



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ,
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας & Υδρογεωλογίας

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΕΠΑΝΟΜΗΣ

Διπλωματική εργασία
Δίπλα Μαρία (Α.Ε.Μ: 4282)

Υπεύθυνος Καθηγητής:
κ. Βουδούρης Κωνσταντίνος

Θεσσαλονίκη, 2011



**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
--------------------	----------

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
-----------------	----------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	5
---	----------

1.1. Γενικά χαρακτηριστικά λεκάνης Καλαμαριάς.....	5
1.2. Υπολεκάνη Επανομής.....	6
1.2.1. Γεωγραφική θέση Επανομής.....	6
1.2.2. Ιστορία της Επανομής.....	7
1.2.3. Πληθυσμιακή ανάπτυξη.....	8
1.2.4. Απασχόληση και χρήση γης.....	9
1.2.5. Κλιματολογικά στοιχεία.....	11
1.2.6. Γεωλογία της περιοχής.....	16
1.2.7. Τεκτονική της περιοχής.....	20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ	22
---------------------	-----------

2.1. Υδρολιθολογία Λεκάνης.....	22
2.1.1. Υδρολιθολογική ενότητα «Α» περατοί σχηματισμοί.....	23
2.1.2. Υδρολιθολογική ενότητα «Β» ημιπερατοί σχηματισμοί.....	25
2.1.3. Υδρολιθολογική ενότητα «Γ» αδιαπέρατοι σχηματισμοί.....	25
2.2 Διακύμανση στάθμης υπόγειου νερού.....	29

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	38
---------------------	-----------

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	40
---------------------	-----------

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη της διακύμανσης της στάθμης του υπόγειου νερού στην περιοχή της Επανομής.

Η μείωση των υδάτινων αποθεμάτων είναι ένα επίκαιρο θέμα που απασχολεί σε μεγάλο βαθμό τόσο επιστημονικούς κύκλους που ασχολούνται με την μελέτη και αξιολόγηση των υδατικών αποθεμάτων, όσο και τους αγρότες οι οποίοι τα τελευταία χρόνια αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα με την ποσότητα αλλά και την ποιότητα του νερού που αντλούν από τις γεωτρήσεις προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες τους σε νερό ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες. Ωστόσο το πρόβλημα του νερού έχει αρχίσει να απασχολεί σε τοπικό τουλάχιστον επίπεδο και δημόσιους φορείς (δήμους και κοινότητες) που με ανάθεση μελετών καλούν τους υδρογεωλόγους να αποφανθούν για την ποιότητα του και την εξάντληση του ώστε να λάβουν τα απαραίτητα, ανεπιτυχώς ως επί των πλείστον, μέτρα για την αντιμετώπιση του.

Η περιοχή της Επανομής αλλά και η ευρύτερη αυτής χαρακτηρίζεται από εκτενείς καλλιεργήσιμες εκτάσεις, αφού η γεωργία κατά πρώτον και ο τουρισμός κατά δεύτερον είναι οι κύριοι κλάδοι απασχόλησης των περισσότερων από τους κατοίκους της Επανομής. Έτσι η μελέτη της διακύμανσης της στάθμης του υπόγειου νερού σε βάθος χρόνου αποτελεί σημαντική πληροφόρηση για αυτούς ώστε να μπορέσουν μακροπρόθεσμα να βελτιώσουν, όσο ακόμα είναι δυνατόν, την διαχείριση του.

Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας, σε προπτυχιακό επίπεδο, δεν ήταν δυνατόν να γίνει μελέτη της διακύμανσης της στάθμης για μια σειρά ετών ώστε να εξαχθούν αξιόλογα συμπεράσματα και προτάσεις. Ωστόσο μέσω της εργασίας αυτής δίνεται μια εικόνα για την συμπεριφορά της στάθμης του υπόγειου νερού την τελευταία διετία.

Για τον σκοπό αυτό κρίθηκε απαραίτητο στο πρώτο κεφάλαιο να δοθούν πληροφορίες για την λεκάνη της Καλαμαριάς στην οποία ανήκει η υπολεκάνη

της Επανομής αλλά και πληροφορίες για την γεωγραφική της θέση, την ιστορία της, την πληθυσμιακή της ανάπτυξη, την απασχόληση και τις χρήσεις γης, κλιματολογικές πληροφορίες και στοιχεία που αφορούν την τεκτονική και την γεωλογία της.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται εκτενώς η υδρολιθολογία της περιοχής μελέτης, παρουσιάζονται λιθοστρωματογραφικά στοιχεία αυτής και τέλος παρουσιάζεται η διακύμανση της στάθμης και της διεύθυνσης της ροής του νερού για την τελευταία διετία, δηλ. από 2008 – 2010 αρχές 2011.

Στο τέλος γίνεται μια προσπάθεια σύνοψης όλων των παραπάνω καθώς αλλά και εξαγωγής συμπερασμάτων για την συμπεριφορά του υπόγειου νερού στην περιοχή της Επανομής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή της Επανομής αποτελεί μια από τις πολλές υπολεκάνες της ευρύτερης λεκάνης της Καλαμαριάς. Έτσι κρίνεται αναγκαίο να γίνει μια λεπτομερή περιγραφή αυτής προκειμένου να δοθεί μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της υδρογεωλογικής συμπεριφοράς της υπολεκάνης Επανομής.

1.1. Γενικά χαρακτηριστικά λεκάνης Καλαμαριάς

Η περιοχή μελέτης εντάσσεται γεωγραφικά στο Δ – ΝΔ τμήμα της χερσονήσου της Χαλκιδικής. Η λεκάνη Καλαμαριάς γεωγραφικά καταλαμβάνει τη N-NA επέκταση της εκτεταμένης λοφώδους σειράς η οποία ξεκινά ΒΑ του πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης.

Το σχήμα της λεκάνης απορροής είναι πεπλατυσμένο, τραπεζοειδές. Το μήκος του μέγιστου άξονα ανάπτυξης της λεκάνης έχει διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Εκτείνεται 55km περίπου από την περιοχή του ακρωτηρίου Μεγάλο Έμβολο ως την απόληξη της λεκάνης στην Διώρυγα της Ποτίδαιας. Ο μικρός άξονας ανάπτυξης εμφανίζει μια γενική διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ με μήκος που δεν ξεπερνά τα 20km.

Το συνολικό μήκος ακτών είναι 65.412km οι οποίες παρουσιάζουν χαρακτηριστική μορφολογία με εναλλάξ ήπιες και απόκρημνες ακτές. Το ηπιότερο μορφολογικά τμήμα αυτών εμφανίζεται στον κεντρικό κόλπο Θεσσαλονίκης (Πυλαία – Αγ. Τριάδα). Οι απόκρημνες ακτές, που βρίσκονται κυρίως στα δυτικά τμήματα αυτής, είναι αποτέλεσμα της διάβρωσης που υφίστανται τα Νεογενή ιζήματα που σχηματίζουν μια λοφώδη τοπογραφία. Οι ακτές με νοτιοδυτικές και νότιες εκθέσεις της λεκάνης εμφανίζονται με ομαλότερο ανάγλυφο και συνίστανται από αλλουβιακές αποθέσεις (Αλυκές, Αγγελοχωρίου και ακρωτήριο Επανομής).

Το ανάγλυφο της λεκάνης απορροής μπορεί να χαρακτηριστεί με μικρές έως μέσες κλίσεις στο μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης απορροής, γεγονός που δείχνει πως ο χρόνος συγκέντρωσης του πλεονάσματος της βροχής είναι μεγάλος και κατά συνέπεια η πιθανότητα ταχείας κατείσδυσης αυξάνεται

σημαντικά.

Η επιφάνεια της λεκάνης απορροής έχει έκταση 585,88km² και χωρίζεται υδρολογικά σε 14 επιμέρους υπολεκάνες τα ονόματα και τα εμβαδά των οποίων στο επόμενο πίνακα (πιν. 1.1).

Πίνακας 1.1. Υπολεκάνες απορροής λεκάνης Καλαμαριάς και εμβαδά αυτών.

ΟΝΟΜΑ ΥΠΟΛΕΚΑΝΗΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΠΟΛΕΚΑΝΗΣ (σε km ²)
Υπολεκάνη Νέων Σιλάτων	74,46
Υπολεκάνη Νέας Τρίγλιας	70,44
Υπολεκάνη Καλλικράτειας	60,96
Υπολεκάνη Φλογητών	48,90
Υπολεκάνη Διονυσίου	44,53
Υπολεκάνη Λυγηρού	36,31
Υπολεκάνη Θερμαϊκού	34,35
Υπολεκάνη Νέων Πλάγιων	32,93
Υπολεκάνη Καλαμούδι	32,74
Υπολεκάνη Κουριόρεμα	29,32
Υπολεκάνη Επανομής	26,96
Υπολεκάνη Χιλιαρδαρίου	22,80
Υπολεκάνη Ελαιώνα	11,22
Υπολεκάνη Παπανικόλα	6,28

Πηγή: Ανατολική Α.Ε., Ολοκληρωμένη Μελέτη Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Νότιων Παράκτιων περιοχών Ν. Θεσσαλονίκης – Ν. Χαλκιδικής.

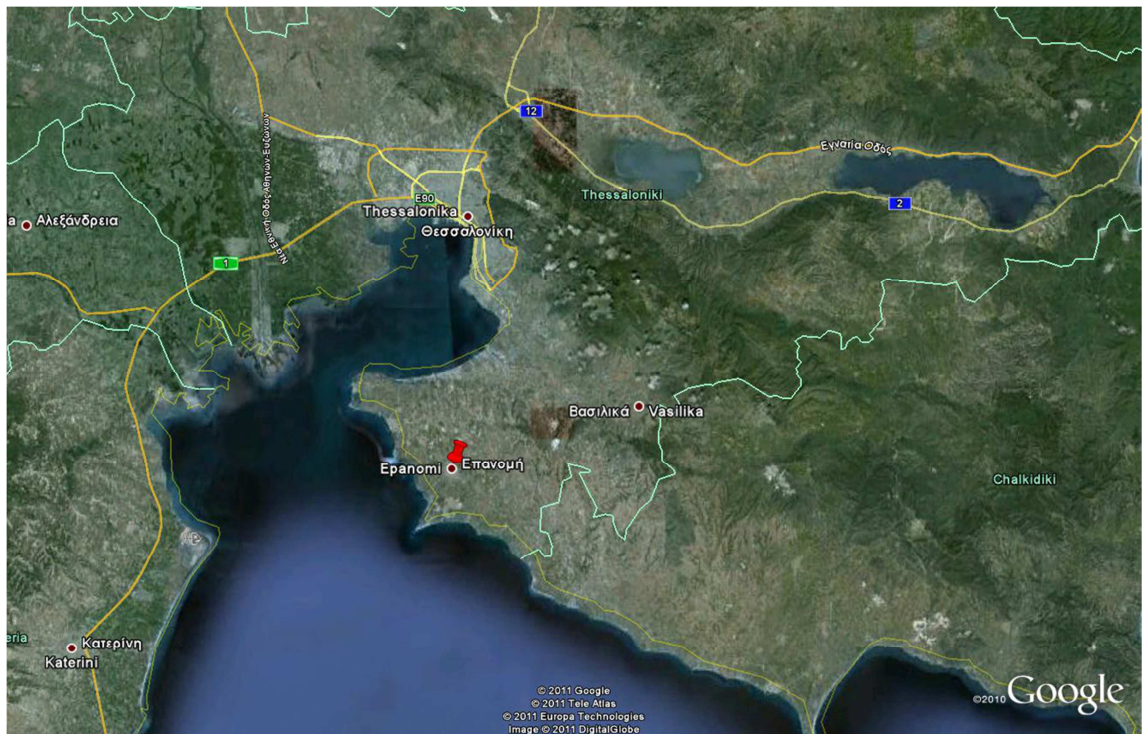
1.2 Υπολεκάνη Επανομής

Η υπολεκάνη της Επανομής είναι από τις μικρότερες σε μέγεθος λεκάνη απορροής, ενώ περιβάλλεται από 4 επιμέρους υπολεκάνες της ευρύτερης λεκάνης της Καλαμαριάς. Αναλυτικότερα συνορεύει:

- στα ΒΒΔ με την υπολεκάνη Θερμαϊκού,
- στα ΒΔ με την υπολεκάνη του Παπανικόλα,
- στα ΝΝΑ με την υπολεκάνη Καλαμούδι και
- στα ΒΒΑ με την λεκάνη του Ανθεμόντα.

1.2.1. Γεωγραφική θέση Επανομής

Η Επανομή βρίσκεται στα νοτιοανατολικά της Θεσσαλονίκης σε απόσταση 30km από το κέντρο της πόλης (εικ. 1.1). Έχει έκταση 91.541 στρέμματα και ο πραγματικός πληθυσμός της σύμφωνα με την απογραφή του 2001 είναι 8.671 κάτοικοι.



Εικόνα 1.1. Γεωγραφική θέση Επανομής.

Η έκταση των ακτών της φτάνει τα 40km ενώ το ακρωτήριο της αποτελεί το γεωγραφικό όριο του Θερμαϊκού κόλπου. Από το 1997 στο Δήμο Επανομής υπάρχουν τα δημοτικά διαμερίσματα Επανομής και Μεσημερίου. Η Επανομή συνορεύει με τους δήμους Μηχανιώνας, Μίκρας και Θερμαϊκού.

1.2.2. Ιστορία της Επανομής

Η αρχή της ιστορίας της Επανομής βρίσκεται πολύ παλιά καθώς είναι από τους αρχαιότερους οικισμούς που κατοικούταν από τα νεολιθικά χρόνια. Αποτέλεσε περιοχή της αρχαίας Μακεδονίας στη δυτική Χαλκιδική η οποία πήρε το όνομά της από τους Κρουσαίους (Θρακικό φύλο).

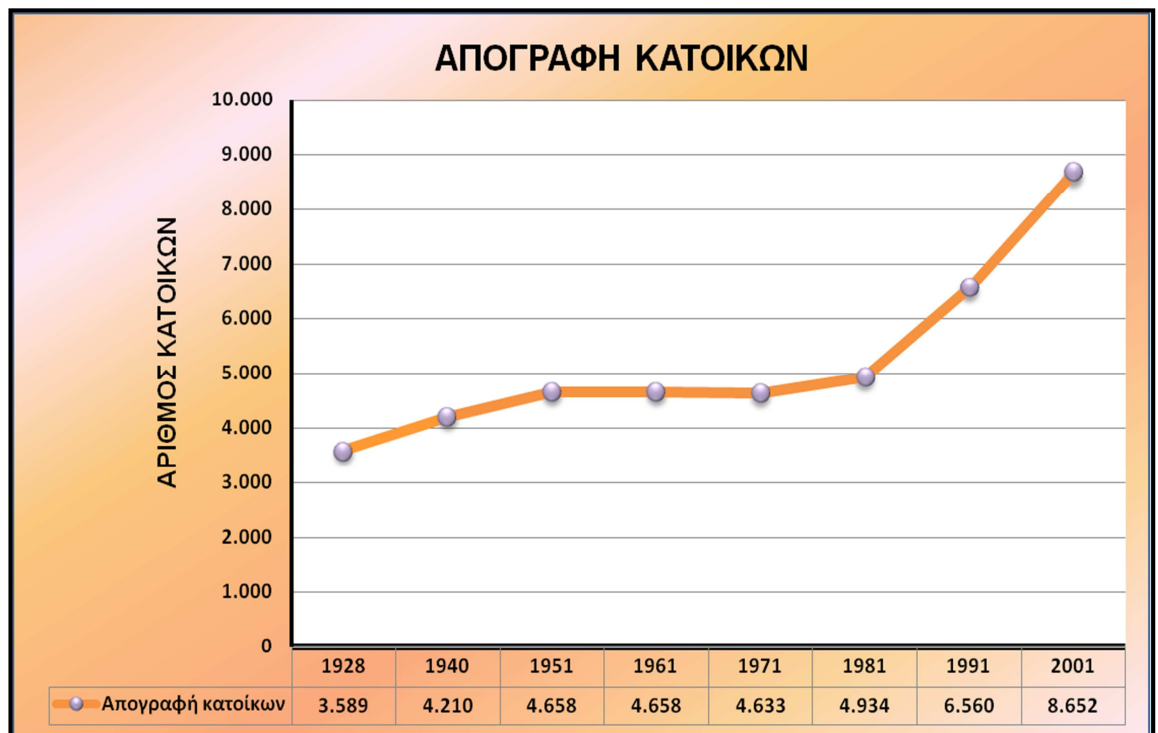
Στην περιοχή της Επανομής έχουν βρεθεί πολλά αρχαιολογικά ευρήματα που αναφέρονται κυρίως στα παλαιοχριστιανικά και πρωτοχριστιανικά χρόνια. Από τους σπουδαιότερους αρχαιολογικούς χώρους είναι το νεκροταφείο στη θέση Λιμόρι, το οποίο εντοπίστηκε βορειοδυτικά της Επανομής. Πρόκειται για οργανωμένο παλαιοχριστιανικό χώρο ταφής ο οποίος ήταν σε χρήση όλο τον 4^ο και το πρώτο μισό του 5^{ου} μ.Χ. αιώνα.

1.2.3. Πληθυσμιακή ανάπτυξη

Ο συνολικός πληθυσμός του Δήμου Επανομής ανέρχεται σε 8.652 κατοίκους σύμφωνα με τα στοιχεία της ΕΛ.ΣΤΑΤ. με βάση την απογραφή του 2001, έναντι 6.560 κατοίκων με βάση την απογραφή του 1991. Ο πληθυσμός αυτός περίπου τριπλασιάζεται κατά τους θερινούς μήνες.

Πίνακας 1.2. Δημογραφική εξέλιξη Δήμου Επανομής.

	1928	1940	1951	1961	1971	1981	1991	2001
Απογραφή κατοίκων	3.589	4.210	4.658	4.658	4.633	4.934	6.560	8.652



Διάγραμμα 1.1. Πληθυσμιακή εξέλιξη δήμου Επανομής.

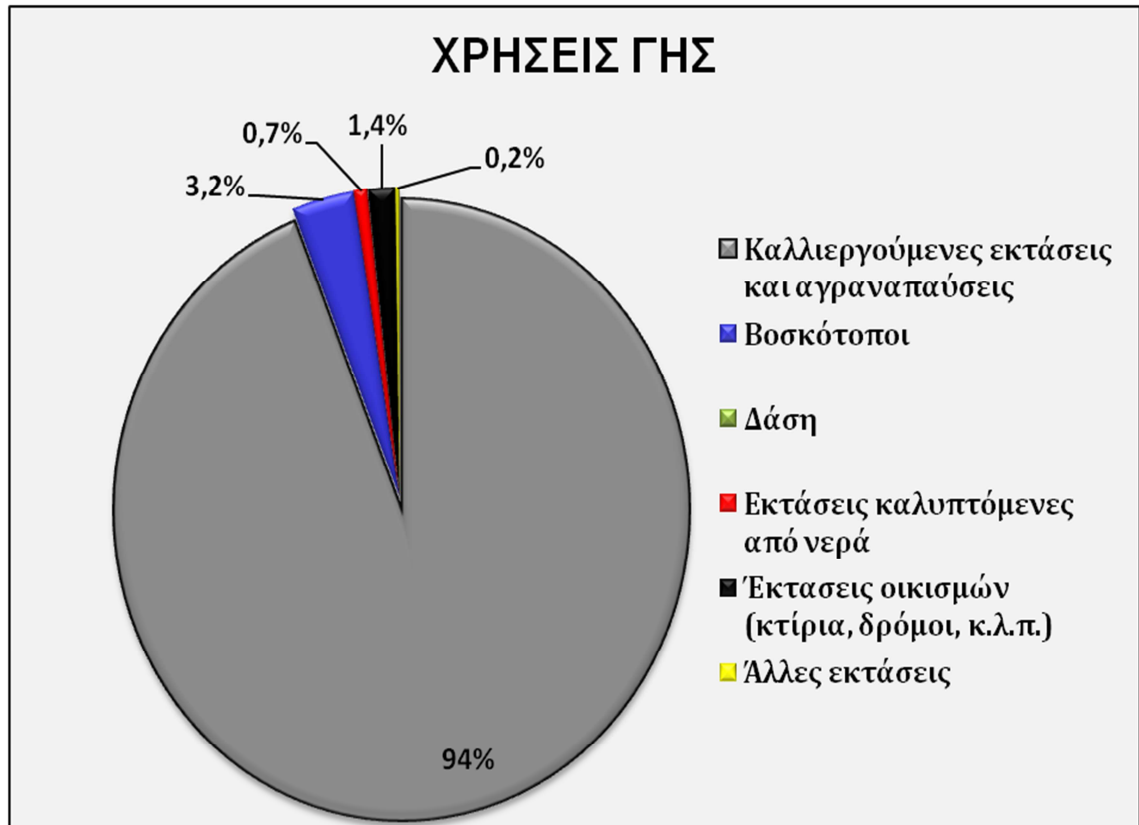
Η κατανομή του πληθυσμού στο Δήμο Επανομής, καθώς και η εξέλιξη

κατά τις δεκαετίες από το 1928 έως το 2001 φαίνονται αναλυτικά στο παραπάνω πίνακα (πιν. 1.2) ενώ οι μεταβολές αυτών παρουσιάζονται στο διάγραμμα 1.1.

Όπως διαπιστώνεται από τον παραπάνω πίνακα και διάγραμμα η πληθυσμιακή αύξηση, ειδικά τα τελευταία χρόνια, γίνεται με γεωμετρική πρόοδο, καθώς πολλοί είναι εκείνοι που μετακομίζουν από την Θεσσαλονίκη και άλλες περιοχές στην Επανομή.

1.2.4. Απασχόληση και χρήση γης

Η συνολική έκταση του δήμου Επανομής ανέρχεται στα 90.888 στρέμματα και κατανέμεται όπως δείχνει το διάγραμμα 1.2. Αναλυτικά οι χρήσεις γης στην Επανομή περιγράφονται στον πίνακα 1.3, σύμφωνα με στοιχεία που δημοσίευσε ο Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφήσεων Ελλάδας (Ο.Κ.Χ.Ε.) για την περίοδο 1999 - 2000, ενώ ο πίνακας 1.4 αποτελεί μια λεπτομερέστερη παρουσίαση της παραπάνω κατανομής.



Διάγραμμα 1.2. Χρήσεις γης Επανομής.

Πίνακας 1.3. Κατανομή εκτάσεων (στρέμματα) στις χρήσεις γης Επανομής, 1999 - 2000.

Σύνολο εκτάσεων	Καλλιεργούμενες εκτάσεις και αγραναπαύσεις	Βοσκότοποι	Δάση	Εκτάσεις καλυπτόμενες από νερά	Εκτάσεις οικισμών (κτίρια, δρόμοι, κ.λ.π.)	Άλλες εκτάσεις
90,9	85,4	3,2	0,0	0,7	1,4	0,2

Πηγή: Ο.Κ.Χ.Ε., geodata.gov.gr

Ο κύριος όγκος των μονίμων κατοίκων ασχολείται με την γεωργία, με έμφαση στην καλλιέργεια αμπελιών, γλυκάνισου, βαμβακιού και σιταριού, ενώ πολλοί δραστηριοποιούνται επαγγελματικά σε δικές τους επιχειρήσεις ενώ ολοένα και μεγαλύτερος αριθμός κατοίκων ασχολείται με τον τουρισμό.

Πιο συγκεκριμένα από τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις τα 30.000στρ. είναι σιτάρι, τα 8.000στρεμ. βαμβάκι και τα 10.000στρ. είναι οπωροκηπευτικά.

Πίνακας 1.4. Λεπτομερέστερη κατανομή εκτάσεων (στρέμματα) στις χρήσεις γης Επανομής, 1999 - 2000.

Σύνολο εκτάσεων	ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ						ΔΑΣΗ ΗΜΙΦΥΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ				ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΚΑΛΥΠΤΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΝΕΡΑ			ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ				
	Αρόσιμη γη	Μόνιμες καλλιέργειες	Βοσκότοποι - Μεταβατικές δασώδεις / θαμνώδεις εκτάσεις	Βοσκότοποι - Συνδυασμοί θαμνώδους και / ή ποώδους βλάστησης	Βοσκότοποι - Εκτάσεις με αραιή ή καθόλου βλάστηση	Ετερογενείς γεωργικές περιοχές	Δάση	Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις	Συνδυασμοί θαμνώδους και / ή ποώδους βλάστησης	Εκτάσεις με αραιή ή καθόλου βλάστηση	Χερσαία ύδατα	Εσωτερικές υγρές ζώνες	Παραθαλάσσιες υγρές ζώνες	Αστική οικοδόμηση	Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες	Δίκτυα συγκοινωνιών	Ορυχεία, χώροι απόρριψης απορριμμάτων και εργοτάξια	Τεχνητές, μη γεωργικές ζώνες πρασίνου, χώροι αθλητικών και πολιτιστικών δραστηριοτήτων
90,9	56,1	0,2	0,0	0,0	3,2	29,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,7	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0

Πηγή: Ο.Κ.Χ.Ε., geodata.gov.gr

Η Επανομή έχει πλούσια παράδοση στην παραγωγή κρασιού και τσίπουρου. Άλλωστε ο ήπιος χειμώνας και το δροσερό καλοκαίρι που χαρακτηρίζουν το κλίμα της περιοχής δημιουργούν ένα ιδανικό οικοσύστημα για την καλλιέργεια του αμπελιού. Μία από τις γνωστότερες οινοποιητικές μονάδες, το «Κτήμα Γεροβασιλείου» βρίσκεται στην Επανομή.

1.2.5. Κλιματολογικά στοιχεία

Το κλίμα της περιοχής είναι μεσογειακό, με ήπιο χειμώνα και θερμό έως δροσερό καλοκαίρι. Οι κύριοι συντελεστές διαμόρφωσης του κλιματικού χαρακτήρα της, είναι η επίδραση της θάλασσας, η αύλακα του Αξιού και η διαμόρφωση του ομαλού της ανάγλυφου.

Για την περιοχή του Δήμου Επανομή αξιοποιήθηκαν τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού της Ε.Μ.Υ στο αεροδρόμιο της Μίκρας, ο οποίος είναι εγκατεστημένος σε υψόμετρο 4m. Ο σταθμός λειτουργεί από το 1959 και τα διαθέσιμα δεδομένα αναφέρονται στην περίοδο 1959-1997.

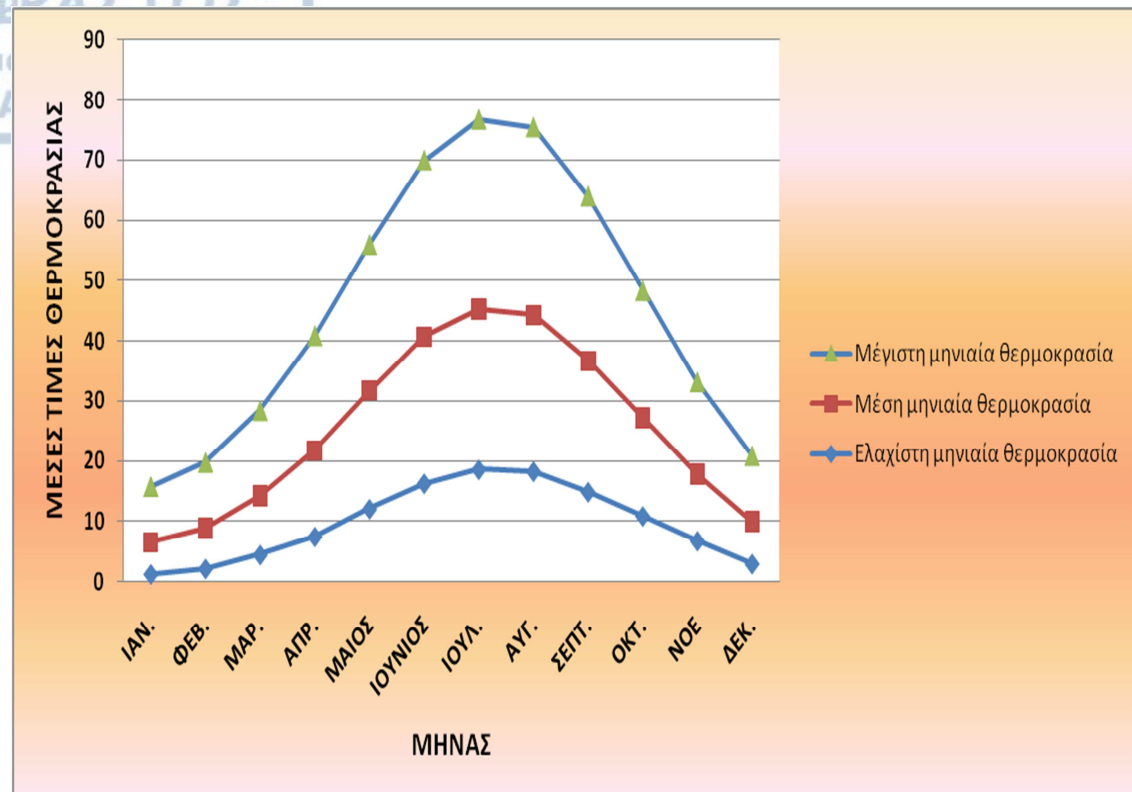
☑ Θερμοκρασία

Στον πίνακα 1.5 παρουσιάζονται τα στοιχεία των μέσων μηνιαίων, μέσων μέγιστων, μέσων ελάχιστων θερμοκρασιών. Παρατηρείται ότι:

Πίνακας 1.5. Μέσες τιμές Θερμοκρασιών από 1959-1997, μετεωρολογικού σταθμού Μίκρας.

1 ^ο ΕΞΑΜΗΝΟ	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ
Ελαχίστη μηνιαία θερμοκρασία	1.3	2.2	4.5	7.5	12.1	16.3
Μέση μηνιαία θερμοκρασία	5.2	6.7	9.7	14.2	19.6	24.4
Μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία	9.3	10.9	14.2	19.0	24.5	29.2
2 ^ο ΕΞΑΜΗΝΟ	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ	ΔΕΚ.
Ελαχίστη μηνιαία θερμοκρασία	18.6	18,3	14.9	10.8	6.8	3.0
Μέση μηνιαία θερμοκρασία	26.6	26,0	21.8	16.2	11.0	6.9
Μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία	31.5	31,3	27.2	21.2	15.4	11.0

Πηγή: Ε.Μ.Υ, μετεωρολογικός σταθμός Μίκρας Θεσ/νίκης, Γ. Μήκος 22°58'0" / Γ. Πλάτος 40°31'0" / Ύψος 4μ.



Διάγραμμα 1.3. Μέσες τιμές Θερμοκρασιών από 1959-1997, μετεωρολογικού σταθμού Μίκρας.

- Η μέση μηνιαία θερμοκρασία παρουσιάζει απλή κύμανση με μέγιστο ($26,6^{\circ}\text{C}$) τον Ιούλιο και ελάχιστο ($5,2^{\circ}\text{C}$) τον Ιανουάριο.
- Η μέση μηνιαία μέγιστη θερμοκρασία επίσης παρουσιάζει απλή κύμανση με ανώτερο μέγιστο τον Ιούλιο ($31,5^{\circ}\text{C}$) και Αύγουστο ($31,3^{\circ}\text{C}$) και κατώτερο τον Ιανουάριο ($9,3^{\circ}\text{C}$).
- Η μέση ομοίως παρουσιάζει την αυτή κύμανση με μικρότερο ελάχιστο τον Ιανουάριο ($1,3^{\circ}\text{C}$) και μεγαλύτερο ελάχιστο τον Ιούλιο ($18,6^{\circ}\text{C}$).

Όλα τα παραπάνω διαπιστώνονται και στο διάγραμμα (διάγρ. 1.3), στο οποίο φαίνεται η απλή διακύμανση καθώς και τα μέγιστα και ελάχιστα των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών που αναφέρθηκαν.

☒ Υγρασία

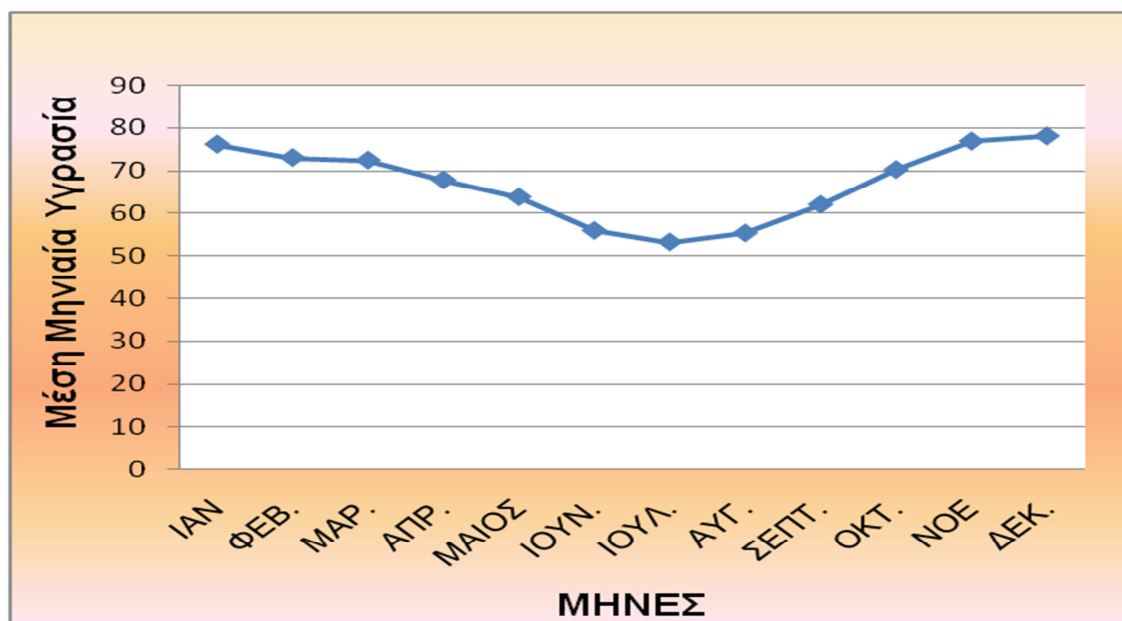
Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα (πιν. 1.6), η μέση μηνιαία υγρασία αέρος στην περιοχή του μετεωρολογικού σταθμού της Μίκρας έχει τις μικρότερες τιμές κατά την θερινή περίοδο και τις μεγαλύτερες την χειμερινή με εξαίρεση τον μήνα Φεβρουάριο που παρουσιάζει μικρή πτώση.

Στο παρακάτω διάγραμμα (διάγρ. 1.4) παρουσιάζεται η διακύμανση της μεταβολής της μέσης μηνιαίας υγρασίας με τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές της.

Πίνακας 1.6. Μέσες μηνιαίες τιμές υγρασίας για τα έτη από 1959-1997, Μ.Σ. Μίκρας.

1 ^ο ΕΞΑΜΗΝΟ	ΙΑΝ	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ.
Μέση Μηνιαία Υγρασία	76,1	73,0	72,4	67,8	63,8	55,9
2 ^ο ΕΞΑΜΗΝΟ	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ	ΔΕΚ.
Μέση Μηνιαία Υγρασία	53,2	55,3	62,0	70,2	76,8	78

Πηγή: Ε.Μ.Υ, μετεωρολογικός σταθμός Μίκρας Θεσ/νίκης, Γ. Μήκος 22°58'0" / Γ. Πλάτος 40°31'0" / Ύψος 4μ.



Διάγραμμα 1.4. Διακύμανση μέσης μηνιαίας υγρασίας από το 1959 -1997, Μ.Σ. Μίκρας.

☒ Βροχόπτωση

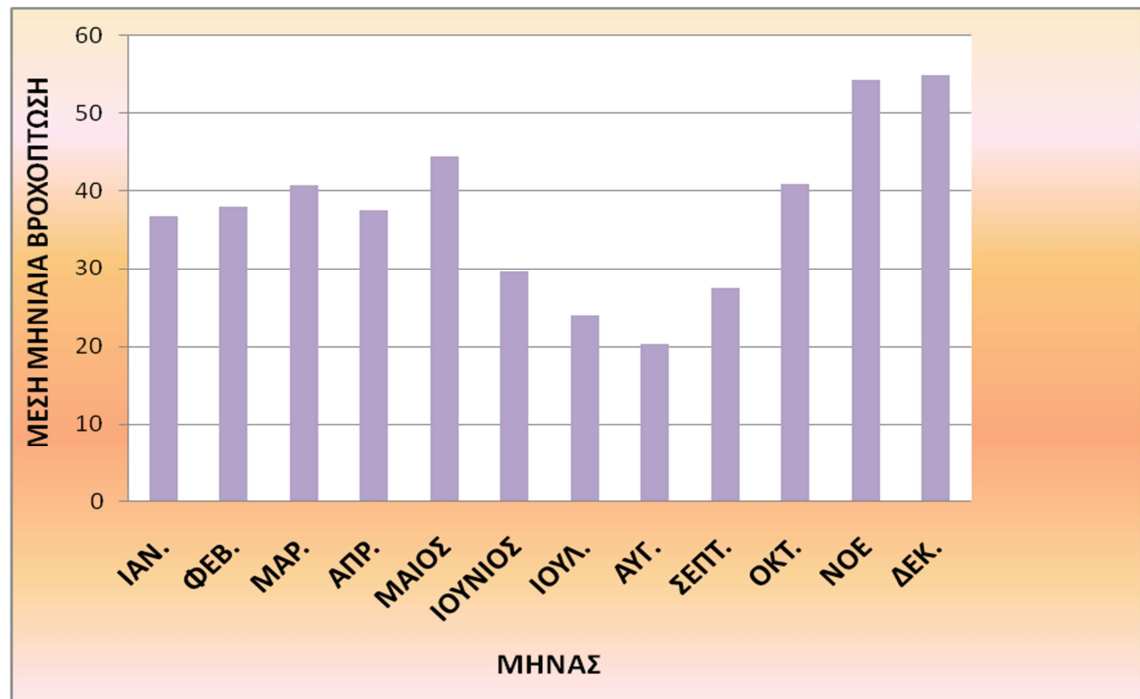
Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής όπως προκύπτει από το πίνακα 1.7, είναι 448,7mm. Επίσης προκύπτει ότι:

Πίνακας 1.7. Μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης και συνολικές μέρες βροχής για τα έτη από 1959-1997, Μ.Σ. Μίκρας.

1 ^ο ΕΞΑΜΗΝΟ	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση (mm)	36,8	38	40,6	37,5	44,4	29,6
Συνολικές Μέρες Βροχής	11,8	11,3	12,4	11,2	10,7	7,5
2 ^ο ΕΞΑΜΗΝΟ	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ	ΔΕΚ.
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση (mm)	23,9	20,4	27,4	40,8	54,4	54,9
Συνολικές Μέρες Βροχής	5,9	4,7	5,9	8,7	11,5	12,5

Πηγή: Ε.Μ.Υ, μετεωρολογικός σταθμός Μίκρας Θεσ/νίκης, Γ. Μήκος 22°58'0" / Γ. Πλάτος 40°31'0" / Ύψος 4μ.

- Το μεγαλύτερο μέρος των κατακρημνισμάτων συγκεντρώνεται την χειμερινή περίοδο με μέγιστο τον μήνα Δεκέμβριο (54,9mm) κατά τον οποίο διαπιστώνεται και ο μεγαλύτερος αριθμός ημερών βροχόπτωσης, ενώ την θερινή περίοδο οι βροχοπτώσεις είναι περιορισμένες με ελάχιστο τον μήνα Αύγουστο (20,4mm), κατά τον οποίο διαπιστώνεται και ο ελάχιστος αριθμός ημερών βροχόπτωσης.



Διάγραμμα 1.5. Διακύμανση μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης από το 1959 -1997, Μ.Σ. Μίκρας.

Στο παραπάνω ραβδόγραμμα (διάγρ. 1.5) παρουσιάζεται η κατανομή των μέσων μηνιαίων κατακρημνισμάτων στους διάφορους μήνες για την περίοδο 1959 – 1997 του Μ.Σ της Μίκρας.

☒ Άνεμος

Στην περιοχή της Επανομής το μεγαλύτερο διάστημα του έτους, όπως φαίνεται και στο παρακάτω πίνακα (πιν. 1.8), πνέει ο τοπικός άνεμος Β.-ΒΔ διεύθυνσης που φέρει το όνομα Βαρδάρης. Ο άνεμος αυτός είναι το χειμώνα ψυχρός και προκαλεί ταχεία εξάτμιση του νερού με αποτέλεσμα να περιορίζει την ομίχλη και την υγρασία του αέρα με ταυτόχρονη ταπείνωση της θερμοκρασίας του αέρα κατά 2-3°C καθώς επίσης και του εδάφους μέχρι βάθους 5-15 εκατοστών.

Ο άνεμος αυτός παρουσιάζει μέγιστη ένταση τον Ιούλιο με μια τιμή της τάξης των 6,5 Μποφόρ και ελάχιστη το μήνα Οκτώβριο στα 9 Μποφόρ. Μόνο το μήνα Αύγουστο πνέει νότιος Άνεμος στην περιοχή.

Πίνακας 1.8. Μέσες μηνιαίες διεύθυνση και ένταση ανέμου από το 1959-1997, Μ.Σ. Μίκρας.

1 ^ο ΕΞΑΜΗΝΟ	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων	5,8	5,9	5,5	5,4	5,1	6,0
2 ^ο ΕΞΑΜΗΝΟ	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠΤ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ	ΔΕΚ.
Μέση Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	ΒΔ	Ν	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ	ΒΔ
Μέση Μηνιαία Ένταση Ανέμων	6,5	5,7	5,4	4,9	5,0	5,4

Πηγή: Ε.Μ.Υ, μετεωρολογικός σταθμός Μίκρας Θεσ/νίκης, Γ. Μήκος 22°58'0" / Γ. Πλάτος 40°31'0" / Ύψος 4μ.

Στο παρακάτω διάγραμμα (διάγρ. 1.6) φαίνεται η διακύμανση της έντασης του ανέμου κατά τη διάρκεια του έτους.



Διάγραμμα 1.6. Μέσες μηνιαίες τιμές της έντασης του ανέμου στη διάρκεια του έτους από το 1959-1997, Μ.Σ. Μίκρας.

1.2.6. Γεωλογία της περιοχής

Γεωτεκτονικά η περιοχή μελέτης ανήκει στη ζώνη Αξιού (ενότητα Παιονίας). Η ενότητα Παιονίας αποτελεί την ανατολικότερη από τις τρεις ενότητες στις οποίες έχει διαιρεθεί η Ζώνη Αξιού. Περιλαμβάνει μεγάλη ποικιλία ημιμεταμορφωμένων αλπικών ιζημάτων (ασβεστόλιθους, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, φυλλίτες, μαρμαρυγιακούς και ασβεστιτικούς σχιστόλιθους,

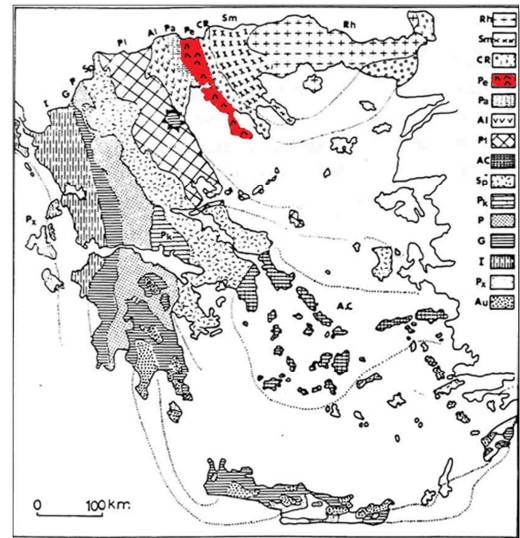
ηφαιστειοιζηματογενή πετρώματα), τα οποία έχουν αποτεθεί σε μια ωκεάνια αύλακα κατά το Μεσοζωικό. Μέσα σε αυτά τα ιζήματα εμφανίζονται επίσης μεγάλοι όγκοι οφιολίθων.

Κατά ανώτερο Ηώκαινο στο χώρο μεταξύ Σερβομακεδονικής μάζας και Πελαγονικής ζώνης σχηματίστηκε μια αύλακα (Αξιού) στην οποία αποτέθηκαν μολασσικά ιζήματα του Αν. Ηωκαίνου – Κ. Ολιγοκαίνου σε μεγάλη ποικιλία, (ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, ασβεστόλιθοι, μάργες, άργιλοι και πυροκλαστικά υλικά). Το περιβάλλον απόθεσης αυτών των υλικών ήταν πολυπόικιλο: θαλάσσιο, λιμναίο, χερσαίο, χερσοποτάμιο.

Η περιοχή μελέτης λιθοστρωματογραφικά (Συρίδης, 1990), εντάσσεται στην περιοχή της δυτικής Χαλκιδικής-Κασσάνδρας, η οποία βρίσκεται νότια του Ανθεμούντα μέχρι την ακτογραμμή Μ. Εμβόλου - Ν. Μουδανιών- Ισθμού Κασσάνδρας, όπως φαίνεται και στον χάρτη 1.1 . Περιγράφεται σαν περιοχή με χαμηλό ομαλό ανάγλυφο, όπου το υπόβαθρο εμφανίζεται σε δύο ακραίες θέσεις και καταλαμβάνει περιορισμένη έκταση. Το υπόλοιπο τμήμα της περιοχής καλύπτεται από νεότερα ιζήματα, όπως αυτά περιγράφονται από τα παλαιότερα προς τα νεότερα.

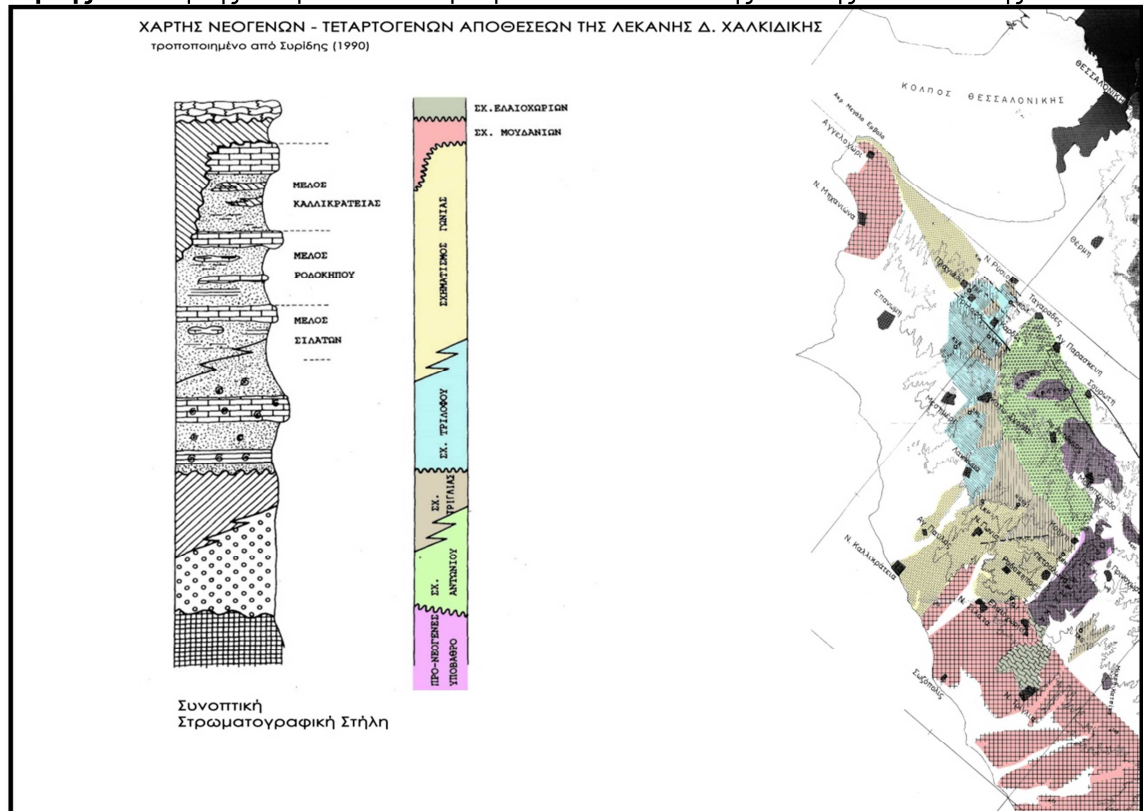
➤ Νεογενές

Τα Νεογενή ιζήματα αποτελούν χερσοποτάμιες, ποταμοδελταϊκές, λιμνοδελταϊκές, λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις που σχηματίστηκαν κατά την



εξέλιξη της ταφρογένεσης (ληστρική τεκτονική) στον ευρύτερο χώρο Αξιού – Θερμαϊκού. Οι αποθέσεις αυτές περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία λιθολογικών τύπων όπως κροκαλοπαγή, ερυθροστρώματα, άμμους, ψαμμίτες, αργίλους, ιλυούχους αργίλους, ιλυσαργιλούχους άμμους, μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, τοφωδείς ασβεστόλιθους, βιογενείς ασβεστόλιθους και τραβερτίνες.

Χάρτης 1.1. Χάρτης Νεογενών – Τεταρτογενών αποθέσεων της λεκάνης Δ. Χαλκιδικής.



Πηγή: Τροποποιημένο από Διδακτορική Διατριβή Γ. Συρίδη

➤ Τεταρτογενές

Πρόκειται για Ολοκαινικές αποθέσεις που αποτελούνται κυρίως από αργιλικά υλικά και άμμους αναμεμιγμένα με κροκάλες, λατύπες και ψηφίδες. Εντοπίζονται κυρίως στα μορφολογικώς χαμηλότερα σημεία όπως στο πεδινό τμήμα βόρεια της οδού Θεσσαλονίκης στο Ν. Μηχανιώνας. Το πάχος τους, με βάση τα στοιχεία των γεωτρήσεων, κυμαίνεται από λίγα μέτρα μέχρι 50m.

Τα ιζήματα αυτά δομούν την περιοχή, σε βάθος αρκετών δεκάδων μέτρων, με μικρή κλίση ($3-5^\circ$) και με διεύθυνση προς τα ΑΝΑ, τα

χαρακτηριστικά των οποίων είναι:

- ☒ **Άμμοι:** λεπτόκοκκοι, ενίοτε χονδρόκοκκοι χαλαζιακοί. Έχουν χρώμα συνήθως λευκοκίτρινο έως ερυθροκίτρινο. Σε μερικές θέσεις η συνοχή μεταξύ των κόκκων είναι τέτοια έτσι ώστε να παρουσιάζονται σαν ψαμμίτες. Το πάχος των άμμων ποικίλλει ανάλογα με την διαμόρφωση του τόπου και του τρόπου της αρχικής απόθεσης τους καθώς και της διάβρωσης και αποκόμισης που υπέστησαν στους νεότερους χρόνους.
- ☒ **Αργίλοι:** έχουν χρώμα λευκοκίτρινο, κυανό. Διασχίζονται από χαραδρώσεις με διεύθυνση περίπου Β-Ν οι οποίες έχουν υποστεί έντονη διάβρωση. Στις πλευρές των χαραδρών αυτών σκεπάζονται από κοκκινοπηλούς ή αμμώδη και ψαμμίτες.
- ☒ **Ψαμμίτες:** αποτελούνται από κόκκους χαλαζία, ή δε συγκολλητική τους ύλη είναι ασβεστιτική. Είναι κυρίως λεπτόκοκκοι από ανοιχτό έως σκοτεινό κίτρινο χρώμα και πολλές φορές βρίσκονται σε εναλλαγές με ψαμμιτικούς πηλούς με λέπια μοσχοβίτη.

Ακολουθεί ο γεωλογικός χάρτης (της περιοχής μελέτης 1:50.000) όπως αυτός έχει δημοσιευθεί από το Ι.Γ.Μ.Ε (χάρτης 1.2).

1.2.7. Τεκτονική της Περιοχής

Από το Μεσοζωικό, η περιοχή Αξιού – Θερμαϊκού αποτελεί βαθιά θάλασσα, τμήμα της ωκεάνιας περιοχής της Τηθύος με απόθεση των αντίστοιχων ιζημάτων της ενότητας Παιονίας. Με βάση τα στοιχεία (Γ. Συρίδης, 1990) η περιοχή φαίνεται ότι ακολούθησε τις ακόλουθες επτά εξελικτικές φάσεις:

- 1^η Φάση: Δημιουργία της ευρύτερης λεκάνης Αξιού – Θερμαϊκού
- 2^η Φάση: Απόθεση μολασσικού τύπου ιζημάτων.
- 3^η Φάση: Πρώτη χέρσευση.
- 4^η Φάση: Δημιουργία υφάλμυρου λιμναίου περιβάλλοντος και απόθεση απολιθωματοφόρων ιζημάτων.
- 5^η Φάση: Δημιουργία ποταμολιμναίου περιβάλλοντος και απόθεση ανθρακικών ιζημάτων.
- 6^η Φάση: Δημιουργία χερσαίου περιβάλλοντος.
- 7^η Φάση: Ρηγμάτωση της περιοχής και είσοδος θάλασσας.

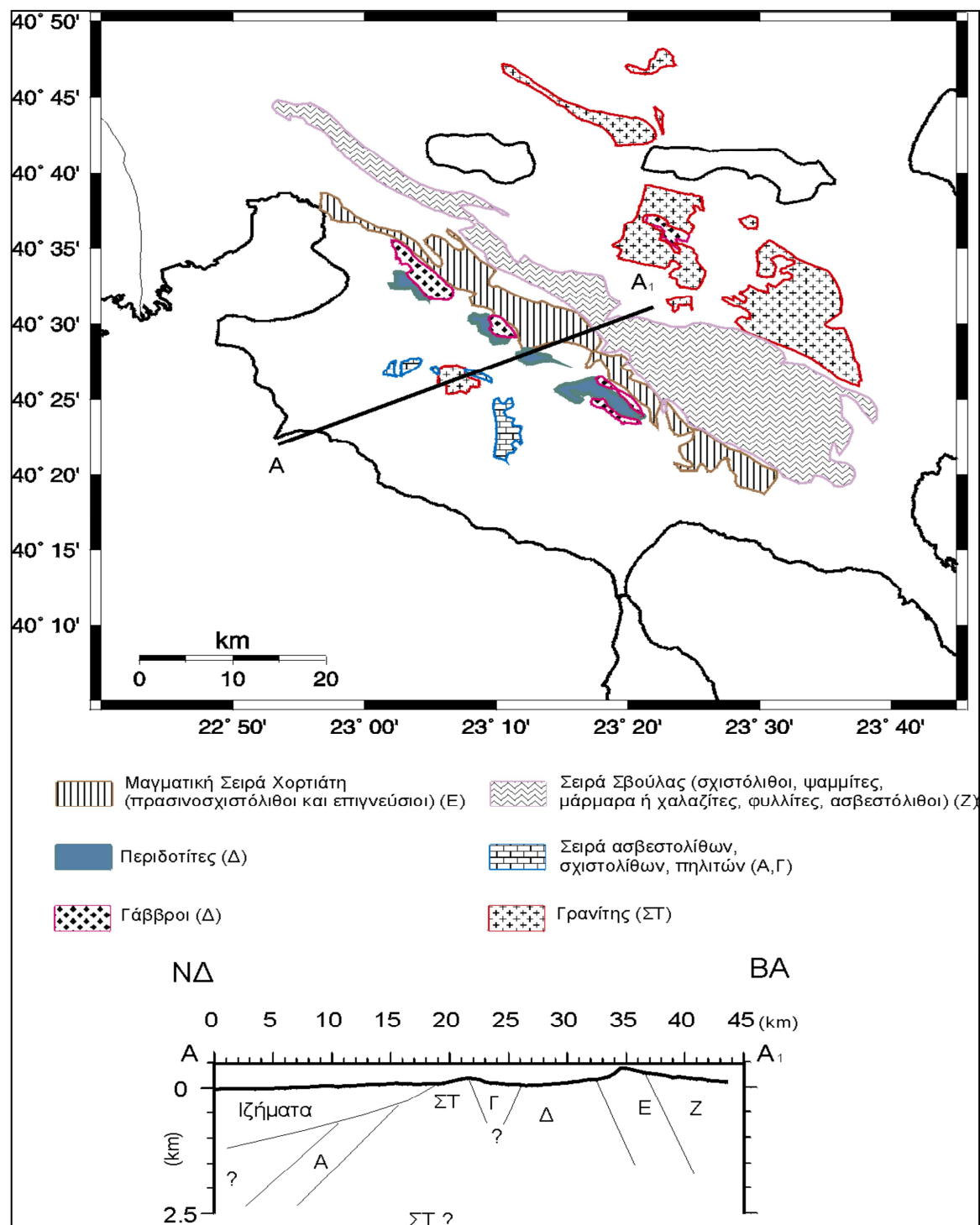
Από το Κ. – Μ. Πλειστόκαινο και μετά την απόθεση των ερυθροστρωμάτων η ευρύτερη περιοχή της λεκάνης Αξιού – Θερμαϊκού διατηρεί τον χερσαίο της χαρακτήρα. Περίοδος έντονης τεκτονικής δραστηριότητας παρατηρείται κατά το Κ. – Μ. Πλειστόκαινο όπου ομάδες νέων κανονικών ρηγμάτων τεμαχίζουν την περιοχή.

Οι κατακόρυφες κινήσεις των τεμαχίων δημιουργούν τα βυθίσματα του Ανθεμούντα του Θερμαϊκού κόλπου, του Τορωναίου κόλπου, του Σιγγιτικού κόλπου και τα κέρατα των σημερινών χερσονήσων Κασσάνδρας, Σιθωνίας, και Αγίου Όρους. Επίσης τεμαχίζονται και βυθίζονται όλα τα χερσαία τμήματα προς ΝΑ στο χώρο του Β. Αιγαίου. Κατά το Άνω Πλειστόκαινο η θάλασσα εισέρχεται στα βυθισμένα τμήματα και αρχίζουν οι παράκτιες διεργασίες της διάβρωσης – απόθεσης οι οποίες διαμορφώνουν βαθμιαία την σημερινή ακτογραμμή.

Η τεκτονική αυτή δραστηριότητα που έχει επηρεάσει τα Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα πιστεύεται ότι είναι πολύ πρόσφατη. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τους μορφολογικούς χαρακτήρες των ακτών, από την έντονη διάβρωση – εκβαθυντική δράση των χειμάρρων και από τον

προσανατολισμό των ακτών.

Στον παρακάτω χάρτη 1.3 παρουσιάζεται ο γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης και το συνοδευτικό σκαρίφημα των πετρωμάτων (Σαββαΐδης 1998).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η συνολική επιφανειακή απορροή μιας λεκάνης, που θα φτάνει στην έξοδο της, είναι άμεση συνάρτηση:

1. του ύψους και της κατανομής των βροχοπτώσεων,
2. του είδους των λιθολογικών τύπων,
3. της μορφολογίας της λεκάνης,
4. της συμπεριφοράς της φυτοκάλυψης.

Οι παραπάνω παράμετροι ελέγχουν σε μεγάλο βαθμό το υδρολογικό ισοζύγιο και τις πλυμμυρικές αιχμές της λεκάνης απορροής.

2.1. Υδρολιθολογία Λεκάνης

Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα αμέσως μετά την πρόσπτωση τους, σε μια λεκάνη απορροής, έχουν την δυνατότητα ή να κατεισδύσουν ή να ακολουθήσουν την διέξοδο της επιφανειακής απορροής. Το ποσοστό των κατακρημνισμάτων το οποίο είναι σε θέση να ακολουθήσει κάθε μια από τις δυο διεξόδους εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά και τη φύση των λιθολογικών τύπων της λεκάνης απορροής.

Το ποσοστό των κατακρημνισμάτων το οποίο παρουσιάζει τάση να σχηματίσει επιφανειακή απορροή εισέρχεται στο υδρογραφικό δίκτυο και φτάνει στον επιφανειακό ταμιευτήρα σε μικρό σχετικά χρονικό διάστημα. Αντιθέτως το τμήμα που κατεισδύει συμπληρώνει τα αποθέματα των υπόγειων υδροφόρων και κινείται με μικρές ταχύτητες.

Το υπόγειο νερό είτε προέρχεται από την άμεση κατείσδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων είτε από πλευρική διήθηση, αποθηκεύεται και κινείται μέσα στους σχηματισμούς της περιοχής υπακούοντας σε βασικούς κανόνες που εξαρτώνται από την δομή των σχηματισμών.

Γενικά η ικανότητα των σχηματισμών να αποθηκεύουν και να μεταβιβάζουν σημαντικές ποσότητες υπόγειου νερού εξαρτάται από την υδρολοθολογική συμπεριφορά τους. Με βάση την διαφοροποιημένη αυτή υδρολοθολογική συμπεριφορά των λιθολογικών τύπων της λεκάνης, διακρίνεται

σε επιμέρους ενότητες, τους λιθολογικούς τύπους προσεγγίζοντας τη συμπεριφορά τους ποιοτικά, όσο και παραμετρικά. Για την υδρολογική λεκάνη της περιοχής μελέτης η ποιοτική αξιολόγηση έγκειται στη διάκριση τριών υδρολιθολογικών ενοτήτων:

- της ενότητας «Α» των περατών σχηματισμών (ιζηματογενή πετρώματα)
- της ενότητας «Β» των ημιπερατών σχηματισμών
- της ενότητας «Γ» των αδιαπέρατων σχηματισμών

2.1.1. Υδρολιθολογική ενότητα «Α» περατοί σχηματισμοί

Η υδρολιθολογική ενότητα Α, περιλαμβάνει τους πορώδεις, ιζηματογενείς σχηματισμούς της λεκάνης και συγκεκριμένα:

☒ Τα αλλουβιακά ριπίδια, τις λιμναίες αποθέσεις του Ολοκαίνου και τις ποταμοχειμάρειες αποθέσεις του Πλειστοκαίνου. Οι σχηματισμοί αυτοί αποτέθηκαν πάνω στο κρυσταλοσχιστώδες υπόβαθρο της λεκάνης και καλύπτουν το πεδινό και λοφώδες τμήμα της.

Το ενδιαφέρον τους έγκειται στο μεγάλο πάχος που παρουσιάζουν αλλά κυρίως γιατί έχουν μεγάλο συντελεστή κατείσδυσης και παρέχουν ευνοϊκές υδρολογικές συνθήκες για την ανάπτυξη υπόγειας υδροφορίας.

☒ Οι κοκκώδεις σχηματισμοί της λεκάνης παρουσιάζουν μια ποικίλη υδρολιθολογική συμπεριφορά και με βάση τις ιδιότητες τους διακρίνονται στους ακόλουθους υδρολιθολογικούς σχηματισμούς:

- a. σχηματισμός I των κορημάτων και ριπιδιοπαγών αποθέσεων
- b. σχηματισμός II των Πλειστοκαινικών αποθέσεων

a. Ο σχηματισμός I των κορημάτων και ριπιδιοπαγών αποθέσεων αποτελείται σε γενικές γραμμές από ιζηματογενείς σχηματισμούς με αυξανόμενο πρωτογενές πορώδες. Είναι αποθέσεις Τεταρτογενούς ηλικίας οι οποίες συνίστανται κατά το πλείστον, λιθολογικά από κροκάλες, λατύπες και ριπιδιοπαγείς υλικά στις εξόδους και στις κοίτες των υδρορευμάτων. Είναι υλικά τα οποία έχουν προέλθει κατά κύριο λόγο από την διάβρωση και αποσάθρωση

των κρυσταλλικών πετρωμάτων του υποβάθρου.

Οι ιδιότητες τους εξαρτώνται από τα μητρικά πετρώματα. Στα περατά στρώματα και στους φακούς των κορημάτων αναπτύσσονται αρκετοί υδροφόροι με ικανοποιητική σύνδεση μεταξύ τους. Η τροφοδοσία των υδροφόρων αυτών γίνεται με την διήθηση του νερού των υδρορευμάτων που απορρέουν από το ορεινό τμήμα καθώς και από πλευρικές διηθήσεις από τα παρακείμενα πετρώματα.

Το υπόγειο νερό σε αρκετές περιπτώσεις επανεμφανίζεται με την μορφή πηγών γύρω από τον πόδα των ριπιδίων ενώ συνήθως συνεχίζει την υπόγεια ροή του προς τα κατάντη.

b. Ο σχηματισμός II των Πλειστοκαινικών αποθέσεων αποτελείται από ιζηματογενείς σχηματισμούς με αυξανόμενο πρωτογενές πορώδες. Σχετιζόμενοι με τον σχηματισμό I της υδρολιθολογικής ενότητας A διαπιστώνεται μια ανισοτροπία στην υδρολιθολογική τους συμπεριφορά και στο πρωτογενές τους πορώδες εξαιτίας της διαφορετικής λιθολογικής σύστασης των επάλληλων ιζηματογενών οριζόντων. Το κύριο λιθοφασικό χαρακτηριστικό του σχηματισμού II είναι οι εναλλαγές άμμου και ψαμμιτών με αργίλους.

Ο υδρολιθολογικός αυτός σχηματισμός περιλαμβάνει στρωματομόρφες Πλειστοκαινικές αποθέσεις ψαμμιτών, αργίλων, άμμων και κροκαλοπαγών. Τα αργιλικά στρώματα παρουσιάζονται με τη μορφή συνεκτικών ιζημάτων που προέρχονται από την διαγένεση πηλινών και συνίστανται σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% από τους κόκκους με μέση διάμετρο μικρότερη από 2μm. Η περατότητα τους είναι μικρότερη του $1 \cdot 10^{-8}$ m/s. Επιπλέον τα αργιλικά στρώματα δεν είναι συμπαγή, έχουν μικρή συνοχή και σπανίως σε αυτά αναπτύσσεται πρωτογενές πορώδες

Οι ψαμμίτες και τα κροκαλοπαγή εμφανίζονται υπό μορφή φακών και στρωμάτων σε διάφορα βάθη ενώ στην επιφάνεια εμφανίζονται μόνο κατά θέσεις. Λόγω του μικρού βαθμού διαγένεσης της κοκκομετρικής διαβάθμισης και κακής ταξινόμησης τα στρώματα - φακοί ψαμμιτών και κροκαλοπαγών έχουν ένα μεγάλο σχετικά πορώδες το οποίο κυμαίνεται από 0,4% μέχρι 35%. Οι περατότητα τους είναι επίσης σχετικά μεγάλη και κυμαίνεται γύρω στο $1 \cdot 10^{-4}$ m/s.

2.1.2. Υδρολιθολογική ενότητα «Β» ημιπερατοί σχηματισμοί

Πρόκειται για ασβεστολιθικά πετρώματα διαφορετικής ηλικίας και παλαιογραφικής εξέλιξης. Πιο συγκεκριμένα τα ανθρακικά πετρώματα αντιπροσωπεύονται από ασβεστόλιθους γλυκών υδάτων σε εναλλαγές με μάργες, τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθους, στρώματα Πρινοχωρίου και ασβεστόλιθοι ενότητας Παιονίας.

Τα ανθρακικά πετρώματα της ενότητας αυτής παρουσιάζουν ένα πρωτογενές πορώδες που ποικίλει από 10 – 45% και ένα πολύ πιο σημαντικό δευτερογενές πορώδες. Το πρωτογενές πορώδες των υγιών είναι συνήθως μικρότερο του 3%. Στην ζώνη αποσάθρωσης όμως το πορώδες αυξάνει και κυμαίνεται από 10 – 45%. Το πορώδες αυτό ελαττώνεται με το βάθος όπου τα πετρογενετικά ορυκτά είναι ελάχιστα εξαλλοιωμένα.

Εκτός της αποσάθρωσης, το δευτερογενές πορώδες των πετρωμάτων αυτών οφείλεται και στην ύπαρξη προνομιακών ζωνών κίνησης του νερού, όπως οι ζώνες διάρρηξης και επιφάνειες ασυνέχειας. Έτσι η επιφάνεια τους εκτός από την αποσάθρωση καθορίζεται κυρίως από τον τύπο και τα χαρακτηριστικά των ασυνεχειών. Όσο πιο έντονο φαινόμενο αποτελεί η καρστικοποίηση των ανθρακικών πετρωμάτων τόσο μεγαλύτερο παρουσιάζεται το πρωτογενές πορώδες.

Η ανάπτυξη των υδροφόρων συστημάτων αντιπροσωπεύεται κυρίως από υπό πίεση υδροφόρους ορίζοντες συνήθως τοπικής σημασίας. Σε μαργαϊκούς ασβεστόλιθους δεν αναμένεται εκτεταμένη υδροφορία αλλά μόνο τοπικής κλίμακας.

2.1.2. Υδρολιθολογική ενότητα «Γ» αδιαπέρατοι σχηματισμοί

Τα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα αποτελούν το γεωλογικό υπόβαθρο της λεκάνης απορροής και περιλαμβάνουν γνευσίους, γνευσιακούς σχιστόλιθους, μαρμαριγιακούς σχιστόλιθους, πρασινοσχιστόλιθους, αμφιβολίτες και γρανοδιορίτες. Τα γνευσιακά και γρανιτικά πετρώματα παρουσιάζουν παρόμοια υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά και αποτελούν το μεγαλύτερο τμήμα των βραχωδών πετρωμάτων.

Τα πετρώματα της ενότητας αυτής παρουσιάζουν ένα σημαντικό

πρωτογενές και ένα πολύ πιο σημαντικό δευτερογενές πορώδες. Το πρωτογενές πορώδες των υγιών είναι συνήθως μικρότερο του 3%. Στην ζώνη αποσάθρωσης όμως το πορώδες αυξάνει και κυμαίνεται από 1 – 35%. Το πορώδες αυτό ελαττώνεται με το βάθος όπου τα πετρογενετικά ορυκτά είναι ελάχιστα εξαλλοιωμένα.

Εκτός της αποσάθρωσης, το δευτερογενές πορώδες των πετρωμάτων αυτών οφείλεται και στην ύπαρξη προνομιακών ζωνών κίνησης του νερού, όπως οι ζώνες διάρρηξης και επιφάνειες ασυνέχειας. Έτσι η επιφάνεια τους εκτός από την αποσάθρωση καθορίζεται κυρίως από τον τύπο και τα χαρακτηριστικά των ασυνεχειών. Συνήθως τα πετρώματα αυτά παρουσιάζουν μια ισχυρή υδραυλική ανισοτροπία και υδραυλική ετερογένεια.

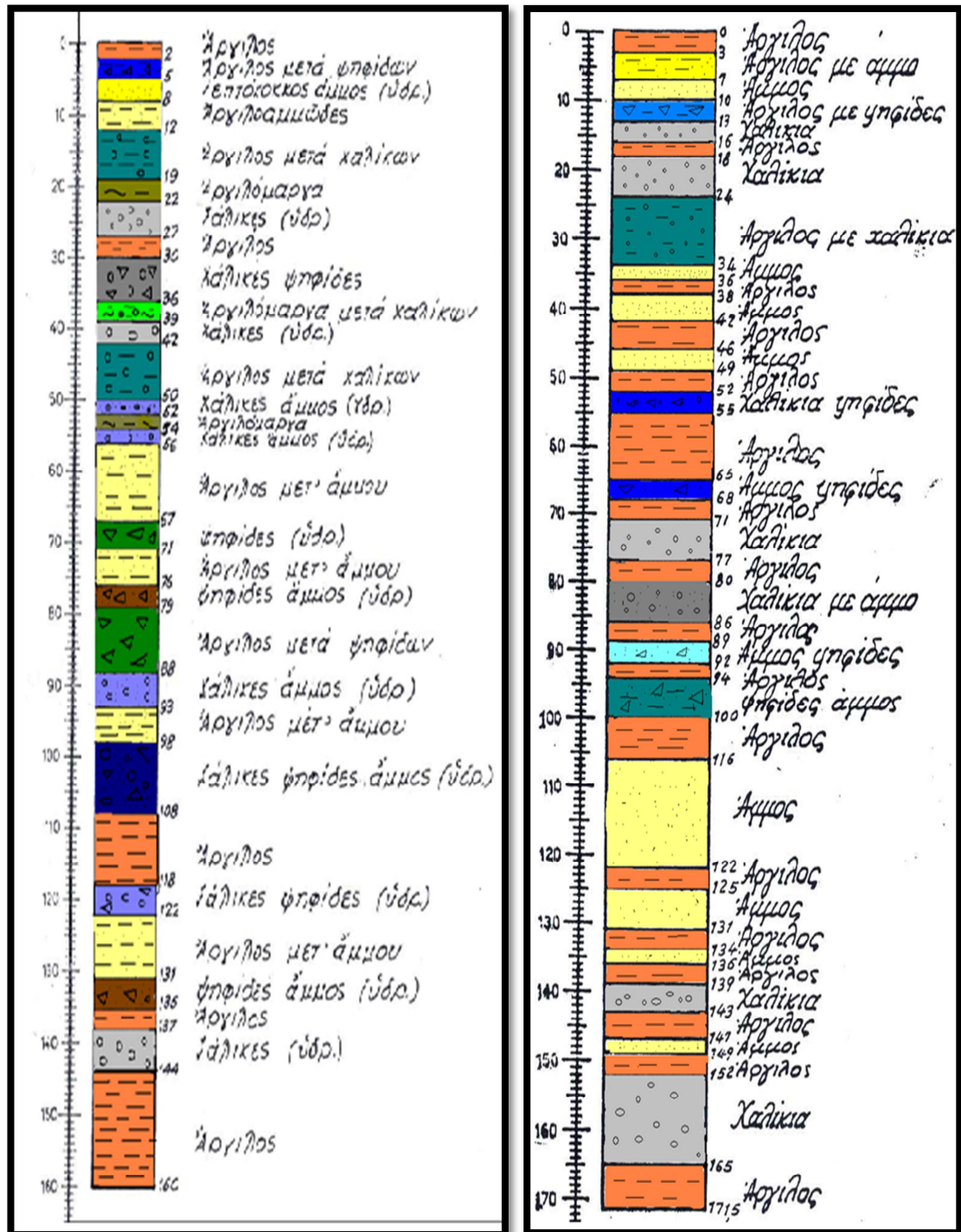
Εμφανίζονται με υψηλό βαθμό κατακερματισμού από ασυνέχειες εξαιτίας της φύλλωσης και των διακλάσεων. Ο κατακερματισμός είναι εντονότερος πλησίον και εντός ρηξιγενών ζωνών, με αποτέλεσμα τέτοιες ζώνες να παρουσιάζουν αξιόλογες υδρογεωλογικές συνθήκες. Είναι γνωστό ότι η περατότητα στα ρωγματώδη πετρώματα αυξάνεται όσο αυξάνεται το βάθος, έτσι η αποθήκευση νερού περιορίζεται σε ένα σχετικά μικρό βάθος και σε θέσεις όπου οι ασυνέχειες δημιουργούν προνομιακές ζώνες κίνησης του υπόγειου νερού.

Όταν οι ζώνες αυτές παρουσιάζουν υδραυλική σύνδεση μεταξύ τους και οι ασυνέχειες είναι ικανοποιητικά αγωγίμες, τότε δημιουργούνται δομές που επιτρέπουν την διακίνηση και αποθήκευση αξιόλογων ποσοτήτων υπόγειου νερού.

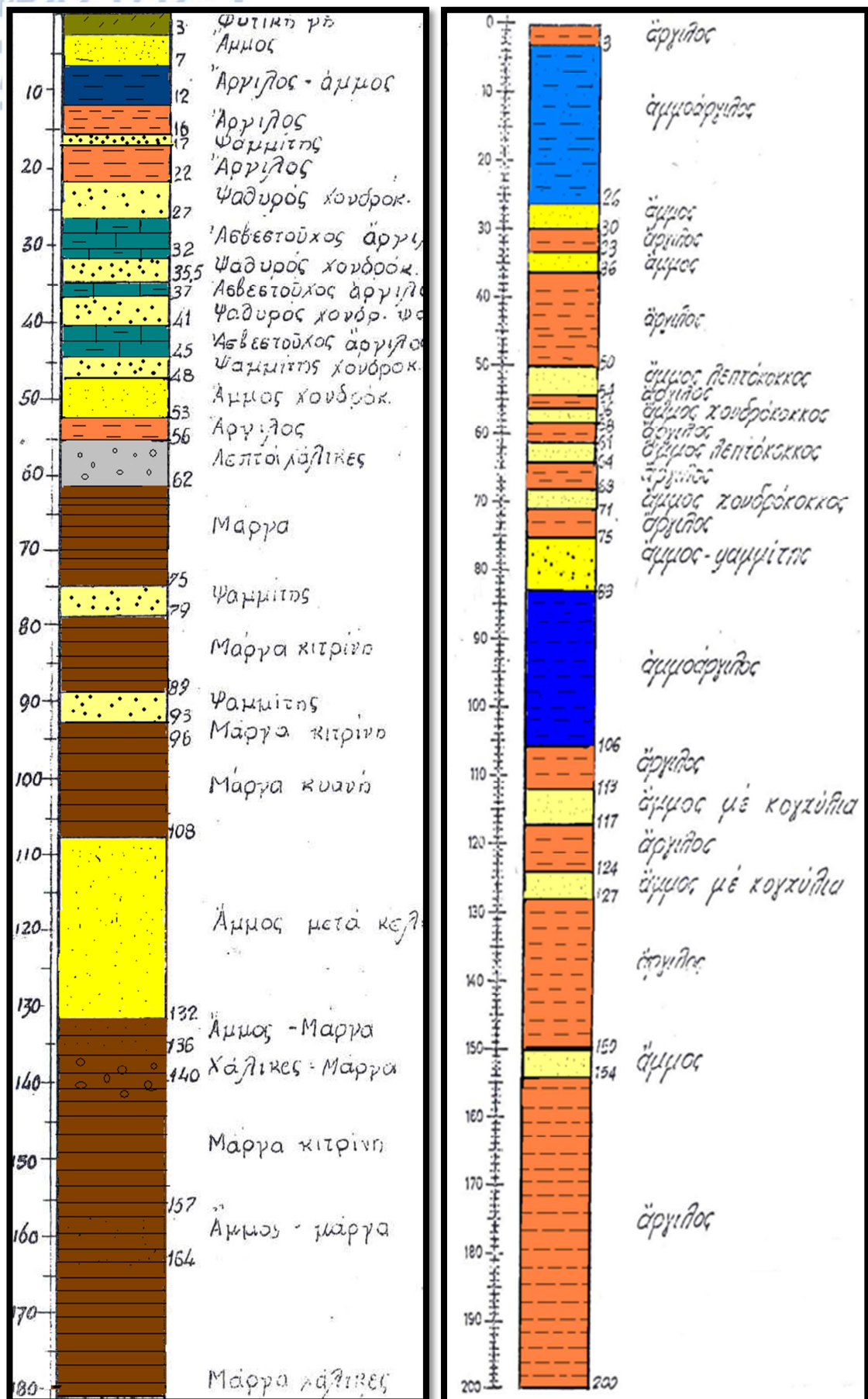
Στα κρυσταλλικά πετρώματα αναπτύσσονται γενικά μικροί σε κλίμακα επικρεμάμενοι υδροφόροι όπου οι συνθήκες το επιτρέπουν. Κυρίως αναπτύσσονται σε ζώνες διάρρηξης και όπου ο μανδύας αποσάθρωσης έχει σημαντικό πάχος. Η τροφοδοσία των υδροφόρων αυτών γίνεται αποκλειστικά από την κατείσδυση. Ο συντελεστής ενεργής κατείσδυσης στα πετρώματα αυτά κυμαίνεται από 3-7% και εξαρτάται κυρίως από τις μορφολογικές κλίσεις του αναγλύφου, τη φυτοκάλυψη και τις κλιματικές συνθήκες. Η τιμή αυτή είναι σημαντικά μικρή ώστε να δημιουργεί προβληματικές συνθήκες τροφοδοσίας και εμπλουτισμού των υδροφόρων. Σε γενικές γραμμές τα πετρώματα αυτά παρουσιάζουν αρνητικές συνθήκες τροφοδοσίας τόσο από την άμεση κατείσδυση όσο και από τις πλευρικές διηθήσεις μέσω γειτονικών πετρωμάτων.

Η περατότητα τους είναι καθαρά δευτερογενής και κυμαίνεται γύρω στα $1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Παρακάτω παρουσιάζονται τέσσερις τυπικές στρωματογραφικές στήλες (εικόνες 2.1, 2.2) που κατασκευάστηκαν ως αντιπροσωπευτικές για την περιοχή της Επανομής και στις οποίες απεικονίζονται, από πάνω προς τα κάτω, οι εναλλαγές των σχηματισμών.



Εικόνα 2.1. Αντιπροσωπευτικές στρωματογραφικές στήλες περιοχής μελέτης (Α).



Εικόνα 2.2. Αντιπροσωπευτικές στρωματογραφικές στήλες περιοχής μελέτης (B).

Από τις παραπάνω στρωματογραφικές στήλες προκύπτει ότι:

- ✓ Η περιοχή αποτελείται κυρίως από εναλλαγές αργίλων, άμμων και χαλικιών, ενώ κατά θέσεις παρατηρούνται και στρώματα μάργας.
- ✓ Ο κατώτερος υδροφόρος βρίσκεται σε μέσο βάθος από 160 έως 200m περίπου.

2.2. Διακύμανση στάθμης υπόγειου νερού

Για την μελέτη την πιεζομετρικής κατάστασης της περιοχής έγιναν επιτόπου μετρήσεις σε επιλεγμένες γεωτρήσεις στην περιοχή της Επανομής, σε ακτίνα 3,5km περιμετρικά του χωριού της Επανομής. Πρόκειται για 6 γεωτρήσεις οι γεωγραφικές συντεταγμένες των οποίων, σε δύο προβολικά συστήματα (WGS84 και ΕΓΣΑ 87), και το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται η εκάστοτε γεώτρηση παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (πιν. 2.1).

Πίνακας 2.1. Αριθμός, γεωγραφικές συντεταγμένες και υψόμετρα γεωτρήσεων.

Αριθμός Γεώτρησης	ΠΡΟΒΟΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ				Απόλυ τα Υψόμε τρα σε μέτρα
	WGS84		ΕΓΣΑ87		
	N	E	N	E	
Σ16	40° 26' 51,9''	22° 54' 33,1''	4477740	407349,08	62
Σ33	40° 25' 33,7''	22 °54' 43,9''	4475325,63	407573,79	23
Σ18	40° 25' 17,7''	22° 54' 43,9''	4474838,11	407096,41	16,5
Σ1	40° 24' 40,6''	22° 54 '32,2''	4473691,75	407277,88	9
Σ34	40° 25' 35,9''	22° 56' 15,5''	4475367,2	409733,05	80
Σ20	40° 26 '20,2''	22° 52' 55,8''	4476791,21	405044,68	12

Στον πίνακα 2.2 παρουσιάζονται οι μετρούμενες στάθμες καθώς και οι διορθώσεις που απαιτούνται για την εύρεση την πιεζομετρικής στάθμης. Πιο συγκεκριμένα μετρήθηκε με ένα πιεζόμετρο η στάθμη του νερού (2^η στήλη) καθώς και το ύψος του πιεζομετρικού σωλήνα (3^η στήλη) από την επιφάνεια του

εδάφους. Από την μετρούμενη στάθμη αφαιρέθηκε το ύψος του πιεζομετρικού σωλήνα ώστε να γίνει αναγωγή αυτής στην επιφάνεια του εδάφους (4^η στήλη).

Για την αναγωγή της πιεζομετρικής στάθμης στο απόλυτο υψόμετρο, δηλαδή στην επιφάνεια της θάλασσας, αφαιρέθηκε και το υψόμετρο (5^η στήλη) στο οποίο βρίσκεται η εκάστοτε γεώτρηση και έτσι προέκυψε η 6^η στήλη.

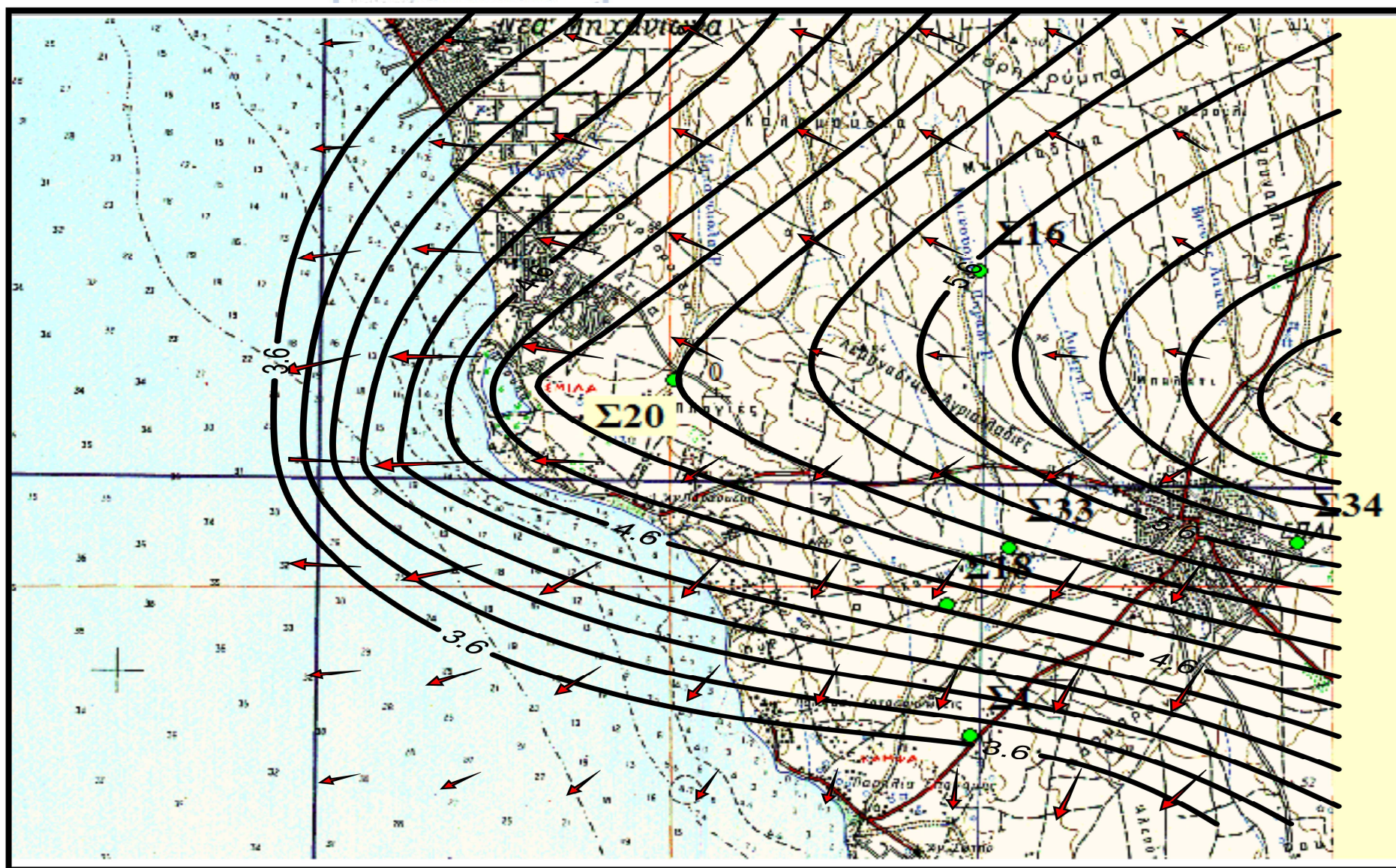
Πίνακας 2.2. Χαρακτηριστικά γεωτρήσεων, Φεβρουάριος του 2011.

Αριθμός Γεώτρησης	Πιεζομετρική στάθμη (m)	Απόσταση σωλήνα γεώτρησης από την επιφάνεια του εδάφους (m)	Ύψος στάθμης από την επιφάνεια του εδάφους (m)	Υψόμετρα (m)	Ύψος στάθμης από την επιφάνεια της θάλασσας (m)
Σ16	68,82	0,20	68,62	62	6,62
Σ33	28,39	0,35	28,04	23	5,04
Σ18	20,85	0	20,85	16,5	4,35
Σ1	10,83	0,05	10,78	9	1,78
Σ34	83,72	0	83,72	80	3,72
Σ20	15	0	15	12	3

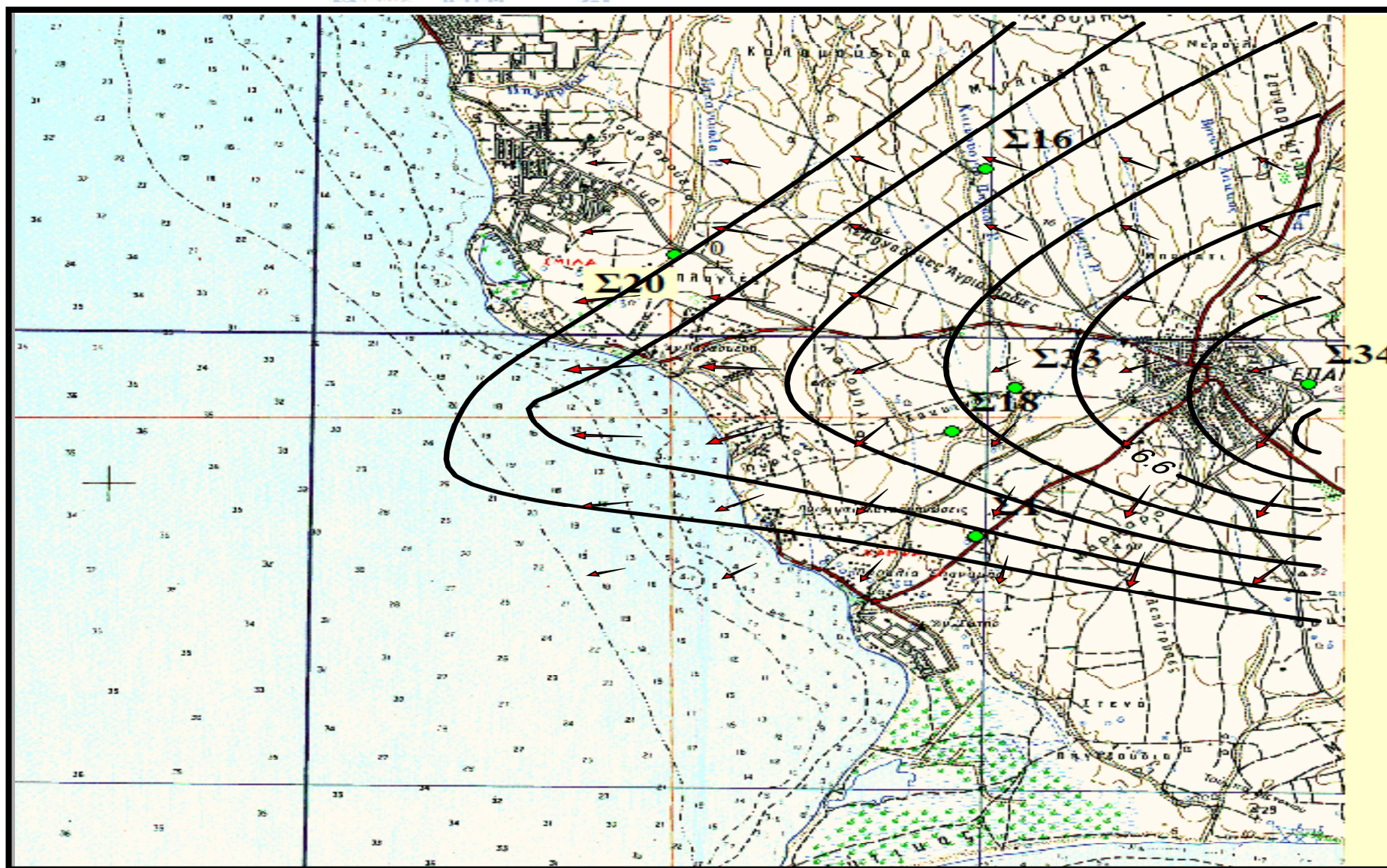
Με την χρήση κατάλληλου προγράμματος (Surfer_8) δημιουργήθηκε ο πιεζομετρικός χάρτης (χάρτης 2.1). Σε αυτόν γίνεται φανερό, με τα κατάλληλα βελάκια που τοποθετήθηκαν στις πιεζομετρικές καμπύλες, η διεύθυνση ροής του υπόγειου νερού η οποία στο βόρειο τμήμα της περιοχής είναι προς τα ΒΑ, στο κεντρικό τμήμα προς τα Δυτικά και στο νότιο τμήμα προς τα ΝΔ.

Για τις ίδιες γεωτρήσεις παραχωρήθηκαν, από τον υποψήφιο διδάκτορα Αθανάσιο Παύλο με αντικείμενο μελέτης «Υδρογεωλογικές έρευνες στην παράκτια περιοχή από Μ. Έμβολο έως Καλλικράτεια», οι μετρήσεις της πιεζομετρικής στάθμης για την ξηρά περίοδο του 2010. Οι τιμές αυτών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (πιν.2.3).

Για τις μετρήσεις αυτές κατασκευάστηκε ο αντίστοιχος πιεζομετρικός χάρτης (χάρτης 2.2) στο οποίο γίνεται επίσης φανερό η διεύθυνση ροής του υπόγειου νερού η οποία δεν διαφέρει από εκείνη του προηγούμενου χάρτη (χάρτης 2.1).



Χάρτης 2.1. Πιεζομετρικός χάρτης περιόδου Φεβρουαρίου 2011.

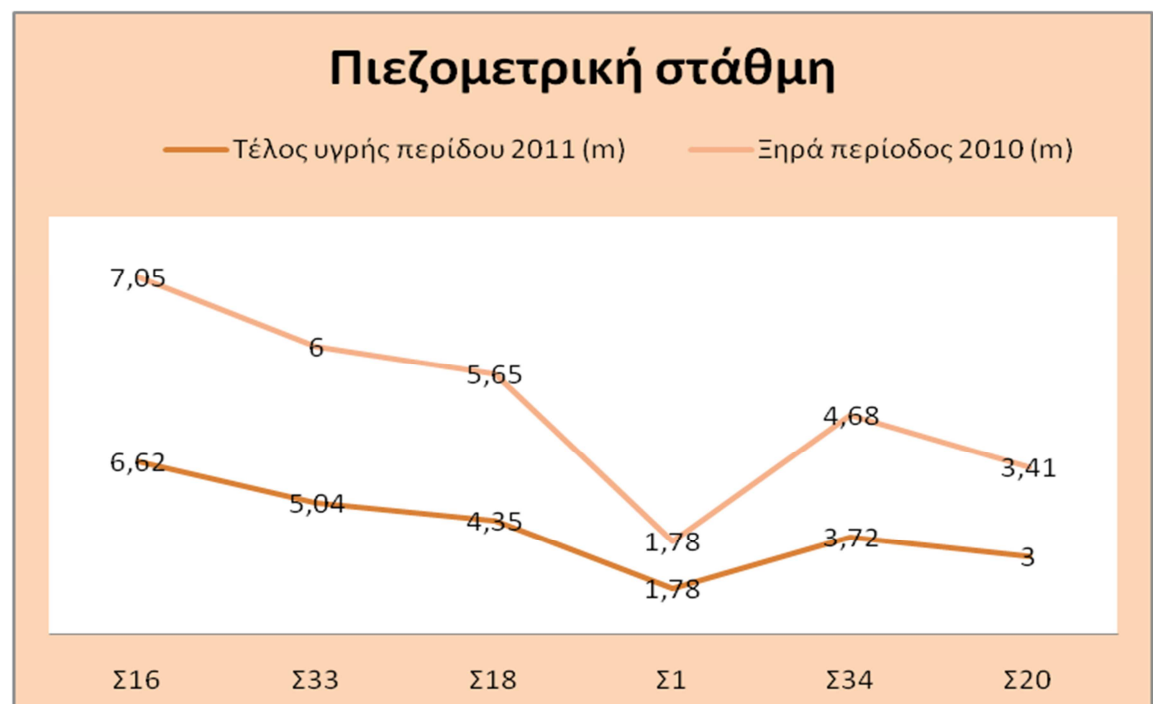


Χάρτης 2.2. Πιεζομετρικός χάρτης ξηρής περιόδου 2010.

Πίνακας 2.3. Χαρακτηριστικά γεωτρήσεων, ξηρής περιόδου του 2010.

Αριθμός Γεώτρησης	Πιεζομετρική στάθμη (m)	Απόσταση σωλήνα γεώτρησης από την επιφάνεια του εδάφους (m)	Ύψος στάθμης από την επιφάνεια του εδάφους (m)	Υψόμετρα (m)	Ύψος στάθμης από την επιφάνεια της θάλασσας (m)
Σ16	69,25	0,20	69,05	62	7,05
Σ33	29,35	0,35	29	23	6
Σ18	22,15	0	22,15	16,5	5,65
Σ1	11,7	0,05	11,65	9	1,78
Σ34	84,68	0	84,68	80	4,68
Σ20	15,41	0	15,41	12	3,41

Πηγή: Παύλου Αθανάσιος, (2011), «Υδρογεωλογικές έρευνες στην παράκτια περιοχή από Μ. Έμβολο έως Καλλικράτεια», Διδακτορική διατριβή υπό εκπόνηση.



Διάγραμμα 2.1. Σύγκριση πιεζομετρικών σταθμών ξηράς περιόδου 2010 και υγρής περιόδου 2011.

Συγκρίνοντας τις πιεζομετρικές καμπύλες της ξηράς περιόδου του 2010 και εκείνης του Φεβρουαρίου του 2011, παρατηρείται πτώση της στάθμης του υπόγειου νερού κατά την υγρή περίοδο, παρόλο που τη θερινή περίοδο το ύψος των κατακρημνισμάτων είναι περιορισμένο και οι αντλήσεις για άρδευση

είναι αυξημένες.

Επιπλέον κατέστη δυνατό να ληφθούν από το Ινστιτούτο Γεωλογικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.) μετρήσεις της πιεζομετρικής στάθμης που όμως αφορούν σε γεωτρήσεις διαφορετικών συντεταγμένων από αυτές που χρησιμοποιηθήκαν στην παραπάνω επεξεργασία..

Οι μετρήσεις αυτές αφορούν τις πιεζομετρικές στάθμες 6 γεωτρήσεων, τόσο του χειμερινού όσο και του θερινού εξαμήνου του 2008. Στο πίνακα 2.4 δίνονται οι συντεταγμένες στο προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ 87 καθώς και το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται η κάθε γεώτρηση.

Πίνακας 2.4. Αριθμός, γεωγραφικές συντεταγμένες και υψόμετρα γεωτρήσεων, περιόδου 2008.

Αριθμός Γεώτρησης	ΕΓΣΑ87		Υψόμετρο
	N	E	
ΚΛ43	4476670	404968	12,15
ΚΛ45	4476311	408231	43,59
ΚΛ48	4475340	407578	26,05
ΚΛ49	4473571	407227	9,35
ΚΛ50	4473373	409089	38,66
ΚΛ51	4470828	408582	2,10

Πηγή: Ι.Γ.Μ.Ε

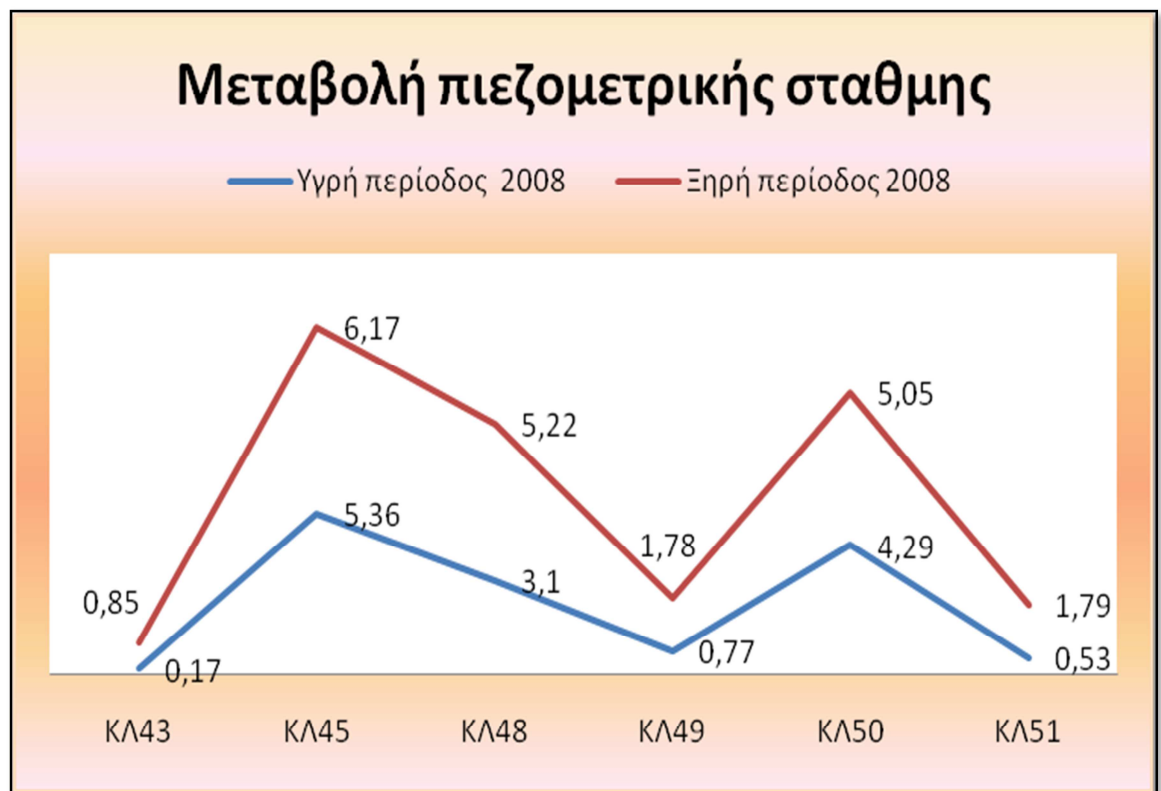
Τα χαρακτηριστικά των γεωτρήσεων, όπως οι τιμές της πιεζομετρικής στάθμης καθώς και οι απαραίτητες διορθώσεις αυτών στο επίπεδο της θάλασσας παρουσιάζονται στον πίνακα 2.5 που ακολουθεί. Από τις διορθωμένες τιμές κατασκευάστηκαν οι αντίστοιχοι πιεζομετρικοί χάρτες (2.3 και 2.4) της υγρής και ξηράς περιόδου του 2008.

Από την σύγκριση των καμπυλών (διαγρ. 2.2) που προκύπτουν από τις απόλυτες πιεζομετρικές καμπύλες του πίνακα 2.5 φαίνεται και πάλι ότι οι πιεζομετρικές στάθμες κατά την ξηρά περίοδο είναι σε υψηλότερα επίπεδα από ότι την ξηρά περίοδο.

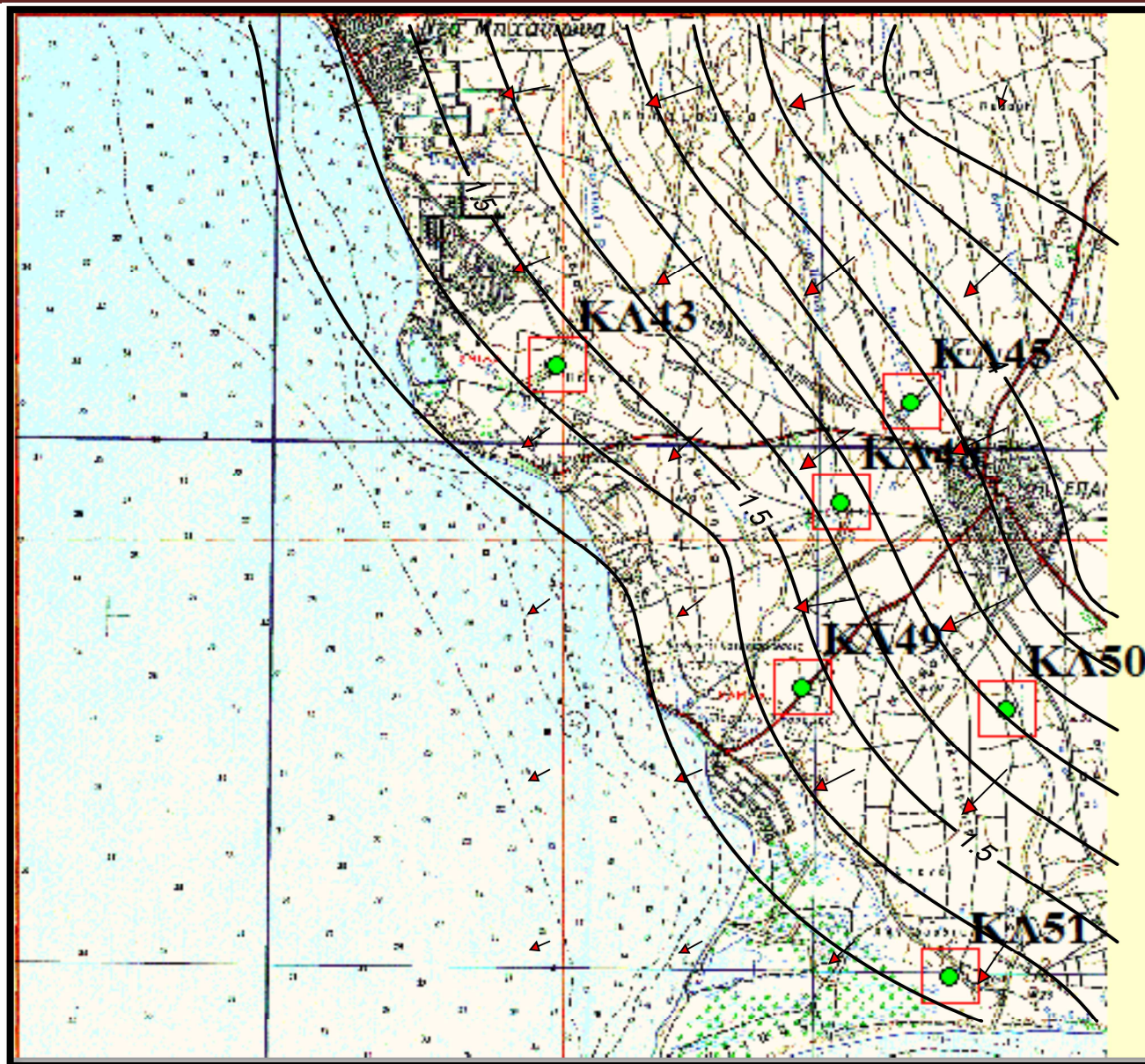
Πίνακας 2.5. Χαρακτηριστικά γεωτρήσεων, υγρής και ξηρής περιόδου του 2008.

Αριθμός Γεώτρησης	Υγρή περίοδος του 2008	Ξηρή περίοδος του 2008	Υψόμετρα (m)	Απόλυτο υψόμετρο υγρής περιόδου (m)	Απόλυτο υψόμετρο ξηρής περιόδου (m)
ΚΛ43	12,32	13	12,15	0,17	0,85
ΚΛ45	48,95	49,76	43,59	5,36	6,17
ΚΛ48	29,15	31,27	26,05	3,1	5,22
ΚΛ49	10,12	11,13	9,35	0,77	1,78
ΚΛ50	42,95	43,71	38,66	4,29	5,05
ΚΛ51	2,63	3,89	2,10	0,53	1,79

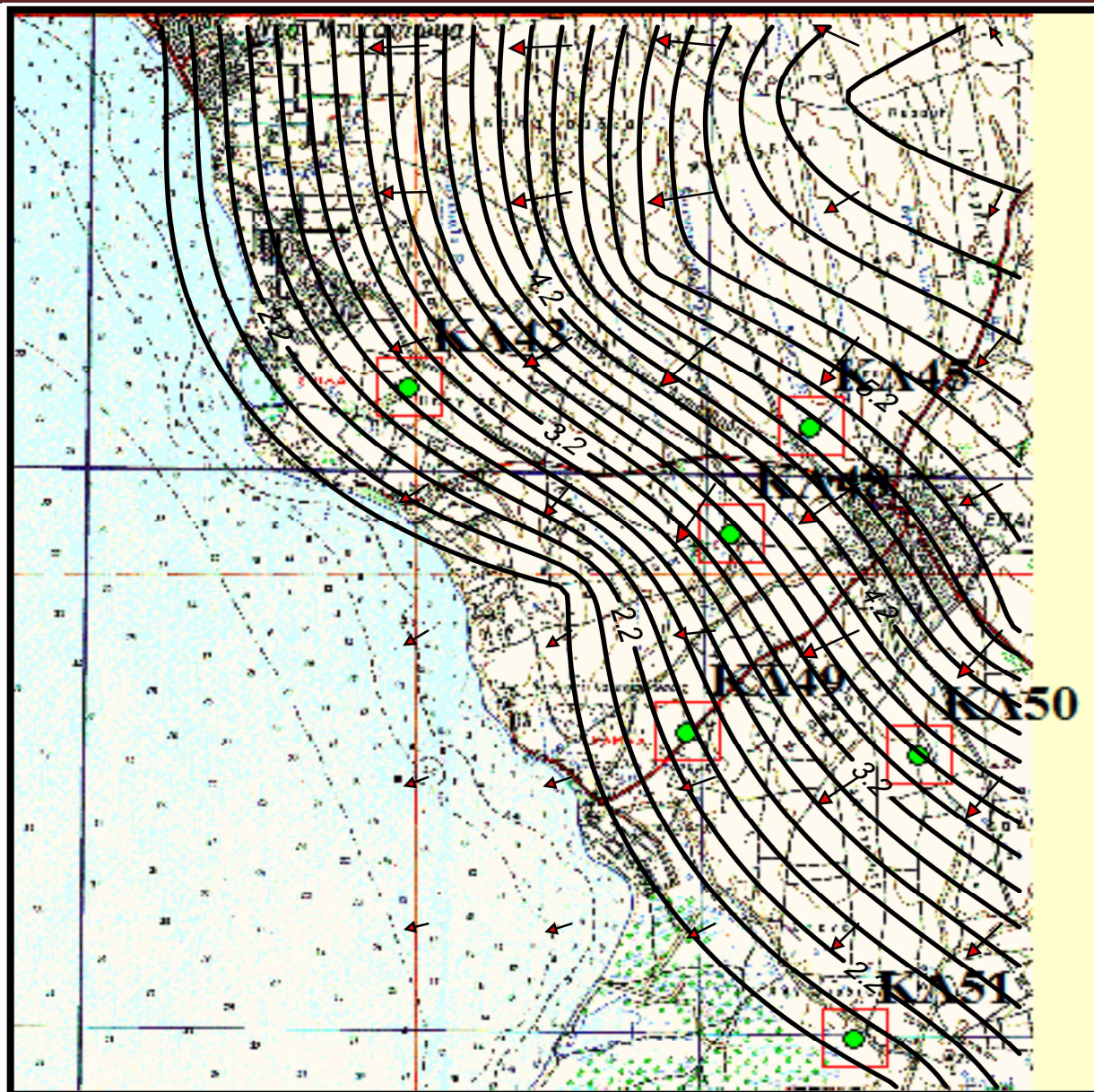
Πηγή: Ι.Γ.Μ.Ε



Διάγραμμα 2.2. Σύγκριση πιεζομετρικών σταθμών ξηράς περιόδου 2010 και υγρής περιόδου 2011.



Χάρτης 2.3. Πιεζομετρικός χάρτης υγρής περιόδου 2008.



Χάρτης 2.4. Πιεζομετρικός χάρτης ξηρής περιόδου 2008

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✓ Η περιοχή μελέτης εντάσσεται γεωγραφικά στο Δ – ΝΔ τμήμα της χερσονήσου της Χαλκιδικής και αποτελεί μια από τις 14 υπολεκάνες της ευρύτερης λεκάνης της Καλαμαριάς. Περιβάλλεται από τις εξής τέσσερις υπολεκάνες: στα ΒΒΔ από την υπολεκάνη Θερμαϊκού, στα ΒΔ από την υπολεκάνη του Παπανικόλα, στα ΝΝΑ από την υπολεκάνη Καλαμούδι και στα ΒΒΑ από την λεκάνη του Ανθεμούνα.
- ✓ Η Επανομή βρίσκεται στα ΝΑ της Θεσσαλονίκης σε απόσταση 30km από το κέντρο της Θεσσαλονίκης. Έχει έκταση 91541 στρέμματα και ο πραγματικός πληθυσμός της σύμφωνα με την απογραφή του 2001 είναι 8.671 κάτοικοι.
- ✓ Ο κύριος όγκος των μονίμων κατοίκων ασχολείται με την γεωργία, με έμφαση στην καλλιέργεια αμπελιών, γλυκάνισου, βαμβακιού και σιταριού, ενώ πολλοί δραστηριοποιούνται επαγγελματικά σε δικές τους επιχειρήσεις, τα τελευταία χρόνια ολοένα και μεγαλύτερος αριθμός κατοίκων ασχολείται με τον τουρισμό.
- ✓ Η μέση ετήσια θερμοκρασία βρίσκεται στους 15,6°C, η μέση ετήσια υγρασία στις 67,8%, η μέση ετήσια βροχόπτωση 37,3mm ενώ στην περιοχή πνέουν κυρίως ΒΔ άνεμοι.
- ✓ Γεωτεκτονικά η περιοχή μελέτης ανήκει στη ζώνη Αξιού και πιο συγκεκριμένα στην ενότητα Παιονίας. Τα ιζήματα είναι Νεογενούς-Τεταρτογενούς ηλικίας όπως άμμοι, άργιλοι, χαλίκια και κατά τόπους μάργες τα οποία βρίσκονται σε εναλλαγές.
- ✓ Η περιοχή αποτελείται από τρεις ενότητες σχηματισμών,
 - τους διαπερατούς,(αλλουβιακά ιζήματα, κοκκώδεις σχηματισμοί.)
 - τους ημιπέρατους(ασβεστόλιθοι γλυκών υδάτων σε εναλλαγές με μάργες, τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθοι) και
 - τους αδιαπέρατους(κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα).Η υδροφορία αναπτύσσεται στις αδρομερείς φάσεις των ιζημάτων.

✓ Από τους πιεζομετρικούς χάρτες προκύπτει ότι τα νερά εκφορτίζονται προς τη θάλασσα έχοντας μια δυτική έως νοτιοδυτική διεύθυνση.

- Το απόλυτο υψόμετρο της στάθμης κυμαίνεται από +9m έως +62m. Δεν παρατηρούνται δηλ. αρνητικές πιεζομετρίες.
- Η στάθμη του υπόγειου νερού για το Φεβρουάριο του 2011 κυμαίνεται μεταξύ 10,78m από την επιφάνεια του εδάφους έως 68,62m
- Για τη βιώσιμη διαχείριση των υπόγειων υδροφορέων της περιοχής απαιτείται συνεχής και συστηματική παρακολούθηση της στάθμης του υπόγειου νερού και μέτρα προστασίας για την αποφυγή φαινομένων διείσδυσης της θάλασσας και μείωσης των αποθεμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ανατολική Α.Ε., (Δεκέμβριος 2002), *Ολοκληρωμένη Μελέτη Διαχείρισης Υδατικών Πόρων Νότιων Παράκτιων περιοχών Ν. Θεσσαλονίκης – Ν. Χαλκιδικής*.

Βουδούρης, Κ., Σωτηριάδης Μ. Παύλου Α., Χατζηλιόντος Χρ. *Ποιότητα Των Υπόγειων Νερών Στο Παράκτιο Υδροφόρο Σύστημα Του Ανατολικού Θερμαϊκού Κόλπου*, 2^ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη 2005

Δελή, Φ., *Υδρογεωλογική Έρευνα της Ευρύτερης Περιοχής Του Δήμου Επανομής*, Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη.

Κουμαντάκης, Ι., Παπαγεωργάκης, Ι., (1978), *Υδρογεωλογική Μελέτη Χαλκιδικής Και Λεκανών Ανθεμούντος Και Επανομής Θεσσαλονίκης*, Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Διεύθυνση Έγγειων Βελτιώσεων, Αθήνα.

Παύλου, Α., (2011), *Υδρογεωλογικές έρευνες στην παράκτια περιοχή από Μ. Έμβολο έως Καλλικράτεια*, Διδακτορική διατριβή υπό εκπόνηση, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας, Θεσσαλονίκη.

Σαββαΐδης, Α. Σ., (1998), *Γεωφυσική Μελέτη Του Βορειοδυτικού Τμήματος Της Χερσονήσου Της Χαλκιδικής*, Διδακτορική διατριβή.

Συρίδης, Γ., (1990), *Λιθοστρωματογραφική Βιοστρωματογραφική Και Παλιογεωγραφική Μελέτη Των Νεογενών-Τεταρτογενών Ιζηματογενών Σχηματισμών Της Χερσονήσου Χαλκιδικής*, Διδακτορική Διατριβή, ΑΠΘ.

Τσουλούβης, Λ., (2010-11), *Αστικός Και Πολιτιστικός Και Πολεοδομικός Σχεδιασμός Σχεδιάζοντας Βιώσιμες Κοινότητες Και Αστικά Τοπία: Στα Όρια Του Αστικού Και Πολεοδομικού Σχεδιασμού*, Τομέας Πολεοδομίας, Χωροταξίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης Αρχιτεκτόνων, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ.



ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Δήμος Επανομής, Διαθέσιμο σε:

<http://www.epanomi.gr>

http://epanomh.blogspot.com/2010/03/blog-post_10.html

Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφήσεων Ελλάδας (Ο.Κ.Χ.Ε.),
Διαθέσιμο σε:

<http://www.geodata.gov.gr/geodata>