

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Υδρογεωλογικές συνθήκες της λεκάνης της Γαλάτιστας»



Χαλούλας Σταύρος

A.E.M.: 3931

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Κωσταντίνος Βουδούρης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
1. Εισαγωγή	5
2. Γεωγραφικά – δημογραφικά	6
2.1 Λεκάνες απορροής	9
3. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής	10
3.1 Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της Περιοδοπικής Ζώνης.	11
3.1.1 Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της Παιονίας	12
3.1.2 Τεκτοορογενετική εξέλιξη της Παιονίας	15
3.2 Γεωλογία της περιοχής έρευνας	18
4. Κλιματικά Δεδομένα	20
4.1 Επιφανειακή απορροή	26
5. Υδρογεωλογικά στοιχεία	30
5.1 Υδροφορία της λεκάνης Ανθεμούντα	32
5.2 Υδρολιθολογική συμπεριφορά του Ανατολικού τμήματος της Λεκάνης Ανθεμούντα	33
5.3 Μετρήσεις της στάθμης του υπόγειου νερού- πιεζομετρικός χάρτης	34
5.4 Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων των υδάτων	36
6. Συμπεράσματα	44
7. Βιβλιογραφία	46
Παράρτημα	47

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Δρ. Βουδούρη Κωνσταντίνο για την δυνατότητα που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την πτυχιακή μου εργασία. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω εκ βαθέων τον διδάκτορα Καζάκη Νεράντζη για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για την περάτωση της παρούσας εργασίας. Οι σημαντικές υποδείξεις και συμβουλές του με κατεύθυναν σ' ένα σωστό τρόπο σκέψης πάνω απ' όλα και μου προσέφεραν σημαντικά εφόδια για την μετέπειτα ζωή μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμα, όλους του καθηγητές του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια.

Τέλος, θέλω να εκφράσω ένα τεράστιο ευχαριστώ στην οικογένεια μου, για τη στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου. Πέραν όμως από την πολύτιμη αυτή στήριξη, μου έδωσαν όλα τα εφόδια ώστε να γίνω ένας σωστός άνθρωπος και αυτό είναι κάτι που δεν μαθαίνεται, αλλά μεταδίδεται.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της ολοκλήρωσης των σπουδών μου στο Τμήμα Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι οι υδρογεωλογικές συνθήκες της λεκάνης της Γαλάτιστας του Δήμου Ανθεμούντα. Η παρούσα εργασία έγκειται στο να παρέχει συγκεντρωτικά και αναλυτικά όλες τις πληροφορίες και γνώσεις που απαιτούνται για τον προσδιορισμό των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών της λεκάνης της Γαλάτιστας.

Για την περάτωση της παρούσας μελέτης και την συλλογή των απαραίτητων στοιχείων, έγινε απαραίτητη η επίσκεψη σε δημοτικούς φορείς του Δήμου Ανθεμούντα καθώς και σε τοπικές ιδιωτικές επιχειρήσεις όπως κτηνοτροφικές μονάδες ή σε γεωτρήσεις ιδιωτών που είχαν καθαρά αρδρευτικό χαρακτήρα.

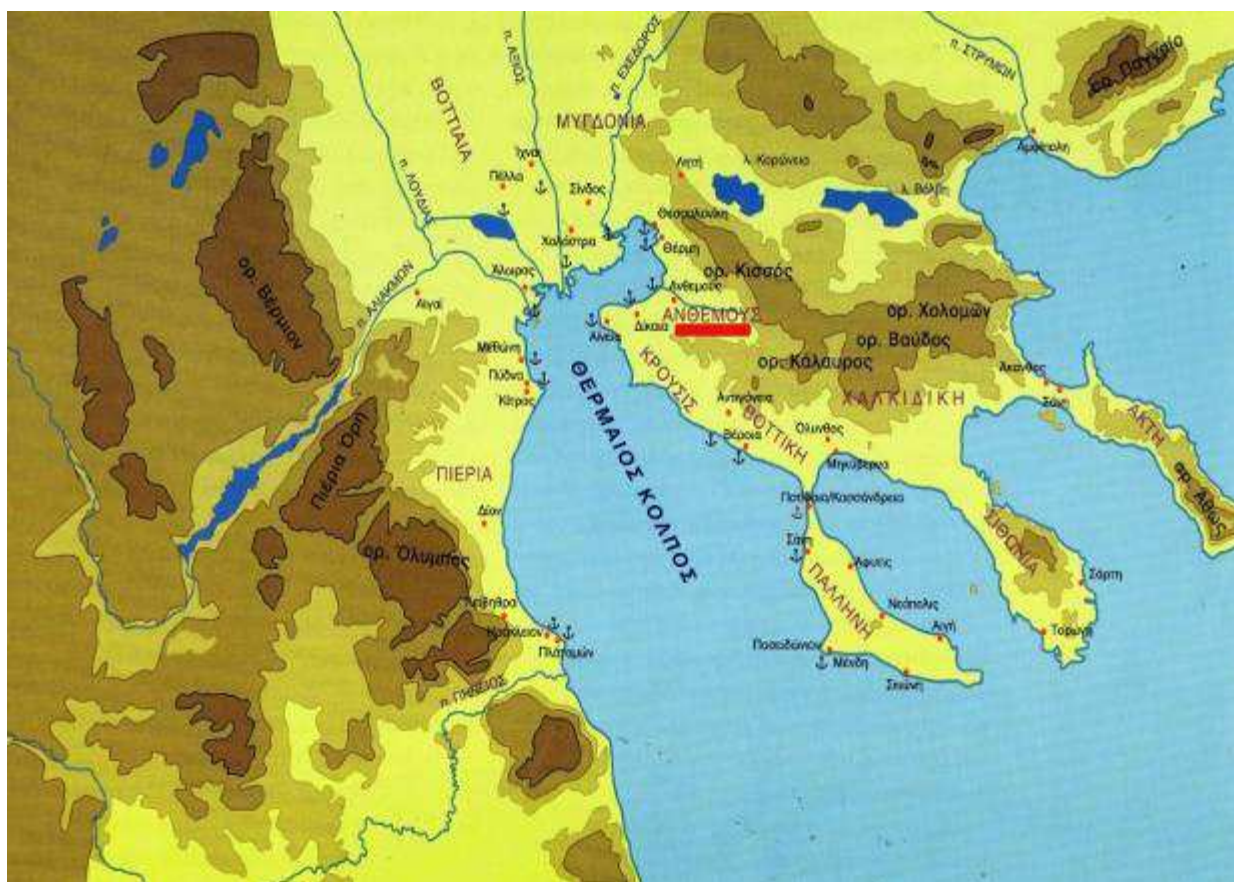
Για αυτό τον σκοπό υλοποιήθηκαν οι κάτωθι εργασίες :

- Απογραφή υδρογεωτρήσεων
- Επιτόπου μετρήσεις φυσικοχημικών ιδιοτήτων του υπόγειου νερού
- Μετρήσεις στάθμης
- Χημικές αναλύσεις
- Αποδελτίωση των υφιστάμενων γεωτρήσεων
- Ψηφιοποιήσεις

Αξίζει να σημειωθεί ότι η απογραφή των υδρογεωτρήσεων έγινε το έτος 2010, ενώ οι μετρήσεις στάθμης και οι φυσικοχημικές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν το έτος 2011.

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ – ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ

Η λεκάνη του Ανθεμούντα εντοπίζεται στην Κεντρική Μακεδονία, στο βορειοδυτικό τμήμα του Νομού Χαλκιδικής και έχει έκταση 318 Km^2 . Αποτελείται από τις υπολεκάνες των Βασιλικών (208 Km^2) και της Γαλάτιστας (110 Km^2).



Σχήμα 2.1 Γεωγραφική θέση του Ανθεμούντα.

Ο Δήμος Ανθεμούντα πρίν την εφαρμογή του προγράμματος Καλλικράτης και την ένταξη του στο νέο δήμο Πολυγύρου, περιλάμβανε 4 συνολικά Δημοτικά διαμερίσματα με έδρα του την Γαλάτιστα. Η Γαλάτιστα αποτελεί κωμόπολη του δήμου Πολυγύρου και κατέχει πληθυσμό 2662 κατοίκων σύμφωνα με απογραφή του 2001. Ο Βάβδος, σύμφωνα με την ίδια απογραφή, έχει εγγεγραμμένους 680 κατοίκους, ενώ ο Γαλαρινός 299 κατοίκους και τέλος η Δουμπία 587 κατοίκους.

Δ.Δ. Γαλατίστης

- η Γαλάτιστα
- η Αγία Αναστασία
- ο Κιουρκτσόγλου
- η Μονή Αγίας Αναστασίας Φαρμακολύτριας
- το Πρινοχώρι

Δ.Δ. Βάβδου – ο Βάβδος

Δ.Δ. Γαλαρινού – ο Γαλαρινός

Δ.Δ. Δουμπιών – τα Δουμπιά

Η μορφολογία της περιοχής μας οφείλεται στην τεκτονική αλλά και στην κατά τόπους διαφορετική λιθολογική σύσταση των σχηματισμών της λεκάνης απορροής του ποταμού Ανθεμούντα. Το μέγιστο υψόμετρο ανήκει στην κορυφή του Χορτιάτη (γνωστό παλαιότερα και ως βουνό Κίσσος) με τιμή περί τα 1200 μέτρα. Η γενική διεύθυνση της κοιλάδας είναι από δυτικά προς τα ανατολικά με μήκος 30 χιλιόμετρα και οριοθετείται από την οροσειρά του Χορτιάτη, από την λοφοσειρά της Αγίας Παρασκευής – Μονοπήγαδου και του ορεινού όγκου Γαλάτιστας – Βάβδου.



Σχήμα 2.2 Χάρτης των λεκανών του υδατικού διαμερίσματος της κεντρικής Μακεδονίας. Πηγή: Η ιστοσελίδα της περιφέρειας κεντρικής Μακεδονίας (<http://rcm.damt.gov.gr/>)

Παίρνοντας ως κριτήριο το ανάγλυφο, στην περιοχή μας διακρίνονται τρία διακριτά τμήματα:

Το βόρειο τμήμα, το οποίο αποτελεί το 10,92% της συνολικής έκτασης με ένα εύρος υψομέτρου 600 – 1200 μέτρα και χαρακτηρίζεται ως ορεινό – ημιορεινό.

Έπειτα, το κεντρικό τμήμα που καταλαμβάνει το 46,38 % της έκτασης με υψόμετρο που κυμαίνεται από 0 – 200 μέτρα και χαρακτηρίζεται ως πεδινό.

Και τέλος, το νοτιότερο τμήμα με εύρος 200 – 600 μέτρα που αποτελεί το 42,70% της έκτασης και χαρακτηρίζεται ως λοφώδης.

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η λεκάνη απορροής του ποταμού Ανθεμούντα είναι πεδινή – λοφώδης. Η μέση κλίση της λεκάνης είναι 11% και ο δείκτης αναγλύφου είναι 0,12. Όπως είναι φυσικό η λεκάνη αποτελείται από μικρότερες νεώτερες υπολεκάνες οι οποίες μέσω χειμάρρων αποστραγκίζονται, δημιουργώντας έτσι το κυρίως υδρόρρευμα της λεκάνης απορροής το οποίο εκβάλλει στον Θερμαϊκό κόλπο.



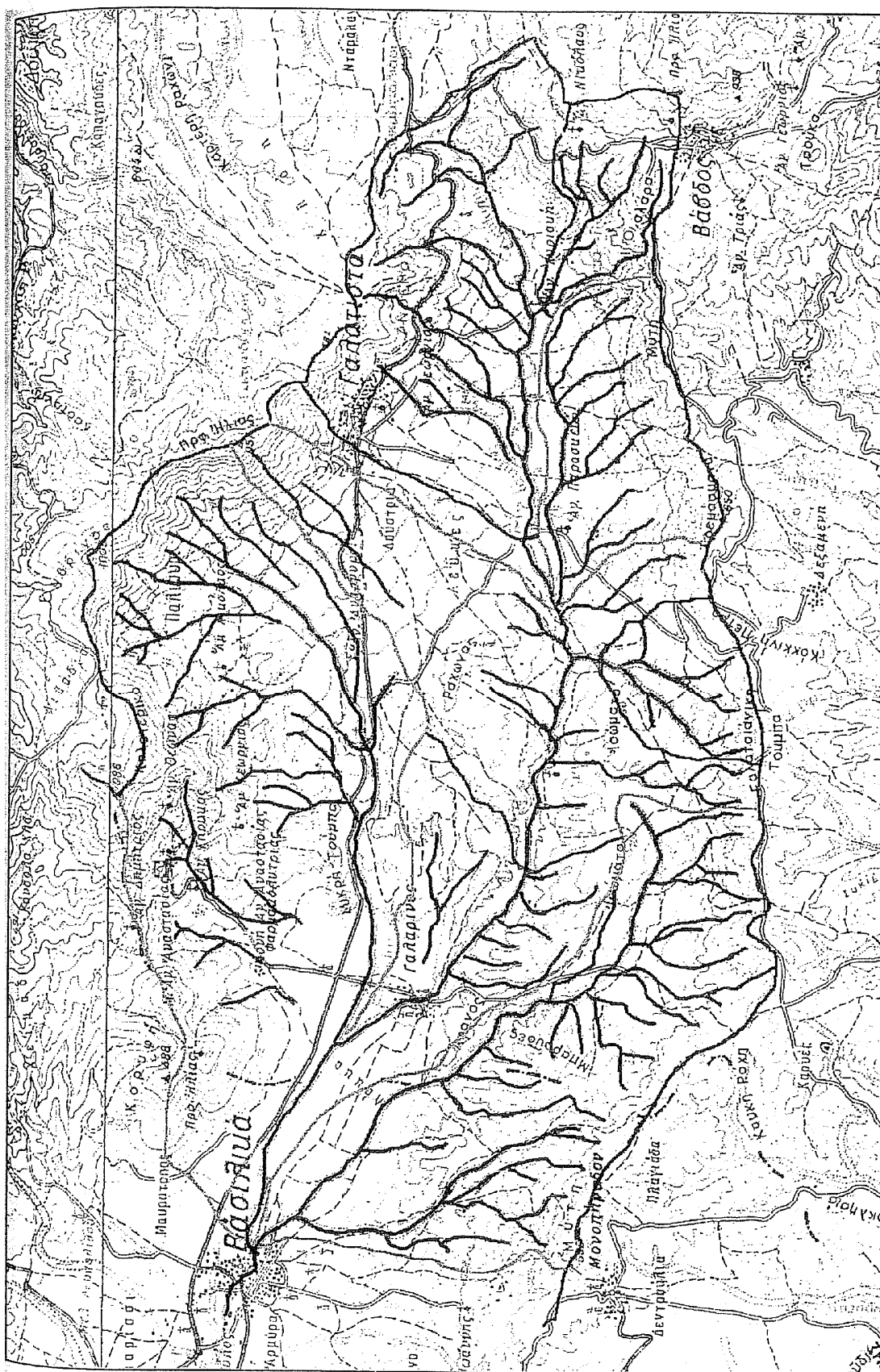
Σχημα 2.3 Φωτογραφία μορφολογίας Ανθεμούντα (Κισσός – Χορτιάτης)

2.1 Λεκάνες αποροής

Ο παρακάτω πίνακας αφορά τις υπολεκάνες του Ανθεμούντα που συγκέντρωσαν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον μελέτης. Ως υπολεκάνη 0 ορίζεται το σύνολο της λεκάνης με κατώτερο όριο την είσοδο στα Βασιλικά το οποίο αποτελεί σημείο εξόδου της.

Πίνακας 4.13 Υπολεκάνες αποροής Άνω Ανθεμούντα

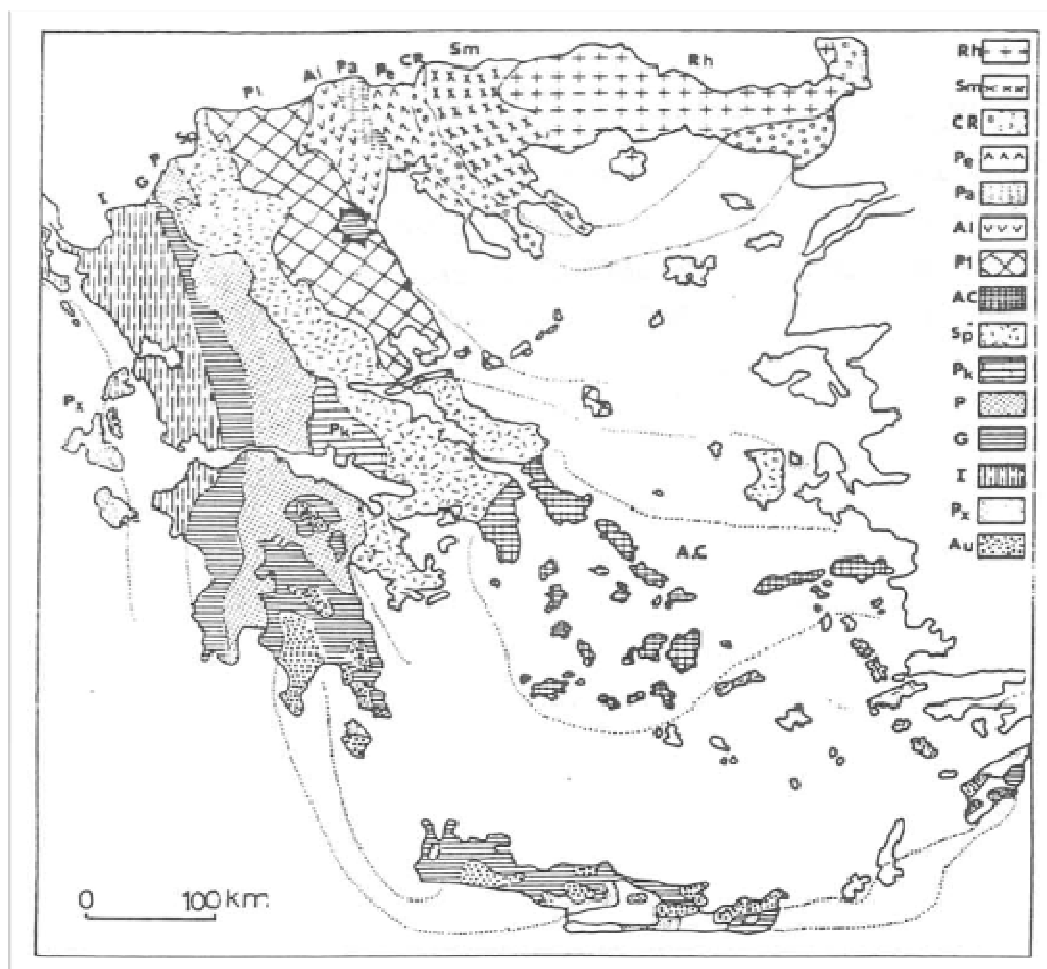
Λεκάνη	Χαρακτηριστικό σημείο εξόδου	Επιφάνεια (Km^2)	Μέση κλίση (%)
0	Είσοδος στα Βασιλικά	115.39	2
1	Βίλλα Μύλος	48.79	4
2	Τσιφλίκι	3.55	10
3	Κόκορι	4.09	13
4	Φράγμα	20.22	6



Σχήμα 2.4 Υδρογραφικό δίκτυο και αντίστοιχες υπολεκάνες του Άνω Ανθεμόντα

3. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.

Η περιοχή μελέτης μας ανήκει στις "εσωτερικές ελληνίδες" και αναπτύσσεται στην Περιοδοπική ζώνη και την Ζώνη Παιονίας. Πιο συγκεκριμένα το βορειοανατολικό τμήμα της λεκάνης του Ανθεμούντα χαρακτηρίζεται από σχηματισμούς της Περιοδοπικής ζώνης ενώ το νοτιοδυτικό τμήμα της, από την ζώνη της Παιονίας. Οι εσωτερικές ελληνίδες αποτελούν τα εσωτερικά τόξα των Ελληνίδων Οροσειρών και καλύπτουν τον γεωγραφικό χώρο της Κεντρικής και της Δυτικής Μακεδονίας, την Θεσσαλία, την ανατολική Στερεά Ελλάδα, την Εύβοια, τα νησιά του Αιγαίου και την Αργολίδα της Πελοποννήσου.



Σχήμα 3.1 Γεωτεκτονικό σχήμα των ελληνίδων Ζωνών κατά Mountrakis et al. 1983. Rh: Μάζα της Ροδόπης, Sm: Σερβομακεδονική μάζα, CR: Περιοδοπική ζώνη, Pe: Ζώνη Παιονίας, Pa: Ζώνη Πάικου, Al: Ζώνη Αλμωπίας, Pl: Πελαγονική ζώνη, Ac: Αττικο – Κυκλαδική ζώνη, Sp: Υποπελαγονική ζώνη, Pk: Ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας, P: Ζώνη Πίνδου, G: Ζώνη Γαβροβού – Τρίπολης, I: Ιόνιος ζώνη, Px: Ζώνη Παξών ή Προαπουλία, Au: Ενότητα «Ταλέα όρη – πλακώδεις ασβεστόλιθοι» πιθανόν της Ιονίου Ζώνης.

Στις εσωτερικές Ελληνίδες παρατηρείται η επίδραση της πρώιμης ορογένεσης ηλικίας Ανωτέρου Ιουρασικού – κάτω Κρητιδικού, η οποία ευθύνεται για την ανάδυση και πτύχωση των οροσειρών των ζωνών αυτών. Η ανάδυση χρονολογείται ότι εξελίχτηκε κατά το Κάτω Κρητιδικό και την διαδέχτηκε η Μέσο – Άνω Κρητιδική επίκλυση της θάλασσας, η οποία κάλυψε τον χώρο των εσωτερικών ζωνών και απέθεσε τα ιζήματα τους με ασυμφωνία επάνω στα προϋπάρχοντα πετρώματα. Ενίοτε παρατηρείται ένα κροκαλοπαγές βάσης σαν πρώτος επικλυσιογενής σχηματισμός.

Στο τέλος Κρητιδικού με αρχές Τριτογενούς έχουμε την τελική ορογενετική δράση της περιοχής με ακόμα μια πτύχωση και την οριστική ανάδυση των εσωτερικών ζωνών.

3.1 Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της Περιοδοπικής Ζώνης.

Η Περιοδοπική αποτελεί την πιο εσωτερική ζώνη των ελληνίδων. Αποτελεί λωρίδα πάχους 10-20 χιλιομέτρων, βρίσκεται δυτικά της Σερβομακεδονικής ζώνης και έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Ξεκινώντας από τα σύνορα με την Γιουγκοσλαβία, η ζώνη μας προεκτείνεται με ΝΑ διεύθυνση στη λίμνη του Λαγκαδά, στην κεντρική χαλκιδική και την χερσόνησο της Σιθωνίας όπου με μία ΒΑ καμπή και με ΝΔ- ΒΑ διεύθυνση διέρχεται από την κορυφή της χερσονήσου και συνεχίζεται υποθαλάσσια προς το νησί της Σαμοθράκης και την περιοχή Αλεξανδρούπολης - Έβρου.

Παλαιογεωγραφικά αποτελούσε την ηπειρωτική κατωφέρεια της ηπειρωτικής Ελληνικής ενδοχώρας που είχε λειτουργήσει στην διάρκεια του Ιουρασικού και κατέληγε σε μια αύλακα περιφερειακή της ηπειρωτικής μάζας.

Από τα ανατολικά προς τα δυτικά διακρίνονται οι τρεις βασικές ενότητες που αναπτύσσονται παρακάτω.

- Ενότητα Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά

Στη βάση αποτελείται από μετακλαστικά ιζήματα, μετα-ψαμμίτες, χαλαζίτες, χαλαζιακούς σχιστόλιθους και μετα-κροκαλοπαγή ηλικίας Περμίου, γνωστός ως «σχηματισμός Εξαμιλίου». Υπερκείμενη του σχηματισμού Εξαμιλίου εντοπίζεται μια ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά Πέρμιου – κάτω Τριαδικού. Αποτελείται από εναλλαγές ηφαιστειακών και ιζηματογενών υλικών ημιμεταμορφωμένων όπως χαλαζιακά πορφυροειδή, χαλαζιακούς σχιστολίθους, χαλαζίτες, ασβεστιτικούς σχιστολίθους, πυροκλαστικά υλικά και σχιστοποιημένους ρυόλιθους. Στους ανώτερους ορίζοντες έχουμε την απόθεση μιας ανθρακικής νηριτικής σειράς

ανακρυσταλλωμένων ψαμμιτικών και μαργαϊκών ασβεστολίθων ηλικίας Μέσο Τριαδικό – Μέσο Ιουρασικό με φύκη και κοράλλια.

- Ενότητα Μελισσοχωρίου – Χολομώντα

Στον κατώτερο ορίζοντα εντοπίζονται μάρμαρα και ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι Μέσου- Άνω Τριαδικού με παρεμβολές γραφιτικών φυλλιτών και σερικιτικών σχιστολίθων. Στον ανώτερο ορίζοντα λαμβάνει χώρα ένας σχηματισμός φλύσχη με τουρβιδικές εναλλαγές μετα-ιζημάτων μέσα στα οποία εντοπίζονται ενίοτε ολισθόλιθοι Τριαδικών μαρμάρων. Η ηλικία του σχηματισμού αυτού, γνωστού και ως «φλύσξης της Σβούλας» είναι κάτω – μέσο Ιουρασικό. Ο σχηματισμός αυτός θεωρείται ως ο σημαντικότερος της Περιοδοπικής ζώνης.

- Ενότητα Άσπρης βρύσης – Χορτιάτη

Χαρακτηριστικό της ζώνης αυτής είναι τα Περμο- Τριαδικής ηλικίας μετακλαστικά και νηριτικά ανθρακικά ιζήματα ανάλογα της ενότητας Ντεβέ Κοράν – Δουμπιά στα κατώτερα τμηματά της. Έπειτα εμφανίζεται ένας ορίζοντας από ιζήματα βαθιάς θάλασσας όπως μαύροι κερατόλιθοι, κόκκινοι αργιλικοί σχιστόλιθοι, μαύροι γραφιτικοί φυλλίτες, μάργες και χαλαζιακοί σχιστόλιθοι. Στα ιζήματα αυτά παρεμβάλλονται οφειολιθικά σώματα με βασικά και υπερβασικά πετρώματα και μεταμορφωμένα πετρώματα όξινης μαγματικής προέλευσης.

3.1.1 Παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική θέση της Παιονίας

Παλαιογεωγραφικά η ζώνη Παιονίας αποτελεί μία μεσοζωική αύλακα, ενώ προς τα Δυτικά εντοπίζεται το ύψωμα του Πάικου. Η κατωφέρεια του υβώματος προς την αύλακα καθορίστηκε από τον Mercier (1966) ως μια υποζώνη και ονομάστηκε «υποζώνη Προπαιονίας». Ο διαχωρισμός της ζώνης έγινε λόγω της διαφορετικής λιθολογικής εξέλιξης σε σχέση με την ανατολική Παιονία όπου καθορίστηκε ως η κύρια αύλακα.

Με βάση τα αλπικά ιζήματα η ζώνη Παιονίας διακρίθηκε στις εξής επι μέρους ενότητες:

A. Δυτικές (προπαιονικές) ενότητες:

- Ενότητα Γευγελής
- Ενότητα Ωραιοκάστρου
- Ενότητα Βαφειοχωρίου
- Ενότητα Αρτζάν

B. Ανατολικές ενότητες:

- Ενότητα Άσπρης Βρύσης

➤ Ενότητα Μεταλλικού

➤ Ενότητα Λεβεντοχωρίου

Στην ζώνη της Παιονίας εντοπίζεται λεπιοειδής τεκτονική. Τα τεκτονικά λέπια, που σχηματίστηκαν κατά το Τριτογενές είναι μικρών η μεγάλων διαστάσεων. Κάθε ενότητα αντιπροσωπεύει ουσιαστικά ένα μεγαλέπι και αποτελείται από τους σχηματισμούς της. Τα μεγαλέπια εμφανίζονται αποκομμένα μεταξύ τους λόγω της γενικής κάλυψης της περιοχής από τα μεταλικά νεογενή ιζήματα (Μουντράκης, 1985).

Η σημερινή άποψη για τη ζώνη της Παιονίας είναι ότι αντιπροσωπεύει τμήμα της παλιάς ωκεάνιας περιοχής της Τηθύος. Το μεγαλύτερο πρόβλημα για τη μελέτη της γεωτεκτονικής εξέλιξης της περιοχής αποτελεί η σχέση της Παιονίας με την Περιοδοπική. Υπάρχει ελλιπής γνώση όσο αφορά το όριο των δύο ζωνών αλλά και στο αν διαφέρει παλιογεωγραφικά και τεκτονικά η μία ζώνη από την άλλη, μιας και οι δυο αποτελούνται από ανάλογα ιζήματα βαθιάς θάλασσας. Το πρόβλημα εντοπίστηκε εντονότερο γιατί πολλοί σχηματισμοί που βρίσκονται στις παραπάνω ενότητες έχουν επανατοποθετηθεί στην Περιοδοπική. Ίσως η ζώνη Παιονίας να αντιπροσωπεύει τα ιζήματα που αποτέθηκαν σε ανοιχτή βαθιά θάλασσα, ενώ η Περιοδοπική ζώνη εκείνα που αποτέθηκαν στην ηπειρωτική κατωφέρεια της ενδοχώρας και την παλιά περιφερειακή τάφρο- αύλακα.

Σύμφωνα με τον παραπάνω διαχωρισμό της ζώνης Παιονίας σε ενότητες έχουμε:

1. *Ενότητα Γευγελής.* Αποτελείται από τα παρακάτω πετρώματα από τα νεώτερα προς τα παλαιότερα.

- Ασβεστόλιθοι και ψαμμίτες ηλικίας Τιθωνίου – Βασικού Κρητιδικού. (Τα στρώματα αυτά διαπιστώθηκαν μόνο στη γειτονική ανάλογη περιοχή της Γιουγκοσλαβίας ενώ στο Ελληνικό έδαφος καλύπτονται από νεώτερα ιζήματα.)

- Ένας μεγάλος πυριγενής όγκος, ηλικίας Άνω Ιουρασικού, που αποτελείται από την οφειολιθική ακολουθία (γάββρους, δολερίτες και μικρολιθικά) και τον γρανίτη του Φανού – Αξιουπόλεως.

- Φυλλίτες, μαρμαρυγιακοί σχιστόλιθοι και ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι.

- Ασβεστόλιθοι με απολιθώματα ηλικίας Κιμμεριδίου του Ανώτερου Ιουρασικού.

- Ηφαιστειοϊζηματογενής σειρά

- Ασβεστόλιθος με απολιθώματα, η απόθεση του οποίου έγινε κυρίως το Ιουρασικό, αλλά πιθανόν άρχισε από το Τριαδικό.

2. *Ενότητα Ωραιοκάστρου.* Παρατηρούνται μόνο οι γάββροι της οφειολιθικής ακολουθίας και τα επικείμενα ιζήματα διότι τα παλαιότερα καλύπτονται από νεογενή στρώματα.

Υπερκείμενα των οφειολιθικών πετρωμάτων εντοπίζεται με χαρακτηριστική

επικλυσιογενή θέση μια παχιά σειρά ασβεστολιθικών κροκαλοπαγών μαζί με ορίζοντες νηριτικών ασβεστολίθων και μαργαϊκών στρωμάτων. Σύμφωνα με τα απολιθώματα που εντοπίζονται (*Cladocoropsis mirabilis*) η ηλικία της επικλυσιογενούς σειράς είναι Άνω Ιουρασικού – κάτω Κρητιδικού. Επίσης παρατηρείται και μια άλλη σειρά ιζημάτων – μεταιζημάτων ετερογενούς σύστασης αποτελούμενη από ψαμμίτες, πηλίτες, λεπτά στρώματα ψαμμιτικών ασβεστολίθων, πολύχρωμους αργιλικούς σχιστόλιθους, μικροκροκαλοπαγή, φυλλίτες και σερικιτικούς –χλωριτικούς σχιστολίθους. Η ηλικία της σειράς θεωρείται Ιουρασική.

3. *Ενότητα Βαφειοχωρίου.* Από τα νεώτερα προς τα παλαιότερα η ενότητα αποτελείται από:

- Φλύσχη αποτελούμενο από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, πηλίτες, ηλικίας Ανώτερου Ιουρασικού-Κάτω Κρητιδικού,
- Ασβεστόλιθους συμπαγείς και κροκαλοπαγείς ασβεστόλιθους με απολιθώματα κοραλλιών χαρακτηριστικών του Πορτλανδίου (Άνω Ιουρασικό).
- Μία κλαστική ιζηματογενής σειρά αποτελούμενη από κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, ψαμμιτοειδείς πηλίτες, και ψαμμιτοειδείς ασβεστολίθους. Η ηλικία της σειράς Άνω Ιουρασικό.
- Μία οφειολιθική ακολουθία με δολερίτες, γάββρους και μικρολιθικά.
- Τέλος, μια σειρά εναλλασσόμενων στρωμάτων από σιπολίνες, χαλαζίτες, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και μάρμαρα ηλικίας Τριαδικού – Ιουρασικού.

4. *Ενότητα Αρτζάν.* Ομοίως από τα νεώτερα προς τα παλιότερα και εδώ θα έχουμε:

- Φλύσχη Ανώτερου Ιουρασικού – Κάτω Κρητιδικού με κροκαλοπαγή και ψαμμίτες.
- Ασβεστόλιθους με κοράλλια ηλικίας Πορτλανδίου.
- Μία κλαστική σειρά με αρκόζες και πηλίτες ηλικίας Άνω Ιουρασικού.
- Μία οφειολιθική ακολουθία.
- Μάρμαρα υποκείμενα των οφειολίθων.

Η ανατολική Παιονία διαιρείται στις ενότητες της Άσπρης βρύσης, του Μεταλλικού και του Λεβεντοχωρίου. Σε όλο το εύρος των ενοτήτων της ανατολικής Παιονίας παρατηρούνται δύο χαρακτηριστικές διαπλάσεις πετρωμάτων:

- Μία ανώτερη σχιστοκερατολιθική διάπλαση από οφειολίθους ηλικίας Λιάσιου – Δογγέριου και
- Μία κατώτερη ιζηματογενής σειρά ηλικίας Μέσου Τριαδικού – Λιάσιου.

Στην πρώτη παρατηρούμε ιζήματα τοπικά μεταμορφωμένα αναμεμιγμένα με οφειολιθικά μέλη. Στα ανώτερα τμήματα της δεύτερης εντοπίζεται ένα ανώτερο λεπτό

ασβεστολιθικό στρώμα με απολιθώματα του Λιάσιου ενώ στα κατώτερα βρίσκουμε ένα παχύ στρώμα μαρμαροειδούς ασβεστόλιθου ηλικίας Τριαδικού. Όσο αναφορά την επαφή των δύο σειρών, θεωρείται ότι είναι τεκτονική.

Η ενότητα της Άσπρης Βρύσης επωθείται προς τα Δυτικά πάνω στην ενότητα Ωραιοκάστρου ενώ στα Ανατολικά επιπτεύεται από τους μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους του προαλπικού υποβάθρου.

3.1.2 Τεκτοορογενετική εξέλιξη Παιονίας.

Έχοντας χωρίσει σε ορογενετικές περιόδους και τεκτονικές φάσεις τα τεκτονικά συμβάντα που λαμβάνουν χώρα στην ζώνη της Παιονίας, διακρίνουμε (Μουντράκης, Γεωλογία της Ελλάδας):

1^η Ορογενετική περίοδος ηλικίας Ανωτέρου Ιουρασικού – Κάτω Κρητιδικού.

Την περίοδο αυτή γίνεται η προσωρινή ανάδυση των εσωτερικών ελληνίδων οπότε ακολουθεί και το κλείσιμο της οφειολιθικής λεκάνης της Παιονίας. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την εκδήλωση πτυχών υπο-ισοκλινείς έως ισοκλινείς, ανισοπαχείς, με ανάπτυξη κύριας σχιστότητας των πετρωμάτων **S₁**. Αφορά μικροπτυχές και πτυχές μεγακλίμακας με κατακείμενες αναδιπλώσεις των στρωμάτων. Οι διευθύνσεις των αξόνων των πτυχών έχουν τιμές μεταξύ **140°** και **190°**, δηλαδή έχουμε ΒΔ- ΝΑ διευθύνσεις.

2^η Ορογενετική περίοδος ηλικίας Τέλους Κρητιδικού – Μέσου Ηώκαινου.

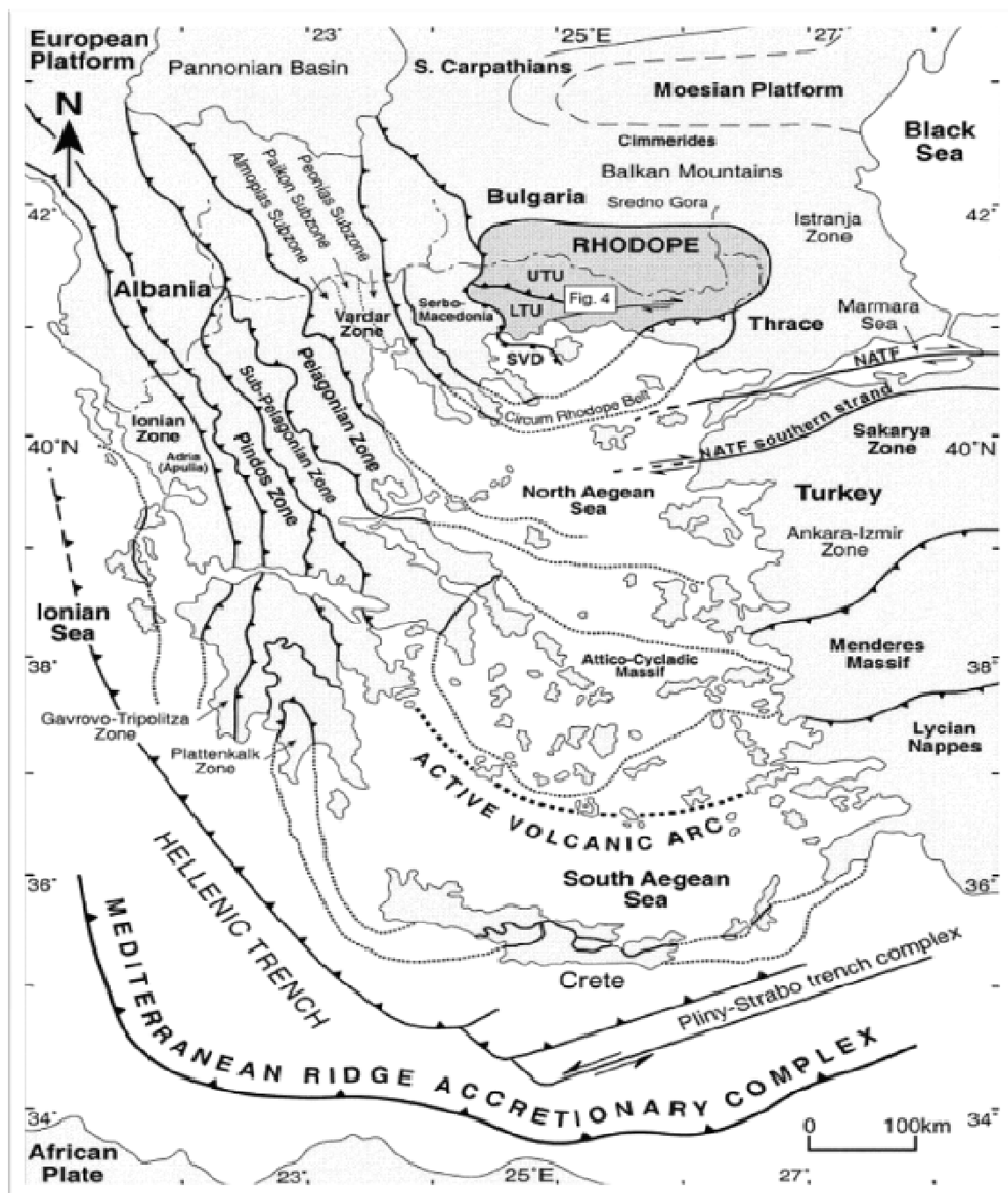
Την περίοδο αυτή πραγματοποιείται η τελική ορογένεση οπότε γίνεται και η οριστική ανάδυση της ζώνης. Συναντώνται πτυχές απλές, κλειστές, μεγάλης κλίμακας με σχιστότητα ολίσθησης. Οι άξονες των πτυχών έχουν διέυθυνση ΒΔ-ΝΑ με τιμές μεταξύ **290°- 320°** και η απόκλιση των πτυχών ΝΔ. Στο Άνω Ηώκαινο, μετά την ορογένεση διαμορφώνεται η Αύλακα Αξιού την οποία διαδέχεται η απόθεση των μολασσικών ιζημάτων. Επίσης στην Ανατολική Παιονία εκδηλώνεται η όξινη ηφαιστειότητα.

3^η Τεκτονική Φάση ηλικίας Άνω Ηώκαινου (Πριαμπονίου) – Τέλους Κρητιδικού.

Παράλληλα με την απόθεση των μολασσικών ιζημάτων της Αύλακας Αξιού και την όξινη ηφαιστειότητα στην περιοχή, εκδηλώνεται μια φάση πτυχώσεων μεταξύ Άνω και Τέλους Ηώκαινου. Αποτελεί σχετικά επιφανειακό τεκτονισμό με ανοιχτές πτυχές αξονικής διέυθυνσης ΒΔ-ΝΑ και ΒΒΔ-ΝΝΑ και γενική απόκλιση προς την Δύση. Στη Φάση αυτή εκδηλώνεται η γνωστή λεπίωση των στρωμάτων και ο σχηματισμός των διάφορων μεγαλεπιών – ενοτήτων της ζώνης της Παιονίας.

4^η Τεκτονική Φάση ηλικίας Κάτω Ολιγοκαίνου – Τεταρτογενές.

Απο το κάτω Ολιγόκαινο μέχρι και πριν το Μειόκαινο παρατηρείται μια συνεχόμενη «βραδεία» φάση τεκτονισμού που έχει σαν αποτέλεσμα συμπιεστικά φαινόμενα, επαναλεπιώσεις και τεκτονικές αναστροφές. Έπειτα στο Νεογενές- Τεταρτογενές γίνεται η απόθεση των μεγάλου πάχους μεταλλικών ιζημάτων τα οποία κάλυψαν τους αλπικούς σχηματισμούς και απομόνωσαν τα μεγαλέπια. Τέλος, στο Πλείο- Τεταρτογενές ακολουθεί η έντονη εφελκυστική ρηγμάτωση όλων των σχηματισμών.



Σχήμα 3.2 Η θέση της Ροδόπης σε σχέση με τις διναρικές και ελληνικές αλπικές τεκτονικές ζώνες. UTU=Upper Tectonic Unit, LTU=Lower Tectonic Unit (Papanikolaou and Panagopoulos, 1981), thrust zone between these two units=Nestos thrust; SVD=Strymon Valley Detachment (Dinter and Royden, 1993).

3.2 Γεωλογία της περιοχής έρευνας.

Στα πρανή της λεκάνης απαντώνται προαλπικοί σχηματισμοί οι οποίοι αποτελούν και το υπόβαθρο της, ενώ στο πεδινό τμήμα της λεκάνης εντοπίζονται μεταλπικοί νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί. Το υπόβαθρο της δομείται από τους επιγνεύσιους και από τους πρασινοσχιστόλιθους της μαγματικής σειράς του Χορτιάτη οι οποίοι κυριαρχούν στα βόρεια και ανατολικά πρανή της λεκάνης, από τον γάβρο του Λιναρίου που εντοπίζεται στα βόρεια πρανή, δυτικά της Μονής της Αγίας Παρασκευής και από την υπερβασική σειρά των δουνιτών, πυροξενιτών και περιδοτιτών. Ανατολικά της λεκάνης, εμφανίζονται επάνω στα πρανή αργίλικοί σχιστόλιθοι και χαλαζίτες της ομάδας της Σβούλας. Βόρεια της Γαλάτιστας κάνουν την εμφάνιση τους μάρμαρα με την μορφή τεκτονικών φακών, τα οποία παρεμβάλλονται μέσα στην μαγματική σειρά του Χορτιάτη. Νότια εμφανίζονται οι χαρακτηριστικοί σχηματισμοί της Ζώνης Παιονίας μαζί με την υπερβασική σειρά. Επίσης παρατηρείται μέσα στους δουνίτες και περιδοτίτες μεταλλοφορία λευκολίθου με την μορφή φλεβών.

Η λεκάνη του Ανθεμούντα είναι πληρωμένη με μεταλπικές αποθέσεις του Νεογενούς και του Τεταρτογενούς. Οι αποθέσεις του Νεογενούς βρίσκονται Νότια και Νοτιοανατολικά του οικισμού του Γαλαρινού και αποτελούνται από σχηματισμούς της σειράς των ερυθροπηλών ή της σειράς των ερυθρών αργίλων. Η σειρά αυτή είναι χερσαίας ποτάμιας, χειμαρρώδους έως αβαθούς λιμναίας προέλευσης. Σύμφωνα με τον Σωτηριάδη (1974) οι σχηματισμοί αυτοί οι οποίοι απαντώνται στα βόρεια, βορειοανατολικά και νοτιοανατολικά της λεκάνης αποτελούν αποθέσεις του Τεταρτογενούς και όχι του Νεογενούς. Οι περισσότεροι ερευνητές είναι υποστηρικτές της άποψης ότι η φάση των ερυθροπηλών αντιπροσωπεύει την τρίτη κατά σειρά φάση των Νεογενών αποθέσεων. Αυτές διακρίνονται σε δυο κύριες φάσεις, την φάση των κροκάλων με άμμους και την φάση των μαργών και αργίλων. Η φάση των κροκάλων με άμμους είναι ο βασικότερος σχηματισμός που αποτέθηκε στα κράσπεδα της λεκάνης και πιο συγκεκριμένα στις περιοχές της Αγίας Παρασκευής, Σουρωτής και Αγίου Αντωνίου. Η φάση των μαργών και αργίλων είναι η πλευρική μετάβαση της φάσης των κροκάλων με άμμους. Εμφάνισεις της παρατηρούνται στη Νοτιοδυτική πλευρά της λεκάνης και στη Βόρεια και Βορειοδυτική πλευρά, στις χαραδρώσεις.

Από την άλλη πλευρά, οι Τεταρτογενείς σχηματισμοί καταλαμβάνουν το πεδινό τμήμα της λεκάνης. Οι Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί αποτελούνται από αμμοχάλικες, κροκάλες, λατύπες και αργίλους και έχουν την μορφή προσχωσιγενών ριπιδίων και αναβαθμίδων. Αυτοί οι σχηματισμοί περιβάλλουν περιφερειακά τους ολοκαινικούς, με εξαίρεση τις πλευρές τις που

βλέπουν προς την θάλασσα και προς τη Θέρμη- Νέα Ραιδεστό. Το πάχος τους αγγίζει τα 100 m στην ανατολική λεκάνη της Γαλάτιστας. Τέλος, οι σχηματισμοί του Ολόκαινου είναι χερσαίας προέλευσης και έχουν την μορφή αλλουβιακών αποθέσεων και πλευρικών αποθέσεων. Αποτελείται από άργιλους, άμμους, κροκάλες, ψηφίδες και λατύπες. Τα πλευρικά κορήματα είναι κυρίως από λατύπες σχιστολιθικής προέλευσης και συναντώνται Βόρεια της λεκάνης ενώ οι αλλουβιακές αποθέσεις έχουν μικρό πάχος και βρίσκονται στα χαμηλότερα τμήματα της λεκάνης.

4. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Με τον όρο κατακρημνίσματα αναφερόμαστε στην πτώση του νερού απο τα σύννεφα στην επιφάνεια της Γης, με τη μορφή δροσιάς, βροχής, χιονόνερου, χιονιού ή ακόμη και χαλαζιού. Αποτελεί τον κυριότερο τρόπο με τον οποίο το νερό της ατμόσφαιρας επιστρέφει στην επιφάνεια της Γης. Η συχνότερη μορφή κατακρημνισμάτων είναι η βροχή με συνήθως πάνω από 80% του συνόλου επικράτηση έναντι των άλλων μορφών. Η ποσότητα του νερού που πέφτει στο έδαφος με οποιαδήποτε μορφή μπορεί να μετρηθεί με την χρήση ειδικών οργάνων που λέγονται βροχόμετρα είτε με τη χρήση εγγραφικών οργάνων, των βροχογράφων. Εκφράζει το ύψος που θα αποκτούσε το νερό εάν δεν επιδρούσε σε αυτό η εξάτμιση, εάν δεν το απορροφούσε το έδαφος ή δεν έβρισκε έξοδο προς τη θάλασσα.

Στη λεκάνη απορροής του Άνω Ανθεμούντα δεν υπάρχουν εγκατεστημένα μετεωρολογικά όργανα οπότε θα γίνει προσπάθεια για την εξαγωγή υδρολογικών στοιχείων από μετρήσεις γειτονικών μετεωρολογικών σταθμών. Τα δεδομένα αυτών των σταθμών μας δίνουν ικανοποιητικά στοιχεία για την περιοχή μας, εφόσον θεωρείται κατα το μεγαλύτερο μέρος της πεδινή.

Οι πλησιέστεροι μετεωρολογικοί σταθμοί είναι αυτός του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών (ΙΔΕ) στην Νέα Ραιδεστό και του αεροδρομίου του Σέδες. Ο σταθμός του Σέδες βρισκόταν στο κατώτερο τμήμα της Λεκάνης του Ανθεμούντα και αντικαταστάθηκε πριν περίπου απο 37 χρόνια από τον σταθμό του Αεροδρομίου «Μακεδονία» στη Μίκρα που τοποθετείται στην εκβολή του Ανθεμούντα στον Θερμαϊκό.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται στοιχεία των παραπάνω σταθμών αλλά και άλλων σταθμών που βρίσκονται εκτός της λεκάνης.

Πίνακας 4.1 Μέσο ετήσιο ύψος ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (mm) και της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας σε διάφορους μετεωρολογικούς σταθμούς στην ευρύτερη περιοχή γύρω από την λεκάνη του Άνω Ανθεμούντα.

Σταθμός	Απόλυτο υψόμετρο (m)	Γεωγραφικό μήκος	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm/έτος)	Μέση ετήσια θερμοκρασία (T°C)
Σέδες	61	23°01΄	444	16.1
Μίκρα	8	22°58΄	460	16.2
Αρναία	760	23°31΄	712.5	12.7
Α.Π.Θ	46	23°57΄	470.4	16.3

Πίνακας 4.2 Μέση μηνιαία και ετήσια βροχόπτωση (mm) σε Μ.Σ της Βόρειας Ελλάδας

Σταθμός	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΕΤΟΣ
Σίνδος	38.76	35.36	38.50	35.13	41.61	33.95	28.62	15.85	34.03	49.04	58.69	57.20	458.74
Α.Π.Θ	47.70	38.31	45.75	35.31	45.81	35.24	32.61	14.20	32.64	48.76	50.81	57.24	484.38
Σέδες	42.80	33.65	40.64	30.15	46.04	31.50	26.16	16.95	31.91	47.72	45.61	541.84	443.97
Αρναία	62.48	60.99	60.05	45.83	64.60	61.99	54.11	27.55	43.35	65.28	69.04	97.22	712.89
Πολύγυρος	76.50	49.10	39.30	35.48	62.60	47.70	24.38	19.90	38.10	62.00	66.40	73.40	586.90

Πίνακας 4.3 Μέσες και ακραίες τιμές Θερμοκρασίας °C

Ονομασία Σταθμού Όνομα φακέλου	Νομός	Υψόμετρο	Φορέας	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή	Μέσος ορος
Α.Π.Θ	Θεσ/νίκης	31.9	ΑΠΘ	17.1	15.2	15.9
ΘΕΡΜΗ	Θεσ/νίκης	10.8	ΥΠΓΕ	17.4	11.1	14.4
ΜΙΚΡΑ	Θεσ/νίκης	4.8	ΕΜΥ	18.4	13.8	14.6
ΣΙΝΔΟΣ	Θεσ/νίκης	25	ΥΠΓΕ	17.4	13.2	15.1
ΧΑΛΑΣΤΡΑ	Θεσ/νίκης	5	ΥΠΓΕ	17.3	14.2	15.5
ΧΑΛΚΗΔΟΝΑ	Θεσ/νίκης	60	ΥΠΓΕ	17.9	14.4	15.3
ΑΡΝΑΙΑ	Θεσ/νίκης	760	ΥΠΓΕ	13.6	11.5	12.5
ΤΑΞΙΑΡΧΗΣ	Θεσ/νίκης	860	ΑΠΘ	11.5	10.3	10.7

Πίνακας 4.4 Μέσες και ακραίες τιμές ετήσιων δεδομένων των βροχομετρικών σταθμών της περιοχής (τιμές σε mm)

Ονομασία Σταθμού Όνομα φακέλου	Νομός	Υψόμετρο	Φορέας	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή	Μέσος όρος
Α.Π.Θ	Θεσ/νίκης	31.9	ΑΠΘ	641.9	273.70	468.2
ΔΙΑΒΑΤΑ	Θεσ/νίκης	14.97	ΥΠΓΕ	598.4	256.3	456.4
ΖΑΓΚΛΙΒΕΡΙ	Θεσ/νίκης	209	ΥΠΓΕ	800.0	198.0	468.0
ΘΕΡΜΗ	Θεσ/νίκης	10.8	ΥΠΓΕ	715.1	214.0	460.3
ΛΑΓΚΑΔΑ	Θεσ/νίκης	93	ΥΠΓΕ	764.0	261.3	486.4
ΜΙΚΡΑ	Θεσ/νίκης	4.8	ΕΜΥ	640.5	235.7	460.6

ΣΙΝΔΟΣ	Θεσ/νίκης	25	ΥΠΓΕ	673.3	224.9	453.6
ΧΑΛΑΣΤΡΑ	Θεσ/νίκης	5	ΥΠΓΕ	571.1	170.0	384.7
ΧΑΛΚΗΔΟΝΑ	Θεσ/νίκης	60	ΥΠΓΕ	763.7	266.8	530.8
ΑΓΙΟΣ ΜΑΜΑΣ	Χαλκιδικής	20	ΥΠΓΕ	675.5	238.8	431.1
ΑΡΝΑΙΑ	Χαλκιδικής	760	ΥΠΓΕ	1125.9	433.8	794.4
ΚΑΣΑΝΔΡΑ	Χαλκιδικής	20	ΥΠΓΕ	818.3	349.6	496.5
ΜΕΓΑΛΗ ΠΑΝΑΓΙΑ	Χαλκιδικής	440	ΥΠΓΕ	899.3	330.1	627.5
ΟΡΜΥΛΙΑ	Χαλκιδικής	40	ΥΠΓΕ	819.3	230.9	430.6
ΠΛΑΝΑ	Χαλκιδικής	12	ΥΠΓΕ	808.9	330.0	544.3
ΤΑΞΙΑΡΧΗΣ	Χαλκιδικής	860	ΑΠΘ	1071.0	477.9	768.0

Πίνακας 4.5 Μέσες και ακραίες ετήσιες τιμές ηλιοφάνειας (σε ώρες)

Ονομασία Σταθμού Όνομα φακέλου	Νομός	Υψόμετρο	Φορέας	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή	Μέσος όρος
ΜΙΚΡΑ	Θεσ/νίκης	4.8	ΕΜΥ	2443.2	2164.9	2338.9
ΣΙΝΔΟΣ	Θεσ/νίκης	2.5	ΥΠΓΕ	2731.6	1917.0	2366.7

Πίνακας 4.6 Μέσες και ακραίες τιμές σχετικής υγρασίας (%).

Ονομασία Σταθμού Όνομα φακέλου	Νομός	Υψόμετρο	Φορέας	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη τιμή	Μέσος όρος
Α.Π.Θ	Θεσ/νίκης	31.9	ΑΠΘ	73.5	63.7	68.8
ΘΕΡΜΗ	Θεσ/νίκης	10.8	ΥΠΓΕ	84.5	37.6	64.7
ΜΙΚΡΑ	Θεσ/νίκης	4.8	ΕΜΥ	72.2	63.0	67.6
ΣΙΝΔΟΣ	Θεσ/νίκης	25	ΥΠΓΕ	68.2	47.5	62.7
ΧΑΛΚΗΔΟΝΑ	Θεσ/νίκης	60	ΥΠΓΕ	82.4	61.5	70.6
ΑΡΝΑΙΑ	Χαλκιδικής	760	ΥΠΓΕ	90.8	70.3	80.3
ΤΑΞΙΑΡΧΗΣ	Χαλκιδικής	860	ΑΠΘ	78.2	66.3	72.2

Πίνακας 4.7 Μηνιαίες συχνότητες του ανέμου στη Θεσσαλονίκη (%) περίοδος 1930 – 1970.

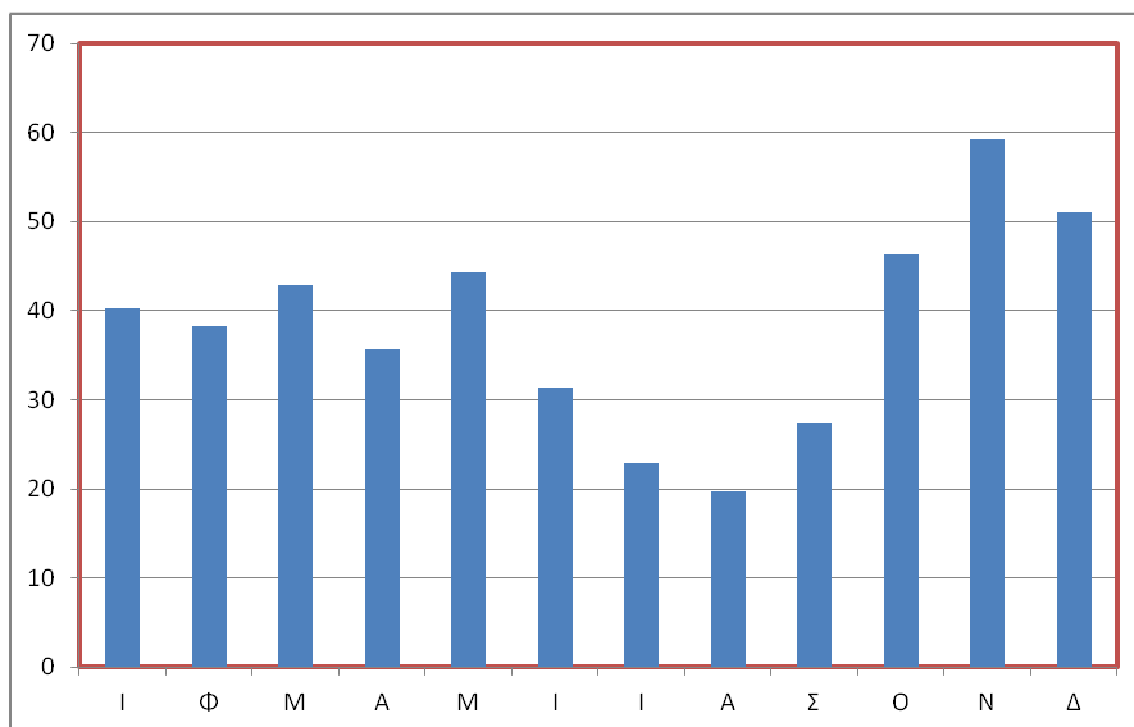
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	ΑΠΝΟΙΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	21.36	9.12	7.31	3.81	2.49	1.90	1.85	5.04	47.12
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	20.78	8.61	6.97	4.37	3.02	2.72	2.36	6.27	44.89
ΜΑΡΤΙΟΣ	16.10	7.29	7.06	4.97	4.99	5.35	3.34	5.42	45.47
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	13.01	5.09	4.86	4.62	7.70	9.18	3.21	4.88	47.45
ΜΑΙΟΣ	13.03	4.11	3.11	3.75	7.86	11.02	3.75	5.02	48.34
ΙΟΥΝΙΟΣ	114.42	4.17	2.39	3.12	8.88	11.06	3.22	6.32	46.42
ΙΟΥΛΙΟΣ	16.27	3.56	1.72	2.81	9.52	11.97	3.10	6.51	44.54
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	15.41	4.29	2.06	2.76	9.11	10.76	2.81	5.28	47.53
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	11.50	4.83	3.96	3.93	7.85	9.10	2.67	5.21	50.95
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	11.63	5.84	5.88	4.51	4.13	4.31	2.45	4.39	56.88
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	13.63	6.38	8.72	4.80	2.32	1.93	1.76	4.21	56.23
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	16.68	8.07	9.18	4.75	2.80	1.35	1.56	4.69	50.91
ΕΤΟΣ	15.32	5.95	5.27	4.01	5.89	6.72	2.67	5.27	48.89

Πίνακας 4.8 Μέγιστες ταχύτητες ανέμου στην Θεσσαλονίκη (%) Περίοδος 1930 – 1970.

Διευθύνσεις	Μέγιστες ταχύτητες ανέμου κατά διεύθυνση (m/sec)		Εκατοστιαία αναλογία ταχύτητων ανέμου (Bauforts)		Αριθμός περιπτώσεων ταχυτήτων μεγαλύτερων των 8 Beauforts (θύελλες)	
E	40	21-02-33		15.13		
NE	35	17-01-57	Άπνοια	46.20		
ENE	33	20-02-33	1	22.38	13	1
ENE	30.60	13-11-32	2	9.73	12	2
SSE	30.50	26-10-39	3	4.79	11	6
E	30	09-12-35	4	1.04	10	31
N	29.80	02-03-40	5	.20	9	88
E	29.30	03-12-33	6	.03	8	288
NNW	28.80	16-06-30	7	0		
NNW	28.80	31-03-35	8			
NNE	28.30	11-02-40		99.5%		

Πίνακας 4.9 Στατιστικά χαρακτηριστικά των μηνιαίων υψών βροχής (mm) στον σταθμό Θεσσαλονίκη – Μίκρα.

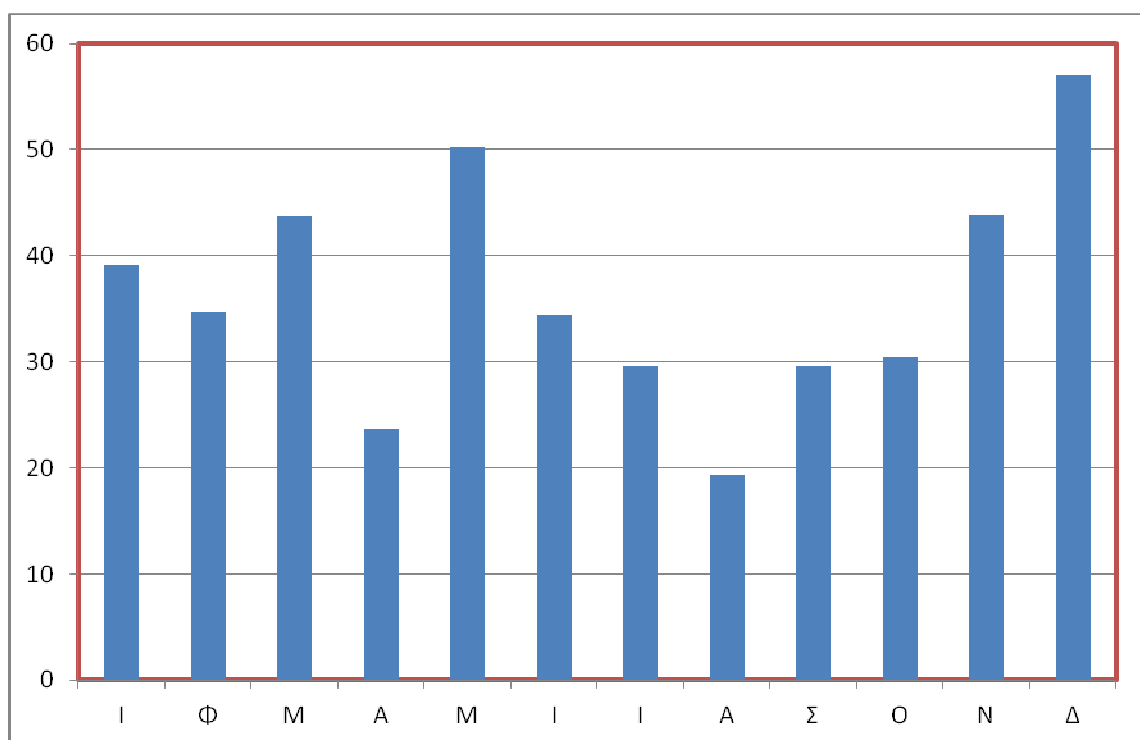
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1)Μέση τιμή	40.3	38.3	42.8	35.7	44.3	31.3	22.9	19.8	27.3	46.3	59.2	51
2)Τυπική απόκλιση	26.6	33.4	23.7	26.2	25.7	22.9	21.3	18.8	30.3	39.4	38.9	35.8
3)Ασυμμετρία	0.5	1.6	0.6	0.9	0.2	0.9	0.9	1.8	1.5	1.0	0.9	1.1
4)Καμπυλότητα	-0.6	3.7	-0.2	0.0	-0.7	-0.2	0.1	5.4	2.3	0.4	0.6	1.3
5)Ελάχιστο	0	1	4	3	1	1	0	0	0	0	6	0
6)Μέγιστο	99	167	99	108	100	86	78	98	135	151	180	154
7)Διάστημα τιμών	99	166	95	105	99	85	78	98	135	151	174	154
8)Συντελεστής μεταβλητότητας	0.6	0.8	0.5	0.7	0.6	0.7	0.9	0.9	1.1	0.8	0.6	0.7
9)Διάμεσος	40	39	40	40	40	40	40	40	40	40	39	39



Σχήμα 4.1 Μέσο μηνιαίο ύψος Βροχόπτωσης (mm) στο σταθμό Θεσσαλονίκης – Μίκρας.

Πίνακας 4.10 Στατιστικά χαρακτηριστικά των μηνιαίων υψών βροχής (mm) στον σταθμό Θεσσαλονίκη
- Σέδες.

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1)Μέση τιμή	39.1	34.7	43.7	23.7	50.3	34.4	29.6	19.3	29.6	30.4	43.8	57.0
2)Τυπική απόκλιση	21.2	19.4	22.1	15.3	33.0	13.8	27.0	21.0	32.9	23.5	33.8	38.7
3)Ασυμμετρία	0.4	0.0	0.7	0.4	0.3	0.4	0.8	1.4	1.2	0.5	0.5	1.6
4)Καμπυλότητα	-1.1	-1.3	-0.6	-0.6	-0.8	-0.9	-0.4	0.8	0.2	-0.8	-1.2	2.3
5)Ελάχιστο	13.4	10.5	17	0.7	0.7	18.4	0	0.8	2.1	1	8.3	11.8
6)Μέγιστο	74.4	61.8	85.2	51.3	105.9	59.7	82.6	66.6	100.3	69.6	102.2	154.7
7)Διάστημα τιμών	61	51.3	68.2	50.6	105.2	41.3	82.6	65.8	98.2	68.6	93.9	142.9
8)Συντελεστής μεταβλητότητας	0.543	0.56	0.505	0.645	0.657	0.401	0.913	1.088	1.111	0.771	0.773	0.679
9)Διάμεσος	10	9	10	10	10	10	9	9	9	9	10	10



Σχήμα 4.2 Μέσο μηνιαίο ύψος Βροχόπτωσης (mm) στο σταθμό Θεσσαλονίκης – Σέδες.

4.1 Επιφανειακή απορροή

Απο τα μετεωρολογικά δεδομένα των σταθμών και έχοντας τις ίδιες υπολεκάνες ως σημείο αναφοράς υπολογίζεται η απορροή. Για τον υπολογισμό της έχουν ληφθεί υπόψιν τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά των λεκανών και το υδατικό ισοζύγιο. Στους παρακάτω πίνακες απεικονίζεται σε κυβικά μέτρα η απορροή για δύο τιμές του συντελεστή απορροής.

Πίνακας 4.11 Επιφανειακή απορροή των υπολεκανών του Άνω Ανθεμούντα.

Λεκάνη	Χαρακτηριστικό σημείο εξόδου	Επιφάνεια (km^2)	Μέση κλίση (%)	Συντελεστής απορροής	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm)	Μέσος ετήσιος όγκος απορροής ($m^3 \times 10^6$)
0	Είσοδος στα Βασιλικά	115.39	2	0.20	444	10.247
1	Βίλλα Μύλος	48.79	4	0.20	444	4.333
2	Τσιφλίκι	3.55	10	0.25	444	0.394
3	Κόκορι	4.09	13	0.25	444	0.454
4	Φράγμα	20.22	6	0.25	444	2.224

Πίνακας 4.12 Επιφανειακή απορροή των υπολεκανών του Άνω Ανθεμούντα.

Λεκάνη	Χαρακτηριστικό σημείο εξόδου	Επιφάνεια (km^2)	Μέση κλίση (%)	Συντελεστής απορροής	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm)	Μέσος ετήσιος όγκος απορροής ($m^3 \times 10^6$)
0	Είσοδος στα Βασιλικά	115.39	2	0.10	444	5.077
1	Βίλλα Μύλος	48.79	4	0.10	444	2.147
2	Τσιφλίκι	3.55	10	0.12	444	0.189
3	Κόκορι	4.09	13	0.15	444	0.272
4	Φράγμα	20.22	6	0.10	444	0.890

Οι δύο κύριες υπολεκάνες στις οποίες χωρίζεται η λεκάνη του είναι η λεκάνη της Γαλάτιστας και η λεκάνη του Γαλαρινού. Η λεκάνη της Γαλάτιστας ορίζεται από το στένωμα του Γαλαρινού μέχρι και τα υψώματα της Γαλάτιστας ενώ του Γαλαρινού από το στένωμα του

Γαλαρινού μέχρι και τον κόλπο της Θεσσαλονίκης. Τα νερά που απορρέουν από την Γαλάτιστα εισέρχονται στην κατάντη υπολεκάνη μέσω του ποταμού Ανθεμούντα. Στο σημείο αυτό της εισόδου, που βρίσκεται κοντά στο χωριό Γαλαρινός, η Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων του Νομού Θεσσαλονίκης πραγματοποιεί μετρήσεις μια φορά κάθε μήνα από το 1990. Τα παλαιότερα στοιχεία έχουν βρεθεί στην “Υδρογεωλογική μελέτη λεκανών Ανθεμούντα και επανωτής Θεσσαλονίκης” από τους Ι. Παπαγεωργάκη και Ι. Κουμαντάκη (1978) και αφορούν μόνο το έτος 1976. Για τον υπολογισμό του όγκου του νερού που εισέρχεται στην λεκάνη, προηγήθηκε ο υπολογισμός του μέσου ύψους βροχής από τα δεδομένα των μετεωρολογικών σταθμών της Θεσσαλονίκης, της Μίκρας, του Αγίου Προδρόμου, του σταθμού της Γεωργικής Σχολής (Ε.Θ.Ι.ΑΓ.Ε.) και του Ινστιτούτου Δασικής Ερεύνας (ΙΔΕ).

Πίνακας 4.13 Μετρημένες μηνιαίες παροχές σε m^3/h του ποταμού Ανθεμούντα ανάντη του χωριού Γαλαρινός.

Μήνας	Μέση μηνιαία παροχή							
	1976	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ΙΑΝ	71	79	256	68	10	20	36	52
ΦΕΒ	77	104	48	70	5	12	26	40
ΜΑΡ	720	41	176	60	5	25	15	15
ΑΠΡ	65	60	144	48	11	10	10	10
ΜΑΙ	115	72	158	37	11	11	10	10
ΙΟΥΝ	68	30	131	43	10	6	5	5
ΙΟΥΛ	59	12	104	25	5	5	12	8
ΑΥΓ	94	10	77	12	5	0	7	3
ΣΕΠΤ	52	35	50	3	5	4	5	10
ΟΚΤ	54	60	30	38	10	4	10	7
ΝΟΕ	58	50	65	4	5	4	4	5
ΔΕΚ	121	80	67	10	0	3	20	45

Πίνακας 4.14 Υπολογισμός των μέσων μηνιαίων τιμών απορροής του ποταμού Ανθεμούντα ανάντη του Γαλαρινού κατά το χρονικό διάστημα 1978 -1989.

Μήνας	Μέση μηνιαία παροχή, m^3/h											
	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
ΙΑΝ	90	87	83	79	75	72	68	64	60	57	53	53
ΦΕΒ	90	86	83	79	75	71	68	64	60	56	53	53
ΜΑΡ	90	86	82	79	75	71	67	64	60	56	52	52
ΑΠΡ	89	86	82	78	74	71	67	63	60	56	52	52
ΜΑΙ	89	85	82	78	74	70	67	63	59	55	52	52
ΙΟΥΝ	89	85	81	78	74	70	66	63	59	55	51	51
ΙΟΥΛ	89	85	81	77	74	70	66	62	59	55	51	51
ΑΥΓ	88	84	81	77	73	69	66	62	58	55	51	51
ΣΕΠΤ	88	84	80	77	73	69	65	62	58	54	50	50
ΟΚΤ	88	84	80	76	73	69	65	61	58	54	50	50
ΝΟΕ	87	84	80	76	72	69	65	61	57	54	50	50
ΔΕΚ	87	83	79	76	72	68	64	61	57	53	50	50

Πίνακας 4.15 Υπολογισμός του μηνιαίου και ετήσιου όγκου απορροής της λεκάνης της Γαλάτιστας κατά το χρονικό διάστημα 1978 – 1987.

ΜΗΝΑΣ	Όγκος απορροής, m^3									
	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
ΙΑΝ	67.249,6	64.464,3	61.679,0	58.893,7	56.108,4	53.323,1	50.537,7	47.752,4	44.967,1	42.181,8
ΦΕΒ	62.693,8	60.088,2	57.482,6	54.877,0	52.271,3	49.665,7	47.060,1	44.454,5	41.848,9	39.243,3
ΜΑΡ	66.758,4	64.000,1	61.214,8	58.429,5	55.644,1	52.858,8	50.073,5	47.288,2	44.502,9	41.717,6
ΑΠΡ	64.406,4	61.710,9	59.015,5	56.320,0	53.624,6	50.929,1	48.233,6	45.538,2	42.842,7	40.147,2
ΜΑΙ	66.321,2	63.535,9	60.750,6	57.965,2	55.179,9	52.394,6	49.609,3	46.824,0	44.038,7	41.253,4
ΙΟΥΝ	63.957,2	61.261,7	58.566,2	55.870,8	53.175,3	50.479,3	47.784,4	45.088,9	42.393,5	39.698,0
ΙΟΥΛ	65.857,0	63.071,6	60.286,3	57.501,0	54.715,7	51.930,4	49.145,1	46.359,8	43.574,5	40.789,1
ΑΥΓ	65.624,9	62.839,5	60.054,2	57.268,9	54.483,6	51.698,3	48.913,0	46.127,7	43.342,3	40.557,0
ΣΕΠΤ	63.283,3	60.587,8	57.892,4	55.196,9	52.501,4	49.806,0	47.110,5	44.415,1	41.719,6	39.024,1
ΟΚΤ	65.160,6	62.375,3	59.590,0	56.804,7	54.019,4	51.234,1	48.448,8	45.663,4	42.878,1	40.092,8
ΝΟΕ	62.834,1	60.138,6	57.443,1	54.747,7	52.052,2	49.356,7	46.661,3	43.965,8	41.270,3	38.574,9
ΔΕΚ	64.696,4	61.911,1	59.125,8	56.340,5	53.555,2	50.769,8	47.984,5	45.199,2	42.413,9	39.628,6
ΕΤΟΣ	778.870	745.985	713.101	680.216	647.331	614.447	581.562	548.677	515.793	482.908

Πίνακας 4.16 Υπολογισμός του μηνιαίου και ετήσιου όγκου απορροής της λεκάνης της Γαλάτιστας κατά το χρονικό διάστημα 1988- 1996.

ΜΗΝΑΣ	Όγκος απορροής, m^3								
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ΙΑΝ	39.396,5	39.396,5	58.776,0	190.464,0	50.592,0	7.440,0	14.880,0	26.784,0	38.688,0
ΦΕΒ	36.637,6	36.637,6	72.384,0	33.408,0	48.720,0	3.480,0	8.352,0	18.096,0	27.840,0
ΜΑΡ	38.932,3	38.932,3	30.504,0	130.944,0	44.640,0	3.720,0	18.600,0	11.160,0	11.160,0
ΑΠΡ	37.451,8	37.451,8	43.200,0	103.680,0	34.560,0	7.920,0	7.200,0	7.200,0	7.200,0
ΜΑΙ	38.468,1	38.468,1	53.568,0	117.552,0	27.528,0	8.184,0	8.184,0	7.440,0	7.440,0
ΙΟΥΝ	37.002,5	37.002,5	21.600,0	94.320,0	30.960,0	7.200,0	4.320,0	3.600,0	3.600,0
ΙΟΥΛ	38.003,8	38.003,8	8.928,0	77.376,0	18.600,0	3.720,0	3.720,0	8.928,0	5.952,0
ΑΥΓ	37.771,7	37.771,7	7.440,0	57.288,0	8.928,0	3.720,0	0,0	5.208,0	2.232,0
ΣΕΠΤ	36.328,7	36.328,7	25.200,0	36.000,0	2.160,0	3.600,0	2.880,0	3.600,0	7.200,0
ΟΚΤ	37.307,5	37.307,5	44.640,0	22.320,0	28.272,0	7.440,0	2.976,0	7.440,0	5.208,0
ΝΟΕ	35.879,4	35.879,4	36.000,0	46.800,0	2.880,0	3.600,0	2.880,0	2.880,0	3.600,0
ΔΕΚ	36.843,3	36.843,3	59.520,0	49.848,0	7.440,0	0,0	2.232,0	14.880,0	33.480,0
ΕΤΟΣ	450.023,2	450.023,2	461.760	960.000,0	305.280	60.024	76.224,0	117.216	153.600

5. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

Στην περιοχή μας έχουν γίνει κατά καιρούς πολλές υδρολογικές μελέτες κυρίως από ιδιώτες μελετητές και ερευνητικές προσπάθειες του Α.Π.Θ στην προσπάθεια για δημιουργία μιας ενιαίας βάσης γεωλογικών –υδρογεωλογικών δεδομένων. Μέσω αυτών δημιουργήθηκε ένα δίκτυο παρακολούθησης των χαρακτηριστικών των υπογείων υδροφόρων στρωμάτων στην λεκάνη του Ανθεμούντα.

Αρχικά το δίκτυο περιελάμβανε 29 γεωτρήσεις – πιεζόμετρα στον Κάτω Ανθεμούντα οι οποίες επιλέχθηκαν λόγω της θέσης τους και του βάθους τους αλλά και εξαιτίας των γεωλογικών σχηματισμών τους οποίους υδρομαστεύουν. Έπειτα το δίκτυο αυτό συμπεριέλαβε και τον Άνω Ανθεμούντα οπότε χρειάστηκε να τροποποιηθεί και να συμπληρωθεί ώστε σήμερα να αποτελείται συνολικά από 67 γεωτρήσεις – πιεζόμετρα. Απαραίτητη δειγματοληψία σε όλες τις γεωτρήσεις πραγματοποιείται 2 φορές το χρόνο, κατά τους μήνες Οκτώβριο και Μάιο. Με αυτόν τον τρόπο κατορθώνεται η συστηματική καταγραφή των ετήσιων ελάχιστων και μέγιστων τιμών της στάθμης των υπόγειων υδροφορέων.

Με σχετική διερεύνηση των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών που χαρακτηρίζουν την λεκάνη του Ανθεμούντα έγινε δυνατός ο προσδιορισμός των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των υπόγειων υδροφόρων σωμάτων και η εξακρίβωση των σχέσεων υδραυλικής επικοινωνίας αυτών μεταξύ τους αλλά και τον τρόπο και το βαθμό τροφοδοσίας τους από τα επιφανειακά υδάτινα σώματα και τα κατακρημνίσματα εντός της λεκάνης. Η εικόνα που δημιουργείται είναι μάρτυρας της πολύπλοκης και ποικιλόμορφης υδρογεωλογικής δομής που κυριαρχεί στην περιοχή. Κάτωθι παρατίθενται τα κυριότερα χαρακτηριστικά της:

Ένας εκτεταμένος επιφανειακός υδροφόρος: Οριοθετείται δυτικά από την ακτή και απλώνεται προς τα ανατολικά καλύπτοντας το κεντρικό τμήμα της λεκάνης. Η λεκάνη είναι πληρωμένη με ιζηματογενείς αποθέσεις άμμου, άργιλου και χαλίκων. Το βάθος του υδροφόρου αυτού εκτείνεται από την επιφάνεια έως λίγες μονο δεκάδες μέτρα. Θα μπορούσαμε κάλλιστα να πούμε ότι αποτελεί ένα πακέτο υδροφόρων σχηματισμών, η υδραυλική συνέχεια των οποίων διακόπτεται κατά θέσεις από αργλικές ενστρώσεις.

Ένας βαθύτερος υδροφόρος: Έχει σαν δυτικά όρια την ακτή του Θερμαϊκού κόλπου, καταλαμβάνει τα κεντρικά τμήματα της λεκάνης και εκτείνεται ανατολικά έως την περιοχή της Γαλάτιστας. Αποτελεί ένα διαφορετικό πακέτο υδροφόρων σχηματισμών και αφορά βάθη

μεγαλύτερα απο 50 με 80 μέτρα. Τεράστιο ερωτηματικό αποτελεί ο εντοπισμός του μέγιστου βάθους που φτάνει μιας και είναι δύσκολο να καθοριστεί με ακρίβεια. Παρόλα αυτά οι ερευνητές του προσδίδουν ένα βάθος της τάξης των 2,5 χιλιομέτρων σε μια περιοχή κοντά στο αεροδρόμιο «Μακεδονία» λόγω βαθιών γεωτρήσεων αλλά και γεωφυσικών ερευνών του Ι.Γ.Μ.Ε. των Ελληνικών Πετρελαίων στην περιοχή. Ακόμη έχει διαπιστωθεί από στοιχεία γεωτρήσεων σε κεντρικά τμήματα της λεκάνης (περιοχή του Γαλαρινού) ότι το βάθος αυτό ελλατώνεται προς τα ανατολικά με αποτέλεσμα το πάχος των σχηματισμών να μειώνεται δραματικά και στο τέλος να γίνεται δύσκολη η διάκριση του από τον εκτεταμένο επιφανειακό υδροφόρο.

Ένας υπό πίεση υδροφόρος που εντοπίζεται νότια του νοητού άξονα Ταγαράδες – Σουρωτή και νότια του κρασπεδικού ρήγματος ο οποίος προσδιορίστηκε από γεωτρήσεις μέσα στα Νεογενή ιζήματα και στον ασβεστόλιθο.

Στην περιοχή μεταξύ των Βασιλικών και του Γαλαρινού παρατηρείται μία τοπική αναθόλωση των πετρωμάτων του υποβάθρου τα οποία συναντώνται σε βάθη της τάξης των 100 μέτρων περίπου περιορίζοντας και την επιφανειακή εξάπλωση των ιζημάτων κατά τη Β-Ν διεύθυνση.

Πηγαίνοντας ανατολικότερα μέχρι τη Γαλάτιστα, το πάχος των ιζημάτων αυξάνεται πάλι και δημιουργεί ένα μερικώς ανεξάρτητο υδροφόρο σύστημα, η υδραυλική επικοινωνία του οποίου με τα προαναφερθέντα υδροφόρα συστήματα παραμένει προς το παρόν άγνωστη.

Αξίζει να αναφερθεί το νεοτεκτονικό ρήγμα του Ανθεμούντα η ύπαρξη του οποίου παίζει σημαντικό ρόλο στην ρύθμιση των υδρογεωλογικών συνθηκών της λεκάνης και ειδικότερα στην υδραυλική επικοινωνία των δύο υπολεκανών που δημιουργεί η αναθόλωση του υποβάθρου του Γαλαρινού αλλά και σε άλλα εξίσου σημαντικά ζητήματα που αφορούν την υδρογεωλογία της περιοχής. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η εμφάνιση αυξημένης γεωθερμικής βαθμίδας σε μεγάλη έκταση στη λεκάνη, ο ρόλος του ρήγματος ως δίοδος ανόδου των υποκείμενων θερμών νερών προς μικρότερα βάθη όπως και το κατά πόσο το ρήγμα ευνοεί την είσοδο υφάλμυρου νερού προς την ενδοχώρα υποβαθμίζοντας ποιοτικά το νερό της λεκάνης (Φίκος Η., Ζιάνκας Γ., Παυλίδου Ε., Φάμελλος Σ., Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικού Δυναμικού Λεκάνης Ανθεμούντα).

5.1 Υδροφορία της λεκάνης Ανθεμούντα

Όσο αναφορά την υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών της περιοχής, οι σχηματισμοί μας διακρίνονται σε 2 κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά τους Νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμούς, ενώ η δεύτερη τα Μάρμαρα, τους γνεύσιους, τους σχιστόλιθους και τους οφιόλιθους. Μεταξύ των δύο κατηγοριών εντοπίζονται διαφορές όσον αφορά τον μηχανισμό κίνησης των υπογείων νερών αλλά και την ικανότητα αποθήκευσης και απόληψης τους.

Σημαντική είναι η έκταση των Νεογενών και Τεταρτογενών σχηματισμών στην περιοχή της μελέτης μας. Αυτοί αποτελούν χαλαρούς σχηματισμοί οι οποίοι επιτρέπουν την κυκλοφορία ύδατος μέσω των ανοικτών τους πόρων που εντοπίζονται στα μεταξύ των κόκκων τους διάκενα. Η σημαντικότητα αυτών των σχηματισμών έγκειται στο γεγονός ότι η υδροπερατότητα τους μπορεί να ποικίλει τοπικά σε οριζόντιο ή κατακόρυφο επίπεδο. Ο λόγος είναι η διαφορετική φύση, διάταξη και κοκκομετρική σύσταση των πετρωμάτων από τα οποία δημιουργήθηκαν αλλά και από τον διαφορετικό τρόπο μεταφοράς και απόθεσης τους. Η άτακτη αυτή κατανομή των διαφορετικής κοκκομετρίας υλικών με εκδηλώσεις φακοειδών αποθέσεων και διασταυρούμενων στρώσεων επιτρέπει την ανάπτυξη τόσο φρεάτιου όσο και υπο πίεση υδροφόρου ορίζοντα.

Στους υπο πίεση δεν συναντάμε μόνο έναν ορίζοντα υδροφορίας αλλά περισσότερους λόγω της φακοειδούς και γενικότερα αποσφηνούμενης μορφής των υδροφόρων στρωμάτων. Κατά θέσεις έχουμε επικοινωνία μεταξύ των και του φρεάτιου ορίζοντα, συνήθως στις υψηλότερες θέσεις της λεκάνης, δηλαδή στον Γαλαρινό και στις νότιες και βόριες παρυφές.

Οι πηγές που αναπτύσσονται οφείλονται στα μεγάλα φακοειδή σώματα μαρμάρου που εκτείνονται κατά μήκος του βορειοανατολικού υδροκρίτη της λεκάνης. Η τροφοδοσία τους ενισχύεται από νερά προερχόμενα από την Περιστέρα και το Χορτιάτη. Η πηγή της Περιστέρας σημειώνει παροχή 30 με 50 m^3/h , ικανή να υδροδοτήσει το ομώνυμο χωριό.

Φρεάτια υδροφορία παρατηρείται στη μορφολογικά χαμηλότερη περιοχή του καμπού της Γαλάτιστας όπου επικρατούν οι αλλουβιακές αποθέσεις. Οι περιορισμένες γεωτρήσεις της περιοχής νότια του Γαλαρινού δείχνουν μικρή ή ανύπαρκτη υδροφορία με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η εκμετάλλευσή της.

Στην δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι βραχώδεις σχηματισμοί όπου η κυκλοφορία του ύδατος οφείλεται σε ασυνέχειες της μάζας του όπως επιφάνειες σχιστότητας, διακλάσεων, ρηγματώσεων κτλ. Γενικά αυτή η κατηγορία θεωρείται ότι αποτελείται από στεγανούς

σχηματισμούς. Βόρεια του οικισμού της Γαλάτιστας έχει εντοπιστεί μικρού μεγέθους υδροφορία μέσα στα μάρμαρα. Επίσης στην τοποθεσία «Γαύρη», νότια του Γαλαρινού, έχει εντοπιστεί σημαντική υδροφορία σε σχιστόλιθους. Η γεώτρηση της θέσης αυτής έχει παροχή 70 m^3/h και σκοπός της είναι η υδροδότηση του συνδέσμου Κρήνης - Πετραλώνων, ενώ άλλες 2 σε παραπλήσιες θέσεις που γίνανε για αρδευτικούς σκοπούς μας δώσανε τιμές παροχής 40 με 70 m^3/h . Σημαντικές παροχές έχουν σημειωθεί και από γεωτρήσεις που έχουν ανορυχθεί σε σχηματισμούς του υποβάθρου στο νότιο μέρος του κάμπου της Γαλάτιστας.

Συμπερασματικά, θα λέγαμε ότι ο Άνω Ανθεμούντας παρουσιάζει μέτρια υδροφορία με παροχές που κυμαίνονται από 30 με 80 m^3/h , ενώ στον Κάτω Ανθεμούντα βρίσκουμε παροχές 80 με 140 m^3/h .

5.2 Υδρολιθολογική συμπεριφορά του Ανατολικού τμήματος της Λεκάνης του Ανθεμούντα.

Καθοριστικό παράγοντα στην υδρολιθολογική συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών της λεκάνης παίζει η τεκτονική δράση στην περιοχή αλλά και το πρωτογενές πορώδες που επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις υπόγειες ροές των υδάτων.

Από υδρογεωτρήσεις στην περιοχή προκύπτει η γενική λιθολογική διάταξη των σχηματισμών όπου παρατηρούνται σε εναλλαγές άμμοι, ιλύες, χαλίκια και κροκάλες με μεγάλες διαφορές σε πάχη και ευρεία κοκκομετρική σύσταση. Αφορά δηλαδή ιζηματογενή πετρώματα με υδροφορία λόγω πρωτογενούς πορώδους που κυμαίνεται από 20 έως 35% και συντελεστή υδροπερατότητας k με τιμές από 10^{-8} έως $10^{-2}m/s$ (Καλλέργης 2001). Η ελάχιστη τιμή υδροπερατότητας αφορά αργιλοϊλύες ενώ το μέγιστο αφορά χαλίκια και κροκάλες.

Στον πίνακα 4.1 παρατίθενται τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών της περιοχής. Εντός των σχηματισμών αυτών και κυρίως μέσα στους άμμους και τα χαλίκια και σε μικρότερο βαθμό από την συναρμογή τους, αναπτύσσονται επάλληλοι υδροφόροι ορίζοντες που κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η ανομοιογένεια και η ανισοτροπία.

Η τροφοδοσία αυτών των υδροφόρων στρωμάτων γίνεται από την απεύθειας κατείσδυση των κατακρμνησμάτων και από πλευρικές διηθήσεις κατά μήκος των υδρορευμάτων και προς το κεντρικό τμήμα της λεκάνης με τελική διεύθυνση την Δύση.

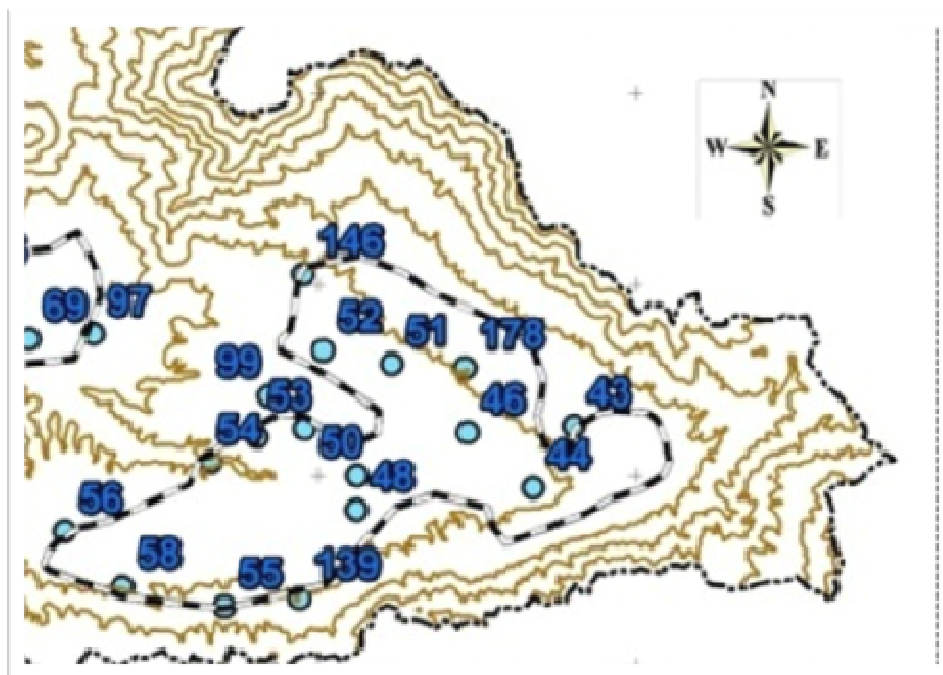
Πίνακας 4.17 Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά μερικών χαλαρών ιζημάτων (Καλλέργης 2001).

Είδος σχηματισμού	Συνολικό πορώδες (%)	Ενεργό πορώδες (%)	Τάξη μεγέθους υδροπερατότητας k (m/s)
Αργίλος	45	3	$<10^{-9}$
Άμμος	35	25	10^{-4} - 10^{-6}
Χαλίκια	25	22	$>10^{-4}$
Άμμος & χαλίκια	20	16	10^{-5} - 10^{-7}

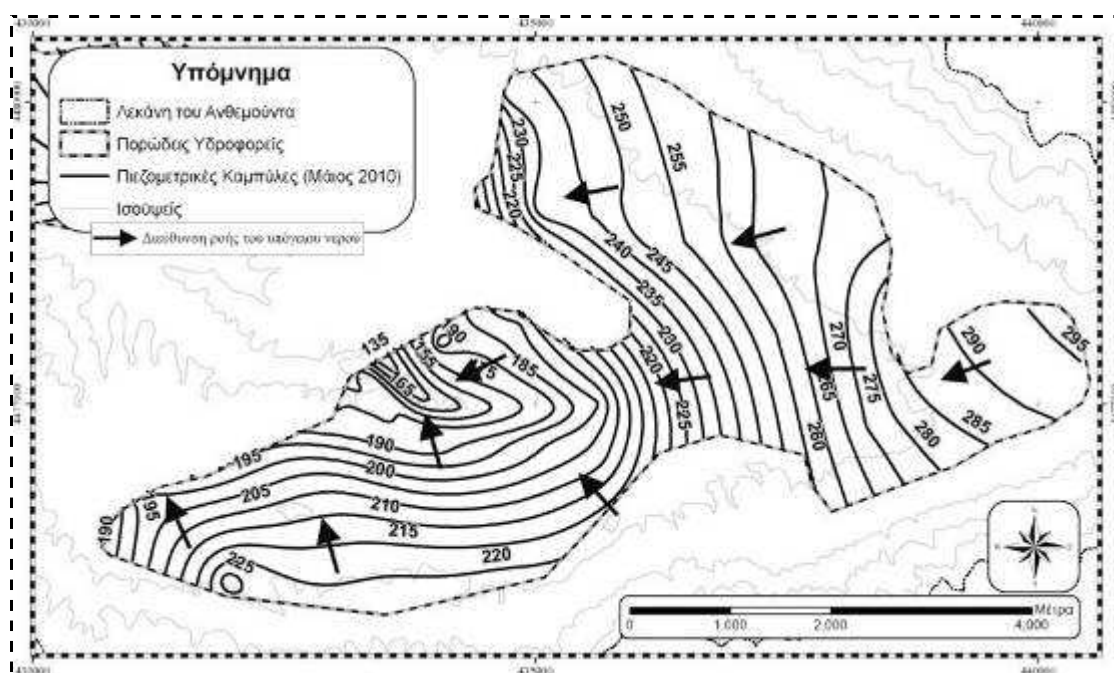
5.3 Μετρήσεις της στάθμης του υπόγειου νερού – πιεζομετρικός χάρτης.

Την περίοδο του Μαΐου 2010 πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της στάθμης του υπόγειου νερού. Με βάση αυτές τις μετρήσεις κατασκευάστηκε ο χάρτης βάθους του υπόγειου νερού καθώς και ο αντίστοιχος πιεζομετρικός χάρτης της περιοχής (Σχήμα 4.3 και 4.4 αντίστοιχα). Ο καθορισμός των θέσεων έγινε μέσω GPS και του υψομέτρου με την χρήση τοπογραφικών χαρτών. Με βάση τα στοιχεία του πιεζομετρικού χάρτη συμπεραίνουμε ότι :

- Οι υψηλότερες τιμές του πιεζομετρικού φορτίου καταγράφονται στο ανατολικό και νότιο τμήμα της λεκάνης, ενώ οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται στο βορειοανατολικό τμήμα της λεκάνης.
- Οι γραμμές ροής του υπόγειου νερού στο ανατολικό τμήμα της περιοχής έχουν κατεύθυνση προς Δύση, ενώ στο δυτικό τμήμα της έχουν κατεύθυνση ΒΒΔ.
- Σύμφωνα με την πιεζομετρία της περιοχής ο υδροφορέας τροφοδοτείται από το ανατολικό και νοτιοανατολικό τμήμα.



Σχήμα 4.3 Χάρτης θέσεων μέτρησης της στάθμης των υπόγειων νερών.

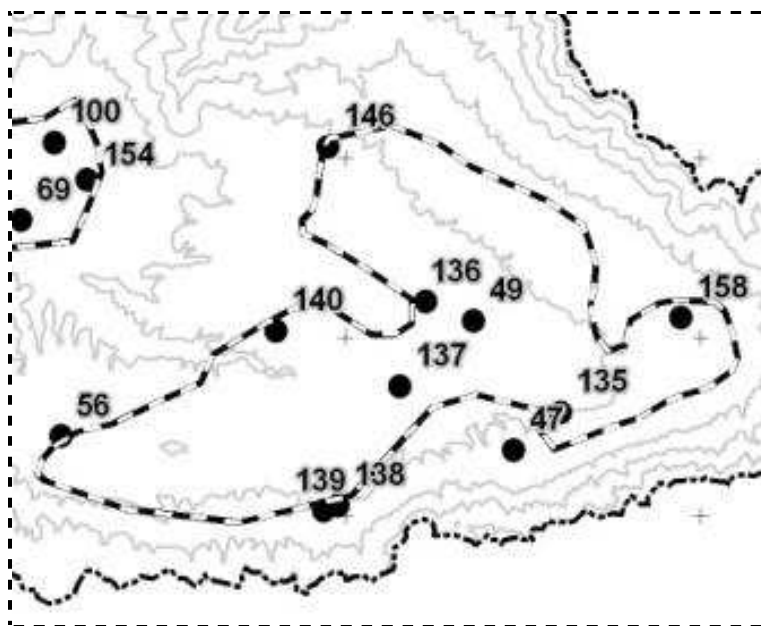


Σχήμα 4.4 Πιεζομετρικός χάρτης της λεκάνης της Γαλάτιστας για την περίοδο Μαΐου 2010

5.4 Μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων των υδάτων.

Στο σχήμα απεικονίζονται οι θέσεις στις οποίες έγινε δυνατή η δειγματοληψία για τον καθορισμό των φυσικών, χημικών ιδιοτήτων και της ποιότητας των υδάτων της περιοχής. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τον μήνα Μαΐο του έτους 2010 στην ευρύτερη περιοχή των ορίων της υπολέκνης της Γαλάτιστας και μπόρεσαν να προσδιοριστούν:

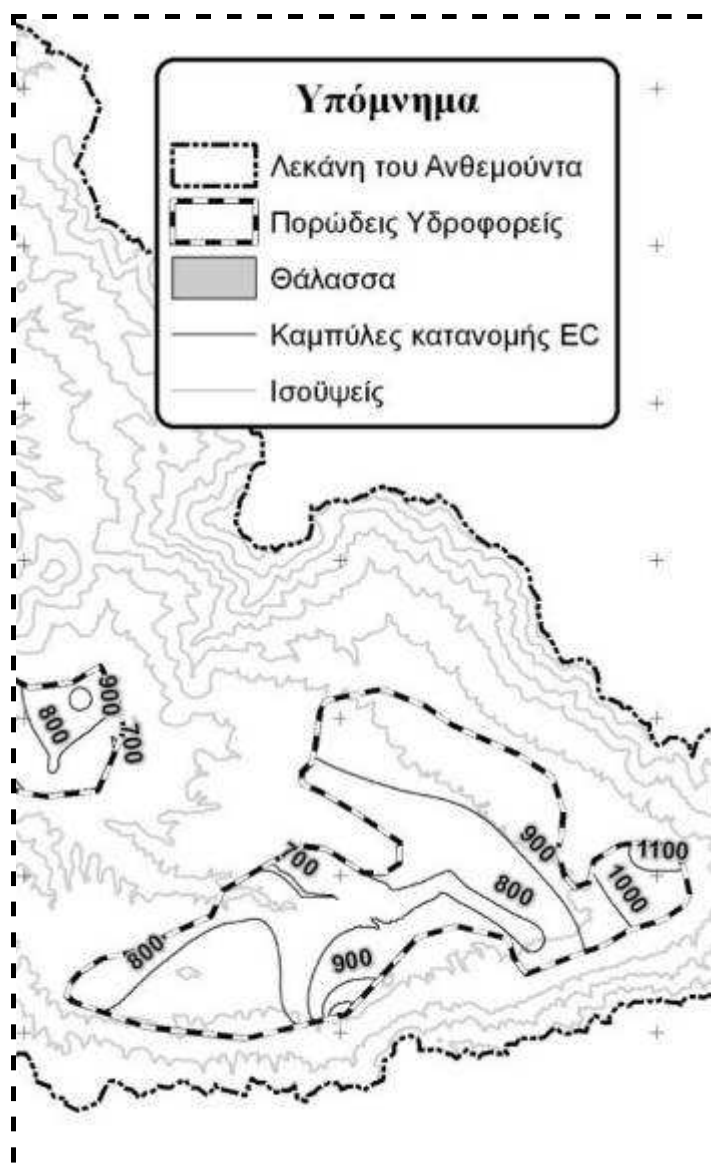
- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
- Η ενεργός οξύτητα (pH)
- Η θερμοκρασία των υπόγειων νερών T(°C)
- Τα συνολικά διαλυμένα στερεά (T.D.S)
- Η συγκέντρωση των ανιόντων Χλωρίου (Cl^-) και των Νιτρικών ιόντων (NO_3^-)



Σχήμα 4.5 Θέσεις δειγματοληψίας κατά την περίοδο του Μαΐου 2010.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα εκφράζει την ευκολία με την οποία κυκλοφορούν ηλεκτρικά φορτία μέσα στην μάζα των υδάτων. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, από την συγκέντρωσή τους, από την ευκινησία, το σθένος τους αλλά και από την θερμοκρασία. Το καθαρό νερό είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού οπότε αναμένουμε μικρή τιμή αγωγιμότητας. Η παρουσία αυξημένων ποσοτήτων αλάτων υποδηλώνουν μεγάλες τιμές αγωγιμότητας και πιθανά προβλήματα υγείας. Η αύξηση της θερμοκρασίας σημαίνει και αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας γιατί η μέτρηση της πρέπει να γίνεται σε συγκεκριμένη

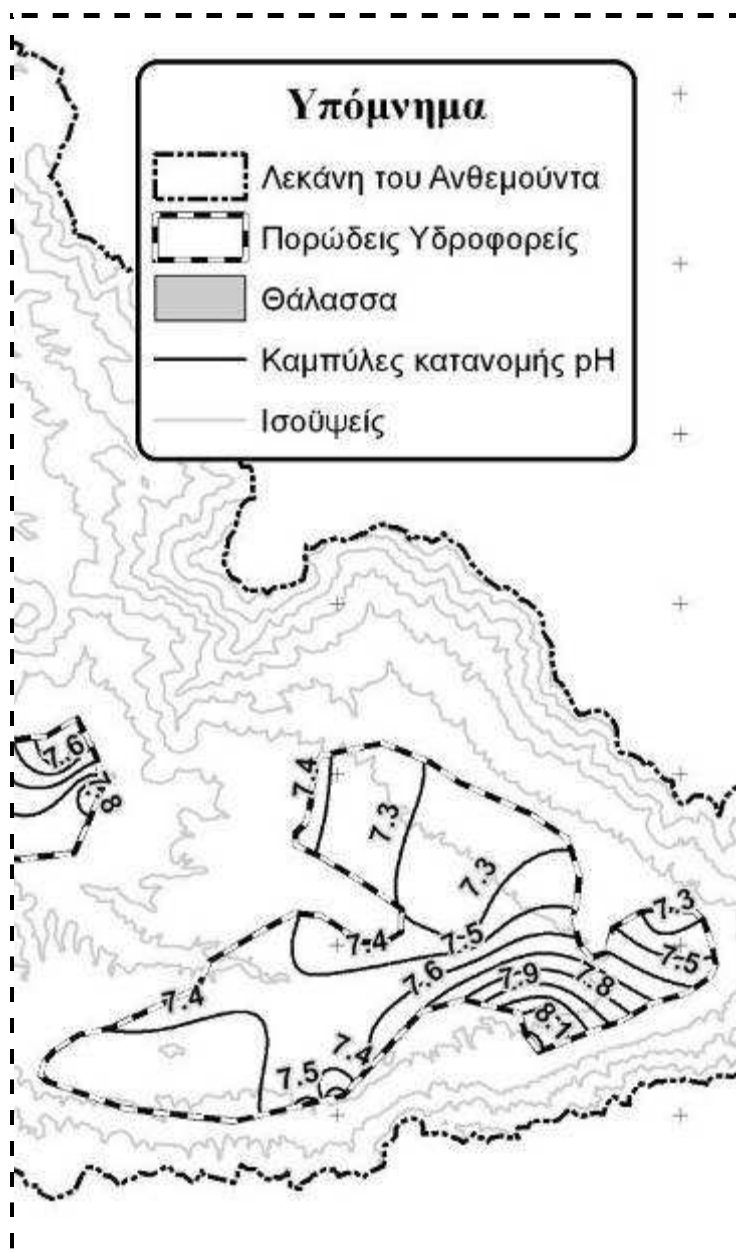
θερμοκρασία. Συνήθως γίνεται στους 25 °C. Στο σχήμα παρατηρούμε ότι οι τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας κυμαίνονται από 700 μέχρι 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Σχήμα 4.6 Χωρική κατανομή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ($\mu\text{S}/\text{cm}$) την περίοδο του Μαΐου 2010.

Η ενεργός οξύτητα ή pH είναι ένας εύχρηστος τρόπος έκφρασης της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου ή πιο σωστά των ιόντων H_3O^+ σε ένα υδατικό διάλυμα. Πιο συγκεκριμένα αποτελεί τον αρνητικό δεκαδικό λογάριθμο της συγκέντρωσης των ιόντων H_3O^+ . Η ενεργός οξύτητα αποτελεί μέτρο οξύτητας ή αλκαλικότητας μιας χημικής ουσίας. Το pH γενικά ελαττώνεται καθώς η υδάτινη μάζα ενηλικιώνεται. Οι νεώτερες υδάτινες μάζες έχουν αλκαλικό pH ($\text{pH} > 7$) το οποίο με την πάροδο του χρόνου αποκτά όξινο χαρακτήρα ($\text{pH} < 7$). Η ενεργός οξύτητα του υπόγειου νερού παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποσάθρωση καθώς ευνοεί

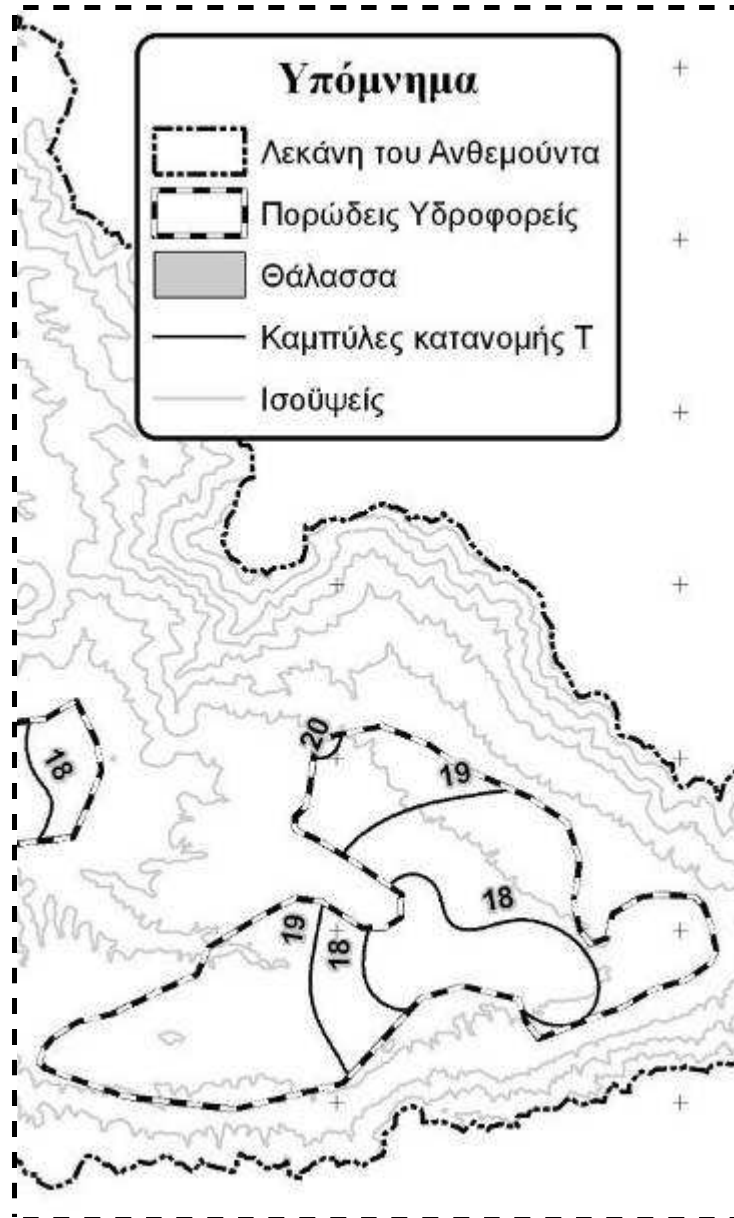
την αφαίρεση του Fe και του Al από τα μητρικά ορυκτά και την συγκέντρωση του SiO_2 . Επίσης μειώνεται από την οξείδωση της αμμωνίας η οποία προέρχεται από την χρήση της κοπριάς σαν λίπασμα, καθώς και την οξείδωση των πυριτών (FeS_2). Στο σχήμα βλέπουμε ότι το pH διατηρεί αλκαλικές τιμές (7,3 με 8,1), πράγμα το οποίο δηλώνει ότι έχουμε ηλικιακά νέα υδατική μάζα.



Σχήμα 4.7 Χωρική κατανομή του pH την περίοδο του Μαΐου 2010

Η θερμοκρασία των υπόγειων νερών καθορίζονται από τις θερμοκρασίες των περιβαλλόντων πετρωμάτων. Με εξαίρεση τα επιφανειακά νερά που παρουσιάζουν διακυμάνσεις λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας, τα υπόγεια νερά έχουν σχετικά σταθερές

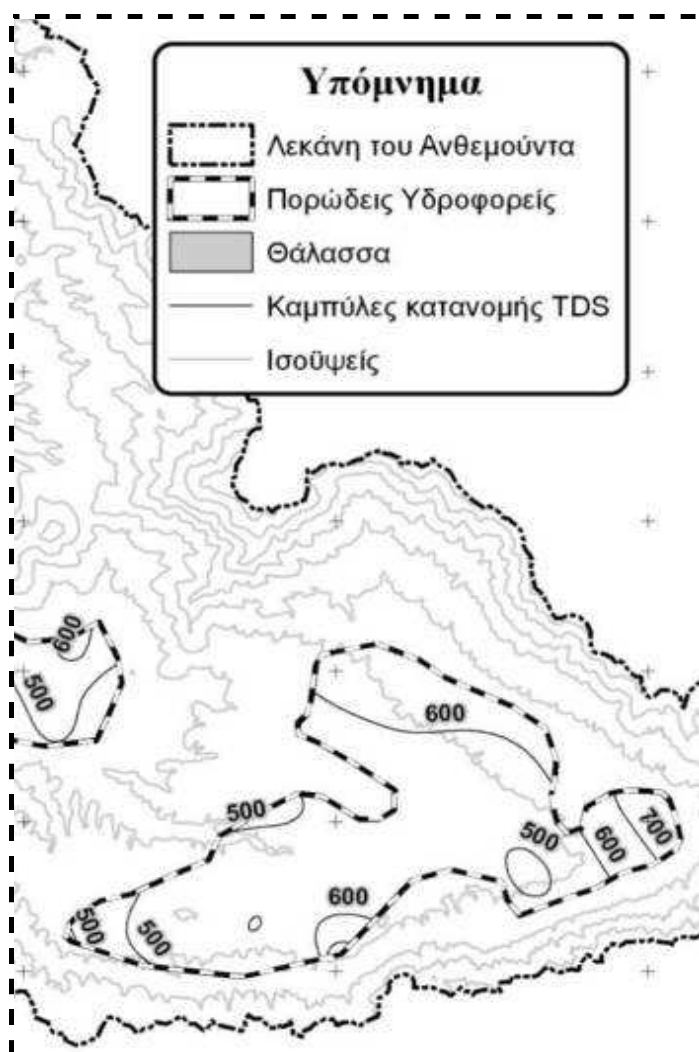
θερμοκρασίες. Ενδεικτικά, 14-15 °C είναι η κανονική θερμοκρασία, στους αβαθείς υδροφορείς διακυμαίνεται από 10 έως 20 °C, ενώ στις πηγές η θερμοκρασία είναι αντιστρόφως ανάλογη με την παροχή τους με μια διαφορά της τάξης των 4-5 βαθμών. Το εύρος των τιμών (σχήμα 4.8) μας υποδηλώνει θερμοκρασίες αβαθών υδροφορέων.



Σχήμα 4.8 Χωρική κατανομή της θερμοκρασίας T (σε °C) την περίοδο του Μαΐου 2010.

Το T.D.S ή αλλιώς αλατότητα εκφράζει την συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων στο νερό αλάτων, χωρίς να περιλαμβάνει τα αιωρούμενα ιζήματα, τα κολλοειδή και τα διαλυμένα αέρια. Το νερό θεωρείται γλυκό για τιμές του T.D.S που κυμαίνονται μεταξύ 0 με 1.000 mg/L, για τιμές μεταξύ 10.000 και 100.000 mg/L είναι αλμυρό και για τιμές μεγαλύτερες των 100.000 mg/L λέγεται υπεραλμυρό. Για την μέτρηση του αθροίζονται οι τιμές όλων των

ιόντων. Η διείσδυση της θάλασσας, η εξάτμιση του νερού και η διάλυση ορυκτής ύλης επηρεάζουν τις τιμές του. Το πλεόνασμα του νερού από αρδεύσεις που διηθείται στον υδροφόρο αυξάνει την συγκέντρωση του T.D.S. Μεγάλες τιμές του συναντώνται σε υδροφόρους ξερών περιοχών και σε λεκάνες με κακή στράγγιση. Επίσης μεγάλες τιμές απαντώνται στα υπόγεια νερά σε σχέση με τα επιφανειακά γιατί στα υπόγεια λαμβάνει χώρα η διάλυση των πετρωμάτων λόγω διάβρωσης. Γενικότερα είναι αποδεκτό ότι η αλατότητα αυξάνει με το βάθος. Στην δική μας περίπτωση, το T.D.S κυμαίνεται από 500 με 700 mg/L οπότε θεωρείται ότι το νερό είναι γλυκό.



Σχήμα 4.9 Χωρική κατανομή των συνολικών διαλυμένων στερεών (TDS σε mg/L) την περίοδο του Μαΐου 2010.

Τα ανιόντα χλωρίου συναντώνται στη φύση σαν άλατα νατρίου (NaCl), καλίου (KCl), ασβεστίου (CaCl_2) και μαγνησίου (MgCl_2) (Ευθύμιος Νταρακάς, Ποιοτικά χαρακτηριστικά και διεργασίες επεξεργασίας νερού). Εντοπίζονται σαν προϊόντα διάβρωσης πετρωμάτων, στα ιζηματογενή πετρώματα λόγω των αργιλικών ορυκτών θαλάσσιας γένεσης, στους εβαπορίτες

καθώς και σε παράκτιους υδροφόρους λόγω διείσδυσης της θάλασσας. Ακόμη μπορούν να προκύψουν από την χρήση λιπασμάτων, από λύματα και από βιομηχανικά απόβλητα. Στο πόσιμο νερό, το επιθυμητό όριο συγκέντρωσης των χλωριόντων είναι 25 mg/L ενώ το ανώτατο όριο αγγίζει την τιμή των 250 mg/L. Σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του ανώτατου ορίου το νερό θεωρείται γλυφό και ίσως προκαλεί προβλήματα στην υγεία. Σε περίπτωση που έχουμε απότομη αύξηση των χλωριόντων στο νερό και γνωρίζουμε ότι δεν οφείλεται σε είσοδο του θαλασσινού νερού, μιλάμε για πιθανή ρύπανση από λύματα. Η περιοχή έρευνας μας σε όλο το εύρος της διατηρεί σταθερές τιμές Cl^- 30 mg/L με μια εξαίρεση στο νοτιότερο τμήμα της με την τιμή των 90 mg/L. Θεωρούμε ότι οι τιμές μας είναι στο αποδεκτό εύρος τιμών, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι βρισκόμαστε σε φυσιολογικά επίπεδα.



Σχήμα 4.10 Χωρική κατανομή του Cl^- (mg/L) την περίοδο του Μαΐου 2010.

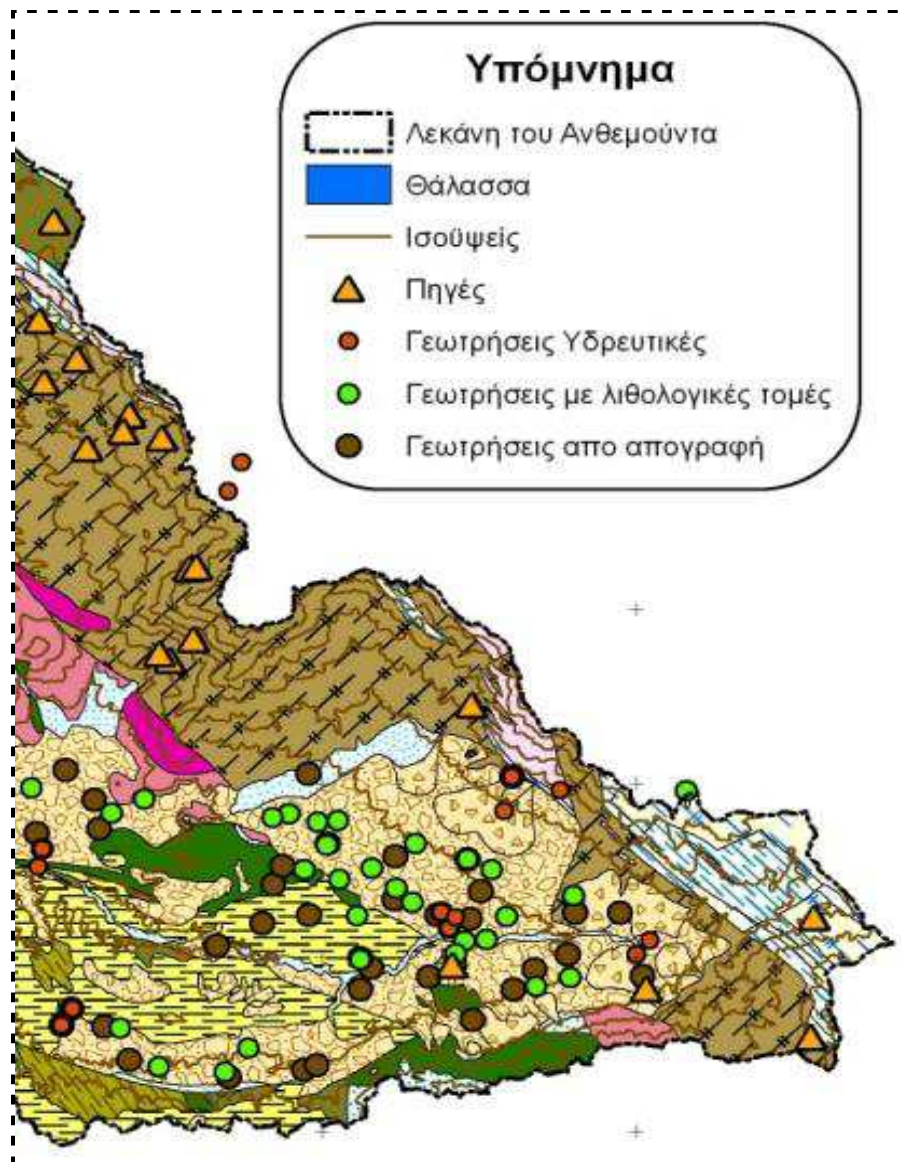
Τα Νιτρικά ιόντα αποτελούν κομμάτι του κύκλου του αζώτου στη φύση, γιατί τον λόγο συναντώνται σε μικρές συγκεντρώσεις. Αποτελούν προϊόντα της φυσικής αποσύνθεσης οργανικών αζωτούχων ενώσεων και συνήθως προέρχονται από ζωικά περιττώματα, λιπάσματα ή και προηγούμενη χρήση του νερού από τον άνθρωπο. Μεγάλη περιεκτικότητα σε νιτρικό

ανιόν μας υποδεικνύει την ύπαρξη ή επίδραση των βιολογικών ρύπων ή την ανάμειξη με νερά άρδευσης από λιπαινόμενες γαίες. Για το πόσιμο νερό, η ιδανική συγκέντρωση έχει καθοριστεί 25 mg/L, ενώ η ανώτερη επιτρεπόμενη 50 mg/L. Τιμές που υπερβαίνουν το ανώτερο όριο έχουν χαρακτηριστεί ως επιζήμιες για την ανθρώπινη υγεία. Έχοντας ως κριτήριο την ανώτερη επιτρεπόμενη τιμή των 50 mg/L , βλέπουμε ότι η περιοχή έρευνας μας χωρίζεται σε 2 τμήματα, το Βόρειο και το Νότιο. Το Νότιο τμήμα διατηρεί επιτρεπόμενες τιμές ενώ το Βόρειο τμήμα παίρνει τιμές μεγαλύτερες του επιτρεπόμενου ορίου έως και 100mg/L. Οι υψηλές περιεκτικότητες νιτρικών στο βόρειο τμήμα είναι ένδειξη και αποτέλεσμα της ανθρώπινης παρέμβασης των τελευταίων ετών, είτε με αγροτικές δραστηριότητες, είτε με απορρίψεις λυμάτων.



Σχήμα 4.11 Χωρική κατανομή του NO_3^- (mg/L) την περίοδο του Μαΐου 2010.

Τέλος, παρατίθεται ένας συγκεντρωτικός γεωλογικός χάρτης που απεικονίζει την περιοχή μελέτης και τις αντίστοιχες γεωτρήσεις και πηγές που χρησιμοποιήθηκαν στη λήψη των μετρήσεων.



Σχήμα 4.12 Γεωλογικός χάρτης με τις υδρογεωτρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη και πηγές της περιοχής έρευνας

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την υδρογεωλογική έρευνα στη λεκάνη της *Γαλάτιστας* προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

Γενικά χαρακτηριστικά της λεκάνης

- Το υπόβαθρο της λεκάνης αποτελείται από προαλπικούς επιγνεύσιους και πρασινοσχιστόλιθους της μαγματικής σειράς του Χορτιάτη, ενώ τα υπερκείμενα στρώματα, τα οποία πληρούν τη λεκάνη, αποτελούνται από μεταλπικούς νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμούς.
- Οι νεογενείς και τεταρτογενείς σχηματισμοί της λεκάνης παρουσιάζουν σχετικά μεγάλο πορώδες και φιλοξενούν υδροφόρα συστήματα.
- Υδροφορείς αναπτύσσονται επιφανειακά αλλά και σε βάθη μεγαλύτερα από 50-80 μέτρα. Ακόμη παρατηρείται φρεάτια υδροφορία στη μορφολογικά χαμηλότερη περιοχή του κάμπου της Γαλάτιστας.
- Στο ανατολικό και νότιο τμήμα της λεκάνης καταγράφονται οι υψηλότερες τιμές πιεζομετρικού φορτίου.
- Κατά μήκος του βορειοανατολικού υδροκρίτη της λεκάνης εντοπίζονται πηγές που οφείλονται στην παρουσία των μεγάλων φακοειδών σωμάτων μαρμάρου.
- Σύμφωνα με τον μετεωρολογικό σταθμό της Μίκρας, η μέση τιμή της θερμοκρασίας είναι 14,6 °C.
- Η μέγιστη ετήσια τιμή βροχόπτωσης στον σταθμό της Μίκρας είναι 640,5 mm, ενώ η ελάχιστη ετήσια τιμή είναι 235,7 mm.

Ποιότητα των υπόγειων νερών της λεκάνης της Γαλάτιστας.

- ο Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των νερών κυμαίνεται από 700 μέχρι 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- ο Η αλατότητα (TDS) της περιοχής έχει τιμές 500 με 700 mg/L, άρα πρόκειται για γλυκά νερά.
- ο Η συγκέντρωση των χλωριόντων στην περιοχή βρίσκεται σε φυσιολογικά επίπεδα, με τιμές μικρότερες από 100 mg/L.

- ο Η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στα Βόρεια τμήματα της λεκάνης, τα τελευταία χρόνια διατηρεί τιμές μεγαλύτερες από 50 mg/L με ανώτερη καταγραφόμενη τιμή τα 100 mg/L, πράγμα το οποίο είναι ανησυχητικό για την ποιοτική κατάσταση των νερών της περιοχής. Για τον λόγο αυτόν απαιτείται η συστηματική παρακολούθηση της ποιότητας των νερών της περιοχής και η λήψη μέτρων για τον περιορισμό της νιτρορύπανσης γεωργικής προέλευσης.

Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

- ❖ Καθορισμός του μέγιστου βάθους του βαθύτερου υδροφορέα που εκτείνεται από την ακτή του Θερμαϊκού έως τη λεκάνη της Γαλάτιστας.
- ❖ Καθορισμός της υδραυλικής επικοινωνίας του υπό πίεση υδροφόρου συστήματος της Γαλάτιστας με τα υδροφόρα συστήματα της λεκάνης του Ανθεμούντα.
- ❖ Ο ρόλος του νεοτεκτονικού ρήγματος του Ανθεμούντα στην υδρογεωλογία της περιοχής.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βουδούρης, Κ. (2009): «Θέματα Υδρογεωλογίας Περιβαλλοντος» Έκδοση Τζιόλα Θεσσαλονίκη.
2. Καζάκης, Ν. (2013): Εκτίμηση της διακινδύνευσης της εξωτερικής ρύπανσης των υπόγειων νερών: Εφαρμογή στη λεκάνη του Ανθεμούντα. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας, ΑΠΘ.
3. Λατινόπουλος (φεβρουάριος 2001) «Διερεύνηση και αξιοποίηση των υδάτινων πόρων της λεκάνης του Άνω Ανθεμούντα», Ερευνητικό Έργο, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ τομέας υδραυλικής και τεχνικής περιβάλλοντος, τεύχος 1 : τελική έκθεση.
4. Μουντράκης, Δ. (1985): «Γεωλογία της Ελλάδος» University studio press.
5. Νταρακάς, Ε. (Θεσσαλονίκη 2010): «Ποιοτικά χαρακτηριστικά και διεργασίες επεξεργασίας νερού», Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ. Τομέας Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος.
6. Φίκος Η., Ζιάνκας Γ., Παυλίδου Ε., Φάμελλος Σ. (3-6 Φεβρουαρίου 2005): «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικού Δυναμικού Λεκάνης Ανθεμούντα».
7. USGS «Ο υδρολογικός κύκλος», Γεωλογική Υπηρεσία ΗΠΑ, <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclegreek.html#precipitation>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

A. Φωτογραφικό Υλικό

B. Μετεωρολογικά Δεδομένα

Α. Φωτογραφικό υλικό



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.



Σχήμα Γεώτρηση της περιοχής του Άνω Ανθεμούντα για αρδευτικούς σκοπούς.

Β. Μετεωρολογικά στοιχεία.

Πίνακας Μηνιαία ύψη βροχής στο σταθμό Θεσσαλονίκης– Μίκρας (τελική έκθεση, Λατινόπουλος Π.)

1951	85.0	23.0	42.0	52.0	14.0	22.0	47.0	28.0	15.0	146.0	29.0	34.0
1952	36.0	17.0	15.0	19.0	61.0	10.0	16.0	2.0	10.0	32.0	65.0	92.0
1953	33.0	8.0	8.0	36.0	64.0	13.0	14.0	16.0	6.0	51.0	40.0	30.0
1954	76.0	88.0	33.0	19.0	58.0	13.0	0.0	0.0	0.0	44.0	93.0	31.0
1955	85.0	19.0	53.0	69.0	13.0	46.0	35.0	43.0	65.0	126.0	87.0	8.0
1956	27.0	97.0	58.0	8.0	40.0	33.0	8.0	29.0	1.0	37.0	110.0	60.0
1957	18.0	10.0	9.0	22.0	40.0	85.0	1.0	31.0	40.0	88.0	50.0	34.0
1958	23.0	6.0	39.0	48.0	15.0	20.0	5.0	1.0	62.0	17.0	23.0	12.0
1959	15.0	12.0	41.0	36.0	74.0	8.0	46.0	17.0	31.0	73.0	31.0	64.0
1960	22.0	18.0	30.0	36.0	68.0	50.0	13.0	2.0	76.0	15.0	84.0	132.0
1961	90.0	10.0	20.0	26.0	20.0	34.0	10.0	0.0	2.0	6.0	60.0	70.0
1962	40.0	40.0	40.0	43.0	1.0	10.0	50.0	3.0	50.0	40.0	100.0	80.0
1963	60.0	70.0	40.0	30.0	100.0	10.0	20.0	20.0	10.0	70.0	40.0	70.0
1964	10.0	10.0	50.0	20.0	60.0	47.0	27.0	3.0	89.0	29.0	40.0	54.0
1965	80.0	52.0	58.0	69.0	33.0	50.0	3.0	2.0	0.0	1.0	28.0	46.0
1966	70.0	13.0	37.0	20.0	41.0	47.0	5.0	41.0	7.0	66.0	94.0	87.0
1967	24.0	17.0	42.0	23.0	82.0	42.0	73.0	23.0	63.0	26.0	12.0	12.0
1968	42.0	72.0	31.0	24.0	64.0	16.0	0.0	8.0	48.0	52.0	85.0	67.0
1969	99.0	72.0	91.0	15.0	21.0	16.0	5.0	4.0	21.0	0.0	12.0	154.0
1970	32.0	43.0	89.0	3.0	87.0	64.0	70.0	15.0	6.0	27.0	11.0	38.0
1971	50.0	75.0	72.0	44.0	95.0	16.0	38.0	52.0	12.0	7.0	6.0	62.0
1972	53.0	56.0	23.0	75.0	42.0	52.0	18.0	6.0	57.0	85.0	12.0	0.0
1973	48.0	44.0	61.0	17.0	6.0	21.0	45.0	19.0	135.0	102.0	40.0	40.0
1974	82.0	61.0	70.0	54.0	38.0	29.0	0.0	17.0	19.0	20.0	63.0	81.0
1975	26.0	23.0	33.0	7.0	40.0	54.0	31.0	42.0	2.0	27.0	32.0	18.0
1976	3.0	41.0	31.0	46.0	63.0	21.0	78.0	98.0	2.0	45.0	53.6	7.1
1977	20.0	9.0	18.0	10.0	32.0	28.0	18.0	9.0	25.7	7.4	45.7	12.9
1978	40.0	42.0	47.0	86.0	59.0	25.0	1.0	25.0	67.0	81.0	23.0	52.0
1979	36.0	51.0	14.0	80.0	43.0	1.0	39.0	24.0	13.0	95.0	115.0	50.0
1980	61.0	13.0	54.0	43.0	58.0	16.00	34.0	9.0	27.0	151.0	38.0	50.0
1981	31.0	16.0	42.0	21.0	15.0	12.0	31.0	33.0	0.0	32.0	84.0	56.0
1982	14.0	63.0	30.0	108.0	24.0	27.0	11.0	28.0	9.0	59.0	116.0	27.0
1983	8.0	13.0	26.0	5.0	51.0	78.0	33.0	18.0	3.0	18.0	59.0	143.0
1984	36.0	42.0	51.0	76.0	11.0	10.0	3.0	16.0	4.0	0.0	37.0	52.0
1985	13.0	6.0	71.0	5.0	8.0	6.0	0.0	1.0	8.0	13.0	180.0	23.0
1986	48.0	167.0	21.0	8.0	75.0	68.0	3.0	28.0	34.0	18.0	52.0	10.0
1987	39.0	53.0	99.0	68.0	31.0	45.0	13.0	36.0	18.0	80.0	129.0	37.0
1988	35.0	22.0	89.0	12.0	37.0	11.0	11.0	17.0	3.0	13.0	95.0	44.0
1989	2.0	-999.9	32.0	20.0	27.0	86.0	43.0	0.0	42.0	15.0	33.0	51.0
1990	0.0	1.0	4.0	25.0	63.0	9.0	19.0	28.0	10.0	39.0	-999.9	-999.9

Πίνακας Μηνιαία ύψη βροχής στο σταθμό Θεσσαλονίκης- Σέδες. (τελική έκθεση, Λατινόπουλος Π.)

1961	18.8	10.5	22.7	26.2	45.1	33.6	15.5	-888.8	2.1	5.5	70.5	45.6
1962	28.5	35.2	41.1	43.4	0.7	18.4	35.5	8.4	47.6	39.6	85.0	76.2
1963	54.5	36.7	35.1	34.0	105.9	18.7	34.3	21.2	14.6	69.6	19.5	60.4
1964	13.4	12.3	57.2	18.4	93.7	49.0	26.7	7.5	100.3	20.4	38.2	35.5
1965	67.6	38.3	46.8	51.3	20.0	40.8	0.0	0.8	-888.8	1.0	23.3	41.8
1966	47.8	12.7	17.0	21.5	31.4	44.2	4.2	66.6	11.2	63.2	102.2	57.7
1967	24.1	-999.9	30.2	17.2	66.7	25.0	82.6	37.1	58.4	21.0	10.2	11.8
1968	22.3	58.2	29.3	11.9	53.9	31.4	-888.8	3.9	20.4	30.8	63.2	55.6
1969	74.4	61.8	85.2	13.1	24.2	23.4	9.2	7.6	6.9	-888.8	17.6	154.7
1970	40.0	47.1	73.0	0.7	61.2	59.7	58.5	20.7	5.2	23.2	8.3	30.8

Πίνακας Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στον σταθμό Θεσσαλονίκη – Σέδες. (τελική έκθεση, Λατινόπουλος Π.)

1961	5.7	6.8	11.8	16.7	20.0	24.7	26.5	26.7	22.4	17.3	13.40	6.8
1962	6.5	5.6	10.1	14.8	21.6	24.5	26.9	28.4	23.2	17.2	14.10	5.5
1963	3.6	7.4	8.7	13.9	18.8	24.5	28.2	27.8	23.8	16.8	13.40	7.5
1964	2.9	6.4	9.9	14.7	18.4	24.6	26.1	25.7	20.3	17.3	12.60	7.8
1965	6.5	3.0	9.5	13.3	18.3	24.8	26.9	24.8	22.8	16.1	11.60	8.4
1966	4.7	10.8	10.1	15.9	19.3	23.5	27.6	27.5	22.2	20.4	12.80	7.4
1967	4.0	5.6	10.1	13.7	19.6	23.2	26.0	26.9	22.0	18.1	12.30	7.3
1968	3.7	8.5	9.3	15.9	22.4	23.7	27.4	24.9	22.0	16.0	12.80	6.8
1969	3.8	8.1	8.6	13.2	21.4	24.5	25.3	25.9	23.3	16.1	12.90	8.2
1970	7.2	8.4	10.0	16.1	17.7	23.8	26.0	26.2	22.0	16.0	11.60	7.2

Πίνακας Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες στον σταθμό Θεσσαλονίκη-Μίκρα. (τελική έκθεση, Λατινόπουλος Π.)

1951	7.4	9.4	11.6	15.0	21.4	25.1	26.9	27.3	23.0	14.1	12.5	6.9
1952	7.2	6.9	9.5	16.4	18.8	24.9	27.0	29.2	26.0	17.5	12.4	10.5
1953	6.2	8.2	8.1	15.3	18.4	24.8	27.8	26.5	22.9	16.3	9.0	4.6
1954	2.8	3.4	10.5	12.8	18.7	26.7	28.3	27.5	24.2	17.0	11.5	8.4
1955	9.1	11.1	10.0	11.5	20.2	24.1	27.3	25.4	21.4	17.5	10.9	8.5
1956	6.2	3.9	5.9	14.8	19.3	23.8	27.3	28.2	22.3	16.7	11.2	6.2
1957	4.6	9.6	9.6	14.5	18.1	25.3	27.5	27.4	22.4	17.5	12.3	6.3
1958	6.3	9.6	9.0	13.8	22.4	25.1	28.1	28.0	21.0	16.0	12.3	8.7
1959	4.6	5.2	10.9	14.6	19.7	23.6	27.2	26.7	20.4	14.0	10.9	10.2
1960	6.5	7.7	9.3	14.0	19.3	24.1	26.6	27.7	20.9	18.5	14.2	11.1
1961	5.2	2.1	11.8	-999.9	20.1	-999.9	26.3	26.8	22.3	16.8	12.8	6.5
1962	6.1	5.4	9.0	-999.9	-999.9	24.5	27.1	28.2	23.1	16.8	13.6	5.3
1963	3.1	7.0	8.3	13.9	19.3	24.8	28.1	27.7	23.6	16.5	12.6	7.1
1964	2.0	5.9	9.8	14.6	18.5	25.0	26.1	25.9	20.6	16.9	12.2	7.4
1965	6.1	2.8	9.3	13.2	18.3	24.7	26.9	24.7	22.2	14.8	10.7	7.6
1966	4.6	9.9	9.9	15.4	19.1	23.3	27.2	27.0	21.7	19.7	12.3	7.2
1967	3.5	4.8	9.9	13.4	19.3	23.2	25.7	26.7	21.7	17.4	11.6	6.8
1968	3.3	7.9	8.7	15.4	22.2	23.9	27.3	24.9	22.0	15.6	12.6	6.4
1969	3.9	7.7	8.9	13.2	21.5	24.4	25.1	25.6	22.5	15.5	12.2	8.2
1970	7.2	8.2	10.1	16.1	18.1	24.1	26.1	26.1	21.8	15.7	10.6	6.6
1971	8.2	6.4	8.5	13.2	20.5	24.0	25.0	25.7	20.3	14.3	10.2	7.0
1972	6.3	7.1	9.6	15.3	20.0	25.1	26.50	25.9	20.1	12.5	10.2	5.0
1973	4.1	7.3	7.6	13.3	20.5	23.6	27.0	25.1	22.2	16.0	7.8	5.0
1974	5.3	7.8	9.3	11.9	18.1	23.6	26.5	26.1	21.7	17.3	10.2	5.3
1975	4.2	4.7	10.8	14.3	20.0	23.7	26.7	24.4	23.3	15.8	10.1	5.6
1976	4.8	5.7	8.2	14.0	18.9	23.1	25.5	22.7	20.2	16.9	11.5	6.1
1977	5.4	9.8	10.5	14.4	20.6	24.8	27.3	26.3	20.7	14.2	12.6	4.6
1978	4.4	8.0	11.1	13.3	18.5	24.8	26.6	24.8	19.4	14.6	6.8	8.5
1979	4.5	7.3	11.3	12.6	19.6	26.0	26.1	25.2	21.1	14.9	11.7	7.5
1980	3.2	6.0	9.3	12.5	16.9	23.5	26.4	25.5	21.2	17.4	12.6	7.7
1981	3.3	6.1	11.5	14.2	18.3	25.6	25.8	25.0	22.2	18.5	8.7	8.1
1982	4.9	4.6	8.6	12.2	18.7	24.4	25.7	25.4	23.3	16.9	9.6	7.9
1983	6.2	5.1	10.3	15.9	21.3	22.3	25.1	23.8	20.8	15.1	9.5	7.1
1984	6.5	7.3	8.6	12.3	19.6	22.0	25.3	24.1	22.8	18.3	12.0	6.8
1985	6.0	4.0	8.8	15.8	21.8	23.3	22.6	26.8	22.1	14.8	11.8	8.8
1986	6.8	7.1	9.6	15.8	19.3	24.3	24.6	26.8	22.1	15.6	9.5	4.3
1987	5.5	8.3	5.3	13.1	16.6	24.5	26.3	24.3	23.1	15.3	10.8	7.8
1988	8.1	7.6	9.5	13.3	19.6	23.5	24.8	26.0	22.5	15.3	6.8	5.1
1989	4.1	7.3	11.3	16.3	18.5	23.0	26.0	26.3	22.1	15.3	10.6	5.3
1990	4.6	8.1	12.5	15.6	18.3	24.6	27.3	25.6	21.6	16.6	-999.9	-999.9