	-11,82	-8,76		-6,22		-13	-16	-15,75
K10					-23,03	-35,62	-25,42		-23,97				
K11					-30,25	-33,83	-33,6		-27,93				

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΙΜΩΝ

<i>Κωδικός Γεώτρησης</i>	<i>Συντεταγμένη x</i>	<i>Συντεταγμένη y</i>	<i>Στάθμη υπόγειου νερού (m)</i>
<i>Γ1</i>	6725	25420	-29,45
<i>Γ2</i>	6470	25890	-20,6
<i>Γ3</i>	5510	25370	-21,78
<i>Γ4</i>	2720	23640	-17,47
<i>Γ5</i>	1720	23700	-7,39
<i>Γ6</i>	4590	23840	-31,75
<i>Γ7</i>	7510	22860	-86,72
<i>Γ8</i>	5880	22050	-47,88

4. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

Γενικά βλέπουμε ότι η στάθμη του υδροφόρου στρώματος είναι χαμηλότερη κατά τα ορεινά μέρη ενώ είναι υψηλότερη στα παράκτια.



Εικόνα 4,2: Πιεζομετρικός χάρτης κάτω ρου λεκάνης Ανθεμιούντα (Ιούνιος 2002)

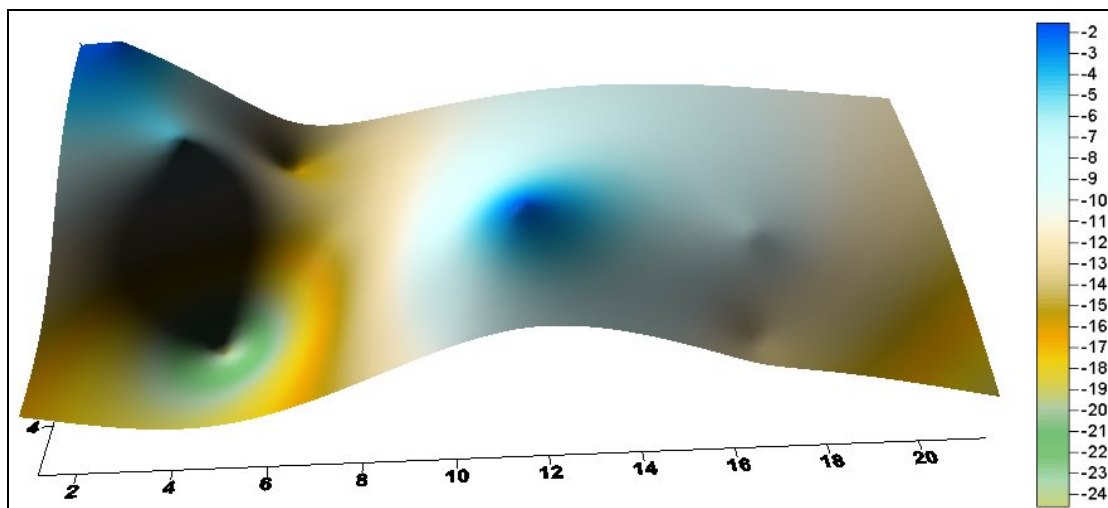
4.2. Πιεζομετρικός χάρτης (1:25000) Μαρτίου 2005

Κατά την περίοδο του Μαρτίου του 2005 έγιναν οι μετρήσεις της στάθμης στην περιοχή έρευνας μας .Χρησιμοποιώντας αυτά τα δεδομένα , τα οποία υπάρχουν στο κεφάλαιο 3, κατασκευάστηκε ο παρακάτω πιεζομετρικός χάρτης .

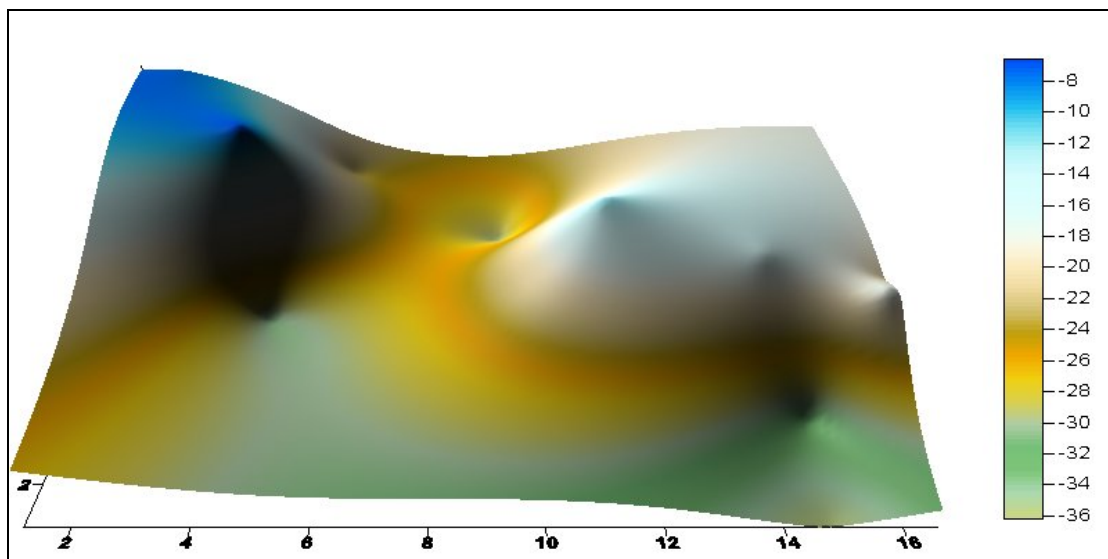
Γενικά η εικόνα που παρατηρούμε είναι μία μεταβολή στάθμης από τα ΒΑ προς τα ΝΔ .Οι στάθμες που μετρήθηκαν έχουν αναχθεί σε απόλυτο υψόμετρο.



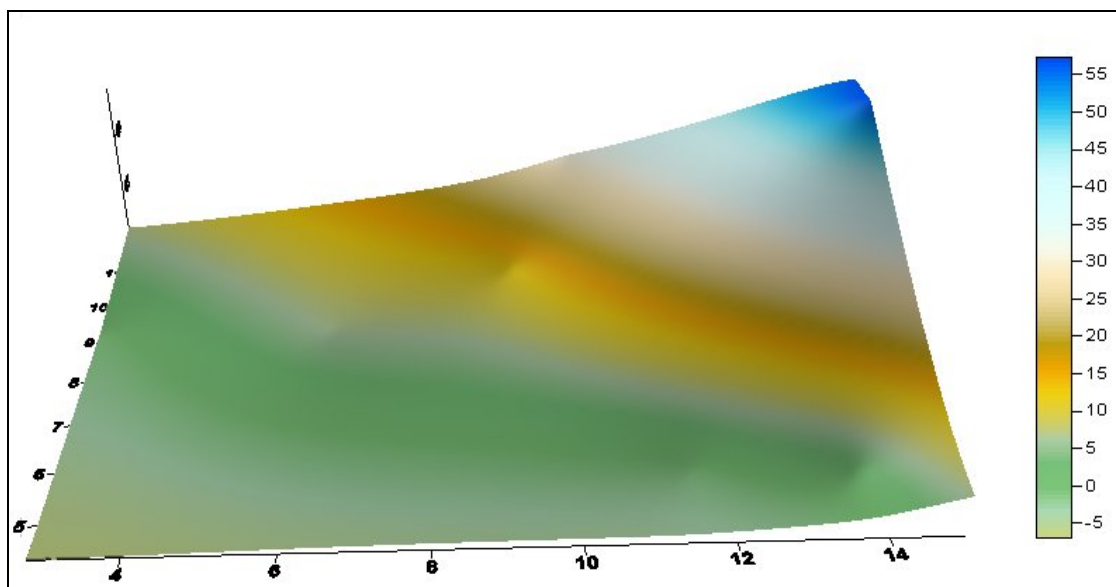
4.3. Τρισδιάστατη απεικόνιση της πιεζομετρικής επιφάνειας



Εικόνα 4,3: Τρισδιάστατη απεικόνιση της πιεζομετρικής επιφάνειας κάτω ρου λεκάνης Ανθεμούνα (Ιούνιος 1993)



Εικόνα 4,4: Τρισδιάστατη απεικόνιση της πιεζομετρικής επιφάνειας κάτω ρου λεκάνης Ανθεμούνα (Ιούνιος 2002)



Εικόνα 4,5: Τρισδιάστατη απεικόνιση της πιεζομετρικής επιφάνειας της περιοχής μελέτης (Μάιος 2005)

5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

5.1. *Αξιολόγηση παλιάς πιεζομετρίας*

Στην υδρολογική λεκάνη του Ανθεμούντα και στα κατάντη πεδινά της τμήματα, αναπτύσσονται δύο κύριοι υδροφόροι ορίζοντες. (Ανατολική Α.Ε.) Ο ένας διακρίνεται στην προσχωματική περιοχή της Γαλάτιστας-Γαλαρινού στα κατάντη τμήματα της υπολεκάνης του Άνω ρου. Ο δεύτερος ανεξάρτητος υδροφορέας αναπτύσσεται από την παράκτια ζώνη του κάτω ρου ως την περιοχή των Βασιλικών. Δεν υπάρχουν αποδείξεις παρά μόνο ενδείξεις για το γεγονός ότι οι δυο κύριοι υδροφόροι ορίζοντες αναπτύσσονται ανεξάρτητα μεταξύ τους.

Υδροφόρος ορίζοντας Κάτω ρου: Η πιεζομετρική του επιφάνεια δεικνύει μια συνεχή πτωτική τάση από την περίοδο του 1993 μέχρι και το 2002. Η πτώση στάθμης κατά μέσο όρο στα τμήματα αυτά της λεκάνης κυμαίνεται από 7-10μ όπως φαίνεται και από τους πιεζομετρικούς χάρτες στο κεφάλαιο 4. Στον φρεάτιο αυτόν υδροφόρο ορίζοντα όπως διακρίνεται και στην εν γένει μορφή των πιεζομετρικών καμπυλών η διεύθυνση της υπόγειας ροής έχει μια τάση συγκλίνουσα από την περιοχή της εκτεταμένης λοφώδους σειράς Αγ. Παρασκευής, Ταγαράδων (παρυφές λεκάνης) προς τα κεντρικά κατάντη τμήματα της λεκάνης. Πρόκειται ουσιαστικά για έναν άξονα υπόγειας αποστράγγισης από τις παρυφές της λεκάνης προς την κοίτη του ποταμού. Η υδραυλική κλίση ελαττώνεται βαίνουσα από τις νότιες παρυφές της λεκάνης προς το κέντρο της.

Σύμφωνα με μελέτες που έγιναν παλαιότερα (Ανατολική Α.Ε.) υπάρχουν ενδείξεις για μη υδραυλική επικοινωνία ανάμεσα στις δυο υπολεκάνες. Ως θεωρητικά αδιεπέραστο όριο θεωρείται η περιοχή Γαλάτιστας-Γαλαρινού με τις οφειολιθικές μάζες οι οποίες εντοπίζονται στην ευρύτερη περιοχή.

5.2. Αξιολόγηση πιεζομετρίας 2005

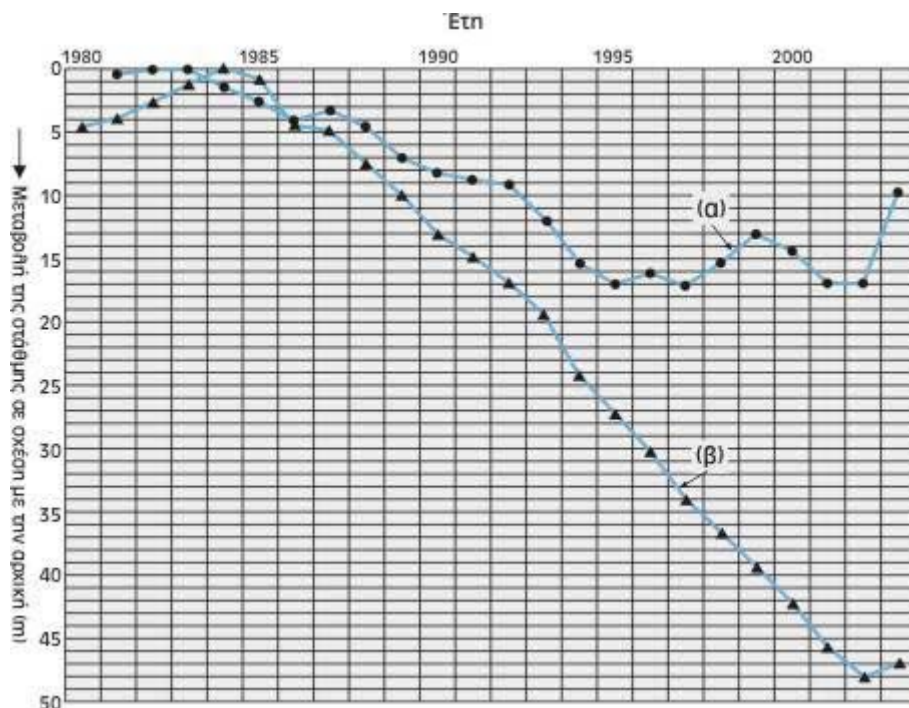
Από τα στοιχεία που συλλέξαμε αλλά και από τη σύγκριση των μετρήσεών μας με παλαιότερες τιμές, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα συνεχίζει να έχει πτωτικές τάσεις. Στη περιοχή μας, που αποτελεί το βορειο-δυτικό κομμάτι του κάτω ρου της λεκάνης του Ανθεμούντα, η διεύθυνση της υπόγειας ροής, κλίνει προς το κέντρο της ευρύτερης λεκάνης. Κατά πάσα πιθανότητα η πτώση της στάθμης θα είναι γενικότερη σε όλη τη λεκάνη του Ανθεμούντα, αφού ανήκουν στο ίδιο υδρολογικό σύστημα.

5.3. Συνέπειες της υπεράντλησης υδροφόρων στρωμάτων

Αν σε ένα υδροφόρο στρώμα δεν γίνεται ουδεμία εκμετάλλευση, ουδεμία άντληση νερού, τότε η στάθμη του θα ακολουθεί τη φυσική ετήσια και υπερετήσια πορεία, δηλ. η στάθμη σε υπερετήσια βάση θα διακυμαίνεται γύρω από μία περίπου σταθερή τιμή. Είναι επίσης αυτονόητο ότι μεταβολή της στάθμης σε ένα υδροφόρο στρώμα, σε μια περιοχή, σημαίνει μεταβολή των αποθεμάτων. Υπό φυσικές συνθήκες, μακροχρόνια, μέσα στον ιστορικό χρόνο, δεν υπάρχει μεταβολή αποθεμάτων. Η μέση στάθμη είναι περίπου σταθερή.

Όταν όμως γίνεται εκμετάλλευση, δηλ. άντληση υπόγειου νερού, τότε, προσωρινά τουλάχιστο, μειώνονται τα αποθέματα, υποχωρεί η στάθμη. Έτσι:

- Αν η ετήσια αντλούμενη ποσότητα είναι μικρότερη ή το πολύ ίση με τη φυσική ανανέωση (όση τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα, ή όση η ασφαλής απόδοση), η στάθμη το πρώτο χρονικό διάστημα υποχωρεί λίγο. Στη συνέχεια διακυμαίνεται πλέον γύρω από μία νέα μέση υπερετήσια στάθμη, μακροχρόνια σταθερή πλέον, αλλά κατώτερη ως προς την αρχική, σχήμα 5,1 (α).



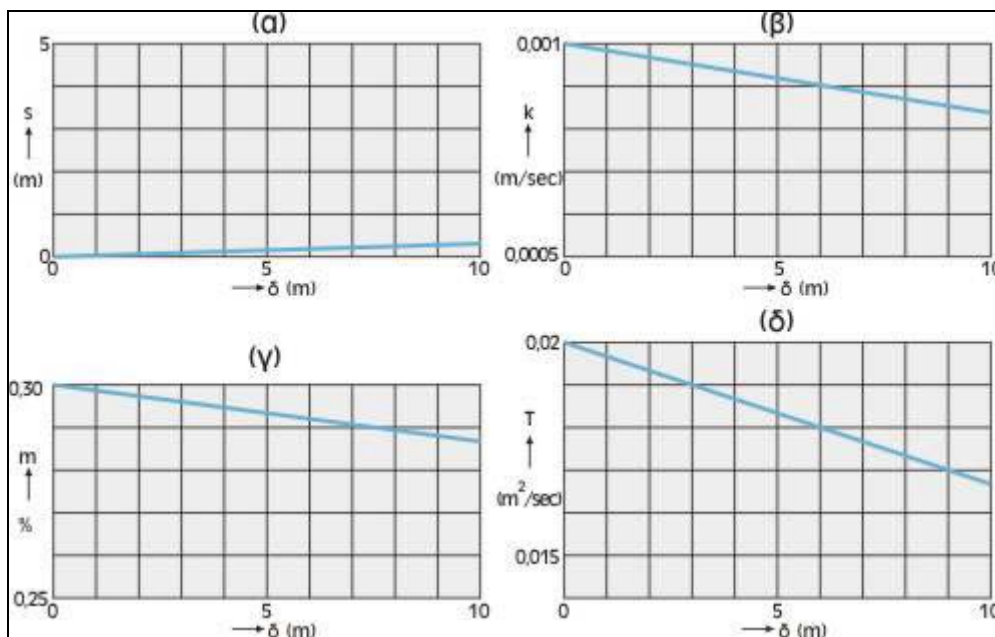
Εικόνα 5,1: Εξέλιξη της ανώτατης ετήσιας στάθμης (α): γεώτρηση LB232 στη Γυρτώνη Λάρισας, (β): γεώτρηση SR30 στη Χάλκη Λάρισας (κατά Ευαγγελόπουλο Α., 2004, ανασχεδιασμένο από το Σούλιο Γ.).

- Αν η ετήσια αντλούμενη ποσότητα είναι συνεχώς ανώτερη από τη συνολική ετήσια ανανέωση, τότε η ετήσια στάθμη υποχωρεί κάθε χρόνο πιο κάτω από αυτήν του προηγούμενου έτους, σχήμα 5,1 (β). Στην τελευταία αυτή περίπτωση έχουμε υπεράντληση, εκμετάλλευση του υπόγειου νερού και προκαλείται μόνιμη υποχώρηση της στάθμης που είναι τόσο πιο μεγάλη, όσο πιο έντονη και μακροχρόνια είναι η υπεράντληση. Γίνεται άντληση όχι μόνο των εκμεταλλεύσιμων αλλά και μέρους των μονίμων. Έτσι τα φυσικά αποθέματα μειώνονται συνεχώς.

Η υπεράντληση και μάλιστα η συνεχιζόμενη, δημιουργεί σημαντική, μόνιμη, αυξανόμενη υποχώρηση της στάθμης των αντλουμένων υδροφορέων. Η υποχώρηση αυτή της στάθμης έχει πολλές άμεσες και έμμεσες συνέπειες τις οποίες παραθέτουμε στη συνέχεια.

5.3.1. Συνέπειες στον ίδιο τον υδροφόρα από την υπεράντληση

Η υπεράντληση του υδροφόρα μπορεί να προκαλέσει μεταβολές στη συνίζηση s , στη μείωση της περατότητας k , στη μείωση του ολικού πορώδους m , και στη μείωση της υδραυλικής αγωγιμότητας T όπως φαίνεται στην εικόνα 5,2



Εικόνα 5,2: Διαγράμματα στα οποία φαίνεται σε συνάρτηση με την υποχώρηση στάθμης δ : (α): η συνίζηση s , (β): η μείωση της περατότητας k , (γ): η μείωση του ολικού πορώδους m , (δ): η μείωση της υδραυλικής αγωγιμότητας T . (Σούλιος 2004)

5.4. Προτάσεις

Τα περισσότερα προβλήματα αναφορικά με την επάρκεια του υπόγειου υδατικού πόρων σε επίπεδο λεκανών απορροής απορρέουν από αντλήσεις και τις εν γένει ανθρώπινες δραστηριότητες. Η αξιολόγηση ενός τέτοιου θέματος σχετίζεται άμεσα με την συστηματική, αξιόπιστη και μακροχρόνια καταγραφή και αξιολόγηση μετρήσεων τόσο των ποσοτικών όσο και των ποιοτικών παραμέτρων του υπόγειου νερού. Παρόλα αυτά η έλλειψη ορθολογικά οργανωμένου δικτύου συλλογής υδρολογικής πληροφορίας στην περιοχή μελέτης καθώς συγκεκριμένων προδιαγραφών στην συλλογή

αυτής της πληροφορίας. καθιστά ελλειμματική κάθε προσπάθεια αξιολόγησης των υπόγειων υδάτων. Η παραπάνω κατάσταση δημιουργεί δυσκολίες πραγματοποίησης μακροχρόνιας διερεύνησης των παραμέτρων των υπόγειων υδροφόρων.

Για την περιοχή μελέτης συνιστάμε μια σειρά από δράσεις οι οποίες πλαισιώνονται κάτω από ένα σκεπτικό διερεύνησης τόσο της υπόγειας όσο και της επιφανειακής υδρολογίας της λεκάνης. Αναφορικά με την υπόγεια υδρολογία προτείνεται :

1. Η έναρξη διεξοδικής χωροχρονικής παρακολούθησης της στάθμης των υπόγειων υδροφόρων με παράλληλη ανόρυξη πιεζόμετρων σε περιοχές της λεκάνης όπου η κάλυψη χαρακτηρίζεται ως ανεπαρκής. Επιπλέον κρίνεται απαραίτητη η εκτέλεση διαγραφών τόσο στα υπάρχοντα πιεζόμετρα παρακολούθησης όσο και στα προτεινόμενα προ ανόρυξη με σκοπό τον συσχετισμό ανάμεσα στους αντλούμενους υδροφόρους ορίζοντες.

2. Διεξοδική παρακολούθηση της ποιοτικής κατάστασης των γεωτρήσεων από ειδικευμένο εργαστήριο με στόχο τη διαχρονική παρακολούθηση της μεταβολής της ποιότητάς τους.

Αναφορικά με την επιφανειακή υδρολογία προτείνεται:

3. Καταγραφή των εστιών ρύπανσης σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης και διερεύνηση δυνητικής τρωτότητας των επιφανειακών και υπόγειων αποθεμάτων αναφορικά με τις εστίες ρύπανσης.

4. Δημιουργία δικτύου παρακολούθησης μετεωρολογικών, υδρολογικών, υδρογεωλογικών

παραμέτρων σε επίπεδο λεκάνης απορροής και σε χρονικό ορίζοντα 10ετίας

5. Σε επίπεδο υδρολογικών υπολεκανών διερεύνηση της υδρολογικής απόκρισής τους. Σε επίπεδο μελλοντική όρασης μια τέτοια, προσέγγιση είναι σε θέση να σηματοδοτήσει θέσεις περιβαλλοντικούς, υδρολογικούς και υδρογεωλογικούς αποδεκτές για κατασκευή φραγμάτων, λιμνοδεξαμενών και εν γένει διαχείριση της επιφανειακής υδρολογίας.

Η συστηματική καταγραφή των ανωτέρω παραμέτρων κάτω από το καθεστώς ενός συντονιστικού πλαισίου δράσης είναι σε θέση να οδηγήσει σε διαχειριστικά σενάρια για τους υδατικούς πόρους της λεκάνης Ανθεμούντα.

5.5. Τεχνητός εμπλουτισμός

5.5.1. Γενικά

i. Το νερό της επιφανειακής απορροής μπορεί να αξιοποιηθεί με τους εξής τρόπους:

- Με άμεση άντληση από την κοίτη του υδρογραφικού δικτύου, ενόσω ρέει, πριν καταλήξει στη θάλασσα.
- Με κατασκευή φραγμάτων στην τεχνητή λίμνη των οποίων αποθηκεύεται και από την οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί.
- Με τη χρησιμοποίησή του για τεχνητό εμπλουτισμό των υδροφόρων στρωμάτων.

Στην πρώτη περίπτωση η λύση είναι κατά κανόνα συμφέρουσα, όμως μπορεί να αξιοποιηθεί μόνο μικρό ποσοστό του επιφανειακού νερού. Εξάλλου η ζήτηση νερού είναι μέγιστη όταν η παροχή του υδρογραφικού δικτύου είναι ελάχιστη ή μηδενική. Άρα σε χώρες όπως η Ελλάδα δεν αποτελεί λύση σήμερα που απαιτείται αξιοποίηση όλου του υδατικού δυναμικού, ή πάντως μεγάλου τμήματός του.

Στη δεύτερη περίπτωση έχουμε στην Ελλάδα, στις άλλες παραμεσογειακές χώρες και σε όλο τον υπόλοιπο κόσμο κατασκευή φραγμάτων και χρησιμοποίηση του νερού από τις τεχνητές λίμνες τους. Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της θέσης κατασκευής του φράγματος η λύση μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο συμφέρουσα ή και ενίοτε αρκετά έως παντελώς ασύμφορη, αλλά αναγκαία για κοινωνικούς λόγους, όταν δεν υπάρχει άλλη λύση.

Στην τρίτη τέλος περίπτωση υπάρχει λύση που κατά τις τελευταίες δεκαετίες αναπτύχθηκε σιγά-σιγά γιατί έχει πολλά πλεονεκτήματα. Βέβαια η λύση αυτή ενδείκνυται όταν είναι πρόσφορες οι γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες και εντέλει συμφέρουσες οι οικονομικές παράμετροι στο πλαίσιο συνολικής διαχείρισης των υδατικών πόρων μιας περιοχής ή λεκάνης. Σε ορισμένες περιοχές η λύση αυτή είναι είτε η μόνη εφικτή, είτε αναγκαία και γι' αυτό πρέπει να εφαρμόζεται ανεξάρτητα από οικονομικές παραμέτρους και αποδόσεις.

ii. Τι θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε ως τεχνητό εμπλουτισμό υδροφόρων στρωμάτων; Ποιος είναι ο ορισμός του;

Σε μια λεκάνη η περιοχή, υπό φυσικές συνθήκες, χωρίς παρέμβαση του ανθρώπου, το νερό των κατακρημνισμάτων που φθάνει στα υδροφόρα στρώματα και τα τροφοδοτεί, είτε άμεσα με την κατείσδυση, είτε έμμεσα με τη διήθηση από τις κοίτες του υδρογραφικού δικτύου, είναι ο φυσικός εμπλουτισμός. Το ύψος του είναι ορισμένο κάθε υδρολογικό έτος και εξαρτάται από τη γεωλογική σύσταση, από το βροχομετρικό ύψος και το βροχομετρικό σύστημα (ετήσια κατανομή της βροχής). Ο άνθρωπος έχει τη δυνατότητα να αυξήσει την ποσότητα αυτή του νερού, να προκαλέσει δηλαδή «τεχνητό εμπλουτισμό». Επομένως ως τεχνητό εμπλουτισμό των υδροφόρων στρωμάτων θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε την αύξηση των ποσοτήτων μετεωρικού νερού που εισέρχεται στα υδροφόρα στρώματα με χρήση διαδικασιών, τεχνικών, εγκαταστάσεων-διατάξεων από τον άνθρωπο. Στην πιο ευρεία έννοια θα λέγαμε ότι τεχνητός εμπλουτισμός είναι η εισαγωγή πρόσθετων ποσοτήτων νερού στο(-α) υδροφόρο(-α) στρώμα(-τα). Το πρόσθετο αυτό νερό μπορεί να προέρχεται από επιφανειακό νερό ή από νερό από παρακείμενο(-α) υδροφόρο(-α) στρώμα(-τα).

iii. Σκοπός του τεχνητού εμπλουτισμού είναι ένας από τους πιο κάτω ή συνδυασμός περισσότερων του ενός από αυτούς.

- Η αύξηση της εκμεταλλεύσιμης ποσότητας υπόγειου νερού ή η δημιουργία προσωρινής υπόγειας αποθήκης για εκμετάλλευση.
- Η αποκατάσταση της υδρολογικής ισορροπίας (δηλ. του υδρολογικού ισοζυγίου) υδροφόρων στρωμάτων ή συστημάτων που διαταράχθηκε λόγω υπερεκμετάλλευσης (υπεράντλησης) τους ή η πρόληψη της επαπειλούμενης διατάραξης του υδρολογικού ισοζυγίου και των συνεπειών του (βλ. προηγούμενο κεφάλαιο).
- Η πρόκληση ανόδου της στάθμης (τοπικά ή γενικά) σε παράκτια υδροφόρα στρώματα για την αποφυγή ή την αναχαίτιση διείσδυσης της θάλασσας και υφαλμύρωσης των υδροφορέων.
- Η άνοδος ή έστω η διατήρηση της στάθμης υδροφόρων στρωμάτων για την αποφυγή συνίζησής τους και υποχώρησης της επιφάνειας του εδάφους
- Η τροποποίηση της ποιότητας υπόγειου νερού με εμπλουτισμό του από άλλο κατάλληλο ποιοτικά
- Η επεξεργασία επιφανειακών νερών προς εκμετάλλευση δια της διήθησής τους από κατάλληλα εδαφικά-γεωλογικά στρώματα

- Η διατήρηση της παροχής που επαπειλείται με μείωση ή και πλήρη στείρευση ή επαναλειτουργία στειρευθείσης ήδη πηγής αντλουμένου φρέατος (ή γεώτρησης) ή κάθε υδροληπτικού (υδρομαστευτικού) έργου

- Η ενεργειακή χρήση νερού με εισαγωγή κρύου και άντληση ζεστού σε περιοχές γεωθερμικών πεδίων

- Η λειτουργία ψυκτικών εγκαταστάσεων και μηχανισμών εργοστασίων με την εισαγωγή θερμού νερού και την άντληση κρύου

- Η αντιμετώπιση πλημμυρικών παροχών με τη διοχέτευση μέρους τους σε περιοχές με διατάξεις-εγκαταστάσεις τεχνητού εμπλουτισμού.

iv. Προϋποθέσεις εφαρμογής του τεχνητού εμπλουτισμού είναι οι εξής:

- Να υπάρχει επιφανειακό νερό σε επαρκή ποσότητα.
- Η ποιότητα του επιφανειακού νερού να είναι κατάλληλη και χημικά συμβατή με αυτήν του υπόγειου.

- Να υπάρχουν κατάλληλες γεωλογικές συνθήκες (επιφάνειες και υπέδαφος με μεγάλη περατότητα, υδροφόρα στρώματα σε αλληλουχία και σε υδραυλική διασύνδεση κλπ).

- Να υπάρχουν περιοχές κατάλληλες γεωμορφολογικά.

- Το κατασκευαστικό και το λειτουργικό κόστος να μην είναι ασύμφορα

v. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Τεχνητού Εμπλουτισμού. Στα πλεονεκτήματα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε:

- Περιβαλλοντικά έχει γενικά θετικές επιπτώσεις: βελτίωση της ποιότητας του υπόγειου νερού, προστασία της ύπαρξης και της λειτουργίας πηγών και υγροτόπων, αποφυγή συνίζησης και άρα ποσοτικής υποβάθμισης υδροφορέων, αποφυγή ή αναχαίτιση διείσδυσης θαλασσινού νερού στα παράκτια υδροφόρα στρώματα.

- Οι υπόγειοι ταμιευτήρες δεν διατρέχουν τους κινδύνους φυσικών καταστροφών των επιφανειακών ταμιευτήρων (κατολισθήσεις, πλημμύρες, άμεσες μολύνσεις κλπ).

- Δεν αχρηστεύεται λόγω υπεράντλησης τυχόν υπάρχουσα υποδομή από γεωτρήσεις, αγωγούς κλπ.

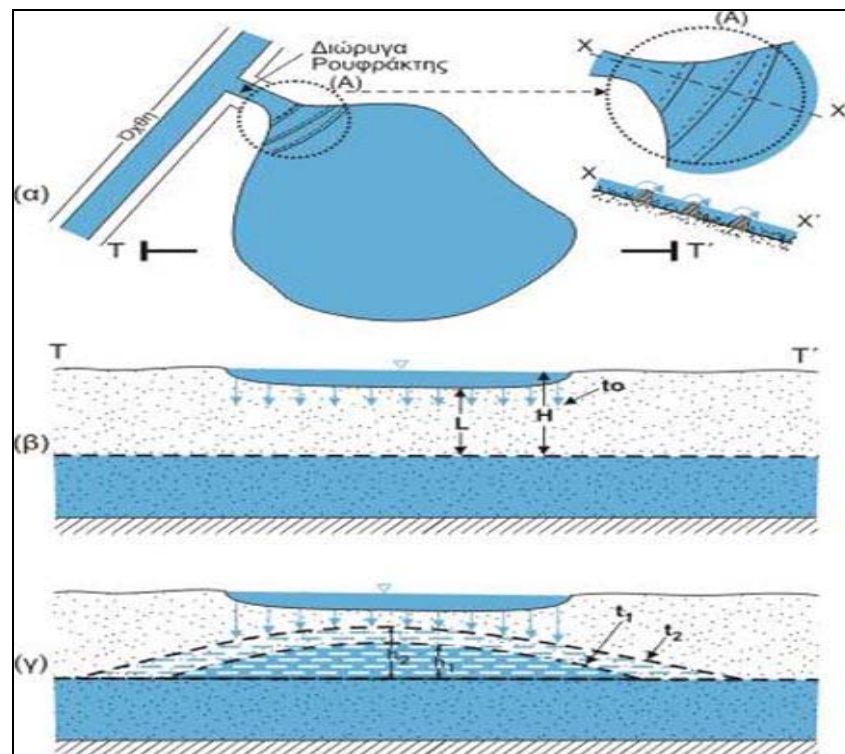
- Μειώνονται οι απώλειες νερού από εξατμίσεις

Στα μειονεκτήματα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε:

- Απαιτείται συνεχής και επιμελής παρακολούθηση των συστημάτων τεχνητού εμπλουτισμού.
- Υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης-ρύπανσης υπόγειου νερού, αν, έστω επεισοδιακά, χρησιμοποιηθεί μολυσμένο-ρυπασμένο νερό.
- Δεν συναντώνται συχνά στη φύση κατάλληλες συνθήκες υπό οικονομικά συμφέροντες όρους για εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού.

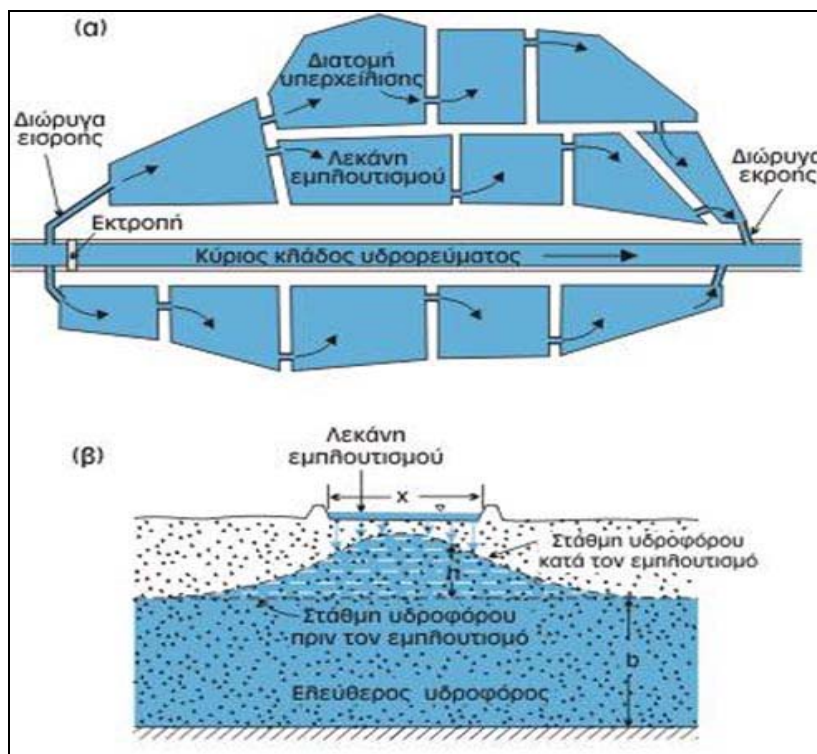
5.5.1.1. Μέθοδοι εφαρμογής τεχνητού εμπλουτισμού από επιφάνειες

Τεχνητός εμπλουτισμός μπορεί να γίνει: 1) με πλημμυρισμό επιφανειών (Εικόνα 5,14)



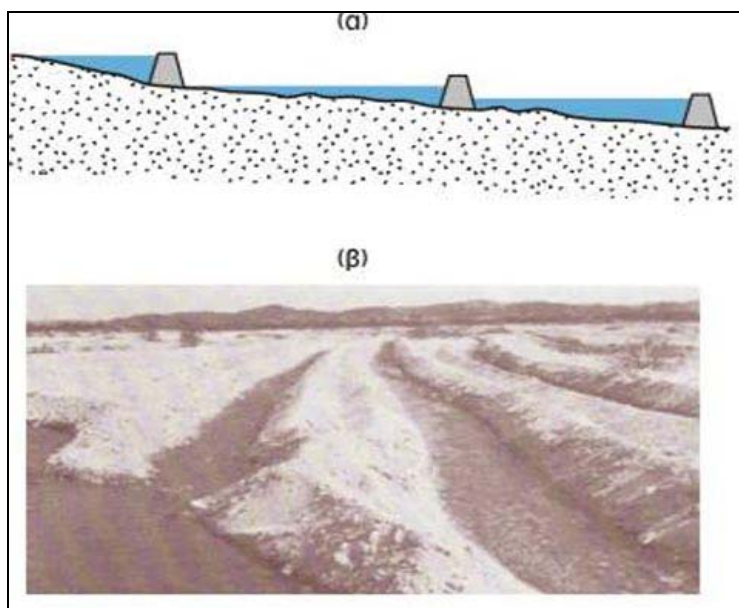
Εικόνα 5,3: Τεχνητός εμπλουτισμός με πλημμυρισμό επιφανειών (α): κάτοψη, (β): τομή TT' κατά την έναρξη του εμπλουτισμού (χρόνος t_0), (γ): Τομή TT για διαφορετικούς χρόνους t_1 και t_2 ($t_2 > t_1$) από την έναρξη του εμπλουτισμού. Στο (Α) και στην τομή xx' έχουμε λεκάνες καθίζησης (Σούλιος 2004)

2) με κατάκλυση λεκανών (εικόνα 5,4)



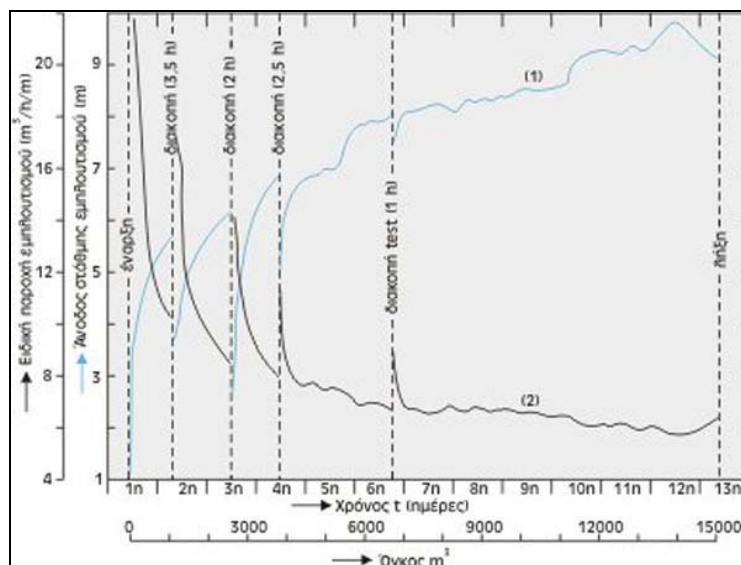
Εικόνα 5,4: Τεχνητός εμπλουτισμός με κατάκλυση λεκανών. (α): κάτοψη, (β): τομή κάτω από μία λεκάνη πλάτους x (από Καλλέργη 2001 κατά Todd 1980)

και 3) με διευθετήσεις στις κοίτες χειμάρρων για τεχνητό εμπλουτισμό (Εικόνα 5,5)



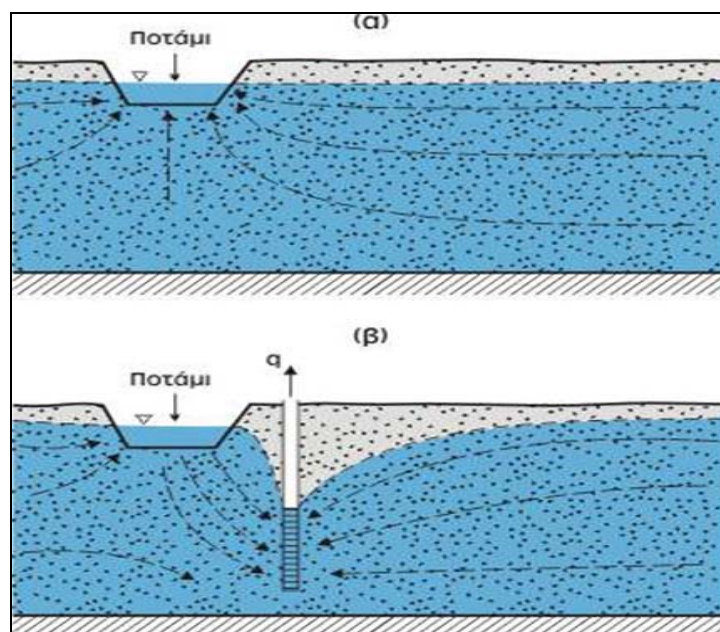
Εικόνα 5,5: Διευθετήσεις στις κοίτες χειμάρρων για τεχνητό εμπλουτισμό. (α): μικρά φράγματα κατά μήκος, (β): αυλάκια (κατά Todd 1980)

5.5.2. Μέθοδοι εφαρμογής δυναμικού εμπλουτισμού



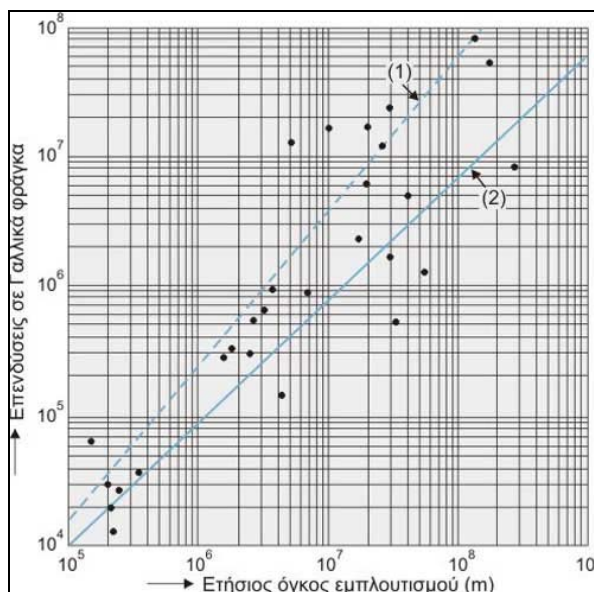
Εικόνα 5,8: Τεχνητός εμπλουτισμός από γεώτρηση. (1): καμπύλη στάθμης, (2) καμπύλη ειδικής παροχής με το χρόνο (κατά Βαφειάδη Π.-Πανώρα Α., 1996, με επανασχεδιασμό από τον Σούλιο Γ. 2004)

5.5.3. Τρόποι επαγωγικού εμπλουτισμού



Εικόνα 5,9: Επαγωγικός εμπλουτισμός λόγω άντλησης πλησίον τάφρου. (α): φυσικές ροές, (β): ροές κατά την άντληση (από Καλλέργη Γ., 2001, με επανασχεδιασμό από το Σούλιο Γ. 2004)

5.5.4. Οικονομικά στοιχεία στον τεχνητό εμπλουτισμό



Εικόνα 5,10: Σχέση όγκου εμπλουτισμού και κόστους επενδύσεων (1): κόστος με προεπεξεργασία νερού, (2): κόστος χωρίς προεπεξεργασία νερού (κατά Bize J.- Bourquet L.-Lemoine J., 1972, ανασχεδιασμένο-τροποποιημένο από το Σούλιο Γ. 2004)

5.6. Πρόγραμμα Life

Το έργο LIFE99/ENV/GR/000590 με τίτλο: "Πιλοτικός εμπλουτισμός υδροφορέων με απευθείας υπόγεια διάθεση και άρδευση, για την αντιμετώπιση της υφαλμύρωσης στα πλαίσια ολοκληρωμένης αειφορικής διαχείρισης των υδάτινων πόρων" εντάσσεται στην προσπάθεια ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδατικών πόρων που εφαρμόζεται στη λεκάνη του Ανθεμούντα - Ανατολικής Θεσσαλονίκης. Συγκεκριμένα αφορά στην ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων για τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων με σκοπό τον έλεγχο του μετώπου της υφαλμύρωσης και τη βελτίωση του υδατικού ισοζυγίου.

Αντικείμενο του έργου είναι ο ολοκληρωμένος και τεκμηριωμένος καθορισμός των ποιοτικών προδιαγραφών για την επαναχρησιμοποίηση επεξεργασμένων λυμάτων, προσαρμοσμένων στις ελληνικές συνθήκες, και η αξιολόγησή τους σε πιλοτική μονάδα επαναχρησιμοποίησης, με επιλεγθείσες μεθόδους εμπλουτισμού την άρδευση, την επιφανειακή και την υπεδάφεια διάθεση. Το πιλοτικό έργο υλοποιείται στην Ε-

γκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων του Δήμου Θέρμης, όπου κατασκευάστηκε και λειτουργεί μονάδα προωθημένης (πλήρους) επεξεργασίας των δευτεροβάθμιων εκροών της, δυναμικότητας 800-1000 m³/day. Η μονάδα προωθημένης επεξεργασίας περιλαμβάνει τα στάδια της χημικής κροκίδωσης, της διήθησης σε αυτοκαθαριζόμενο φίλτρο άμμου, της απορρόφησης σε φίλτρο ενεργού άνθρακα και τέλος της απολύμανσης με όζον. Τα πλήρως επεξεργασμένα αστικά λύματα χρησιμοποιούνται για τον τεχνητό εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων μέσω έξι κλινών διάθεσης και ενός φρέατος, ενώ μέρος αυτών οδηγείται προς άρδευση. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει επίσης πλήρεις εργαστηριακές αναλύσεις και συνεχείς προσδιορισμούς των ρύπων και του μικροβιακού φορτίου σε όλα τα στάδια της πιλοτικής εφαρμογής και βελτιστοποίηση της λειτουργίας της.

Στις δράσεις του έργου περιλαμβάνονται επίσης η διερεύνηση σκοπιμότητας επαναχρησιμοποίησης λυμάτων από ΕΕΛ σε όλη την Ελλάδα καθώς και η μελέτη σκοπιμότητας εφαρμογής της αναπτυχθείσας τεχνολογίας σε υπάρχουσες ΕΕΛ στην ευρύτερη περιοχή του πιλοτικού έργου.

Στο πλαίσιο του έργου LIFE οργανώνονται δράσεις δημοσιοποίησης που αφορούν στην εξοικονόμηση νερού για αστικές, βιομηχανικές και αγροτικές χρήσεις και στη διάδοση τεχνικών και εφαρμογών ανακύκλωσης νερού και επεξεργασμένων λυμάτων, κύρια στον γεωργικό και βιομηχανικό τομέα.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Ανατολική Α.Ε.:** Ολοκληρωμένη μελέτη διαχείρισης υδατικών πόρων νότιων παράκτιων περιοχών Ν. Θεσσαλονίκης – Ν. Χαλκιδικής
- **Βαφειάδη, Π.-Πανώρα Α., (1996):** Μελέτη τεχνητού εμπλουτισμού των υδροφόρων στρωμάτων της περιοχής Ριζού-Πετραίας-Αρσενίου, Ν. Πέλλας 92 σελ.
- **Βουδούρης Κ. (2003) :**Υφαλμύρωση υπόγειων υδροφορέων από διείσδυση θαλασσινού νερού
- **Ευαγγελόπουλος Α., (2004):** Ποσοτική και ποιοτική κατάσταση υπόγειου υδάτινου δυναμικού λεκάνης ανατολικής Θεσσαλονίκης.
- **Καλλέργης Γ. (2000):** Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία. Έκδοση ΤΕΕ. Τόμος Β΄
- **Kauffmann, G., Kockel, F., & Mollat H. (1976):** Notes on the stratigraphic and paleogeographic position of the Svoula Formation in the Innermost Zone of the Hellenides (Northern Greece). Bull. Soc. Geol. France, 18, 225-230
- **Kockel, F., & Mollat, H., & Walther, H. (1971):** Geologie des Serbomazedonischen Massivs und seines mesozoischen Rahmens. Geol. Jb. 89, 529-551
- **Kockel, F., & Mollat, H. (1977):** Erläuterungen zur Geologischen Karte der Chalkidiki und angrenzender Gebiete 1:100.000
- **Mercier J. (1966).** Etude geologique des zones internes des Hellenides en Macedoine centrale. Contribution a l 'etude du metamorphisme et de l'evolution magmatique des zones internes des Hellenides. Ann. Geol. Pays Hell.,20,1968^B.
- **Μουντράκης Δημοσθένης Μ. (1985):** Γεωλογία της Ελλάδας
- **Σαπουντζής Η. (1969):** Πετρογραφία και γεωλογική τοποθέτηση των πρασίνων γνευσίων της Θεσσαλονίκης. Διδακτ. Διατρ. Πανεπ. Θεσσαλονίκης. 99p.
- **Σούλιος Γ. (1986):** Γενική Υδρογεωλογία Α΄ Τόμος
- **Σούλιος Γ. (2004):** Γενική Υδρογεωλογία. Γ΄ Τόμος
- **<http://www.dimosthermis.gr>**
- **www.ota.gr**
- **<http://titan.chi.civil.ntua.gr>**

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ Η/Υ

- **Google Earth**
- **Surfer 8.0**
- **Paintshop Pro**

7. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.1. ΟΡΙΟΘΕΤΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	3
1.2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΗΜΩΝ	5
1.3. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	12
1.3.1. Γεωγραφική τοποθέτηση λεκάνης Ανθεμούντα	12
1.3.2. Γεωμορφολογικά στοιχεία λεκάνης Ανθεμούντα	13
1.3.3. Υπολεκάνη Βασιλικών (Κάτω Ρου)	16
1.4. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	17
2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΙΣΤΟΡΙΑ	19
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	20
2.2. ΖΩΝΗ ΠΑΙΟΝΙΑΣ.....	24
2.2.1. Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση.....	24
2.2.2. Ανατολική Παιονία.....	25
2.2.3. Τεκτοορονενετική Εξέλιξη	26
2.3. ΠΕΡΙΟΔΟΠΙΚΗ ΖΩΝΗ.....	28
2.3.1. Γεωτεκτονική θέση και παλαιογεωγραφία.....	28
2.3.2. Λιθοστρωματογραφία.....	30
2.3.3. Μεταμόρφωση και τεκτονική δομή.....	33
3. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ	35
3.1. ΓΕΝΙΚΑ	36
3.2. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑ 1993-2002.....	36
3.2.1. Άνω ρου	37
3.2.2. Κάτω Ρου.....	39
3.3. ΧΑΡΤΗΣ ΣΗΜΕΙΩΝ & ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΙΜΩΝ.....	41
4. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ	43
4.1. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ 1993-2002	44
4.2. ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ (1:25000) ΜΑΡΤΙΟΥ 2005 ...	45
4.3. ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	47
5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	49
5.1. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΛΙΑΣ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑΣ	50

5.2.	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΑΣ 2005	51
5.3.	ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΑΝΤΛΗΣΗΣ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ	51
5.3.1.	Συνέπειες στον ίδιο τον υδροφορέα από την υπεράντληση.....	53
5.4.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	53
5.5.	ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΣ.....	55
5.5.1.	Γενικά.....	55
5.5.1.1.	Μέθοδοι εφαρμογής τεχνητού εμπλουτισμού από επιφάνειες 58	
5.5.2.	Μέθοδοι εφαρμογής δυναμικού εμπλουτισμού.....	60
5.5.3.	Τρόποι επαγωγικού εμπλουτισμού	60
5.5.4.	Οικονομικά στοιχεία στον τεχνητό εμπλουτισμό	61
5.6.	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ LIFE	61
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	63
7.	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	66