



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΡΗΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΠΑΡΝΩΝΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
ΔΥΝΑΜΙΚΗ, ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ, ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

ΚΡΗΤΙΚΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΗ
Α.Μ.: 28005

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (Επιβλέπων)
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΛΕΚΚΑΣ ΕΥΘΥΜΙΟΣ
ΑΝΑΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΑΘΗΝΑ
ΙΟΥΛΙΟΣ 2011

Στους Γονείς μου

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους με προθυμία με βοήθησαν για την εκπόνηση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής και πρώτα-πρώτα, ευχαριστώ τον **Καθηγητή κ. Παπανικολάου Δημήτριο**, επικεφαλής της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής, για την αμέριστη εμπιστοσύνη που μου έδειξε τόσο κατά την ανάθεση όσο και κατά την διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής διατριβής με τις γνώσεις του, την αμέριστη βοήθεια και την υπομονετική του καθοδήγηση.

Ευχαριστώ το μέλος της τριμελούς επιτροπής, **Καθηγητή, κ. Λέκκα Ευθύμιο**, για την καθοδήγηση και την συμβολή του στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Ευχαριστώ το μέλος της τριμελούς επιτροπής, **Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Φουντούλη Ιωάννη**, για τις εύστοχες παρατηρήσεις και την καθοδήγηση του στη συγγραφή της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Ευχαριστώ τον Επίκουρο Καθηγητή, κ. Λόζιο Στυλιανό, για τους εκπαιδευτικούς προβληματισμούς που μου έθεσε και τις πολύτιμες συμβουλές του κατά τη διάρκεια και κατά την συγγραφή της εργασίας.

Θεωρώ χρέος μου να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες:

- Στον συνάδελφο Δρ. Εμμ. Σκούρτσο για την πολύτιμη βοήθειά του κατά τις εργασίες υπαίθρου και το ενδιαφέρον του.
- Στον συνάδελφο υπ. Διδάκτορα Εμμανουήλ Ανδρεαδάκη και την Ελίνα Καπουράνη για την σημαντικότητα και αδιάκοπη βοήθεια και στήριξη τους, από τα πρώτα μόλις στάδια αυτής της μελέτης.
- Στον συνάδελφο υπ. Διδάκτορα Χρ. Φίλη για την πολύτιμη βοήθειά του κατά την εργασία υπαίθρου και τους εποικοδομητικούς προβληματισμούς και συζητήσεις.
- Στον συνάδελφο Δρ. Εμ. Βασιλάκη για τη συνεχή υποστήριξη και την πραγματικά πολύτιμη βοήθειά του.
- Σε όλα τα μέλη του Τομέα Δυναμικής Τεκτονικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας.

Ευχαριστώ επίσης τον συνάδελφο, Υδρογεωλόγο του ΙΓΜΕ Δ. Μαραβέγια, για την παροχή υδροσημείων, τακτικών υδρομετρήσεων και γεωλογικών στοιχείων αλλά και για τις συνεχείς του παροτρύνσεις για την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω του γονείς μου, που με στήριζαν όσο κανένας άλλος, σ' αυτήν την προσπάθεια ηθικά και οικονομικά σε όλα τα στάδια της παρούσας διατριβής. Η βοήθειά τους κατά τις εργασίες τόσο στην ύπαιθρο όσο και στο εργαστήριο ήταν πραγματικά ανεκτίμητη.

Σκοπός μελέτης

Σκοπός της εργασίας είναι η περιγραφή των υδρογεωλογικών συνθηκών κατά μήκος του Ρήγματος Αποκόλλησης στην περιοχή του Ανατολικού Πάρωνα, με στόχο την εύρεση των πηγών που συνδέονται με αυτό και την μελέτη του μηχανισμού λειτουργίας τους.

Η πρώτη επαφή με την περιοχή έγινε μέσω των γεωλογικών χαρτών του Ι.Γ.Μ.Ε., πάνω στους οποίους οριοθετήθηκε μία εκτεταμένη τεκτονική επαφή μικρής κλίσης. Η επαφή αυτή έχει ως υποκείμενο την Ενότητα της Μάνης και υπερκείμενο τις ανώτερες ενότητες της Άρνας, της Τρίπολης και της Πίνδου, ενώ μια διακλάδωση της επαφής διαχωρίζει τα υπερκείμενα μακροπερατά ανθρακικά πετρώματα της Ενότητας της Τρίπολης, από τους αδιαπέρατους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της ενότητας της Άρνας. Έτσι είναι δυνατό η κίνηση του υπόγειου νερού να γίνεται κατά μήκος της τεκτονικής επαφής, στην βάση των ανθρακικών, με αποτέλεσμα το νερό να εκφορτίζεται σε συγκεκριμένα σημεία. Με βάση αυτήν την δομή κατασκευάσαμε λεπτομερή Υπεδαφικό Τεκτονικό Χάρτη αυτής της επαφής, πάνω στον οποίο τοποθετήθηκαν οι κύριες πηγές του Ανατολικού Πάρωνα. Οι τοπικές γεωλογικές συνθήκες σε κάθε περίπτωση και οι παροχές των πηγών, έδωσαν το πλαίσιο της σχέσης τεκτονικής και υδρογεωλογίας στην περιοχή.

Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε ήταν αρχικά η συνεχή συλλογή βιβλιογραφικών δεδομένων, που αφορούν την γεωλογία, την τεκτονική και την υδρογεωλογία τόσο της στενής όσο και της ευρύτερης περιοχής μελέτης. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε σε βιβλιογραφικά στοιχεία σχετικά με την υφιστάμενη ποσοτική κατάσταση των υδατικών πόρων, τις υδρογεωλογικές συνθήκες και τις πηγές. Έγινε απογραφή των πηγών σε τοπογραφικούς χάρτες κλίμακας 1:50.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού και κατασκευάστηκαν και μελετήθηκαν τα υδρογραφήματα των πηγών και υπολογίστηκε ο συντελεστής στείρευσης τους. Τέλος, πραγματοποιήθηκε συσχέτιση των τεκτονικών με των υδρογεωλογικών συνθηκών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1. Γεωγραφική τοποθέτηση περιοχής μελέτης.....	9
1.1.1. Εισαγωγή.....	9
1.1.2. Ιστορικά στοιχεία της περιοχής μελέτης.....	11
1.2. Γεωμορφολογικά στοιχεία της περιοχής μελέτης.....	13
1.2.1. Υδρογραφικό δίκτυο.....	13
1.2.1.1. Υδρολεκάνη Τανού.....	14
1.2.1.2. Υδρολεκάνη Βρασιάτη.....	16
1.2.1.3. Υδρολεκάνη Δαφνώνα.....	18
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΝΩΝΑ	 20
2.1. Εισαγωγή.....	21
2.2. Σύστημα Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοπόννησου.....	28
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΧΕΣΗ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ	 38
3.1. Εισαγωγή.....	39
3.2. Υπεδαφικός Τεκτονικός Χάρτης.....	39
3.2.1. Εισαγωγή.....	39
3.2.2. Κατασκευή Υπεδαφικού Χάρτη.....	40
3.3. Τεκτονική – Υδρογεωλογία.....	44
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	 53
4.1. Εισαγωγή.....	54
4.2. Υδρολογική συμπεριφορά και υδρολιθολογική ταξινόμηση των σχηματισμών.....	55
4.2.1. Εισαγωγή.....	55
4.2.2. Αλπικοί σχηματισμοί.....	56
4.2.2.1. Υδροπερατοί σχηματισμοί.....	56
4.2.2.2. Ημιπερατοί σχηματισμοί.....	63
4.2.2.3. Αδιαπέρατοι σχηματισμοί.....	65
4.3. Υδροφόροι ορίζοντες.....	68
4.3.1. Εισαγωγή.....	68
4.3.2. Υδροφόροι ορίζοντες αλπικών σχηματισμών.....	68

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΗΓΕΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΡΗΓΜΑΤΟΣ
ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ.....74

5.1. Εισαγωγή.....	75
5.2. Πηγές στην περιοχή μελέτης.....	77
5.2.1. Πηγή «Μάνας».....	80
5.2.2. Πηγή Κότρωνας.....	87
5.2.3. Πηγή Πλατάνου.....	92
5.2.4. Πηγή Πραστού (Μαζιάς).....	100
5.2.5. Πηγές Σίταινας.....	107
5.3. Υδρογράμματα πηγών στην περιοχή μελέτης.....	115
5.3.1. Υδρογράμμα της Πηγής Πλατάνου.....	115
5.3.2. Υδρογράμμα της Πηγής Σίταινας «Εκκλησία».....	117
5.3.3. Υδρογράμμά της Πηγής Καστάνιτσας.....	121
5.4. Συντελεστής κατείσδυσης.....	125

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....136

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....146

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Σύστημα Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου είναι αναμφισβήτητα η κύρια τεκτονική δομή της Ανατολικής Πελοποννήσου, ηλικίας Ανώτερο Μειόκαινο – Κατώτερο Πλειόκαινο. Στον Ανατολικό Πάρνωνα το σύστημα αποκόλλησης αποτελείται από δυο κανονικά ρήγματα αποκόλλησης, όπου το βαθύτερο έχει ως υποκείμενο την Ενότητα της Μάνης ενώ το ανώτερο έχει ως υποκείμενο την Ενότητα της Άρνας. Και για τις δυο περιπτώσεις το υπερκείμενο τέμαχος ποικίλει. Από υδρογεωλογικής άποψης μελετήσαμε το ανώτερο ρήγμα αποκόλλησης, το οποίο φέρνει σε επαφή τους αδιαπέρατους σχηματισμούς της Ενότητας της Άρνας με την υπερκείμενη υδροπερατή ανθρακική πλατφόρμα της Τρίπολης. Ύστερα από την κατασκευή του υπεδαφικού τεκτονικού χάρτη αυτής της γεωλογικής επιφάνειας και από εργασία υπαίθρου εντοπίσαμε την υπόγεια κίνηση του νερού προς τα ΒΑ, καταλήγοντας στην θάλασσα, καθώς και τις πηγές που δημιουργούνται κατά μήκος του ρήγματος αποκόλλησης.

Λέξεις Κλειδιά: Ανατολικός Πάρνωνας, Αποκόλληση, Συντελεστής Κατειόδουσης, Πηγές, Συντελεστής Στείρευσης.

ABSTRACT

The extensional detachment system of the eastern Peloponnesus is arguably the dominant structural feature of the eastern Peloponnesus, aged Upper Miocene - Lower Pliocene. At Parnon Mountain, two northeast dipping detachment faults are present, the deeper of the two faults is detached within the Mani unit while the shallower is detached within the Arna unit. Upper plate rocks for these faults are variable along strike. From the hydrogeological point of view we studied the upper detachment fault, which separates the underlying impervious metamorphosed formations of the Arna unit from the overlying Tripolis impermeable carbonate platform. After the construction of structural tectonic map of this contact and geological fieldwork we found the underground water movement to northeastward, leading to the sea and the spring which are created along the detachment fault.

Key words: Parnon Mountain, Detachment, Percolation Coefficient, Spring, Infertility Factor.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

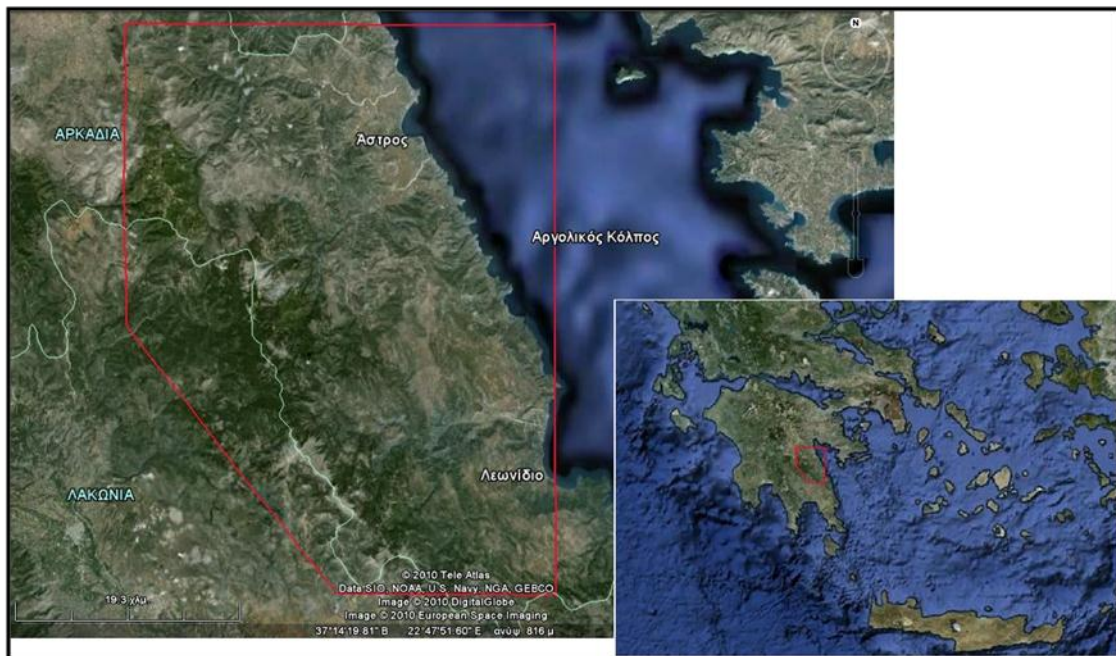
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ

1.1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο κεντρικό τμήμα της Ανατολικής Πελοποννήσου και συγκεκριμένα στον Ανατολικό Πάρνωνα, στην Περιφερειακή ενότητα της Αρκαδίας. Οριοθετείται από τους γεωγραφικούς μεσημβρινούς των 41ο47' και 40ο98' καθώς και από τους γεωγραφικούς ισημερινούς των 36ο35' και 39ο78' (Εικ. 1.1).

Η Αρκαδία χωρίζεται σε πέντε δήμους, οι οποίοι είναι της Βόρειας Κυνουρίας, της Γορτυνίας, της Μεγαλόπολης, της Νότιας Κυνουρίας και της Τρίπολης. Η περιοχή μας βρίσκεται στους δήμους της Βόρειας και Νότιας Κυνουρίας και οι σημαντικότερες πόλεις είναι το Άστρος με 2.674 κατοίκους, ο Τυρός με 2.116 κατοίκους και το Λεωνίδιο με 3.249 κατοίκους.



Εικόνα 1.1: Η γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης (η περιοχή μελέτης απεικονίζεται με το κόκκινο πολύγωνο).

Το Όρος του Πάρνωνα είναι ένας από τους μεγαλύτερους ορεινούς όγκους της Πελοποννήσου, και ξεκινώντας από το οροπέδιο της Τρίπολης καταλήγει στο Κάβο-Μαλιά στη Λακωνία. Μαλεβός είναι το δεύτερο όνομα του και αυτό διότι καταλήγει στην Λακωνία και η απόληξη του είναι το ακρωτήριο Μαλέας. Έχει μήκος 70 Km περίπου και η υψηλότερη κορυφή του η Μεγάλη Τούρλα έχει υψόμετρο 1936 μέτρα και βρίσκεται στο βόρειο μέρος του, ανάμεσα στον Άγιο Πέτρο και στην Καστάνιτσα. Στην κορυφογραμμή από βορρά προς νότο υπάρχουν περισσότερες από 10 βουνοκορφές, που το υψόμετρό τους ξεπερνά τα 1500 μέτρα. Από αυτές οι σημαντικότερες είναι η μικρή Τούρλα, (1800μ.), η Γαϊτανοράχη, (1801μ.), ο Προφήτης Ηλίας (1788μ.) και η Πρεζέση (1701μ.). Η έκτασή του είναι 4.5 εκατομμύρια στρέμματα, από την οποία η γεωργική γη καλύπτει το 14%, τα δάση, οι δασικές εκτάσεις και οι βοσκότοποι το 81%, οι οικισμοί το 2% και οι εκτάσεις που καλύπτονται από νερά το 2%.

Οι κάτοικοι του τα μετακατοχικά χρόνια μετακινούνταν και κατέβαιναν στα χωριά του Έλους για εργασία. Σήμερα τα χωριά του έχουν ερημώσει και μόνο τους καλοκαιρινούς μήνες έχουν ζωή.

Το κλίμα του Πάρνωνα είναι ήπιο με σχετικά μικρή διάρκεια χιονοκάλυψης. Ο Πάρνωνας χαρακτηρίζεται από σχετική ομαλότητα και ιδιαίτερα πλούσια χλωρίδα. Με εξαίρεση τις ψηλές κορφές του, είναι βουνό με πλούσια βλάστηση και πολυσύνθετη χλωρίδα, με σπάνια μάλιστα φαρμακευτικά - αρωματικά φυτά.

Ο Πάρνωνας καλύπτεται από πολλά δάση που αποτελούνται από Μαύρη Πεύκη, Κεφαληνιακή Ελάτη, μηλόκεδρο, δρυς, πλατάνια, καστανιές και χαρουπιές. Γύρω από τη Μονή της Μαλεβής υπάρχει δάσος δενδρόκερδου, μοναδικό στην Ευρώπη, το οποίο έχει χαρακτηριστεί σαν διατηρητέο μνημείο της φύσης και ενταχθεί σαν προστατευόμενη περιοχή στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Natura 2000. Μοναδικό από άποψη φυσικής ομορφιάς είναι επίσης το καστανόδασος στην περιοχή της Καστάνιτσας καθώς και το δρυόδασος Σέλας της Σίταινας. Και τα δύο αυτά δάση, μαζί με τον υγρότοπο Μουστου, τον Ωριόντα, την κοιλάδα του Λαφνώνα, την επαρχία Επιδαύρου Λιμηράς και τις περιοχές με υψόμετρο άνω των 1.200 μέτρων, έχουν

ενταχθεί στο ίδιο Ευρωπαϊκό Δίκτυο. Επίσης στον Πάρνωνα έχουν καταγραφεί πάνω από 80 είδη σπάνιων και προστατευόμενων φυτών, αρκετά από τα οποία είναι φαρμακευτικά και αρωματικά και 12 ενδημικά.

1.1.2. ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η ανθρώπινη παρουσία στον Πάρνωνα ξεκινά από την παλαιολιθική εποχή. Στη συνέχεια, στην Πρωτοελλαδική περίοδο, εγκαθίστανται εδώ Προελληνικά φύλα. Κατά τη Μεσοελλαδική περίοδο, από το 1900 π.Χ. οι Κυνούριοι εγκαθίστανται σε όλη την οροσειρά του Πάρνωνα. Αδιάψευστη μαρτυρία της πλούσιας και αδιάλειπτης ανθρώπινης δραστηριότητας στον Πάρνωνα στο πέρασμα των αιώνων αποτελούν τα διάσπαρτα αρχαιολογικά λείψανα, ιερά, κάστρα, φυλάκια, αρχαία λατομεία, αμαξοτροχιές, μονοπάτια, και βυζαντινά μνημεία που υπάρχουν στην περιοχή του. Σημαντικά και ευάριθμα είναι τα μοναστήρια στον Πάρνωνα. Ο κοινοβιακός μοναχισμός άνθισε στο βουνό από το 900 μ.Χ. Παλαιότερα υπήρχαν στο βουνό 33 μονές. τα στρατεύματα του Ιμπραήμ κατέκαψαν πολλές από αυτές, ενώ άλλες διαλύθηκαν με ειδικό διάταγμα του Οθωνα το 1838. Σήμερα υπάρχουν στον Πάρνωνα 12 ωραία μοναστήρια. Ο Πάρνωνας, όπως και το Μαίναλο υπήρξε την περίοδο της Τουρκοκρατίας και της επανάστασης του 21 σημαντικό προπύργιο του απελευθερωτικού αγώνα, με πολλά κατορθώματα αλλά και με εκατόμβες θυμάτων. Στα μαύρα χρόνια της Τούρκικης σκλαβιάς, η φιλελεύθερη ψυχή των κατοίκων εκφράστηκε από πολλούς πρόμαχους της ελευθερίας που βλάστησαν και έδρασαν στην ευρύτερη περιοχή: ο Πρωτοκλέφτης Ζαχαριάς ο Μπαρμπιντσιώτης, από την Μπαρμπίτσα (Βαρβίτσα), ο Δημήτρης Καλιοτζής, από τη Σίταινα, ο Μιχάλης Γκιόρας, από την Καστάνιτσα, ο Πάνος Ρέππας, από το Λεωνίδιο, ο Γεωργάκης Μιχαλάκης, από τον Πραστό, ο Πέτρος Πετρογιαννάκης, από τον Αγιο Πέτρο, ο Γιάννης Καράμπελας, από τον Αγιο Πέτρο, ο Θανάσης Καράμπελας, από τα Βέρβαινα, ο Μαντάς, από τα Βούρβουρα και ο Πάνος Καραχάλιος, από το Καστρί, υπήρξαν οι "αητοί του Μαλεβού" σημαντικοί

κλέφτες, αγωνιστές και εκφραστές της Μωραϊτικής κλεφτουριάς. Και στο μεγάλο ξεσηκωμό για την αποτίναξη του Τουρκικού ζυγού, πρώτοι οι κάτοικοι του Πάρνωνα, σήκωσαν στις 16 Μαρτίου του 1821 τη σημαία της ανεξαρτησίας και στη συνέχεια είχαν σημαντική συμμετοχή στον αγώνα για την ελευθερία. Αλλά και δύσκολα χρόνια της γερμανικής κατοχής το βουνό ήταν από τις σημαντικότερες εστίες του αντιστασιακού και απελευθερωτικού αγώνα. Το αντάρτικο άνθισε σε όλον τον Πάρνωνα μέχρι και τον Ταΰγετο. Με νίκες, με θυσίες και με αυταπάρνηση. Προξενώντας σημαντικές απώλειες και δολιοφθορές στον κατακτητή. Ιδιαίτερα οι περιοχές του Αγ. Βασίλη, Κοσμά, Καρυών και Αγίου Πέτρου πρόσφεραν στον αγώνα πολλούς αγωνιστές και πολλά θύματα. Συγχρόνως υπήρξαν ανάμεσα στα σημαντικότερα ορμητήρια της αντίστασης στην περιοχή.

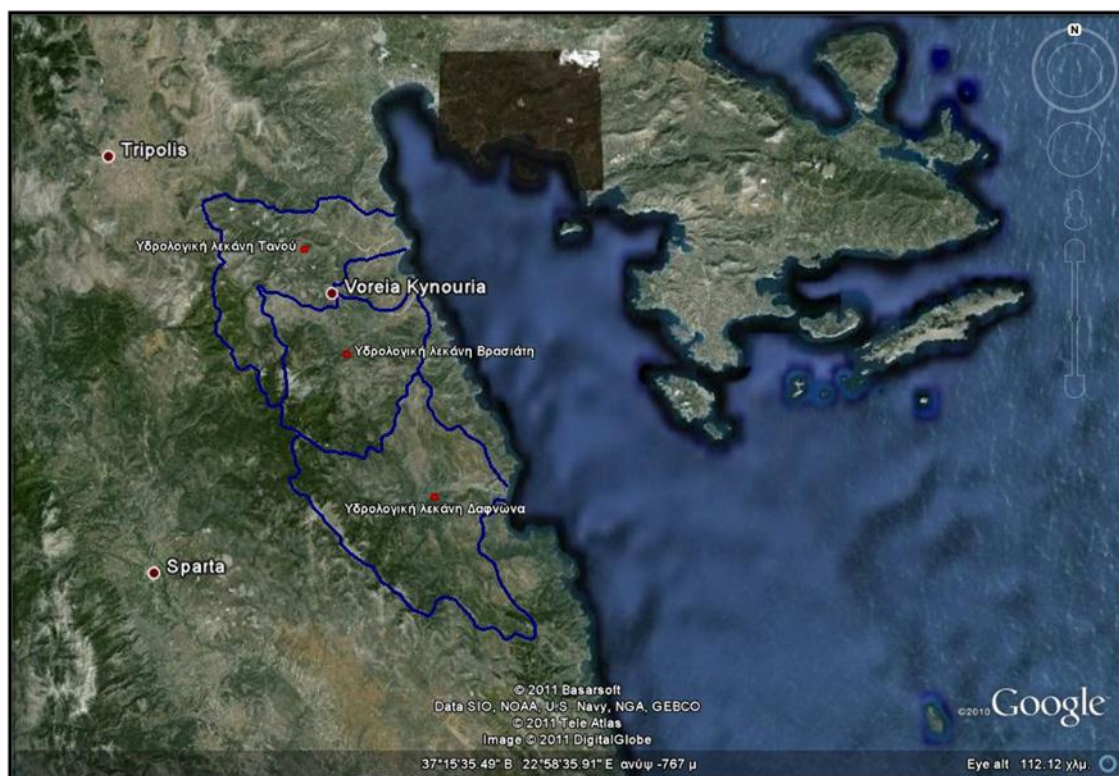
1.2. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.2.1. ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η περιοχή αποστραγγίζεται από τρεις κύριες υδρολογικές λεκάνες, τον ποταμό Τάνο, τον ποταμό Βρασιάτη και τον ποταμό Δαφνώνα.

Με βάση αυτό το υδρογραφικό δίκτυο τη διαχωρίζουμε σε τρεις ομώνυμες λεκάνες απορροής, σύμφωνα και με τους επιφανειακούς υδροκρίτες:

- Την υδρολογική λεκάνη του Τάνου, που εκβάλλει στην περιοχή του Παράλιου Άστρους.
- Την υδρολογική λεκάνη του Βρασιάτη, που εκβάλλει στον Αγ. Ανδρέα.
- Την υδρολογική λεκάνη του Δαφνώνα, που εκβάλλει στην περιοχή του Λεωνιδίου.



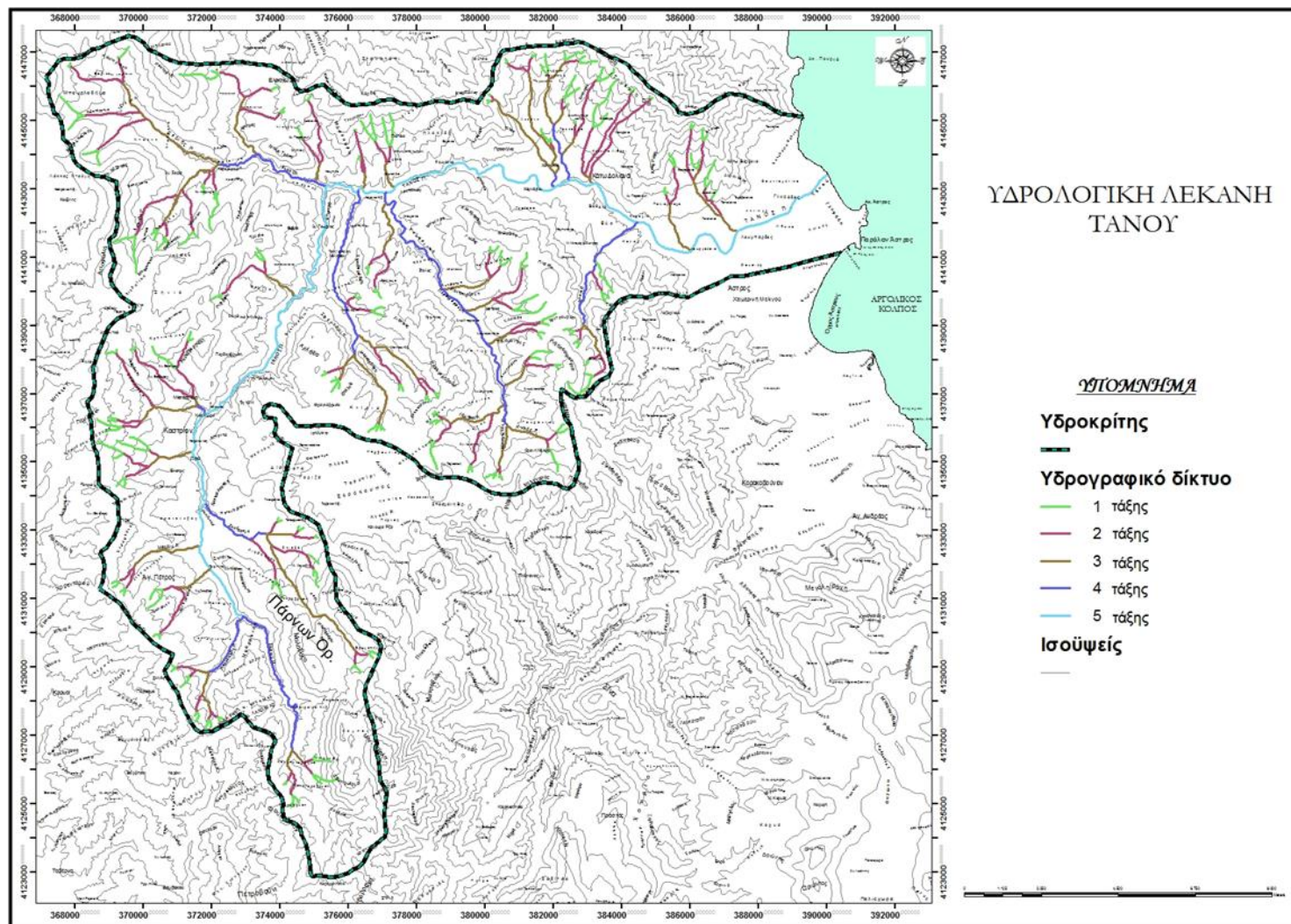
Εικόνα 1.2: Οι υδρολογικές λεκάνες στην περιοχή μελέτης.

1.2.1.1. Υδρολογική λεκάνη Τάνου

Η λεκάνη του ποταμού Τάνου (Εικ. 1.3) αναπτύσσεται σε έκταση περί τα 245,1 Km², διαρρέεται από τον ομώνυμο ποταμό, ο οποίος και εκκινεί από τις βόρειες παρυφές του Πάρνωνα και εκβάλλει βόρεια του Παράλιου Άστρους. Από τα φερτά υλικά του ποταμού κύρια έχει δημιουργηθεί το πεδίο του Άστρους, το οποίο τη χειμερινή περίοδο εμπλουτίζεται φυσικά με νερό, με αποτέλεσμα σε περιόδους υψηλής μόνο βροχόπτωσης να γίνεται απορροή προς τη θάλασσα, η διάρκεια της οποίας, διατηρείται μερικές φορές ένα 48ωρο. Κατά τη χειμερινή περίοδο με συνήθως ήπιες συνθήκες βροχόπτωσης, η απορροή του ποταμού διατηρείται όταν διαρρέει σχηματισμούς ημιπερατούς ως αδιαπέρατους, ενώ η παροχή του μειώνεται αισθητά λόγω κατείσδυσης του νερού στους τοπικούς καρστικούς σχηματισμούς της Λεκάνης. Έτσι παρατηρούνται οι μεγαλύτερες παροχές στην περιοχή του Αγ. Πέτρου – Περδικόβρυσης, ενώ μετά την Αγία Σοφία συνήθως η κοίτη του παραμένει ξηρά.

Οι καρστικές πηγές του Αγ. Δημητρίου, ορεινής Μελιγούς και του Αγ. Ιωάννη συμβάλλουν στην απορροή του ποταμού, των οποίων το νερό κατεισδύει στους ασβεστόλιθους της κοίτης του. Στην πορεία του Τάνου προς τα Κάτω Δολιανά συμβάλλουν και άλλα υδρορέματα με τελευταία εκφόρτιση των πηγών της Μονής Λουκούς (Μάνα νερού).

Λόγω τεκτονικών συνθηκών της λεκάνης και του είδους των γεωλογικών σχηματισμών της η επιφανειακή απορροή στο σύνολό της, εφόσον δεν παρατηρούνται φαινόμενα απότομων ισχυρών βροχοπτώσεων, παραμένει στην υδρολογική λεκάνη και κατεισδύει στους καρστικούς σχηματισμούς της στο κέντρο της λεκάνης, όπως και ο συνολικός όγκος της βροχόπτωσης.



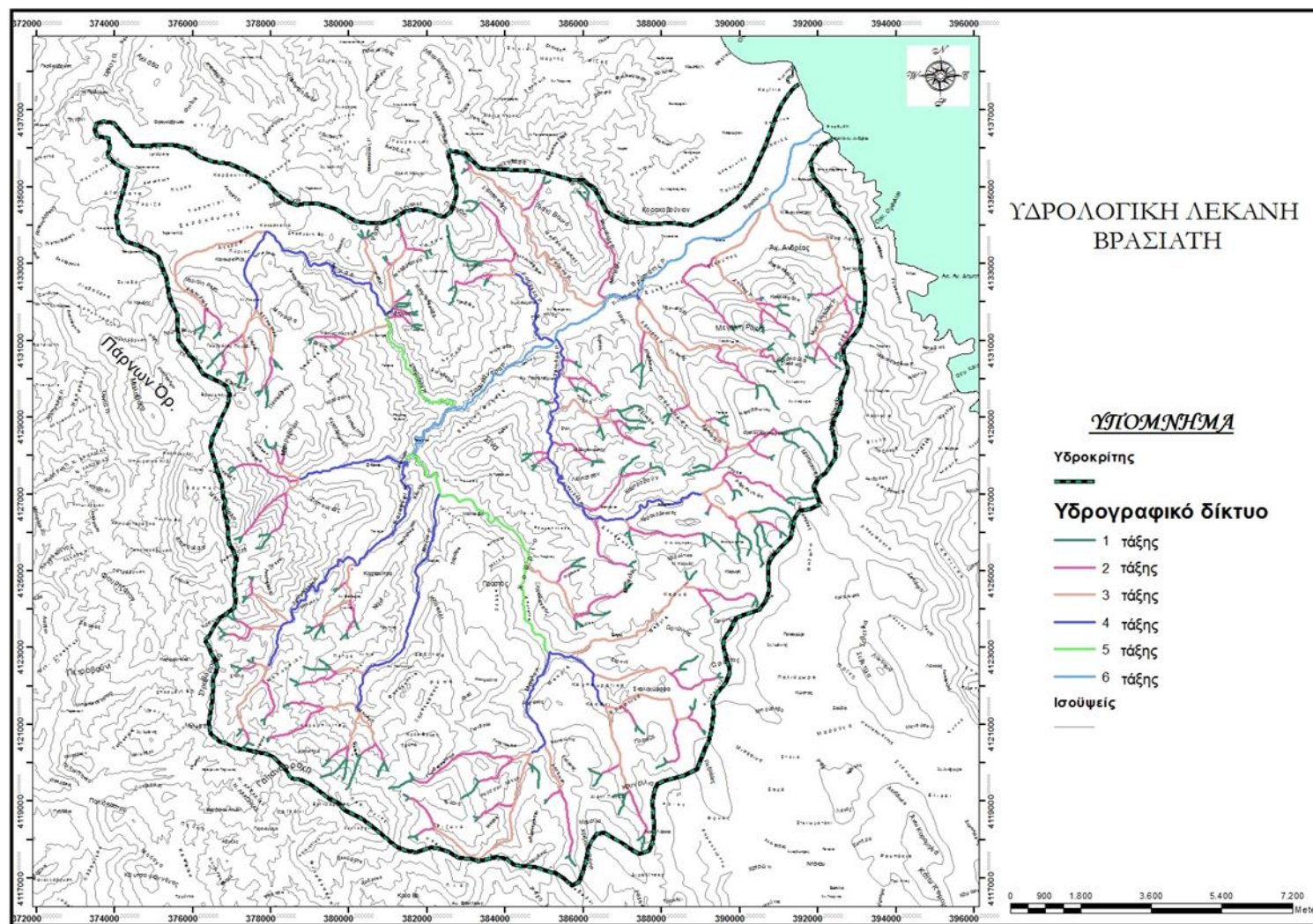
Εικόνα 1.3: Η υδρολογική λεκάνη του Τανού.

1.2.1.2. Υδρολογική λεκάνη Βρασιάτη

Η λεκάνη του ποταμού Βρασιάτη (Εικ 1.4) αναπτύσσεται σε έκταση περί τα 295,2 Km² και διαρρέεται από τον ομώνυμο ποταμό, ο οποίος εκκινεί από την περιοχή της Καστάνιτσας. Με ρεύμα παράλληλο προς το πρώτο συμβάλλουν και τα νερά της Κοιλιάδας της Μαζιάς, που βορειότερα συμβάλλουν με το ρέμα της Σίταινας στην τοποθεσία Τριποταμιά. Στο ρου του ποταμού μετά από 5 περίπου χιλιόμετρα συμβάλλει και το ρέμα Σπηλιόκα, που τροφοδοτείται από την πηγή του Πλατάνου. Διερχόμενος από το ασβεστολιθικό φαράγγι βόρεια του Αγ. Παντελεήμονα, εκβάλλει στο πεδινό τμήμα του Κορακοβουνίου με τελικό προορισμό τη θάλασσα βόρεια του Αγίου Ανδρέα.

Κατά τη χειμερινή περίοδο με τις συνήθεις ήπιες συνθήκες βροχοπτώσεις η απορροή του δεν φθάνει στη θάλασσα, αλλά κατεισχύει στους τεταρτογενείς και καρστικούς σχηματισμούς της κοίτης του μέχρι ΝΔ του Καρακοβουνίου.

Στην απορροή του ποταμού συμβάλλουν οι εκφορτίσεις των καρστικών πηγών Πλατάνου, Σίταινας, Μαζιάς, Μ. Ορθοκωστάς και Ξηροκαμπίου.



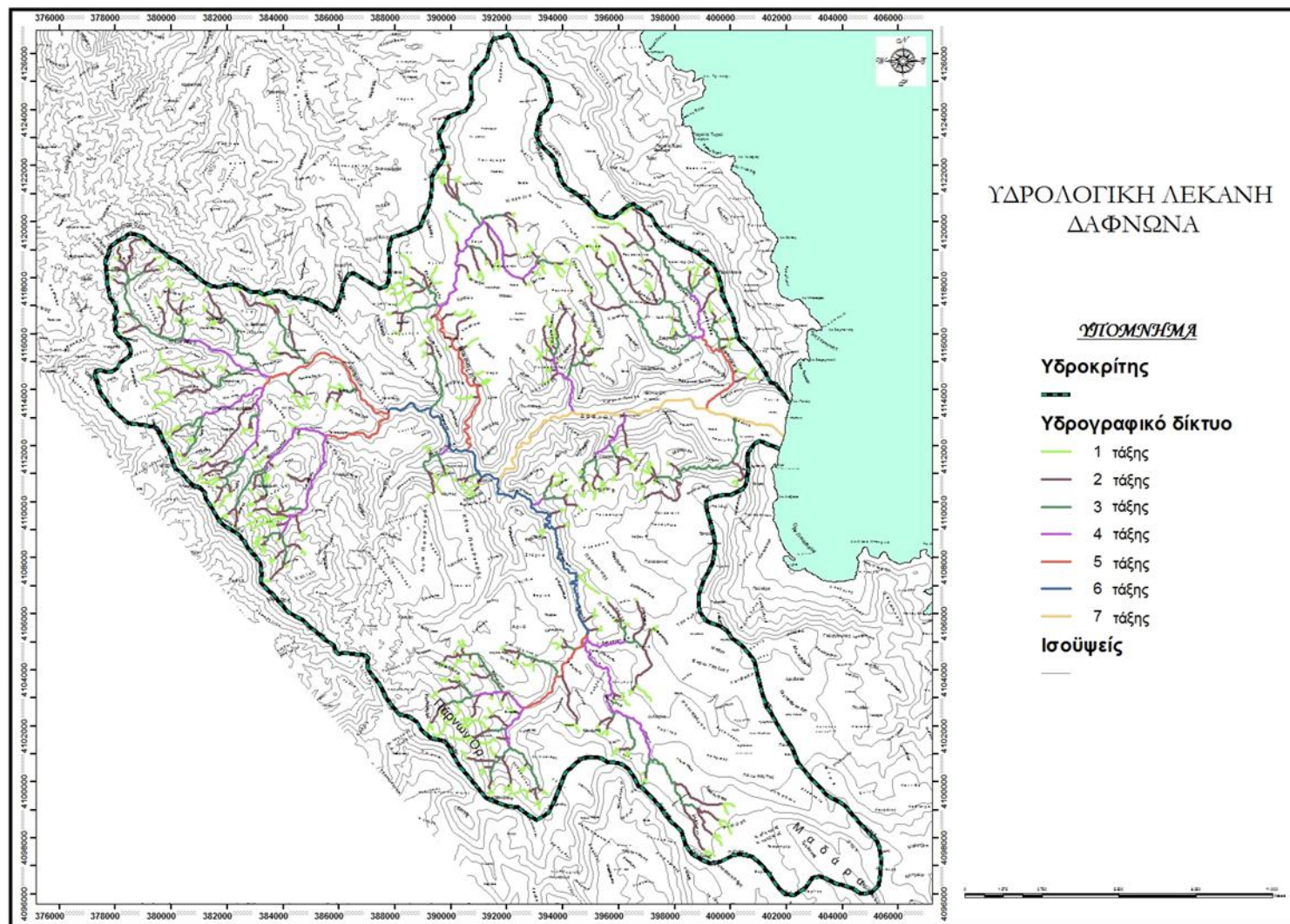
Εικόνα 1.4: Η υδρολογική λεκάνη του Βρασιάτη.

1.2.1.3. Υδρολογική λεκάνη Δαφνώνα

Η λεκάνη του ποταμού Δαφνώνα (Εικ. 1.5) αναπτύσσεται σε έκταση 486,25 Km² και διαρρέεται από τον ομώνυμο ποταμό, ο οποίος εκκινεί από την περιοχή Κουνουπιάς και Κοσμά με δύο κύριους κλάδους. Στο κέντρο περίπου της λεκάνης του δέχεται τις απορροές των υδρορεμάτων των περιοχών Παλαιοχωρίου, Πλατανακίου και Αγ. Βασιλείου και μετά από απορροή 5 χιλιομέτρων σε ασβεστολιθικό φαράγγι, καταλήγει στην περιοχή Λεωνιδίου, όπου και εκβάλλει στη θάλασσα.

Κατά τη χειμερινή περίοδο με ήπιες βροχοπτώσεις η απορροή του δεν φθάνει στη θάλασσα και διατηρείται μέχρι την περιοχή της Μονής Ελώνης δυτικά του Λεωνιδίου.

Πρόκειται για λεκάνη που κατά το μεγαλύτερο ποσοστό της δομείται από ασβεστόλιθους της ζώνης της Τρίπολης με ενδείξεις έντονης καρστικοποίησης (καταβόθρες), με βαθύ και αραιό υδρογραφικό δίκτυο.



Εικόνα 1.5: Η υδρολογική λεκάνη του Δαφνώνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

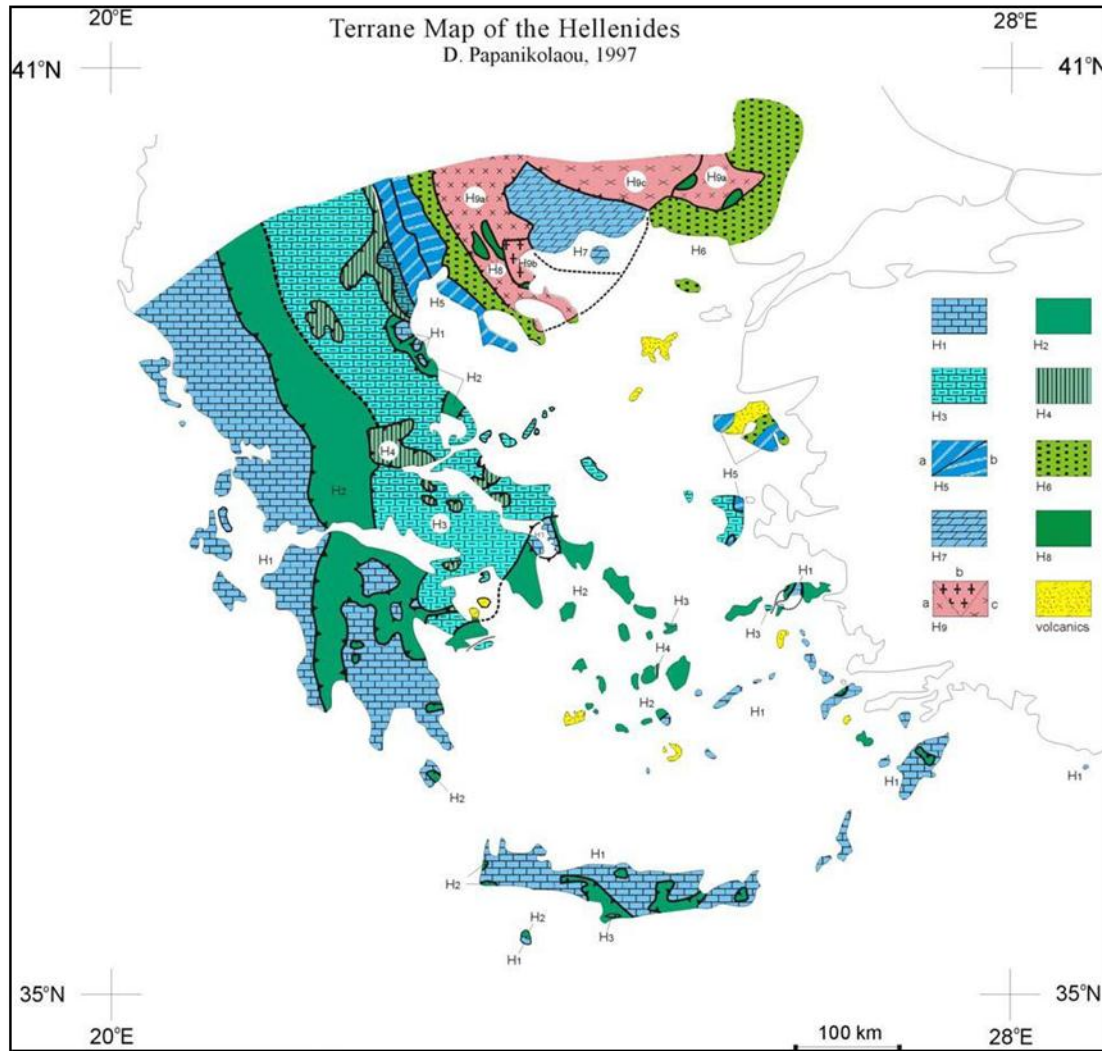
ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΝΩΝΑ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή μελέτης μας γεωλογικά δομείται από τις τεκτονικές Ενότητες των Ελληνίδων, που εντάσσονται στο H1 και H2 τεκτονοστρωματογραφικά πεδία, την Εξωτερική πλατφόρμα των Ελληνίδων και του Ωκεανού Πίνδου – Κυκλάδων, αντίστοιχα (Paranikolaou, 1997)(Εικ. 2.1). Εμφανίζονται αλπικοί σχηματισμοί, οι οποίοι είναι κλαστικοί, ανθρακικοί και ηφαιστειακοί, μεταμορφωμένοι ή μη και ανήκουν στις παρακάτω τεκτονικές ενότητες (από κάτω προς τα πάνω):

- ο Ενότητα Μάνης (Plattenkalk)
- ο Ενότητα Άρνας (Φυλλιτών – Χαλαζιτών)
- ο Ενότητα Τρίπολης
- ο Ενότητα Πίνδου

Η κύρια τεκτονική δομή που παρατηρείται σ' αυτήν την περιοχή είναι το τεκτονικό Παράθυρο του Πάρωνα, το οποίο αποτελεί μια επιμήκη δομή ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης, με μήκος 70 χλμ. Στον πυρήνα της δομής έχουμε την εμφάνιση των πετρωμάτων της Ενότητας της Μάνης, που είναι και ο βαθύτερος σχηματισμός στην περιοχή.



Εικόνα 2.1: Χάρτης των τ. πεδίων των Ελληνίδων (PAPANIKOLAOU, 1997).

- H1: Πλατφόρμα Εξωτερικών Ελληνίδων,
- H2: Ωκεανός Πίνδου – Κυκλάδων,
- H3: Πλατφόρμα Εσωτερικών Ελληνίδων,
- H4: Ωκεανός Αξιού, H5: Πάικο,
- H5a: Ενότητα Πάικου, Αυτόχθονο Λέσβου και Αλλόχθονο Χίου,
- H5b: Εν. Παιονίας,
- H6: Περιροδοπική Ζώνη και Οφιόλιθοι Λέσβου,
- H7: Αυτόχθονο Ροδόπης (Εν. Παγγαίου),
- H8: Οφιόλιθοι Βόλβης – Αν. Ροδόπης,
- H9: Αλλόχθονο Ροδόπης (+Σερβο-Μακεδονική).
- H9a: Εν. Βερτίσκου και Εν. Ανατολικής Ροδόπης,
- H9b: Εν. Κερδυλίων, H9c: Εν. Σιδηρόνερου (Παπανικολάου Δ., Κράνης Χ., 2002).

Επί πολλά έτη υπήρχε η άποψη ότι τα ρήγματα μικρής κλίσης, γνωστά και ως επωθητικά ρήγματα, είναι εκείνα που ξεχωρίζαν τις διάφορες τεκτονικές ενότητες και τα οποία προκύπτουν από την διαδικασία συμπίεσης στην ζώνη του ορογενούς. Σε αντίθεση με τα κανονικά ρήγματα που τα θεωρούσαν ως την ανώτερη παραμορφωτική φάση που προκύπτει συνήθως από την χώρο της οπισθοτάφρου στο ορογενετικό τόξο και πίστευαν ότι ήταν ρήγματα μέτρια ως μεγάλης κλίσης, με γωνία βύθισης μεγαλύτερη από 40°. Μετά όμως την δεκαετία του 1970 διαπιστώθηκε ότι και τα κανονικά ρήγματα μπορεί να είναι μικρής κλίσης, που προκύπτουν από τον εφελκυσμό και τα διαχωρίζει από τα υπόλοιπα ρήγματα μικρής κλίσης (επώθησεις) που προκύπτουν από τις συμπιεστικές δομές (DAVIS ET AL., 1980, WERNICKE, 1981, WERNICKE AND BURCHFIEL, 1982, BURCHFIEL AND ROYDEN, 1985).

Μόλις από τα τέλη της δεκαετίας του 1990, επικρατεί η άποψη ότι τα ρήγματα μικρής γωνίας κλίσης χαρακτηρίζονται ως ρήγματα αποκόλλησης αντί για επωθήσεις (WERNICKE, 1995). Έτσι ένας αριθμός τεκτονικών επαφών μεταξύ των τεκτονικών ενοτήτων της Πελοποννήσου, αλλά και της Κρήτης ερμηνεύτηκαν ως κανονικά ρήγματα αποκόλλησης, οπού συνήθως διαχωρίζουν τις αμεταμόρφωτες ενότητες από τις υποκείμενες μεταμορφωμένες ενότητες. Θα πρέπει όμως να προσέξουμε τις περιπτώσεις εκείνες, όπου οι τεκτονικές επαφές ερμηνεύονται ως ρήγματα αποκόλλησης και διαχωρίζουν, για παραδείγματα την Άνω Τριαδική ανθρακική πλατφόρμα της Τρίπολης από τα υποκείμενα Μέσο Τριαδικά στρώματα Τυρού της ίδιας ενότητας και τα οποία παρουσιάζουν μια μικρή ολισθητική αποκόλληση χωρίς καμία σημαντική δομική παράλειψη (PAPANIKOLAOU & VASSILAKIS, 2009).

Είναι σημαντικό όμως να εξετάσουμε τις τεκτονικές επαφές και να διευκρινίσουμε εάν πρόκειται για επωθήσεις, ρήγματα αποκόλλησης ή μικρές αποκολλήσεις τύπου ολισθητικών επαφών εξαιτίας δυσαρμονικών φαινομένων. Σε κάθε περίπτωση πάντως, το απλό κριτήριο της δομικής παράλειψης ή επανάληψης σε μια δεδομένη στρωματογραφική ακολουθία μας βοηθάει όσον αφορά το εντατικό πεδίο (Εφελκυσμός ή Συμπίεση).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Σύστημα Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου, όπου οι ενότητες δεν χωρίζονται μόνο από επωθήσεις αλλά και από κανονικά ρήγματα αποκόλλησης.

Η Ενότητα της Μάνης στην περιοχή μελέτης έρχεται σε επαφή με τις υπερκείμενες ενότητες της Άρνας, της Τρίπολης και της Πίνδου μέσω ρήγματος αποκόλλησης, και η οποία αποτελείται από ανθρακικούς σχηματισμούς, οι οποίοι από κάτω προς τα πάνω περιλαμβάνουν δολομίτες και δολομιτικά μάρμαρα ηλικίας Άνω Τριαδικού – Μέσο Ιουρασικού, στο Μέσο Ιουρασικό ένα πυριτικό σχηματισμό μεταβαλλόμενου πάχους, ο οποίος ακολουθείται από εναλλαγές πλακωδών μαρμάρων και πυριτιολίθων. Στο Άνω Κρητιδικό ακολουθούν παχυπλακώδη μάρμαρα με ολοκληρωτική απουσία των πυριτιολίθων και στο Ηώκαινο πολύχρωμα μάρμαρα. Ενδιάμεσα αυτών των δύο μεσολαβούν σκούρα μάρμαρα με πυριολίθους, ηλικίας Αν. Τριαδικού – Κάτω Ολιγόκαινο.

Η Ενότητα της Άρνας στην περιοχή μελέτης έρχεται σε επαφή με τις υπερκείμενες ενότητες της Τρίπολης και της Πίνδου μέσω ρήγματος αποκόλλησης και η οποία αποτελείται από μεταμορφωμένους σχηματισμούς, όπως μαρμαρυγιακοί, σερικιτικοί γραφιτικοί σχιστόλιθοι και χαλαζίτες με παραγενέσεις υψηλών πιέσεων/χαμηλών θερμοκρασιών, με ηλικία μεταμόρφωσης Τριτογενής.

Η Ενότητα της Τρίπολης στην περιοχή μελέτης έρχεται σε επαφή με τις υποκείμενες ενότητες της Μάνης και της Άρνας μέσω ρήγματος αποκόλλησης, ενώ με την υπερκείμενη Ενότητα της Πίνδου μέσω επωθητικού ρήγματος. Η ενότητα της Τρίπολης περιλαμβάνει τον φλύσχη και μεταβατικά στρώματα προς το φλύσχη στην οροφή, την ανθρακική πλατφόρμα από κάτω και στην βάση της κολώνας τον ηφαιστειοϊζηματογενή σχηματισμό, Στρώματα Τυρού.

● Ο φλύσξης αποτελείται κυρίως από πρασινότεφρους ιλυόλιθους, σπανιότερα παρατηρούνται εναλλαγές τεφρών ιλυόλιθων και λεπτόκοκκων ψαμμιτών, ενώ τα στρώματα μετάβασης συνίσταται από κίτρινα ασβεστομαργαϊκά στρώματα που εναλλάσσονται με σκουρόχρωμους

ασβεστόλιθους, κροκαλοπαγή με ανθρακικές κροκάλες και λατυποπαγή, ηλικίας Ανώτερο Ηώκαινο.

- Η ανθρακική πλατφόρμα αποτελείται από ανθρακικά ιζήματα νηριτικής φάσης από παχυστρωματώδεις και άστρωτους βιτουμενιούχους ασβεστόλιθους και δολομίτες, ηλικίας Ανώτερο Τριαδικό - Ηώκαινο.

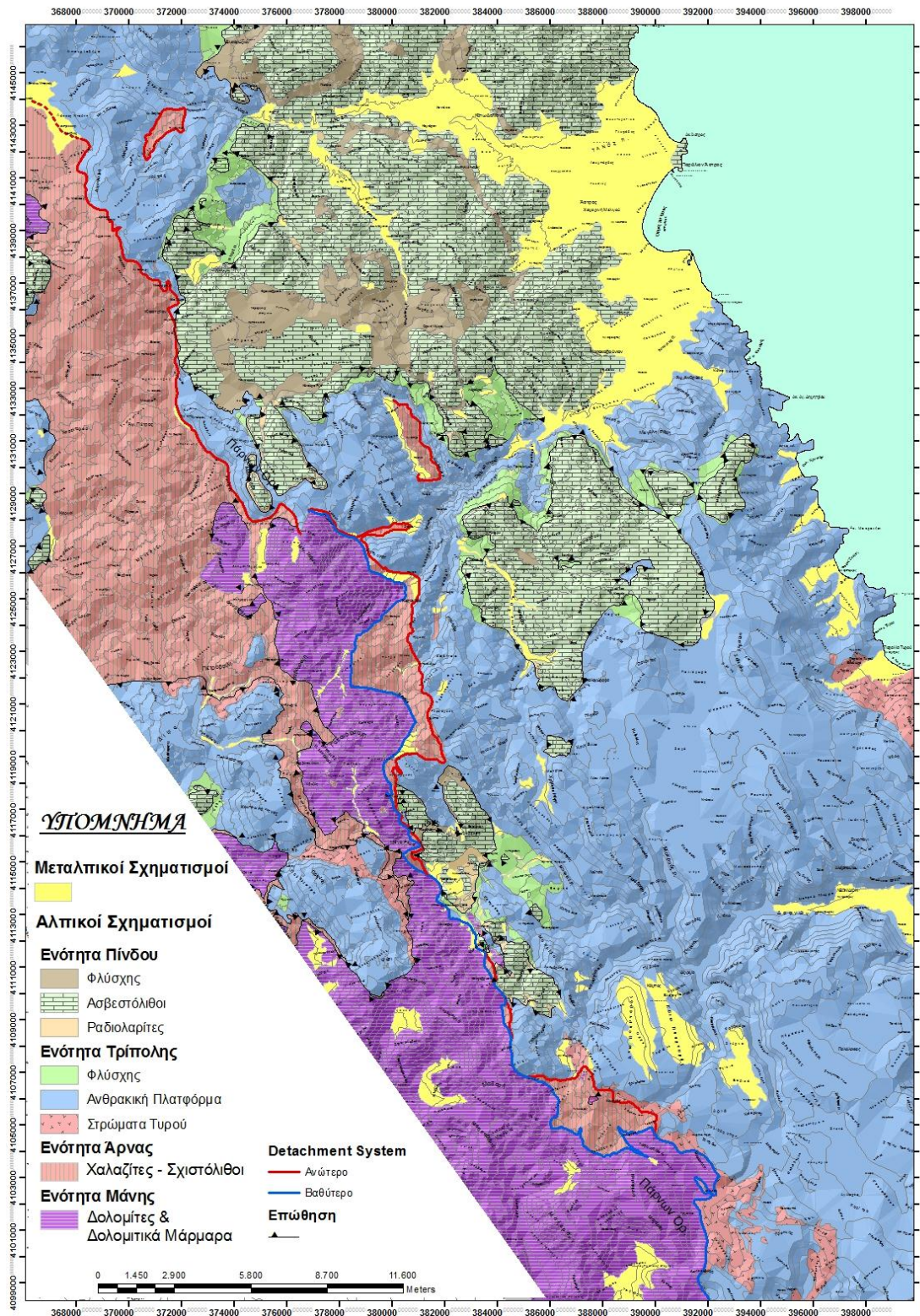
- Τα Στρώματα Τυρού είναι μια Τριαδική ηφαιστειοϊζηματογενής ακολουθία αποτελούμενη από φυλλίτες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή με λάβες, πυροκλαστικά και τοφφίτες. Στις θέσεις που επικρατούν χαλαζιτικοί σχηματισμοί παρατηρείται μεταλλοφορία.

Τέλος, *η Ενότητα της Πίνδου* στην περιοχή μελέτης έχουμε την εμφάνιση του λεγόμενου Αρκαδικού καλύμματος, όπου περιλαμβάνει τον φλύσχη και μεταβατικά στρώματα προς το φλύσχη στην οροφή, τους ασβεστόλιθους από κάτω και στην βάση της κολώνας τον κλαστικό σχηματισμό από ιλυόλιθους και ραδιολαρίτες.

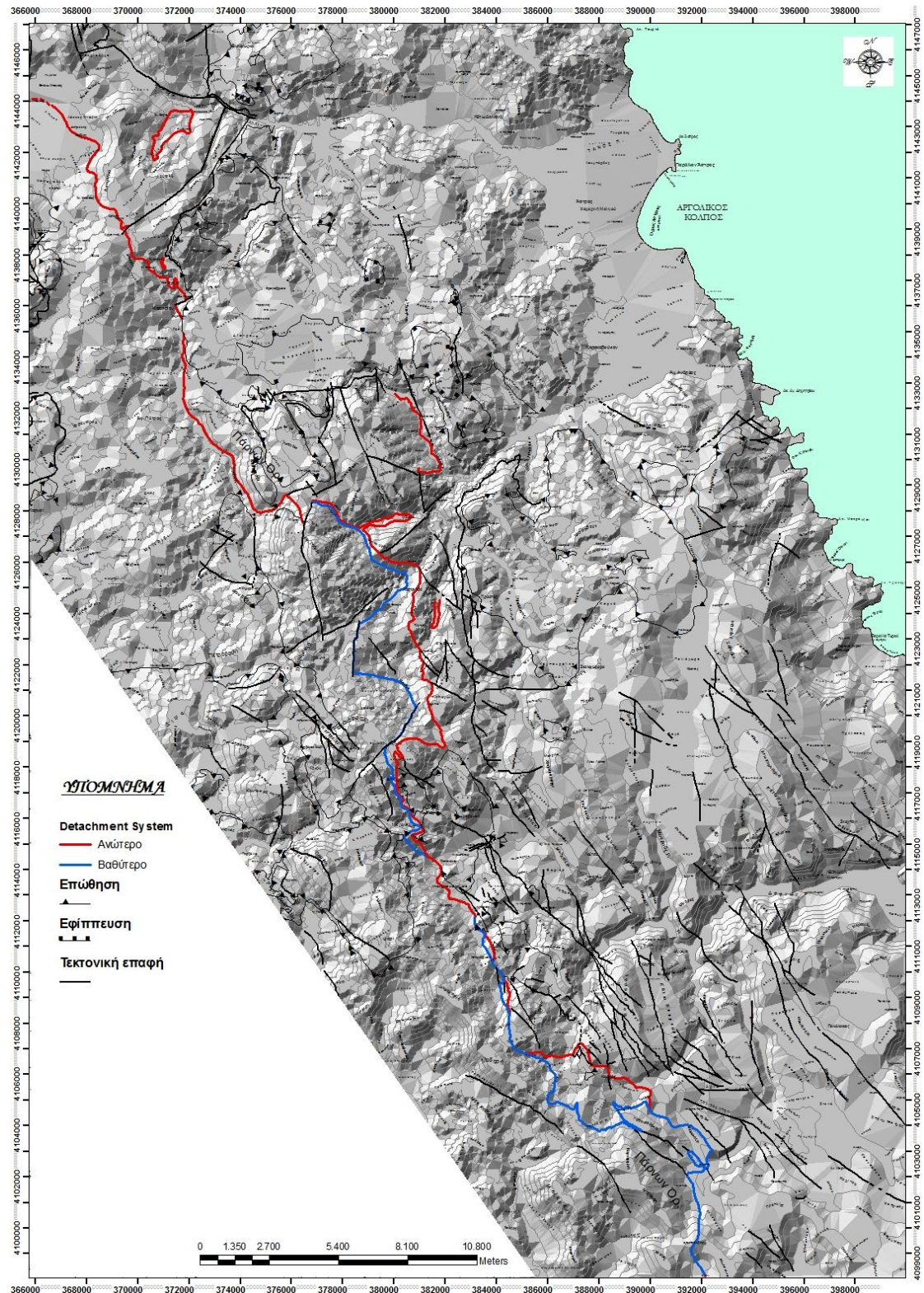
- Ο φλύσξης αποτελείται από ψαμμίτες και μάργες μερικές από τις οποίες φέρουν χαρακτηριστικό ερυθροϊώδες χρώμα, ηλικίας Παλαιόκαινο, ενώ τα μεταβατικά στρώματα αποτελούνται από εναλλαγές μαργών και λεπτοπλακώδων ασβεστόλιθων.

- Οι ασβεστόλιθοι είναι λεπτοστρωματώδεις, πλακώδεις πελαγικοί, τεφρού, λευκού ή φαιού χρώματος με ενδιαστρώσεις ερυθρών ή μαύρων ραδιολαριτών, ερυθρόχρωμων πηλιτών και ποικιλόχρωμων μαργών, ηλικίας Ανώτερο Κρητιδικό.

- Ο κλαστικός σχηματισμός στην βάση αποτελείται από εναλλαγές πράσινων και ερυθρών ιλυόλιθων, ψαμμιτών και πολύμικτων λατυποπαγών ασβεστόλιθων. Στην βάση τους παρατηρούνται ενίοτε και ενδιαστρώσεις ραδιολαριτών, ηλικίας Κάτω Κρητιδικό – Κενομάνιο.



Εικόνα 2.2: Γεωλογικός χάρτης στην περιοχή του Ανατολικού Πάρωνα.



Εικόνα 2.3: Τεκτονικός χάρτης στην περιοχή του Ανατολικού Πάρωνα.

2.2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ (ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝ. ΠΑΡΝΩΝΑ)

Το Σύστημα Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου αποτελείται από πολυάριθμα κανονικά ρήγματα αποκόλλησης, μικρής κλίσης, ηλικίας Ανώτερο Μειόκαινο – Κατώτερο Πλειόκαινο και είναι αναμφισβήτητη η κύρια τεκτονική δομή της Ανατολικής Πελοποννήσου. Οι πρώτοι που περιέγραψαν αυτή την μεγάλη τεκτονική δομή ήταν ο PAPANIKOLAΟΥ και ο ROYDEN (2007).

Κατά κανόνα το κανονικό ρήγμα αποκόλλησης είναι ρήγμα μικρής κλίσης, το οποίο κυρίως ακολουθεί κάποια επιφάνεια ή ορίζοντα αδυναμίας, κατά μήκος του οποίου διευκολύνεται η αποκόλληση και η ολίσθηση των υπερκείμενων πετρωμάτων. Στην ουσία ένα τέτοιο ρήγμα αποτελεί διαχωριστικό όριο μεταξύ των υπερκείμενων αμεταμόρφωτων πετρωμάτων και των υποκείμενων μεταμορφωμένων πετρωμάτων, που έχουν έρθει στην επιφάνεια από βάθος αρκετών χιλιομέτρων.

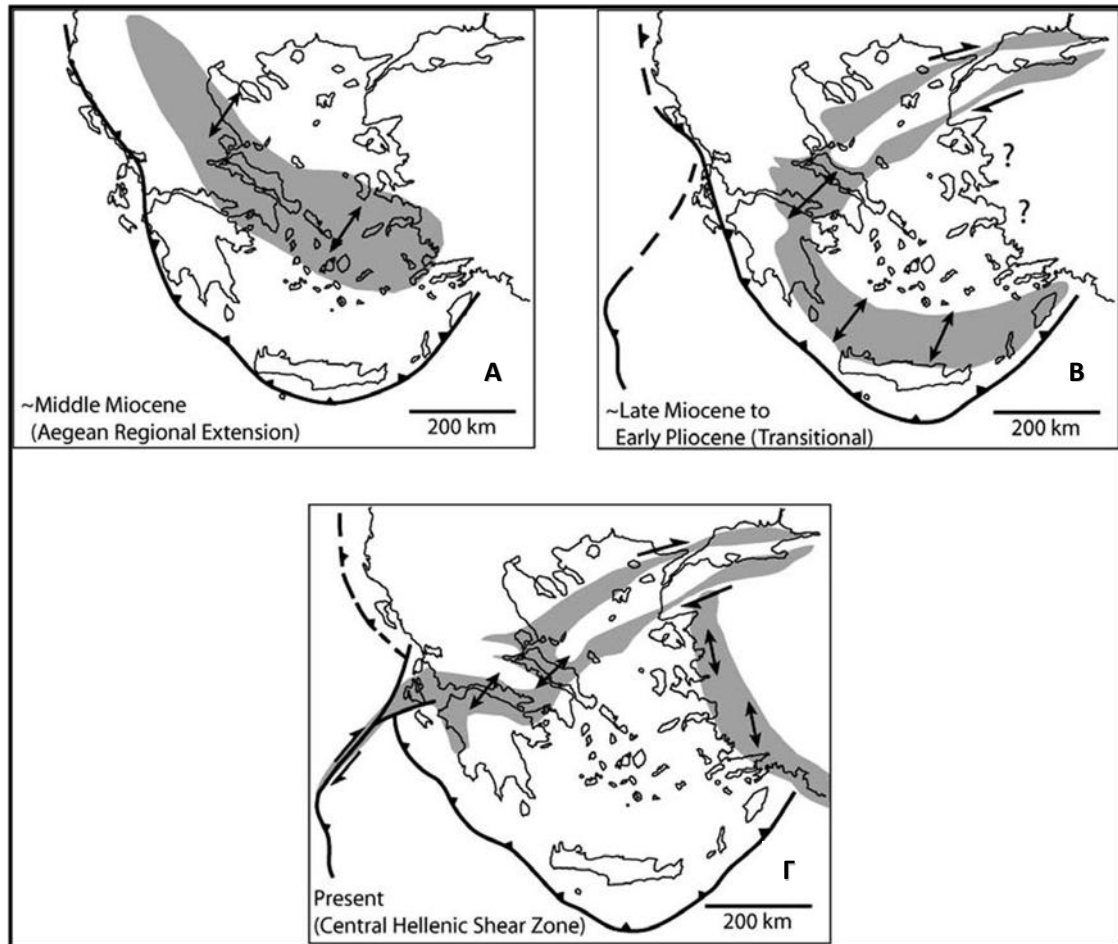
Το Ρήγμα Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου σύμφωνα με τα παρακάτω οφείλει την δημιουργία του, κατά το Ανώτερο Μειόκαινο – Κατώτερο Πλειόκαινο, στην διατμητική ζώνη που είχε δημιουργηθεί στην δυτική Πελοπόννησο κατά την περίοδο αυτή και παρατηρούμε ότι είναι παράλληλα με το σημερινό Ορογενετικό τόξο.

Παρατηρώντας την παραμόρφωση των πλακών, από το μέσο Μειόκαινο, περίπου, μέχρι σήμερα, παρατηρούμε τα εξής:

Μέσο μειόκαινο: Έχουμε την ανάπτυξη διατμητικής ζώνης στην περιοχή του κεντρικού Αιγαίου (Εικ. 2.2Α).

Ανώτερο Μειόκαινο – Κάτωτερο Πλειόκαινο: Έχουμε την δημιουργία του δεξιόστροφου ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας, δημιουργώντας έτσι το λοξό άνοιγμα της Λεκάνης του Βορείου Αιγαίου, αλλά και την ανάπτυξη διατμητικής ζώνης κατά μήκος του Κρητικού Πελάγους, στην Δυτική Πελοπόννησο και διαμέσου του Κορινθιακού κόλπου μέχρι την Ανατολική Στερεά (Εικ. 2.2Β).

Σήμερα: Έχουμε την δημιουργία της Κεντρικής Ελληνικής Διατμητικής ζώνης, η οποία επεκτείνεται ανατολικά, στο Βόρειο Αιγαίο, όπου συγχωνεύεται με την προέκταση των δύο κύριων σκελών του Ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας. Στην πραγματικότητα, αυτά τα δύο σκέλη του Ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας, οριοθετεί περίπου τα βόρεια και νότια όρια της Κεντρικής Ελληνικής Διατμητικής Ζώνης (Εικ. 2.2Γ).



Εικόνα 2.2: Η προοδευτική παραμόρφωση των πλακών στην περιοχή του Αιγαίου, από το Μέσο Μειόκαινο, περίπου, μέχρι σήμερα, με διακοπή του εφελκυσμού σε τοπική κλίμακα και την προοδευτική ανάπτυξη της Κεντρικής Ελληνικής Διατμητικής Ζώνης. Οι σκιασμένες περιοχές παρουσιάζουν κατά προσέγγιση θέσεις των περιοχών, που επηρεάζονται από τον εφελκυσμό ή/και την δραστηριότητα του ρήγματος οριζόντιας ολίσθησης για κάθε περίοδο. Οι χρονικές περίοδοι είναι κατά προσέγγιση, δεδομένου ότι η ηλικία μερικών γεγονότων δεν καθορίζεται ακριβώς (PAPANIKOLAOU & ROYDEN, 2007).

Όσον αφορά τα Σύστημα Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου, σύμφωνα με τους PAPANIKOLAΟΥ και ROYDEN (2007), αυτό εκτείνεται από την Νότια Πελοπόννησο με διεύθυνση Βόρειο-Βορειοδυτική μέχρι περίπου 30 χιλιόμετρα Βόρεια του Κορινθιακού Κόλπου, με ήπια κλίση λιγότερο από 15° προς τα ΒΑ. Έχει προκαλέσει μια ελάχιστη μετατόπιση 25-30 χιλιόμετρα και εμφανίζεται να είναι το νεότερο από τα τοπικής κλίμακας κανονικά ρήγματα, που είναι παράλληλα στο Ελληνικό τόξο.

Αυτά τα κανονικά ρήγματα διακόπτουν τη χαρακτηριστική ακολουθία των Εξωτερικών Ελληνίδων και απουσιάζουν τμήματα μεταξύ των εκτιθέμενων υπερκείμενων και υποκείμενων τεμαχών. Το υποκείμενο τέμαχος που εμφανίζονται κατά μήκος του συστήματος ρηγμάτων στις πιο βόρειες περιοχές της Πελοποννήσου αποτελούνται κυρίως από την ενότητα της Άρνας.

Περίπου 30 χλμ βόρεια του Κορινθιακού Κόλπου, η αποκόλληση κόβεται από ένα νεώτερο ρήγμα με μεγάλη γωνία κλίσης, με γενική διεύθυνση Α-Δ και εξαφανίζεται (PAPANIKOLAΟΥ & ROYDEN, 2007).

Οι κύριες εμφανίσεις του Συστήματος Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου βρίσκονται στις εξής περιοχές (ξεκινώντας από το Νότο προς Βορρά)(Εικ. 2.3):

- ✚ Στην περιοχή του Κυπαρισσιού, κοντά στην Μονεμβασιά(1g),
- ✚ Στις Ανατολικές πλαγιές του Πάρωνα (1f)(υπό μελέτη περιοχή),
- ✚ Στην περιοχή των Δολιανών (1e),
- ✚ Στην περιοχή του Μερκουρίου(1d),
- ✚ Στην περιοχή του Φενεού(1c),
- ✚ Και Βόρεια του Κορινθιακού Κόλπου στην περιοχή της Ιτέας-Αμφισσας(1a-b).



Εικόνα 2.3: Οι κύριες εμφανίσεις του ρήγματος αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου(1a-g)(PAPANIKOLAOU & ROYDEN, 2007).

Γενικά στις βόρειες περιοχές της Πελοποννήσου τα υποκείμενα τεμάχη που εμφανίζονται στο Σύστημα Αποκόλλησης αποτελούνται κυρίως από την Ενότητα της Άρνας.

Νοτιοανατολικά του Πάρνωνα για αρκετά δεκάδες χιλιόμετρα, στην περιοχή του Κυπαρισσίου, το Σύστημα Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου εμφανίζεται με μία βύθιση 20° προς Α-ΒΑ. Στο υποκείμενο τέμαχος επικρατούν οι μεταμορφωμένοι σχηματισμοί της Ενότητας της Μάνης, ενώ το υπερκείμενο τέμαχος αποτελείται από την ανθρακική πλατφόρμα της Ενότητας της Τρίπολης.

Στον Ανατολικό Πάρνωνα, όπως θα αναλύσουμε και παρακάτω, έχουμε μια εξαιρετική εμφάνιση του Συστήματος Αποκόλλησης και μάλιστα εμφανίζονται δύο ρήγματα αποκόλλησης με Βορειοανατολική βύθιση, με απόσταση μεταξύ τους αρκετών χιλιομέτρων. Το υποκείμενο τέμαχος, στο βαθύτερο από τα δύο ρήγματα, αποτελείται από την Ενότητα της Μάνης, ενώ το πιο ρηχό από την Ενότητα της Άρνας.

Κοντά στην περιοχή του Μερκουρίου, προς τα Ανατολικά, στο υπερκείμενο τέμαχος η Ενότητα της Τρίπολης διακόπτεται σταδιακά, ενώ στις δυτικότερες εμφανίσεις του Συστήματος η Ενότητα της Τρίπολης έχει

ένα μέτρο πάχος σε αντίθεσή με τις Ανατολικότερες, όπου απουσιάζει παντελώς και η Ενότητα της Πίνδου κάθετα απευθείας στο ρήγμα, με αποτέλεσμα να μας πιστοποιεί μια δομική παράλειψη τουλάχιστον 5 χιλιομέτρων.

Στην περιοχή του Φενεού το Σύστημα Αποκόλλησης αλλάζει τοπικά διεύθυνση από ΒΒΔ στα ΒΔ. Το υπερκείμενο τέμαχος αποτελείται από τις Ενότητες της Πίνδου και της Τρίπολης, ενώ το υποκείμενο τέμαχος κυρίως από τις Ενότητα της Άρνας και τα στρώματα Τυρού της βάσης της Τρίπολης.

Στην περιοχή της Ιτέας – Άμφισσας, το Σύστημα Αποκόλλησης διαμορφώνει μια δομή με μικρή γωνία βύθισης προς τα Ανατολικά - Βορειοανατολικά. Συγκεκριμένα στις Ανατολικές πλαγίες του Όρους Γκιώνα, παρατηρείται βύθιση 25 – 40° προς Α-ΒΑ. Το υποκείμενο τέμαχος αποτελείται από την Ενότητα των Βαρδουσιών και τα κατώτερα στρώματα της Ενότητας του Παρνασσού, ενώ το υπερκείμενο τέμαχος αποτελείται από τα ανώτερα στρώματα της Ενότητας του Παρνασσού και από λατυποπαγή και κροκαλοπαγή, τα οποία χρονολογούνται περίπου στο Ανώτερο Μειόκαινο – Κατώτερο Πλειόκαινο.

Παρόμοιες δομές ρηγμάτων αποκόλλησης μικρής κλίσης, έχουν παρατηρηθεί και σε άλλες περιοχές της Ελλάδος, από το Ολιγόκαινο ως σήμερα (Εικ. 2.4), όπως:

- ✚ Στην Βόρεια Ελλάδα, η αποκόλληση του Στρυμόνα, ηλικίας Κατώτερο Μειόκαινο.
- ✚ Στην Κρήτη και τα Κύθηρα, εμφανίζεται ένα ρήγμα αποκόλλησης, ηλικίας Ανώτερο Μειόκαινο, με βύθιση προς Βορρά και Βορειοανατολικά, αντίστοιχα.
- ✚ Στο κεντρικό Αιγαίο κ στην περιοχή του Ολύμπου, εμφανίζεται η αποκόλληση του Ολύμπου – Κυκλάδων, ηλικίας Μέσο – Άνω Μειόκαινο.



Εικόνα 2.4: Ο απλουστευμένος χάρτης του Ελληνικού συστήματος, που παρουσιάζει τα ενεργά ρήγματα επώθησης (μαύρες γραμμές με τρίγωνα), τα ενεργά κανονικά ρήγματα (μαύρες γραμμές με κάθετες γραμμές), και τα τοξό-παράλληλα κανονικά ρήγματα αποκόλλησης Μειοκαινικής ηλικίας (γκρι γραμμές με τόξα, St: Η αποκόλληση του Στρυμώνα, OC: Η αποκόλληση Ολύμπου – Κυκλάδων, EP: Η απόκόλληση της Ανατολικής Πελοποννήσου)(PAPANIKOLAOU & ROYDEN, 2007).

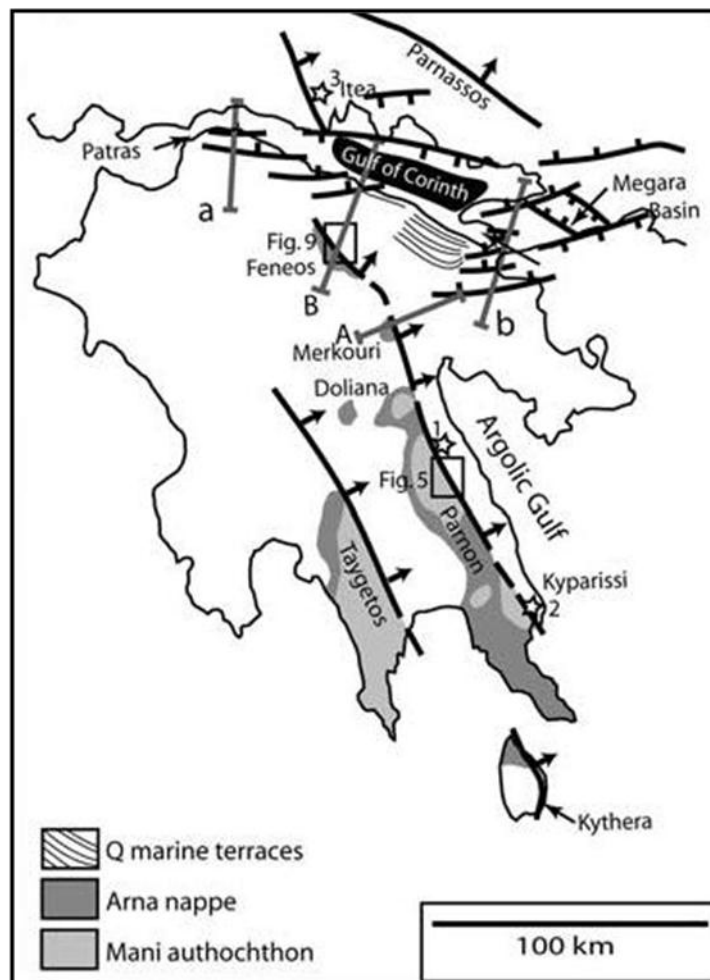
Στον Ανατολικό Πάρνωνα, το Σύστημα Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου μπορούμε να το παρατηρήσουμε για αρκετά χιλιόμετρα, αποτελούμενο από δυο κανονικά ρήγματα, με γενική διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και κλίση Α-ΒΑ. Στο βαθύτερο από τα δύο ρήγματα, το υποκείμενο τέμαχος αποτελείται από τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της Ενότητας της

Μάνης, ενώ στο ανώτερο ρήγμα αποκόλλησης, το υποκείμενο τέμαχος αποτελείται από τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της Ενότητας της Άρνας, με το υπερκείμενο τέμαχος να ποικίλει κατά μήκος της διάρρηξης και για τις δύο περιπτώσεις (Εικ. 2.5). Άλλοτε η Ενότητα της Μάνης (D_M) μπορεί να έρχεται σε απευθείας επαφή με τη Ενότητα της Πίνδου, το ίδιο και στην περίπτωση της Άρνας (D_A) και αυτό να μας δείχνει συνολικά μια δομική παράλειψη περίπου 8-10 χιλιομέτρων, όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε στην Εικ. 2.5(C), με τα κανονικά ρήγματα αποκόλλησης να διακόπτουν την χαρακτηριστική ακολουθία των Ενοτήτων. Συνήθως όμως και για τα δύο ρήγματα του συστήματος το υπερκείμενο τέμαχος αποτελείται από την Ενότητα της Τρίπολης. Δεν μπορούμε όμως να παραλείψουμε και τις περιπτώσεις όπου το βαθύτερο ρήγμα αποκόλλησης έρχεται σε επαφή με την Ενότητα της Άρνας.

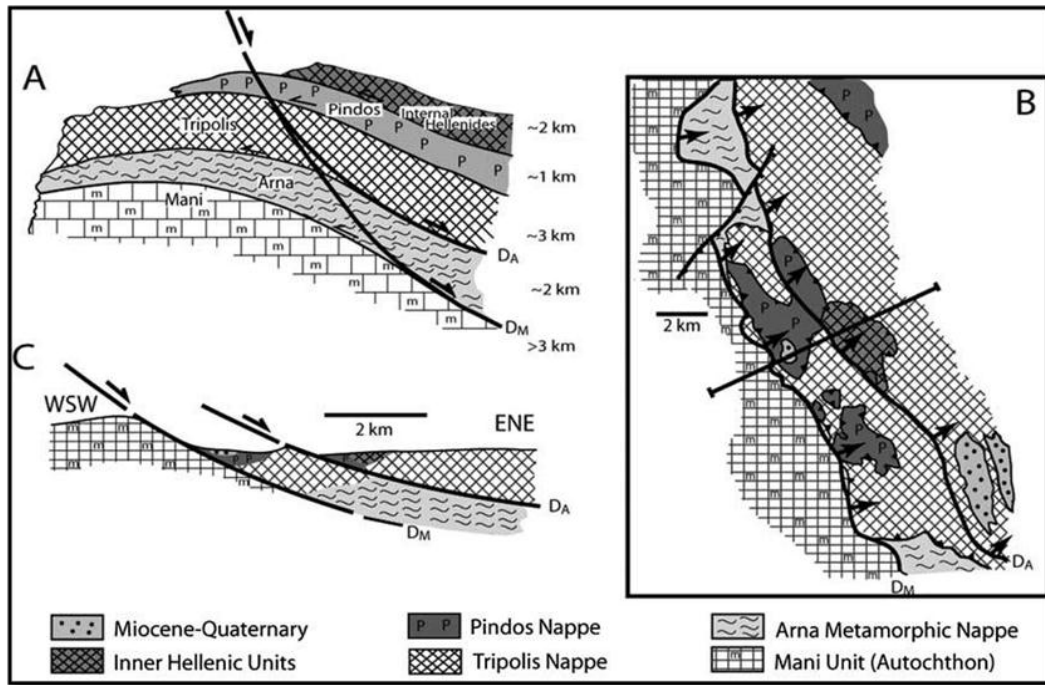
Η βαθύτερη αποκόλληση αποτελεί το κατώτερο τεκτονικά κανονικό ρήγμα μικρής κλίσης, με γενική διεύθυνση, όπως έχουμε αναφέρει, ΒΔ-ΝΑ, ενώ αλλάζει τοπικά. Εμφανίζεται από την περιοχή της Μεγάλης Τούρλας, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ μέχρι την περιοχή της Καστανίτσας. Από την περιοχή της Καστανίτσας όμως, λόγω κάποιων τεκτονικών αιτιών (ρήγμα), αλλάζει η διεύθυνση του προς τα ΒΑ-ΝΔ μέχρι την περιοχή του Μαρμαριά, όπου και εμφανίζεται τοπικά στην περιοχή με διεύθυνση σχεδόν Β-Ν. Από την περιοχή του Μαρμαριά και μέχρι την περιοχή της Γαϊτανορράχης αλλάζει συνέχεια διεύθυνση ξεκινώντας με διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ και στην περιοχή των Σαμαριών κάμπτεται και συνεχίζει με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ. Από την περιοχή της Γαϊτανορράχης εμφανίζεται πάλι με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ μέχρι την περιοχή του Κοσμά.

Όσον αφορά το ανώτερο ρήγμα αποκόλλησης και αυτό εμφανίζεται με γενική διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, ενώ αλλάζει τοπικά, με την διαφορά ότι μπορούμε να το παρατηρήσουμε για μεγαλύτερη έκταση (προς Βορρά) από το βαθύτερο. Ξεκινάει από την περιοχή της Κουβλής με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ μέχρι Βορειοδυτικά της περιοχής της Μεγάλης Τούρλας, ενώ πιο Βόρεια η επαφή χάνετε κάτω από στους Μεταλλικούς σχηματισμούς. Στην περιοχή γύρω από την Μεγάλη Τούρλα, λόγω τεκτονικών αιτιών εμφανίζεται με

διεύθυνση Δ-Α και σε μερικά σημεία διακόπτεται από ρήγματα μεγάλης κλίσης. Στην περιοχή της Καστανίτσας όπως και το βαθύτερο ρήγμα αποκόλλησης κάμπτεται και εκτείνεται με διεύθυνση Β-Ν μέχρι την περιοχή του Πλατανακίου, με εξαίρεση στην περιοχή της Τούρλας, όπου τοπικά έχει διεύθυνση Α-Δ. Από το Πλατανάκι και Νότια χάνετε για κάποια χιλιόμετρα και εμφανίζεται ξανά στην περιοχή του Κοσμά με γενική διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ.



Εικόνα 2.5: Παρουσίαση των Ρηγμάτων Αποκόλλησης στην Πελοπόννησο (σκούρες γραμμές με τα βέλη) και των Άνω Πλειοκαινικών - Τεταρτογενούς κανονικών ρηγμάτων κοντά στον Κορινθιακό Κόλπο (σκούρες γραμμές με κάθετες γραμμές). Μπορούμε επίσης να παρατηρήσουμε τις βαθύτερες τεκτονικές Ενότητες των Ελληνίδων (Ενότητες Μάνης και Άρνας) και τα Πλειοκαινικά θαλάσσια ιζήματα κοντά στον Κορινθιακό Κόλπο (ΡΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ & ROYDEN, 2007).



Εικόνα 2.6: (Α) Γενικευμένη γεωλογική τομή με τα κατά προσέγγιση πάχη των στρωματογραφικών οριζόντων των Ενοτήτων πριν από την ρηγμάτωση και τη χαρακτηριστική θέση των ρηγμάτων αποκόλλησης, όπου η αποκόλληση γίνεται συνήθως είτε στην Ενότητα της Άρνας (DA) είτε στην Ενότητα της Μάνης (DM). (Β) Ο απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης του Συστήματος αποκόλλησης του Ανατολικού Πάργωνα και που τροποποιείται μετά από τον Σκούρτσο (2002)(Εικ. 2.5, Fig. 5). (Γ) Γεωλογική τομή σύμφωνα με το σχήμα Β (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ & ROYDEN, 2007).



Εικόνα 2.8: Ρήγμα αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου, στην περιοχή της Σίταινας.



Εικόνα 2.7: Ρήγμα αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου, στην περιοχή βορειοδυτικά του Πλατάνου, όπου παρατηρούμε τους σχιστόλιθους της Άρνας σε επαφή με υπερκείμενους άστρωτους ασβεστόλιθους της ενότητας Τρίπολη.



Εικόνα 2.9: Ρήγμα αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου, στην ευρύτερη περιοχή του Πλατάνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΧΕΣΗ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ-ΥΔΡΟΤΕΩΛΟΤΙΑΣ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η τεκτονική δομή των αλπικών σχηματισμών έχει ιδιαίτερη σημασία ως προς τις υδρογεωλογικές εφαρμογές. Η υδρογεωλογική έρευνα στους αλπικούς σχηματισμούς βασίζεται στον εντοπισμό των επιπέδων και των αξόνων ροής του υπεδαφικού νερού όπως αυτά καθορίζονται από την γεωμετρία των επαφών μεταξύ των υπερκείμενων περατών και υποκείμενων αδιαπέρατων σχηματισμών. Στην περιοχή μελέτης αυτές οι επαφές αντιπροσωπεύονται είτε από μεταμορφωμένους σχηματισμούς της Ενότητας Άρνας, είτε από περμοτριάδικές ηφαιστειοϊζηματογενείς ακολουθίες που υπόκεινται στρωματογραφικά και για τις δυο περιπτώσεις των υδροπερατών ανθρακικών σχηματισμών της Ενότητας Τρίπολης, είτε από περιπτώσεις ηωκαινικών φλυσχικών ακολουθιών της Ενότητας της Τρίπολης που υπόκεινται των υδροπερατών σχηματισμών της Ενότητας Πίνδου, είτε λόγω τεκτονικής επαφής λεπίωσης ή επώθησης. Οπότε η κατασκευή του υπεδαφικού τεκτονικού χάρτη επαφής περατού/αδιαπέρατου είναι απαραίτητη για την κατανόηση των υδρογεωλογικών συνθηκών.

3.2. ΥΠΕΔΑΦΙΚΟΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

3.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι υπεδαφικοί τεκτονικοί χάρτες είναι απεικονίσεις της μορφολογίας και της γεωμετρίας μιας συγκεκριμένης γεωλογικής επιφάνειας, όπως αυτή αναπτύσσεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, κάτω δηλαδή από τους υπερκείμενους γεωλογικούς σχηματισμούς που την καλύπτουν. Η υπό εξέταση γεωλογική επιφάνεια μπορεί να είναι διαφόρων τύπων, όπως η οροφή ή το δάπεδο ενός συγκεκριμένου γεωλογικού στρώματος ή μια επιφάνεια ασυμφωνίας (στρωματογραφικές ή τεκτονοστρωματογραφικές επιφάνειες), ή επιφάνεια καθαρά τεκτονικού χαρακτήρα, όπως οι μια εφίπνευση ή μια επώθηση.

Η δυσκολία στην κατασκευή, αλλά και η μεγάλη χρησιμότητα των υπεδαφικών τεκτονικών χαρτών, έγκειται στο ίδιο γεγονός, δηλαδή στην προσπάθεια αναπαράστασης μιας υπόγειας δομής, με βάση τα στοιχεία επιφανείας (φυσικά όταν υπάρχουν στοιχεία γεωτρήσεων ή γεωφυσικών διασκορπίσεων, είναι ιδιαιτέρως χρήσιμα και ευπρόσδεκτα). Ειδικά σε περιοχές με έντονη αλλά και εξελισσόμενη τεκτονική παραμόρφωση, όπως η Ελλάδα, όπου η γεωμετρία των σχηματισμών είναι πολύπλοκη και μεταβάλλεται από περιοχή σε περιοχή, οι υπεδαφικοί τεκτονικοί χάρτες αποτελούν πολύτιμο εργαλείο.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση θα επιχειρήσουμε την κατασκευή του υπεδαφικού τεκτονικού χάρτη της γεωλογικής επιφάνειας μεταξύ των αδιαπέρατων στρωμάτων της Άρνας με τους υπερκείμενους υδροπερατούς ανθρακικούς σχηματισμούς της Τρίπολης, με απώτερο σκοπό την εκτίμηση των υπόγειων υδρογεωλογικών λεκανών και την εύρεση των πηγών και το μηχανισμό αυτών.

Σημαντικό ρόλο στην υδρογεωλογία παίζουν οι πτυχώσεις που επηρεάζουν ολόκληρα σύνολα πετρωμάτων και ιδιαιτέρως στην περίπτωση που οι υπερκείμενοι σχηματισμοί είναι περατοί, σε αντίθεση με τους υποκείμενους. Όταν η επαφή περατού – αδιαπέρατου κάμπτεται σχηματίζοντας αντίκλινο, ο άξονάς τους παίζει το ρόλο υπόγειου υδροκρίτη μεταξύ διαφορετικών υδρογεωλογικών λεκανών και το ρόλο υπόγειου άξονα αποστράγγισης όταν σχηματίζεται σύγκλινο.

3.2.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΠΕΔΑΦΙΚΟΥ ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ

Προκειμένου να προσδιοριστεί στη περιοχή μελέτης η παραμόρφωση της επιφάνειας του ρήγματος αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου και να διαπιστωθεί η πιθανή κυκλοφορία των υπόγειων υδάτων, καθώς και η πιθανές πηγές επαφής που δημιουργούνται από τη τεκτονική επαφή της ενότητας της Άρνας με την πλατφόρμα της Τρίπολης, η οποία αποτελεί

επαφή περατού/αδιαπέρατου σχηματισμού, κατασκευάστηκε ο **υπεδαφικός τεκτονικός χάρτης**.

Η κατασκευή του υπεδαφικού τεκτονικού χάρτη στην περιοχή του Ανατολικού Πάρνωνα βασίστηκε στο γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ, Φύλλο Άστρος, κλίμακας 1:50.000, και στο γεωλογικό χάρτη του Ανατολικού Πάρνωνα του Ε. Σκούρτσου (Σκούρτσος, 2002). Η όλη επεξεργασία έγινε σε περιβάλλον GIS, για την καλύτερη προσέγγιση και απεικόνιση με την βοήθεια διαφόρων στοιχείων. Η ισοδιάσταση που επιλέχτηκε ήταν 100 μέτρα, ενώ σε ορισμένες περιοχές για την καλύτερη προσέγγιση της δομής χρησιμοποιήθηκαν και βοηθητικές παρατάξεις με ισοδιάσταση 20 μέτρων.

Οι βασικές αρχές της κατασκευής του τεκτονικού χάρτη συνοψίζονται στα παρακάτω βήματα:

- Αξιοποιώντας τις ισοϋψείς του χάρτη αποτυπώσαμε όλα τα σημεία τομής του ορίου της υπεδαφικής επιφάνειας με της ισοϋψείς του χάρτη(Εικ. 3.1).

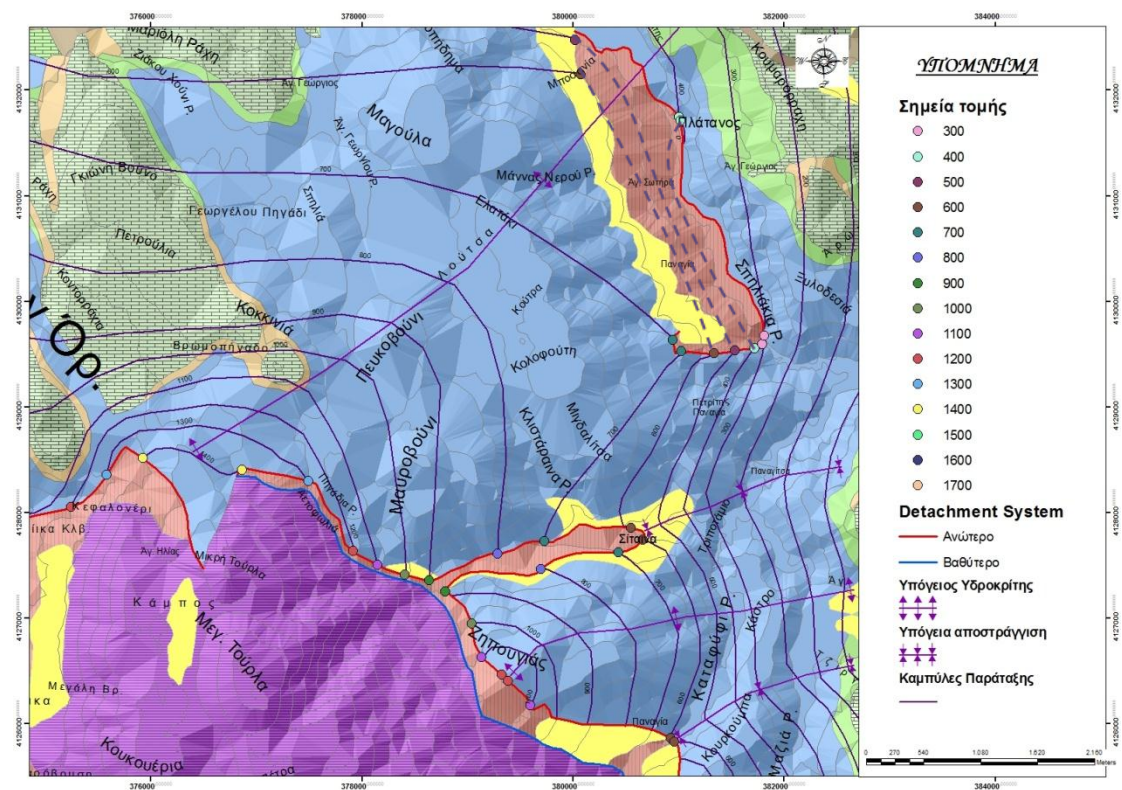
- Ενώσαμε τα σημεία τομής ίδιου υψομέτρου, δημιουργώντας έτσι καμπύλες παρατάξεις, τις οποίες όπου το επιτρέπει η μορφολογία τις εξομαλύνουμε, τηρώντας τον εξής κανόνα: «Μια καμπύλη παράταξη της υπεδαφικής επιφάνειας μπορεί να «κόβει» ισοϋψείς μεγαλύτερου υψομέτρου, όχι όμως και μικρότερου». Η ισοδιάσταση που επιλέχτηκε στην περιοχή μας ήταν 100 μέτρα (ευθείες γραμμές)(Εικ. 3.1).

- Σε περίπτωση που οι παρατάξεις δεν περιγράφουν επαρκώς τη μορφολογία της επιφάνειας, επιλέγονται, όπου κρίνεται απαραίτητο, και σημεία τομής με ενδιάμεσες ισοϋψείς, ανάμεσα σε αυτές που έχουν οριστεί από την αρχικά επιλεγμένη ισοδιάσταση του χάρτη, δημιουργώντας έτσι βοηθητικές παρατάξεις (διακεκομμένες γραμμές), αλλά να διακρίνονται από τις «κύριες». Πολλές φορές οι βοηθητικές παρατάξεις είναι απαραίτητες για να φανεί η γεωμετρία της υπεδαφικής επιφάνειας.

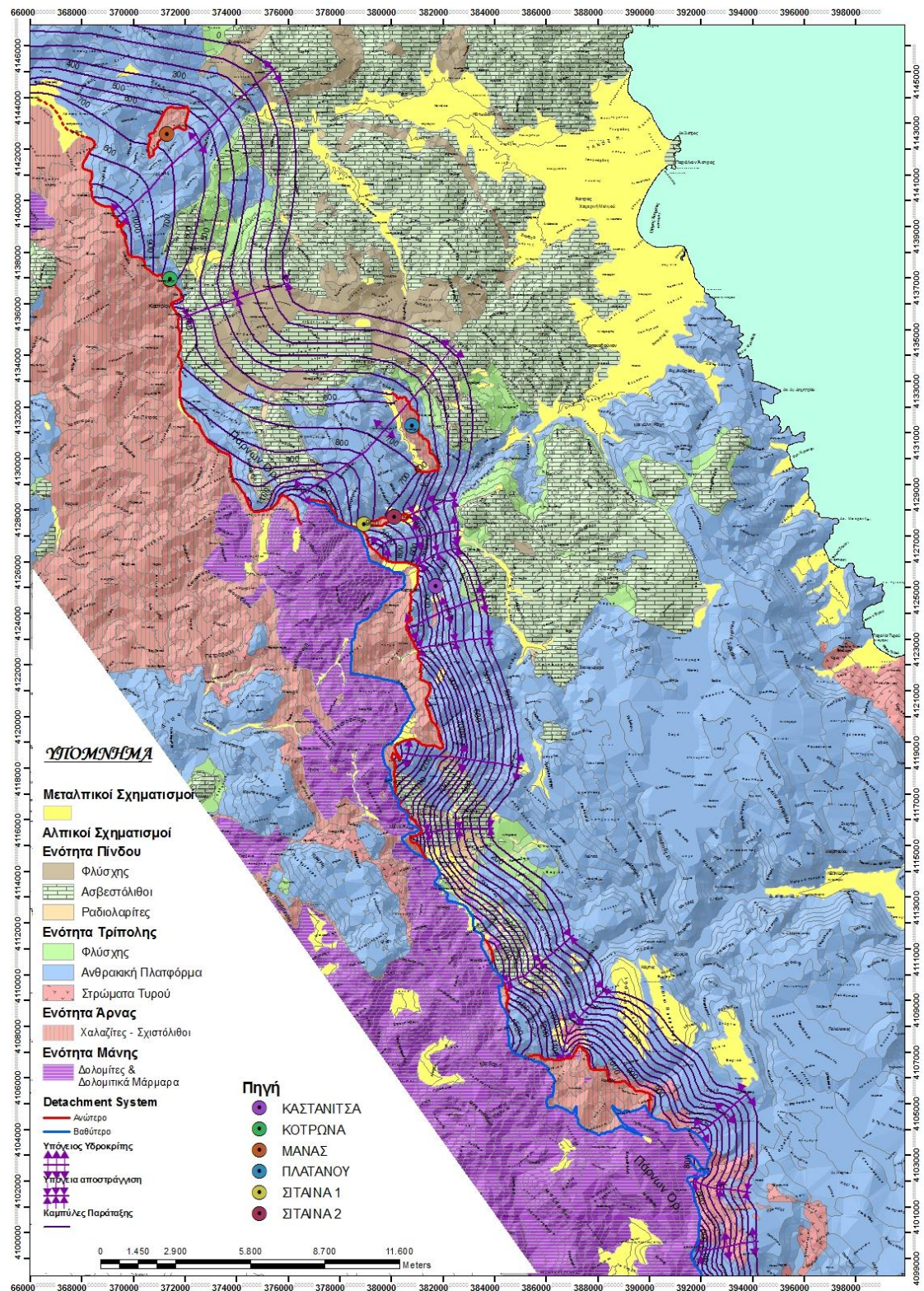
- Με την βοήθεια των παραπάνω βημάτων παρατηρήσαμε την γενική κλίση της στρώσης των σχηματισμών της περιοχής και αναγνωρίσαμε τα πτυχωμένα στρώματα (σύγκλινα και αντίκλινα) και την φορά βύθισης

αυτών, για την ερμηνεία σε υπόγειους άξονες αποστράγγισης και υπόγειους υδροκρίτες, αντίστοιχα.

- Στο τελευταίο στάδιο της κατασκευής, θα πρέπει να γίνεται μια συνολική θεώρηση της μορφής που προκύπτει, για να αποφασιστεί αν η ερμηνεία, που δίνεται είναι συμβατή με όλα τα δεδομένα που υπάρχουν για την περιοχή, αλλά και για να διακριθούν ενδεχόμενες δομές παραμόρφωσης, που δεν σημειώνονται στο γεωλογικό χάρτη.



Εικόνα 3.1: Οι καμπύλες παράταξης και οι υπόγειοι άξονες αποστράγγισης (σύγκλινα) και οι υπόγειοι υδροκρίτες (αντίκλινα).



Εικόνα 3.2: Ο Υπεδαφικός τεκτονικός χάρτης του Ρήγματος Αποκόλλησης του Ανατολικού Πάρωνα.

3.3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ - ΥΠΟΤΕΩΛΟΓΙΑ

Η κύρια στρωματογραφική διάθρωση της περιοχής μελέτης περιλαμβάνει:

- i. ένα κατώτερο σχηματισμό πλακών μαρμάρων της Ενότητας της Μάνης, πάχους περίπου 800 μέτρων,
- ii. ένα κατώτερο μεταμορφωμένο σχηματισμό σχιστόλιθων κυρίως πηλιτικής προέλευσης της Ενότητας της Άρνας, αξιοσημείωτου πάχους,
- iii. ένα ενδιάμεσο σχηματισμό ανθρακικών πετρωμάτων της Ενότητας της Τρίπολης, πάχους 1500-2000 μέτρα,
- iv. ένα ενδιάμεσο ηωκαινικό φλυσχικό σχηματισμό της Ενότητας της Τρίπολης, μέγιστου πάχους 200 μέτρα,
- v. ένα ανώτερο σχηματισμό λεπτοπλακών ασβεστολιθικών πετρωμάτων της Ενότητας της Πίνδου, πάχους 250 μέτρων.

Η υπό μελέτη περιοχή χαρακτηρίζεται από έντονο ρηξιγενή τεκτονισμό, που εκφράζεται κυρίως με κανονικά ρήγματα (ΣΚΟΥΡΤΣΟΣ, 2002), αλλά και από την ύπαρξη μεγάλων ρηγμάτων αποκόλλησης, τα οποία παρατηρούνται κατά μήκος του Ανατολικού Πάρωνα, όπως έχουμε αναφέρει και στο Κεφάλαιο 3. Πρέπει να αναφερθεί ότι τα ρήγματα στην περιοχή δεν διακόπτουν τα ρήγματα αποκόλλησης, γεγονός που αποδεικνύει ότι δεν υπάρχουν ενεργά ρήγματα (ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, 1984).

Οι διαμορφωμένες υδρογεωλογικές συνθήκες κάνουν σαφές ότι η κυκλοφορία του υπεδafικού νερού γίνεται στα ανθρακικά πετρώματα της Τρίπολης και της Πίνδου. Έτσι, ο πρωταρχικός παράγοντας είναι ο καθορισμός της γεωμετρίας των επαφών μεταξύ ανθρακικών Τρίπολης/σχιστόλιθων Άρνας και ανθρακικών Πίνδου/φλύσχη Τρίπολης, που το νερό ακολουθεί αφότου κατειοδύει στα ανθρακικά.

Η επαφή που μας απασχολεί στην παρούσα διπλωματική είναι αυτή των ανθρακικών της Τρίπολης με τους σχιστόλιθους της Άρνας, δημιουργώντας υπόγειους άξονες αποστράγγισης. Έτσι, σύμφωνα με την υπόγεια γεωμετρία

των υδροφόρων επαφών ανθρακικών Τρίπολης/σχιστόλιθων Άρνας διακρίνουμε τρεις περιπτώσεις επαφών:

- i) Επαφές που έχουν μικρότερη κλίση από την μορφολογική της επιφάνεια, όπου έχουμε ανάλογα με την κλίση της επαφής και τον όγκο των ανθρακικών, πηγές,
- ii) Επαφές που έχουν κλίση μεγαλύτερη της μορφολογικής οι οποίες όμως αφορούν ανθρακικά που επικοινωνούν με την θάλασσα δημιουργώντας υποθαλάσσιες πηγές,
- iii) Επαφές που έχουν κλίση μεγαλύτερη της μορφολογικής αλλά το νερό εγκλωβίζεται σε υπόγειες λεκάνες σε διάφορα υψόμετρα, ακόμη και κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Το γεγονός αυτό μας πιστοποιεί ότι η ανεύρεση του υπόγειου νερού είτε σε υπόγεια λεκάνη είτε εν κινήσει απαιτεί την γνώση της τεκτονικής δομής της περιοχής που στην προκείμενη περίπτωση, όπως έχει ήδη αναφερθεί, περιλαμβάνει τα ρήγματα αποκόλλησης. Συγκεκριμένα το ανώτερο ρήγμα αποκόλλησης το οποίο ακολουθεί τις υποκείμενες των ανθρακικών της Ενότητας της Τρίπολης σχιστολιθικές μάζες της Ενότητας της Άρνας δημιουργεί υπόγειο φράγμα. Έτσι, η υπόγεια κίνηση του νερού καθορίζεται από τη γεωμετρία της επαφής αυτής.

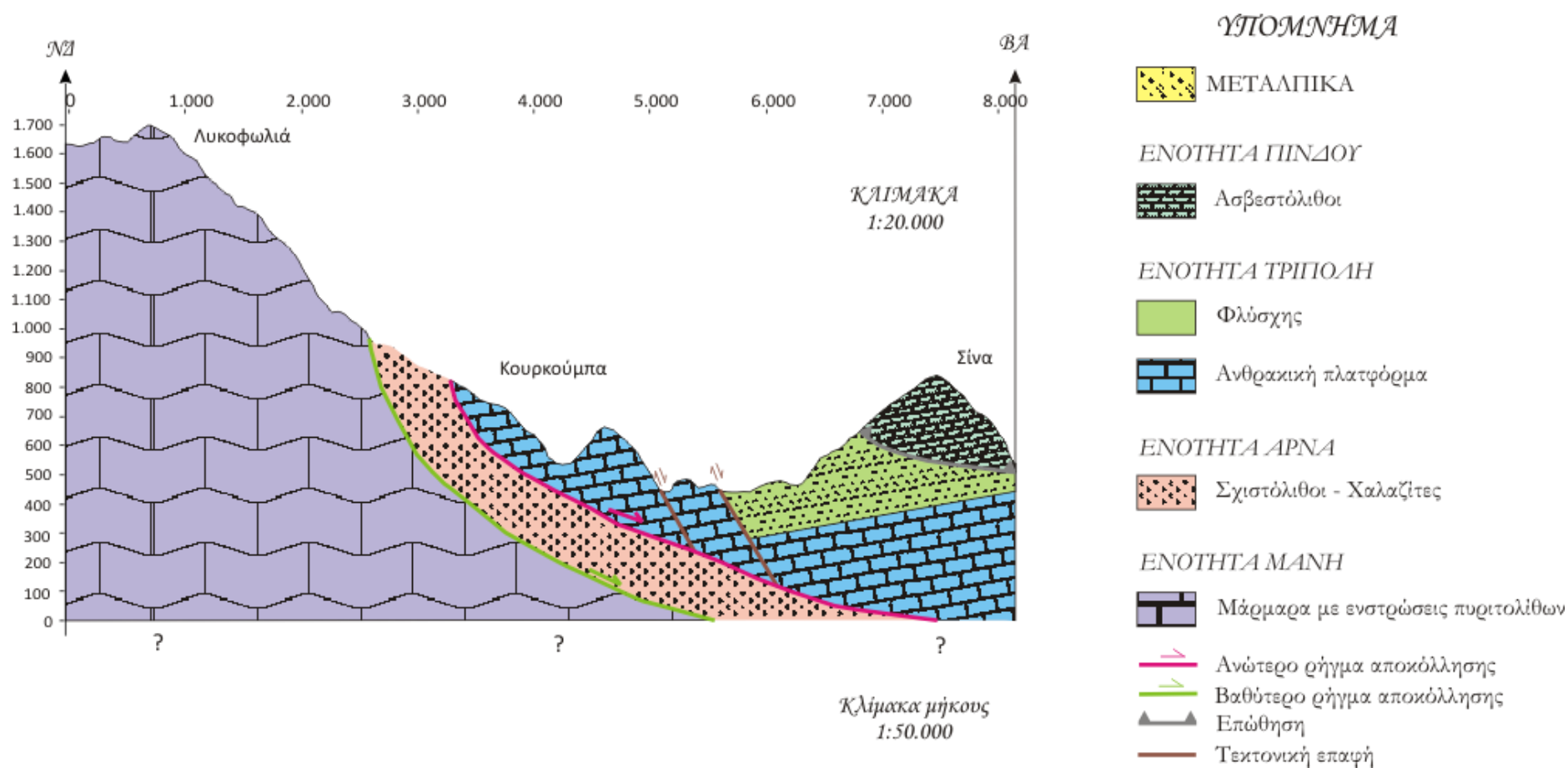
Το υδρογεωλογικό αυτό πρότυπο παρίσταται σχηματικά στις παρακάτω γεωλογικές τομές (Εικ. 3.3 - 3.5). Στην πρώτη και στην δεύτερη περίπτωση (Εικ. 3.3 & 3.5, αντίστοιχα) μπορούμε να παρατηρήσουμε την ανώτερη επιφάνεια αποκόλλησης να λειτουργεί σαν υπόγειο φράγμα, δημιουργώντας υπόγειους άξονες αποστράγγισης, με την διαφορά ότι το υπεδafικό νερό στην πρώτη περίπτωση συνεχίζει να ακολουθεί την γεωμετρία της επαφής και είτε εκβάλλει στην θάλασσα δημιουργώντας υποθαλάσσιες πηγές είτε εγκλωβίζεται σε διάφορα υψόμετρα. Αντίθετα, στην δεύτερη περίπτωση έχουμε εκφόρτιση του υδροφόρου ορίζοντα μέσου πηγής. Ενώ, το βαθύτερο ρήγμα αποκόλλησης και στις δυο περιπτώσεις μας δείχνει την πιθανή θέση μόνιμης υπόγειας δεξαμενής στα ανθρακικά της Ενότητας της Μάνης, χωρίς αυτό να είναι δυνατόν να πιστοποιηθεί λόγω του μεγάλου πάχους αυτών.

Στην τρίτη περίπτωση (Εικ. 3.4) μπορούμε να παρατηρήσουμε την ανώτερη επιφάνεια αποκόλλησης να τέμνεται με την βαθύτερη επιφάνεια, με αποτέλεσμα να λειτουργεί αρχικά ως υπόγειο φράγμα, δημιουργώντας υπόγειους άξονες αποστράγγισης, αλλά στην συνέχεια να μας πιστοποιεί την υδραυλική επικοινωνία των ανθρακικών της Τρίπολης με τα ανθρακικά της Μάνης.

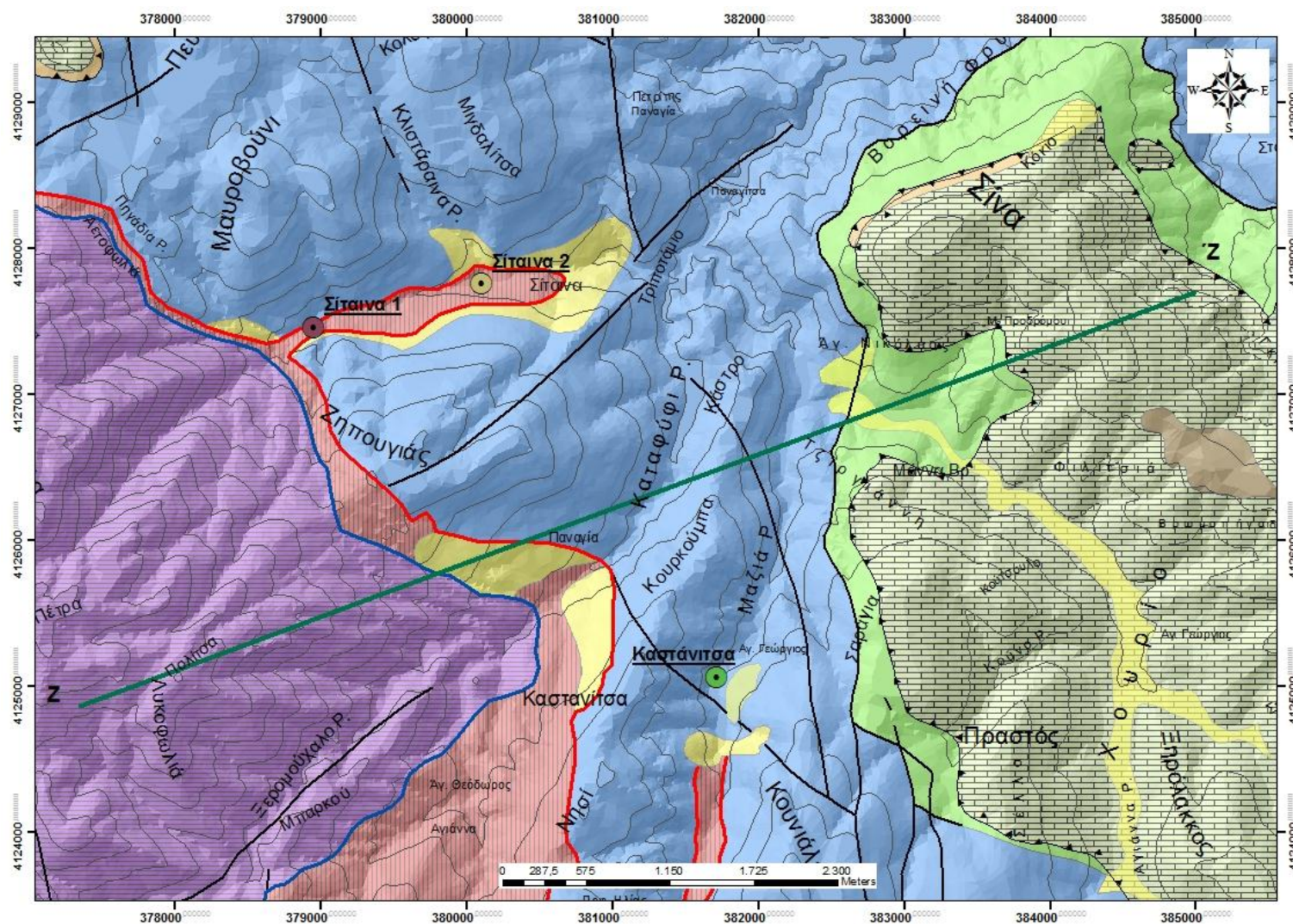
Όσον αφορά τον Υπεδαφικό Τεκτονικό Χάρτη της επιφάνειας αποκόλλησης του Ανατολικού Πάρωνα (Εικ. 3.2), μπορούμε να παρατηρήσουμε και ταυτόχρονα τον υπεδαφικό τεκτονικό χάρτη της γεωλογικής επιφάνειας μεταξύ των αδιαπέρατων στρωμάτων της Άρνας με τους υπερκείμενους υδροπερατούς ανθρακικούς σχηματισμούς της Τρίπολης (Εικ. 3.5).

Σύμφωνα με τον ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ (1984) στην περιοχή του Πάρωνα, τα δύο ρήγματα αποκόλλησης που παρουσιάζονται στην περιοχή μελέτης μας είναι αδιατάρακτα, εκτός της περίπτωσης του ρήγματος δυτικά της κορυφής της Μικρής Τούρλας, που έχει κόψει την επώθηση της Τρίπολης πάνω στα μεταμορφωμένα. Το γεγονός ότι κανένα ρήγμα δεν έχει κόψει τα δύο ρήγματα αποκόλλησης μας διευκολύνει στην κατασκευή του υπεδαφικού χάρτη.

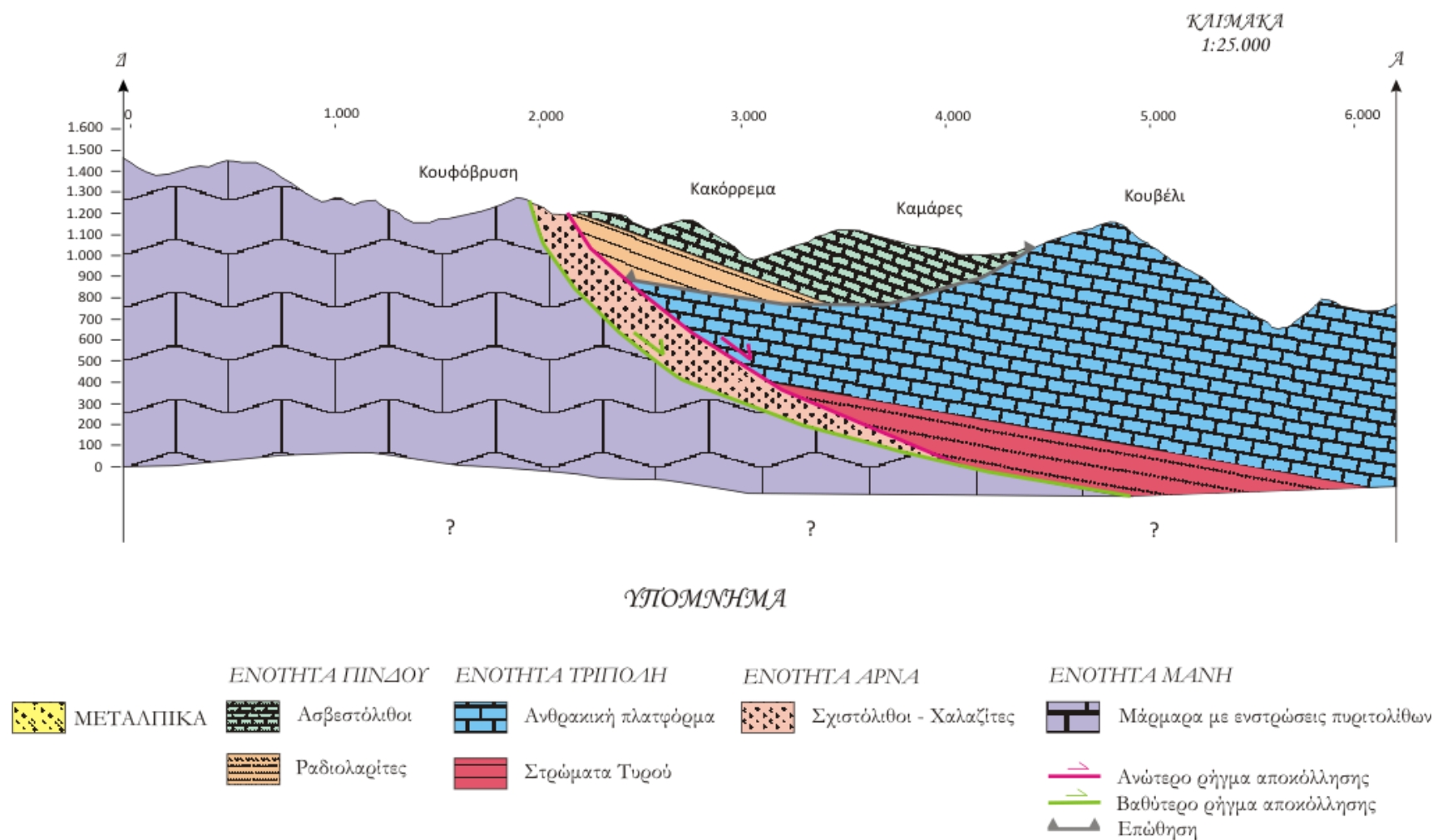
Αρχικά μπορούμε να παρατηρήσουμε την φορά κίνηση του υπόγειου νερού μέσα στους υδροπερατούς σχηματισμούς, όπως αυτή καθορίζεται από την τεκτονική δομή και σε ποιες θέσεις το νερό κατεισδύει σε βάθος στα ανθρακικά της Τρίπολης και που εκφορτίζεται από τα ανθρακικά στην επιφάνεια. Στην περιοχή μελέτης μας η επαφή ανθρακικών Τρίπολης/σχιστόλιθων Άρνας στο Βόρειο τμήμα του χάρτη έχει μικρότερη κλίση από το νότιο τμήμα του χάρτη και οι τιμές που παίρνουμε κυμαίνονται από 6° έως 30°, αντίστοιχα, προς τα ΒΑ. Παρατηρώντας και την γεωμετρία των παρατάξεων μπορούμε να διακρίνουμε τα σύγκλινα και τα αντίκλινα που δημιουργούνται, δηλαδή τη δημιουργία των διαδοχικών υπόγειων αξόνων αποστράγγισης και των υπόγειων υδροκρίτων. Όποτε μπορούμε να εκτιμήσουμε, όπου αυτό είναι εφικτό, τον όγκο των ανθρακικών της Τρίπολης που τροφοδοτούν την κάθε πηγή (Κεφ. 7).



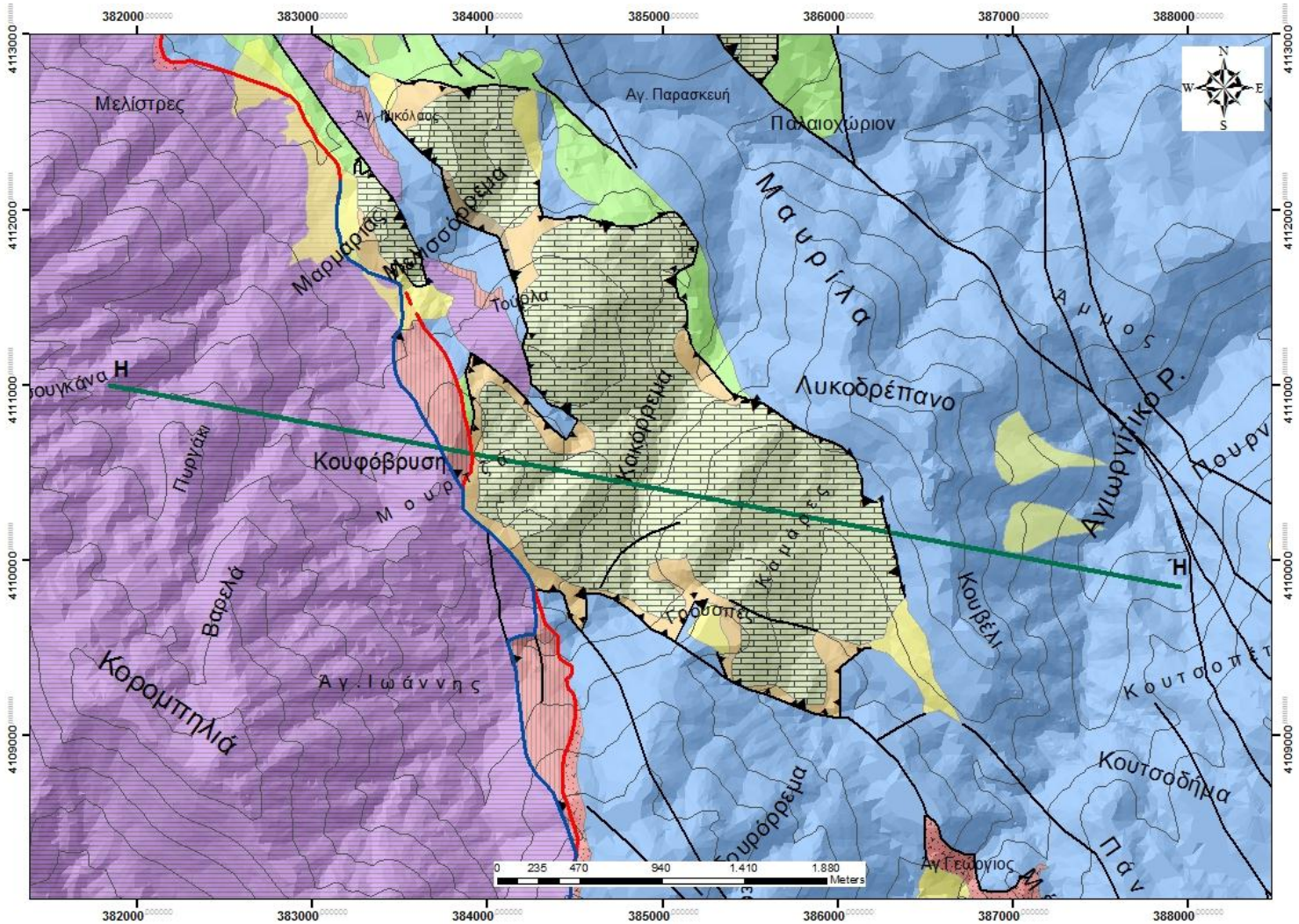
Εικόνα 3.3: Γεωλογική τομή όπου διακρίνονται φράγματα που σχηματίζονται από τους σχιστόλιθους της Άρνας και τον φλυσχικό σχηματισμό της Τρίπολης, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται υδροφόροι ορίζοντες στα ανθρακικά της Τρίπολης και της Πίνδου, αντίστοιχα.



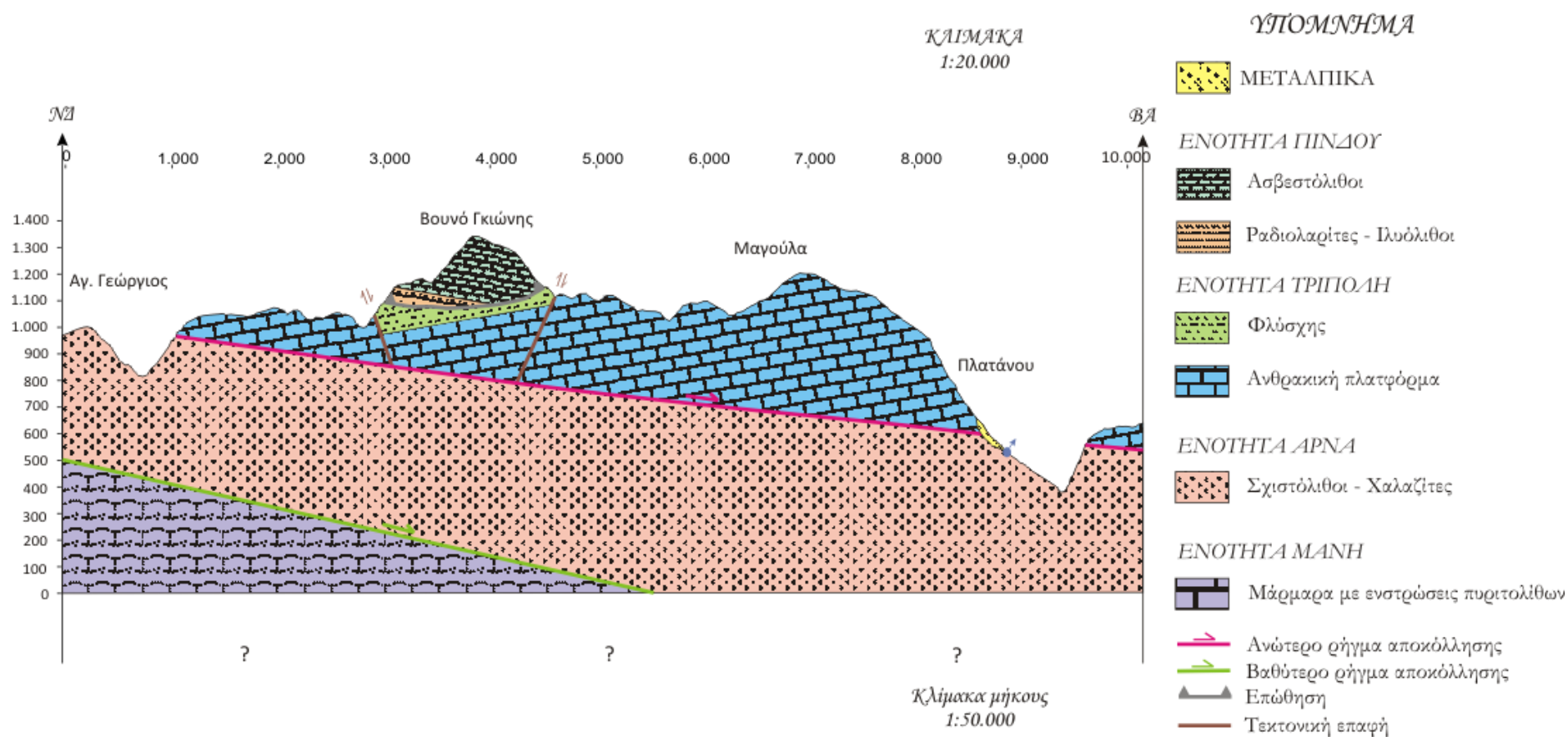
Εικόνα 3.4: Τομή Z-Z'.



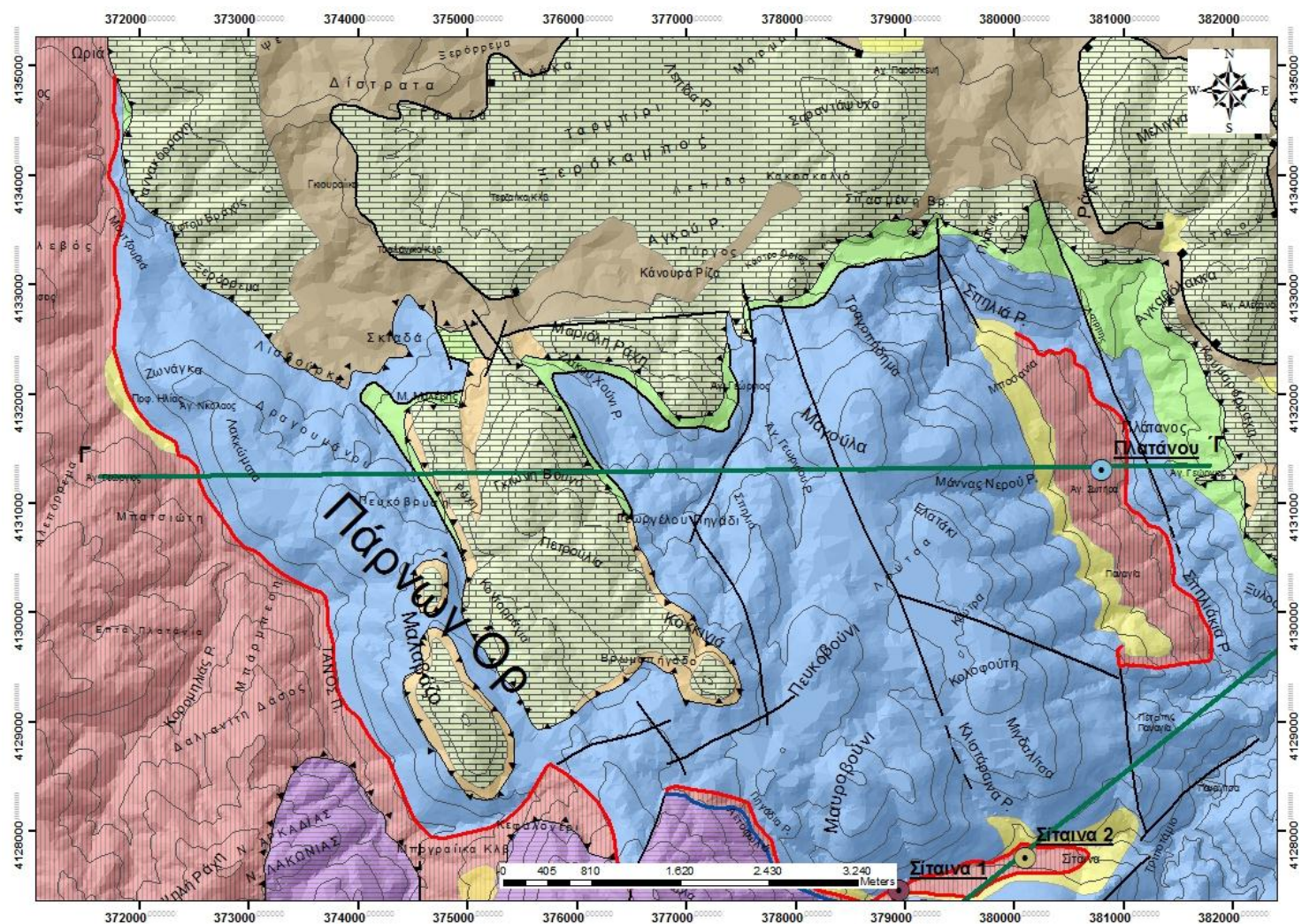
Εικόνα 3.4: Γεωλογική τομή όπου διακρίνεται το φράγμα που σχηματίζεται από τους σχιστόλιθους της Άρνας, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται υδροφόροι ορίζοντες στα ανθρακικά της Τρίπολης, αλλά και η υδραυλική επικοινωνία των ανθρακικών της Πίνδου με της Τρίπολης.



Εικόνα 5.22: Τομή Η-Η.



Εικόνα 3.5: Γεωλογική τομή, όπου διακρίνεται το φράγμα που σχηματίζεται από τους σχιστόλιθους της Άρνας, με αποτέλεσμα να δημιουργείται υδροφόρος ορίζοντας στα ανθρακικά της Τρίπολης και εκφόρτισε αυτού διαμέσου πηγής.



Εικόνα 5.22: Πηγή Πλατάνου - Τομή Γ-Γ'.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΠΟΤΕΩΛΟΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί την σύνθεση της λιθοστρωματογραφίας των σχηματισμών και της τεκτονικής δομής της περιοχής, με κύριο σκοπό την προσέγγιση των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής.

Η περιοχή μελέτης απαρτίζεται από πλήθος υδροφόρων οριζόντων, όπου σε γενικές γραμμές, διακρίνονται τρεις τύποι:

- ο Καρστικοί υδροφόροι ορίζοντες, που αναπτύσσονται στους ανθρακικούς σχηματισμούς
- ο Κοκκώδεις υδροφόροι ορίζοντες, που αναπτύσσονται στα ιζήματα των λεκανών
- ο Υδροφόροι που αναπτύσσονται σε μεταμορφωμένα και πυριγενή πετρώματα λόγω τεκτονισμού, που υπό άλλες συνθήκες θεωρούνται αδιαπέρατα, όπως ο μεταμορφωμένος σχηματισμός της Ενότητας της Άρνας

Παράλληλα, σύμφωνα με τη τεκτονική δομή της περιοχής έρχονται σε επαφή διάφοροι υδροπερατοί σχηματισμοί με αποτέλεσμα να υπάρχει υδραυλική επικοινωνία μεταξύ τους.

4.2. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

4.2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η υδρολογική συμπεριφορά των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών είναι συνάρτηση της λιθολογικής τους σύστασης, της κοκκομετρίας, του βαθμού διαγένεσης και του τεκτονισμού, που έχει υποστεί η περιοχή.

Η συμπεριφορά αυτή των λιθολογικών ενοτήτων (κοκκώδη – συμπαγή πετρώματα) στο νερό, προσδιορίζεται από δύο παραμέτρους, του πορώδους και της περατότητας.

Η περατότητα των κοκκώδων πετρωμάτων οφείλεται στο πρωτογενές πορώδες, το οποίο είναι συνάρτηση της κοκκομετρίας, του σχήματος και της διάταξης των κόκκων και του βαθμού διαγένεσης.

Η περατότητα των μη κοκκωδών πετρωμάτων έως και συμπαγών, εξαρτάται από το βαθμό του κατακερματισμού τους και της δημιουργίας δευτερογενούς πορώδους.

Οι διάφοροι αλπικοί και μεταλπικοί σχηματισμοί κατατάσσονται σε τρεις ομάδες ανάλογα με την υδρολογική τους συμπεριφορά και συγκεκριμένα με την υδροπερατότητα που παρουσιάζουν.

Έτσι, διαχωρίζουμε τους γεωλογικούς σχηματισμούς που συναντώνται στην περιοχή σε (Εικ. 4.1):

- i) Υδροπερατούς σχηματισμούς, τους οποίους περαιτέρω τους διαχωρίζουμε ανάλογα με αν η υδροπερατότητα τους οφείλεται σε πρωτογενές ή δευτερογενές πορώδες, σε μικρό- και μακροπερατούς, αντίστοιχα. Μέσα στους σχηματισμούς αυτούς έχουμε την σημαντικότερη ανάπτυξη υδροφόρων οριζόντων.
- ii) Ημυπερατούς σχηματισμούς, οι οποίοι συνίσταται από υδροπερατά πετρώματα μέσα στα οποία παρεμβάλλονται αδιαπέρατες ενδιστρώσεις, οι οποίες και προκαλούν εκλεκτικές υπόγειες ροές

του νερού παράλληλα προς την στρώση. Μέσα στους σχηματισμούς αυτούς αναπτύσσονται αλληπάλληλοι υδροφόροι ορίζοντες με μικρή συνήθως δυναμικότητα και επικοινωνία μεταξύ τους.

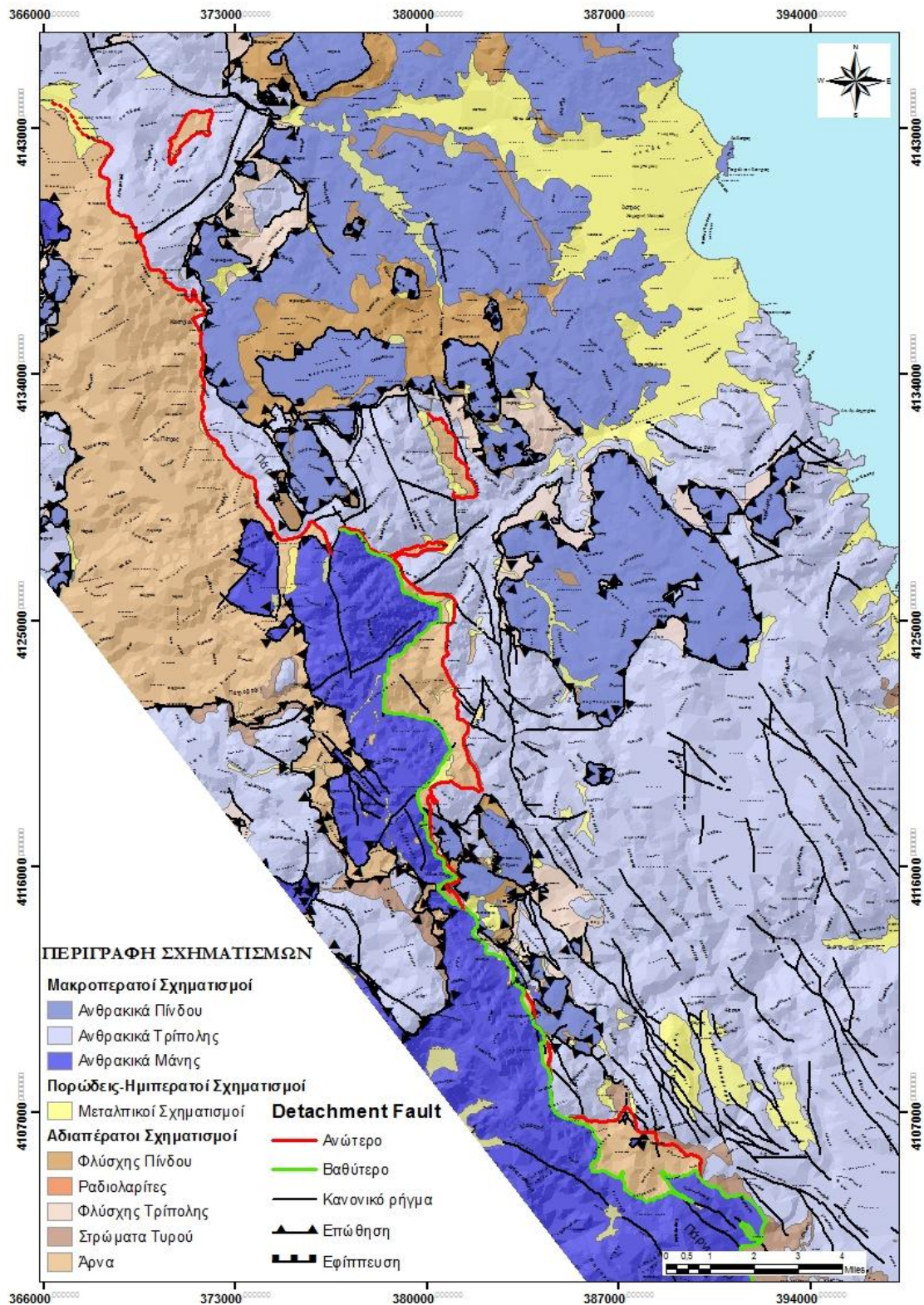
iii) Αδιαπέρατους σχηματισμούς, μέσα από αυτούς τους σχηματισμούς η ροή του νερού είναι πολύ μικρή και πρακτικά μηδενική.

4.2.2. ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Οι διάφοροι αλπικοί σχηματισμοί που συναντάμε στην περιοχή μελέτης μας εμφανίζουν σημαντική λιθολογική ομοιογένεια και ως εκ τούτου η υδρολογική τους συμπεριφορά είναι αρκετά σαφής.

4.2.2.1. Υδροπερατοί Σχηματισμοί

Χαρακτηρίζονται από το γεγονός, ότι σημαντικό ποσοστό του νερού των βροχοπτώσεων κατεισδύει στα βαθύτερα στρώματα, όπου, εφόσον υπάρχουν και άλλες κατάλληλες συνθήκες δημιουργεί υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, ή επιστρέφει στην επιφάνεια του έδαφους υπό μορφή πηγών. Σ' αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα πετρώματα που δεν έχουν πόρους αλλά η κίνηση του νερού γίνεται από ένα δίκτυο ρωγμών και εγκοίλων. Η κίνηση του νερού γίνεται προς ορισμένες διευθύνσεις και όχι σε όλη την έκταση του πετρώματος, εκτός αν το πέτρωμα είναι έντονα καρστικοποιημένο.



Εικόνα 4.1 : Υδρολιθολογικός χάρτης στην ευρύτερη περιοχή του Ανατολικού Πάργονα.

Οι ασβεστόλιθοι αποτελούν τυπικό παράδειγμα μακροπερατών πετρωμάτων και θα μελετηθούν αναλυτικότερα παρακάτω. Αυτοί οι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι οι πλέον ενδιαφέροντες από άποψη υπόγειας υδροφορίας.

Στην κατηγορία αυτοί ανήκουν οι εξής γεωλογικοί σχηματισμοί:

- ✚ Τα μάρμαρα της ενότητας της Μάνης
- ✚ Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ενότητας της Τρίπολης
- ✚ Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ενότητας της Πίνδου

Ανθρακικά Ενότητα Μάνης

Η Ενότητα της Μάνης, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, συνίσταται από μάρμαρα και κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους μεγάλου πάχους, με λεπτές ενδιαστρώσεις πυριτιολίθων. Φαίνεται ότι παρουσιάζουν μεγάλη καρστικοποίηση αλλά όχι σαν αυτή των ασβεστόλιθων της Τρίπολης (Εικ. 4.2).

Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν έχει παρατηρηθεί στην περιφέρεια εμφάνισης αυτών των σχηματισμών καμία πηγαία εκφόρτιση και αυτό οφείλεται στο ότι πρόκειται για τον βαθύτερο καρστικό υδροφόρο ορίζοντα στην περιοχή μας, ο οποίος τροφοδοτείται, εκτός από τις βροχοπτώσεις, από το σύνολο του υδρογραφικού δικτύου που το διασχίζει, από την επαφή του με άλλους υδροπερατούς σχηματισμούς, όπως για παράδειγμα τους υπερκείμενους σχηματισμούς της Ενότητας της Τρίπολης στις περιοχές Πλατανάκι, Μικρή Τούρλα και Ψαρή, ή λόγω υδραυλικής επικοινωνίας με άλλους σχηματισμούς που δεν είναι ορατοί στην επιφάνεια.



Εικόνα 4.2 : Εναλλαγές πυριτικών στρώσεων με λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους της Μάνης, κοντά στην περιοχή της Καστάνιτσας.

Ανθρακικά Ενότητας Τρίπολης

Τα ανθρακικά πετρώματα των ενοτήτων Τρίπολης και Πίνδου ανήκουν στα υδροπερατά πετρώματα αλλά παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Τα ανθρακικά πετρώματα της Ενότητας της Τρίπολης αποτελούνται από ασβεστόλιθους, δολομιτικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες, μέσα στους οποίους αναπτύσσονται οι σημαντικότεροι υδροφόροι οριζόντες. Εμφανίζονται έντονα καρστικοποιημένοι (Εικ. 4.3-4.4), με μεγάλους συντελεστές κατείδωσης και με χαρακτηριστικές καρστικές δομές, όπως οι καταβόθρες Τάκας και Ριζών.

Η κίνηση του νερού εντός των ανθρακικών σχηματισμών παρουσιάζει μεγάλες ταχύτητες ροής και εκφόρτιση μέσω πηγών, που κατά κανόνα έχουν μεγάλες παροχές. Για παράδειγμα, η πηγή του Πλάτανου, που εκφορτίζει

ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Τρίπολης έχει μια παροχή της τάξης των 230-1230 m³/h ανάλογα με την εποχή του χρόνου.



Εικόνα 4.3: Καρστικοποίηση των ανθρακικών της Τρίπολης, κοντά στην περιοχή του Πλατάνου.



Εικόνα 4.4: Καρστικοποίηση των ανθρακικών της Τρίπολης, κοντά στην περιοχή της Σίταινας.

Ανθρακικά Ενότητας Πίνδου

Πρόκειται για εναλλαγές λεπτοπλακώδων και παχυπλακώδων ασβεστόλιθων, με εναλλαγές πυριτολίθων και μαργών, που παρουσιάζονται λιγότερο καρστικοποιημένα, σε σχέση με τα αντίστοιχα της ενότητας της Τρίπολης (Εικ. 4.5). Αυτό επιβεβαιώνεται από τις παροχές των πηγών που εκφορτίζουν ανθρακικά πετρώματα και των δύο ενοτήτων.

Η πηγή της Περδικόβρυσης εκφορτίζει τους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Πίνδου και έχει μια παροχή της τάξης των 5-27 m³/h ανάλογα με την εποχή του χρόνου.

Παρατηρούμε μεγάλες διαφορές της παροχής μεταξύ των ανθρακικών της Τρίπολης, με αυτών της Πίνδου και αυτό διότι εμφανίζουν διαφορετικό συντελεστή κατείδυσης, που οφείλεται στην παρουσία ενδιαστρώσεων πυριτολίθων και μαργών στα ανθρακικά της Πίνδου, που εμποδίζουν την καρστικοποίηση. Επιπλέον τα ανθρακικά της Τρίπολης είναι λιγότερο πτυχωμένα και παχυστρωματώδη, ενώ αυτά της Πίνδου πολυπτυχωμένα και λεπτοπλακώδη, γεγονός που επίσης εμποδίζει την καρστικοποίηση.



Εικόνα 4.5 : Η ισχυρή τεκτονική παραμόρφωση των ασβεστόλιθων της Πίνδου και η μακροχρόνια έκθεσή τους στους παράγοντες της διάβρωσης, έχει ως αποτέλεσμα την καρστικοποίηση του συνόλου της μάζας τους και τη διεύρυνση των τεκτονικών ασυνεχειών (στην περιοχή νότια του χωριού Μελιγγαλιάς).

4.2.2.2. Ημιπερατοί Σχηματισμοί

Οι σχηματισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται από ασυνεχή ή περιορισμένη υδροφορία. Το μεγαλύτερο μέρος των νερών της βροχόπτωσης, που δέχονται οι σχηματισμοί αυτοί απορρέει, ενώ μικρό ποσοστό κατεισδύει βαθύτερα και συντηρεί ασθενούς δυναμικότητας επιφανειακή υδροφορία.

Στην κατηγορία αυτοί ανήκουν οι εξής γεωλογικοί σχηματισμοί:

- ✚ Αποσαθρωμένα τμήματα των σχηματισμών της Ενότητας Άρνας
- ✚ Αποσαθρωμένα τμήματα των στρωμάτων Τυρού της Τρίπολης
- ✚ Μεταβατικά στρώματα της Ενότητας Πίνδου προς Φλύσχη

Αποσαθρωμένα τμήματα της Ενότητας Άρνας

Σε αυτή την κατηγορία μπορούμε να εντάξουμε εν μέρει τους σχηματισμούς της Ενότητας της Άρνας. Περιλαμβάνει μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους σε εναλλαγές με Χαλαζίτες και μπορεί να παρουσιάζει ρωγμώδη υδροφορία στα τμήματα του αποσαθρωμένου πετρώματος, εξαρτώμενο από τον τοπικό τεκτονισμό. Παρουσιάζει ένα ασήμαντο πρωτογενές πορώδες, αλλά ένα πολύ σημαντικό δευτερογενές ενεργό πορώδες, που φτάνει σε μικρό βάθος.

Γενικά, όμως θεωρείται αδιαπέρατος σχηματισμός και λειτουργεί σαν στεγανό υπόβαθρο για τα ανθρακικά της Τρίπολης, εμποδίζοντας την υδραυλική επικοινωνία των ανθρακικών της Τρίπολης με τα ανθρακικά της Μάνης

Αποσαθρωμένα τμήματα των στρώματων Τυρού της Τρίπολης

Τα Στρώματα Τυρού που αποτελούν τη βάση στην στωματογραφική κολώνα της Τρίπολης, όπου εμφανίζονται ή αναμένεται να εμφανιστούν, συμπεριφέρονται ακριβώς όπως συμπεριφέρονται οι σχιστόλιθοι.

Στην περιοχή μελέτης τα Στρώματα Τυρού αποτελούνται από ηφαιστειακά και ιζηματογενή πετρώματα. Τα ηφαιστειακά συνίσταται από τόφφους, τοφφίτες, λάβες και ηφαιστειακά λατυποπαγή. Τα ιζηματογενή από ελαφρά μεταμορφωμένους μεταπηλίτες, μεταψαμμίτες, πολύμικτα λατυποπαγή και κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους και δολομίτες.

Ένας τέτοιος σχηματισμός φιλοξενεί υδροφόρους ορίζοντες μικρής έως μέτριας δυναμικότητας στις πάσης φύσεως διακλάσεις, καθώς παρουσιάζει, όπως και οι σχιστόλιθοι ένα ασήμαντο πρωτογενές και ένα πολύ πιο σημαντικό δευτερογενές ενεργό πορώδες, που φτάνει σε μικρό βάθος.

Μεταβατικά στρώματα προς Φλύσχη της Ενότητας Πίνδου

Πρόκειται για εναλλαγές μαργών και λεπτοπλακώδων ασβεστόλιθων. Υπάρχουν περιπτώσεις που λόγω της πολυπύχωσης της Ενότητας τα στρώματα αυτά υπόκεινται των ασβεστολιθικών σχηματισμών και συμπεριφέρονται σαν στεγανοί. Κανονικά όμως υπέρκεινται των ασβεστόλιθων της Ενότητας και εξαιτίας της παρουσίας ασβεστολιθικών ενδιαστρώσεων στο σχηματισμό αναπτύσσεται, ανάλογα με την έκτασή τους, σχετική υδροφορία, με τη μορφή πηγών επαφής. Αυτοί οι σχηματισμοί συναντώνται κύρια στο βόρειο μέρος της περιοχής έρευνας (Πλάτανα, Ξηροκάμπι, Μελιγγού).

4.2.2.3. Αδιαπέρατοι Σχηματισμοί

Πρόκειται για σχηματισμούς που δεν επιτρέπουν την διέλευση του νερού στην μάζα τους και το μεγαλύτερο μέρος των νερών της βροχόπτωσης που δέχονται απορρέει, μικρό ποσοστό κατεισδύει βαθύτερα και συντηρεί ασθενούς δυναμικότητας επιφανειακή υδροφορία στον αποσαθρωμένο μανδύα.

Σε αυτή την κατηγορία εντάσσουμε τους εξής σχηματισμούς:

- ✚ Τους σχιστόλιθους της Ενότητας Άρνας
- ✚ Τα στρώματα Τυρού της Τρίπολης
- ✚ Το φλύσχη της Ενότητας Τρίπολης
- ✚ Τους Ιλυόλιθους και τους Ραδιολαρίτες της Ενότητας Πίνδου
- ✚ Το φλύσχη της Ενότητας Πίνδου

Σχιστολιθοί Ενότητα Άρνας

Καθοριστικός είναι ο ρόλος των σχηματισμών της Ενότητας της Άρνας, όπως θα δούμε και παρακάτω, διότι αποτελεί το υπόβαθρο του κύριου καρστικού υδροφόρου ορίζοντα και οφείλεται για την δημιουργία των πηγών που θα μελετήσουμε.

Όπως έχουμε αναφέρει και παραπάνω, αποτελείται από μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους σε εναλλαγές με χαλαζίτες και είναι κατεξοχήν αδιαπέρατος σχηματισμός, σε τμήματα του υγιούς πετρώματος. Καταλαμβάνει μεγάλο μέρος της περιοχής μελέτης μας και κυρίως το κεντρικό και δυτικό τμήμα αυτής.

Στρώματα Τυρού Τρίπολης

Τα Στρώματα Τυρού της Τρίπολης, όπως έχουμε αναφέρει και παραπάνω, αποτελείται από ηφαιστειακά και ιζηματογενή πετρώματα και είναι κατεξοχήν αδιαπέρατος σχηματισμός, σε τμήματα του υγιούς πετρώματος. Στην υπό μελέτη περιοχή έχουν μικρές σχετικά εμφανίσεις και κυρίως στο νότιο τμήμα αυτής, όπως για παράδειγμα στην περιοχή της Βλησιδιάς και του Κοσμά.

Φλύσχης Ενότητας Τρίπολης

Ο φλύσχης της Τρίπολης αποτελείται από εναλλαγές ψαμμιτών, και ιλυολίθων, ενώ περιέχει ενδιαστρώσεις ασβεστόλιθων και κροκαλοπαγών. Ένας τέτοιος σχηματισμός θεωρείται πρακτικά αδιαπέρατος, διότι παρόλο την παρουσία των ασβεστόλιθων και των κροκαλοπαγών, στο σύνολό του διαμορφώνει έναν ιδιαίτερα υδατοστεγανό σχηματισμό που προκαλεί ανάσχεση της υπόγειας ροής και είναι το αίτιο εμφάνισης πηγών.

Ιλυόλιθοι και Ραδιολαρίτες Ενότητας Πίνδου

Το σύστημα ραδιολαριτών, κερατόλιθων και ψαμμιτών της ενότητας της Πίνδου είναι θεωρητικά αδιαπέρατο. Κατά θέσεις όπου επικρατούν οι ραδιολαρίτες και οι κερατόλιθοι μπορεί να αναπτύσσονται ευνοϊκές συνθήκες διακίνησης υπόγειου νερού και ενδεχόμενος ανάπτυξης υδροφορίας, στις περισσότερες όμως εμφανίσεις τους οι κερατόλιθοι και οι ραδιολαρίτες εναλλάσσονται με πηλινικές ενδιαστρώσεις, οι οποίες πληρώνουν με αργιλικό υλικό τις ασυνέχειες ή δεν επιτρέπουν την υδραυλική επικοινωνία των κερατολιθικών στρωμάτων μεταξύ τους.

Φλύσξης Ενότητας Πίνδου

Η υδρολιθολογική συμπεριφορά του φλύσχη της Πίνδου είναι όμοια με αυτή του φλύσχη της Τρίπολης.

Ο φλύσξης της Πίνδου αποτελείται κυρίως από ψαμμίτες και μάργες, ενώ κατά θέσεις παρατηρούνται ενδιαστρώσεις μαργαϊκών ασβεστόλιθων. Ένας τέτοιος σχηματισμός θεωρείται πρακτικά αδιαπέρατος, διότι παρόλο την παρουσία των ασβεστολιθικών φακών, που υπάρχουν κατά θέσεις και μπορεί να σχηματιστούν επικρεμάμενοι υδροφόροι ορίζοντες, είναι πολύ μικρής έκτασης και έτσι δεν παρουσιάζουν υδρογεωλογικό ενδιαφέρον.

4.3. ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

4.3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το υδατικό σύστημα της ευρύτερης περιοχής μελέτης συνίσταται από μια σειρά υδροφόρων οριζόντων οι οποίοι αναπτύσσονται τόσο μέσα στους αλπικούς σχηματισμούς, όσο και μέσα στους μεταλπικούς σχηματισμούς, καθώς επίσης και από ένα αριθμό μικρών ή μεγάλων καρστικών πηγών που εκφορτίζουν τους υδροφόρους ορίζοντες. Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι καρστικοί υδροφόροι ορίζοντες των αλπικών σχηματισμών. Αντίθετα, οι υδροφόροι ορίζοντες που αναπτύσσονται μέσα στα μεταλπικά ιζήματα είναι περιορισμένης δυναμικότητας.

Μεταξύ των διαφόρων υδροφορέων υπόγειου νερού υπάρχει συχνά αλληλεπίδραση, κυρίως με υπόγειες τροφοδοσίες του ενός υδροφόρου προς τον άλλο, αλλά και με μικρή σχετικά διήθηση επιφανειακού πηγαίου νερού μέσα σε υδροφόρους ορίζοντες.

4.3.2. ΥΔΡΟΦΟΡΟΙ ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ ΑΛΠΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Οι υδροφόροι ορίζοντες των αλπικών σχηματισμών αναπτύσσονται κυρίως μέσα στα ανθρακικά πετρώματα και ως εκ τούτου πρόκειται για καρστικούς υδροφόρους ορίζοντες, αλλά αναπτύσσονται και υδροφόροι ορίζοντες μικρής ως ικανοποιητικής δυναμικότητας υδροφορία, στα σκληρά διερρηγμένα πετρώματα (π.χ. Στρώματα Τυρού), σε τμήματα όπου επικρατεί η τεκτονική διάρρηξη, όπως έχουμε αναφέρει στην υδρολιθολογία.

Η γεωγραφική κατανομή και η τεκτονοστρωματογραφική σχέση των γεωλογικών σχηματισμών στην υπό μελέτη περιοχή, οδηγεί αρχικά στο διαχωρισμό πέντε κύριων συστημάτων:

- ✚ Το καρστικό σύστημα των ανθρακικών της Ενότητας της Πίνδου
- ✚ Το καρστικό σύστημα των ανθρακικών της Ενότητας της Τρίπολης
- ✚ Το καρστικό σύστημα των ανθρακικών της Ενότητας της Μάνης

- ✚ Οι ρωγμώδης υδροφόροι ορίζοντες των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Ενότητας της Άρνας
- ✚ Οι ρωγμώδης υδροφόροι ορίζοντες των Στρωμάτων Τυρού της Τρίπολης

Βασικό διακριτικό χαρακτηριστικό, αυτών των καρστικών συστημάτων, είναι η επαλληλία στην ανάπτυξή τους. Δηλαδή, άσχετα με το εάν παρεμβάλλεται μεταξύ τους το σχετικά αδιαπέρατο σύστημα των σχιστόλιθων για τα καρστικά συστήματα της Μάνης και της Τρίπολης ή ο αδιαπέρατος φλύσχος της Τρίπολης για τα καρστικά συστήματα Τρίπολης - Πίνδου, ή ακόμα και στην περίπτωση που εφάπτονται απευθείας, πρόκειται για ομάδες ανθρακικών σχηματισμών που αν μη τι άλλο έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά καρστικοποίησης λόγω και των λιθολογικών διαφορών τους αλλά και λόγω του βαθμού καρστικοποίησης που έχουν υποστεί κατά την επίσης διαφορετική διάρκεια έκθεσής τους στην επιφάνεια. Γ' αυτό άλλωστε και η απευθείας επαφή μεταξύ τους παρουσιάζεται καρστικοποιημένη, παρά τη βέβαιη υδραυλική επικοινωνία.

● *Το καρστικό σύστημα των ανθρακικών της Ενότητας της Πίνδου*

Οι πιο σημαντικοί υδροφόροι ορίζοντες της περιοχής μελέτης αναπτύσσονται μέσα στα ανθρακικά της Ενότητας της Πίνδου, λόγω της επαφής των ανθρακικών της Ενότητας της Πίνδου στους ραδιολαρίτες και τους ιλυόλιθους της ίδιας Ενότητας ή των επωθήσεων αυτής στο φλύσχη της Ενότητας της Τρίπολης.

Στην περιοχή της υδρολογικής λεκάνης του Τανού, δυτικά προς την Περδικόβρυση-Μερκούρη μέχρι ανατολικά στο μέτωπο Τιμενίου – Ξηροπήγαδου, δημιουργείται ένα καρστικό σύστημα, το οποίο αποτελείται από ανθρακικούς σχηματισμούς της Ενότητας της Πίνδου.

Συγχρόνως, στην περιοχή Ανδρίτσας – Πλατάνας – Ελαιοχωρίου, αναπτύσσεται επιμέρους καρστικό σύστημα με κύρια εκφόρτιση στην πηγή

της Ανδρίτσας, και αυτό λόγω της εφίππευσης των ανθρακικών σχηματισμών της Ενότητας της Πίνδου στους στεγανούς σχηματισμούς του φλύσχη και των μεταβατικών προς τον φλύσχη της ίδιας Ενότητας.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην περιοχή του Ελαιοχωρίου μπορούμε να παρατηρήσουμε την απ' ευθείας επαφή των ανθρακικών της Ενότητας της Πίνδου πάνω στα ανθρακικά της Ενότητας τη Τρίπολης. Γεγονός, που μας πιστοποιεί την υδραυλική επικοινωνία των δύο Ενοτήτων.

Στον Άγιο Πέτρο – Καστρί μέχρι ανατολικά τις πηγές Μουστού, η περιοχή δομείται από ανθρακικούς σχηματισμούς της Ενότητας της Πίνδου και σ' αυτή την περίπτωση δημιουργείται ένα καρστικό σύστημα. Η κύρια εκφόρτιση του συστήματος είναι το επίπεδο της θάλασσας με τις πηγές Μουστού.

Στις περιοχές Ξηροκάμπι και Μελιγκούς – Χάραδρος έχουμε την δημιουργία δύο επιμέρους καρστικών συστημάτων, με τα ανθρακικά της Πίνδου να υπέρκειται του φλύσχη και των μεταβατικών προς το φλύσχη της ίδιας ενότητας, με εκφορτίσεις στις αντίστοιχες καρστικές πηγές .

Δυο επί μέρους καρστικά συστήματα έχουμε και στην περιοχή του Πραστού και του Ορεινού Καρακοβουνίου, όπου και εκφορτίζονται μέσω πηγών, που τροφοδοτούν το κύριο σύστημα και σ' αυτή την περίπτωση, οφείλουν τη δημιουργία τους στην επώθηση των ανθρακικών σχηματισμών της Ενότητας της Πίνδου πάνω στο σχηματισμό του φλύσχη της Ενότητας της Τρίπολης.

Τέλος δυτικά του υψιπέδου της Βασκίνας αναπτύσσεται και ένα ακόμα καρστικό σύστημα με εκφορτίσεις ασβεστολιθικών σχηματισμών σε υψηλότερα επίπεδα περίπου 700 μέτρα και οφείλεται σε επώθησεις των ανθρακικών σχηματισμών της Ενότητας της Πίνδου πάνω στο φλύσχη της Ενότητας της Τρίπολης (Υδροσυστήματα Αγ. Βασιλείου, Παλαιοχωρίου, Πλατανακίου).

• Το καρστικό σύστημα των ανθρακικών της Ενότητας της Τρίπολης

Εξίσου σημαντικοί είναι και οι υδροφόροι ορίζοντες που αναπτύσσονται μέσα στα ανθρακικά της Ενότητας της Τρίπολης. Οι σχιστόλιθοι της Ενότητας της Άρνας, αλλά εν μέρει και τα στρώματα Τυρού στη βάση της Ενότητας της Τρίπολης αποτελούν το αδιαπέρατο υπόβαθρο αυτών.

Στην περιοχή έχουμε ρήγματα με διεύθυνση Β-Ν, τα οποία είναι υπεύθυνα για τη δημιουργία επιμέρους συστημάτων. Χαρακτηριστικά είναι αυτά που αναπτύσσονται στις περιοχές της Αγίας Σοφίας, του Πλατάνου, της Σίταινας και της Μαζιάς, λόγω της επανεμφάνισης της Ενότητας της Άρνας που υπόκειται των ανθρακικών της Ενότητας της Τρίπολης, με εκφορτίσεις στις αντίστοιχες καρστικές πηγές, που θα αναλύσουμε παρακάτω.

Ένα άλλο καρστικό σύστημα εντοπίζεται μεταξύ των περιοχών Καστάνισσα, Αγ. Ανδρέα και Τυρού και οριοθετείται από τους ασβεστόλιθους της Ενότητας της Τρίπολης, εκφορτίζοντας στο επίπεδο της θάλασσας στις πηγές Ορθολίθι – Κρυονέρι.

Η περιοχή του Λεωνιδίου, Φωκιανού και Βασκίνας αποτελεί ένα μεγάλο καρστικό σύστημα που δομείται από ασβεστόλιθους της Ενότητας της Τρίπολης και υπέρκειται των αδιαπέρατων σχηματισμών της Ενότητας της Άρνας.

Το σύστημα αυτό έχει υποστεί έντονο τεκτονισμό και υψηλή καρστικοποίηση. Ως επίπεδα αναφοράς του, αποτελούν οι παράκτιες πηγές του Πελιά με υφάλμυρο νερό και οι πηγές των Πουλίθρων στα σημεία επαφής του στεγανού υποβάθρου της Ενότητας της Τρίπολης με τα στρώματα Τυρού της ίδιας Ενότητας. Η αποστράγγιση του νερού από το υψίπεδο Πελετών – Τοιταλίων γίνεται κύρια και μέσω καταβοθρών σε δύο κύριους άξονες εκείνο του Πελιά και εκείνο της πηγής Πουλίθρων και Πλάκας.

Ο ποταμός Λαφνώνας που διαρρέει την περιοχή τροφοδοτεί εκτός των περιπτώσεων πλημμυρικής παροχής, τους ασβεστόλιθους του συστήματος .

Το όλο σύστημα στα παράκτια επίπεδα είναι κατά περιοχές επιβαρυνόμενο από την «είσοδο» της θάλασσας λόγω παλαιοτεκτονισμού και άμεσης

γειννίασης των ασβεστολιθικών σχηματισμών με τη θάλασσα, αλλά και μη επιβαρυμένο λόγω της προστασίας, που παρέχεται από τον αδιαπέρατο σχηματισμό των στρωμάτων Τυρού της Τρίπολης και των Φυλλιτών-Χαλαζιτών της Άρνας, όταν υπάρχει εμφάνισή τους στο επίπεδο της θάλασσας. Σε όλη την παράκτια ζώνη Λεωνιδίου – Φωκιανού παρατηρούνται υποθαλάσσιες και παράκτιες πηγές, ανάλογα του σχετικού υψομέτρου της εκφόρτισης του νερού μέσω των καρστικών αγωγών με τη στάθμη της θάλασσας.

Όπως και για το καρστικό σύστημα των ανθρακικών της Πίνδου, έτσι και εδώ αναπτύσσεται δυτικά του υψιπέδου της Βασκίνας ένα καρστικό σύστημα με εκφορτίσεις ασβεστολιθικών σχηματισμών σε υψηλότερα επίπεδα περίπου 700 μέτρα και οφείλεται σε ράκη των ασβεστόλιθων της Ενότητας της Τρίπολης στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο (Υδροσυστήματα Κουνουπιάς, Μαρί, Βλησιδιάς).

• *Το καρστικό σύστημα των ανθρακικών της Ενότητας της Μάνης (Plattenkalk)*

Ένας άλλος σημαντικός υδροφόρος ορίζοντας αναπτύσσεται μέσα στα πλακώδη μάρμαρα της Ενότητας της Μάνης. Στην υπό μελέτη περιοχή τα μάρμαρα αυτά παρουσιάζουν αξιόλογη σχετικά εμφάνιση και εντοπίζονται στον πυρήνα του αντικλίνου του Πάρωνα.

Ο υδροφόρος ορίζοντας που δημιουργείται μέσα σ' αυτούς του σχηματισμούς έχει μεγάλη δυναμικότητα, αλλά δεν υπάρχουν εκφορτίσεις του υδροφορέα στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, ώστε να συναχθούν γενικότερες εκτιμήσεις. Όπως είδαμε παραπάνω πρόκειται για τον βαθύτερο υδροφόρο ορίζοντα στην περιοχή μελέτης και πιθανόν να επικοινωνεί με άλλους υπερκείμενους υδροφόρους ορίζοντες που αναπτύσσονται στα ανθρακικά πετρώματα της Ενότητας της Τρίπολης, εφόσον υπάρχει άμεση επαφή και υδραυλική επικοινωνία.

• *Οι ρωγμώδης υδροφόροι ορίζοντες των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Ενότητας της Άρνας*

Στην περιοχή Αγ. Πέτρου, Καράτουλα, Καστρί, Νέα Χώρα, όπου υπάρχουν οι εμφανίσεις της Ενότητας της Άρνας, αναπτύσσονται ρωγμώδεις υδροφόροι ορίζοντες κατά θέσεις, όπου το πέτρωμα είναι τεκτονικά διερρηγμένο με ποιοτική υποβάθμιση του υδροφόρου λόγω υψηλών συγκεντρώσεων ιόντων Fe και Mn.

• *Οι ρωγμώδης υδροφόροι ορίζοντες των Στρωμάτων Τυρού της Τρίπολης*

Στην περιοχή της Βλησιδιάς και Πουλήθρας, όπου υπάρχουν οι εμφανίσεις των στρωμάτων Τυρού της Ενότητας της Τρίπολης, αναπτύσσονται και εδώ κατά θέσεις ρωγμώδεις υδροφόροι ορίζοντες, όπου το πέτρωμα είναι τεκτονικά διερρηγμένο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

*ΠΗΓΕΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ
ΡΗΓΜΑΤΟΣ ΑΠΟΚΟΛΛΗΣΗΣ*

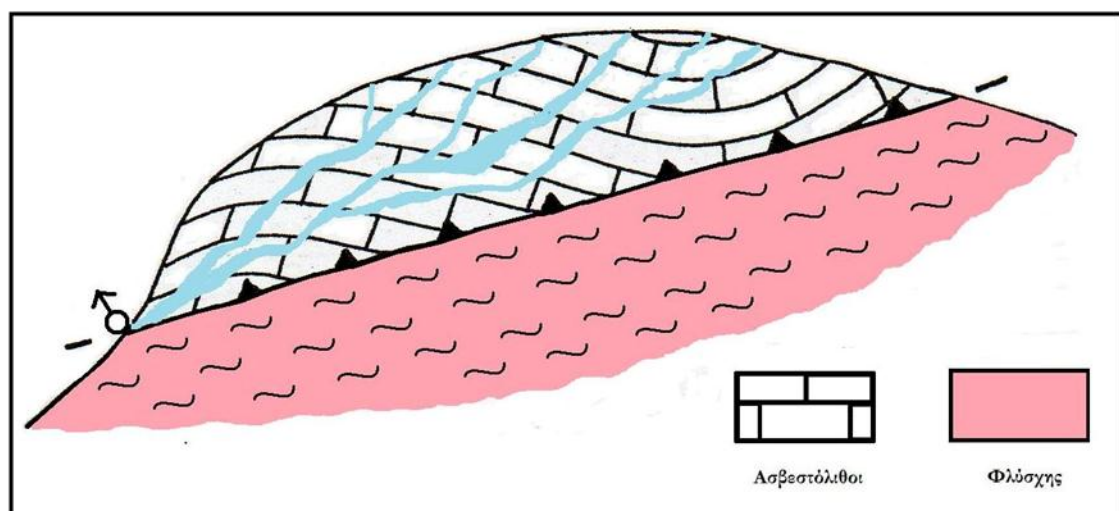
5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πηγές και οι αναβλύσεις εξαρτώνται τόσο από τους κλιματολογικούς παράγοντες όσο και από την μορφολογία, την πετρογραφία και την τεκτονική της περιοχής. Πρόκειται για την κίνηση του υπόγειου νερού προς φυσική εκφόρτιση, με την κατανάλωση, βεβαίως, του διαθέσιμου υδραυλικού φορτίου του. Οι πηγές εμφανίζονται με πολλές μορφές και η κατάταξη τους γίνεται με διάφορα κριτήρια, όπως (Στουρναρας, 2007):

- Το σημείο εμφάνισης της πηγής
- Την κινούσα δύναμη
- Το διαμορφωμένο υδραυλικό φορτίο
- Τα χαρακτηριστικά του σημείου εμφάνισης

Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης συναντάμε πολυάριθμες πηγές διαφόρων μηχανισμών λειτουργίας. Στην παρούσα όμως εργασία θα ασχοληθούμε με τις πηγές επαφής (Εικ. 5.1) και πιο συγκεκριμένα με τις πηγές που έχουν δημιουργηθεί εξαιτίας του Συστήματος Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου.

Οι πηγές επαφής οφείλουν την δημιουργία τους στο διαμορφωμένο υδραυλικό φορτίο, δηλαδή το υπόγειο νερό βρίσκεται μόνο σε μεγαλύτερα υψόμετρα από το υψόμετρο του σημείου της πηγής.



Εικόνα 5.1: Σχηματική τομή πηγής επαφής.

Ωστόσο πρέπει να αναφέρουμε ότι η κίνηση του νερού που κατεισδύει εντός των διάφορων υδροφόρων οριζόντων της περιοχής και ο σχηματισμός των υδροφόρων οριζόντων εντός αυτών εξαρτώνται από την σχετική θέση αυτών πάνω από τους στεγανούς σχηματισμούς της περιοχής. Για την καλύτερη όμως κατανόηση της κίνησης του νερού και κατ'επέκταση της εύρεσης και του μηχανισμού λειτουργίας των πηγών κατασκευάστηκε ο Υπεδαφικός Χάρτης του Ρήγματος Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου.

Αρχικά πρέπει να αναφέρουμε ότι ταυτόχρονα πρόκειται κυρίως για τον Υπεδαφικό χάρτη μεταξύ των αδιαπέρατων σχηματισμών της Ενότητας της Άρνας με τους υπερκείμενους υδροπερατούς ανθρακικούς σχηματισμούς της Τρίπολης, με εξαίρεση το νότιο τμήμα της περιοχής μελέτης μας, όπου ποικίλει. Έτσι, παρατηρώντας τις καμπύλες παρατάξεων στο Βόρειο τμήμα του χάρτη, μπορούμε αρχικά να δούμε την κίνηση του υπόγειου νερού να έχει μια διεύθυνση προς τα Ανατολικά, που αυτό μας δείχνει ότι ο τελικός προορισμός είναι η θάλασσα, δηλαδή ο Αργολικός κόλπος. Χαρακτηριστικές είναι άλλωστε οι παράκτιες πηγές του Μουστου και του Φωκιανού, αλλά και η υποθαλάσσια πηγή του Αναβάλλου στο Παράλιο Άστρος και της υποθαλάσσιας – παράκτιας πηγής των Πουλιθρών.

Ωστόσο, πολυάριθμες είναι οι πηγές που συναντάμε σε όλη την περιοχή μελέτης μας από μικρής μέχρι ύψιστης σημασίας, όπου αναλύουμε παρακάτω.

5.2. ΠΗΓΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στην υπό μελέτη περιοχή οι πηγές επαφής έχουν δημιουργηθεί εξαιτίας των κανονικών ρηγμάτων του Συστήματος Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου, που έφερε σε τεκτονική επαφή τους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Τρίπολης, με τους υποκείμενους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της ενότητας της Άρνας.

Οι πηγές που εντοπίσαμε αρχικά με τον υπεδαφικό χάρτη και επιβεβαιώσαμε στην ύπαιθρό, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Πιν. Ι). Όπως μπορούμε να δούμε υπάρχουν πηγές με ιδιαίτερα μικρή παροχή, όπως οι πηγή της Σίταινας (Εκκλησία) στο Δήμο της Βόρειας Κυνουρίας, που είναι της τάξης του $2,10\text{-}27\text{m}^3/\text{h}$. Υπάρχουν όμως και πηγές, πολύ λιγότερες αριθμητικά με μεγάλη παροχή, όπως η πηγή του Πλατάνου, όπου η παροχή της είναι αρκετή για να καλύψει τις ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης ολόκληρου του δήμου της Βόρειας Κυνουρίας!

α/α	ΠΗΓΗ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΑΡΟΧΗ (m^3/h)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΧΡΗΣΗ
1)	ΜΑΝΑΣ	ΑΓ. ΣΟΦΙΑΣ	~20	620	ΥΔΡΕΥΣΗ
2)	ΚΟΤΡΩΝΑΣ	ΝΕΑ ΧΩΡΑ	~15	639	ΥΔΡΕΥΣΗ
3)	ΠΛΑΤΑΝΟΥ	ΠΛΑΤΑΝΟΣ	MIN= 203	433	ΥΔΡΕΥΣΗ
			MAX= 1.230		
4)	ΚΑΣΤΑΝΙΤΣΑ	ΡΕΜΑ ΜΑΖΙΑΣ	MIN= 27	700	ΥΔΡΕΥΣΗ
			MAX= 455		
5)	ΕΚΚΛΗΣΙΑ	ΣΙΤΑΙΝΑ	MIN= 2	650	ΥΔΡΕΥΣΗ
			MAX= 27		
6)	ΘΟΛΟΣ	ΣΙΤΑΙΝΑ	MIN= 3	659	ΥΔΡΕΥΣΗ
			MAX= 30		

Πίνακας Ι: Οι υπό μελέτη πηγές της περιοχής.

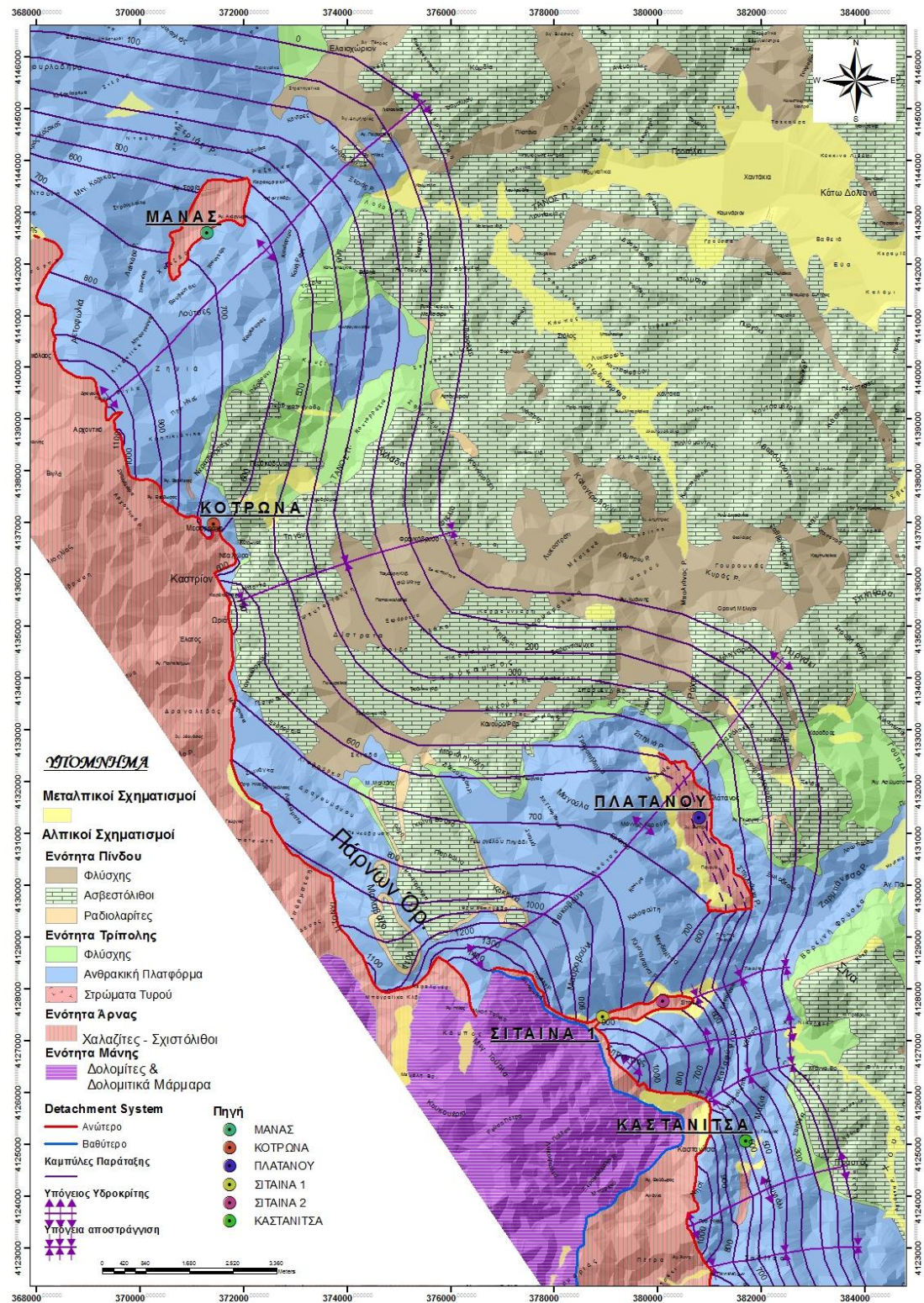
* Τα στοιχεία των παροχών των πηγών αποτελούν πηγές από το αρχείο του Ι.Γ.Μ.Ε.

Προκειμένου να κατανοηθεί ο μηχανισμός λειτουργίας των πηγών, που απαντούν εξαιτίας του ρήγματος αποκόλλησης, θα μελετήσουμε τον υπεδafικό τεκτονικό χάρτη της επαφής των ανθρακικών της Τρίπολης με τους υποκείμενους σχιστόλιθους της Άρνας, όπως έχουμε ήδη αναφέρει (Εικ. 5.3).

Η κατασκευή του υπεδafικού τεκτονικού χάρτη για την περιοχή μελέτης βασίστηκε στο γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ, στο φύλλο Άστρος, κλίμακα 1:50.000, και στο γεωλογικό χάρτη της Κεντροανατολικής Πελοποννήσου (Ανατολικός Πάρνωνας) του Ε. Σκούρτσου, 2002. Η ισοδιάσταση που επιλέχτηκε ήταν 100 μέτρα. Η όλη επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια του προγράμματος ArcGIS 9.3, για την καλύτερη απεικόνιση και την παραγωγή πολλών εικόνων, λόγω των χρήσιμων εργαλείων που διαθέτει.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει από την μελέτη του Υπεδαφικού τεκτονικού χάρτη έχουμε μια μείωση των καμπύλων παρατάξεων προς τα ΒΑ, όπου μας προσδίδει την γενική κλίση του ρήγματος, με διαφορά του Βόρειου τμήματος του χάρτη από του Νότιου, όπου εμφανίζουν 6° και 15°-30° αντίστοιχα. Για την λεπτομερέστερη περιγραφή του υπεδafικού χάρτη θα αναφερθούμε σε κάθε πηγή ξεχωριστά.

Ωστόσο, υπάρχει μια περίπτωση κατά μήκος του Ρήγματος Αποκόλλησης, όπου αναμέναμε πηγή, αλλά δεν εμφανίζεται και αυτό ίσως οφείλεται στην μικρή έκταση αποστράγγισης. Αυτή η περίπτωση εμφανίζεται στον Άγιο Βασίλειο, στην περιοχή της Μεσοράχης, στα ανθρακικά της Τρίπολης έχουμε την εμφάνιση ενός τεκτονικού παραθύρου της ενότητας της Άρνας. Έτσι παρατηρώντας και τον Υπεδαφικό χάρτη, η κίνηση του νερού στα ανθρακικά της Τρίπολης έχει διεύθυνση προς τα Ανατολικά και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αναμέναμε, έστω και πολύ μικρής δυναμικότητας πηγή.



Εικόνα 5.3: Υπεδαφικός χάρτης των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Άρνας με τα υπερχείμμενα ανθρακικά της Τρίπολης, στην περιοχή μελέτης.

5.2.1. ΠΗΓΗ «ΜΑΝΑΣ»

Η πηγή της «Μάνας» βρίσκεται στην κοινότητα της Αγ. Σοφίας στο Δήμο της Β. Κυνουρίας, λίγο πιο έξω από το χωριό, νοτιοανατολικά αυτού. Η κοινότητα έχει ανεργεθεί στην πλαγιά των ορεινών όγκων που εκτείνεται Νότια του ρέματος Ξεριά (παραπόταμος του Τανού ποταμού) πλησίον και κατά μήκος της εθνικής οδού Τριπόλεως - Άστρους σ' ένα υψόμετρο 550-600 μέτρων περίπου.

Όσον αφορά την πηγή, πρόκειται για μια πηγή συνεχούς ροής, που βρίσκεται σε μέσο υψόμετρο 620 μέτρων, στην οποία και έχει γίνει υδρομάστευση. Το νερό της υδρομάστευσης τροφοδοτεί τον Οικισμό της Αγ. Σοφίας (Εικ. 5.5 και υπάρχει μια υπερχειλίση της τάξεως των 5 m³/h (Εικ. 5.4).

Η συνολική παροχή της πηγής είναι περίπου 20 m³/h και συγκαταλέγεται στις μικρές πηγές για την περιοχή μελέτης. Όπως προ αναφέραμε, πρόκειται για πηγή επαφής, καθώς το νερό αναβλύζει από τους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Τρίπολης με τους υποκείμενους αδιαπέρατους σχηματισμούς της ενότητας της Άρνας, που εμφανίζουν μια έκταση 2 km² περίπου.

Τα ανθρακικά της Ενότητα της Τρίπολης καταλαμβάνουν σημαντική έκταση. Συγκεντρώνουν όλες τις προϋποθέσεις ανάπτυξης αλλά και συντήρησης, όπου το επιτρέπουν οι τεκτονικές – μορφολογικές συνθήκες καρστικής υδροφορίας. Το βασικό επίπεδο αναφοράς της εν λόγω υδροφορίας διαμορφώνεται στο επίπεδο της θάλασσας. Τοπικά όμως λόγω της παρουσίας των στεγανών σχηματισμών του υποβάθρου διαμορφώνεται, εξ αιτίας τεκτονικών και μορφολογικών συνθηκών, με επίπεδο αναφοράς την τεκτονική επαφή με τους υποκείμενους σχηματισμούς.

Στην πραγματικότητα όμως πρόκειται για εκφόρτιση καρστικού υδροφόρου ορίζοντα, τα νερά του οποίου πριν την ανάβλυση από την πηγή τροφοδοτούν πλευρικά τον σχετικά μεταμορφωμένο σχηματισμό της Ενότητας της Άρνας και αυτό διότι τόσο οι ζώνες αποσάθρωσης όσο και οι ζώνες διάρρηξης καθιστούν τον σχηματισμό σχετικά υδροπερατό.

Ωστόσο θεωρούνται στεγανοί σχηματισμοί, οι οποίοι και ρυθμίζουν, όσο το επιτρέπουν οι μορφολογικές – τεκτονικές συνθήκες, την αποστράγγιση μέρους των νερών των υπερκείμενων ανθρακικών της Ενότητας της Τρίπολης.

Συμφωνά με τον Υπεδαφικό χάρτη (Εικ. 5.6), οι καμπύλες παρατάξεων δημιουργούν ένα αντίκλινο, ο άξονας του οποίου μας δείχνει την ύπαρξη ενός υπόγειο υδροκρίτη. Έτσι στο Βόρειο σκέλος αυτού μπορούμε να παρατηρήσουμε την υπόγεια κίνηση του νερού (από τις καμπύλες παρατάξεων) προς τα ΒΒΑ, όπου και εκφορτίζεται η πηγή «Μάνας».

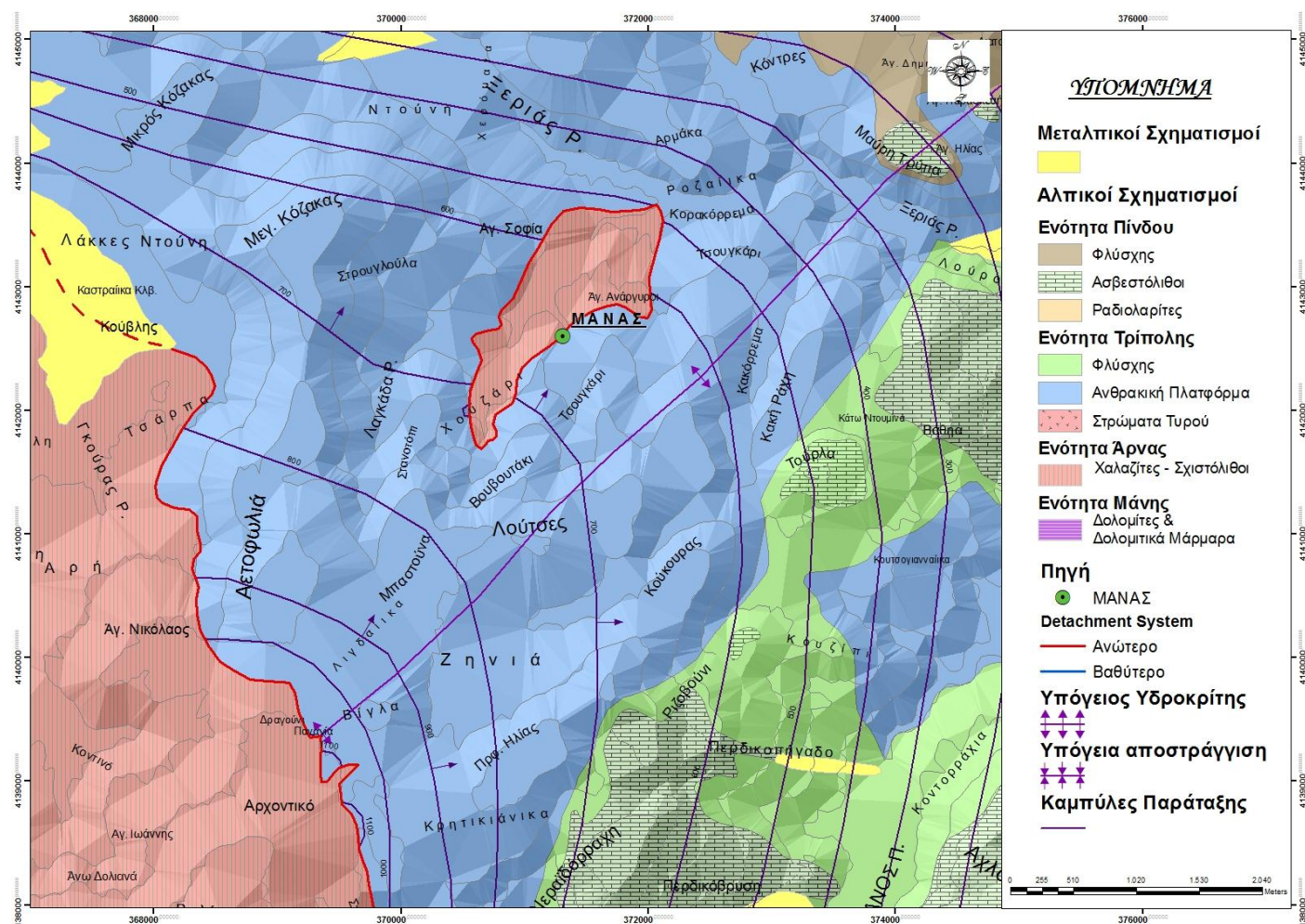
Ο μηχανισμός λειτουργίας της πηγής φαίνεται στη γεωλογική τομή Α - Α' (βλέπε Γεωλογικό Χάρτη Εικ. 5.7) που ακολουθεί παρακάτω (Εικ. 5.8).



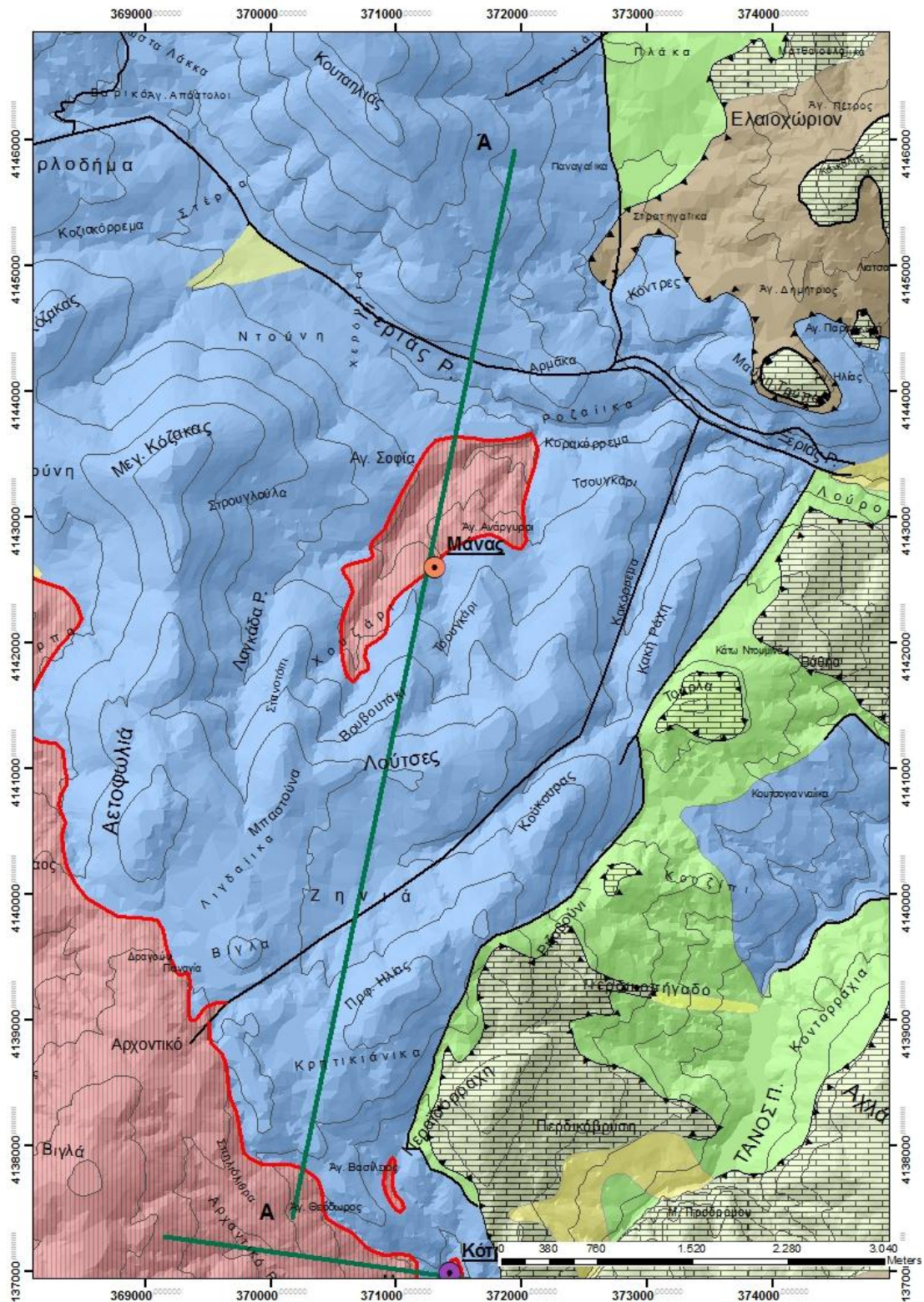
Εικόνα 5.4: Νερό υπερχείλισης από την υδρομάστευση, Πηγή «Μάνας».



Εικόνα 5.5: Υδρομάστευση της πηγής «Μάνας».

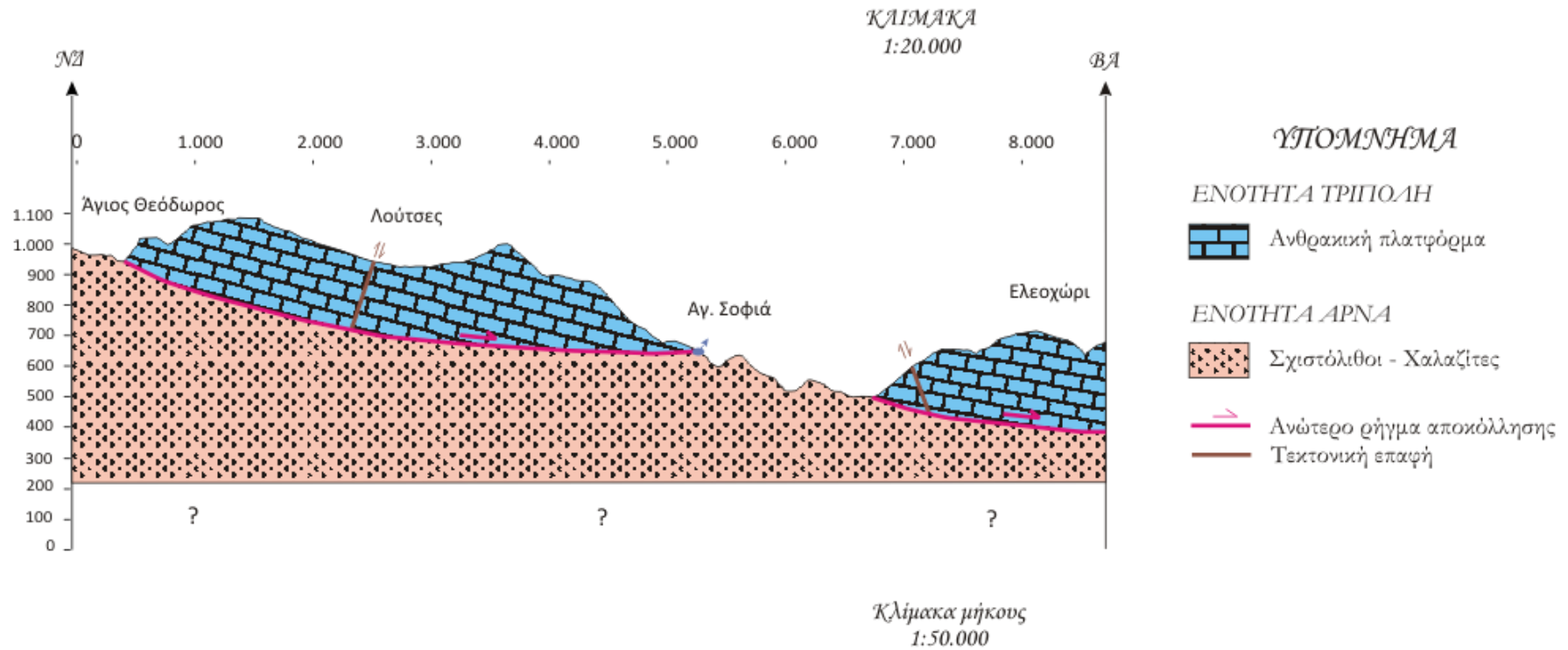


Εικόνα 5. 6: Υπεδαφικός χάρτης των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Άρνας με τα υπερκείμενα ανθρακικά της Τρίπολης, στην περιοχή της Αγ. Σοφίας.



Εικόνα 5.7: Πηγή Μάνας - Τομή Α-Α.

Πηγή Μάννας



Εικόνα 5.8: Ο μηχανισμός λειτουργίας της πηγής «Μάννας» (Τομή Εικ. 5.7).

5.2.2. ΠΗΓΗ ΚΟΤΡΩΝΑ

Η πηγή Κότρωνα βρίσκεται στην κοινότητα της Νέας Χώρας στο Δήμο της Β. Κυνουρίας, λίγο πιο έξω από το χωριό, νοτιοανατολικά αυτού. Πρόκειται για μια πηγή διάσπαρτης ανάβλυσης (Εικ. 5.9), συνεχούς ροής, που βρίσκεται σε μέσο υψόμετρο 639 μέτρων, στην οποία και έχει γίνει μερική υδρομάστευση. Το νερό της υδρομάστευσης χρησιμοποιείται τόσο για ύδρευση όσο και για άρδευση του χωριού.



Εικόνα 5.9 : Νερό υπερχείλισης από την υδρομάστευση, Πηγή «Κότρωνας».

Η συνολική παροχή της πηγής είναι περίπου 15 m³/h και συγκαταλέγεται στις μικρές πηγές για την περιοχή μελέτης. Πρόκειται για πηγή επαφής, καθώς το νερό αναβλύζει από τους ανθρακικούς σχηματισμούς

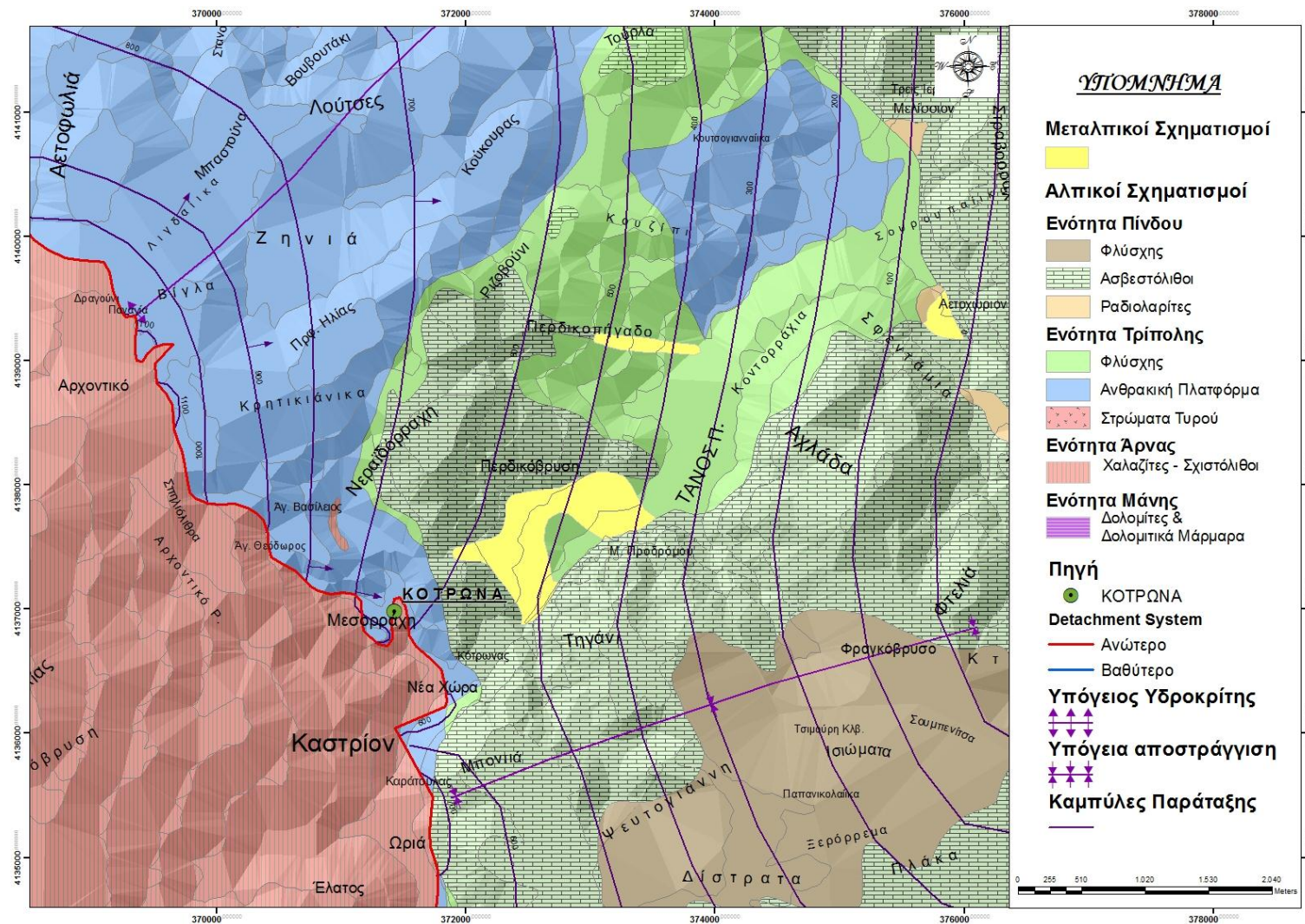
της ενότητας της Τρίπολης με τους υποκείμενους αδιαπέρατους σχηματισμούς της ενότητας της Άρνας.

Στην πραγματικότητα όμως πρόκειται για εκφόρτιση καρστικού υδροφόρου ορίζοντα, τα νερά του οποίου πριν την ανάβλυση από την πηγή τροφοδοτούν πλευρικά τον σχετικά μεταμορφωμένο σχηματισμό της Ενότητας της Άρνας και αυτό διότι τόσο οι ζώνες αποσάθρωσης όσο και οι ζώνες διάρρηξης καθιστούν τον σχηματισμό σχετικά υδροπερατό.

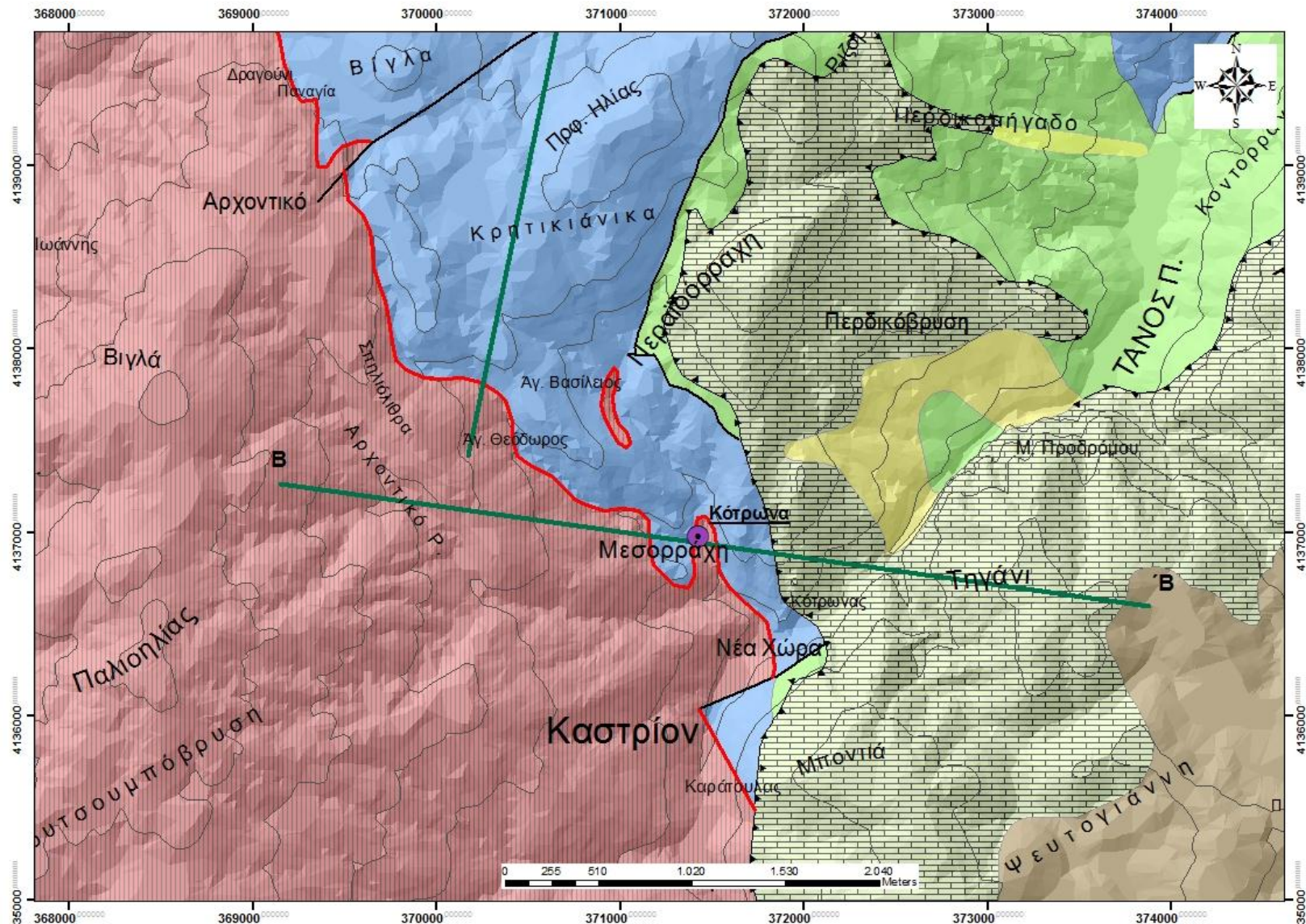
Ωστόσο θεωρούνται στεγανοί σχηματισμοί, οι οποίοι και ρυθμίζουν, όσο το επιτρέπουν οι μορφολογικές – τεκτονικές συνθήκες, την αποστράγγιση μέρους των νερών των υπερκείμενων ανθρακικών της Ενότητας της Τρίπολης.

Συμφωνά με τον Υπεδαφικό χάρτη (Εικ. 5.10), οι καμπύλες παρατάξεων έχουν μια τοπική κλίση προς τα ΝΑ, όπου μας δείχνουν την κίνηση του υπόγειου νερού στα ανθρακικά πετρώματα της Ενότητας της Τρίπολης. Έτσι μια μικρή ποσότητα εκφορτίζεται από την πηγή Κότρωνας, ενώ η μεγαλύτερη ποσότητα του υπογείου νερού κινείται προς το επίπεδο της θάλασσας και αυτή η πολύ μικρή παροχή οφείλεται στην μικρής έκτασης αποστράγγισης.

Ο μηχανισμός λειτουργίας της πηγής φαίνεται στη γεωλογική τομή Β - Β' (βλέπε Γεωλογικό Χάρτη Εικ. 5.11) που ακολουθεί παρακάτω (Εικ. 5.12).

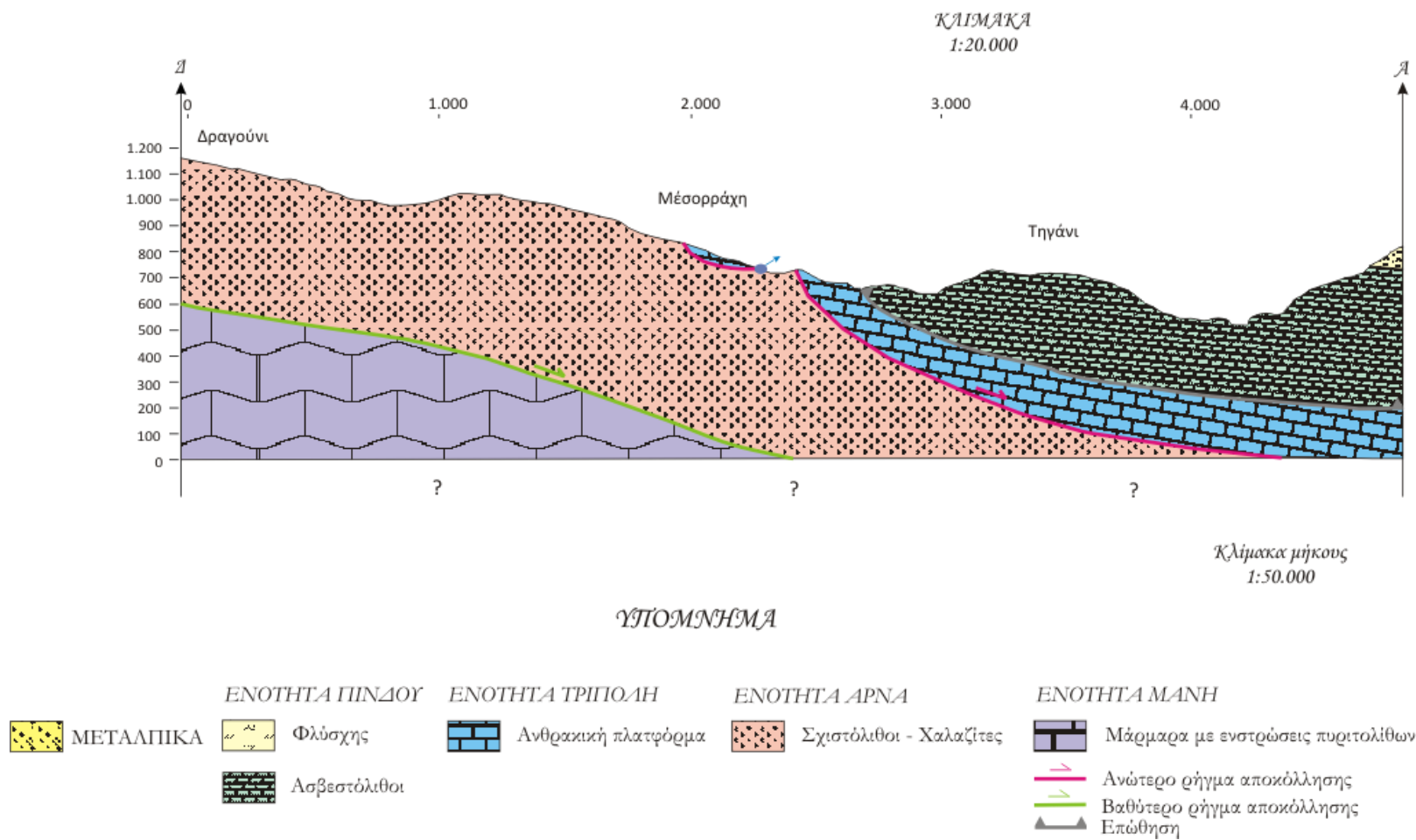


Εικόνα 5.10: Υπεδαφικός χάρτης των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Άρνας με τα υπερείμενα ανθρακικά της Τρίπολης, στην περιοχή της Νέας Χώρας.



Εικόνα 5.11: Πηγή Κότρωνα - Τομή Β-Β.

Πηγή Κότρωνα



Εικόνα 5.12: Ο μηχανισμός λειτουργίας της πηγής Κότρωνας (Τομή Εικ. 5.11).

5.2.3. ΠΗΓΗ ΠΛΑΤΑΝΟΥ

Η πηγή του Πλατάνου βρίσκεται στο Δήμο της Β. Κυνουρίας, στην είσοδο του χωριού. Πρόκειται για μια πηγή διάσπαρτης ανάβλυσης (Εικ. 5.13-5.16), συνεχούς ροής, που βρίσκεται σε μέσο υψόμετρο 464 μέτρων, στην οποία και έχει γίνει μερική υδρομάστευση. Το νερό της υδρομάστευσης χρησιμοποιείται τόσο για ύδρευση όσο και για άρδευση του χωριού, ενώ στην πραγματικότητα θα μπορούσε να επιλύσει τα προβλήματα ύδρευσης και άρδευσης όλου του Δήμου Βόρειας Κυνουρίας.

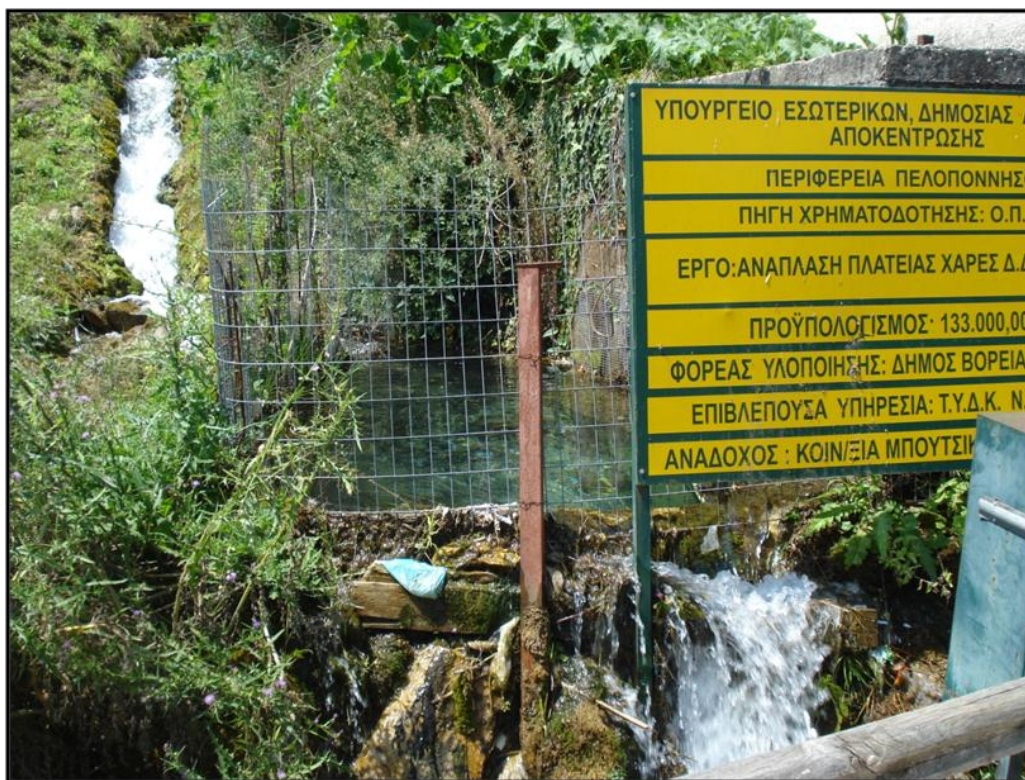
Η συνολική παροχή της πηγής είναι αρκετά μεγάλη για τα δεδομένα της περιοχής μελέτης και κυμαίνεται, ανάλογα με τους θερινούς και χειμερινούς μήνες, από μια ελάχιστη παροχή 203 m³/h έως μια μέγιστη παροχή 1.230 m³/h.

Πρόκειται για καρστική πηγή επαφής, καθώς το νερό αναβλύζει από τους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Τρίπολης με τον υποκείμενο αδιαπέρατο σχηματισμό της ενότητας της Άρνας, που δρα σαν ρυθμιστής της αποστράγγισης των υπερκείμενων υδροφόρων.

Στην πραγματικότητα όμως πρόκειται για εκφόρτιση καρστικού υδροφόρου ορίζοντα, μεγάλης δυναμικότητας υδροφορίας. Από την πηγή Πλατάνου εκφορτίζεται μέρος του σημαντικού καρστικού υδροφόρου ορίζοντα, ο οποίος φιλοξενείται στα ανθρακικά πετρώματα του Πευκόβουνου.

Σύμφωνα με τον Υπεδαφικό χάρτη (Εικ. 5.17), οι καμπύλες παρατάξεων δημιουργούν ένα αντίκλινο, ο άξονας του οποίου μας δείχνει την ύπαρξη ενός υπόγειο υδροκρίτη. Έτσι στο Βόρειο σκέλος αυτού μπορούμε να παρατηρήσουμε την υπόγεια κίνηση του νερού (από τις καμπύλες παρατάξεων) προς τα ΒΑ, όπου το υπόγειο νερό καταλήγει στο επίπεδο της θάλασσας, αντίθετα με το Νότιο σκέλος αυτού που το υπόγειο νερό κινείται προς τα Α-ΒΑ, όπου μια μικρή ποσότητα τροφοδοτεί τις πηγές της Σίταινας (όπως θα αναλύσουμε παρακάτω), μια άλλη μικρή ποσότητα κινείται προς το επίπεδο της θάλασσας, αλλά η μεγαλύτερη ποσότητα εκφορτίζεται από την πηγή του Πλατάνου.

Ο μηχανισμός λειτουργίας της πηγής φαίνεται στη γεωλογική τομή Γ - Γ' (βλέπε Γεωλογικό Χάρτη Εικ. 5.18) που ακολουθεί παρακάτω (Εικ. 5.19).



Εικόνα 5.13: Τα έργα διευθέτησης στην περιοχή εκφόρτισης της πηγής του Πλατάνου.



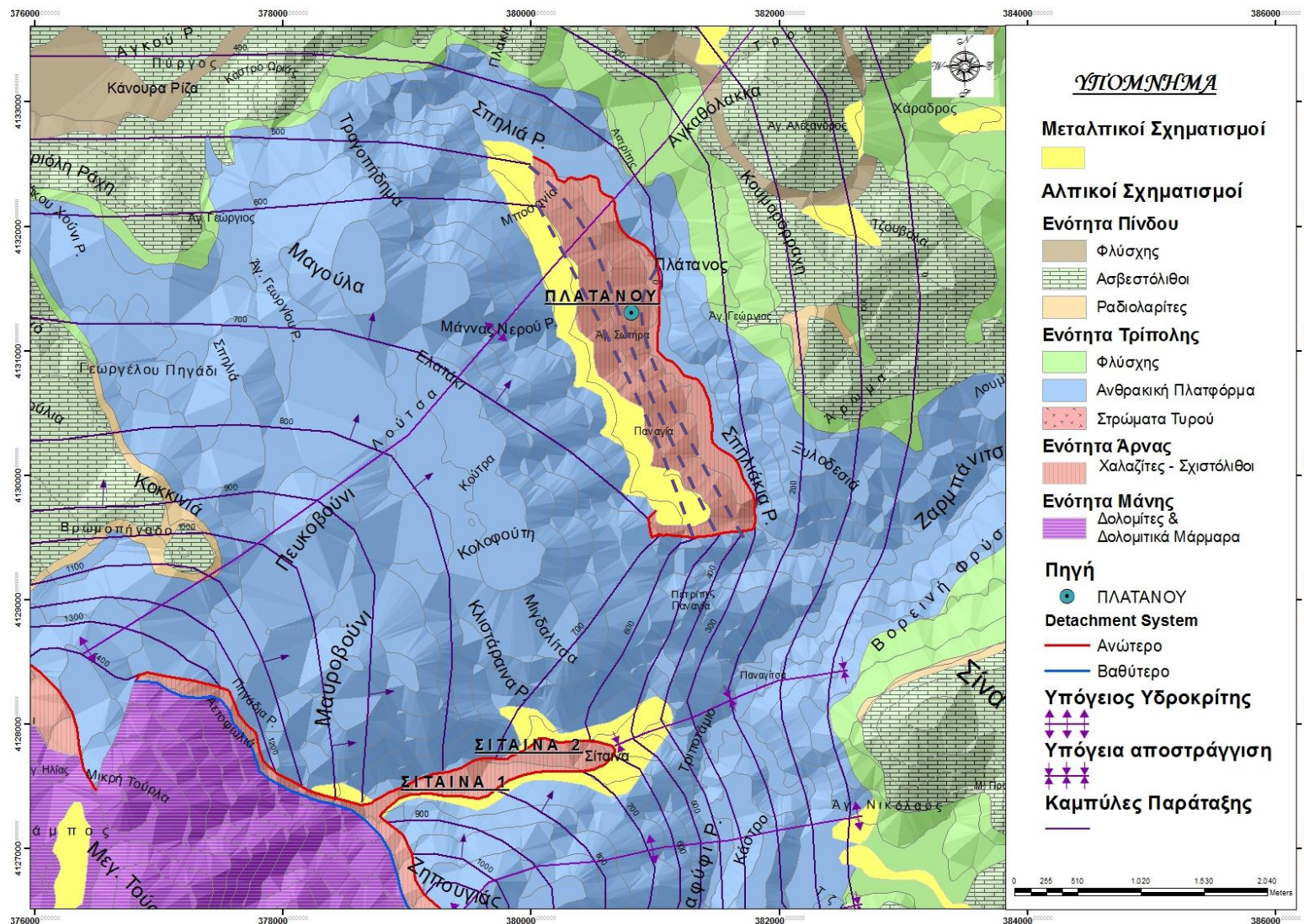
Εικόνα 5.14: Τα έργα διευθέτησης στην περιοχή εκφόρτισης της πηγής του Πλατάνου.



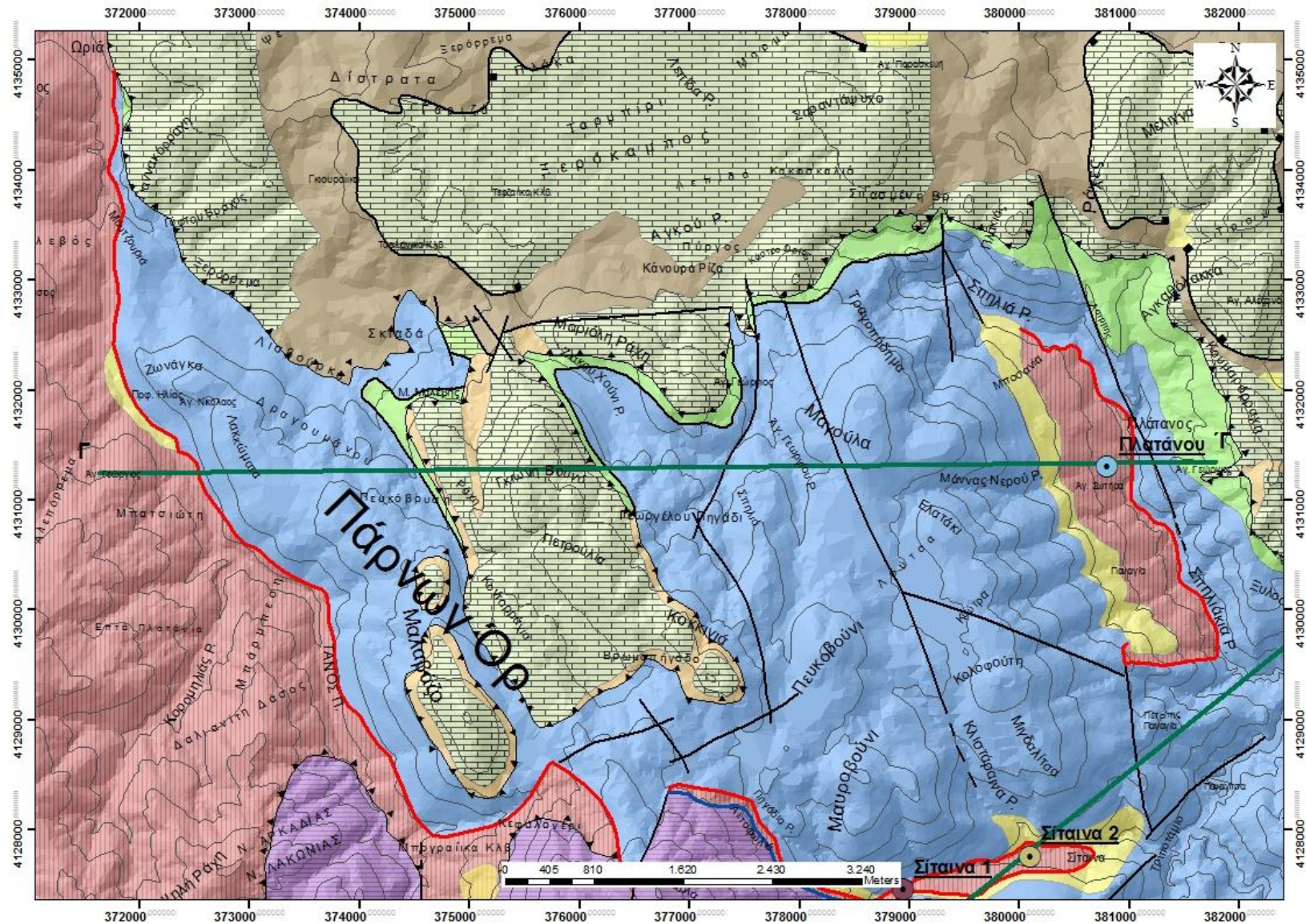
Εικόνα 5.15: Ο καταρράκτης που δημιουργεί η πηγή του Πλατάνου.



Εικόνα 5.16: Η δημιουργία σημειακής εκφόρτισης, από την παροχή της πηγής του Πλατάνου.

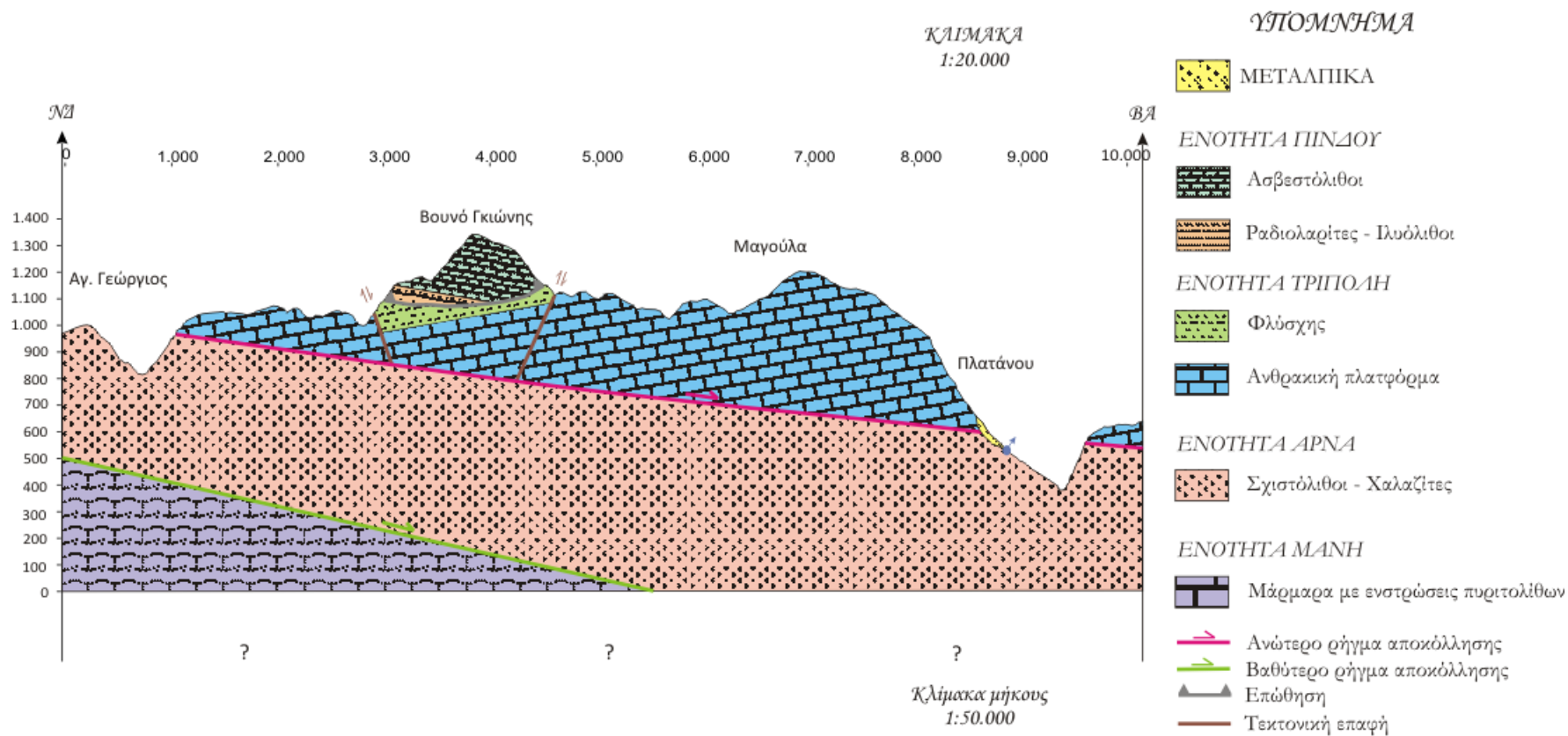


Εικόνα 5.17: Υπεδαφικός χάρτης των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Άρνας με τα υπερκείμενα ανθρακικά της Τρίπολης, στην περιοχή του Πλατάνου.



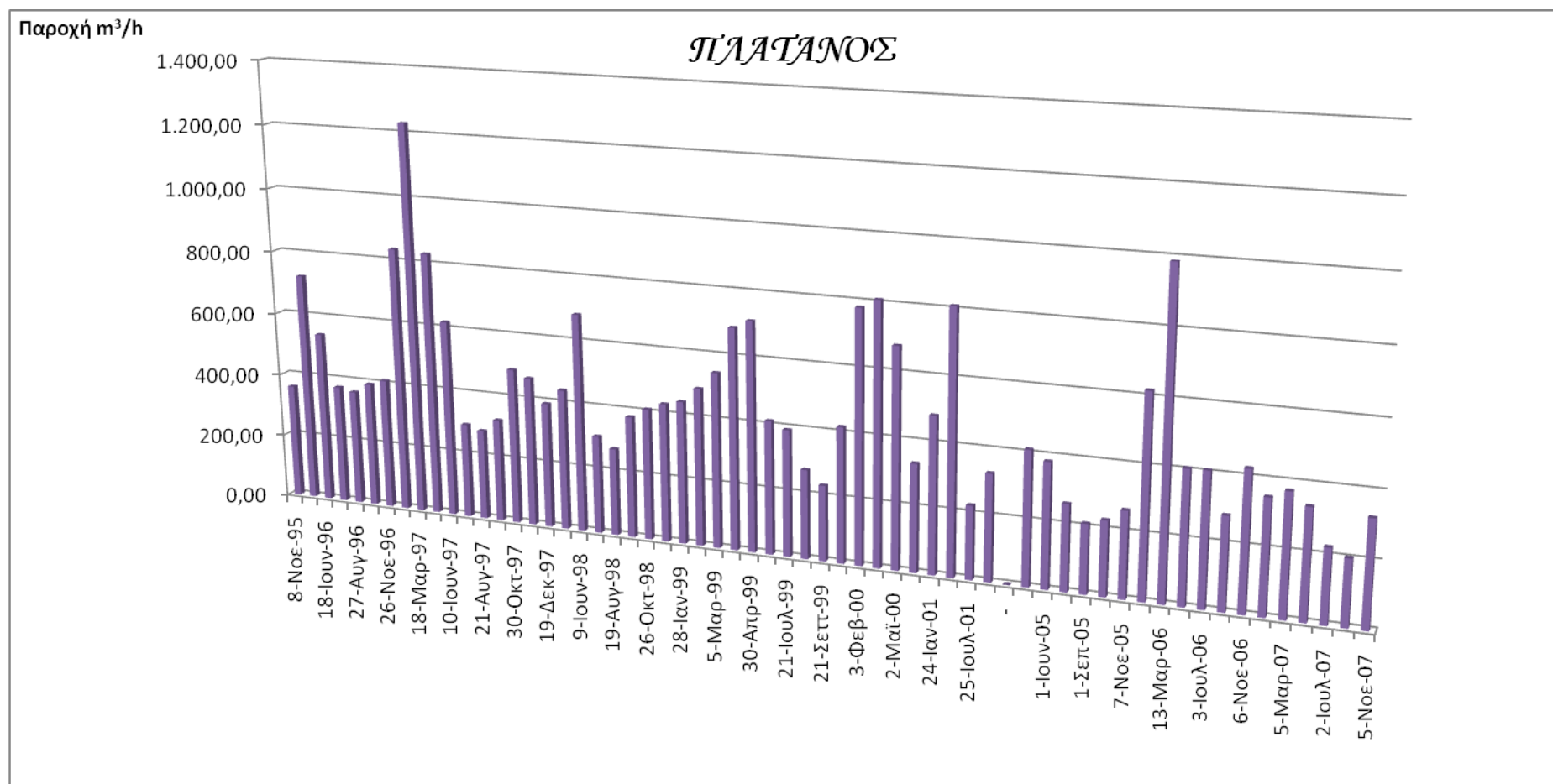
Εικόνα 5.18: Πηγή Πλατάνου - Τομή Γ-Γ.

Πηγή Πλατάνου



Εικόνα 5.19: Ο μηχανισμός λειτουργίας της πηγής Πλατάνου (Τομή Εικ. 5.18).

Νομός:		ΑΡΚΑΔΙΑΣ			
Δήμος:		Β.ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ			
Δημ.Διαμ		ΠΛΑΤΑΝΟΣ			
Περιοχή		ΠΛΑΤΑΝΟΣ		Συντεταγμένες:	X: 0380806
					Y: 4131308
Χρήση		Ύδρευση			Z: 433
α/α	Ημερ/μνία	Παροχή m ³ /h	α/α	Ημερ/μνία	Παροχή m ³ /h
1	8-Νοε-95	360,00	31	21-Ιουλ-99	393,00
2	6-Μαΐ-96	724,00	32	18-Αυγ-99	277,00
3	18-Ιουν-96	540,00	33	21-Σεπ-99	235,00
4	31-Ιουλ-96	373,10	34	15-Δεκ-99	420,00
5	27-Αυγ-96	363,00	35	3-Φεβ-00	782,00
6	24-Σεπ-96	394,00	36	22-Φεβ-00	810,00
7	26-Νοε-96	411,00	37	2-Μαΐ-00	680,00
8	17-Φεβ-97	836,00	38	26-Ιουλ-00	334,00
9	18-Μαρ-97	1.230,00	39	24-Ιαν-01	484,00
10	11-Μαΐ-97	830,00	40	4-Μαΐ-01	811,00
11	10-Ιουν-97	620,00	41	25-Ιουλ-01	227,00
12	22-Ιουλ-97	297,00	42	5-Οκτ-01	330,00
13	21-Αυγ-97	283,00		-	-
14	18-Σεπ-97	323,00	43	11-Απρ-05	413,00
15	30-Οκτ-97	490,00	44	1-Ιουν-05	384,00
16	27-Νοε-97	468,00	45	1-Αυγ-05	265,00
17	19-Δεκ-97	393,00	46	1-Σεπ-05	213,00
18	21-Ιαν-98	441,00	47	6-Οκτ-05	230,00
19	9-Ιουν-98	683,00	48	7-Νοε-05	266,00
20	8-Ιουλ-98	307,00	49	9-Ιαν-06	619,55
21	19-Αυγ-98	273,00	50	13-Μαρ-06	987,37
22	22-Σεπ-98	380,00	51	15-Μαΐ-06	408,00
23	26-Οκτ-98	410,00	52	3-Ιουλ-06	409,00
24	30-Νοε-98	432,00	53	4-Σεπ-06	284,85
25	28-Ιαν-99	445,00	54	6-Νοε-06	426,86
26	11-Φεβ-99	491,00	55	8-Ιαν-07	351,00
27	5-Μαρ-99	545,00	56	5-Μαρ-07	375,00
28	1-Απρ-99	688,00	57	4-Ιουν-07	337,00
29	30-Απρ-99	713,00	58	2-Ιουλ-07	227,00
30	22-Ιουν-99	415,00	59	5-Σεπ-07	203,00
			60	5-Νοε-07	325,00



5.2.4. ΠΗΓΗ ΚΑΣΤΑΝΙΤΣΑ

Η πηγή Καστάνιτσα βρίσκεται Δυτικά της Κοινότητας Πραστού σε απόσταση 1500 μέτρων, περίπου εντός βαθιάς χαράδρας και σε υψόμετρο 650 μέτρων. Πρόκειται για καρστική πηγή επαφής, συνεχούς ροής και με σημειακή ανάβλυση (Εικ. 5.20).

Η δημιουργία της οφείλεται στην επαφή των ανθρακικών σχηματισμών της ενότητας της Τρίπολης με του υποκείμενους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της ενότητας της Άρνας. Οι προσκείμενοι ασβεστολιθικοί όγκοι δυτικά της πηγής, είναι αυτοί στους οποίους και οφείλει την τροφοδοσία της.

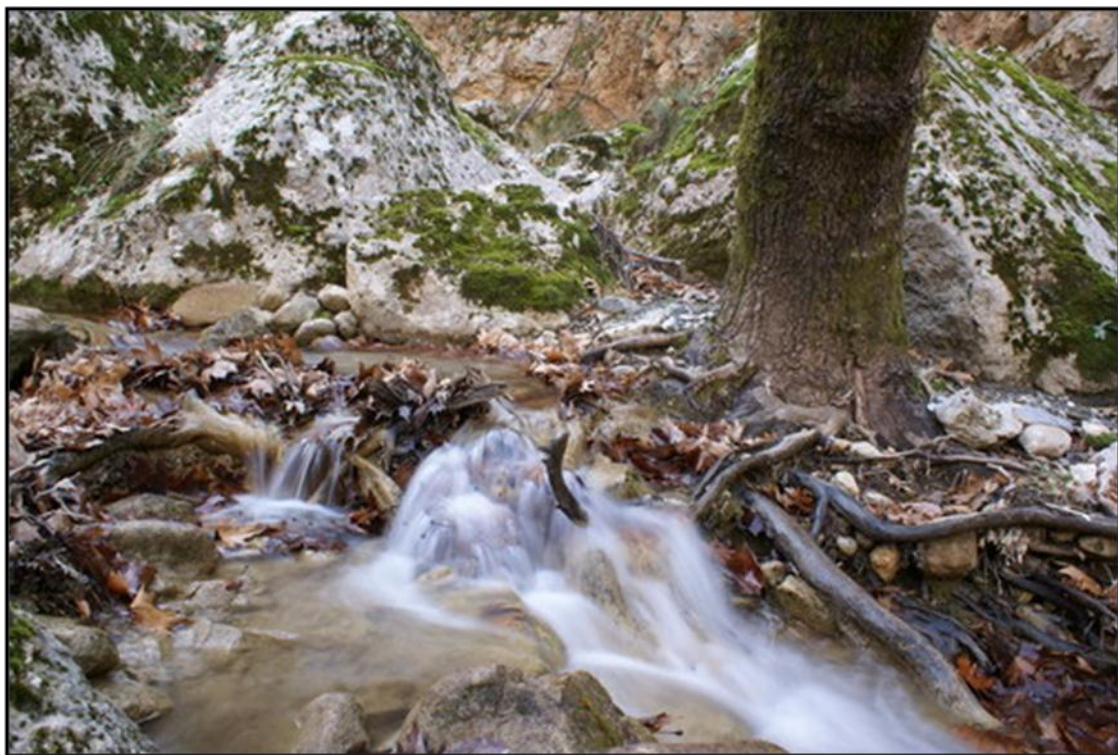
Η πηγή έχει υδρομαστευτεί μερικώς και υδρεύει την περιοχή του Αγ. Ανδρέα. Ενώ έχει προταθεί και η πλήρη υδρομάστευσή της.

Η παροχή της πηγής παρουσιάζει διακύμανση, καθώς τους χειμερινούς μήνες φτάνει μέχρι και 455 m³/h, ενώ κατά τους θερινούς μήνες η παροχή της μειώνεται και είναι της τάξεως των 27 m³/h.

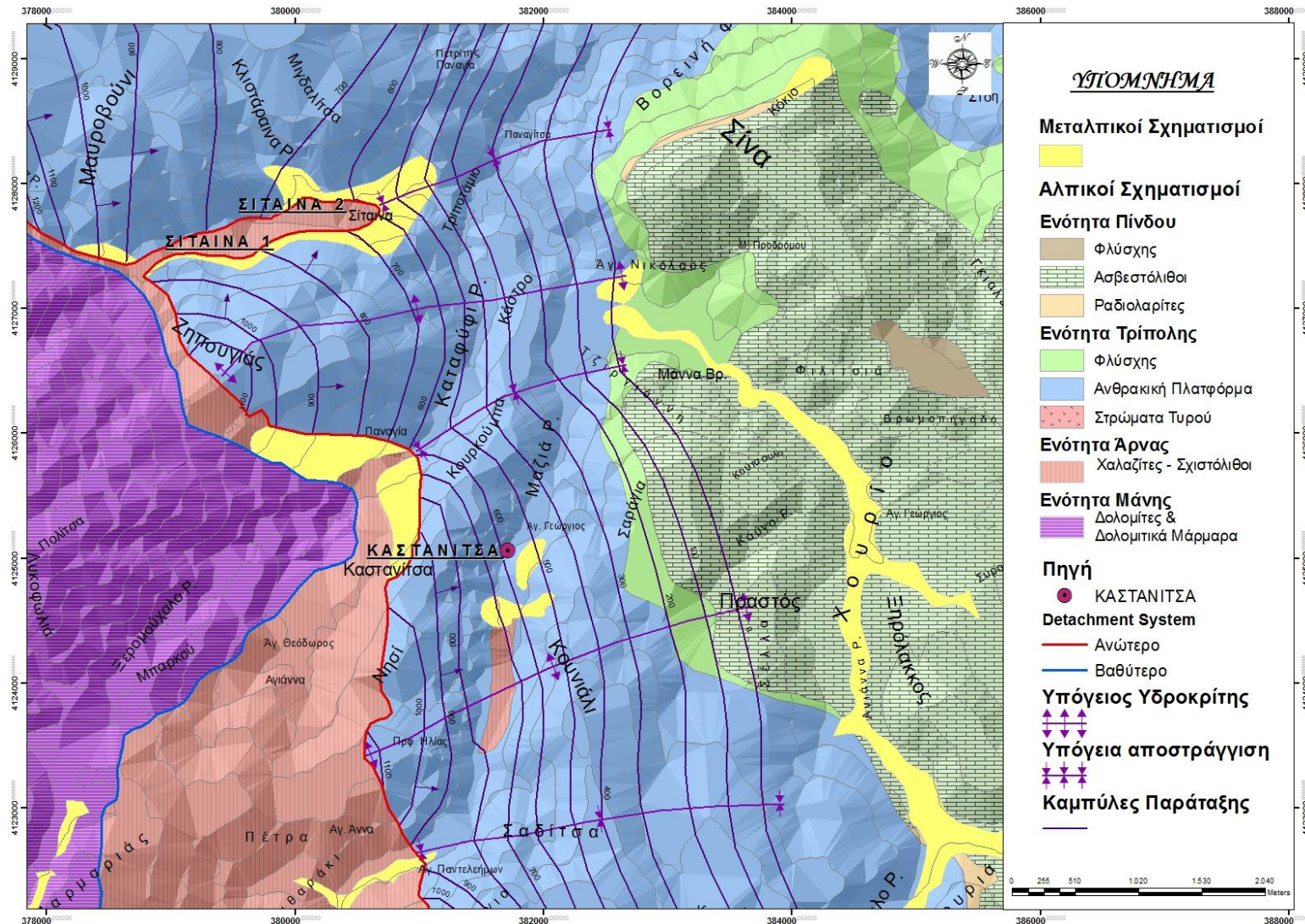
Όσον αφορά την ποιότητα του νερού της πηγής, σύμφωνα με χημικές αναλύσεις, διαπιστώθηκε άριστης ποιότητας νερό και η συγκέντρωση των διαφόρων ιόντων ευρίσκεται εντός ανεκτών ορίων σύμφωνα με τα Ελληνικά, Διεθνή κ.τ.λ. πρότυπα (Στυλιανού Α., 1981).

Σύμφωνα με τον Υπεδαφικό χάρτη (Εικ. 5.21), οι καμπύλες παρατάξεων μας δείχνουν την κλίση του ρήγματος προς τα Ανατολικά, άρα και την κίνηση του υπόγειου νερού προς την ίδια διεύθυνση.

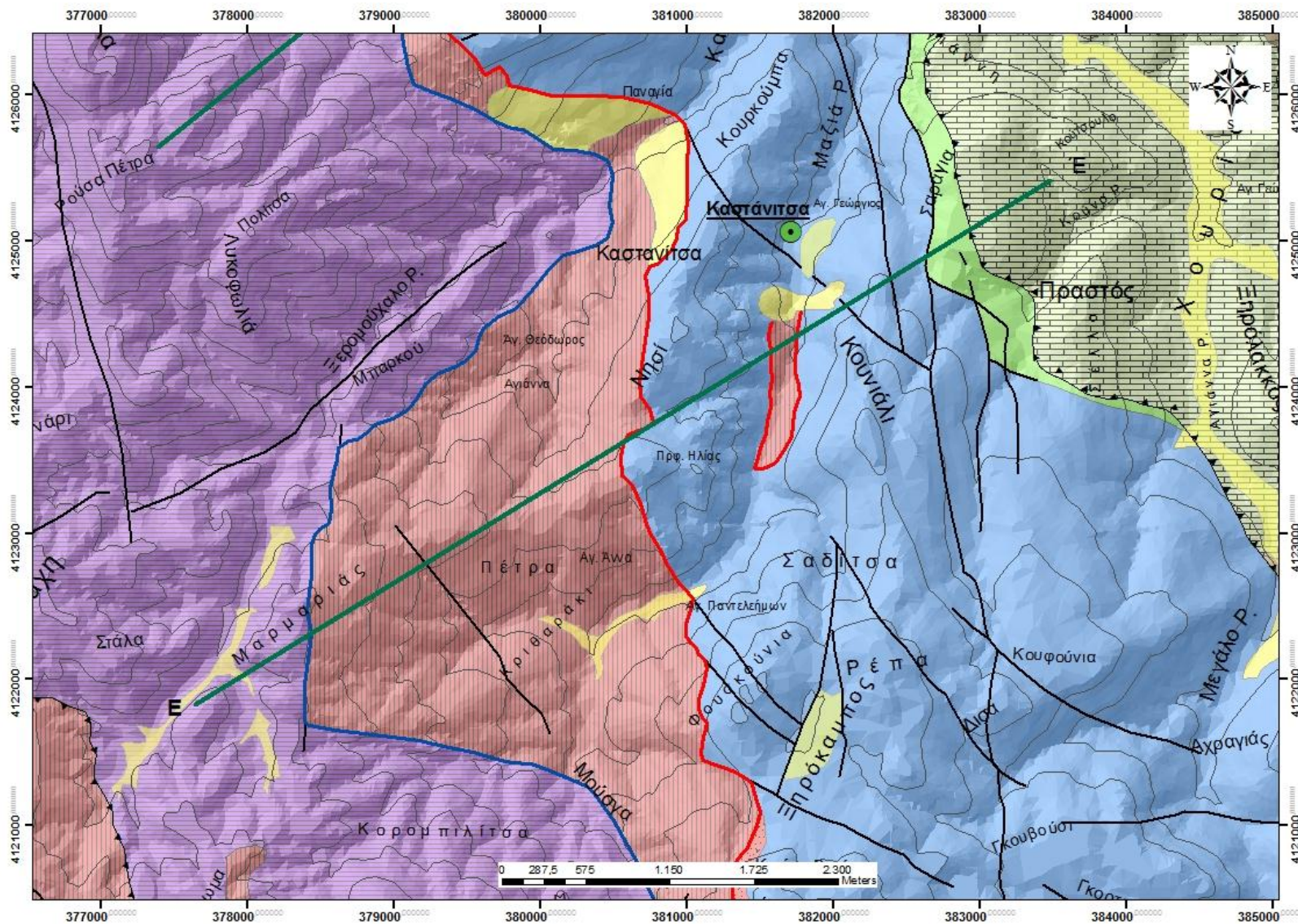
Ο μηχανισμός λειτουργίας της πηγής φαίνεται στη γεωλογική τομή Ε - Ε' (βλέπε Γεωλογικό Χάρτη Εικ. 5.22) που ακολουθούν παρακάτω (Εικ. 5.23).



Εικόνα 5.20: Ρέοντα νερά από την πηγή Καστάνιτσα.

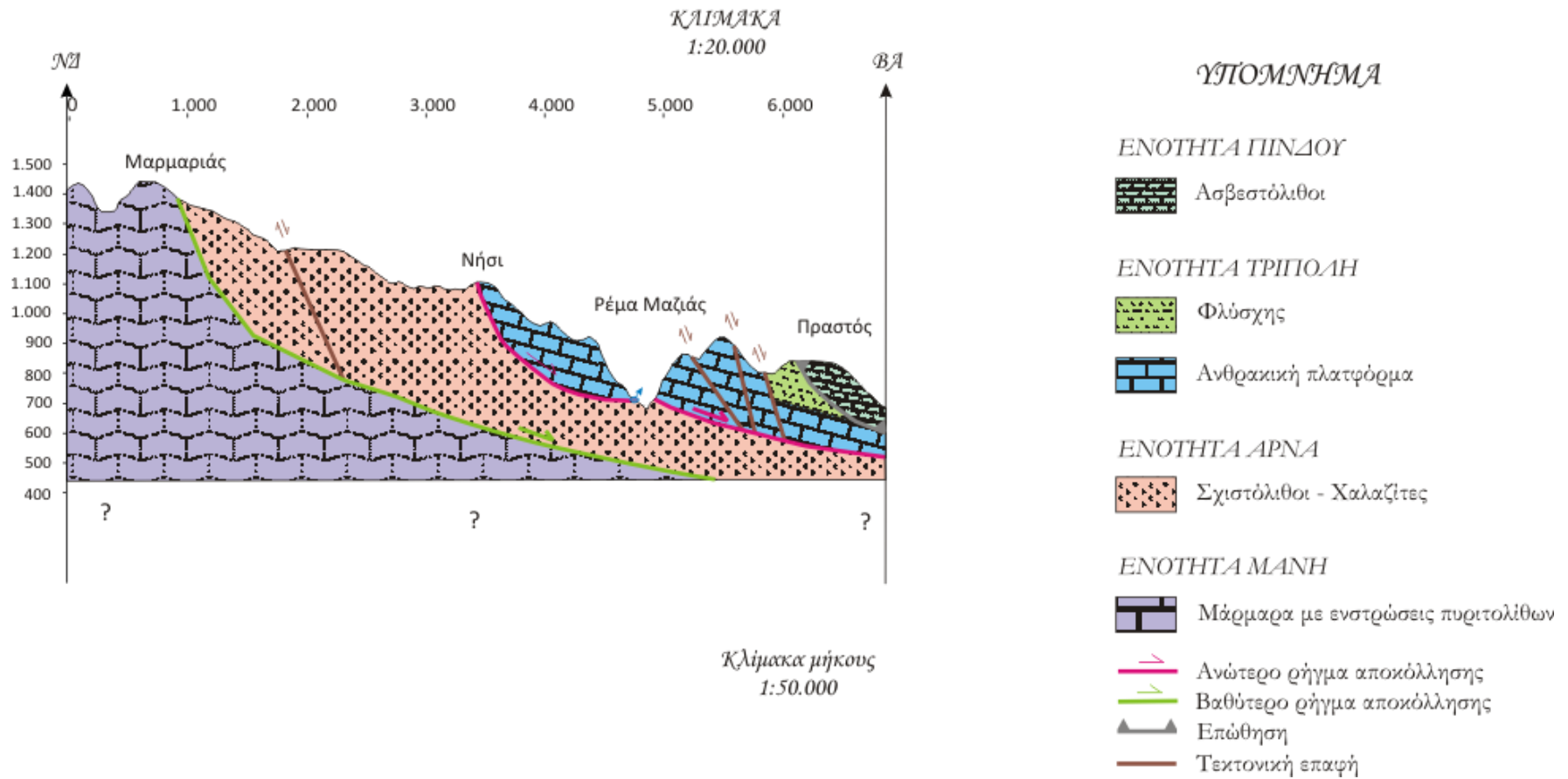


Εικόνα 5.21: Υπεδαφικός χάρτης των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Άρνας με τα υπερκείμενα ανθρακικά της Τρίπολης, στην περιοχή της Καστανίτσας.



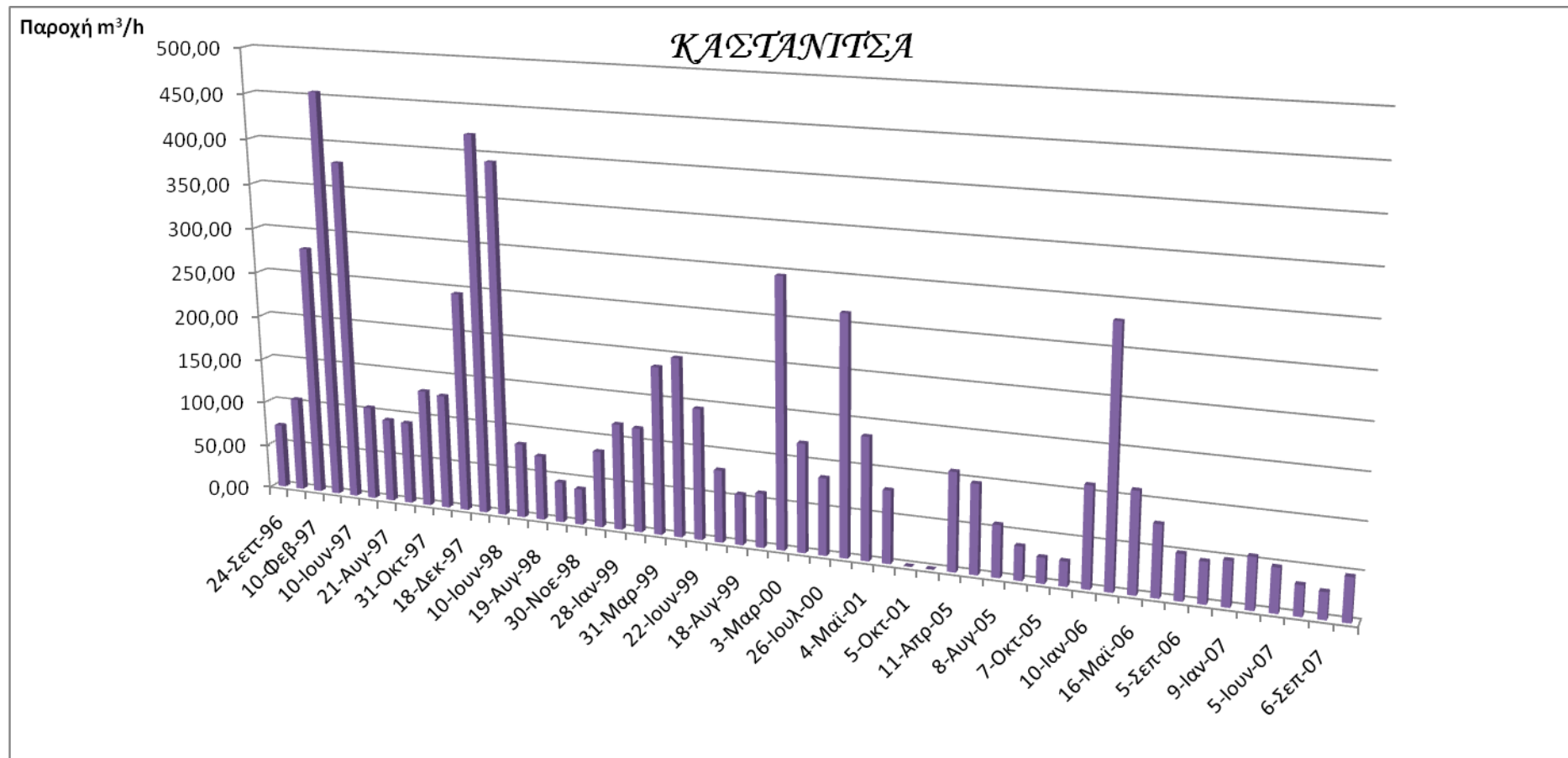
Εικόνα 5.22: Πηγή Καστάνιτσα - Τομή Ε-Ε.

Πηγή Καστάνιτσα



Εικόνα 5.23: Ο μηχανισμός λειτουργίας της πηγής Καστάνιτσα (Τομή Εικ. 5.22).

Νομός:		ΑΡΚΑΔΙΑΣ		Συντεταγμένες: Χ: 0381715 Υ: 4125066 Ζ: 700	
Δήμος:		Β.ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ			
Δημ.Διαμ		ΚΑΣΤΑΝΙΤΣΑΣ			
Περιοχή		ΠΡΑΣΤΟΣ (ΜΑΖΙΑ)			
Χρήση		Υδρευση			
α/α	Ημερ/μνία	Παροχή m³/h	α/α	Ημερ/μνία	Παροχή m³/h
1	24-Σεπ-96	72,30	27	3-Μαρ-00	296,00
2	26-Νοε-96	105,00	28	11-Μαΐ-00	120,00
3	10-Φεβ-97	280,00	29	26-Ιουλ-00	85,00
4	8-Μαΐ-97	455,00	30	24-Ιαν-01	263,00
5	10-Ιουν-97	379,00	31	4-Μαΐ-01	135,00
6	27-Ιουλ-97	105,00	32	25-Ιουλ-01	80,00
7	21-Αυγ-97	93,00	33	5-Οκτ-01	75.0
8	18-Σεπ-97	92,00		-	-
9	31-Οκτ-97	131,00	34	11-Απρ-05	108,00
10	28-Νοε-97	128,00	35	2-Ιουν-05	98,00
11	18-Δεκ-97	245,00	36	8-Αυγ-05	57,00
12	21-Ιαν-98	420,00	37	2-Σεπ-05	37,00
13	10-Ιουν-98	392,00	38	7-Οκτ-05	28,00
14	9-Ιουλ-98	83,00	39	8-Νοε-05	27,00
15	19-Αυγ-98	72,00	40	10-Ιαν-06	110,00
16	27-Οκτ-98	45,00	41	13-Μαρ-06	280,00
17	30-Νοε-98	40,00	42	16-Μαΐ-06	110,00
18	25-Δεκ-98	85,00	43	4-Ιουλ-06	78,00
19	28-Ιαν-99	118,00	44	5-Σεπ-06	50,00
20	2-Μαρ-99	116,00	45	7-Νοε-06	45,00
21	31-Μαρ-99	186,00	46	9-Ιαν-07	49,00
22	27-Απρ-99	198,00	47	6-Μαρ-07	56,00
23	22-Ιουν-99	145,00	48	5-Ιουν-07	48,00
24	21-Ιουλ-99	80,00	49	3-Ιουλ-07	33,00
25	18-Αυγ-99	56,00	50	6-Σεπ-07	29,00
26	22-Σεπ-99	60,00	51	6-Νοε-07	47,50



5.2.5. ΠΗΓΕΣ ΣΙΤΑΙΝΑΣ

Η κοινότητα της Σίταινας βρίσκεται στο δρόμο για την Καστάνιτσα από την ορεινή Μελιγού, πέντε χιλιόμετρα μετά τον Πλάτανο και τριάντα από το Άστρος, στις πλαγιές του Πάρνωνα και σε υψόμετρο 700 μέτρων.

Το χωριό έχει πολλές πηγές όπως η πηγή του Γερομανώλη και του Βουλγαρούς, η βρύση του Λεκάση, του «Θόλου», της «Εκκλησίας» και του Λάκκου με τα κρυστάλλινα και πλούσια νερά τους, ενώ υπάρχουν δεκάδες ακόμα πηγές, γύρω του, που άλλες χρησιμοποιούνται για ύδρευση και άλλες για άρδευση.

Πρόκειται για καρστικές πηγές επαφής, συνεχούς ροής και με σημειακή ανάβλυση. Η δημιουργία τους οφείλεται στην επαφή των ανθρακικών σχηματισμών της ενότητας της Τρίπολης με του υποκείμενους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της ενότητας της Άρνας (π.χ. Πηγή Γερομανώλη, Πηγή Βρύση Λάκκου, κ.τ.λ), τα νερά του οποίου πριν την ανάβλυση από την πηγή τροφοδοτούν πλευρικά τον σχετικά μεταμορφωμένο σχηματισμό της Ενότητας της Άρνας και αυτό διότι τόσο οι ζώνες αποσάθρωσης όσο και οι ζώνες διάρρηξης καθιστούν τον σχηματισμό σχετικά υδροπερατό.

Καθώς και για πηγές επαφής, που οφείλουν την δημιουργία τους λόγω έκχυσης του μεταμορφωμένου σχηματισμού της Άρνας, μεταξύ του αποσαθρωμένου μανδύα και του υγιούς πετρώματος αυτού. Ωστόσο θεωρούνται για στεγανοί σχηματισμοί, οι οποίοι και ρυθμίζουν, όσο το επιτρέπουν οι μορφολογικές – τεκτονικές συνθήκες, την αποστράγγιση μέρους των νερών των υπερκείμενων ανθρακικών της Ενότητας της Τρίπολης.

Όσον αφορά τις πηγές ενδιαφέροντος μας, αυτές είναι οι καρστικές πηγές στην κοινότητα της Σίταινας, όπως η πηγή «βρύση Θόλος» και η πηγή «βρύση Εκκλησία» και η τροφοδοσία τους οφείλεται στους ασβεστολιθικούς όγκους Βόρεια και Νότια αυτών.

Η παροχή των πηγών παρουσιάζει διακύμανση, από τους χειμερινούς στους θερινούς μήνες, όχι όμως μεγάλη όπως παρατηρήσαμε για τις παραπάνω πηγές. Για παράδειγμα:

- Η πηγή «βρύση Εκκλησία» έχει μια μέγιστη παροχή της τάξεως των $9\text{m}^3/\text{h}$ για τους χειμερινούς μήνες και μια ελάχιστη για τους θερινούς μήνες της τάξεως των $2\text{m}^3/\text{h}$ (Εικ. 5.24). Πρόκειται για καρστική πηγή επαφής, συνεχούς ροής και η πηγή έχει υδρομαστευτεί μερικώς και υδρεύει την περιοχή του Αγ. Ανδρέα.
- Η πηγή «βρύση Θόλος» έχει μια μέγιστη παροχή της τάξεως των $30\text{m}^3/\text{h}$ για τους χειμερινούς μήνες και μια ελάχιστη για τους θερινούς μήνες της τάξεως των $3\text{m}^3/\text{h}$ (Εικ. 5.25). Πρόκειται για καρστική πηγή επαφής, με σημειακή ανάβλυση, συνεχούς ροής και έχει υδρομαστεύεται μερικώς.

Όσον αφορά την ποιότητα του νερού των πηγών, σύμφωνα με χημικές αναλύσεις, διαπιστώθηκε άριστης ποιότητας νερό και η συγκέντρωση των διαφόρων ιόντων ευρίσκεται εντός ανεκτών ορίων σύμφωνα με τα Ελληνικά, Διεθνή κ.τ.λ. πρότυπα (Στυλιανού Α., 1981).

Συμφωνά με τον Υπεδαφικό χάρτη (Εικ. 5.26), οι καμπύλες παρατάξεων δημιουργούν ένα αντίκλινο, ο άξονας του οποίου μας δείχνει την ύπαρξη ενός υπόγειο υδροκρίτη. Έτσι στο Βόρειο σκέλος αυτού μπορούμε να παρατηρήσουμε την υπόγεια κίνηση του νερού (από τις καμπύλες παρατάξεων) προς τα ΒΑ, όπου το υπόγειο νερό καταλήγει στο επίπεδο της θάλασσας, αντίθετα με το Νότιο σκέλος αυτού που το υπόγειο νερό κινείται προς τα Α-ΒΑ, όπου μια μικρή ποσότητα τροφοδοτεί τις πηγές της Σίταινας (όπως θα αναλύσουμε παρακάτω), μια άλλη μικρή ποσότητα κινείται προς το επίπεδο της θάλασσας, αλλά η μεγαλύτερη ποσότητα εκφορτίζεται από την πηγή του Πλατάνου.

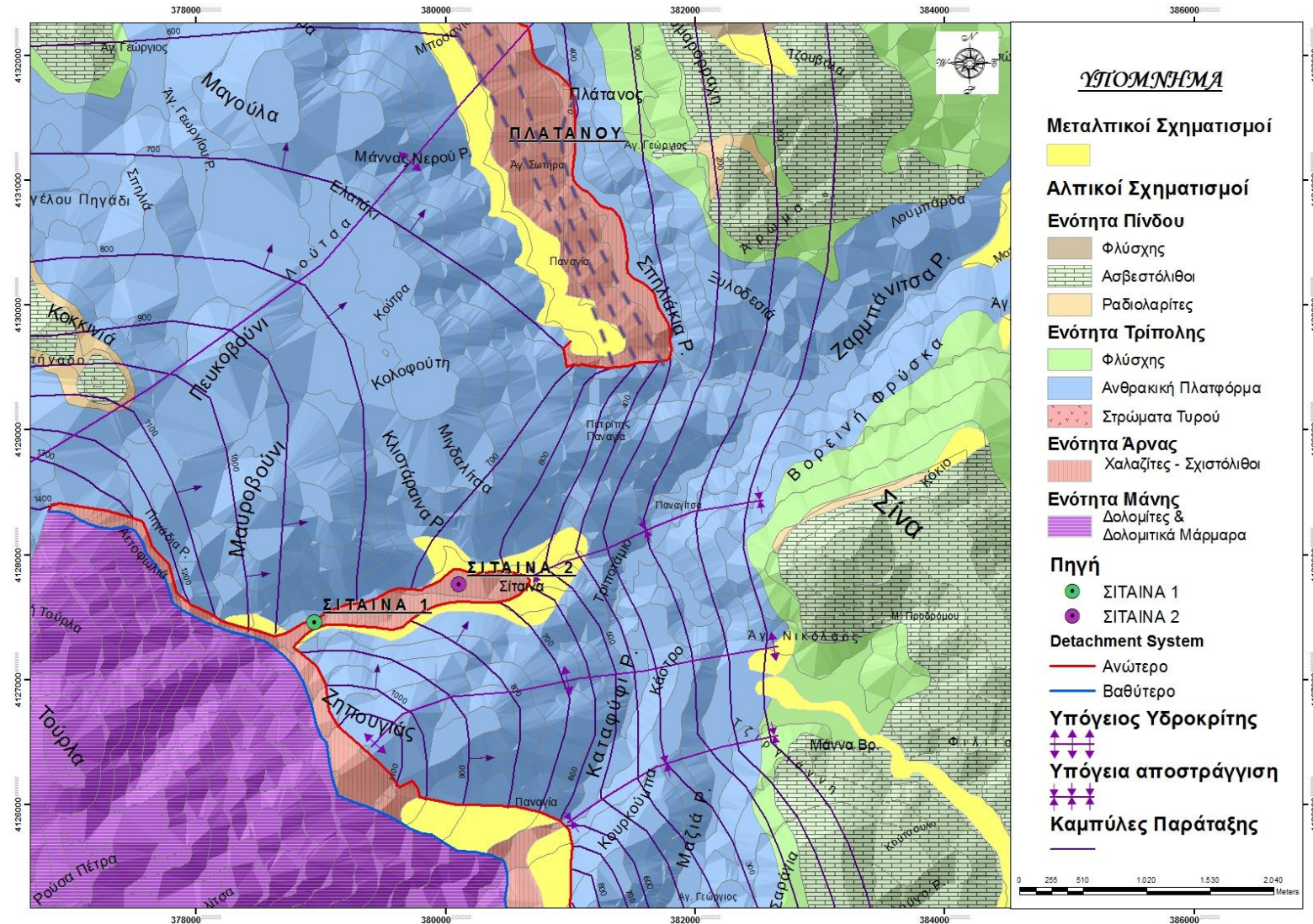
Ο μηχανισμός λειτουργίας των πηγών φαίνεται στη γεωλογική τομή Ε - Ε' (βλέπε Γεωλογικό Χάρτη Εικ. 5.27) που ακολουθεί παρακάτω (Εικ. 5.28).



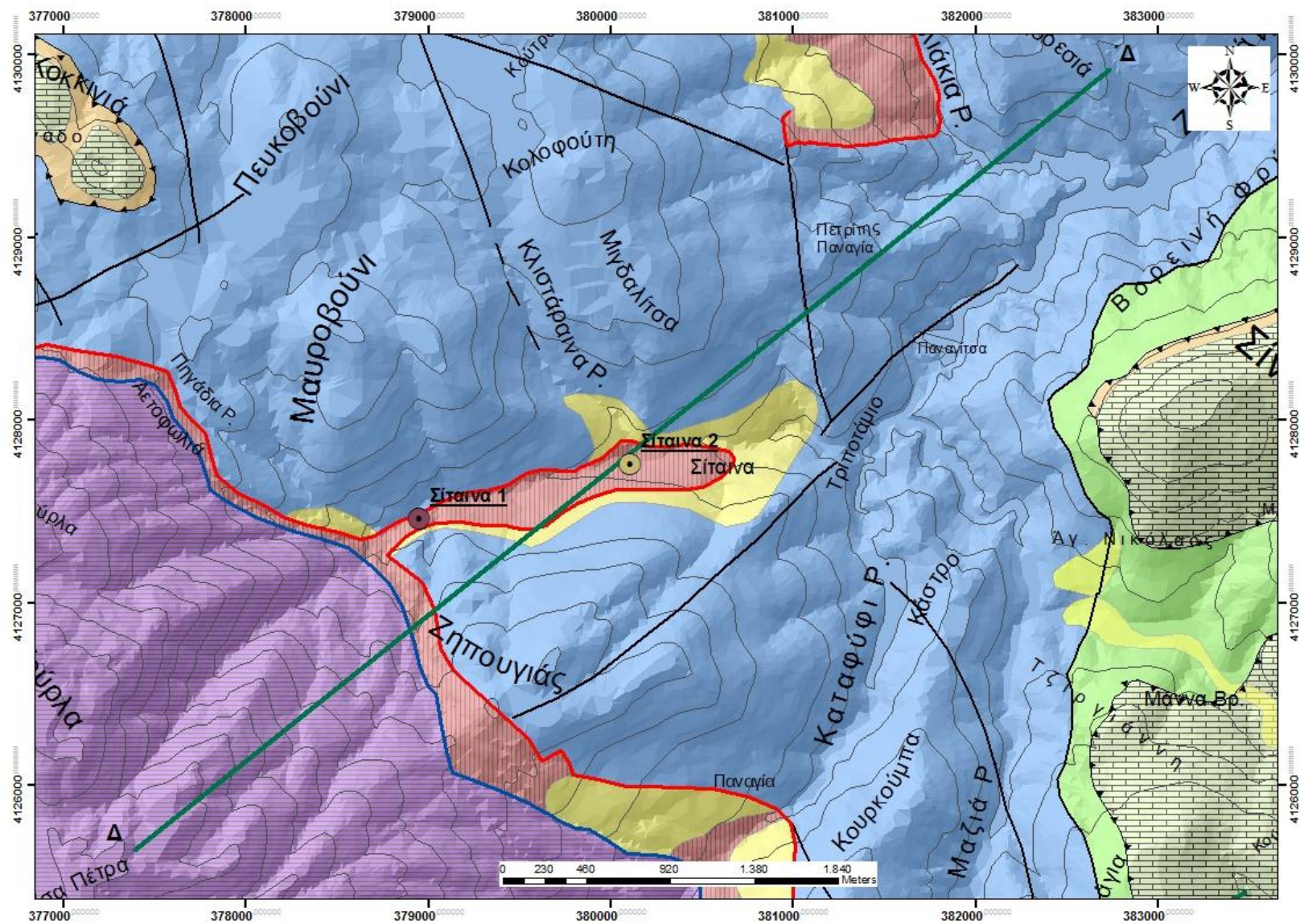
Εικόνα 5.24: Η πηγή «βρύση Εκκλησία», στην περιοχή της Σίταινας.



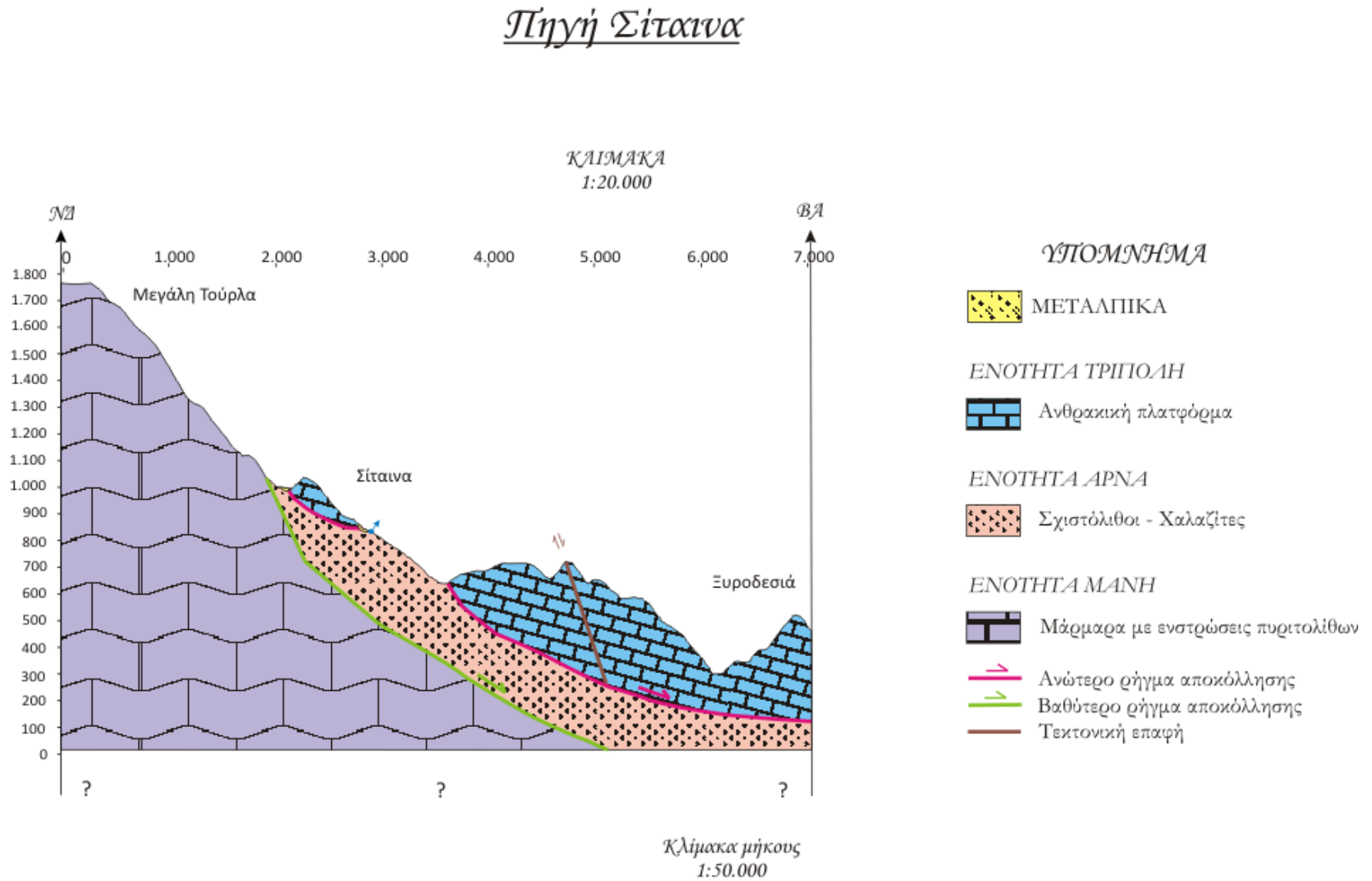
Εικόνα 5.25: Η πηγή «βρύση Θόλου», στην περιοχή της Σίταινας.



Εικόνα 5.26: Υπεδαφικός χάρτης των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Άρνας με τα υπερκείμενα ανθρακικά της Τρίπολης, στην περιοχή της Σίταινας.

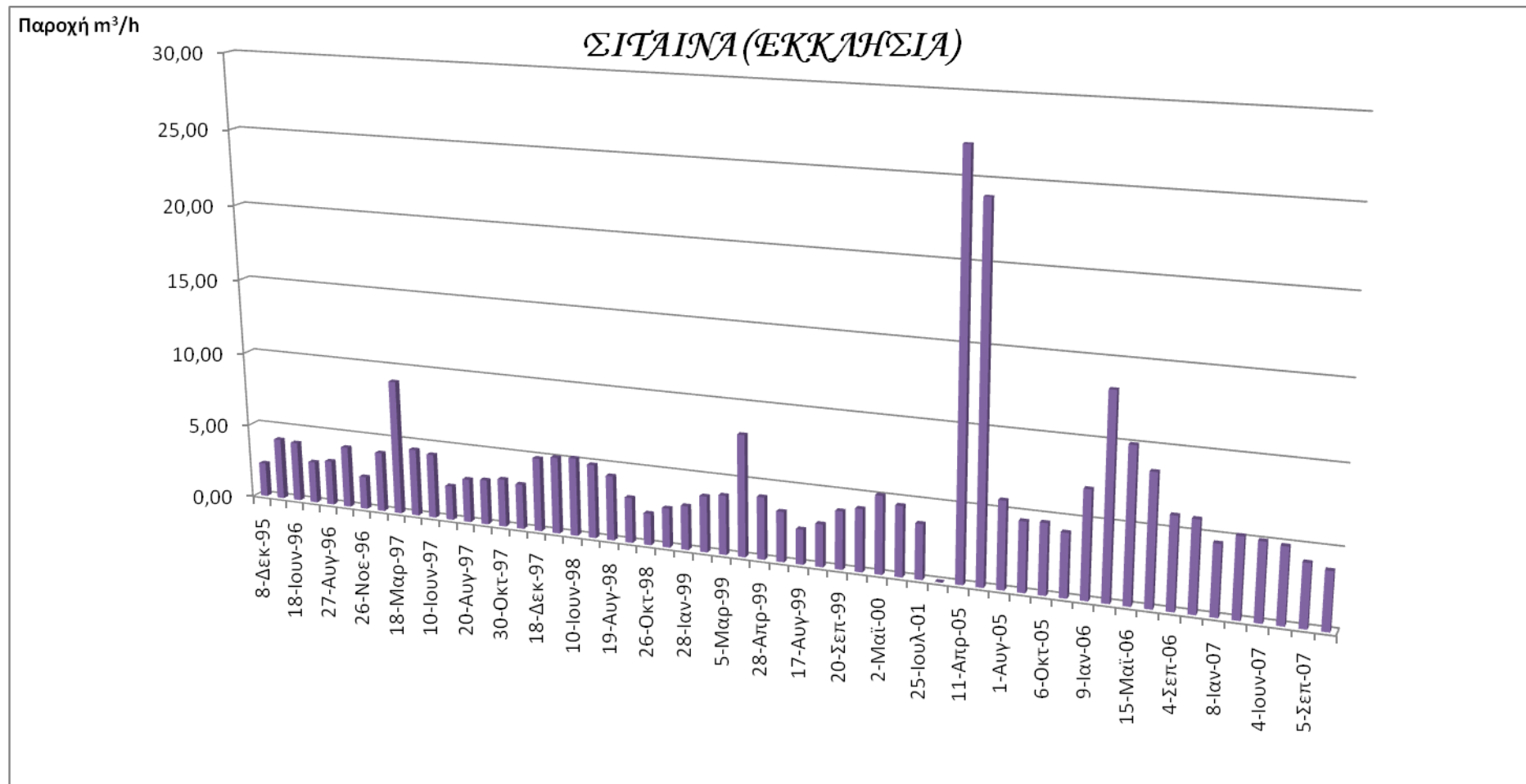


Εικόνα 5.27 : Πηγή Σίταινα - Τομή Δ-Δ'.



Εικόνα 5.28: Ο μηχανισμός λειτουργίας της πηγής «βρώσης Εκκλησία», στην περιοχή της Σίταινας (Τομή Εικ. 5.27).

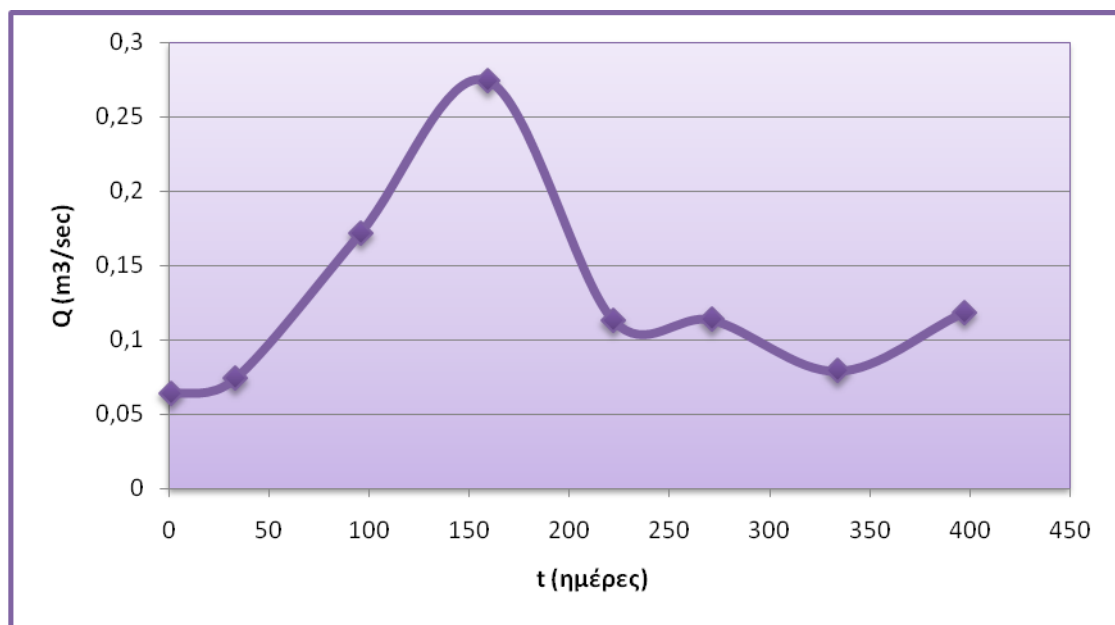
Νομός:		ΑΡΚΑΔΙΑΣ			
Δήμος:		Β.ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ			
Δημ.Διαμ		ΣΙΤΑΙΝΑ			
Περιοχή		ΣΙΤΑΙΝΑ (ΕΚΚΛΗΣΙΑ)		Συντεταγμένες: Χ:	0380084
				Υ:	4127765
Χρήση		Ύδρευση		Z:	618
α/α	Ημερ/μνία	Παροχή m ³ /h	α/α	Ημερ/μνία	Παροχή m ³ /h
1	8-Δεκ-95	2,30	29	28-Απρ-99	4,10
2	6-Μαΐ-96	4,10	30	21-Ιουν-99	3,30
3	18-Ιουν-96	4,00	31	17-Αυγ-99	2,30
4	31-Ιουλ-96	2,80	32	21-Σεπ-99	2,80
5	27-Αυγ-96	3,00	33	20-Σεπ-99	3,80
6	24-Σεπ-96	4,10	34	3-Φεβ-00	4,10
7	26-Νοε-96	2,20	35	2-Μαΐ-00	5,10
8	17-Φεβ-97	4,00	36	14-Ιουν-01	4,60
9	18-Μαρ-97	9,00	37	25-Ιουλ-01	3,60
10	11-Μαΐ-97	4,50		-	-
11	10-Ιουν-97	4,30	38	11-Απρ-05	27,00
12	22-Ιουλ-97	2,30	39	2-Ιουν-05	24,00
13	20-Αυγ-97	2,90	40	1-Αυγ-05	5,70
14	18-Σεπ-97	3,00	41	1-Σεπ-05	4,54
15	30-Οκτ-97	3,20	42	6-Οκτ-05	4,60
16	28-Νοε-97	3,00	43	7-Νοε-05	4,14
17	18-Δεκ-97	4,90	44	9-Ιαν-06	7,00
18	21-Ιαν-98	5,10	45	13-Μαρ-06	13,20
19	10-Ιουν-98	5,20	46	15-Μαΐ-06	10,00
20	8-Ιουλ-98	4,90	47	3-Ιουλ-06	8,50
21	19-Αυγ-98	4,30	48	4-Σεπ-06	5,99
22	22-Σεπ-98	3,00	49	6-Νοε-06	5,92
23	26-Οκτ-98	2,10	50	8-Ιαν-07	4,58
24	30-Νοε-98	2,60	51	5-Μαρ-07	5,20
25	28-Ιαν-99	2,90	52	4-Ιουν-07	5,04
26	11-Φεβ-99	3,70	53	3-Ιουλ-07	4,90
27	5-Μαρ-99	3,90	54	5-Σεπ-07	4,06
28	7-Απρ-99	8,00	55	5-Νοε-07	3,74



5.3. ΥΔΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΗΓΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

5.3.1. Υδρόγραμμα της Πηγής Πλατάνου

Στην πηγή Πλάτανος πραγματοποιήθηκαν από το Ι.Γ.Μ.Ε. μετρήσεις της παροχής σε διάστημα 397 ημερών και συγκεκριμένα από τις 6/10/2005 έως τις 6/11/2006. Τα δεδομένα των μετρήσεων της παροχής της πηγής Πλάτανος με τα οποία κατασκευάστηκε το υδρόγραμμα (Εικ. 5.29) της συγκεκριμένης πηγής βρίσκονται στον Πίνακα II.



Εικόνα 5.29 : Υδρόγραμμα πηγής Πλατάνου από τις 6/10/2005 έως τις 6/11/2006.

Ημερομηνία	t (ημέρες)	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /sec)	logQ
6-Οκτ-05	1	230,00	0,063888889	-1,194574665
7-Νοε-05	33	266,00	0,073888889	-1,131420864
9-Ιαν-06	96	619,55	0,172097222	-0,764226139
13-Μαρ-06	159	987,37	0,274269444	-0,561822573
15-Μαΐ-06	222	408,00	0,113333333	-0,945642338
3-Ιουλ-06	271	409,00	0,113611111	-0,944579193
4-Σεπ-06	334	284,85	0,079125	-1,101686277
6-Νοε-06	397	426,86	0,118572222	-0,926017041

Πίνακας II: Δεδομένα μετρήσεων παροχής της πηγής του Πλατάνου.

Από το υδρόγραμμα της πηγής του Πλατάνου προκύπτει ότι ο χρόνος ανόδου, ο οποίος συμπίπτει με την διάρκεια της καμπύλης συγκέντρωσης, είχε διάρκεια από τις 6-Οκτ-05 έως τις 13-Μαρ-06.

Η μέγιστη παροχή ήταν 987,37 m³/h και μετρήθηκε στις 13-Μαρ-06. Από τις 13-Μαρ-06 άρχισε να μειώνεται σταδιακά η παροχή της πηγής του Πλατάνου και η ελάχιστη παροχή της μετρήθηκε στις 4-Σεπ-06. Το διάστημα αυτό αντιστοιχεί στην καμπύλη υποχώρησης. Θα πρέπει να σημειωθεί όμως, πως κατά πάσα πιθανότητα η καμπύλη υποχώρησης συνεχίστηκε και μετά τις 4-Σεπ-06, όπου και άρχισε η επόμενη καμπύλη συγκέντρωσης. Αυτό συμβαίνει, γιατί η επόμενη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 6-Νοε-06, τρεις μήνες μετά δηλαδή από αυτή της 4-Σεπ-06.

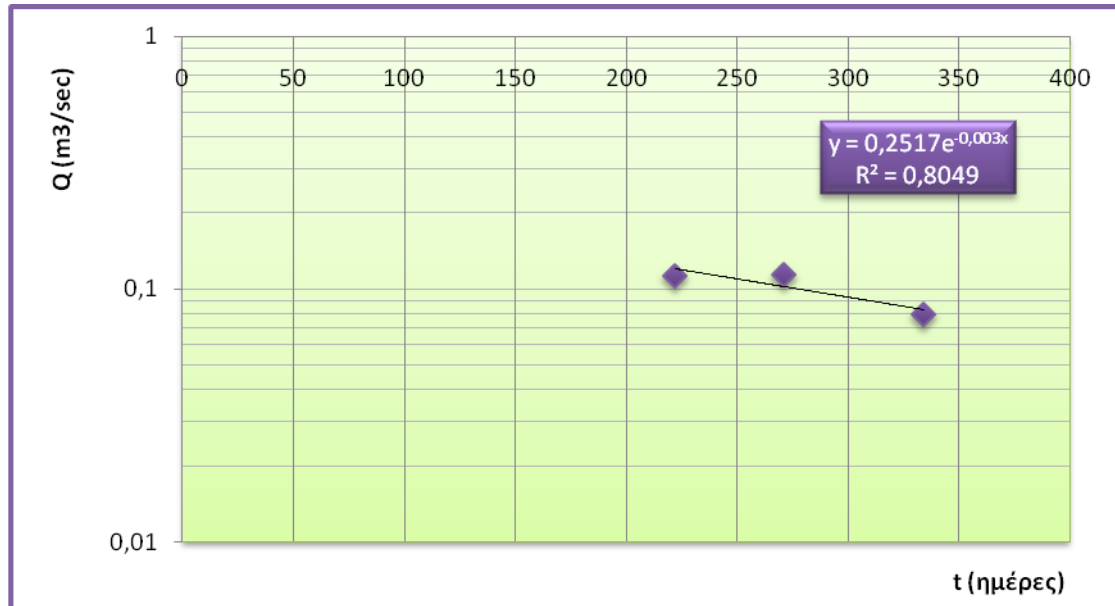
Από το υδρόγραμμα της παραπάνω πηγής προκύπτει, πως η στείρευση αρχίζει στις 15-Μαϊ-06 που αλλάζει η κλίση της καμπύλης υποχώρησης ή λίγο αργότερα. Θα έπρεπε να υπάρχει μία ακόμα τουλάχιστον μέτρηση ανάμεσα 15-Μαϊ-06 και 3-Ιουλ-06 για να είμαστε σίγουροι για τον ακριβή χρόνο έναρξης της στείρευσης.

Σύμφωνα με το υδρόγραμμα και τον τύπο του MAILLET σχετικά με την καμπύλη στείρευσης, για το διάστημα 15-Μαϊ-06 έως 6-Νοε-06 (Εικ. 6.30), η εξίσωση του MAILLET είναι της μορφής:

$$Q_t = 0,2517e^{0,003t} \quad R^2=0,8049$$

επομένως ο συντελεστής στείρευσης α ισούται με $3 \cdot 10^{-3}$ και αυτό σημαίνει ότι το νερό ρέει διαμέσου των διακλάσεων και των ενδοστρωσιγενών κενών.

Ο όγκος των εκκενώσιμων αποθεμάτων είναι της τάξης των 1.840.000m³ από την έναρξη της στείρευσης.



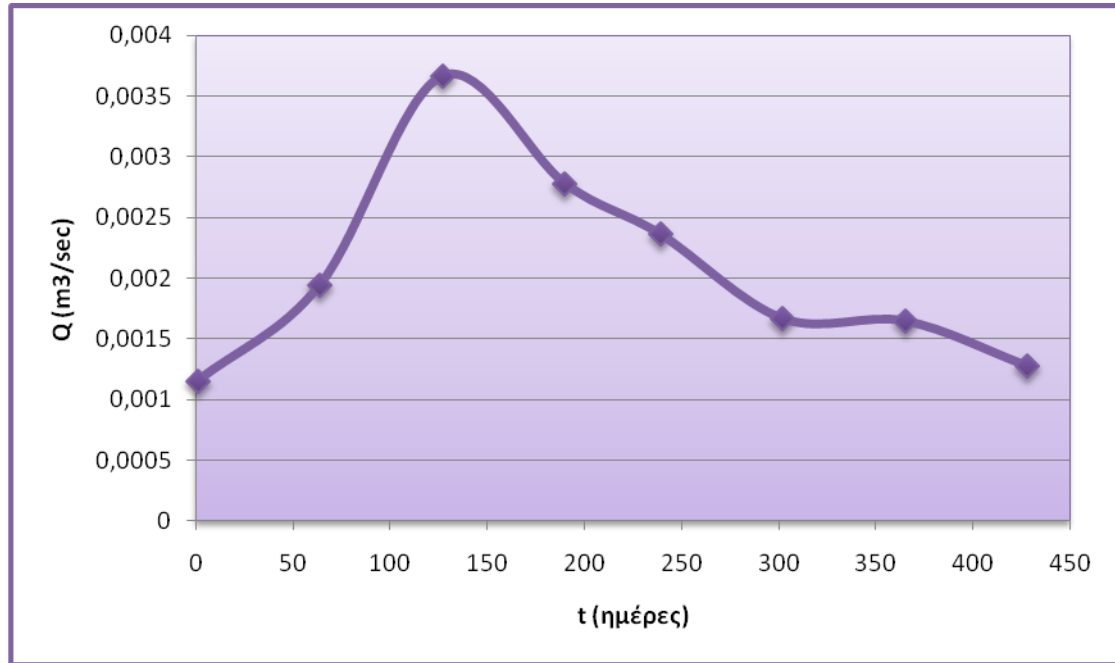
Εικόνα 5.30 : Η εξίσωση στείρευσης σε διάγραμμα Q/t ημιλογαριθμικής κλίμακας, για την πρώτη περίπτωση.

5.3.2. Υδρόγραμμα Πηγής Σίταινας «Εκκλησία»

Στην πηγή Σίταινας «Εκκλησία» πραγματοποιήθηκαν από το Ι.Γ.Μ.Ε. μετρήσεις της παροχής σε διάστημα 428 ημερών και συγκεκριμένα από τις 7-Νοε-95 έως τις 8-Ιαν-07. Τα δεδομένα των μετρήσεων της παροχής της πηγής Σίταινας «Εκκλησία» με τα οποία κατασκευάστηκε το υδρόγραμμα (Εικ. 5.31) της συγκεκριμένης πηγής βρίσκονται στον Πίνακα ΙΙΙ.

Ημερομηνία	t (ημέρες)	Q (m³/h)	Q (m³/sec)	logQ
7-Νοε-05	1	4,14	0,00115	-2,93930216
9-Ιαν-06	64	7,00	0,001944444	-2,711204461
13-Μαρ-06	127	13,20	0,003666667	-2,43572857
15-Μαΐ-06	190	10,00	0,002777778	-2,556302501
3-Ιουλ-06	239	8,50	0,002361111	-2,626883575
4-Σεπ-06	302	5,99	0,001663889	-2,778875678
6-Νοε-06	365	5,92	0,001644444	-2,783980794
8-Ιαν-07	428	4,58	0,001272222	-2,895437023

Πίνακας ΙΙΙ: Δεδομένα μετρήσεων παροχής της πηγής Σίταινας «Εκκλησία».



Εικόνα 5.31 : Υδρογράμμα πηγής Σίταινας «Εκκλησία» από τις 7-Νοε-05 έως τις 8-Ιαν-07.

Από το υδρογράμμα της πηγής Σίταινας «Εκκλησία» προκύπτει ότι ο χρόνος ανόδου, ο οποίος συμπίπτει με την διάρκεια της καμπύλης συγκέντρωσης, είχε διάρκεια από τις 7-Νοε-95 έως τις 13-Μαρ-06.

Η μέγιστη παροχή ήταν 13,20 m³/h και μετρήθηκε στις 13-Μαρ-06. Από τις 13-Μαρ-06 άρχισε να μειώνεται σταδιακά η παροχή της πηγής Σίταινας «Εκκλησία» και η ελάχιστη παροχή της μετρήθηκε στις 8-Ιαν-07. Το διάστημα αυτό αντιστοιχεί στην καμπύλη υποχώρησης. Θα πρέπει να σημειωθεί όμως, πως κατά πάσα πιθανότητα η καμπύλη υποχώρησης συνεχίστηκε και μετά τις 8-Ιαν-07.

Από το υδρογράμμα της παραπάνω πηγής προκύπτει, πως η στείρευση αρχίζει είτε στις 15-Μαϊ-06 που αλλάζει η κλίση της καμπύλης υποχώρησης ή λίγο αργότερα.

Σύμφωνα με το υδρογράμμα και τον τύπο του MAILLET πήραμε τρεις πιθανές περιπτώσεις, σχετικά με την καμπύλη στείρευσης:

- 1^η Περίπτωση: 15-Μαϊ-06 έως 8-Ιαν-07 (Εικ. 5.32)
- 2^η Περίπτωση: 3-Ιουλ-06 έως 8-Ιαν-07 (Εικ. 5.33)
- 3^η Περίπτωση: 4-Σεπ-06 έως 8-Ιαν-07 (Εικ. 5.34)

Για την πρώτη περίπτωση η εξίσωση του MAILLET είναι της μορφής:

$$Q_t = 0,0049e^{0,003t} \quad R^2=0,9453$$

επομένως ο συντελεστής στειρέυσης α ισούται με $3 \cdot 10^{-3}$ και αυτό σημαίνει ότι το νερό ρέει διαμέσου των διακλάσεων και των ενδοστρωσιγενών κενών.

Ο όγκος των εκκενώσιμων αποθεμάτων είναι της τάξης των 33.120m^3 από την έναρξη της στειρέυσης.

Για την δεύτερη περίπτωση η εξίσωση του MAILLET είναι της μορφής:

$$Q_t = 0,0045e^{0,003t} \quad R^2=0,9009$$

επομένως ο συντελεστής στειρέυσης α ισούται με $3 \cdot 10^{-3}$ και αυτό σημαίνει ότι το νερό ρέει διαμέσου των διακλάσεων και των ενδοστρωσιγενών κενών.

Ο όγκος των εκκενώσιμων αποθεμάτων είναι της τάξης των 33.120m^3 από την έναρξη της στειρέυσης.

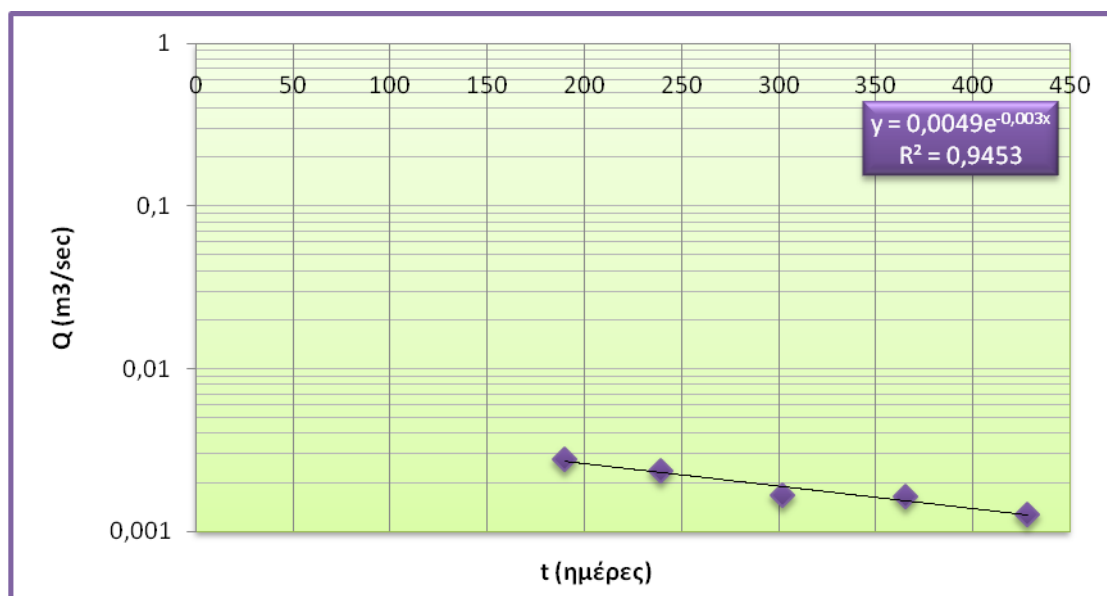
Για την τρίτη περίπτωση η εξίσωση του MAILLET είναι της μορφής:

$$Q_t = 0,0033e^{0,002t} \quad R^2=0,7828$$

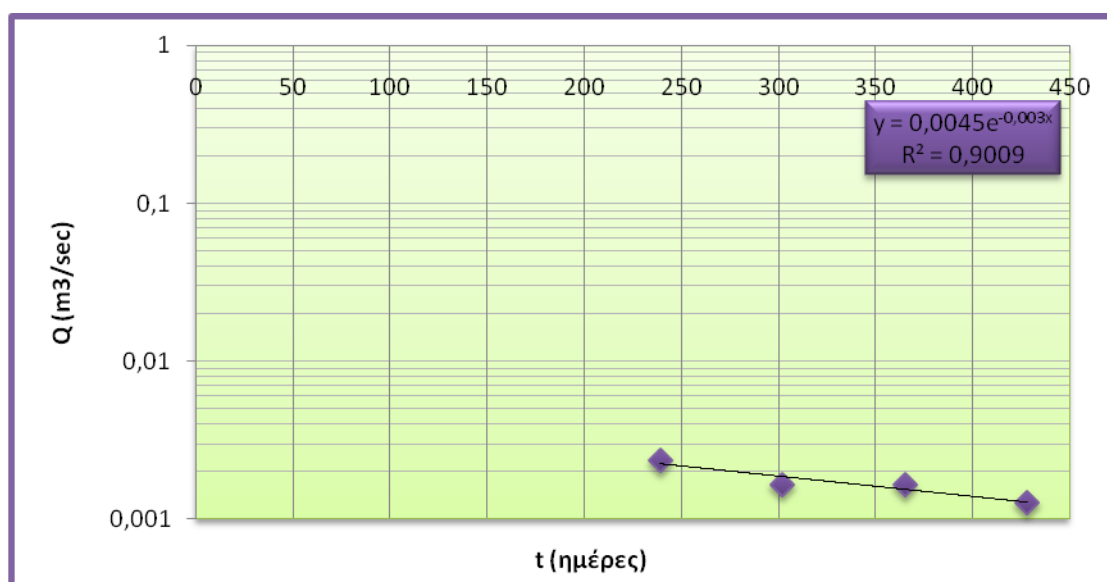
επομένως ο συντελεστής στειρέυσης α ισούται με $2 \cdot 10^{-3}$ και αυτό σημαίνει ότι το νερό ρέει διαμέσου των διακλάσεων και των ενδοστρωσιγενών κενών.

Ο όγκος των εκκενώσιμων αποθεμάτων είναι της τάξης των 18.400m^3 από την έναρξη της στειρέυσης.

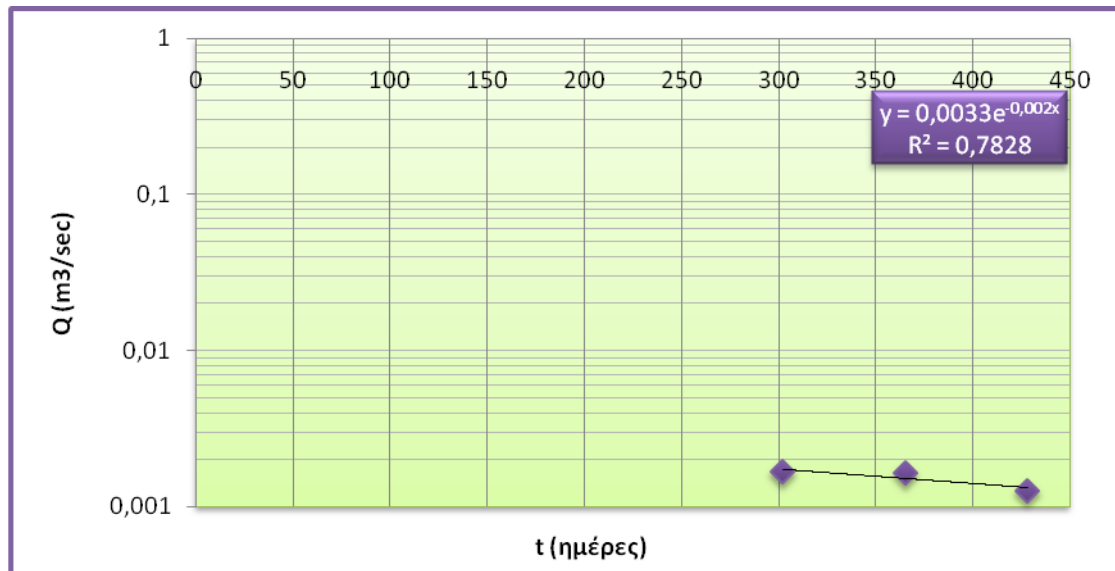
Οι συντελεστές συσχέτισης έχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ο καλύτερος όμως είναι της πρώτης περίπτωσης, οπότε δεχόμαστε την περίοδο 15-Μαΐ-06 έως 8-Ιαν-07, για τελική εξίσωση.



Εικόνα 5.32 : Η εξίσωση στείρευσης σε διάγραμμα Q/t ημιλογαριθμικής κλίμακας, για την πρώτη περίπτωση.



Εικόνα 5.33 : Η εξίσωση στείρευσης σε διάγραμμα Q/t ημιλογαριθμικής κλίμακας, για την δεύτερη περίπτωση.



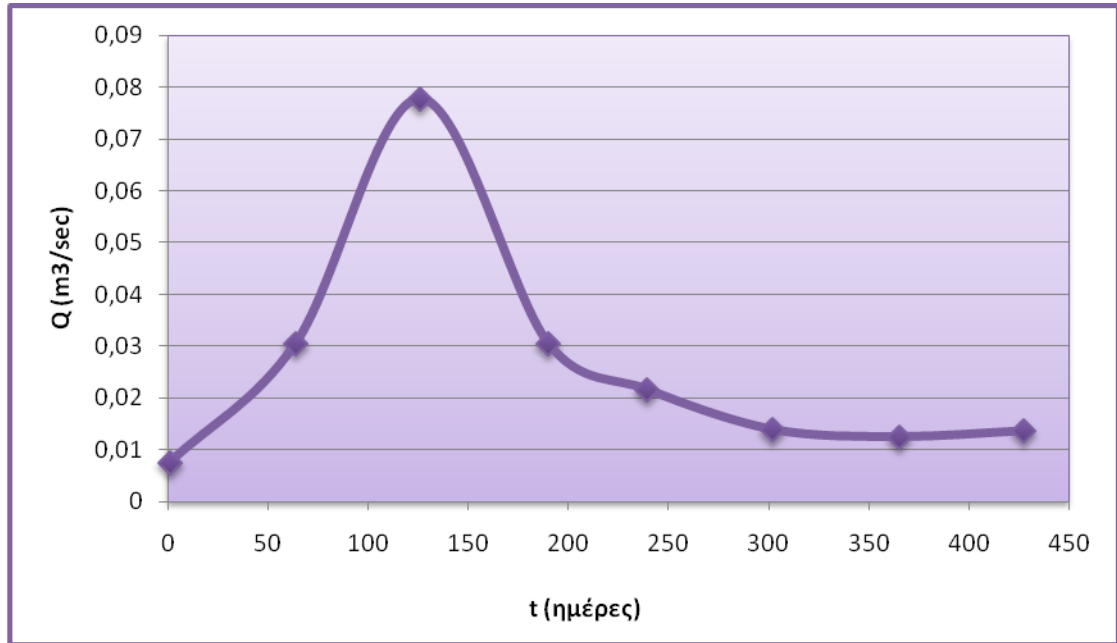
Εικόνα 5.34 : Η εξίσωση στείρευσης σε διάγραμμα Q/t ημιλογαριθμικής κλίμακας, για την τρίτη περίπτωση.

5.3.3. Υδρόγραμμα της Πηγής Καστάνιτσα

Στην πηγή της Καστάνιτσας πραγματοποιήθηκαν από το Ι.Γ.Μ.Ε. μετρήσεις της παροχής σε διάστημα 427 ημερών και συγκεκριμένα από τις 8-Νοε-05 έως τις 9-Ιαν-07. Τα δεδομένα των μετρήσεων της παροχής της πηγής Καστάνιτσα με τα οποία κατασκευάστηκε το υδρόγραμμα (Εικ. 5.35) της συγκεκριμένης πηγής βρίσκονται στον Πίνακα IV.

Ημερομηνία	t (ημέρες)	Q (m³/h)	Q (m³/sec)	logQ
8-Νοε-05	1	27,00	0,0075	-2,124938737
10-Ιαν-06	64	110,00	0,03055556	-1,514909816
13-Μαρ-06	126	280,00	0,07777778	-1,109144469
16-Μαΐ-06	190	110,00	0,03055556	-1,514909816
4-Ιουλ-06	239	78,00	0,02166667	-1,664207898
5-Σεπ-06	302	50,00	0,01388889	-1,857332496
7-Νοε-06	365	45,00	0,0125	-1,903089987
9-Ιαν-07	427	49,00	0,01361111	-1,866106421

Πίνακας IV: Δεδομένα μετρήσεων παροχής της πηγής Καστάνιτσα.



Εικόνα 5.35 : Υδρογράμμα πηγής Καστάνιτσα από τις 8-Νοε-05 έως τις 9-Ιαν-07.

Από το υδρογράμμα της πηγής της Καστάνιτσας προκύπτει ο χρόνος ανόδου, ο οποίος συμπίπτει με την διάρκεια της καμπύλης συγκέντρωσης, είχε διάρκεια από τις 8-Νοε-05 έως τις 13-Μαρ-06.

Η μέγιστη παροχή ήταν $280 \text{ m}^3/\text{h}$ και μετρήθηκε στις 13-Μαρ-06. Από τις 13-Μαρ-06 άρχισε να μειώνεται σταδιακά η παροχή της πηγής και η ελάχιστη παροχή της μετρήθηκε στις 7-Νοε-06. Το διάστημα αυτό αντιστοιχεί στην καμπύλη υποχώρησης. Θα πρέπει να σημειωθεί όμως, πως κατά πάσα πιθανότητα η καμπύλη υποχώρησης συνεχίστηκε και μετά τις 7-Νοε-06, όπου και άρχισε η επόμενη καμπύλη συγκέντρωσης. Αυτό συμβαίνει, γιατί η επόμενη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 9-Ιαν-07, δυο μήνες μετά δηλαδή από αυτή της 7-Νοε-06.

Από το υδρογράμμα της παραπάνω πηγής προκύπτει, πως η στείρευση αρχίζει είτε στις 16-Μαϊ-06 που αλλάζει η κλίση της καμπύλης υποχώρησης ή λίγο αργότερα. Θα έπρεπε να υπάρχει μία ακόμα τουλάχιστον μέτρηση ανάμεσα 16-Μαϊ-06 και 4-Ιουλ-06 για να είμαστε σίγουροι για τον ακριβή χρόνο έναρξης της στείρευσης.

Σύμφωνα με το υδρογράμμα και τον τύπο του MAILLET πήραμε δύο πιθανές περιπτώσεις, σχετικά με την καμπύλη στείρευσης:

- 1^η Περίπτωση: 16-Μαΐ-06 έως 7-Νοε-06 (Εικ. 5.36)
- 2^η Περίπτωση: 4-Ιουλ-06 έως 7-Νοε-06 (Εικ. 5.37)

Για την πρώτη περίπτωση η εξίσωση του MAILLET είναι της μορφής:

$$Q_t = 0,078e^{-0,005t} \quad R^2=0,9393$$

επομένως ο συντελεστής στείρευσης α ισούται με $5 \cdot 10^{-3}$ και αυτό σημαίνει ότι το νερό ρέει διαμέσου των διακλάσεων και των ενδοστρωσιγενών κενών.

Ο όγκος των εκκενώσιμων αποθεμάτων είναι της τάξης των 129.600m^3 από την έναρξη της στείρευσης.

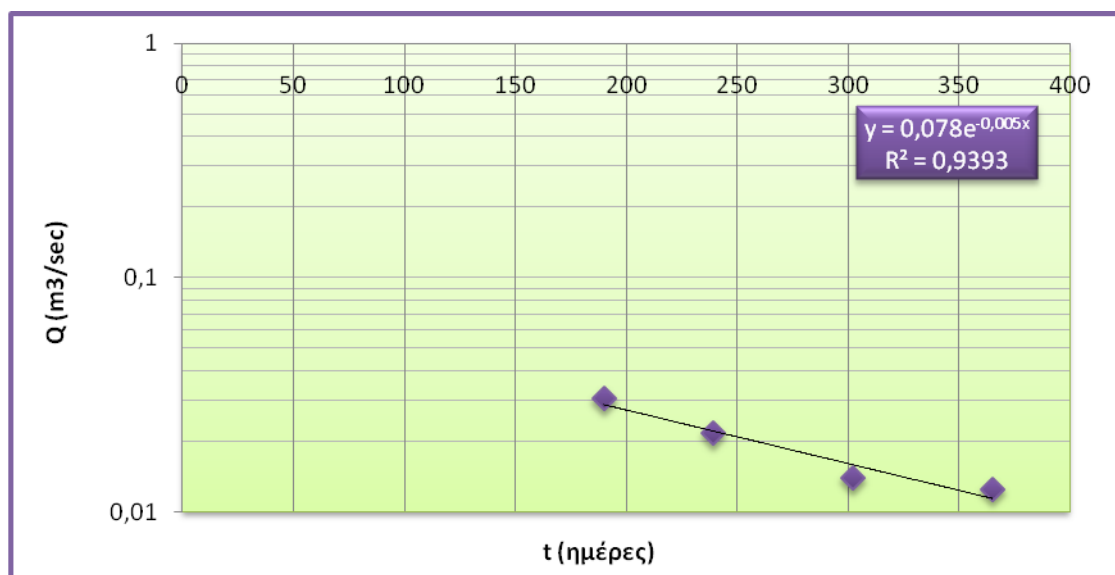
Για την πρώτη περίπτωση η εξίσωση του MAILLET είναι της μορφής:

$$Q_t = 0,0581e^{-0,004t} \quad R^2=0,8874$$

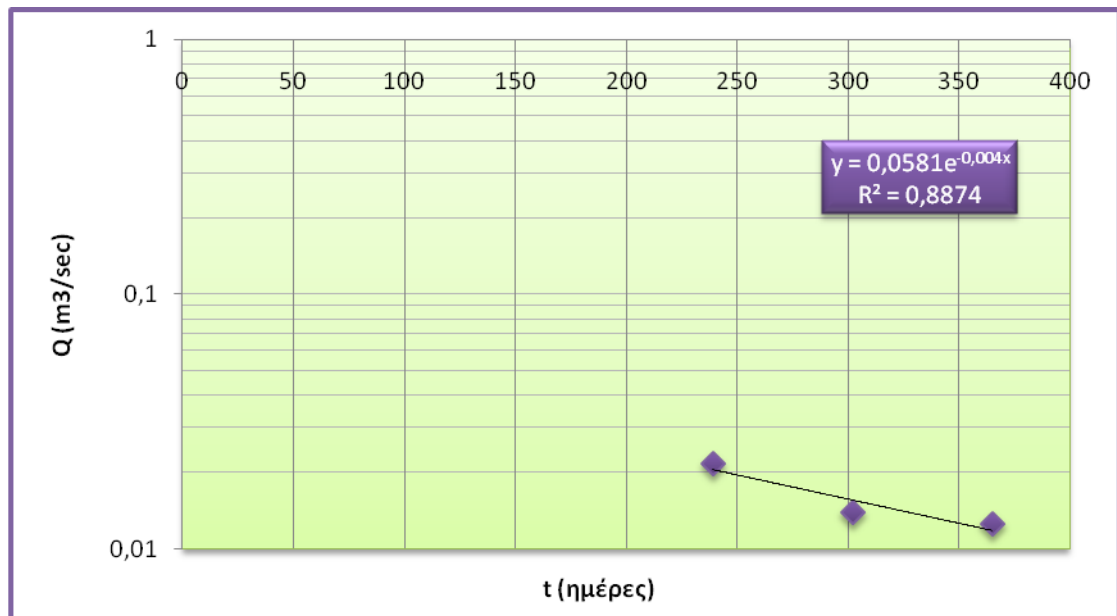
επομένως ο συντελεστής στείρευσης α ισούται με $4 \cdot 10^{-3}$ και αυτό σημαίνει ότι το νερό ρέει διαμέσου των διακλάσεων και των ενδοστρωσιγενών κενών.

Ο όγκος των εκκενώσιμων αποθεμάτων είναι της τάξης των 162.000m^3 από την έναρξη της στείρευσης.

Οι συντελεστές συσχέτισης έχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ο καλύτερος όμως είναι της πρώτης περίπτωσης, οπότε δεχόμαστε την περίοδο 16-Μαΐ-06 έως 7-Νοε-06, για τελική εξίσωση.



Εικόνα 5.36 : Η εξίσωση στείρευσης σε διάγραμμα Q/t ημιλογαριθμικής κλίμακας, για την πρώτη περίπτωση.



Εικόνα 5.37 : Η εξίσωση στείρευσης σε διάγραμμα Q/t ημιλογαριθμικής κλίμακας, για την δεύτερη περίπτωση.

5.4. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΚΑΤΕΙΣΔΥΣΗΣ

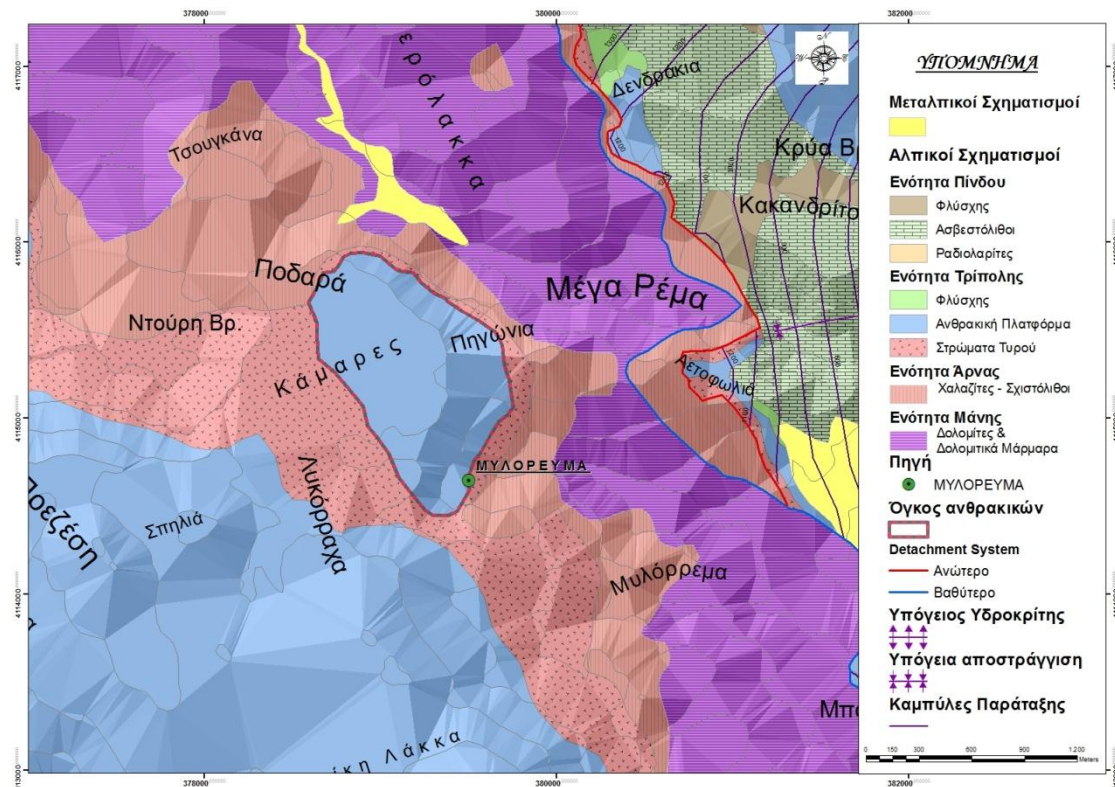
Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια εκτίμηση του συντελεστή κατείσδυσης των ανθρακικών της Τρίπολης, με την βοήθεια μερικών από των πηγών όπου θα αναλύσουμε παρακάτω.

Για να υπολογίσουμε τον συντελεστή κατείσδυσης στα ανθρακικά της Τρίπολης, θα πρέπει να προσδιορίσω την έκταση αυτών. Λόγω της μεγάλης εμφάνισης των ανθρακικών στην περιοχή, των πολυάριθμων πηγών, την υδραυλική επικοινωνία των εν λόγω ανθρακικών με άλλους υδροπερατούς σχηματισμούς και λόγο ενός ποσοστού του νερού που κατεισδύει στα ανθρακικά της Τρίπολης και καταλήγει υπόγεια στη θάλασσα, δεν ήταν εφικτό να υπολογίσουμε τον συντελεστή κατείσδυσης από το συνολικό όγκο των ανθρακικών. Για τους παραπάνω λόγους, επιλέξαμε για τον υπολογισμό του συντελεστή κατείσδυσης δυο διαφορετικές εμφανίσεις των ανθρακικών της Τρίπολης. Η πρώτη είναι υπό την μορφή τεκτονικού ράκους στην περιοχή Μυλόρευμα, ενώ η δεύτερη εμφάνιση στην περιοχή της Καστάνιτσας.

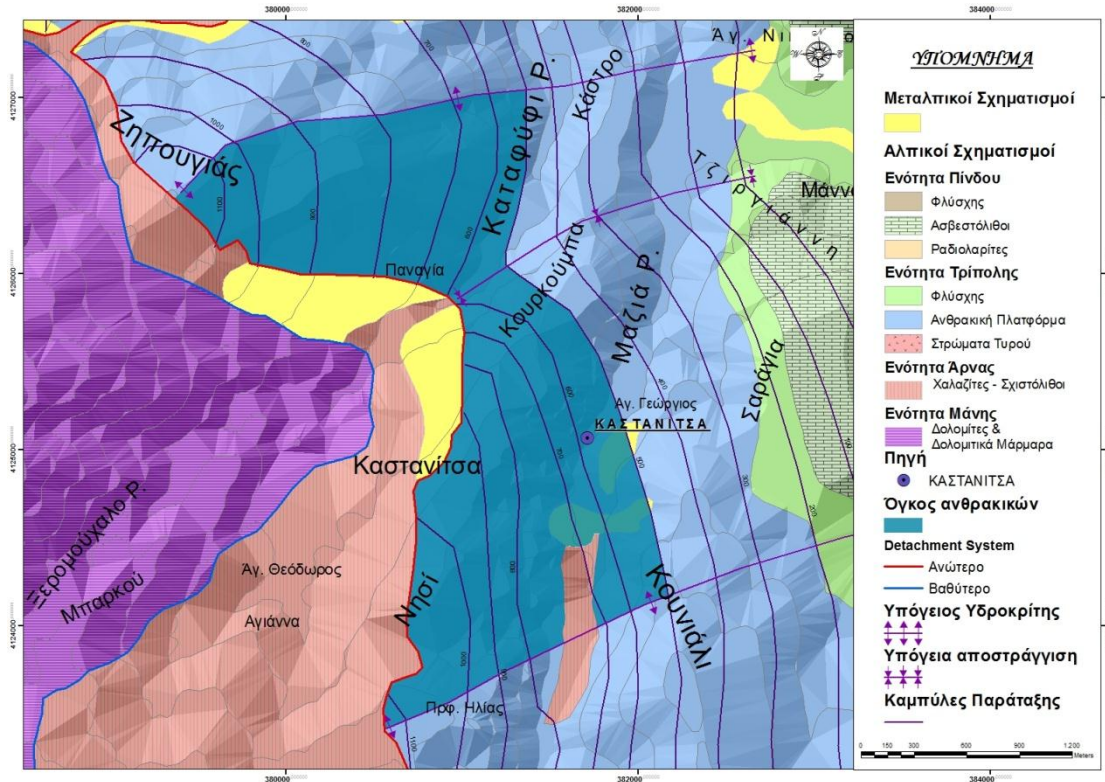
Τα ανθρακικά της Τρίπολης στην περιοχή Μυλόρευμα υπέρκειται των αδιαπέρατων σχηματισμών της Άρνας και των Στρωμάτων Τυρού και λόγω της μορφολογίας στην περιοχή έχουμε εμφάνιση πηγής επαφής (Εικ. 5.38). Το γεγονός αυτό μας επιτρέπει τον υπολογισμό του συντελεστή κατείσδυσης.

Αντίθετα στην περιοχή της Καστάνιτσας, λόγω του γεγονότος ότι τα ανθρακικά της Τρίπολης έχουν εκτεταμένη εμφάνιση και δεν είναι μια απομονωμένη περιοχή, όπως στην περιοχή Μυλόρευμα, χρειάζεται η κατασκευή του υπεδαφικού χάρτη μεταξύ των αδιαπέρατων σχηματισμών της Άρνας με τα υπερκείμενα ανθρακικά της Τρίπολης. Κατόπιν μελέτης του υπεδαφικού χάρτη της περιοχής οριοθετήσαμε την έκταση των ανθρακικών μεταξύ δύο διαδοχικών υπόγειων υδροκριτών εκατέρωθεν της πηγής και τα ανθρακικά που βρίσκονται από το υψόμετρο της πηγής και άνω (Εικ. 5.39) ,η έκταση των ανθρακικών απεικονίζεται με το μπλε

σκούρο). Για τον υπολογισμό της έκτασης των ανθρακικών της Τρίπολης και για τις δυο περιοχές, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ArcGIS 9.3.



Εικόνα 5.38 : Ο όγκος των ανθρακικών της Τρίπολης που εκφορτίζουν την πηγή επαφής Μυλόρευμα.



Εικόνα 5.39 : Οριοθέτηση της έκτασης των ανθρακικών της Τρίπολης στην περιοχή της Καστανίτσας με την βοήθεια του υπεδαιφικού χάρτη (η έκταση των ανθρακικών απεικονίζεται με το μπλε σκούρο).

Ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα

Για τον υπολογισμό του συνολικού όγκου των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, στις εν λόγω περιοχές, κατά την διάρκεια ενός υδρολογικού έτους, θα χρησιμοποιηθούν οι ακόλουθες μεθοδολογίες:

- Μέθοδος των ισοϋέτιων καμπυλών
- Μέθοδος του μέσου υψομέτρου

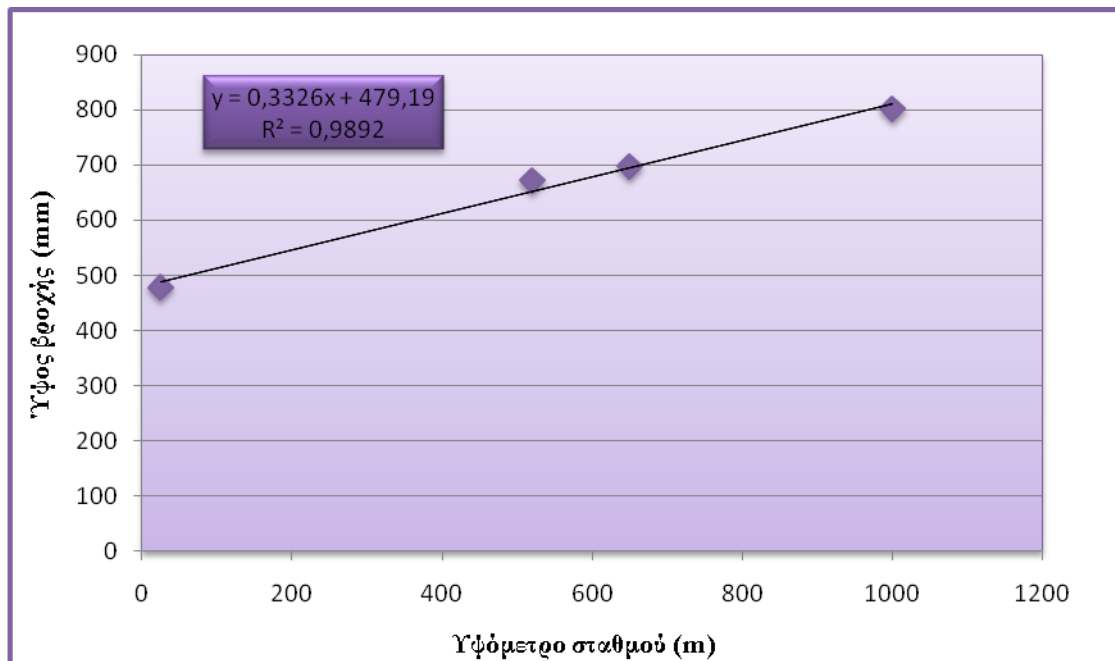
Για τον υπολογισμό του μέσου ύψους βροχής, χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις των σταθμών που έχουν εγκατασταθεί στην ευρύτερη περιοχή και ήταν ίδιοι για όλες τις μεθόδους, εφόσον πρώτα έγινε συσχετισμός των στοιχείων των σταθμών που είναι διαθέσιμα, με στόχο την επιλογή των σταθμών με τον καλύτερο συντελεστή συσχέτισης (Πιν. Ι). Αυτό προέκυψε

από τα στοιχεία των βροχομετρικών σταθμών Αχλαδόκαμπου, Βασάρα, Βούρβουρα και Άστρους, για τα υδρολογικά έτη από το 1987-88 έως το 1997-98, με συντελεστή συσχέτισης 0.99, ο οποίος είναι άριστος. Ως εκ τούτου ο υπολογισμός της εξίσωσης της βροχοβαθμίδας που προέκυψε είναι $y = 0,3325x + 479,19$ (Διάγρ. Ι).

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΜΕΣΟ ΕΤΗΣΙΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ
ΒΟΥΡΒΟΥΡΑ	1000	801,15
ΑΣΤΡΟΣ	25	477,5
ΒΑΣΑΡΑΣ	550	595,74
ΑΧΛΑΔΟΚΑΜΠΟΣ	520	571,5
<i>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ</i>		<i>0,99</i>
<i>ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΣ ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ</i>		<i>552</i>

Πίνακας Ι

* Τα στοιχεία των βροχομετρικών σταθμών αποτελούν πηγές από το αρχείο του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.



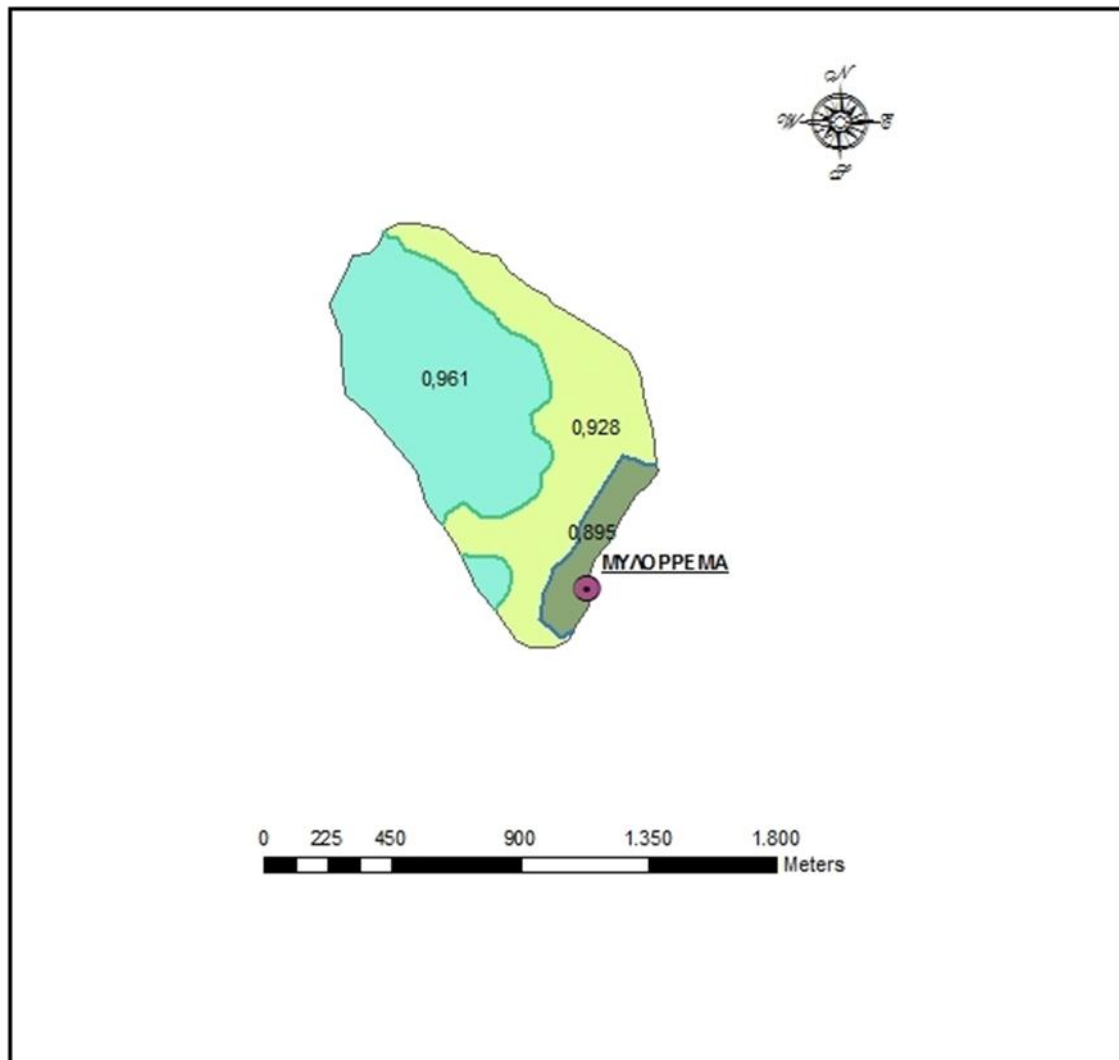
Διάγραμμα I

Μέθοδος των ισοϋέτιων καμπυλών

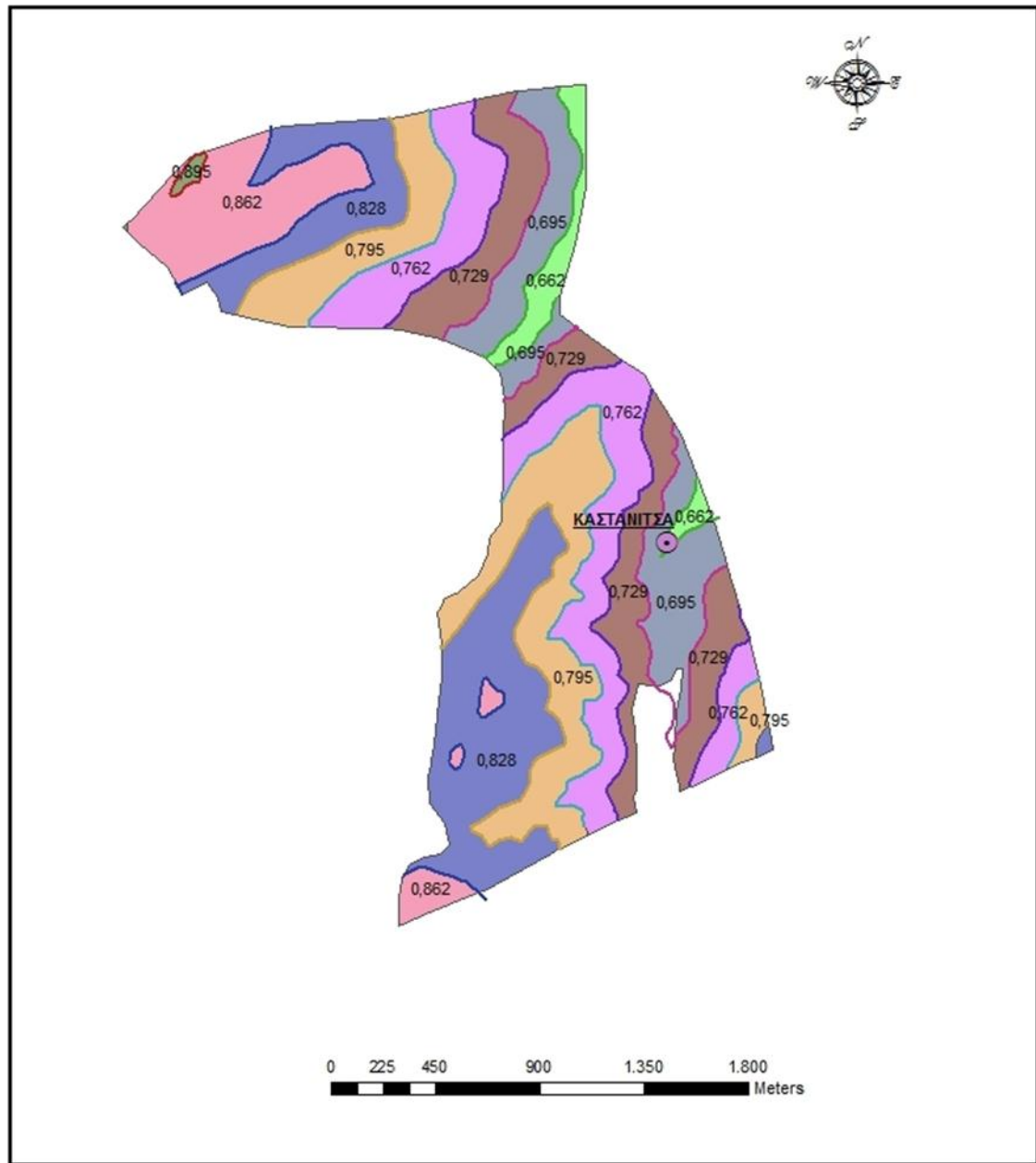
Για να υπολογίσουμε τον όγκο των κατακρημνισμάτων με την μέθοδο των ισοϋέτιων καμπυλών, αρχικά πρέπει να μετατρέψουμε τις ισοϋψείς καμπύλες σε ισοϋέτιες καμπύλες (Εικ. 5.40-5.41). Αυτό θα το επιτύχουμε με την βοήθεια της εξίσωσης της βροχοβαθμίδας.

Με δεδομένο ότι το ύψος της βροχής σε μια περιοχή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της, επιλέχθηκαν, όπως αναφέραμε και παραπάνω, οι σταθμοί με το μεγαλύτερο συντελεστή συσχέτισης (Πίνακας I) και με τον τρόπο αυτό η εξίσωση της βροχοβαθμίδας θεωρήθηκε αντιπροσωπευτική για το σύνολο αυτών. Ως αποτέλεσμα, προέκυψε η ακόλουθη εξίσωση:

$$\underline{P = 0.3325h + 479.19}$$



Εικόνα 5.40 : Ισοϋέτιες καμπύλες των ανθρακικών της Τρίπολης στην περιοχή Μυλόπρεμα.



Εικόνα 5.41 : Ισοϋέτιες καμπύλες των ανθρακικών της Τρίπολης στην περιοχή της Καστάνιτσας.

Στη συνέχεια, εφαρμόζοντας την εξίσωση βροχοβαθμίδας για τα ημιαθροίσματα των δύο διαδοχικών ισοϋψών καμπύλων, και πολλαπλασιάζοντας το ύψος βροχής, που προκύπτει με την έκταση κάθε ζώνης, προκύπτει ο όγκος της βροχής για κάθε ζώνη. Το άθροισμα του όγκου αυτού διαιρέθηκε με το σύνολο της έκτασης των ανθρακικών και προέκυψε το μέσο ετήσιο ύψος βροχής για την περιοχή των ανθρακικών της Τρίπολης.

Οι υπολογισμοί παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Ζώνη	(H1+H2)/2	Έκταση ζώνης (m ²)	Τιμή Ισοϋέτιας (m)	V(m ³)
1200-1300	1250	81585,215	0,895	73103,355
1300-1400	1350	410823,374	0,928	381325,255
1400-1500	1450	518119,057	0,951	498150,749
	Σύνολο	1010527,545		952580,371
	Ύψος βροχής (m)		0,928	

Πίνακας II: Στην περιοχή Μυλόρευμα.

Ζώνη	(H1+H2)/2	Έκταση ζώνης (m ²)	Τιμή Ισοϋέτιας (mm)	V(m ³)
500-500	550	124740,410	0,552	82593,120
500-700	550	454557,088	0,595	315089,908
700-800	750	531027,738	0,729	459792,051
800-900	850	710875,494	0,752	541515,039
900-1000	950	750470,582	0,795	595744,188
1000-1100	1050	804883,879	0,828	555781,903
1100-1200	1150	401555,775	0,852	345108,227
1200-1300	1250	12802,45035	0,895	11457,434
	Σύνολο	3891024,424		3.021.182,87
	Ύψος βροχής (mm)		0,779	

Πίνακας III: Στην περιοχή της Καστάνιτσας.

Μέθοδος του μέσου υψομέτρου

Το μέσο υψόμετρο στην περιοχή των ανθρακικών είναι 1393,18 μέτρα και η έκταση της λεκάνης είναι περίπου 1 km². Συνεπώς με βάση τη μέθοδο του μέσου υψομέτρου και χρησιμοποιώντας τη βροχοβαθμίδα ($y = 0,3325x + 479,19$), το μέσο ύψος βροχής για την περιοχή είναι P=942,55mm και ο όγκος του νερού της βροχόπτωσης περίπου 197 εκ. κ.μ. το χρόνο.

Οι υπολογισμοί παρουσιάζονται στον πίνακα III που ακολουθεί.

Ζώνη	(H1+H2)/2 (α)	Έκταση ζώνης (m ²) (ε)	Σ(α*ε)	Μέσο Υψόμετρο (m)	V(m ³)
1200-1300	1250	81585,215	102105518,2	1393,18	952580,37
1300-1400	1350	410823,374	554511555,2		
1400-1500	1450	518119,057	751272533,2		
	Σύνολο	1010527,545	1407990705,55		
	Υψος βροχής (m)		0,943		

Πίνακας IV: Στην περιοχή Μυλόρευμα.

Ζώνη	(H1+H2)/2 (α)	Έκταση ζώνης (m ²) (ε)	Σ(α*ε)	Μέσο Υψόμετρο (m)	V(m ³)
500-500	550	124740,410	58507225,35	893,7438879	3021182,858
500-700	550	454557,088	295452107,2		
700-800	750	531027,738	473270803,3		
800-900	850	710875,494	504244159,5		
900-1000	950	750470,582	712947052,7		
1000-1100	1050	804883,879	845128072,5		
1100-1200	1150	401555,775	451915791		
1200-1300	1250	12802,45035	15003075,44		
	Σύνολο	3891024,424	3477579295,981		
	Υψος βροχής (mm)		0,775		

Πίνακας V: Στην περιοχή της Καστάνιτσας.

Σύγκριση αποτελεσμάτων

Περιοχή	Μέθοδος	Μέσο Ετήσιο Ύψος Βροχής (P, mm)	Μέσος Ετήσιος Όγκος Βροχόπτωσης στην περιοχή των ανθρακικών (V,m ³)
Μυλόρευμα	Ισοϋέτιες καμπύλες	928	952580
	Μέθοδος Μέσου Υψομέτρου	943	952580
Καστάνιτσα	Ισοϋέτιες καμπύλες	779	3021182
	Μέθοδος Μέσου Υψομέτρου	775	3021182

Κατείδυση

Η κατείδυση υπολογίζεται συνήθως εμμέσως από την διαφορά του υδρολογικού ισοζυγίου. Για την περιοχή μας ,όμως δεν μπορούμε να εφαρμόσουμε τη μέθοδο αυτή, λόγω ελλείψεως στοιχείων επιφανειακής απορροής. Για αυτό το λόγο για τον υπολογισμό της κατείδωσης στα ανθρακικά πετρώματα της Τρίπολης θα εφαρμόσουμε τον εξής τύπο:

$$I = \frac{V_{πηγής}}{V_{βροχής}}$$

,όπου V_{πηγής} είναι περίπου η μέση ετήσια απορροή της κάθε πηγής και V_{βροχής} είναι ο όγκος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που πέφτουν στα ανθρακικά της Τρίπολης για την κάθε περιοχή ξεχωριστά.

Στο Πίνακα VI παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της κατείδουσης.

Περιοχή	Υπηγής (m ³)	Υβροχής (m ³)	Συντελεστής κατείδουσης %
<i>Μυλόρευμα</i>	500.000	952.580	52%
<i>Καστάνιτσα</i>	1.400.000	3.021.182	46%

Πίνακας VI: Συντελεστές κατείδουσης για τα ανθρακικά της Τρίπολης.

Ο συντελεστής κατείδουσης ο οποίος εκφράζει το % ποσοστό επί των βροχοπτώσεων, για την περιοχή του Ποδάρα είναι 52%. Αλλά για την περιοχή της Καστάνιτσας είναι 46%. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην πρώτη περίπτωση επειδή είναι πηγή επαφής και πρόκειται για ένα τεκτονικό ράκος, το οποίο δεν έχει πλευρική επικοινωνία με άλλους υδροπερατούς σχηματισμούς, ο συντελεστής κατείδουσης είναι πραγματικός, αλλά πρόκειται για μια έκταση ασβεστόλιθων έντονα τεκτονισμένη και καρστικοποιημένη και με μικρό πάχος και γι' αυτό το λόγο δεν είναι αντιπροσωπευτικός της ευρύτερης περιοχής, όποτε ο συντελεστής κατείδουσης αναμένεται μικρότερος του 52%.

Όσον αφορά τώρα την περιοχή της Καστάνιτσας, όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε και στην Εικόνα 5.39, να μεν είναι πηγή επαφής αλλά τα ανθρακικά της Τρίπολης εδώ δεν είναι απομονωμένα με αποτέλεσμα να υπάρχουν πλευρικές απώλειες, οι οποίες δεν είναι εφικτό να υπολογιστούν. Έτσι ο συντελεστής κατείδουσης αναμένεται να είναι μεγαλύτερος από το 46%.

Ωστόσο σύμφωνα με τις δύο περιπτώσεις μπορούμε να εκτιμήσουμε των συντελεστή κατείδουσης του συνόλου των ανθρακικών της Τρίπολης στην περιοχή μελέτης, ο οποίος αναμένεται να είναι μεγαλύτερος από 46% και μικρότερος από 52%. Οι τιμές αυτές βρίσκονται μέσα στα όρια 40-55% που από την βιβλιογραφία αναφέρονται για τις συνήθεις καρστικές περιοχές της Ελλάδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο Πάρνωνας είναι ένα από τα υψηλότερα βουνά της Πελοποννήσου, με υψηλότερη κορυφή της Μεγάλης Τούρλας, 1936 μέτρα. Η κορυφογραμμή του έχει διεύθυνση ΒΒΔ – ΝΝΑ.

Η περιοχή μελέτης αποστραγγίζεται από τρεις κύριους ποταμούς:

- ✚ Τον ποταμό Τάνο, που εκβάλλει στην περιοχή του Παράλιου Άστρους.
- ✚ Τον ποταμό Βρασιάτη, που εκβάλλει στον Αγ. Ανδρέα.
- ✚ Τον ποταμό Λαφνώνα, που εκβάλλει στην περιοχή του Λεωνιδίου..

Η μεγαλύτερη έκταση της περιοχής μελέτης καλύπτεται από αλπικούς σχηματισμούς και κυρίως από τις τεκτονικές ενότητες, που εντάσσονται στο H1 και H2 τεκτονοστρωματογραφικά πεδία, την Εξωτερική πλατφόρμα των Ελληνίδων και του Ωκεανού Πίνδου – Κυκλάδων, αντίστοιχα. Ως αυτόχθονη Ενότητα της υπό μελέτης περιοχής εμφανίζεται η Ενότητα της Μάνης, όπου και καταλαμβάνει το πυρήνα του αντικλίνου του Πάρωνα. Οι τεκτονικά ανώτερες ενότητες που εμφανίζονται (από κάτω προς τα πάνω) είναι οι εξής:

- ✚ Η ενότητα της Άρνας, η οποία αποτελείται από σχιστόλιθους που εναλλάσσονται με χαλαζίτες, μετακροκαλοπαγή, μεταβασάλτες και μάρμαρα.
- ✚ Η ενότητα της Τρίπολης, όπου εμφανίζεται με ολόκληρη την στρωματογραφική της κολώνα, η οποία ξεκινάει από τα στρώματα Τυρού στη βάση, συνεχίζει με την ανθρακική της ακολουθία μεγάλου πάχους και κλείνει με το φλύσχη.
- ✚ Η ενότητα της Πίνδου, αντίθετα εμφανίζεται μόνο το ανώτερο της τμήμα το λεγόμενο ως Αρκαδικό κάλυμμα, το οποίο αποτελείται από τους ιλυόλιθους και τους ραδιολαρίτες στην βάση, συνεχίζει με την ανωκρητιδική ανθρακική ακολουθία και κλείνει με το φλύσχη.

Θα πρέπει όμως να αναφέρουμε ότι επί πολλά έτη υπήρχε η άποψη ότι τα ρήγματα μικρής κλίσης, γνωστά και ως επωθητικά ρήγματα, είναι εκείνα που ξεχώριζαν τις διάφορες τεκτονικές ενότητες και τα οποία προκύπτουν από την διαδικασία συμπίεσης στην ζώνη του ορογενούς. Σε αντίθεση με τα κανονικά ρήγματα που τα θεωρούσαν ως την ανώτερη παραμορφωτική φάση που προκύπτει συνήθως από την χώρο της οπισθοτάφρου στο ορογενετικό τόξο και πίστευαν ότι ήταν ρήγματα μέτρια ως μεγάλης κλίσης, με γωνία βύθισης μεγαλύτερη από 40°. Τα τελευταία χρόνια επικρατεί η άποψη ότι και τα κανονικά ρήγματα αποκόλλησης χωρίζουν της τεκτονικές ενότητες, με χαρακτηριστικό παράδειγμα το Ρήγμα Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου.

Όσον αφορά τον τεκτονικό ιστό της υπό μελέτης περιοχής στους αλπικούς σχηματισμούς χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη επωθήσεων, λεπιώσεων, πτυχώσεων και ρηγμάτων. Ωστόσο σπουδαίο ρόλο παίζει το Ρήγμα Αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου, ηλικίας Μέσο Μειόκαινο – Κατώτερο Πλειόκαινο, που αποτελεί αναμφισβήτητα την κύρια τεκτονική δομή της Ανατολικής Πελοποννήσου, εκτεινόμενο από την Νότια Πελοπόννησο με διεύθυνση Βόρειο-Βορειοδυτική μέχρι περίπου 30 χιλιόμετρα Βόρεια του Κορινθιακού Κόλπου, με ήπια κλίση λιγότερο από 15° προς τα ΒΑ. Η δημιουργία του οφείλεται στην διατμητική ζώνη που είχε δημιουργηθεί στην δυτική Πελοπόννησο κατά την περίοδο αυτή και παρατηρούμε ότι είναι παράλληλα με το σημερινό Ορογενετικό τόξο.

Μια από τις κύριες εμφανίσεις του Ρήγματος Αποκόλλησης είναι στην περιοχή του Ανατολικού Πάρωνα, το οποίο το παρακολουθούμε για αρκετά χιλιόμετρα, αποτελούμενο από δυο κανονικά ρήγματα, με γενική διεύθυνση ΒΑ-ΝΑ και κλίση Α-ΒΑ. Στο βαθύτερο από τα δύο ρήγματα, το υποκείμενο τέμαχος αποτελείται από τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της Ενότητας της Μάνης, ενώ στο ανώτερο ρήγμα αποκόλλησης, το υποκείμενο τέμαχος αποτελείται από τους μεταμορφωμένους σχηματισμούς της Ενότητας της Άρνας, με το υπερκείμενο τέμαχος να ποικίλει κατά μήκος της διάρρηξης και για τις δύο περιπτώσεις, με αποτέλεσμα να υπάρχει μια δομική παράλειψη, η οποία φτάνει συνολικά περίπου τα 8 χιλιόμετρα.

Σύμφωνα με τον ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ (1984) στην περιοχή του Πάρνωνα, τα δύο ρήγματα αποκόλλησης που παρουσιάζονται στην περιοχή μελέτης μας είναι αδιατάρακτα, εκτός της περίπτωσης του ρήγματος δυτικά της κορυφής της Μικρής Τούρλας, που έχει κόψει την επώθηση της Τρίπολης πάνω στα μεταμορφωμένα. Το γεγονός ότι κανένα ρήγμα δεν έχει κόψει τα δύο ρήγματα αποκόλλησης μας πιστοποιεί ότι δεν υπάρχουν ενεργά ρήγματα και μας διευκολύνει στην κατασκευή του υπεδαφικού χάρτη.

Οι τεκτονικές δομές και συγκεκριμένα το Ρήγμα αποκόλλησης της Ανατολικής Πελοποννήσου, σε συνδυασμό με την λιθοστρωματογραφία παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην υδρογεωλογία. Το Ρήγμα Αποκόλλησης που εμφανίζεται στην περιοχή του Ανατολικού Πάρνωνα έχει φέρει υδροπερατούς σχηματισμούς (ανθρακικά Τρίπολης) πάνω σε αδιαπέρατους σχηματισμούς (μεταμορφωμένοι σχηματισμοί Άρνας), με αποτέλεσμα τη ανάπτυξη υδροφόρων οριζόντων στους αλπικούς σχηματισμούς και κυρίως καρστικών υδροφόρων οριζόντων.

Όσον αφορά τους υδροφόρους ορίζοντες, όπου και είναι και οι σημαντικότεροι, αρχικά τους διαχωρίζουμε σε τέσσερα κύρια συστήματα:

- ✚ Το καρστικό σύστημα των ανθρακικών της Ενότητας της Πίνδου
- ✚ Το καρστικό σύστημα των ανθρακικών της Ενότητας της Τρίπολης
- ✚ Οι ρωγμώδης υδροφόροι ορίζοντες των Στρωμάτων Τυρού της Τρίπολης
- ✚ Το καρστικό σύστημα των ανθρακικών της Ενότητας της Μάνης
- ✚ Οι ρωγμώδης υδροφόροι ορίζοντες των μεταμορφωμένων σχηματισμών της Ενότητας της Άρνας

Οι διαμορφωμένες υδρογεωλογικές συνθήκες κάνουν σαφές την κυκλοφορία του υπεδαφικού νερού στα ανθρακικά πετρώματα της Τρίπολης. Έτσι, ο πρωταρχικός παράγοντας είναι ο καθορισμός της γεωμετρίας των επαφών μεταξύ ανθρακικών Τρίπολης/σχιστόλιθων Άρνας, που το νερό ακολουθεί αφότου κατεισδύει στα ανθρακικά.

Το ανώτερο ρήγμα αποκόλλησης το οποίο ακολουθεί τις υποκείμενες των ανθρακικών της Ενότητας της Τρίπολης σχιστολιθικές μάζες της Ενότητας της Άρνας δημιουργεί υπόγειο φράγμα, δημιουργώντας υπόγειους άξονες αποστράγγισης, άρα και η υπόγεια κίνηση του νερού καθορίζεται από τη γεωμετρία της επαφής αυτής. Ενώ, το βαθύτερο ρήγμα αποκόλλησης μας δείχνει την πιθανή θέση μόνιμης υπόγειας δεξαμενής στα ανθρακικά της Ενότητας της Μάνης, χωρίς αυτό να είναι δυνατόν να πιστοποιηθεί λόγω του μεγάλου πάχους αυτών.

Όσον αφορά τον Υπεδαφικό Τεκτονικό Χάρτη της γεωλογικής επιφάνειας μεταξύ των αδιαπέρατων στρωμάτων της Άρνας με τους υπερκείμενους υδροπερατούς ανθρακικούς σχηματισμούς της Τρίπολης, μπορούμε να παρατηρήσουμε την φορά κίνηση του υπόγειου νερού μέσα στους υδροπερατούς σχηματισμούς, όπως αυτή καθορίζεται από την τεκτονική δομή και σε ποιες θέσεις το νερό κατεισδύει σε βάθος στα ανθρακικά της Τρίπολης και που εκφορτίζεται από τα ανθρακικά στην επιφάνεια.

Στην περιοχή μελέτης μας η επαφή ανθρακικών Τρίπολης/σχιστόλιθων Άρνας στο Βόρειο τμήμα του χάρτη έχει μικρότερη κλίση από το νότιο τμήμα του χάρτη και οι τιμές που παίρνουμε κυμαίνονται από 6° έως 30°, αντίστοιχα, προς τα ΒΑ. Παρατηρώντας και την γεωμετρία των παρατάξεων μπορούμε να διακρίνουμε τους διαδοχικούς υπόγειους άξονες αποστράγγισης και τους υπόγειους υδροκρίτες. Όποτε μπορούμε να εκτιμήσουμε, όπου αυτό είναι εφικτό, τον όγκο των ανθρακικών της Τρίπολης που τροφοδοτούν την κάθε πηγή.

Οι πηγές που δημιουργούνται εξαιτίας της τεκτονικής αποκόλλησης του Ανατολικού Πάρωνα (Εικ. 6.2) και τις εντοπίσαμε με την βοήθεια του Υπεδαφικού χάρτη άλλα έπειτα επιβεβαιώσαμε στην ύπαιθρο, είναι καρστικές πηγές επαφής, που εκφορτίζουν τα ανθρακικά της Τρίπολης και πρόκειται για πηγές τόσο μικρής όσο και πολύ μεγάλης δυναμικότητας.

● Η πηγή **Μάνας** βρίσκεται στην κοινότητα της Αγ. Σοφίας, σε μέσο υψόμετρο 620 μέτρων. Πρόκειται για μια καρστική πηγή επαφής, συνεχούς ροής, στην οποία έχει γίνει υδρομάστευση. Το νερό της υδρομάστευσης τροφοδοτεί τον Οικισμό της Αγ. Σοφίας και υπάρχει μια υπερχείλιση της τάξεως των 5 m³/h. Το νερό αναβλύζει από τους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Τρίπολης με τους υποκείμενους αδιαπέρατους σχηματισμούς της ενότητας της Άρνας, που εμφανίζουν μια έκταση 2 km² περίπου.

● Η πηγή **Κότρωνας** βρίσκεται στην κοινότητα της Νέας Χώρας, σε μέσο υψόμετρο 639 μέτρων. Πρόκειται για μια καρστική πηγή επαφής, διάσπαρτης ανάβλυσης, συνεχούς ροής, στην οποία και έχει γίνει μερική υδρομάστευση. Το νερό της υδρομάστευσης χρησιμοποιείται τόσο για ύδρευση όσο και για άρδευση του χωριού.

● Η πηγή **Πλατάνου** βρίσκεται στο Δήμο της Β. Κυνουρίας, στην είσοδο του χωριού, σε μέσο υψόμετρο 464 μέτρων. Πρόκειται για μια καρστική πηγή επαφής, διάσπαρτης ανάβλυσης, συνεχούς ροής, στην οποία και έχει γίνει μερική υδρομάστευση. Το νερό της υδρομάστευσης χρησιμοποιείται τόσο για ύδρευση όσο και για άρδευση του χωριού, ενώ στην πραγματικότητα θα μπορούσε να επιλύσει τα προβλήματα ύδρευσης και άρδευσης όλου του Δήμου Βόρειας Κυνουρίας. Η συνολική παροχή της πηγής είναι αρκετά μεγάλη για τα δεδομένα της περιοχής μελέτης και κυμαίνεται, ανάλογα με τους θερινούς και χειμερινούς μήνες, από μια ελάχιστη παροχή 203 m³/h έως μια μέγιστη παροχή 1.230 m³/h.

● Η πηγή **Καστάνιτσα** βρίσκεται στο ρέμα της Μαζιάς, σε υψόμετρο 650 μέτρα, πρόκειται για καρστική πηγή επαφής, συνεχούς ροής και με σημειακή ανάβλυση. Οι προσκείμενοι ασβεστολιθικοί όγκοι δυτικά της πηγής, είναι αυτοί στους οποίους και οφείλει την τροφοδοσία της. Η πηγή έχει υδρομαστευτεί μερικώς και υδρεύει την περιοχή του Αγ. Ανδρέα. Ενώ έχει προταθεί και η πλήρη υδρομάστευσή της. Η παροχή της πηγής

παρουσιάζει διακύμανση, καθώς τους χειμερινούς μήνες φτάνει μέχρι και $455 \text{ m}^3/\text{h}$, ενώ κατά τους θερινούς μήνες η παροχή της μειώνεται και είναι της τάξεως των $27 \text{ m}^3/\text{h}$.

• Στην κοινότητα της Σίταινας εμφανίζονται πολυάριθμες πηγές όπως η πηγή του Γερομανώλη και του Βουλγαρούς, η βρύση του Λεκάση, του «Θόλου», της «Εκκλησίας» και του Λάκκου με τα κρυστάλλινα και πλούσια νερά τους, ενώ υπάρχουν δεκάδες ακόμα πηγές, γύρω του, που άλλες χρησιμοποιούνται για ύδρευση και άλλες για άρδευση. Οι πηγές αυτές είτε θα αναβλύζουν από τα ανθρακικά της Τρίπολης είτε από το μεταμορφωμένο σχηματισμό της Άρνας. Οι Πηγές, όμως ενδιαφέροντος μας είναι οι καρστικές πηγές επαφής, που δημιουργούνται εξαιτίας του Ρήγματος Αποκόλλησης και αναβλύζουν από τα ανθρακικά της Τρίπολης που βρίσκονται Βόρεια και Νότια αυτών. Χαρακτηριστικές είναι η πηγή **«βρύση Εκκλησιά»** και η πηγή **«βρύση Θόλος»**. Η πηγή «βρύση Εκκλησιά» είναι καρστική πηγή επαφής, συνεχούς ροής και η πηγή έχει υδρομαστευτεί μερικώς και υδρεύει την περιοχή του Αγ. Ανδρέα και η παροχή της κυμαίνεται από $2\text{-}9 \text{ m}^3/\text{h}$, καθώς και η πηγή «βρύση Θόλος», με την παροχή της να κυμαίνεται από $3\text{-}30 \text{ m}^3/\text{h}$.

Από την ανάλυση των υδρογραμμάτων των πηγών Πλατάνου, «Εκκλησίας» (Σίταινας) και του Πραστού, με την προσέγγιση και τον τύπο του MAILLET προκύπτει, πως η έναρξη της στείρευσης αρχίζει ταυτόχρονα σε όλες τις πηγές.

Στον Πίνακα I παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία που προέκυψαν από την ανάλυση των υδρογραμμάτων των παραπάνω πηγών με την προσέγγιση και τον τύπο του MAILLET.

Πηγή	Περίοδος	Εξίσωση Maillet	Συντελεστής Στείρευσης (α)	Συντελεστής Συσχέτισης (R^2)	Δυναμικά Αποθέματα (m^3)
Πλατάνου	6/10/2005 έως τις 6/11/2006	$Q_t = 0,2517e^{-0,003t}$	$3*10^{-3}$	0,8049	1.840.000
Σίταινα «Εγκλησία»	7-Νοε-95 έως τις 8- Ιαν-07	$Q_t = 0,0049e^{-0,003t}$	$3*10^{-3}$	0,9453	33.120
Μαζιάς	8-Νοε-05 έως τις 9- Ιαν-07	$Q_t = 0,078e^{-0,005t}$	$5*10^{-3}$	0,9393	129.600

Πίνακας Ι: Συγκεντρωτικά στοιχεία από την ανάλυση των υδρογραμμάτων με την προσέγγιση και τον τύπο του MAILLET.

Οι συντελεστές στείρευσης (α) λαμβάνουν τιμές που βρίσκονται πάντα στην ίδια τάξη μεγέθους από 0,003 έως 0,005. Οι τιμές αυτές είναι της τάξης του 10^{-3} γεγονός που σημαίνει, πως το νερό ρέει διαμέσου των διακλάσεων και των ενδοστρωσιγενών κενών.

Τέλος στην προσπάθεια υπολογισμού του συντελεστή κατείδυσης των ανθρακικών της Τρίπολης, επιλέξαμε δυο πηγές στην περιοχή μελέτης και υπολογίσαμε την εξίσωση της βροχοβαθμίδας, εφαρμόζοντας δυο διαφορετικές μεθόδους, των ισοϋέτιων καμπυλών και του μέσου υψομέτρου, για το ύψος της βροχής στα ανθρακικά της Τρίπολης. Για το λόγο αυτό έγινε συσχετισμός των βροχομετρικών σταθμών που βρίσκονται στην περιοχή μελέτης. Έτσι ο καλύτερος συντελεστής συσχέτισης προέκυψε από τα στοιχεία των βροχομετρικών σταθμών Αχλαδόκαμπου, Βασάρα, Βούρβουρα και Άστρους, για τα υδρολογικά έτη από το 1987-88 έως το 1997-98, με συντελεστή συσχέτισης 0.99, ο οποίος είναι άριστος. Ως εκ τούτου ο υπολογισμός της εξίσωσης της βροχοβαθμίδας που προέκυψε είναι $y = 0,3326x + 479,19$.

Οι πηγές που επιλέξαμε για τον υπολογισμό της κατείδουσης στα ανθρακικά της Τρίπολης ήταν πηγές επαφής, με την διαφορά ότι στην πρώτη πηγή πρόκειται για ένα τεκτονικό ράκος των ανθρακικών της Τρίπολης, χωρίς πλευρικές απώλειες, ενώ στην δεύτερη πηγή, με την βοήθεια του Υπεδαφικού χάρτη οριοθετήσαμε την έκταση των ανθρακικών μεταξύ δύο διαδοχικών υπόγειων υδροκριτών εκατέρωθεν της πηγής και τα ανθρακικά που βρίσκονται από το υπόμετρο της πηγής και άνω.

Ωστόσο εφαρμόζοντας και τις δύο μεθόδους, για να υπολογίσουμε τον όγκο τις βροχής στην περιοχή των ανθρακικών για κάθε πηγή, τα αποτελέσματα που πήραμε δεν είχαν διαφορές μεταξύ τους.

<i>Περιοχή</i>	<i>Μέθοδος</i>	<i>Μέσο Ετήσιο Υψος Βροχής (P, mm)</i>	<i>Μέσος Ετήσιος Όγκος Βροχόπτωσης στην περιοχή των ανθρακικών (V,m³)</i>
<i>Μυλόρευμα</i>	<i>Ισοϋέτιες καμπύλες</i>	<i>928</i>	<i>952580</i>
	<i>Μέθοδος Μέσου Υψομέτρου</i>	<i>943</i>	<i>952580</i>
<i>Καστάνιτσα</i>	<i>Ισοϋέτιες καμπύλες</i>	<i>779</i>	<i>3021182</i>
	<i>Μέθοδος Μέσου Υψομέτρου</i>	<i>776</i>	<i>3021182</i>

Πίνακας II: Σύγκριση αποτελεσμάτων

Ο συντελεστής κατείδουσης για την περιοχή του Ποδάρια είναι 52%, ενώ για την περιοχή της Καστάνιτσας είναι 46 %. Θα πρέπει όμως να αναφερθεί ότι στην πρώτη περίπτωση στην περιοχή Μυλόρευμα, ναι μεν πρόκειται για ένα τεκτονικό ράκος, το οποίο δεν έχει πλευρική επικοινωνία με άλλους υδροπερατούς σχηματισμούς, αλλά είναι μια πολύ μικρή έκταση ανθρακικών με μικρό πάχος και έντονα τεκτονισμένο και

καρστικοποιημένο, αρά ο συντελεστής κατείδωσης είναι μεγαλύτερος από τον πραγματικό. Αντίθετα, για την περιοχή της Καστάνιτσας να μεν είναι πηγή επαφής και έχουμε μια ικανοποιητική έκταση ανθρακικών αλλά τα ανθρακικά της Τρίπολης εδώ δεν είναι απομονωμένα με αποτέλεσμα να υπάρχουν πλευρικές απώλειες, οι οποίες δεν είναι εφικτό να υπολογιστούν, άρα αναμένεται μεγαλύτερος συντελεστής κατείδωσης. Έτσι ο συντελεστής κατείδωσης αναμένεται να είναι μεταξύ 46-52%.

Οι τιμές αυτές βρίσκονται μέσα στα όρια 40-55% που από την βιβλιογραφία αναφέρονται για τις συνήθεις καρστικές περιοχές της Ελλάδας.

Περιοχή	Υπηγής (m ³)	Υβροχής (m ³)	Συντελεστής κατείδωσης %
<i>Μολόρευμα</i>	500.000	952.580	52%
<i>Καστάνιτσα</i>	1.400.000	3.021.182	46%

Πίνακας II: Συντελεστές κατείδωσης για τα ανθρακικά της Τρίπολης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Angelier, J., Lyberis, N., Le Pichon, X., Barrier, E. & Huchon, P., 1982. The tectonic development of the Hellenic arc and the sea of Crete: A synthesis. *Tectonophysics* 86(159-196).
- 2) Aubouin, J. & Dercourt, J., 1970. Sur la geologie de l' Egee: regard sur le Dodecanese meridional (Kassos, Karpathos, Rhodes). *Bull. Soc. geol. France* 7(XII), 455-472.
- 3) Aubouin, J., 1959. Contribution a l' etude geologique de la Grece septentrionale, les confins de l' Epire et de la Thessalie. *Ann. Geol. Pays Hell.* 10, 526.
- 4) Aubouin, J., Bonneau, M., Davidson, J., Leboulenger, P., Matesco, S. & Zambetakis, A., 1976. Esquisse structurale de l' Arc egeen externe: des Dinarides aux Taurides. *Bull. Soc. geol. France* 28(7), 327-336.
- 5) Bassias, I., 1984. Etude géologique du domaine parnonien (feuille d' Astros au 1:50.000) Peloponnese oriental. Unpublished These de 3eme cycle, Univ. P. et M. Curie.
- 6) Blumenthal, M., 1933. Zur Kenntnis der Querprofile des zentralen und nordlichen Peloponnes. *Neues Jahrbuch fur Mineralogie, Geologie und Palaontologie* 70B, 449-514.
- 7) Blumor, T., Dollinger, J., Knobel, M., Mutter, A., Zarda, S. & Kowalczyk, G., 1994. Plattenkalk series and Kastania phyllites of the Taygetos Mts.: New results on structure and succession. *Bull. Soc. Geol. Greece* 30(2), 83-92.
- 8) Bonneau, M., 1973. Les differentes "series ophiolitiferes" de la Crete: une mise au point. *C. R. Acad.Sci. Paris* 276(Serie D), 1249-1252.

- 9) **Bonneau, M.**, 1976. Esquisse structurale de la Crete alpine. Bull. Soc. Geol. France (7) 18, 351-353.
- 10) **Bonneau, M. & Zambetakis, A.**, 1975. La serie de Mangassa de la Crete orientale: une klippe d' origine pindique externe. C. R. Acad. Sci. Paris 281(Serie D), 17-19.
- 11) **Burchfiel, C., Royden, L.**, 1985. North-south extension within the convergent Himalayan region. Geology 13 (10), 679-682.
- 12) **Davidson, J.**, 1974. Contribution a l' etude geologique de l' Arc Egeen: l' ile de Karpathos (Dodecanese meridional, Grece). These 3e cycle, Univ. Paris - VI.
- 13) **Davis, G., Anderson, J., Frost, E., Schakleford, T.**, 1980. Mylonitization and detachment faulting in the Whipple-Buckskin-Rawhide Mountains terrane, southeastern California and western Arizona. In: Crittenden, M., Coney, P., Davis, G. (Eds.), Cordilleran Metamorphic Core Complexes. Geological Society of America Memoir, pp. 79-130.
- 14) **De Wever, P.**, 1975. Etude geologique de series apparaissant en fenetre sous l'allocthone pindique (serie de Tripolitza, serie epimetamorphique de Zarouchla), Peloponnese septentrional, Grece. These 3eme cycle.
- 15) **Dercourt, J.**, 1964. Contribution a l' etude geologique d'un secteur du Peloponnese septentrional. Annales Geologiques des Pays Helleniques 15, 1-418.
- 16) **Dercourt, J., De Wever, p. & Fleury, J.**, 1976. Données sur le style tectonique de la nappe de Tripolitza en Péloponnèse septentrional (Grèce). Bull. Soc. geol. France (7), 28(2), 317-326.

- 17) Dercourt, J., Fleury, J. & Tsoflias, P., 1973. Mouvements tangentiels dans la zone autochtone de Gavrovo-Tripolitza en Peloponnese Nord Occidental (Achaïe, Grece). C. R. Acad. Sci. Paris. 276(Serie D), 473-475.
- 18) Dermitzakis, M., Papanikolaou, D., 1979. Paleogeography and geodynamics of the Aegean area during the Neogene. Proc. VII Int. Congr. Medit. Neogene, Athens 1979, Ann. Geol. Pays Hellen., tome hors serie IV.
- 19) Dittmar, U. & Kowalczyk, G., 1991. Die metaklastite im Liegenden der Plattenkalk-Karbonate des sudlichen Peloponnes. Z. dt. geol. Ges. 142, 209-227.
- 20) Doerfliger, N. & Zwahlen, F., 1995. EPIK: a new method for outlining of protection areas in karst environment. In: Günay G, Johnson I (eds) Proceedings 5th International symposium and field seminar on karst waters and environmental impacts. Antalya, Sep 1995, Balkema, Rotterdam, pp 117-123.
- 21) Doert, U., Kowalczyk, G., Kauffmann, G. & Krahel, J., 1985. Zur stratigraphischen Einstufung der "Phyllite-Serie" von Krokee und der Halbinsel Xyli. Erlanger geol. Abh. 112, 1-10.
- 22) Dornsiepen, U., Manutsoglu E., Mertmann D., 2001. Permian – Triassic paleogeography of the external Hellenides. Elsevier 327-338.
- 23) Doutsos, T., Koukouvelas, I., Poulimenos, G., Kokkalas, S., Xypolias, P. & Skourlis, K., 2000. An exhumation model of the south Peloponnesus, Greece. International Journal of Earth Science 89, 350-365.
- 24) Epting, M., Kudrass, H. R., Leppig, U. & Schafer, A., 1972. Geologie der Talea Ori/Kreta. N. Jb. Geol. Palaont. Abh. 141(3), 259-285.

- 25) Fleury, J., 1976.** Unite palaeogeographique originale sous le front de la nappe du Pinde-Olonos: L' unite du Megdhovas (Grece continentale). C.R. Acad. Sc. Paris, 282, 25-28.
- 26) Fleury, J., 1980.** Les zones de Gavrovo-Tripolitza et du Pinde-Olonos (Grece continentale et Peloponnese du Nord). Evolution d'une plateforme et d'un bassin dans leur cadre alpin. In: Memoire de la Soc. Geol. Nord, 651.
- 27) Jacobshagen, V., Durr, S., Kockel, F., Kopp, K.O., Kowalczyk, G. with contributions of berckheimer, H., buttner, D., 1978b.** Structure and evolution of the Aegean Region. In: Alps-Apennines-Hellenides (eds. H. Closs, D. Roeder, K. Schmidt). Schweizerbart Stuttgart, pp 537-564.
- 28) Jacobshagen, V., Richter, D., Makris, J. with contributions of Bachmann, G.H., Giese, P., Risch, H., 1978a.** Structure and evolution of the Aegean Region. In: Alps-Apennines-Hellenides (eds. H. Closs, D. Roeder, K. Schmidt). Schweizerbart Stuttgart, pp 415-423.
- 29) Kisch, H.J., 1981.** Burial diagenesis in Tertiary 'flysch' of the external zones of the Hellenides in central Greece and the Olympos region, and its tectonic significance. Eclogae Geologicae Helveticae 74, 603-624.
- 30) Kowalczyk, G., Richter, D., Risch, H. & Winter, K., 1977.** Zur zeitlichen Einstufung der tectogenetischen Ereignisse auf dem Peloponnes. N. Jahrb. Geol. Palaont. Mh. 9, 549-564.
- 31) Ktenas, K., 1924.** Formations primaires semimetamorphiques du Peloponnese central. C. R. somm. Soc. geol. Fr., 61-63.
- 32) Kunz, E., 1977.** Der gebirgsbau im grenzbereich Gavrovo-Tripolitza Zone gegen Olonos-Pindos Zone in NE-Peloponnes. Annales Geologiques des Pays Helleniques 28, 567-581.

- 33) Lekkas, E., Danamos, G., Skourtsos, E. & Sakellariou, D., 2002. Position of the Middle Triassic Tyros Beds in the Gavrovo-Tripolis Unit (Rhodes Island, Dodecanese, Greece). *Geologica Carpathica* 53, 37-44.
- 34) Lekkas, S. & Georgoulis, J., 1985. Couches renversees dans la nappe d' Arcadie et leur signification pour l' hydrogeologie (Peloponnese Central, Grece). *Ann. Geol. Pays Hell.* 33(1), 83-91.
- 35) Lekkas, S. & Papanikolaou, D., 1979. On the phyllite problem in Peloponnesus. *Ann. Geol. Pays Hell.* 29(1), 395-409.
- 36) Manutsoglu, E., 1990. Tektonik und metamorphose der Plattenkalk-Serie im Taygetos (Peloponnes, Griechenland), Berlin.
- 37) Mariolakos, I., Papanikolaou, D., 1981 The neogene basins of the Aegean Arc from the paleogeographic and the geodynamic point of view. *Intern. Symp. Hellen. Arc and Trench, Athens 1981*, p.383-399 1981.
- 38) McKenzie, D., 1978. Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions. *Geophys. J. R. Astron. Soc.* 55, 217-254.
- 39) Mutti, E., Orombelli, G. & Pozzi, R., 1970. Geological studies on the Dodecanese islands (Aegean Sea). *Ann. Geol. Pays Hell.* 22, 77-262.
- 40) Papanikolaou, D. et al, 2004 TRANSMED-TRANSECT VII. A description of the section and of the data sources. 32nd International Geological Congress. Florence (August 2004).
- 41) Papanikolaou, D. & Dermitzakis, M., 1981. The Aegean Arc during Burdigalian and Messinian: A comparison. *Riv. Ital. Paleont.* 87, 1, 83-92.
- 42) Papanikolaou, D. & Skarpelis, N., 1988. The blueschists in the external metamorphic belt of the Hellenides. *Ann. Geol. Pays Hell.* 33(2), 47-68.

- 43) Papanikolaou, D., 1984** The three metamorphic belts of the Hellenides. In: The geological evolution of the Mediterranean (edited by Dixon, J. E. & Robertson, A. H. F.). Geol. Soc. Spec. Publ. 17. Geological Society of London, Oxford, 551-561.
- 44) Papanikolaou, D., 1986.** Late Cretaceous paleogeography of the metamorphic hellenides. IGME, Geol. & Geoph. Res, Spasial Issue, 315-328.
- 45) Papanikolaou, D., 1988.** Introduction to the geology of Crete. In: Guide Book.
- 46) Papanikolaou, D., 1997.** The tectonostratigraphic terranes of the Hellenides. Ann. Geol. Pays Hell. 37, 495-514.
- 47) Papanikolaou, D., and Royden, L., 2007.** Disruption of the Hellenic Arc: Late Miocene extensional detachment faults and steep Pliocene-Quaternary normal faults – or - What happened at Corinth? Tectonics 26, TC5003, doi:10.1029/2006TC002007.
- 48) Papanikolaou, D., Chronis, G. & Metaxas, C., 1994.** Neotectonic structure of the Argolic Gulf. Bull. Soc. Geol. Greece XXX(2), 305-316.
- 49) Papanikolaou, D., Fountoulis I., Metaxas, C., 2007.** Active faults, deformation rates and Quaternary paleogeography at Kyparissiakos Gulf (SW Greece) deduced from onshore and offshore data. Quaternary International 171-172 (2007), 14-30.
- 50) Papanikolaou, D., and Gouliotis, L., 2006.** The Itea- Amfissa Detachment: A pre-Corinth rift extensional structure in central Greece, Geophys. Res. Abstr., 8, Abstract 9619.

- 51) Papanikolaou, D., Lykousis, V., Chronis, G. & Pavlakis, P., 1988. A comparative study of neotectonic basins across the Hellenic arc: the Messiniakos, Argolikos, Saronikos and Southern Evoikos Gulfs. Basin Research 1, 167-176.
- 52) Papanikolaou D., Vassilakis E., 2009. Thrust faults and extensional detachment faults in Cretan tectono-stratigraphy: Implications for Middle Miocene extension. Tectonophysics xxx (2009) xxx–xxx
- 53) Papanikolaou, D., 1989. Are the Medial Crystalline Massifs of the Eastern Mediterranean drifted Gondwanian fragments?. Special Publications of the Geological Society of Greece, Newsletter, 1, 63-90.
- 54) Philippson, A., 1892. Der Peloponnes. In: Versuch einer Landeskunde auf geographischer Grundlage, Berlin, 647.
- 55) Philippson, A., 1930. Beiträge zur Morphologie Griechenlands. Geogr. Abhndl. 3, 93.
- 56) Philippson, A., 1959. Die griechischen Landschaften. Klostermann, V.
- 57) Renz, C., 1940. Die Tektonik der griechischen Gebirge. In: Pragm, Akad. Ath. 8, 171.
- 58) Richter, D., 1976. Das Flysch-Stadium der Helleniden-Ein Überblick. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 127, 467-483.
- 59) Ring, U., P. W. Layer, and T. Reischmann, 2001. Miocene high-pressure metamorphism in the Cyclades and Crete, Aegean Sea, Greece: Evidence for large magnitude displacement on the Cretan detachment, Geology, 29, 395 – 398.

- 60)** Seidel, E., Kreuzer, H., Harre, W., 1982. A late Oligocene/early Miocene high pressure belt in the external Hellenides. *Geologisches Jahrbuch* E23, 165-206.
- 61)** Sorel, D., 2000. A Pleistocene and still-active detachment fault and the origin of the Corinth-Patras rift, Greece. *Geology* 28(1), 83-86.
- 62)** Temple, P.G., 1968. Mechanics of large-scale gravity sliding in the Greek Peloponnesos. *Geological Society of America Bulletin* 79, 689-700.
- 63)** Thiebault, F., 1973. Etude geologique du Taygete septentrional (Peloponnese meridional, Grece). *Ann. Soc. Geol. Nord* XCIII(1), 55-74.
- 64)** Thiebault, F., 1977a. Etablissement du caractere ionien de la serie des calcschistes et marbres ("Plattenkalk") en fenetre dans le massif du Taygete (Peloponnese - Grece). *C. R. somm. Soc. geol. Fr.* 1977(3), 159-161.
- 65)** Thiebault, F., 1977b. Stratigraphie de la serie des calcschistes et marbres ("Plattenkalk") en fenetre dans le massifs du Taygete et du Parnon (Peloponnese - Grece). In: VI Colloquium on the geology of the Aegean Region II, Athens, 691-701.
- 66)** Thiebault, F., 1982. Evolution geodynamique des Hellenides externes en Peloponnese meridional (Grece) 6. *Societe Geologique du Nord*, 393.
- 67)** Thiebault, F., Triboulet, T., 1984. Alpine metamorphism and deformation in Phyllite nappes (external Hellenides, southern Peloponnesus, Greece): Geodynamic implication. *The Journal of Geology* 92, 185-199.

68) Van Hinsbergen, D. J. J., Zachariasse W. J., Wortel M. J. R. and Meulenkamp J. E., 2005. Underthrusting and exhumation: A comparison between the External Hellenides and the “hot” Cycladic and “cold” South Aegean core complexes (Greece), *Tectonics*, 24, TC2011, doi:10.1029/2004TC001692.

69) Van Hinsbergen, D. J. J., Zachariasse W. J., Wortel M. J. R., and Meulenkamp J. E., 2005. Underthrusting and exhumation: A comparison between the External Hellenides and the “hot” Cycladic and “cold” South Aegean core complexes (Greece), *Tectonics*, 24, TC2011, doi:10.1029/2004TC001692.

70) Wernicke, B., 1981. Low-angle normal faults in the Basin and Range Province: nappe tectonics in an extending orogen. *Nature* 291 (5817), 645–648.

71) Wernicke, B., 1995. Low-angle normal faults and seismicity: a review. *J. Geophys. Res.* 100 (B10), 20159–20174.

72) Wernicke, B., Burchfiel, C., 1982. Mode of extensional tectonics. *J. Struct. Geol.* 4, 105–115.

73) Αλεξόπουλος, Α., 1990. Γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής του τοπογραφικού φύλλου "Μοχός" (Κεντροανατολική Κρήτη). Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

74) Ανδρεαδάκης Εμ., 2007. Διαχείριση Υδατικών Πόρων σε επίπεδο Καποδιστριακού Δήμου - Η περίπτωση του Δήμου Θεραπνών Λακωνίας. Μεταπτυχιακή Διατριβή, 340 σελ., ΕΚΠΑ, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Αθήνα.

- 75) Γεωργουλής, Ι., 1984. Γεωλογικές και Υδρογεωλογικές έρευνες στην επαρχία Μαντινείας (Κεντρική Πελοπόννησος). ΙΓΜΕ, Υδρολογικές & Υδρογεωλογικές Έρευνες 52.
- 76) Δανάμος, Γ., 1992. Συμβολή στη Γεωλογία και Υδρογεωλογία της νήσου των Κυθήρων. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο.
- 77) Δημάδη Ελ., Εξηνταβελώνη, Παν., Τακτικός, Στ., Σταμάτης, Αν., 1978. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε., φύλλον Λεωνίδιον, Αθήναι.
- 78) Καλλέργης, Γ., 2000. Εφαρμοσμένη - Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία. ΤΕΕ, Αθήνα.
- 79) Καροτσιέρης, Ζ., 1981. Γεωλογικές έρευνες στην περιοχή Βυτίνας (Κεντρική Πελοπόννησος). Διδακτορική διατριβή, Εκδόσεις Εργαστηρίου Γεωλ. & Παλαιοντ. Παν/μίου Αθηνών, Σειρά Α, Νο 45, Αθήνα.
- 80) Κισκύρας, Δ., 1963. Τεκτονικές έρευνες στην Πελοπόννησο και ιδιαίτερα στη ζώνη Ωλονού-Πίνδου. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ. 5(2), 1-21.
- 81) Λέκκας, Σ., 1978. Συμβολή στη γεωλογική δομή της περιοχής νοτιοανατολικάς της Τριπόλεως (κεντρική Πελοπόννησος). Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο.
- 82) Λέκκας, Σ., Αλεξόπουλος, Α. & Δανάμος, Γ., 1988. Νεοτεκτονικός χάρτης, κλίμακας 1:100.000, φύλλο "ΓΥΘΕΙΟ".
- 83) Λέκκας, Σ., Αλεξόπουλος, Α. & Δανάμος, Γ., 1991. Παρατηρήσεις επί της δομής των κατωτέρων οριζόντων της ενότητας της Τρίπολης στην νοτιοανατολική Πελοπόννησο. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ. 25(1), 387-398.

- 84) Μαριολάκος, Η. & Παπανικολάου, Δ., 1987. Είδος παραμόρφωσης και σχέση παραμόρφωσης - σεισμικότητας στο Ελληνικό τόξο. Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ. 19, 59-76.
- 85) Μαριολάκος, Η., 1976. Σκέψεις και απόψεις επί ωρισμένων προβλημάτων της γεωλογικής και τεκτονικής δομής της Πελοποννήσου. Ann. Geol. Pays Hell. 27, 215-313.
- 86) Παπανικολάου, Δ., 1984. Στην Τεκτονική ανάλυση των ρηγμάτων της Ελλάδας. ΤΕΕ 58.
- 87) Παπανικολάου, Δ., 1986. Γεωλογία της Ελλάδος. Εκδόσεις Επτάλοφος, Αθήνα.
- 88) Παπανικολάου, Δ., 1990. Παρουσία εμφανίσεων τύπου Αρβης, Δυτικής Θεσσαλίας και Ορλιακα στην Αργολίδα. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ. 24, 71-84.
- 89) Παπανικολάου, Δ., 1993. Κινηματικοί δείκτες και συνθήκες παραμόρφωσης των κυανοσχιστολίθων του Αιγαίου. Ειδική Συνεδρία Ελλην. Γεωλ. Εταιρίας, Μάιος 1993, Περιλήψεις, 30-34, Δελτίο Ελλην. Γεωλ. Εταιρίας, 29.
- 90) Παπανικολάου, Δ., Καροτσιέρης, Ζ., 2006. Τεκτονική Γεωλογία. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 394σ., Αθήνα.
- 91) Παρασκευόπουλος, Γ., 1951. Οι λιθάνθρακες της περιοχής της Μονεμβασιάς. Ann. Geol. Pays Hell. 3, 32-48.
- 92) Σκαρπέλης, Ν., 1982. Μεταλλογένεση συμπαγών θειούχων μεταλλευμάτων και πετρολογία της εξωτερικής μεταμορφικής τεκτονικής ζώνης των Ελληνίδων (ΝΑ Πελοπόννησος). Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο.

- 93) Σκούρτσος, Ε., Αλεξόπουλος, Α., Ζαμπετάκη-Λέκκα, Α. & Λέκκας, Σ., 2001. Η παρουσία των Εσωτερικών Ελληνίδων στην οροσειρά του Πάρνωνα, κεντροανατολική Πελοπόννησος. Δελτ. Ελλην. Γεωλ. Εταιρ. 34(1), 47-54.
- 94) Σκούρτσος, Εμμ., 2002. Μελέτη της τεκτονικής δομής των ανατολικών ορίων του τεκτονικού παράθυρου του Πάρνωνα. Διδακτορική Διατριβή, 392 σελ., ΕΚΠΑ, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Αθήνα.
- 95) Τάταρη, Αθ., Μαραγκαδάκη, Ν., Κατσικάτσου, Γ., 1970. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας 1:50.000, Ι.Γ.Ε.Υ., φύλλον Άστρος, Αθήναι.
- 96) Τάταρη, Αθ., Μαραγκαδάκη, Ν., Κατσικάτσου, Γ., 1970. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε., φύλλον Παράλιον Άστρος, Αθήναι.
- 97) Τσαϊλά-Μονόπωλη, Σ., 1977. Μικροπαλαιοντολογική μελέτη και στρωματογραφική διάρθρωσις των εν Πελοποννήσω, σχηματισμών της γεωτεκτονικής ζώνης Τριπόλεως (Γαβρόβου). Γεωλογικές και Γεωφυσικές Μελέτες 20(1), 1-136.
- 98) Φίλης, Χρ., 2007. Γεωλογικές και Υδρογεωλογικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής Νομιών του Δήμου Μονεμβασιάς. Μεταπτυχιακή Διατριβή, 269 σελ., ΕΚΠΑ, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Αθήνα.
- 99) Φουντούλης, Ι., 1994. Νεοτεκτονική εξέλιξη της Κεντροδυτικής Πελοποννήσου. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- 100) Φυτρολάκης, Ν., 1971a. Τα μέχρι τούδε άγνωστα παλαιοζωικά στρώματα νοτιοανατολικά των Καλαμών. Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ. 7(1), 70-81.
- 101) Φυτρολάκης, Ν., 1971b. Γεωλογικαί έρευναι εις την επαρχίαν Πυλίας (Μεσσηνία). Ann. Geol. Pays Hell. 23, 57-122.

102) Φυτρολάκης, Ν., 1980. Η γεωλογική δομή της Κρήτης. Προβλήματα, παρατηρήσεις και συμπεράσματα. Διατριβή επί υφηγεσία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

103) Ψώνης, Κ., 1981. Επί της παρουσίας Περμό-Κάτω Τριαδικών Στρωμάτων ως υποβάθρου της Σειράς των Πλακωδών Ασβεστόλιθων (Plattenkalk) εις τον Ταΰγετο. Περιγραφή μιας Συνεχούς τομής. Ann. Geol. Pays Hell. 30(2), 578-587.

104) Ψώνη, Κ., 2005. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας 1:50.000, Ι.Γ.Μ.Ε., φύλλον Γκοριτσά, Αθήναι.

ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΝΩΝΑ

ΚΡΗΤΙΚΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΗ, 2011

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ

Αλλουβιακές αποθέσεις: Συνίστανται από ασύνδετα κυρίως υλικά, άμμους, αργίλους, κροκάλες και χάλιες ποικίλου μεγέθους.

Πλευρικά κορήματα και κώνιοι κορημάτων: Χαλαρά έως λίγο συνεκτικά, συνήθως αδιαβήματα υλικά τοπικής προέλευσης. Παλιές αναβλήιδες: Πρόκειται για χαλαρά έως αρκετά συνεκτικά κροκαλοπαγή με συνδετικό υλικό αργιλικό ή ανθρακικό, ερυσσές αργιλικό, άμμοι με διάσπαρτες λατίπες.

ΑΛΠΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΙΝΔΟΥ (ΑΡΚΑΔΙΚΟ ΚΑΛΥΜΜΑ)

Φλόσσης και μεταβατικά στρώματα προς το φλόσση: Τα μεταβατικά στρώματα αποτελούνται από εναλλαγές μαργών και λεπτοπλακωδών σβεστούλιθων. Ο φλόσσης αποτελείται από φαμίτες και μέγρες μερικές από τις οποίες φέρουν χαρακτηριστικό ερυσσώδες χρώμα. Ηλικία Παλαιόκαινο. Λοβεστούλιθοι: Λοβεστούλιθοι, πλακώδεις πελαγικοί σβεστούλιθοι, τερρό, λευκού ή φαιού χρώματος με ενδιάστρωση ερυσσών ή μαύρων ραδιολαγρίτων, ερυσσώδων πηλινών και ποικίλων μαργών. Ηλικία Ανώτερο Κρητιδικό.

Πυλίθοι και Ραδιολαγρίτες: Αποτελείται από εναλλαγές πράσινων και ερυσσών πυλινών, φαμιτών και πολύμικτων λατυποπαγών σβεστούλιθων. Στην βάση τους παρατηρούνται ενίοτε και ενδιάστρωση ραδιολαγρίτων. Ηλικία Κάτω Κρητιδικό – Κενομάνιο.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΠΟΛΗΣ

Φλόσσης και μεταβατικά στρώματα προς το φλόσση: Αποτελείται κυρίως από πρασινότερους υνολίθους, σπανιότερα παρατηρούνται εναλλαγές τερρών υνολίθων και λεπτοκοκκινών φαμιτών. Στα στρώματα μετάβασης συνίσταται από κίτρινα σβεστομαργακτά στρώματα που εναλλάσσονται με σκουρόχρωμους σβεστούλιθους, κροκαλοπαγή με ανθρακικές κροκάλες και λατυποπαγή. Ηλικία Ανώτερο Ηώκαινο.

Ανθρακικά πετρώματα: Ανθρακικά ιζήματα νηριτικής φάσης από παχυστοιχωμένους βιτομενοειδείς σβεστούλιθους και δολομίτες. Ηλικία Ανώτερο Τριαδικό - Ηώκαινο.

Στρώματα Τυρό: Τυρόδη ημιαποξηλωμένη ακολουθία αποτελούμενη από ψάλλες, φαμίτες, κροκαλοπαγή με λάβες, πυρολάσες και τοφίτες. Στις θέσεις που επικρατούν χαλαστοί σχηματισμοί παρατηρείται μεταλλοφορία.

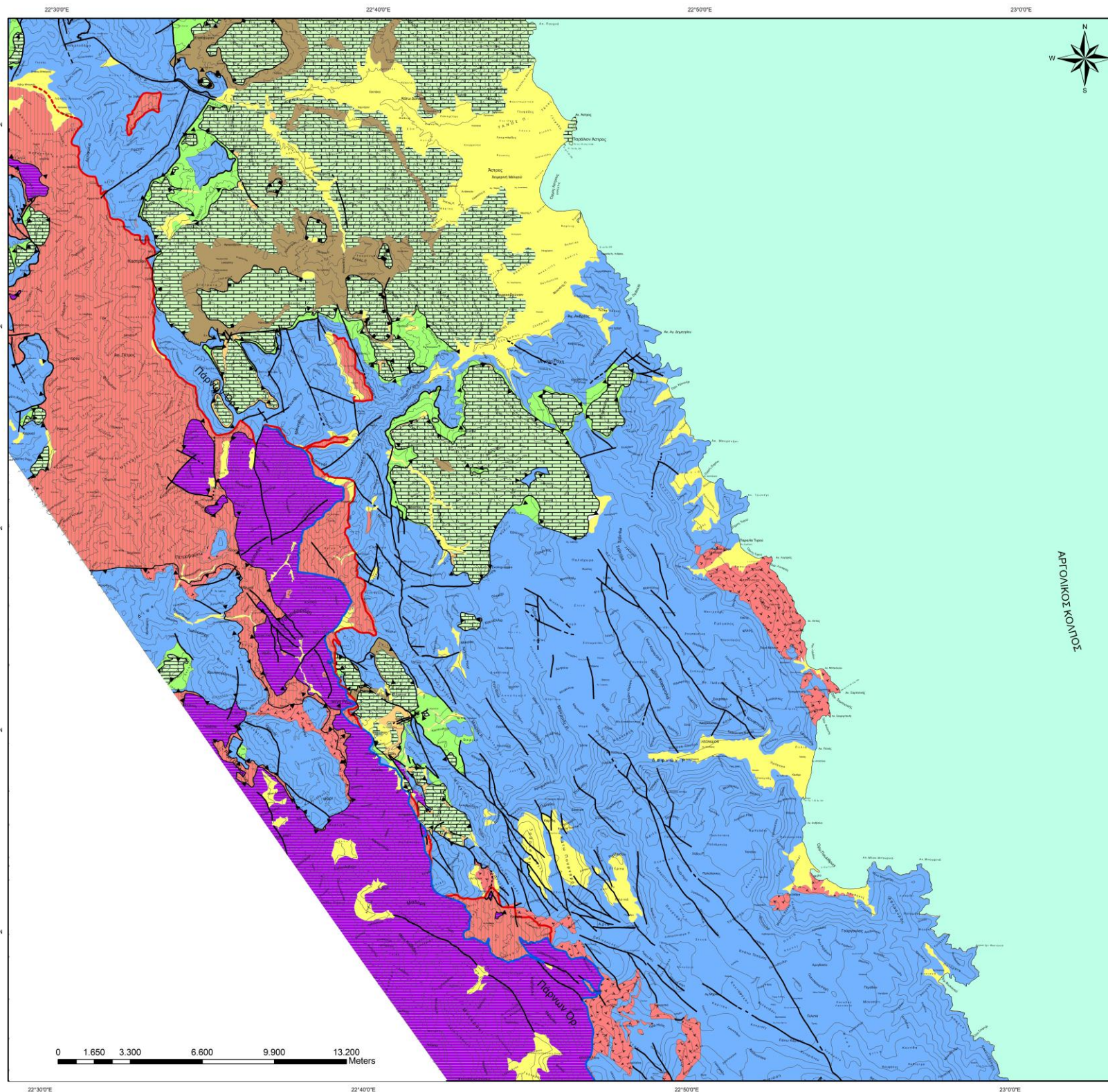
ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΡΝΑΣ

Μεταμορφωμένοι σχηματισμοί: Μεταμορφωμένοι, σερακτικοί γρανιτικοί σχιστόλιθοι και χλαζίτες με παραγενέσεις υψηλών πιέσεων/χαμηλών θερμοκρασιών. Ηλικία μεταμόρφωσης Τριτογενής.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΑΝΗΣ

Ανθρακικά πετρώματα: Από κάτω προς τα πάνω περιλαμβάνει δολομίτες και δολομιτικά μάρμαρα ηλικίας Άνω Τριαδικού – Μέσο Ιουρακικού, στο Μέσο Ιουρακικό ένα πυριτικό σχηματισμό μεταβαλλόμενου πάχους, ο οποίος ακολουθείται από εναλλαγές πλακωδών μαργών και πυριτολίθων. Στο Άνω Κρητιδικό ακολουθούν παχυστοιχωμένα μάρμαρα με οολορωτική αποουσία των πυριτολίθων και στο Ηώκαινο πολύχρωμα μάρμαρα. Ενδιάμεσα αυτών των δύο μεσολαβούν σκούρα μάρμαρα με πυριτολίθους. Ηλικία Άν. Τριαδικό – Κάτω Ολυγώκαινο.

- Ανώτερο εήγμα αποκόλλησης
- Βαθύτερο εήγμα αποκόλλησης
- Επώθηση
- Ερπίτευση
- Τεκτονική Επαφή



ΥΠΕΔΑΦΙΚΟΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

