

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

ΧΑΡΑΜΗΣ ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΠΑΡΑΔΕΙΣΙ ΚΑΙ ΚΑΛΕΝΙΑ ΣΤΗΝ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΝΕΑΠΟΛΗΣ
ΛΑΚΩΝΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων Καθηγητής :
ΑΛΜΠΑΝΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	4
1.2 Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΠΕΡΙΟΧΗ ΝΕΑΠΟΛΗΣ ΛΑΚΩΝΙΑΣ	4
1.3 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΝΕΑΠΟΛΗΣ	6
1.4 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΗΣ ΝΕΑΠΟΛΗΣ	8
1.5 ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΝΕΑΠΟΛΗΣ	9
1.6 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΝΕΑΠΟΛΗΣ	11
1.7 ΝΕΟΓΕΝΕΙΣ – ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΙΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΝΕΑΠΟΛΗΣ	14
1.8 ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ ΝΕΑΠΟΛΗΣ	16
1.9 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΝΕΑΠΟΛΗΣ	17
1.10 ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ ΝΕΑΠΟΛΗΣ (ΠΑΡΑΔΕΙΣΙ – ΚΑΛΕΝΙΑ)	21
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	24
2.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	24
2.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	25
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	26
3.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ	26
3.2 ΕΝΕΡΓΟΣ ΟΞΥΤΗΤΤΑ (pH)	28
3.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ	30
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	32
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ	34
5.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	34
5.2 ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ	34
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄	36

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στα πλαίσια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας, μου ανατέθηκε η μελέτη των πηγών Παραδεισίου και Καλένια και των ποιοτικών χαρακτηριστικών των νερών τους στην περιοχή Νεάπολης Βοίων της περιφέρειας ενότητας Λακωνίας.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω, **τον κ. Αλμπανάκη Κωνσταντίνο**, Αναπληρωτή Καθηγητή του τομέα Φυσικής και Περιβαλλοντικής Γεωγραφίας, του Τμήματος Γεωλογίας, του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης που μου ανέθεσε τη διπλωματική μου εργασία και με βοήθησε στην επιτυχή ολοκλήρωση της. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους της γραμματείας της Δημοτικής Ενότητας Νεάπολης για την πολύτιμη βοήθεια και συνεργασία τους για την συγκέντρωση και επεξεργασία των δεδομένων για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των νερών των πηγών Παραδείσι και Καλένια στην ευρύτερη περιοχή της Νεάπολης.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη των ποιοτικών χαρακτηριστικών των πηγών Παραδείσι και Καλένια στην ευρύτερη περιοχή της Νεάπολης Βοιών Λακωνίας και η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με την ποιότητα του νερού και την επίδρασή του στην περιοχή. Ειδικότερα αξιοποιήθηκαν μετρήσεις που προέρχονται από δύο πηγές την πηγή **Παναγίας Παραδεισίου** και την πηγή **Καλένια**.

1.2 Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ – ΠΕΡΙΟΧΗ ΝΕΑΠΟΛΗ ΛΑΚΩΝΙΑΣ

Η Νεάπολη βρίσκεται στη Δημοτική Ενότητα Βοιών του Δήμου Μονεμβασιάς (πρώην Δήμος Βοιών), ο οποίος βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο της Πελοποννήσου και ανήκει διοικητικά στην Περιφερειακή Ενότητα Λακωνίας.

Το ΝΔ τμήμα της βρέχεται από το Λακωνικό κόλπο ενώ το ΝΑ τμήμα από το κόλπο Επιδαύρου Λιμηράς. Νοτιοδυτικά της ευρύτερης περιοχής της Νεάπολης βρίσκεται το νησί Ελαφώνησος υπόλειμμα της χερσονήσου του Έλους που βρίσκεται στη περιοχή της Πούντας. Βορειοανατολικά της Ελαφονήσου βρίσκεται σε απόσταση 700μ. το νησάκι Παυλοπέτρι, το οποίο φιλοξενεί έναν προϊστορικό οικισμό. Προς το Νότο συναντούμε το νησί Κύθηρα.

Η συνολική έκταση της Δημοτικής Ενότητας Βοιών είναι 215.600 στρέμματα.

Σύμφωνα με την απογραφή της ΕΛΣΤΑΤ για το 2001 έχει πληθυσμό 7.871 κατοίκους. Αποτελείται από 35 οικισμούς σε 13 Τοπικές Κοινότητες: Αγίων Αποστόλων, Αγίου Γεωργίου, Αγίου Νικολάου, Άνω Καστανέας, Βελανιδιών, Ελίκας, Κάμπου, Καστανέας, Λαχίου, Μεσοχωρίου, Νεάπολης, Παντάνασσας και Φαρακλού. Έδρα της Δημοτικής Ενότητας Βοιών αποτελεί η Δημοτική Κοινότητα Νεάπολης, ο πληθυσμός της οποίας ανέρχεται σε 2.751 κατοίκους (URL2).

Η Δημοτική Ενότητα Βοιών χαρακτηρίζεται από μία εκτεταμένη αγροτική δραστηριότητα, η οποία τα τελευταία χρόνια συμπληρώνεται από μία ήπια τουριστική ανάπτυξη, κυρίως στην παράκτια ζώνη του Λακωνικού Κόλπου.

Το συντριπτικά μεγαλύτερο μέρος της γεωργικής γης στη Δ.Ε. Βοιών βρίσκεται στον κάμπο της Νεάπολης εκατέρωθεν του πρωτεύοντος επαρχιακού δρόμου Σπάρτης - Νεάπολης και στον κάμπο νότια του οικισμού του Αγίου Νικολάου. Οι γεωργικές αυτές εκτάσεις καταλαμβάνονται από δενδρώσεις καλλιέργειες (κυρίως ελαιόδεντρα), δευτερευόντως από εσπεριδοειδή (πορτοκαλιές, λεμονιές, κτλ) και από το φημισμένο Βατικιώτικο κρεμμύδι.



Εικόνα 1. Πανοραμική φωτογραφία της Νεάπολης (URL4).



Εικόνα 2. Νεάπολη Λακωνίας (URL4).

1.3 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΝΕΑΠΟΛΗΣ

Η χερσόνησος Μαλέα είναι η ΝΑ προέκταση του όρους Πάρνωννα. Συγκεκριμένα η λεκάνη της Νεάπολης Βοιών οριοθετείται από το όρος Κρίθινα με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής στερείται σπουδαίων ποταμών και λιμνών. Αντιπροσωπεύεται από χείμαρρους που ρέουν κατά τις περιόδους έντονων βροχοπτώσεων και είναι αραιό με μικρή επιφανειακή απορροή. Οι πηγές είναι λίγες και τις συναντούμε στα χωριά Φαρακλό, Μεσοχώρι, Λάχι με μικρές παροχές σε νερό και στις περιοχές Καλένια, Παραδείσι, οι οποίες βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή της Νεάπολης, με μεγαλύτερες παροχές. Σε διάφορα σημεία των Βατίκων αναβλύζουν θερμά νερά, πλούσια σε μεταλλικά άλατα. Στην περιοχή της Πούντας υπάρχει ιαματική πηγή που το νερό της, το οποίο είναι υφάλμυρο, χύνεται στη θάλασσα. Παρόμοιες ιαματικές πηγές υπάρχουν στις περιοχές του Παλαιοκάστρου και του Προφήτη Ηλία στον Άγιο Νικόλαο (GEROLYMATOS 1993, ΓΕΡΟΛΥΜΑΤΟΣ & KOWALCZYK 1999).

Όσον αφορά τις καλλιέργειες στην περιοχή, το ενδιαφέρον των καλλιεργητών έχει στραφεί κυρίως στην ελιά, με την ετήσια παραγωγή ελαιολάδου της περιοχής να

υπερβαίνει τους 5000 τόνους ελαιόλαδο. Η κηπουρική καλύπτει τις οικιακές ανάγκες, τα τελευταία μάλιστα χρόνια έχει αναπτυχθεί και η καλλιέργεια των πρώιμων κηπευτικών που απαιτούν σημαντικές ποσότητες αρδευτικού νερού. Η καλλιέργεια των δημητριακών εγκαταλείπεται σιγά-σιγά, με αποτέλεσμα οι ποσότητες κριθαριού, βρώμης, σιταριού κλπ να μην καλύπτουν πλέον τις τοπικές ανάγκες και το ίδιο συμβαίνει με την αμπελουργία. Η καλλιέργεια του αράπικου φιστικιού που για πολλές δεκαετίες υπήρξε σημαντικό γεωργικό προϊόν των Βατίκων έχει εγκαταλειφθεί, ενώ εξακολουθεί η καλλιέργεια των κρεμμυδιών. Το αρδευτικό νερό προέρχεται είτε από την άντληση υδροφόρων οριζόντων είτε από πηγές (URL1).

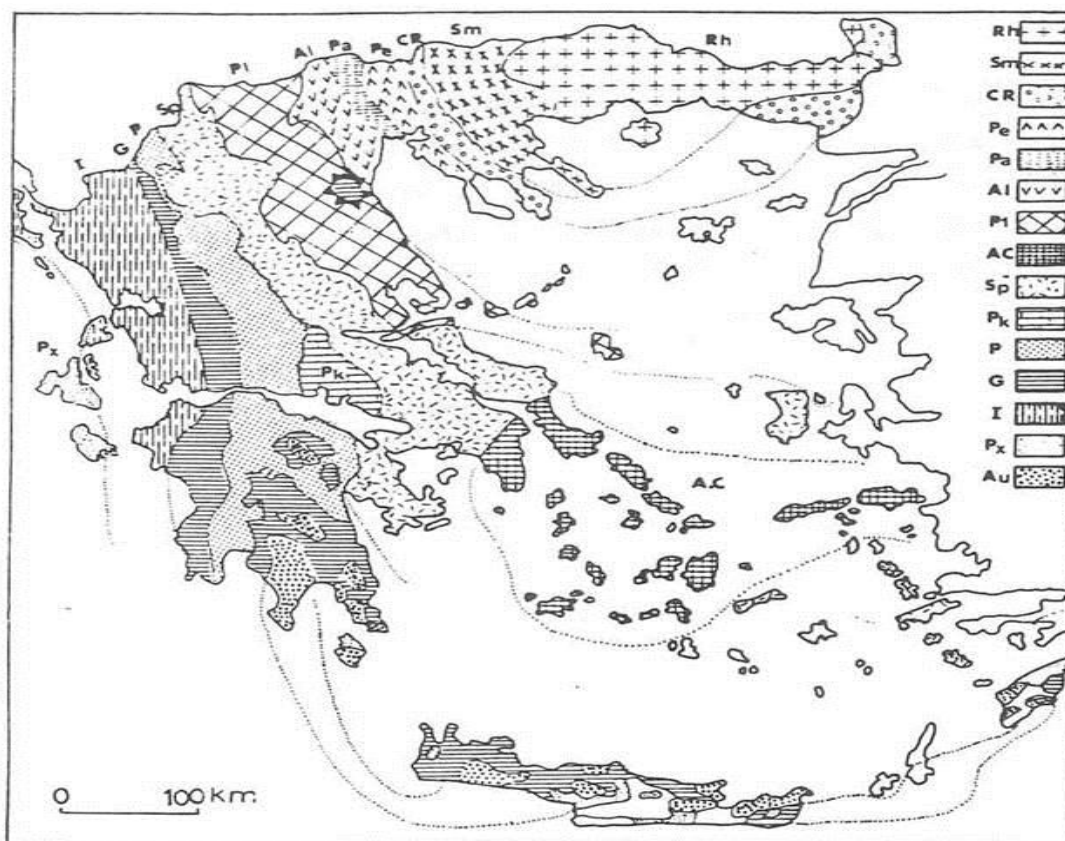


Εικόνα 3. Οδικός χάρτης Δήμου Μονεμβασίας (URL4).

1.4 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΗΣ ΝΕΑΠΟΛΗΣ

Η υπό μελέτη περιοχή εντάσσεται κατά τον RENZ (1940) στην ζώνη της Μάζας Κεντρικής Πελοποννήσου – Κρήτης, ενώ η συμμετοχή της ενότητας Άρνας στη δομή της, την εντάσσουν στην Εξωτερική Τεκτονομεταμορφική Ζώνη των Ελληνίδων. Γενικότερα η ΝΑ Πελοπόννησος ανήκει στο ΝΔ τμήμα του νησιωτικού τόξου του Αιγαίου βορειότερα της προτάφρου που δημιουργεί η υποβύθιση της Αφρικάνικης πλάκας κάτω από τον Ευρωπαϊκό φλοιό (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ et al 1982, ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ 1984, ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ – ΔΑΝΑΜΟΣ 1991).

Στην Νεάπολη η ενότητα της Άρνας παρουσιάζει μεγάλη έκταση. Την συναντούμε κυρίως στις νοτιοανατολικές και βορειοανατολικές υπώρειες της διερχόμενης στην περιοχή οροσειράς. Η ενότητα της Άρνας στην περιοχή αποτελείται επί το πλείστον από φυλλίτες, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, βιοτιτικούς σχιστόλιθους, αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους και χαλαζίτες (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ et al 1982, ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ 1984, ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ – ΔΑΝΑΜΟΣ 1991).



Εικόνα 4. Τεκτονικός χάρτης Ελλάδας με την εξάπλωση των ζωνών κατά τον RENZ (1940).

1.5 ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΝΕΑΠΟΛΗΣ

Σύμφωνα με τον ΛΕΚΚΑ (1999), η ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος δομείται από πετρώματα που ανήκουν κυρίως στην ενότητα Τρίπολης αλλά και στον υποκείμενο σχηματισμό των Φυλλιτών -Χαλαζιτών. Πάνω από τα πετρώματα των αλπικών ενοτήτων, σε αρκετές θέσεις κάνουν την εμφάνισή τους μεταλικοί σχηματισμοί τόσο ποταμο-χερσαίας όσο και θαλάσσιας φάσης, οι οποίοι παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία λιθολογιών. Καταλαμβάνουν σχετικά μεγάλη έκταση, έχουν ικανοποιητικό πάχος και παρουσιάζουν σπουδαίο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον, ιδιαίτερα στη λεκάνη των Βοιών.

Η σχετικά αυτόχθονη ενότητα της περιοχής είναι ο σχηματισμός των Φυλλιτών - Χαλαζιτών. Αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα, ποικίλων λιθολογιών. Συγκεκριμένα, πρόκειται για κλαστική σειρά, η οποία αποτελείται από φυλλίτες, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, χαλαζιακούς φυλλίτες, χαλαζίτες, μετακροκαλοπαγή και ανθρακικά πετρώματα.

Τα πιο σημαντικά ορυκτά της ακολουθίας αυτής είναι ο αλβίτης, ο χλωρίτης και το χλωριτοειδές (BLUMOR & KOWALCZYK, 1993). Μικρές εμφανίσεις μαρμάρων στην ευρύτερη περιοχή μεταξύ Αγίου Ελισσαίου και Ελληνικού θεωρούνται από το μελετητή τεκτονικά υπερκείμενες των Φυλλιτών - Χαλαζιτών. Τα κατώτερα μέλη τους αποτελούνται από λευκά συμπαγή μάρμαρα με *Megalodon*, ενώ τα ανώτερα από πλακώδη φαιά με φακούς και κονδύλους πυριτολίθων. Τα παραπάνω μάρμαρα θεωρούνται λεπτές ενστρώσεις ή μεγαλύτερες εμφανίσεις εντός του σχηματισμού των Φυλλιτών - Χαλαζιτών.

Τεκτονικά υπερκείμενη είναι η ενότητα της Τρίπολης. Η στρωματογραφική στήλη της απαρτίζεται από τρία σύνολα. Στη βάση της βρίσκεται ένα σύνολο ελαφρώς μεταμορφωμένων σχηματισμών, γνωστό ως στρώματα Τυρού. Τα στρώματα Τυρού χαρακτηρίζονται από δύο σημαντικές σειρές, μία ιζηματογενή από κλαστικά και ανθρακικά πετρώματα, ηλικίας Ανώτερο Παλαιοζωϊκό και μία ηφαιστειοϊζηματογενή, τριαδικής ηλικίας. Πάνω από τα στρώματα Τυρού, βρίσκεται μία ανθρακική ακολουθία, με βασικό της χαρακτηριστικό, τη συνεχόμενη νηριτική ιζηματογένεση από το Ανώτερο Τριαδικό μέχρι και το Ανώτερο Ηώκαινο. Η

ακολουθία αυτή αποτελείται από βιτουμενιούχους παχυστρωματώδεις έως άστρωτους ασβεστόλιθους και δολομίτες. Βασικό στοιχείο που διαφοροποιεί τα ανθρακικά της στρωματογραφικής στήλης μεταξύ τους είναι τα απολιθώματα. Πάνω από την ανθρακική ακολουθία υπάρχει ο φλύσχος, του οποίου η ιζηματογένεση αρχίζει στο ανώτερο Ηώκαινο. Η επαφή των ασβεστολίθων με τον φλύσχη μπορεί να είναι στρωματογραφική ή τεκτονική (KOWALCZYK 1999).

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ενότητας της Τρίπολης στην περιοχή μελέτης καταλαμβάνουν τους ορεινούς όγκους του Κούνου, του Κάτω Κούνου, της Μεγάλης Τούρλας και του Όρους. Ο φλύσχος της σειράς δεν εμφανίζεται στην περιοχή μελέτης, ενώ τα στρώματα Τυρού εμφανίζονται στην περιοχή της Μεγάλης Τούρλας και ανατολικά του Όρους.

Υπολειμματικές εμφανίσεις της ενότητας Πίνδου υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή της Μεγάλης Τούρλας, οι οποίες τεκτονικά υπέρκεινται της ενότητας Τρίπολης.

Πρόκειται για έντονα τεκτονισμένους σχηματισμούς, κυρίως ραδιολαρίτες και πυριτικούς ασβεστόλιθους ερυθρού χρώματος, μάργες, ασβεστόλιθους με κονδύλους, ιλυόλιθους, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή.



Εικόνα 5. Στρωματογραφική στήλη ενότητας Τρίπολης (URL4).

1.6 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΝΕΑΠΟΛΗΣ

Η περιοχή μελέτης είναι έντονα παραμορφωμένη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρουσιάζει πολύπλοκη τεκτονική δομή που χαρακτηρίζεται από επωθήσεις, λεπιώσεις, πτυχώσεις και ρήγματα, τα οποία απεικονίζουν τα τεκτονικά καθεστώτα που έχουν δράσει στην περιοχή σε ολόκληρη τη γεωλογική της ιστορία. Οι γεωλογικές δομές που έχουν δώσει οι φάσεις αυτές, διαδραματίζουν κυρίαρχο ρόλο στη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή, δηλαδή καθορίζουν την παρουσία, την έκταση και τη μορφή των υδρογεωλογικών λεκανών που φιλοξενούν το νερό (υδροφόροι ορίζοντες) (ΛΕΚΚΑΣ, ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ, ΔΑΜΑΝΟΣ, 1988) .

Στην περιοχή ενδιαφέροντος κάνουν την εμφάνισή τους τόσο ο ρηγματογόνος όσο και ο εφαπτομενικός τεκτονισμός. Τα ρήγματα έχουν διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ. Αποτέλεσμα του εφαπτομενικού τεκτονισμού ήταν η επώθηση της ενότητας της Τρίπολης πάνω στους Φυλλίτες - Χαλαζίτες και της ενότητας της Πίνδου πάνω σε αυτή της Τρίπολης. Το σημαντικότερο ρόλο από πλευράς τεκτονικής έχει διαδραματίσει η αναθόλωση του υποβάθρου (Φυλλίτες - Χαλαζίτες), εξαιτίας της οποίας δημιουργήθηκαν βαρυτικές ολισθήσεις. Το σημαντικότερο ρόλο στην περιοχή μελέτης παίζουν i) η ποικιλία της λιθολογίας της παραπάνω ενότητας (Φυλλίτες-Χαλαζίτες) ii) ο βαθμός της τεκτονικής καταπόνησης της ενότητας Φυλλιτών-Χαλαζιτών εξαιτίας της αναθόλωσης κυρίως, του εφαπτομενικού, του ρηγματογόνου αλλά και του πτυχογόνου τεκτονισμού και iii) η γεωμετρία της επαφής υπερκείμενων υδροπερατών ανθρακικών και υποκείμενων αδιαπέρατων σχηματισμών. Η γεωμετρία αυτή έχει καθοριστεί αφενός από την επώθηση της ενότητας της Τρίπολης πάνω στους Φυλλίτες-Χαλαζίτες και αφετέρου από τις μεταγενέστερες βαρυτικές ολισθήσεις, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την ολίσθηση μεγάλων ανθρακικών μαζών πάνω στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο.

Στην Νεάπολη διακρίνονται οι εξής μακροτεκτονικές δομές, οι οποίες δίνονται από δύο συστήματα ρηγμάτων :

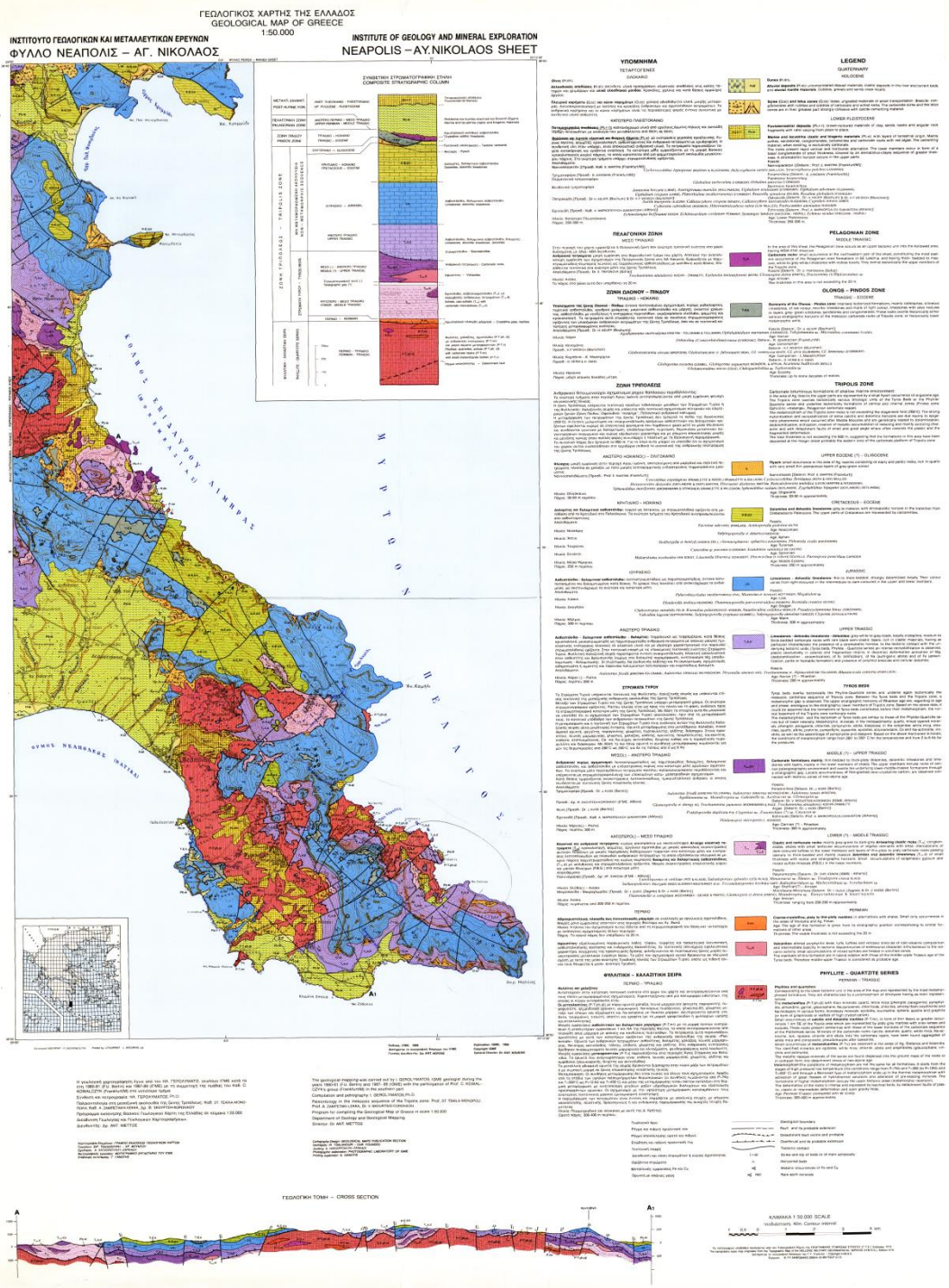
1. Αντιθετικά ρήγματα του αλπικού κύκλου με διεύθυνση ΒΒΔ – ΝΝΑ.

2. Κάθετα ή κανονικά ρήγματα που ανήκουν στο νεοτεκτονικό κύκλο εξέλιξης της περιοχής και που προκάλεσαν στις εσωτερικές περιοχές το σχηματισμό κλειστών τεκτονικών λεκανών και βυθισμάτων.

Επίσης αναγνωρίστηκαν δύο συστήματα διακλάσεων σε όλους τους αλπικούς σχηματισμούς που θα πρέπει να ανήκουν στην ίδια τεκτονική φάση κατά την οποία σχηματίστηκαν τα αντίθετα και τα οριζόντια ρήγματα (ΛΕΚΚΑΣ, ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ, ΔΑΜΑΝΟΣ, 1988) .



Εικόνα 6. Φωτογραφία από το όρος Φαρακλό(URL5).



Εικόνα 7. Γεωλογικός Χάρτης Ελλάδας – Φύλλο Νεάπολη (ΙΓΜΕ, ΓΕΡΟΥΜΑΤΟΣ & KOWALCZYK 1999).

1.7 ΝΕΟΓΕΝΕΙΣ – ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΙΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΝΕΑΠΟΛΗΣ

Τα Νεογενή της Νεάπολης καταλαμβάνουν σημαντική έκταση. Ο λιθολογικός χαρακτήρας των στρωμάτων αυτών είναι αδρομερείς ψαμμίτες. Στους ανώτερους ορίζοντες ο ψαμμίτης έχει υποστεί διαγένεση και από απόψεως απολιθωμάτων κυριαρχούν οι Εχινοί και η *Ostrea*, ενώ στους κατώτερους ορίζοντες ο ψαμμίτης είναι ασύνδετος και κυριαρχούν απολιθώματα της οικογένειας των *Pectinidea*. Η πόλη της Νεάπολης είναι κτισμένη πάνω στα Νεογενή, τα οποία εκτείνονται από την παραλία μέχρι το υψόμετρο των 50μ. Η παρουσία των καθοδηγητικών απολιθωμάτων *Hinnites crispus*, *Chlamys angelonii* και *Spondylus ferreolensis* αποδεικνύει την Πλειοκαινική ηλικία των παράκτιων Νεογενών στρωμάτων. Στα στρώματα της περιοχής κυριαρχούν τα Ελασματοβράχια και οι Εχινοί (ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ, ΔΑΜΑΝΟΣ, 1988) .

Οδεύοντας παραλιακά ΝΑ της Νεάπολης προς το ακρωτήριο Ζάβολο συναντούμε Νεογενή στρώματα, τα οποία είναι ελαφρώς κεκλιμένα προς τη δύση. Ο λιθολογικός χαρακτήρας των εν λόγω αποθέσεων είναι κίτρινες μάργες εναλλασσόμενες με ψαμμίτες Πλειοκαινικής ηλικίας. Συνεχίζοντας παραλιακά μέχρι το ακρωτήριο Ζάβολο στις περιοχές Προφήτη Ηλία και Αγία μαρίνα συναντούμε φαιούς ψαμμίτες, οι οποίοι έχουν υποστεί έντονη διαγένεση και διάβρωση. Οδεύοντας ΒΔ της Νεάπολης συναντούμε Νεογενή στρώματα υπό μορφή νησίδων και προσχώσεων (ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ, ΔΑΜΑΝΟΣ, 1988).

Οι Τεταρτογενείς σχηματισμοί αντιπροσωπεύονται από θαλάσσιες, ποτάμιες και χειμάρριες αποθέσεις, θίνες, χαλαρά πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων, καθώς και αλλουβιακές αποθέσεις. Το μεγαλύτερο μέρος αυτών σχηματίστηκε στο Πλειστόκαινο. Πιο συγκεκριμένα, οι αποθέσεις του Τεταρτογενούς περιλαμβάνουν :

1. **Θίνες** : Παράκτιες αποθέσεις από άμμους που σχηματίζουν αμμόλοφους και καλύπτονται από θαμνώδη βλάστηση. Το πάχος τους υπερβαίνει ορισμένες φορές τα 5μ.
2. **Πρόσφατα υλικά από κοίτες χειμάρρων**, που αποτελούνται από χαλίκια, κροκάλες και τρόχμαλους, καθώς και άμμους που έχουν τη μορφή ασύνδετων ιζημάτων, το πάχος των οποίων δεν ξεπερνά τα 10μ. Πρόκειται

για καστανόχρωμα υλικά από αργιλούς, άμμους, πηλούς και γωνιώδη τεμάχη πετρωμάτων. Οι ποταμοχερσαίες αποθέσεις συναντώνται στις κοίτες χειμάρρων που πηγάζουν από τα γύρω βουνά και καταλαμβάνουν μια μεγάλη έκταση βόρεια της πόλης της Νέαςπολης.

3. **Πλευρικά κορήματα και κώνοι κορημάτων** που αποτελούνται από γωνιώδη ανθρακικά τεμάχη διαφόρων μεγεθών. Πρόκειται για χαλαρά αδιαβάθμητα υλικά μικρής μεταφοράς. Λατυποκροκαλοπαγή με λατύπες και κροκάλες ανθρακικών και σχιστολιθικών πετρωμάτων. Εμφανίζονται στις υπώρειες των μεγάλων ορεινών ανθρακικών μαζών.



Εικόνα 8. Παραλία Πούντας (URL4).



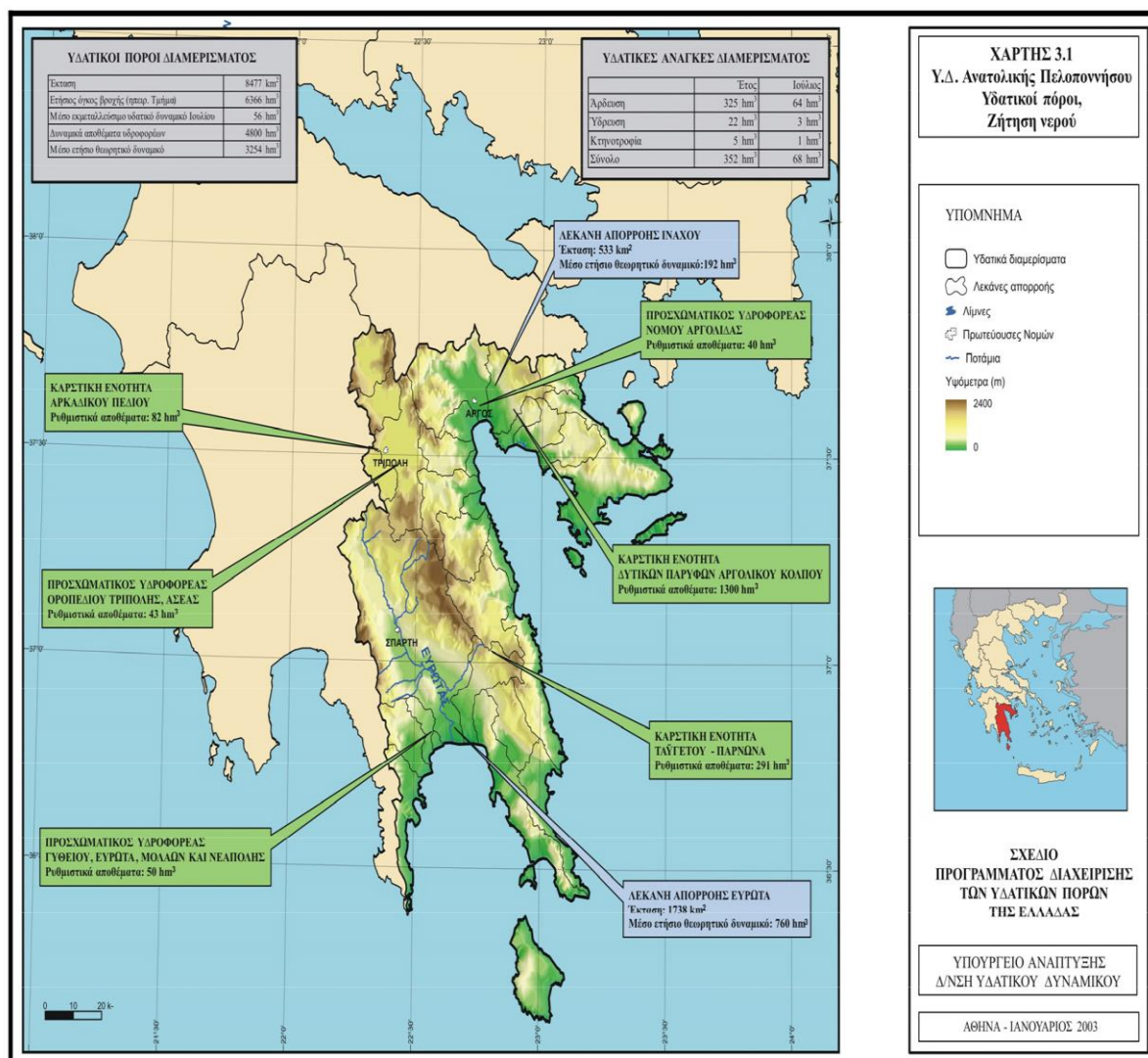
Εικόνα 9. Παραλία Πούντας (URL4).

1.8 ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ ΝΕΑΠΟΛΗΣ

Τα γενικά χαρακτηριστικά του κλίματος της περιοχής καθορίζονται από φυσικογεωγραφικούς παράγοντες του μεσοκλίματος και του μακροκλίματος. Οι κυριότεροι παράγοντες του μεσοκλίματος είναι η έκταση, το σχήμα, ο προσανατολισμός και τα χαρακτηριστικά των ορεινών όγκων που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή. Ιδιαίτερο ρόλο στη διαμόρφωση του μεσοκλίματος παίζει και ο θαλάσσιος χώρος που βρίσκεται μεταξύ των Κυθήρων και της χερσονήσου του Μαλέα. Δυστυχώς, στην ευρύτερη περιοχή της Δημοτικής Ενότητας Βοιών δεν υπάρχει οργανωμένος μετεωρολογικός σταθμός με μεγάλη περίοδο λειτουργίας (URL1).

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Τράπεζας Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας (ΕΤΥΜΠ) η πραγματική εξατμισοδιαπνοή για την περιοχή μελέτης ανέρχεται σε 427-443χιλ. Η κατείδυση εκτιμάται σε 20% για τους μεταλλικούς σχηματισμούς (λεκάνη Νεάπολης), σε 50% για τους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Τρίπολης και σε 5% για τα πετρώματα των Φυλλιτών-Χαλαζιτών. Η συνολική ετήσια κατακρήμνιση για την περιοχή μελέτης είναι της τάξης των 566-644χιλ.

Στην περιοχή μελέτης επικρατούν βόρειοι άνεμοι από το Νοέμβριο έως το Φεβρουάριο μέσης έντασης και δυνατοί νότιοι άνεμοι από το Μάρτιο έως το Μάιο και από το Σεπτέμβριο έως τον Οκτώβριο. Την περίοδο από Μάιο έως Αύγουστο εμφανίζεται ισχυρό το φαινόμενο της θαλάσσιας αύρας, οπότε επικρατούν τοπικοί νότιοι άνεμοι χαμηλής έντασης. Την ίδια περίοδο εμφανίζονται σποραδικά και ισχυροί βόρειοι άνεμοι.



Εικόνα 10. Το Υδατικό Διαμέρισμα Ανατολικής Πελοποννήσου σύμφωνα με το Σχέδιο Προγράμματος Διαχείρισης των Υδατικών Πόρων της Ελλάδας (Master Plan, 2003) του Υπουργείου Ανάπτυξης (URL3).

1.9 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΝΕΑΠΟΛΗΣ

Όπως προκύπτει από την περιγραφή των γεωλογικών σχηματισμών, στην ευρύτερη περιοχή μελέτης κυριαρχούν τρεις κύριοι σχηματισμοί, με μεγάλες διαφοροποιήσεις ως προς την υδρογεωλογική τους συμπεριφορά, οι οποίοι είναι οι ακόλουθοι:

1. τα μεταλλικά ιζήματα,
2. οι ανθρακικοί σχηματισμοί και
3. οι Φυλλίτες - Χαλαζίτες.

Ο συντελεστής κατείδυσης φτάνει το 20% για τη λεκάνη της Νεάπολης δημιουργώντας αξιόλογους κοκκώδεις υδροφόρους ορίζοντες. Αυτό οφείλεται στη λιθολογία των σχηματισμών που την αποτελούν. Η εντατική όμως εκμετάλλευση του παραπάνω υδατικού συστήματος σε βαθμό υπεράντλησης είχε ως αποτέλεσμα τον υποβιβασμό της ποιότητας του υπόγειου νερού, εξαιτίας της διείσδυσης της θάλασσας, της χρήσης φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων και της ανεξέλεγκτης διάθεσης στερεών και υγρών αποβλήτων. Η εντατική υπεράντληση του παραπάνω υδατικού συστήματος για την κάλυψη αρδευτικών κυρίως αναγκών οδήγησε σε σημαντικό υποβιβασμό του απόλυτου υψομέτρου της στάθμης του υπόγειου νερού την τελευταία δεκαετία (ΓΕΩΡΓΟΥΛΗΣ, 2002).

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί αποτελούν καρστικούς υδροφορείς, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από πολύ μεγάλη περατότητα. Στην περιοχή μελέτης οι σχηματισμοί αυτοί εμφανίζονται κατακερματισμένοι, έντονα καρστοποιημένοι, με μεγάλο συντελεστή κατείδυσης. Οι παράγοντες που καθορίζουν και ελέγχουν την υδρογεωλογική συμπεριφορά των ανθρακικών πετρωμάτων της Τρίπολης είναι:

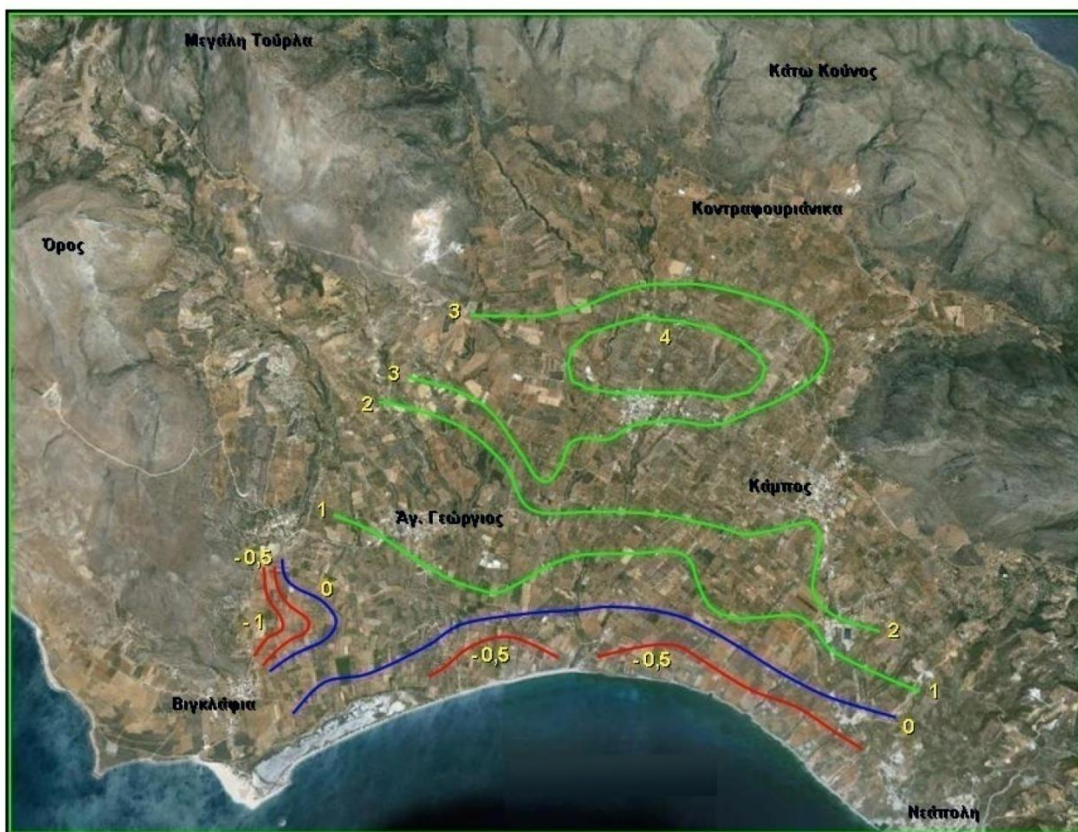
- ο ρηγματογόνος τεκτονισμός,
- η γεωμετρία της επιφάνειας επώθησης της ενότητας της Τρίπολης επί των Φυλλιτών - Χαλαζιτών,
- οι πάσης φύσεως ασυνέχειες (επιφάνειες στρώσης - διακλάσεις),
- ο βαθμός καρστοποίησης και
- η μερική πλήρωση των καρστικών εγκοίλων με ερυθρογή.

Οι κυριότερες πηγές επαφής στο δυτικό περιθώριο της Κριθίνας είναι οι πηγές στο Φαρακλό, στο Παραδείσι, στα Καλένια, στην Πέτρα, στο Λάχι και στον Άγιο Νικόλαο. Η σημαντικότερη από τις παραπάνω πηγές είναι αυτή του Παραδεισίου με παροχή της τάξης των 20m³/h, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας χρησιμοποιείται για ύδρευση από τη Δημοτική Κοινότητα Νεάπολης.

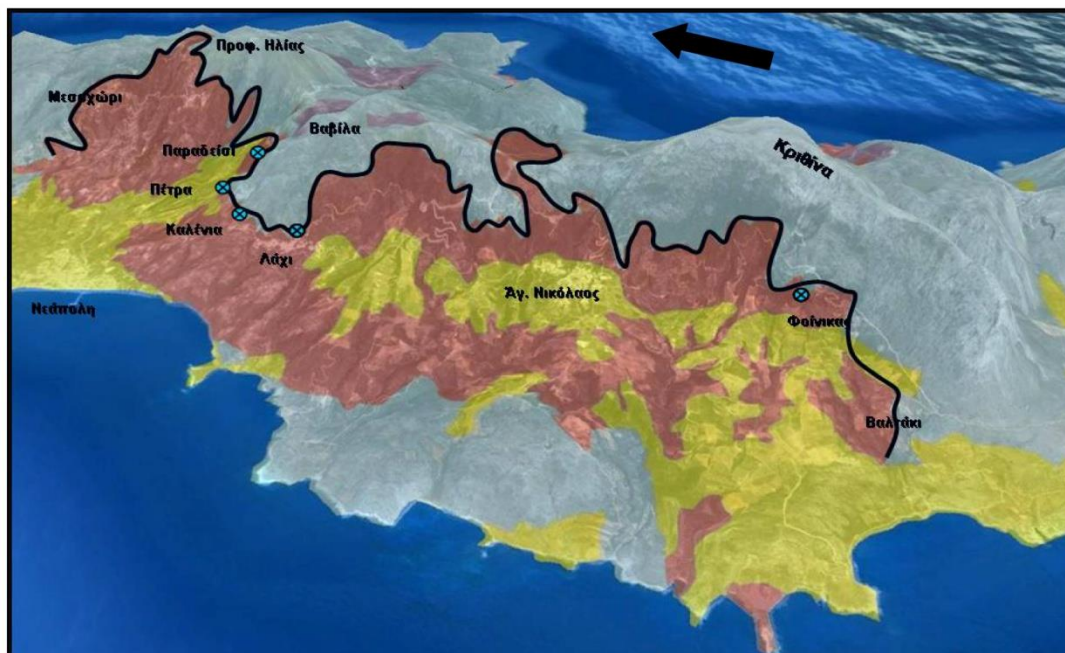
Οι Φυλλίτες - Χαλαζίτες, εμπεριέχουν επιμέρους σχηματισμούς με μεγάλη ποικιλία ως προς την λιθολογία τους, όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο της Γεωλογίας.

Επομένως είναι εύλογο, ότι δεν παρουσιάζουν ενιαία υδρογεωλογική συμπεριφορά. Θετικό ρόλο στην αύξηση της δυναμικότητας των υδροφόρων οριζόντων που αναπτύσσονται στους Φυλλίτες - Χαλαζίτες διαδραματίζουν οι χαλαζίτες και οι μεταψαμμίτες. Οι χαλαζίτες ανήκουν στην κατηγορία των σκληρών πετρωμάτων. Κατά κανόνα τα πετρώματα αυτά έχουν υποστεί τεκτονική καταπόνηση, με αποτέλεσμα οι διαρρήξεις τους να έχουν δημιουργήσει δευτερογενές πορώδες. Το νερό κατεισδύει μέσα στις διαρρήξεις, δημιουργώντας εντός της μάζας των πετρωμάτων αυτών αξιόλογους κατά θέσεις υδροφόρους ορίζοντες μέσου ασυνεχειών (ΓΕΩΡΓΟΥΛΗΣ, 2002).

Αρνητικό ρόλο στη δυναμικότητα των υδροφόρων οριζόντων μέσου ασυνεχειών παίζουν τα σχιστολιθικά και φυλλιτικά πετρώματα, γιατί είναι αρκετά εύθρυπτα. Αυτό εμποδίζει την αποθήκευση του νερού, καθώς οι πάσης φύσης διακλάσεις τους έχουν πληρωθεί με αργιλικό υλικό. Πάνω στους μεταλλικούς σχηματισμούς της λεκάνης της Νεάπολης γίνεται εντατική καλλιέργεια κηπευτικών και ελαιοδέντρων, ενώ υπάρχουν αρκετές εσταυλισμένες κτηνοτροφικές μονάδες. Αποτέλεσμα της εντατικής χρήσης λιπασμάτων και της παραγόμενης κοπριάς είναι η παρουσία νιτρικών ιόντων σε ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις στους κοκκώδεις υδροφόρους ορίζοντες. Οι μεταποιητικές μονάδες και κυρίως τα ελαιοτριβεία της περιοχής αποτελούν σημειακές πηγές αυξημένου κινδύνου ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων νερών. Συγκεκριμένα, τα ελαιοτριβεία διαθέτουν τα υγρά απόβλητά τους είτε σε ανοικτούς λάκκους είτε στις κοίτες υδατορεμάτων. Αυτό βέβαια επιβαρύνει την ποιότητα τόσο των επιφανειακών υδάτων σε περιπτώσεις που τα υδατορέματα έχουν επιφανειακή απορροή, γεγονός που συμβαίνει σχετικά σπάνια κατά τη διάρκεια βροχοπτώσεων μεγάλης έντασης, όσο και των υπόγειων υδάτων λόγω της κατείσδυσης του ρυπαντικού φορτίου και εισόδου του στους υδροφόρους ορίζοντες (ΓΕΩΡΓΟΥΛΗΣ, 2002).



Εικόνα 11. Πιεζομετρικές καμπύλες των κοκκωδών υδροφόρων οριζόντων της λεκάνης της Νεάπολης (ΓΕΩΡΓΟΥΛΗΣ, 2002).



Εικόνα 12. Πηγές στο δυτικό περιθώριο της Κριθίνας. Με κίτρινο χρώμα διακρίνονται οι μεταλλικοί σχηματισμοί, με γαλάζιο οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ενότητας της Τρίπολης και με κεραμιδί οι σχηματισμοί των Φυλλιτών – Χαλαζιτών (ΓΕΩΡΓΟΥΛΗΣ, 2002).

1.10 ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΗΣ ΝΕΑΠΟΛΗΣ (ΠΑΡΑΔΕΙΣΙ - ΚΑΛΕΝΙΑ)

ΠΗΓΗ ΠΑΝΑΓΙΑΣ ΠΑΡΑΔΕΙΣΙΟΥ.

Η πηγή βρίσκεται στην εκκλησία Παναγίας Παραδείσι σε υψόμετρο. Η ανάβλυση της είναι σημειακή και η ροή της συνεχής. Το νερό της πηγής εξέρχεται από δύο μικρές τεχνητές γαλαρίες, 3-4μ., οι οποίες διανοίχτηκαν εντός των αποσαθρωμένων μαρμαρυγιακών σχιστολίθων, κάτω ακριβώς από τους καρστικούς αγωγούς των ασβεστολίθων που χρησιμοποιούσαν παλαιότερα, και διακρίνονται από τους όρθιους τοίχους πάνω από τη πηγή. Το νερό της πηγής οδηγείται σε μια δεξαμενή και στη συνέχεια να τροφοδοτεί το υδρευτικό σύστημα της πόλεως. Παλαιότερα, όπως αναφέρει ο Ι.ΠΕΤΡΟΧΕΙΛΟΣ (1995) το νερό της πηγής διοχετεύονταν και έθετε σε λειτουργία μια σειρά κλιμακωτών υδρόμυλων, που βρισκόταν στη δυτική πλευρά της κοιλάδας του Παραδεισίου μέχρι το μέσο τμήμα της και στη συνέχεια το νερό χρησιμοποιούταν για άρδευση των καλλιεργημένων περιοχών που βρισκόταν χαμηλότερα από το μέσο της κοιλάδας.

Το νερό της πηγής Παναγίας του Παραδεισίου χρησιμοποιείται κυρίως για την ύδρευση της πόλης της Νεαπόλεως. Ένα μικρό μέρος της παροχής της πηγής χρησιμοποιείται για την άρδευση των παρακείμενων καλλιεργειών. Η παροχή της πηγής είναι η μεγαλύτερη από όλες τις άλλες πηγές της περιοχής και ποικίλει ανάλογα με τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα αυξανόμενη πολύ γρήγορα μετά από μεγάλης διάρκειας και έντασης βροχοπτώσεις. Πρόκειται για μια πηγή επαφής μεταξύ των υδροπερατών ασβεστόλιθων της ενότητας της Τρίπολης και των αδιαπέρατων μαρμαρυγιακών σχιστολίθων της Άρνας. Το νερό της πηγής προέρχεται από τους ασβεστολίθους. Το νερό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων καθώς πέφτει στους μακροπερατούς ασβεστόλιθους της ενότητας της Τρίπολης, κατασδύει σε αυτούς και με την επίδραση της βαρύτητας κινείται μέχρι να συναντήσει τη τεκτονική επαφή και τους αδιαπέρατους μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους της ενότητας της Άρνας. Στη συνέχεια το νερό ακολουθώντας τη γεωμετρία της τεκτονικής επαφής, θα κινηθεί προς τα δυτικά και τελικά θα εμφανιστεί στην επιφάνεια εκεί που η μορφολογία το επιτρέπει δημιουργώντας μια πηγή επαφής.



Εικόνα 13. Παραδείσι (URL4).



Εικόνα 14. Παραδείσι (URL4).

ΠΗΓΗ ΚΑΛΕΝΙΑ.

Η πηγή Καλένια βρίσκεται κάτω από την εκκλησία Παναγίας Καλένια σε υψόμετρο 200μ. Η ανάβλυση της είναι σημειακή και η ροή της συνεχής. Το νερό της πηγής χρησιμοποιείται κυρίως για την ύδρευση της Νεάπολης και του χωριού Λάχι, χρησιμοποιείται όμως και για την άρδευση των κήπων των σπιτιών των γύρω περιοχών. Η παροχή της πηγής είναι μεγάλη ακόμα και στη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών. Πρόκειται για μια πηγή επαφής μεταξύ των υδροπερατών ασβεστολίθων της ενότητας της Τρίπολης και των αδιαπέρατων μαρμαρυγιακών σχιστολίθων της Άρνας.

Το νερό της πηγής προέρχεται από τους ασβεστόλιθους. Το νερό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων καθώς πέφτει στους μακροπερατούς ασβεστόλιθους της ενότητας της Τρίπολης, κατασδύει σε αυτούς και με την επίδραση της βαρύτητας κινείται μέχρι να συναντήσει τη τεκτονική επαφή και τους αδιαπέρατους μαρμαρυγιακούς σχιστολίθους της ενότητας της Άρνας. Στη συνέχεια το νερό ακολουθώντας τη γεωμετρία της τεκτονικής επαφής θα κινηθεί προς τα δυτικά και τελικά θα εμφανιστεί στην επιφάνεια εκεί που η μορφολογία το επιτρέπει δημιουργώντας μια πηγή επαφής.



Εικόνα 15. Πηγή Καλένια (URL4).

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Οι μετρήσεις που έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκπόνηση της συγκεκριμένης μελέτης έχουν παρθεί από τις δύο πηγές. Την πηγή Παραδείσι και την πηγή Καλένια. Οι μετρήσεις αυτές πάρθηκαν από ειδικά όργανα σε σημεία όπου ήταν δυνατή η απ' ευθείας συλλογή του νερού των πηγών.

Οι μετρήσεις παίρνονται ανά δεκαπέντε (15) μέρες περίπου για τους πρώτους τέσσερις (4) μήνες και για τους υπόλοιπους μία φορά το μήνα.

Οι μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία έχουν παρθεί από τις 5-9-2011 έως τις 12-10-2012 και είναι μετρήσεις:

- **Ηλεκτρικής Αγωγιμότητας ($\mu\text{S}/\text{cm}$),**
- **Ενεργού οξύτητας (pH),**
- **Θερμοκρασίας νερού ($^{\circ}\text{C}$).**

Οι μετρήσεις δίνονται σε ειδικό Παράρτημα στο τέλος της εργασίας.

2.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Για την αγωγιμότητα:

Φορητά ηλεκτρονικά αγωγιμόμετρα που μετρούν αγωγιμότητα- αντίσταση-ολικά διαλυμένα στερεά (TDS)- αλατότητα-θερμοκρασία.

Για την ενεργό οξύτητα (pH) :

Πεχάμετρα υψηλής ακρίβειας, ψηφιακά φορητά πεχάμετρα ελεγχόμενα από μικροεπεξεργαστή (Μπορεί να λάβει μετρήσεις pH, mV και θερμοκρασίας).

Για τη θερμοκρασία νερού :

Δειγματολήπτες Νερού. Αυτοί έχουν την δυνατότητα λήψης δείγματος από συγκεκριμένο βάθος. Φορητό όργανο μέτρησης θερμοκρασίας-υγρασίας αέρα και πολυπαραμετρικό όργανο μέτρησης ποιότητας νερού με GPS.

2.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Η επεξεργασία των μετρήσεων και η γραφική παρουσίαση των αποτελεσμάτων έγινε με το πρόγραμμα Microsoft Office Excel της Microsoft.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

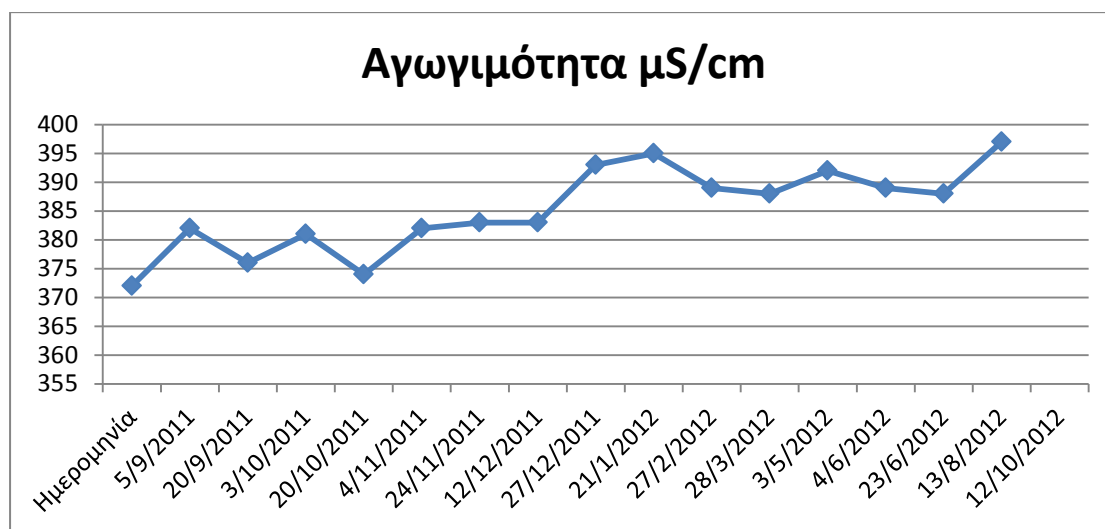
3.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ

Οι μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας που αξιοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη προέρχονται από τις δύο πηγές, την πηγή Παραδείσι και την πηγή Καλένια, και πραγματοποιήθηκαν από τις 5-9-2011 έως τις 12-10-2012.

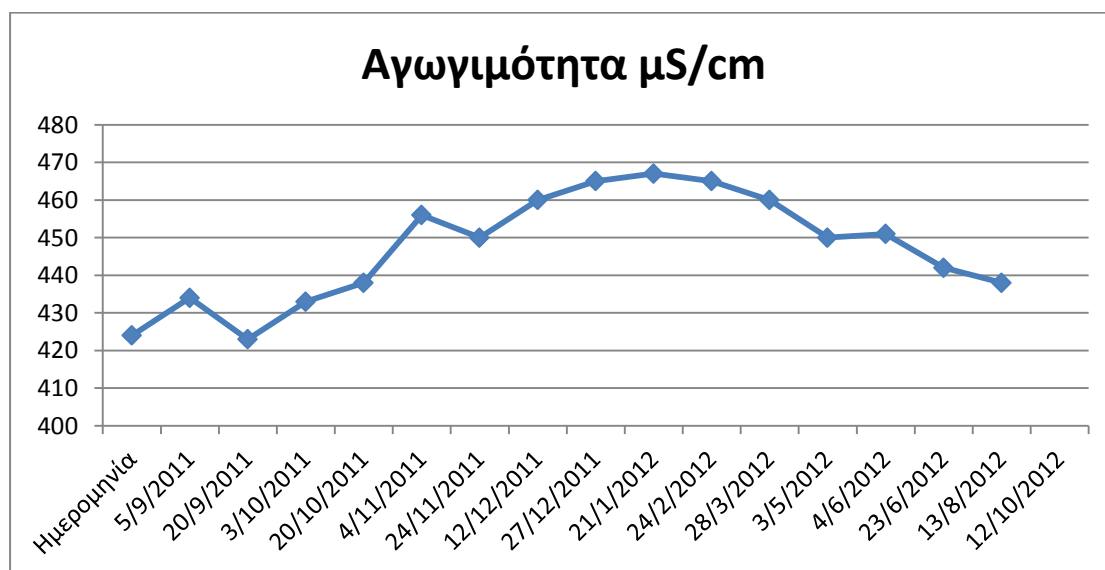
Η ηλεκτρική αγωγιμότητα διαλύματος είναι μια μαθηματική έκφραση της ικανότητας ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Αγωγιμότητα G είναι το ρεύμα I προς τη διαφορά δυναμικού E που εφαρμόζεται σε δυο ηλεκτρόδια μέσα σε ένα διάλυμα. Η ικανότητα αυτή εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, το σθένος τους, την κινητικότητά τους, τη συγκέντρωσή τους, τη θερμοκρασία και το ιώδες του διαλύματος, καθώς και το μέγεθος της διαφοράς δυναμικού, με την οποία γίνεται η μέτρηση. Σε ένα υδατικό διάλυμα, η αγωγιμότητα είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των διαλυμένων αλάτων στο υγρό. Έτσι λοιπόν, όσο υψηλότερη είναι η συγκέντρωση των αλάτων τόσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα. Τα διαλύματα των περισσότερων ανόργανων οξέων και βάσεων και όλων των αλάτων είναι σχετικά καλοί αγωγοί του ρεύματος. Αντίθετα, τα μόρια των οργανικών ενώσεων που δεν διίστανται όταν διαλυθούν στο νερό, άγουν ελάχιστα ή καθόλου το ηλεκτρικό ρεύμα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα μετριέται σε $\mu S/cm$ και είναι το αντίστροφο της αντίστασης. Η πιο κοινή μονάδα μέτρησης της αγωγιμότητας είναι το Siemens/cm (S/cm), με υποδιαίρεσεις: το microSiemens/cm ($\mu S/cm$) ίσο με 10^{-6} S/cm και το milliSiemens/cm (mS/cm) ίσο με 10^{-3} S/cm (ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ 2009).

Στην **πηγή Παραδείσι** οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας κυμαίνονται από 372 – 397 $\mu S/cm$, ενώ στην **πηγή Καλένια** από 423 – 467 $\mu S/cm$.

Δίνονται τα διαγράμματα διακύμανσης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας με το χρόνο, κατά τη διάρκεια των μηνών Σεπτεμβρίου, Οκτωβρίου, Νοεμβρίου και Δεκεμβρίου 2011 και Ιανουαρίου, Φεβρουαρίου, Μαρτίου, Μαΐου, Ιουνίου, Αυγούστου και Οκτωβρίου 2012.



Διάγραμμα 1. Διακύμανση της τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε σχέση με το χρόνο κατά το χρονικό διάστημα Σεπτεμβρίου 2011 – Οκτωβρίου 2012 για την πηγή Παραδείσι.



Διάγραμμα 2. Διακύμανση τιμής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας σε σχέση με το χρόνο κατά το χρονικό διάστημα Σεπτεμβρίου 2011 – Οκτωβρίου 2012 για την πηγή Καλένια.

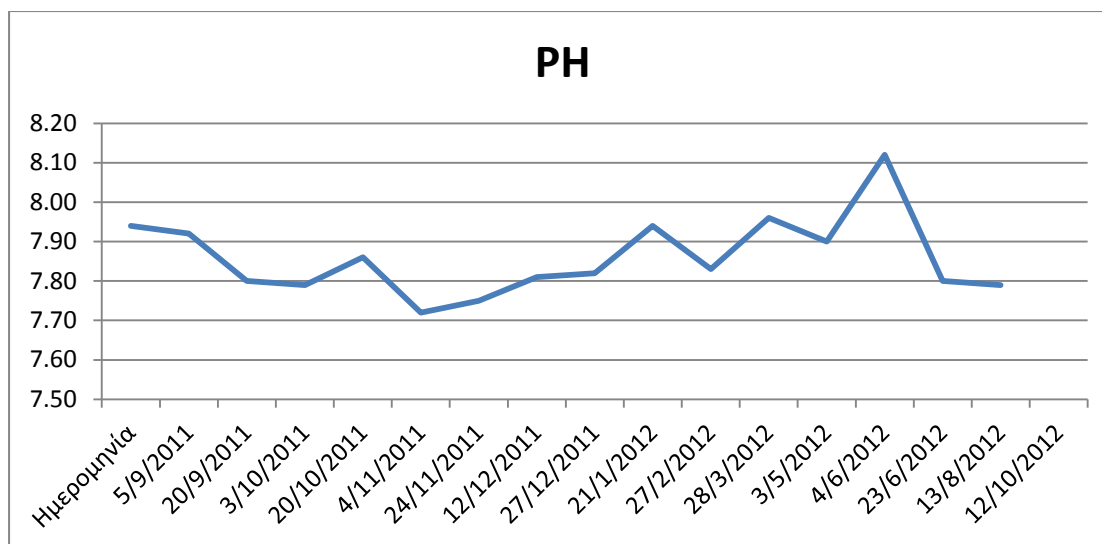
3.2 ΕΝΕΡΓΟΣ ΟΞΥΤΗΤΑ (pH)

Ενεργός οξύτητα είναι η συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ που περιέχεται στο διάλυμα και εκφράζεται με το pH, δηλαδή με τον αρνητικό δεκαδικό λογάριθμο της συγκέντρωσης των ιόντων H_3O^+ . Το pH του υπογείου νερού καθορίζεται από τις διάφορες χημικές αντιδράσεις και ισορροπίες μεταξύ των διαλυμένων ιόντων μέσα σε αυτό. Το pH που οφείλεται στην παρουσία του CO_2 αποτελεί το pH ισορροπίας ή το pHs κορεσμού. Αν το pH του νερού είναι μικρότερο από pHs κορεσμού τότε το νερό έχει μεγάλη διαλυτική ικανότητα και μπορεί να διαλύσει το $CaCO_3$. Στην αντίθετη περίπτωση το διάλυμα είναι κορεσμένο και αποθέτει το $CaCO_3$. Όταν:

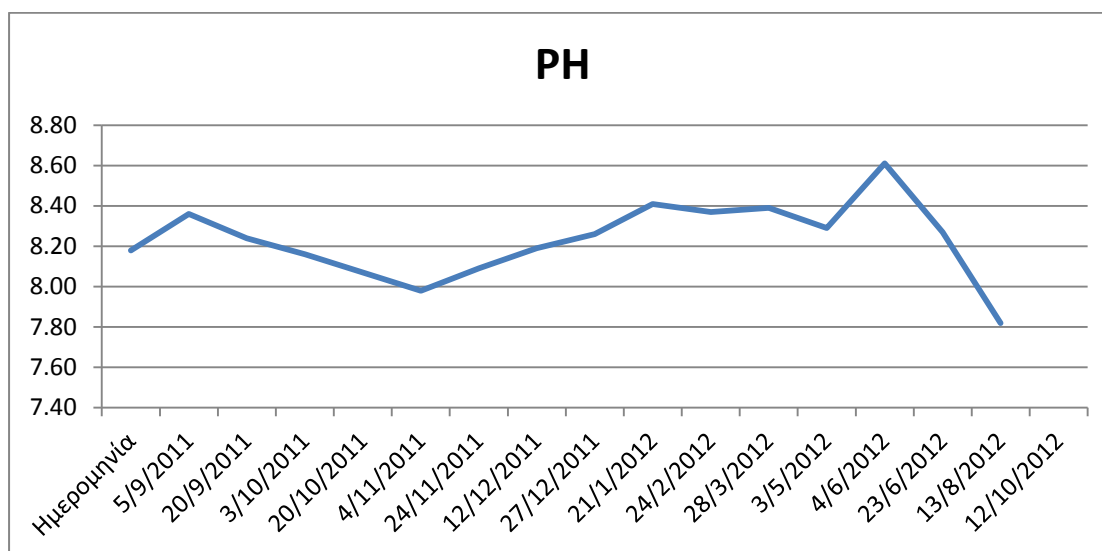
1. pH=7 το φυσικό νερό ως διάλυμα είναι **ουδέτερο**
2. pH>7 το φυσικό νερό ως διάλυμα είναι **αλκαλικό**
3. pH<7 το φυσικό νερό ως διάλυμα είναι **όξινο**

Είναι αυτονόητο ότι τα υπόγεια νερά, ως φυσικά νερά (δηλ. μη χημικώς καθαρά), ανάλογα με την πετρολογική σύσταση των σχηματισμών μέσα στους υδροφορείς στους οποίους φιλοξενούνται και ρέουν, μπορεί να είναι όξινα ή αλκαλικά ή ουδέτερα (ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ 2009).

Στα παρακάτω διαγράμματα διακρίνεται η διακύμανση του pH στις **πηγές Παραδείσι και Καλένια** με τη πάροδο του χρόνου.



Διάγραμμα 3. Διακύμανση της τιμής του pH σε σχέση με το χρόνο κατά το χρονικό διάστημα Σεπτεμβρίου 2011 – Οκτωβρίου 2012 για την πηγή Παραδείσι.



Διάγραμμα 4. Διακύμανση της τιμής του pH σε σχέση με το χρόνο κατά το χρονικό διάστημα Σεπτεμβρίου 2011 – Οκτωβρίου 2012 για την πηγή Καλένια.

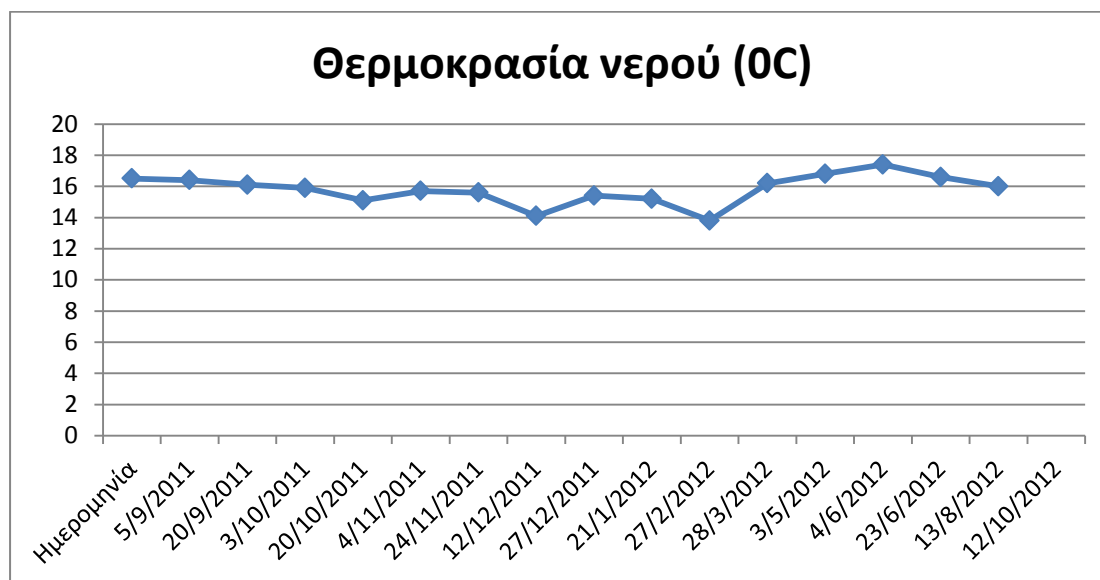
Από τα διαγράμματα 3 και 4 διαπιστώνουμε ότι και οι δύο πηγές παρουσιάζουν σταθερότητα στο pH. Στην πηγή Παραδείσι οι τιμές κυμαίνονται από 7,72 – 8,12 με μέση τιμή pH 7,9 και στην πηγή Καλένια οι τιμές κυμαίνονται από 7,82 – 8,61 με μέση τιμή 8.2.

3.3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ

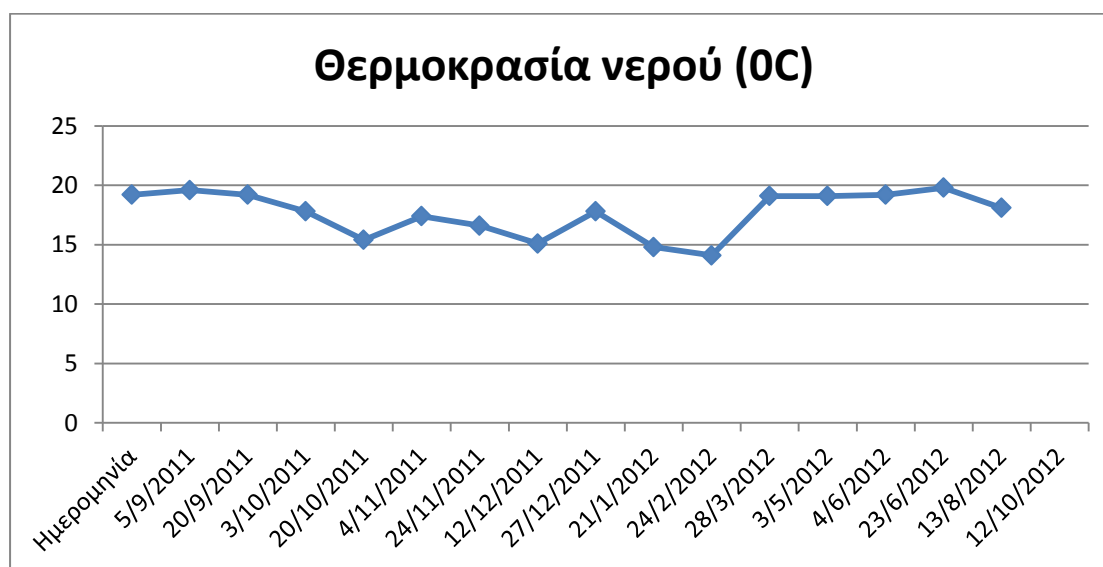
Η θερμοκρασία των υπογείων νερών καθορίζεται κυρίως από τη θερμοκρασία των πετρωμάτων, τα οποία τα περιβάλλουν. Οι θερμοκρασίες του υπόγειου νερού τείνουν να παραμείνουν σταθερές, εκτός από τα επιφανειακά νερά που παρουσιάζουν διακυμάνσεις ως αποτέλεσμα των μεταβολών της ηλιακής ενέργειας στην επιφάνεια της γης. Η θερμοκρασία του υπόγειου νερού επηρεάζεται από τις μεταβολές της πιεζομετρικής επιφάνειας του υδροφορέα. Γενικά το νερό είναι πιο ζεστό στα υψηλότερα σημεία της επιφάνειας του και πιο κρύο στα βαθύτερα σημεία (ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ 2009).

Η τιμή της θερμοκρασίας του νερού που έχει μετρηθεί στην **πηγή Παραδείσι** κατά το χρονικό διάστημα που έλαβαν χώρα οι μετρήσεις κυμαίνεται μεταξύ 13,8°C έως 17,4 °C. Ενώ για την **πηγή Καλένια** κυμαίνεται μεταξύ 14,1°C έως 19,6°C.

Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται η διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού κατά το χρονικό διάστημα Σεπτέμβριος 2011 έως Οκτώβριος 2012. Η μέση θερμοκρασία του νερού κατά την περίοδο αυτή στην **πηγή Παραδείσι** είναι 15,8°C και στην **πηγή Καλένια** είναι 17,7°C.



Διάγραμμα 5. Διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού σε σχέση με το χρόνο κατά το χρονικό διάστημα Σεπτέμβριου 2011 – Οκτωβρίου 2012 για την πηγή Παραδείσι.



Διάγραμμα 6. Διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού σε σχέση με το χρόνο κατά το χρονικό διάστημα Σεπτεμβρίου 2011 – Οκτωβρίου 2012 για την πηγή Καλένια.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη μελέτη αυτή εξετάσθηκαν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού από δύο πηγές παρακολούθησης, την **πηγή Παραδείσι** και την **πηγή Καλένια**, που βρίσκονται στην περιοχή της Νεάπολης Λακωνίας. Οι μετρήσεις αυτές είναι ηλεκτρικής αγωγιμότητας, ενεργού οξύτητας (pH), θερμοκρασίας νερού.

Οι μετρήσεις από τους σταθμούς παρακολούθησης έδειξαν ότι:

Οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού που έχουν μετρηθεί στην πηγή Παραδείσι κυμαίνονται από 372 $\mu\text{S/cm}$ έως 397 $\mu\text{S/cm}$, με μέση τιμή 384 $\mu\text{S/cm}$. Οι αντίστοιχες τιμές στην πηγή Καλένια κυμαίνονται από 423 $\mu\text{S/cm}$ έως 467 $\mu\text{S/cm}$, με μέση τιμή 445 $\mu\text{S/cm}$.

Στις συνήθεις περιπτώσεις των υπογείων νερών η ηλεκτρική αγωγιμότητα παίρνει τιμές 140 $\mu\text{S/cm}$ έως 1100 $\mu\text{S/cm}$. Τα «ελαφρά» νερά έχουν ηλεκτρική αγωγιμότητα έως 400 $\mu\text{S/cm}$ ενώ τα «βαρεια» νερά πάνω από 900 $\mu\text{S/cm}$. Τα υφάλμυρα νερά έχουν ηλεκτρική αγωγιμότητα συνήθως πάνω από 2000 – 3000 $\mu\text{S/cm}$ έως και 30000 $\mu\text{S/cm}$. Στα υπόγεια νερά των υδροφόρων στρωμάτων η ηλεκτρική αγωγιμότητα χρονικά μεταβάλλεται στα ρηχά λίγο, στα βαθιά ελάχιστα έως καθόλου, ενώ χωρικά μπορεί να μεταβάλλεται έως πολύ έντονα επηρεαζόμενη από τη γεωλογική σύσταση και ιδίως από την υφαλμύρωση, ή τα διάφορα κατάλοιπα. Γενικά η ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία του νερού (περίπου 2% ανά 1 °C) (ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ 2009).

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι σχεδόν το σύνολο των μετρήσεων ηλεκτρικής αγωγιμότητας που πραγματοποιήθηκαν στις δύο πηγές δείχνουν ότι πρόκειται για «ελαφρά» νερά. Αυτό δείχνει ότι το νερό έχει χαμηλές ποσότητες αλάτων και η συγκέντρωση αυτών δεν αποτελεί πρόβλημα για την υγεία των ανθρώπων.

Η ενεργός οξύτητα στην πηγή Παραδείσι κυμαίνεται από 7,72 έως 8,12, με μέση τιμή pH 7,9. Αντίστοιχα στην πηγή Καλένια κυμαίνεται από 7,82 έως 8,61, με μέση τιμή 8.2.

Ανάλογα με τη γεωλογική σύσταση των φιλοξενούντων σχηματισμών, τα υπόγεια νερά, με κλιμακούμενο pH, διακρίνονται: από **υπεραλκαλικά** (pH έως 11) έως **υπερόξινα** (pH 4.5-5). (ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ 2009)

Τα νερά που μετρήθηκαν στις δύο πηγές, θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως **ελαφρά αλκαλικά**.

Οι τιμές της θερμοκρασίας του νερού που έχουν μετρηθεί στην πηγή Παραδείσι κυμαίνονται από 13,8 °C έως 17,4 °C, με μέση τιμή 15,8 °C. Αντίστοιχα στην πηγή Καλένια κυμαίνονται από 14,1 °C έως 19,6 °C, με μέση τιμή 17,7 °C.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

5.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

BLUMÖR, T. & KOWALCZYK, G. 1993. Inversely piled successions of the Phyllite-Quartzite Series of the southern Peloponnesus. Structural and geodynamic implications. *Bull. Geol. Soc.*

GEROLYMATOS, I. 1993. Metamorphose und Tektonik der Phyllit-Quarzit-Serie und der Tyros-Schichten auf dem Peloponnes und Kythira, Freien Universität Berlin. Quartzite Series of the southern Peloponnesus. Structural and geodynamic implications. *Bull. Geol. Soc.*

ΒΟΥΔΟΥΡΗΣ Κ. (2009): Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος, Υπόγεια Νερά & Περιβάλλον, Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ. Θεσσαλονίκη.

ΓΕΡΟΛΥΜΑΤΟΣ, Η. & KOWALCZYK, G. 1999. Γεωλογικός χάρτης, φύλλο «Νεάπολη - Αγ. Νικόλαος», εκδόσεις ΙΓΜΕ.

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΤΡΑΤΟΥ. Τοπογραφικός χάρτης φύλλο «Άγιος Νικόλαος» και «Νεάπολη», κλίμακας 1/50.000.

ΓΕΩΡΓΟΥΛΗΣ, Ι. 2002. Υδρογεωλογική έρευνα υδρολεκάνης Νεαπόλεως Βοιών Ν.Λακωνίας. ΙΓΜΕ.

ΛΕΚΚΑΣ, Σ – ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ, Α – ΔΑΜΑΝΟΣ, Γ (1988). Νεοτεκτονικός χάρτης Λακωνίας, επεξηγηματικό τόμος.

5.2. ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

URL1. Δημόσια Δεδομένα, Ανοικτά Δεδομένα. Οργανισμός Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδας. <http://geodata.gov.gr/maps/>

URL2. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος. <http://www.statistics.gr/>

URL3. ΥΠΑΝ, ΚΕΠΕ, ΕΜΠ & ΙΓΜΕ. Εθνικό πρόγραμμα διαχείρισης υδάτινων πόρων της χώρας, Υπουργείο Ανάπτυξης (Master Plan).

<http://www.itia.ntua.gr/el/docinfo/782/>

URL4. <http://www.google.com> : Παγκόσμια μηχανή αναζήτησης.

URL5. <http://www.visitvatika.gr> : ιστοσελίδα με γενικές - τουριστικές πληροφορίες για τα Βάτικα και φωτογραφίες της περιοχής.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Πηγή Παραδείσι				Πηγή Καλένια			
Ημερομηνία	Αγωγιμότητα μS/cm (25 ⁰ C)	PH	Θερμοκρασία νερού (°C)	Ημερομηνία	Αγωγιμότητα μS/cm (25 ⁰ C)	PH	Θερμοκρασία νερού (°C)
5/9/2011	372	7,94	16,5	5/9/2011	424	8,18	19,2
20/9/2011	382	7,92	16,4	20/9/2011	434	8,36	19,6
3/10/2011	376	7,80	16,1	3/10/2011	423	8,24	19,2
20/10/2011	381	7,79	15,9	20/10/2011	433	8,16	17,8
4/11/2011	374	7,86	15,1	4/11/2011	438	8,07	15,4
24/11/2011	382	7,72	15,7	24/11/2011	456	7,98	17,4
12/12/2011	383	7,75	15,6	12/12/2011	450	8,09	16,6
27/12/2011	383	7,81	14,1	27/12/2011	460	8,19	15,1
21/1/2012	393	7,82	15,4	21/1/2012	465	8,26	17,8
27/2/2012	395	7,94	15,2	24/2/2012	467	8,41	14,8
28/3/2012	389	7,83	13,8	28/3/2012	465	8,37	14,1
3/5/2012	388	7,96	16,2	3/5/2012	460	8,39	19,1
4/6/2012	392	7,90	16,8	4/6/2012	450	8,29	19,1
23/6/2012	389	8,12	17,4	23/6/2012	451	8,61	19,2
13/8/2012	388	7,80	16,6	13/8/2012	442	8,27	19,8
12/10/2012	397	7,79	16	12/10/2012	438	7,82	18,1