



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας & Υδρογεωλογίας

Διπλωματική Εργασία



**«ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΟΡΥΧΕΙΟΥ ΝΟΤΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ»**

ΒΛΑΧΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Θεσσαλονίκη –Ιανουάριος 2012

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας & Υδρογεωλογίας

Διπλωματική Εργασία

«ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΟΡΥΧΕΙΟΥ ΝΟΤΙΟΥ ΠΕΔΙΟΥ»

ΒΛΑΧΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρόλογος.....	1
Ευχαριστίες	2
1. Εισαγωγή.....	3
2. Περιοχή μελέτης.....	5
2.1 Ορυχείο Νοτίου Πεδίου	8
3. Γεωμορφολογικά στοιχεία	11
3.1 Υδρογραφικό δίκτυο	11
3.2 Κλιματολογικά στοιχεία	13
3.2.1 Βροχομετρικά στοιχεία.....	13
3.2.2 Θερμοκρασία	15
3.2.3 Ανεμολογικά χαρακτηριστικά	15
4. Γεωλογία και στρωματογραφία	16
4.1 Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής	16
4.1.1 Γεωλογία λεκάνης Σαριγκιόλ	18
4.2 Στρωματογραφία λεκάνης Σαριγκιόλ	20
5. Τεκτονική περιοχής μελέτης	40
5.1 Η τεκτονική στους τομείς του ΟΝΠ	43
6. Υδρογεωλογικά στοιχεία.....	44
6.1 Υδροφόρα στρώματα.....	48
6.1.1 Καρστικό υδροφόρο σύστημα.....	48
6.1.2 Προσχωματικό υδροφόρο σύστημα	49
7. Συμπεράσματα - προτάσεις	65
8. Βιβλιογραφία.....	68

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Στάθμες γεωτρήσεων Ιανουάριος 2009-Ιανουάριος 2011 (1/3)	55
Πίνακας 2: Στάθμες γεωτρήσεων Ιανουάριος 2009-Ιανουάριος 2011 (2/3)	56
Πίνακας 3: Στάθμες γεωτρήσεων Ιανουάριος 2009-Ιανουάριος 2011 (3/3)	57

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Χάρτης λιγνιτικών κοιτασμάτων Δ. Μακεδονίας και Θεσσαλίας (Echmes, 2008)	6
Εικόνα 2: Χάρτης της λεκάνης Σαριγκιόλ (Μήτρου, 1999)	9
Εικόνα 3: Χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Δυτικής Μακεδονίας. Με βέλος φαίνεται η θέση του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου	10
Εικόνα 4: Ετήσιο ύψος βροχής για τα έτη 1963-1995 στο σταθμό Δαμασκηιάς	14
Εικόνα 5: Ετήσιο ύψος βροχής για τα έτη 1969-1999 στο σταθμό Κοζάνης	14
Εικόνα 6: Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής Σαριγκιόλ (Voudouris, 2009)	17
Εικόνα 7: Γεωλογικός χάρτης της λεκάνης Σαριγκιόλ (Voudouris, 2009)	19
Εικόνα 8: Σχηματική στρωματογραφική τομή της περιοχής Νοτίου Πεδίου (Μήτρου, 1999)	21
Εικόνα 9: Υπόμνημα των σχηματισμών που εμφανίζονται στις τομές	26
Εικόνα 10: Θέση των γεωλογικών τομών (Μήτρου, 1999)	27
Εικόνα 11: Λιθολογική τομή 1-1' (Μήτρου, 1999)	28
Εικόνα 12: Λιθολογική τομή 2-2' (Μήτρου, 1999)	29
Εικόνα 13: Λιθολογική τομή 3-3' (Μήτρου, 1999)	30
Εικόνα 14: Λιθολογική τομή 4-4' (Μήτρου, 1999)	31
Εικόνα 15: Λιθολογική τομή 5-5' (Μήτρου, 1999)	32
Εικόνα 16: Λιθολογική τομή 6-6' (Μήτρου, 1999)	33
Εικόνα 17: Λιθολογική τομή 7-7' (Μήτρου, 1999)	34
Εικόνα 18: Λιθολογική τομή 8-8' (Μήτρου, 1999)	35
Εικόνα 19: Λιθολογική τομή 9-9' (Μήτρου, 1999)	36
Εικόνα 20: Λιθολογική τομή 10-10' (Μήτρου, 1999)	37
Εικόνα 21: Λιθολογική τομή Α-Α' (Μήτρου, 1999)	38
Εικόνα 22: Λιθολογική τομή Β-Β' (Μήτρου, 1999)	38

Εικόνα 23: Λιθολογική τομή Γ-Γ' (Μήτρου, 1999).....	38
Εικόνα 24: Λιθολογική τομή Δ-Δ' (Μήτρου, 1999).....	39
Εικόνα 25: Λιθολογική τομή Ε-Ε' (Μήτρου, 1999)	39
Εικόνα 26: Τεκτονικός χάρτης Ορυχείου Νοτίου Πεδίου	42
Εικόνα 27: Υδρολιθολογικός χάρτης της λεκάνης Σαριγκιόλ	46
Εικόνα 28: Σχηματικό διάγραμμα αποστράγγισης Ορυχείων (ΔΕΗ Α.Ε., ΔΜΑΟΡ/ΤΥΜ).....	50
Εικόνα 29: Χάρτης υδρογεωτρήσεων προστασίας (Μήτρου, 1999)	50
Εικόνα 30: Κατανομή των στάθμεων των γεωτρήσεων από τον Ιανουάριο 2009 έως τον Ιανουάριο 2011	58
Εικόνα 31: Πιεζομετρικός χάρτης του υδροφορέα των υπερκείμενων και των υποκείμενων, 2003 (ΔΕΗ)	59
Εικόνα 32: Πιεζομετρικός χάρτης για τον Ιανουάριο 1998 (Μήτρου, 1999)	60
Εικόνα 33: Πιεζομετρικός χάρτης για τον Ιανουάριο 1999 (Μήτρου, 1999)	61
Εικόνα 34: Πιεζομετρικός χάρτης Νοτίου Πεδίου για το Σεπτέμβριο 2010	63
Εικόνα 35: Πιεζομετρικός χάρτης Νοτίου Πεδίου για το 1980 (Γ. Λουλούδης)	64

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ανατέθηκε στο πλαίσιο του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του τμήματος Γεωλογίας και έχει ως τίτλο: «Υδρογεωλογική μελέτη του ορυχείου Νοτίου Πεδίου».

Το θέμα ανατέθηκε από τον κ. Βουδούρη Κων/νο, επίκουρο καθηγητή του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να διερευνηθούν οι υδρογεωλογικές συνθήκες της ευρύτερης περιοχής του ορυχείου Νοτίου Πεδίου ώστε να κριθεί αν είναι κατάλληλη η περαιτέρω εξόρυξη και η διεύρυνση της περιοχής εξόρυξης.

Παρακάτω δίνονται οι κυριότερες συντομογραφίες που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα Διατριβή Ειδίκευσης:

Ο.Ν.Π.: Ορυχείο Νοτίου Πεδίου

Γ.Δ.Ο.Δ.: Γενική Διεύθυνση Ορυχείων Δ.Ε.Η.

Ευχαριστίες

Αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην πραγματοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα επίκουρο καθηγητή Υδρογεωλογίας του τμήματος Γεωλογίας του Α.Π.Θ κ. Κων/νο Βουδούρη για την ανάθεση της συγκεκριμένης έρευνας, τις επιστημονικές συμβουλές και υποδείξεις του και την υπομονή του για την υλοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλουμε στον Γεωλόγο της ΔΕΗ κ. Πασχάλη Μήτρου και την Μεταλλειολόγο Μηχανικό του ΛΚΔΜ του Τομέα Περιβάλλοντος & Αποκατάστασης Εδαφών κ. Σοφία Τσουφλίδου για την ευγενική και απλόχερη διάθεση των δεδομένων των γεωτρήσεων, των υδρολογικών κ.α στοιχείων καθώς και για την επικοινωνιακή συνεργασία και τις εύστοχες παρατηρήσεις. Να προσθέσουμε ότι χωρίς τη βοήθειά τους, η πραγματοποίηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας δεν θα ήταν εφικτή.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Υποτομεάρχη του τομέα Γεωτρήσεων του Ορυχείου Κομάνου κ. Παύλο Καλαϊτζόπουλο για την πολύτιμη βοήθεια του και ξενάγηση στο χώρο του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου.

1. Εισαγωγή

Η λιγνιτοφόρος λεκάνη της Πτολεμαΐδας αποτελεί τμήμα της επιμήκους νεογενούς λεκάνης, η οποία ξεκινάει από το Μοναστήρι της πρώην Γιουγκοσλαβικής Δημοκρατίας της Μακεδονίας (Π.Γ.Δ.Μ. – FYROM) και διαμέσου της Φλώρινας, του Αμυνταίου και της Πτολεμαΐδας φτάνει μέχρι την Κοζάνη. Η Διεύθυνση Λιγνιτικού Κέντρου Δυτικής Μακεδονίας (Δ.Λ.Κ.Δ.Μ) που αποτελεί Υπηρεσιακή Μονάδα (Βασικό Οργανικό Κλιμάκιο, ΒΟΚ) της ΔΕΗ Α.Ε. έχει την ευθύνη για την εκμετάλλευση των λιγνιτικών κοιτασμάτων στους νομούς Κοζάνης και Φλώρινας. Συγκεκριμένα πρόκειται για το Κύριο Πεδίο (που περιλαμβάνει τα Ορυχεία Ανατολικής Επέκτασης Κομάνου, και Μαυροπηγής), το Πεδίο Καρδιάς, (που περιλαμβάνει τα Ορυχεία Νοτιοδυτικού Πεδίου- Υψηλάντη και Οικισμού Κομάνου), το Νότιο Πεδίο (που περιλαμβάνει το Ορυχείο Νότιου Πεδίου), το Πεδίο Αμυνταίου και το μικρό ορυχείο Κλειδιού.

Το Νότιο Πεδίο αποτελεί την προς Ν. συνέχεια των κοιτασμάτων του Κύριου Πεδίου. Ξεκίνησε τη λειτουργία του το 1980 και μέχρι σήμερα έχει αναπτυχθεί σε μια έκταση 7.647 στρ. περίπου (περιοχή εκσκαφών). Αποτελεί το μεγαλύτερο εν ενεργεία ορυχείο της ΔΕΗ και τα απομένοντα αποθέματα στο συγκεκριμένο ορυχείο είναι περισσότερα από τα υπόλοιπα ορυχεία της λεκάνης γι' αυτό η λειτουργία του και η επέκτασή του κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική για τη συνολική ηλεκτροπαραγωγή της χώρας.

Στο πλαίσιο εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω εργασίες :

- Συλλογή γεωλογικών τομών από τη ΔΕΗ
- Συλλογή και επεξεργασία υδρομετεωρολογικών δεδομένων των σταθμών Κοζάνης
- Μετρήσεις στάθμης υπόγειου νερού σε 12 γεωτρήσεις της ΔΕΗ την περίοδο 2009-2011
- Κατασκευή πιεζομετρικού χάρτη
- Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και σύνταξη της τελικής εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των υδρογεωλογικών συνθηκών της ευρύτερης περιοχής του Νοτίου Πεδίου, ώστε να βρεθεί αν είναι κατάλληλη η επέκταση του Ορυχείου και ποια προβλήματα θα μπορούσε να δημιουργήσει η επικείμενη επέκταση στους υδροφόρους ορίζοντες της περιοχής.

2. Περιοχή μελέτης

Στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας και πιο συγκεκριμένα στη λεκάνη Πτολεμαΐδας είναι γνωστή εδώ και πολλές δεκαετίες η ύπαρξη πλούσιων λιγνιτικών κοιτασμάτων (URL 1).

Από τις αρχές ακόμη του 20ου αιώνα υπήρχαν μικρές ιδιωτικές εκσκαφές, οι οποίες κάλυπταν στοιχειώδεις οικογενειακές ανάγκες θέρμανσης, ενώ η πρώτη συστηματική εκμετάλλευση ανήκει στη μικρή εταιρία Παυλίδη-Αδαμοπούλου, χωρίς ωστόσο καμιά συστηματική έρευνα να έχει διεξαχθεί μέχρι τότε (URL 1).

Η πρώτη συστηματική έρευνα ξεκίνησε το 1937 από τον Γερμανό καθηγητή Kögel, ο οποίος, αφού ερεύνησε τη περιοχή, πρότεινε την ανόρυξη 186 γεωτρήσεων, οι οποίες εκτελέσθηκαν μεταξύ των ετών 1937 - 1940 και από τις οποίες διαπιστώθηκαν αποθέματα ύψους 300.000.000 τόνων λιγνίτη (URL 1).

Από τότε η λεκάνη της Πτολεμαΐδας απετέλεσε και αποτελεί τη σημαντικότερη λιγνιτοφόρα περιοχή της Ελλάδας. Μεταπολεμικά, όταν τέθηκε επί τάπητος το ενεργειακό πρόβλημα της χώρας, ανατέθηκε από την Υπηρεσία Ερευνών Υπεδάφους η εκπόνηση κοιτασματολογικής μελέτης στον καθηγητή Ι. Παπασταματίου, ο οποίος προσδιόρισε τα εξής αποθέματα (URL 1).

- ✓ Βέβαια 450.000.000 τόνοι
- ✓ Πιθανά 150.000.000 τόνοι
- ✓ Δυνατά 150.000.000 τόνοι

Το 1957 η εταιρία ΛΙΠΤΟΛ (Λιγνιτωρυχεία ΠΤΟΛεμαΐδος) άνοιξε το πρώτο ορυχείο ευρείας επιφανειακής εκμετάλλευσης στο Κόριο Πεδίο, με προοπτική παραγωγής 1.800.000 τόνων και πρόγραμμα ανάπτυξης με ετήσια παραγωγή το 1960 τους 4.600.000 τόνους. Το πρόγραμμα της ΛΙΠΤΟΛ προέβλεπε επίσης για το 1967 τη διάνοιξη νέου ορυχείου στο Πεδίο Καρδιάς με ετήσια παραγωγή 5.000.000 τόνους λιγνίτη. Το 1960 η ΛΙΠΤΟΛ ανέθεσε στο Γραφείο Dr. Ehlers την εκπόνηση λεπτομερούς κοιτασματολογικής μελέτης στην περιοχή νότια του εξάρματος του Κομάνου, όπου υπολογίσθηκαν αποθέματα ύψους 355.000.000 τόνων λιγνίτη (URL 1).

- ✓ Απολήψιμα 343.000.000 τόνους
- ✓ Βέβαια 650.000.000 τόνους
- ✓ Δυνατά 800.000.000 τόνους

Οι ερευνητικές γεωτρήσεις στην περιοχή του Νοτίου πεδίου συνεχίσθηκαν την περίοδο 1973-1976 και το 1976 ανατέθηκε στον οίκο Dr. OTTO GOLD η εκπόνηση της μελέτης εκμετάλλευσης του Νοτίου Πεδίου, που παραδόθηκε το Μάιο 1978 (URL 1).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης τα συνολικά αποθέματα απολήψιμου λιγνίτη ανατολικά του ρέματος Σουλού υπολογίζονται σε 1.050 εκατ. τόνους και βρίσκονται σε σχέση εκμετάλλευσης 5,03:1 FM3/TN (URL 1).

Τον Αύγουστο 1979 άρχισε η διάνοιξη του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου, του μεγαλύτερου σήμερα λιγνιτωρυχείου στη Βαλκανική χερσόνησο, όπου η έρευνα συνεχίζεται ακόμη και σήμερα, αφού για τα επόμενα χρόνια θα αποτελέσει την κύρια πηγή τροφοδοσίας λιγνίτη του ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου.

Η ραγδαία ανάπτυξη των λιγνιτωρυχείων της ΔΕΗ και ιδιαίτερα του Λιγνιτικού Κέντρου Πτολεμαΐδας - Αμυνταίου, που έχει εξελιχθεί σε ένα από τα μεγαλύτερα της Ευρώπης, με ετήσια διακίνηση μαζών παραγωγή λιγνίτη άνω των 50.000.000 τόνων, στηρίζεται σήμερα στα εξής ορυχεία (URL 1).

- ✓ Ορυχείο Κυρίου Πεδίου - Ορυχείο Μαυροπηγής
- ✓ Ορυχείο Τομέα-6
- ✓ Ορυχείο Νοτίου Πεδίου
- ✓ Ορυχείο Αμυνταίου

Σε αυτή την περιοχή της Ελλάδας εντοπίζονται τα σπουδαιότερα κοιτάσματα λιγνίτη στα Βαλκάνια, και παράγεται το 65% της εγχώριας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (URL 2).

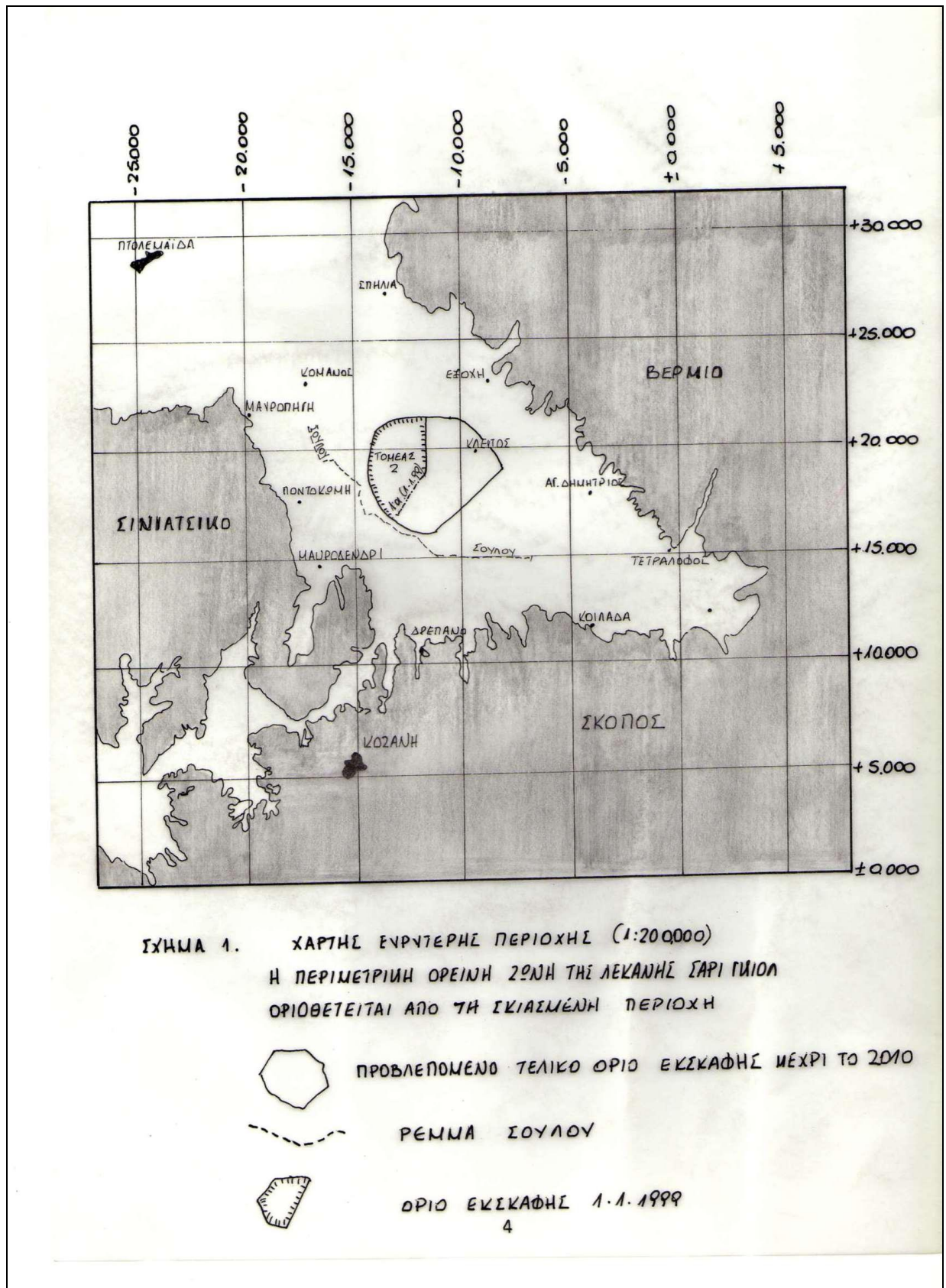
Εκτός όμως από τα σημαντικά λιγνιτικά κοιτάσματα στην περιοχή αναπτύσσονται και άλλες δραστηριότητες. Η συνολική καλλιεργήσιμη γη καλύπτει περίπου 200 km². Οι βασικές καλλιέργειες είναι το μαλακό και σκληρό σιτάρι, ο αραβόσιτος, το κριθάρι, το ζαχαρότευτλο, η βρώμη, οι πατάτες, κλπ (URL 2).

2.1 Ορυχείο Νοτίου Πεδίου

Το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου βρίσκεται στην ταφροειδή λεκάνη Αμυνταίου-Πτολεμαΐδας και συγκεκριμένα στο Νότιο τμήμα της, στη λεκάνη Σαριγκιόλ.

Η λεκάνη αναπτύσσεται με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, από το Μοναστήρι των Σκοπίων μέχρι και τη περιοχή Σαριγκιόλ, όπου βρίσκεται το κοίτασμα λιγνίτη του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου.

Ανατολικά από τη λεκάνη Σαριγκιόλ περιβάλλεται από το όρος Βέρμιο, δυτικά από το όρος Σινιάτσικο και νότια από το όρος Σκοπός όπως φαίνεται και στην εικόνα 2. Οι περιοχές αυτές των όρεων που περιβάλλουν τη λεκάνη καλύπτονται κυρίως από ασβεστολιθικά πετρώματα Τριαδικοιουρασικής και Κρητιδικής ηλικίας. Στα ανατολικά και Ν-ΝΔ της λεκάνης συναντάται ο φλύσχος Κρητιδικού που αναπτύσσεται κάτω από τους Κρητιδικούς ασβεστόλιθους. Η δομή αυτή ευνοεί τη δημιουργία σε ορισμένες περιοχές επικρεμάμενων υδροφόρων οριζόντων, οι οποίοι σε ορισμένες θέσεις εκδηλώνεται με μορφή πηγών όπως στις περιοχές Σπηλιάς και Ερμακιάς.



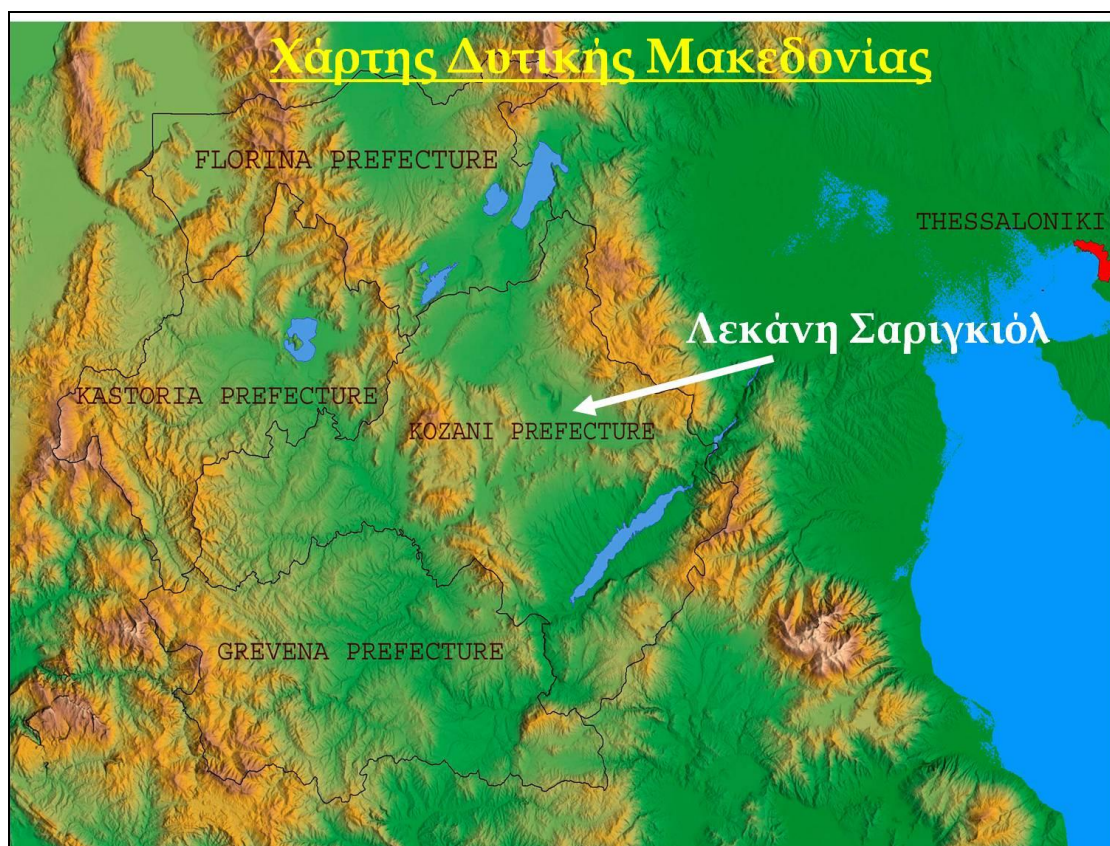
Εικόνα 2: Χάρτης της λεκάνης Σαριγκιόλ (Μήτρου, 1999)

Στα δυτικά της περιοχής από την Μαυροπηγή μέχρι την Ποντοκώμη συναντάται ο σχιστόλιθος Παλαιοζωϊκού, κάτω από τους Τριαδικοιουρασικούς ασβεστόλιθους.

Πιθανές θέσεις εύρεσης νερού μπορούν να αποτελέσουν τα φλυσχοειδή του Βερμίου και ο Παλαιοζωϊκός σχιστόλιθος οι οποίοι θα πρέπει να εξετασθούν μετά από λεπτομερή χαρτογράφηση.

Η δημιουργία της λεκάνης Αμυνταίου-Πτολεμαΐδας είναι αποτέλεσμα βυθίσεων της τεκτονικής, με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, που έδρασε από το Άνω Μειόκαινο μέχρι το Ανώτερο Πλειόκαινο. Η σημερινή της μορφή είναι αποτέλεσμα και των ρηγμάτων που ενεργοποιήθηκαν μετά το Ανώτερο Πλειόκαινο με διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και ΒΑΑ-ΝΔΔ.

Η λεκάνη Σαριγκιόλ όπως φαίνεται στην εικόνα 3 διοικητικά ανήκει στην περιφέρεια Κοζάνης.



Εικόνα 3: Χάρτης της ευρύτερης περιοχής της Δυτικής Μακεδονίας. Με βέλος φαίνεται η θέση του Ορυχείου Νοτίου Πεδίου

3. Γεωμορφολογικά στοιχεία

3.1 Υδρογραφικό δίκτυο

Σύμφωνα με στοιχεία που πήραμε από το (ΕΛΙΜΕΙΑ, 1999) η περιοχή μελέτης υδρολογικά ανήκει στο υπ' αριθμό 09 Υδατικό Διαμέρισμα της Δυτικής Μακεδονίας και ειδικότερα στην υδρολογική λεκάνη της Πτολεμαΐδας. Η λεκάνη της Πτολεμαΐδας είναι μια κλειστή υδρολογική λεκάνη, χωρίς έξοδο στη θάλασσα, με αποδέκτη όλων των επιφανειακών απορροών τη λίμνη Βεγορίτιδα (βόρεια της περιοχής μελέτης). Συνεπώς, οποιαδήποτε μεταβολή στις συνθήκες απορροής, κατείσδυσης ή εκμετάλλευσης των επιφανειακών και υπόγειων νερών στην ευρύτερη περιοχή επηρεάζει, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό τη λίμνη Βεγορίτιδα. Η λίμνη Βεγορίτιδα, καταλαμβάνει ένα από τα κοιλάματα των κλειστών οροπεδίων της Δυτικής Μακεδονίας και περιβάλλεται από ασβεστολιθικούς όγκους, από τους οποίους διαμορφώνεται η λεκάνη απορροής και υδρομάστευσής της. Η λίμνη αυτή μαζί με τις γειτονικές λίμνες Πετρών, Χειμαδίτιδας και Ζάζαρης, θεωρείται ως υπόλειμμα της παλιάς μεγάλης λίμνης Εορδαίας, της οποίας η έκταση αναφέρεται ότι έφτασε τα 1000 km² περίπου και το βάθος της τα 250m.

Η επιφανειακή απορροή της λεκάνης γίνεται μέσω του ρέματος Σουλού. Το ρέμα Σουλού αρχίζει από την περιοχή του παλιού έλους Σαριγκιόλ και εκβάλλει στη λίμνη Βεγορίτιδα. Το ρέμα Σουλού με μήκος περί τα 25km, συγκεντρώνει τα υδατορέματα του Βερμίου, του Άσκιου και της λεκάνης Σαριγκιόλ. Επίσης, δέχεται τα νερά από τα αποστραγγιστικά έργα στην περιοχή Σαριγκιόλ και από μικρότερα ρέματα της περιοχής. Το ρέμα Σουλού σε τμήμα της διαδρομής του είναι τεχνητό κανάλι, το οποίο κατασκευάστηκε το 1954 όταν έγιναν τα έργα αποξήρανσης της λεκάνης Σαριγκιόλ, δηλαδή του νότιου τμήματος της λεκάνης Πτολεμαΐδας, η οποία πριν την τεχνητή διάνοιξη του Σουλού ήταν έλος καθώς συγκέντρωνε όλες της επιφανειακές απορροές της λεκάνης. Το ρέμα Σουλού είναι αποδέκτης μέρους των υπόγειων νερών που αντλούνται από το Νότιο Πεδίο και το Πεδίο Καρδιάς με στόχο την προστασία των ορυχείων καθώς και τμήματος των όμβριων υδάτων των λειτουργούντων ορυχείων, (Πεδίο Μαυροπηγής, Ανατολική Επέκταση

Κομάνου, Νοτιοδυτικό Πεδίο, Οικισμός Κομάνου και Νότιο Πεδίο) τα οποία συγκεντρώνονται αρχικά στα αντλιοστάσια και στη συνέχεια απορρίπτονται, σ' αυτό. Στο ρέμα Σουλού επίσης, καταλήγουν τα νερά των ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου και Καρδιάς, οι οποίοι καλύπτουν τις ανάγκες τους με νερό που μεταφέρεται με αγωγό από τη λίμνη Πολυφύτου, που βρίσκεται σε γειτονική υδρολογική λεκάνη.

Το Νομό Κοζάνης διαρρέει επίσης ο ποταμός Αλιάκμονας. Στο τμήμα του στο Νομό Κοζάνης υπάρχει η τεχνητή λίμνη Πολυφύτου, η οποία δημιουργήθηκε με την κατασκευή φράγματος στον ποταμό Αλιάκμονα, για την ενεργειακή εκμετάλλευση του υδροδυναμικού της περιοχής μέσω του ομώνυμου Υδροηλεκτρικού Σταθμού Πολυφύτου. Ανάντη της λίμνης Πολυφύτου βρίσκεται η τεχνητή λίμνη του φράγματος Ιλαρίωνα.

Μεταξύ του ρέματος Σούλου και των υδροφόρων στρωμάτων υπάρχει υδραυλική επικοινωνία σε τμήματα όπου η κοίτη αυτού έρχεται σε επαφή με τους υδροπερατούς σχηματισμούς. Η πτώση της πιεζομετρικής στάθμης στην περιοχή κάτω του ρέματος δημιουργεί από εδώ και στο εξής ροή νερού από το �έμα Σουλού προς τα υδροφόρα στρώματα, ενώ παλιά που οι στάθμες ήταν πάνω της κοίτης είχαμε ροή του νερού προς το �έμα.

3.2 Κλιματολογικά στοιχεία

Σύμφωνα με τους Βιοκλιματικούς Χάρτες της Ελλάδας (εκδόσεις Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών 1978) που εξήχθησαν από την αντίστοιχη εργασία του Γ. Μαυρομάτη (Γ. Μαυρομάτης, 1978), εκτείνεται σε περιοχή που ανήκει στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με δριμύ χειμώνα και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα Μ, $M < 0^{\circ}\text{C}$. Ο χαρακτήρας του βιοκλίματος είναι ασθενής υπό-μεσογειακός με αριθμό βιολογικά ξηρών ημερών $0 < X < 40$ (Echmes 1999, 2010).

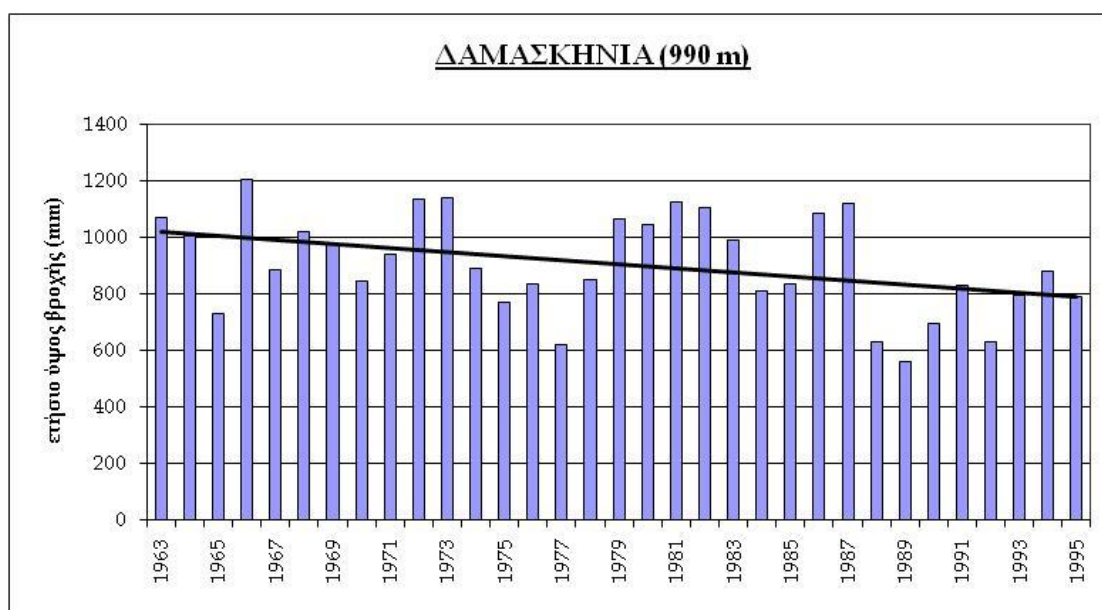
Οι πλησιέστεροι μετεωρολογικοί σταθμοί στην περιοχή μελέτης είναι ο μετεωρολογικός σταθμός (Μ.Σ.) Κοζάνης ο οποίος βρίσκεται σε Γεωγραφικό μήκος $21^{\circ} 50' \text{ E}$ και Γεωγραφικό πλάτος $40^{\circ} 17' \text{ N}$, καθώς και ο Μ.Σ. Πτολεμαΐδας σε Γεωγραφικό μήκος $21^{\circ} 41' \text{ E}$ και Γεωγραφικό πλάτος $40^{\circ} 31' \text{ N}$. Ο Μ.Σ. Κοζάνης, ο οποίος βρίσκεται έως και σήμερα σε λειτουργία, διαθέτει πλήρη επεξεργασμένα και δημοσιευμένα στοιχεία για την περίοδο 1955 – 1997, ενώ ο σταθμός της Πτολεμαΐδας, για τα έτη 1975-1997, όπου και σταμάτησε η λειτουργία του. Μεταξύ άλλων, οι σταθμοί καταγράφουν παραμέτρους όπως θερμοκρασία, βροχοπτώσεις, υγρασία, νέφωση, χιόνι, χαλάζι, καταιγίδες κ.λπ. Φορέας λειτουργίας των παραπάνω σταθμών είναι η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ), Διεύθυνση Γ' / Τμήμα Υδρολογίας.

3.2.1 Βροχομετρικά στοιχεία

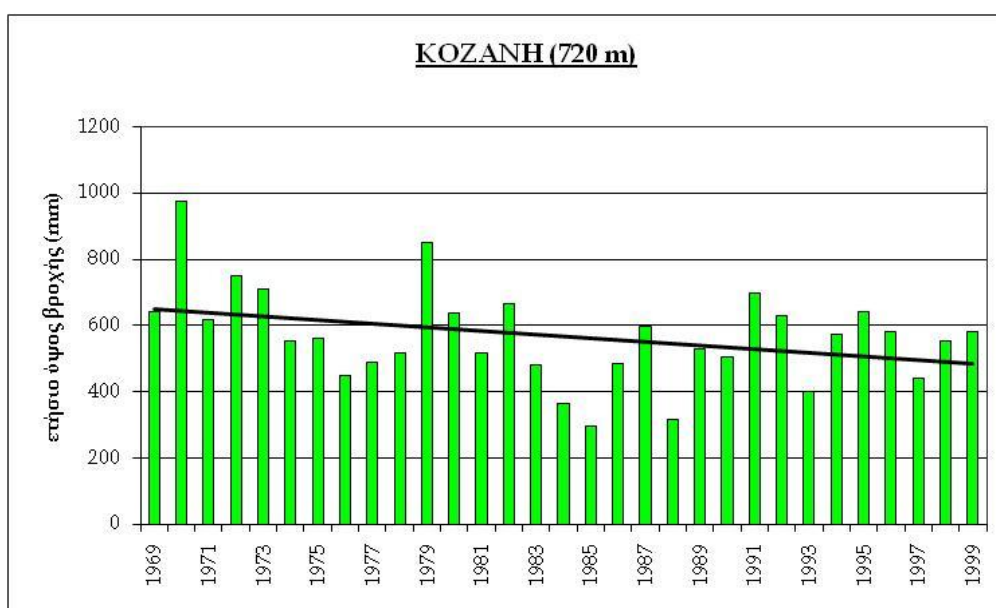
Παράλληλα, στο πλαίσιο εκπόνησης της παρούσης μελέτης αντλήθηκαν στοιχεία από το δίκτυο των μετεωρολογικών σταθμών της ΔΕΗ και συγκεκριμένα από τον Μ.Σ. που βρίσκεται εγκατεστημένος στην Πτολεμαΐδα ($40^{\circ} 29' 56''$, $21^{\circ} 40' 29''$) (Echmes 1999, 2010).

Στην περιοχή αυτή το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 621mm και η μέση ετήσια πραγματική εξάτμισοδιαπνοή 456.7mm. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 12.8°C και ο συντελεστής κατείσδυσης αντιστοιχεί σε 55mm ύψος βροχής, όπως θα αναλυθεί λεπτομερώς παρακάτω (Echmes 1999, 2010).

Η μέση ετήσια βροχόπτωση στον Μ.Σ. Κοζάνης για την περίοδο 1969-1999 ανέρχεται σε 507, 6 mm (Εικόνα 5), ενώ η συνολική διάρκεια των καταιγίδων είναι 28,7 ημέρες τον χρόνο. Αντίστοιχα, η μέση ετήσια βροχόπτωση που καταγράφεται στον Μ.Σ. Πτολεμαΐδας (ΕΜΥ) είναι 488,1 mm ενώ οι καταιγίδες δεν ξεπερνάνε τις 0, 8 ημέρες το έτος (Εικόνα 4). Επίσης, σύμφωνα με τα πρόσφατα στοιχεία του Μ.Σ. Πτολεμαΐδας (ΔΕΗ), η μέση ετήσια βροχόπτωση για την περίοδο 03/2006-02/2009 ανέρχεται σε 420,1 mm (Εικόνα 4) (Echmes 1999, 2010).



Εικόνα 4: Ετήσιο ύψος βροχής για τα έτη 1963-1995 στο σταθμό Δαμασκηνιάς



Εικόνα 5: Ετήσιο ύψος βροχής για τα έτη 1969-1999 στο σταθμό Κοζάνης

3.2.2 Θερμοκρασία

Και για τους δύο σταθμούς της ΕΜΥ (Κοζάνη και Πτολεμαΐδα) ο θερμότερος μήνας είναι ο Ιούλιος με μέση θερμοκρασία 24,1°C για την Κοζάνη και 23,9°C για την Πτολεμαΐδα. Ο ψυχρότερος μήνας και για τους δύο σταθμούς είναι ο Ιανουάριος με τιμές 2,3°C για τον Μ.Σ. Κοζάνης και 2,7°C για τον Μ.Σ. Πτολεμαΐδας. Στον σταθμό της ΔΕΗ, ο θερμότερος μήνας είναι ο Αύγουστος με μέση θερμοκρασία 23,1°C και ψυχρότερος ο Δεκέμβριος με μέση θερμοκρασία 2,0°C (Echmes 1999, 2010).

3.2.3 Ανεμολογικά χαρακτηριστικά

Η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου είναι Βόρεια για το Μ.Σ. Κοζάνης (όπως και για το σταθμό της ΔΕΗ στην Πτολεμαΐδα) με ποσοστό 23,7% και ακολουθούν οι Νότιοι άνεμοι με ποσοστό μόλις 5%, ενώ το ποσοστό άπνοιας είναι ιδιαίτερα υψηλό (58%). Για το Μ.Σ. Πτολεμαΐδας (ΕΜΥ) επικρατούσα διεύθυνση είναι Βορειοδυτική (32,9%) και ακολουθεί η Δυτική (27%), ενώ το ποσοστό άπνοιας είναι 3,7% (Echmes 1999, 2010).

Οι άνεμοι που πνέουν όλο το χρόνο στην περιοχή της Κοζάνης είναι μέτριοι με μέση ένταση 1,59–2,37 m/s. Στην περιοχή της Πτολεμαΐδας οι άνεμοι πνέουν ασθενείς έως μέτριοι με μέση ένταση 1,49–1,80 m/s. Στον σταθμό της ΔΕΗ στην Πτολεμαΐδα οι άνεμοι εμφανίζουν αισθητά μεγαλύτερη ένταση σε σχέση με τους σταθμούς της ΕΜΥ, γεγονός που οφείλεται στην τοπογραφία της περιοχής (ημιορεινή περιοχή, ρεύματα τοπικής κλίμακας) που είναι εγκατεστημένος ο εν λόγω σταθμός (Echmes 1999, 2010).

4. Γεωλογία και στρωματογραφία

Στην ενότητα αυτή αρχικά θα γίνει αναφορά στη γεωλογική δομή της περιοχής μελέτης, θα ακολουθήσουν η στρωματογραφία όπου θα δοθούν με περισσότερες λεπτομέρειες τα στρώματα καθώς και οι αντίστοιχες τομές.

4.1 Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής

Η ευρύτερη ιζηματογενής λεκάνη Πτολεμαΐδας γεωλογικά αποτελεί τμήμα της τεκτονικής τάφρου Μοναστηρίου-Φλώρινας-Πτολεμαΐδας-Κοζάνης. Η λεκάνη είναι Μειοκαινικής ηλικίας και γεωτεκτονικά ανήκει στην Πελαγονική ζώνη (Σαχανίδης, 2005).

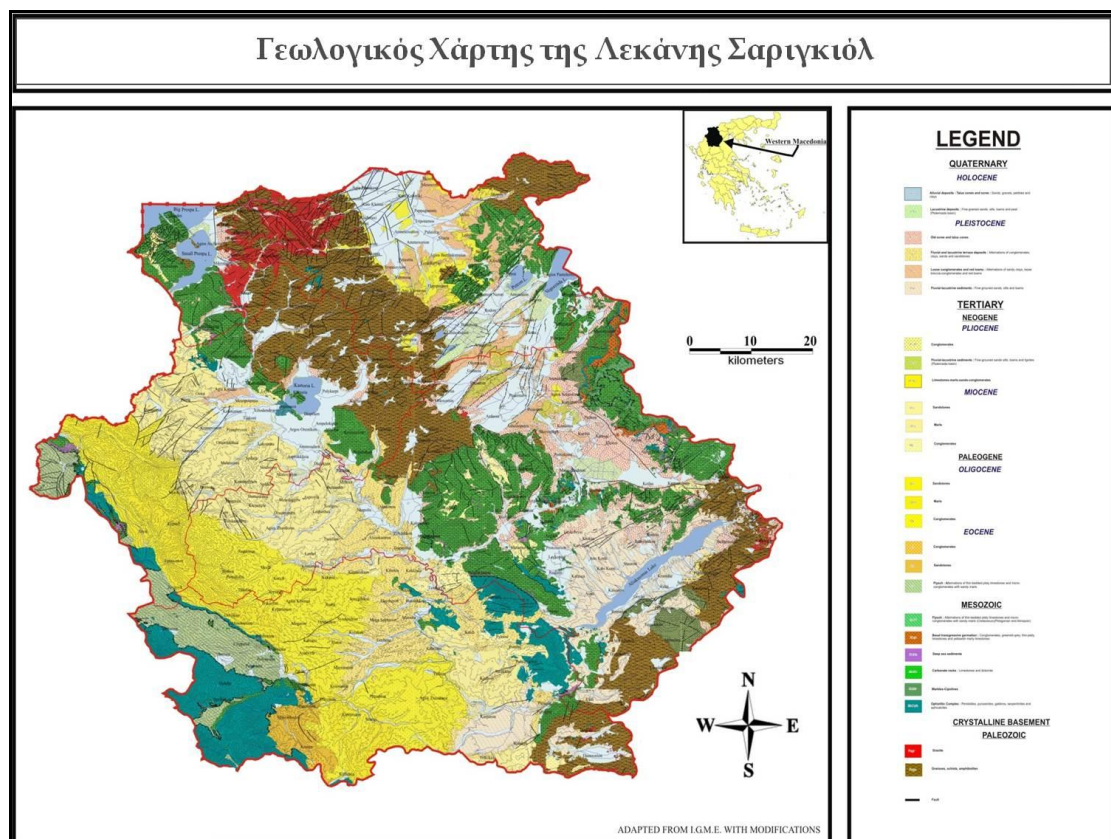
Τα περιβάλλοντα πετρώματα και το υπόβαθρο της λεκάνης αποτελούνται από τα πετρώματα της κρυσταλλοσχιστώδους Πελαγονικής μάζας και από το μεσοζωικό κάλυμμα που επίκειται ασύμφωνα πάνω σε αυτά. Τα νεογενή ιζήματα της τάφρου επίκεινται επίσης ασύμφωνα πάνω στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του υποβάθρου. Μέσα στην ιζηματογενή λεκάνη αναπτύσσονται οι 4 σημαντικές υδρογεωλογικές ενότητες: του Αμυνταίου, της Πτολεμαΐδας, του εξάρματος περιοχής Κομάνου και νοτιότερα της λεκάνης Σαριγκιόλ. Στα ανθρακικά πετρώματα της περιορεινής ζώνης αναπτύσσονται οι καρστικοί υδροφορείς του Β. και Ν.Δ Βερμίου, του Ασκίου όρους στα δυτικά περιθώρια και του όρους Σκοπού στα νότια (Σαχανίδης, 2005).

Επικρεμάμενοι καρστικοί υδροφορείς μικρής έκτασης και δυναμικού αναπτύσσονται επίσης στα δυτικά και ανατολικά περιθώρια της λεκάνης, οι οποίο έρχονται σε επαφή με τα νεογενή ιζήματα (Σαχανίδης, 2005).

Στο νότιο τμήμα της λεκάνης όπου αναπτύσσεται η εκμετάλλευση του ορυχείου Νοτίου Πεδίου της ΔΕΗ Α.Ε, το μέγιστο πάχος των Νεογενών ιζημάτων φθάνει τα 900 μέτρα, στα βόρεια της λεκάνης, όπου αναπτύσσεται η εκμετάλλευση του ορυχείου Πεδίου Αμυνταίου, το πάχος φθάνει τα 800μ. περίπου, ενώ στα κεντρικά τμήματα της λεκάνης, στο ορυχείο Πεδίου Κομάνου και περιοχή Δ.Δ. Κομάνου, λόγω της διάβρωσης από τα

κατερχόμενα ρέματα του Βερμίου και Ασκίου όρους, το ελάχιστο πάχος δεν ξεπερνά τα 6 μέτρα. Στην υδρογεωλογική ενότητα της πόλης της Πτολεμαΐδας το πάχος των ιζημάτων ξεπερνά τα 500μ (Σαχανίδης, 2005).

Μέσα στα ιζήματα αυτά αναπτύσσονται πολλά υδροφόρα συστήματα πάνω και κάτω από το λιγνιτικό κοίτασμα και άλλα που δε σχετίζονται με το κοίτασμα (Σαχανίδης, 2005).



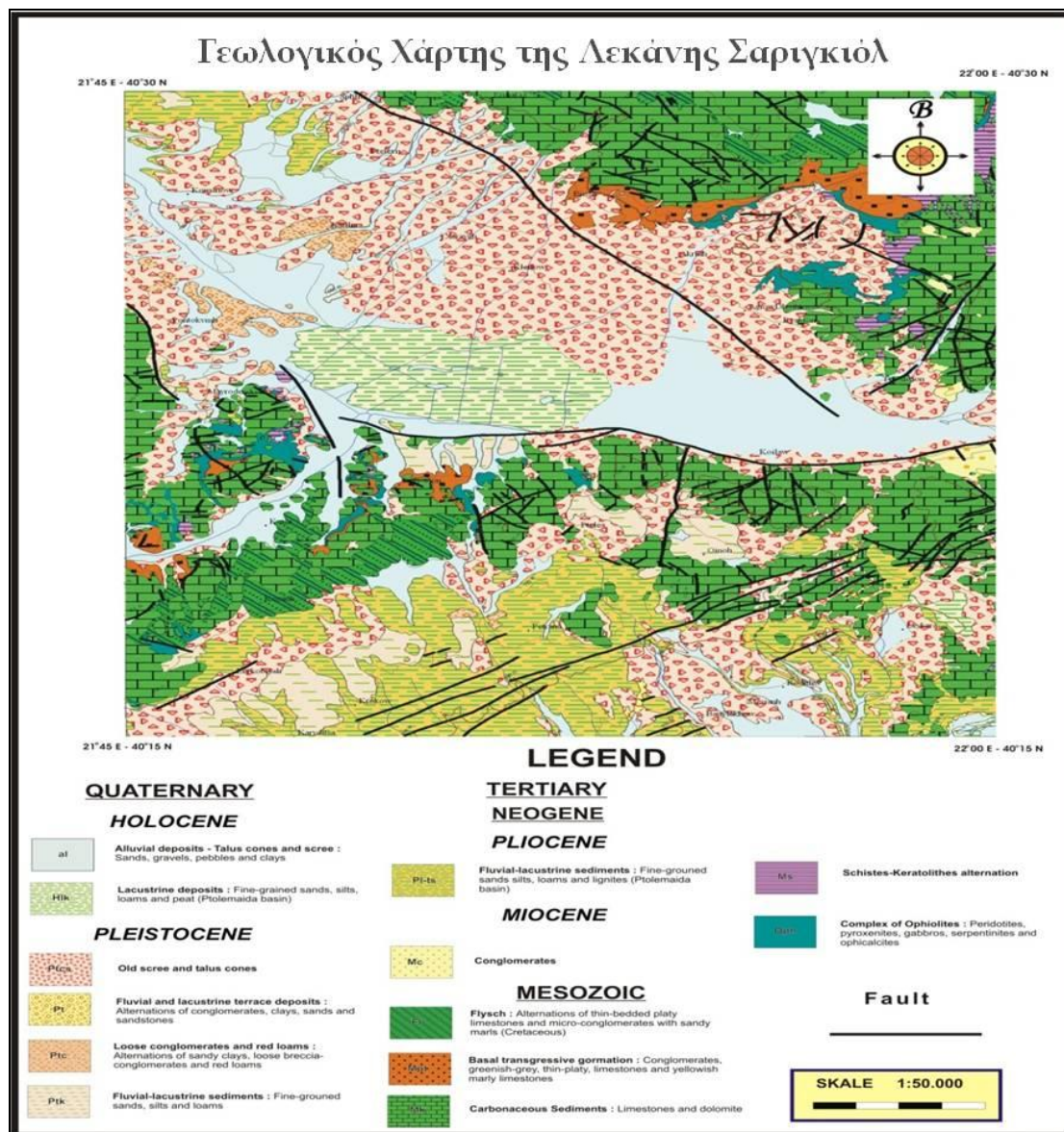
Εικόνα 6: Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής Σαριγκιόλ (Voudouris, 2009)

4.1.1 Γεωλογία λεκάνης Σαριγκιόλ

Το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου βρίσκεται στο Νότιο τμήμα της λιγνιτοφόρου λεκάνης Πτολεμαΐδας (λεκάνη Σαριγκιόλ) η οποία αναπτύσσεται με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ από το Μοναστήρι των Σκοπίων μέχρι τα Σέρβια Κοζάνης.

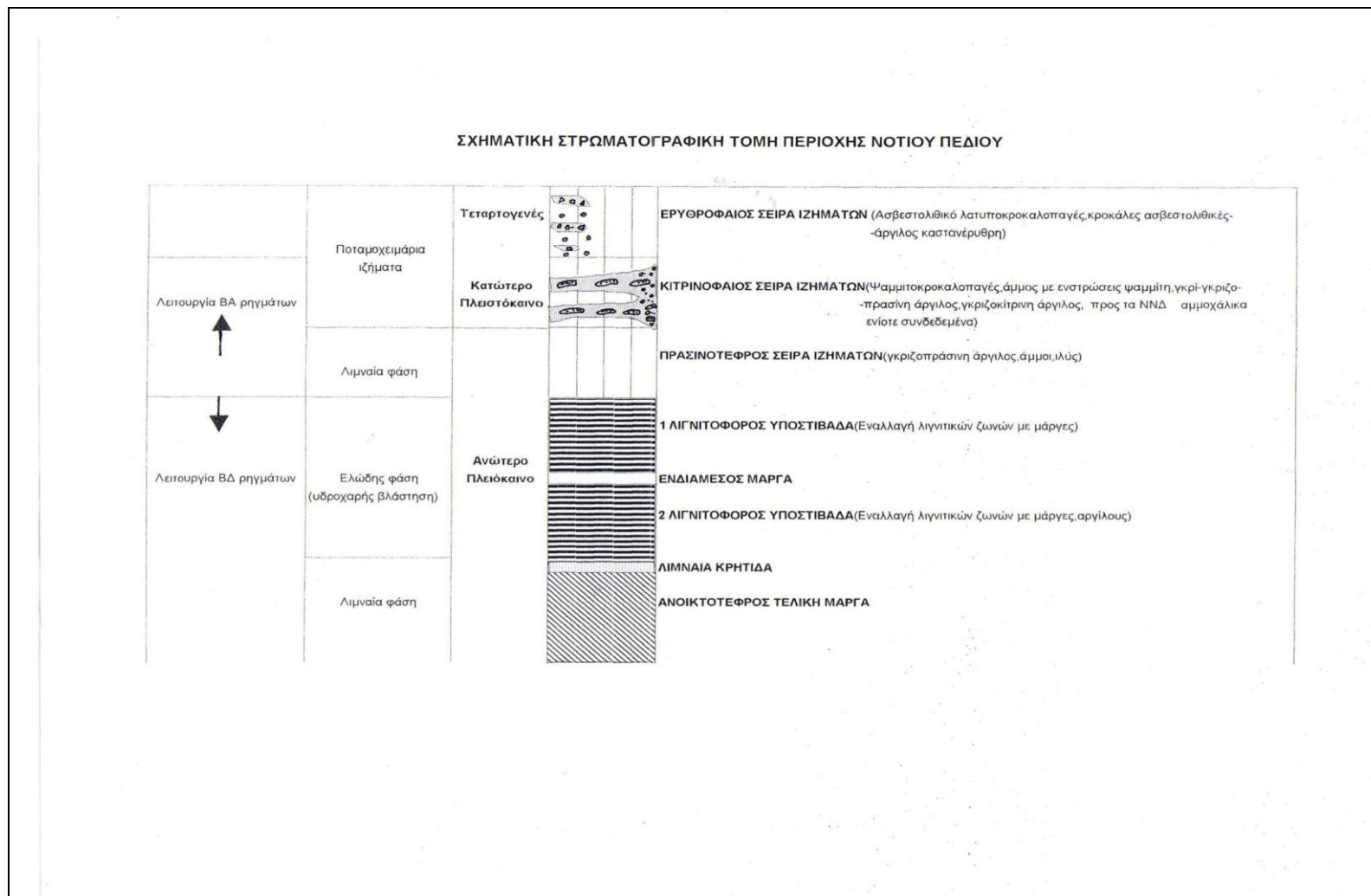
Η λεκάνη Σαριγκιόλ στις Νεογενείς αποθέσεις της οποίας φιλοξενείται το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου, περιβάλλεται ανατολικά από το όρος Βέρμιο, δυτικά από το όρος Σινιάτσικο και νότια από το όρος Σκοπός.

Στα βόρεια απαντά το έξαρμα του Κομάνου όπου κάνει την εμφάνιση του σε μικρό βάθος από την επιφάνεια το υποκείμενο του λιγνιτικού κοιτάσματος (Τελική μάργα). Η δημιουργία της λεκάνης οφείλεται στις βυθίσεις της τεκτονικής με ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση που λειτούργησε από το Άνω Μειόκαινο μέχρι το Ανώτερο Πλειόκαινο.



Εικόνα 7: Γεωλογικός χάρτης της λεκάνης Σαριγκιόλ (Voudouris, 2009)

1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 278: 1019-1024.



Εικόνα 8: Σχηματική στρωματογραφική τομή της περιοχής Νοτίου Πεδίου (Μήτρου, 1999)

α) Ερυθρόφαιος σειρά (Τεταρτογενές)

Αυτή έχει πάχος 20m περίπου και αποτελείται από άργιλο, κροκάλες, λατύπες ασβεστολιθικής σύστασης καθώς και από το ασβεστολιθικό λατυποκροκαλοπαγές που είναι συνεκτικός σκληρός σχηματισμός και δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στην εκμετάλλευση (Μήτρου, 1999).

Η σειρά αυτή προήλθε από το υλικό διάβρωσης του ασβεστολιθικού όγκου του Βερμίου και η τοποθέτηση της στη σημερινή θέση έγινε με την μεταφορική δράση των ρεμάτων.

Η κατανομή του υλικού όσον αφορά την κοκκομετρία του υπακούει στο φυσικό εμπλουτισμό που έγινε από το νερό των ρεμάτων.

Έτσι προς τα ανατολικά κρᾶσπεδα απαντά χονδροκλαστικό υλικό (κροκάλες, λατύπες ή λατυποκροκαλοπαγές) και προς το κέντρο της λεκάνης λεπτομερές υλικό αργίλου.

Από τις Γεωλογικές Τομές (Εικόνες 6-20) φαίνεται μια στρώση ασβεστολιθικού λατυποκροκαλοπαγούς να απαντά μέσα στην κιτρινόφαιο σειρά ιζημάτων.

Η εξήγηση είναι ότι πρόκειται για μεταβολή των κλιματολογικών συνθηκών (έντονες βροχοπτώσεις) με αποτέλεσμα χονδροκλαστικό ασβεστολιθικό υλικό να μεταφερθεί και εναποτεθεί πάνω στα ποταμοχειμάρια ιζήματα διαρκούς της τροφοδοσίας αυτών.

β) Κιτρινόφαιη Σειρά (Κατώτερο Πλειστόκαινο)

Η κιτρινόφαιος σειρά ποταμοχειμαρίων ιζημάτων αποτελείται από γκριζοκίτρινη άργιλο, γκρι-γκριζοπράσινη άργιλο, γκριζοκίτρινη άμμο, χάλικες, ψαμμιτοκροκαλοπαγές, ψηφιδοπαγές και ενστρώσεις ψαμμίτη.

Μέσα σ' αυτή απαντούν δύο στρώματα συνεκτικού σκληρού ψαμμιτοκροκαλοπαγούς τα οποία εξελίσσονται περίπου παράλληλα μεταξύ τους (Μήτρου, 1999).

1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1001-1005.

1 10 10 10

$\lambda = \gamma$

2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020

17. *Journal of the American Medical Association*, 2000, 283: 2686-2692.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

1. $\frac{1}{2}$ 2. $\frac{1}{3}$ 3. $\frac{1}{4}$ 4. $\frac{1}{5}$ 5. $\frac{1}{6}$ 6. $\frac{1}{7}$ 7. $\frac{1}{8}$ 8. $\frac{1}{9}$ 9. $\frac{1}{10}$ 10. $\frac{1}{11}$ 11. $\frac{1}{12}$ 12. $\frac{1}{13}$ 13. $\frac{1}{14}$ 14. $\frac{1}{15}$ 15. $\frac{1}{16}$ 16. $\frac{1}{17}$ 17. $\frac{1}{18}$ 18. $\frac{1}{19}$ 19. $\frac{1}{20}$ 20. $\frac{1}{21}$ 21. $\frac{1}{22}$ 22. $\frac{1}{23}$ 23. $\frac{1}{24}$ 24. $\frac{1}{25}$ 25. $\frac{1}{26}$ 26. $\frac{1}{27}$ 27. $\frac{1}{28}$ 28. $\frac{1}{29}$ 29. $\frac{1}{30}$ 30. $\frac{1}{31}$ 31. $\frac{1}{32}$ 32. $\frac{1}{33}$ 33. $\frac{1}{34}$ 34. $\frac{1}{35}$ 35. $\frac{1}{36}$ 36. $\frac{1}{37}$ 37. $\frac{1}{38}$ 38. $\frac{1}{39}$ 39. $\frac{1}{40}$ 40. $\frac{1}{41}$ 41. $\frac{1}{42}$ 42. $\frac{1}{43}$ 43. $\frac{1}{44}$ 44. $\frac{1}{45}$ 45. $\frac{1}{46}$ 46. $\frac{1}{47}$ 47. $\frac{1}{48}$ 48. $\frac{1}{49}$ 49. $\frac{1}{50}$ 50. $\frac{1}{51}$ 51. $\frac{1}{52}$ 52. $\frac{1}{53}$ 53. $\frac{1}{54}$ 54. $\frac{1}{55}$ 55. $\frac{1}{56}$ 56. $\frac{1}{57}$ 57. $\frac{1}{58}$ 58. $\frac{1}{59}$ 59. $\frac{1}{60}$ 60. $\frac{1}{61}$ 61. $\frac{1}{62}$ 62. $\frac{1}{63}$ 63. $\frac{1}{64}$ 64. $\frac{1}{65}$ 65. $\frac{1}{66}$ 66. $\frac{1}{67}$ 67. $\frac{1}{68}$ 68. $\frac{1}{69}$ 69. $\frac{1}{70}$ 70. $\frac{1}{71}$ 71. $\frac{1}{72}$ 72. $\frac{1}{73}$ 73. $\frac{1}{74}$ 74. $\frac{1}{75}$ 75. $\frac{1}{76}$ 76. $\frac{1}{77}$ 77. $\frac{1}{78}$ 78. $\frac{1}{79}$ 79. $\frac{1}{80}$ 80. $\frac{1}{81}$ 81. $\frac{1}{82}$ 82. $\frac{1}{83}$ 83. $\frac{1}{84}$ 84. $\frac{1}{85}$ 85. $\frac{1}{86}$ 86. $\frac{1}{87}$ 87. $\frac{1}{88}$ 88. $\frac{1}{89}$ 89. $\frac{1}{90}$ 90. $\frac{1}{91}$ 91. $\frac{1}{92}$ 92. $\frac{1}{93}$ 93. $\frac{1}{94}$ 94. $\frac{1}{95}$ 95. $\frac{1}{96}$ 96. $\frac{1}{97}$ 97. $\frac{1}{98}$ 98. $\frac{1}{99}$ 99. $\frac{1}{100}$ 100. $\frac{1}{101}$ 101. $\frac{1}{102}$ 102. $\frac{1}{103}$ 103. $\frac{1}{104}$ 104. $\frac{1}{105}$ 105. $\frac{1}{106}$ 106. $\frac{1}{107}$ 107. $\frac{1}{108}$ 108. $\frac{1}{109}$ 109. $\frac{1}{110}$ 110. $\frac{1}{111}$ 111. $\frac{1}{112}$ 112. $\frac{1}{113}$ 113. $\frac{1}{114}$ 114. $\frac{1}{115}$ 115. $\frac{1}{116}$ 116. $\frac{1}{117}$ 117. $\frac{1}{118}$ 118. $\frac{1}{119}$ 119. $\frac{1}{120}$ 120. $\frac{1}{121}$ 121. $\frac{1}{122}$ 122. $\frac{1}{123}$ 123. $\frac{1}{124}$ 124. $\frac{1}{125}$ 125. $\frac{1}{126}$ 126. $\frac{1}{127}$ 127. $\frac{1}{128}$ 128. $\frac{1}{129}$ 129. $\frac{1}{130}$ 130. $\frac{1}{131}$ 131. $\frac{1}{132}$ 132. $\frac{1}{133}$ 133. $\frac{1}{134}$ 134. $\frac{1}{135}$ 135. $\frac{1}{136}$ 136. $\frac{1}{137}$ 137. $\frac{1}{138}$ 138. $\frac{1}{139}$ 139. $\frac{1}{140}$ 140. $\frac{1}{141}$ 141. $\frac{1}{142}$ 142. $\frac{1}{143}$ 143. $\frac{1}{144}$ 144. $\frac{1}{145}$ 145. $\frac{1}{146}$ 146. $\frac{1}{147}$ 147. $\frac{1}{148}$ 148. $\frac{1}{149}$ 149. $\frac{1}{150}$ 150. $\frac{1}{151}$ 151. $\frac{1}{152}$ 152. $\frac{1}{153}$ 153. $\frac{1}{154}$ 154. $\frac{1}{155}$ 155. $\frac{1}{156}$ 156. $\frac{1}{157}$ 157. $\frac{1}{158}$ 158. $\frac{1}{159}$ 159. $\frac{1}{160}$ 160. $\frac{1}{161}$ 161. $\frac{1}{162}$ 162. $\frac{1}{163}$ 163. $\frac{1}{164}$ 164. $\frac{1}{165}$ 165. $\frac{1}{166}$ 166. $\frac{1}{167}$ 167. $\frac{1}{168}$ 168. $\frac{1}{169}$ 169. $\frac{1}{170}$ 170. $\frac{1}{171}$ 171. $\frac{1}{172}$ 172. $\frac{1}{173}$ 173. $\frac{1}{174}$ 174. $\frac{1}{175}$ 175. $\frac{1}{176}$ 176. $\frac{1}{177}$ 177. $\frac{1}{178}$ 178. $\frac{1}{179}$ 179. $\frac{1}{180}$ 180. $\frac{1}{181}$ 181. $\frac{1}{182}$ 182. $\frac{1}{183}$ 183. $\frac{1}{184}$ 184. $\frac{1}{185}$ 185. $\frac{1}{186}$ 186. $\frac{1}{187}$ 187. $\frac{1}{188}$ 188. $\frac{1}{189}$ 189. $\frac{1}{190}$ 190. $\frac{1}{191}$ 191. $\frac{1}{192}$ 192. $\frac{1}{193}$ 193. $\frac{1}{194}$ 194. $\frac{1}{195}$ 195. $\frac{1}{196}$ 196. $\frac{1}{197}$ 197. $\frac{1}{198}$ 198. $\frac{1}{199}$ 199. $\frac{1}{200}$ 200. $\frac{1}{201}$ 201. $\frac{1}{202}$ 202. $\frac{1}{203}$ 203. $\frac{1}{204}$ 204. $\frac{1}{205}$ 205. $\frac{1}{206}$ 206. $\frac{1}{207}$ 207. $\frac{1}{208}$ 208. $\frac{1}{209}$ 209. $\frac{1}{210}$ 210. $\frac{1}{211}$ 211. $\frac{1}{212}$ 212. $\frac{1}{213}$ 213. $\frac{1}{214}$ 214. $\frac{1}{215}$ 215. $\frac{1}{216}$ 216. $\frac{1}{217}$ 217. $\frac{1}{218}$ 218. $\frac{1}{219}$ 219. $\frac{1}{220}$ 220. $\frac{1}{221}$ 221. $\frac{1}{222}$ 222. $\frac{1}{223}$ 223. $\frac{1}{224}$ 224. $\frac{1}{225}$ 225. $\frac{1}{226}$ 226. $\frac{1}{227}$ 227. $\frac{1}{228}$ 228. $\frac{1}{229}$ 229. $\frac{1}{230}$ 230. $\frac{1}{231}$ 231. $\frac{1}{232}$ 232. $\frac{1}{233}$ 233. $\frac{1}{234}$ 234. $\frac{1}{235}$ 235. $\frac{1}{236}$ 236. $\frac{1}{237}$ 237. $\frac{1}{238}$ 238. $\frac{1}{239}$ 239. $\frac{1}{240}$ 240

[illegible]

Η απόθεση των ιζημάτων κάθε σειράς συνδέεται περισσότερο με την τεκτονική που λειτουργούσε την συγκεκριμένη γεωλογική περίοδο σε συνδυασμό βέβαια με τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούσαν την περίοδο αυτή.

Επί παραδείγματι τα ιζήματα της κιτρινόφαιου σειράς σταμάτησαν να τροφοδοτούν τη λεκάνη από την σταδιακή δράση των ΒΑ διεύθυνσης ρηγμάτων. Το ίδιο θα συνέβη και με την πρασινότεφρο σειρά.

Με την δράση των δυνάμεων που έδωσαν τα ρήγματα της περιοχής τα ιζήματα της λεκάνης πτυχώθηκαν ελαφρά δημιουργώντας ανοιχτές αναδιπλώσεις (Βλέπε τομή 1/5.000). Στο υπερκείμενο επικρατούν ανοιχτές αναδιπλώσεις με άξονα ΒΑ-ΝΔ και βύθιση 3°- 4° προς τα ΒΑ ενώ στη λιγνιτοφόρο στιβάδα υπάρχουν και ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης ανοιχτές αναδιπλώσεις.

δ) Λιγνιτοφόρος στιβάδα

Αυτή αποτελείται από δύο υποστιβάδες που χωρίζονται μεταξύ τους από την ενδιάμεσο μάργα (Μήτρου, 1999).

Οι λιγνιτικές ζώνες εναλλάσσονται κυρίως με μάργες. Το μέγιστο πάχος της λιγνιτοφόρου στιβάδας φθάνει τα 80m και το μέγιστο πάχος της ενδιάμεσου μάργας τα 14m.

Σε Τομή ΒΑ-ΝΔ το συνολικό πάχος των λιγνιτικών ζωνών μειώνεται προς τα περιθώρια ΒΑ και ΝΔ και αυξάνεται προς το κέντρο.

Στα ΝΔ περιθώρια η λιγνιτοφόρος στιβάδα θυσανοποιείται (παρεμβολή μεγαλύτερου πάχους στειρών μεταξύ λιγνιτικών ζωνών) και το πάχος του απολήψιμου λιγνίτη μειώνεται με αποτέλεσμα να αυξάνεται η σχέση Υ+Ε/Λ πέρα του 10 m³/tn.

Στον Τομέα Κ το όριο εκμεταλλευσιμότητας <10 m³/tn διέρχεται μεταξύ των γεωτρήσεων 218/296 και 210/288 καθώς και μεταξύ των γεωτρήσεων 207/313 και 200/313 και επεκτείνεται με την ίδια διεύθυνση στον Τομέα 2.

Στον Τομέα 2 διέρχεται μεταξύ των γεωτρήσεων των παρακάτω ζευγών (202/313, 200/313), (200/322, 194/325), (196/332, 190/332) και (190/348, 186/344).

Σε Τομή ΒΔ-ΝΑ και κατά μήκος της κεντροβαρούς προβλεπόμενης ανάπτυξης του Ορυχείου προς ΝΑ το πάχος της λιγνιτοφόρου στιβάδας μειώνεται στα ΝΑ περιθώρια και θυσανοποιείται προς τα ΒΑ ή ΝΔ περιθώρια (Μήτρου, 1999).

Λόγω του μεγάλου βάθους η σχέση Υ+Ε/Λ διαμορφώνεται από $10 \text{ m}^3/\text{tn}$ και πλέον. Το μέσο πάχος του απολήψιμου λιγνίτη φθάνει τα 31m με τέφρα $<35\%$.

Η ηλικία της λιγνιτοφόρου στιβάδας είναι Ανώτερο Πλειόκαινο όπως αυτό συνάγεται από τα απολιθώματα της χλωρίδας και πανίδας που μελετήθηκαν από διάφορους μελετητές (Μήτρου, 1999).

Η λιγνιτοφόρος στιβάδα βυθίζεται από τα Β και Α προς τα Ν και Δ, σχηματίζει δε ανοιχτές αναδιπλώσεις με μικρή βύθιση που οφείλονται στο πεδίο των τάσεων που λειτούργησε στην περιοχή.

Οι κλίσεις των στρωμάτων του υπερκειμένου και της λιγνιτοφόρου στιβάδας είναι μικρές, $3^\circ - 5^\circ$ περίπου και η διεύθυνση κλίσης προς την μια ή την άλλη διεύθυνση υπακούοντας στη δράση των ρηγμάτων.

Όσον αφορά το υποκείμενο, αυτό αποτελείται από φαιόλευκο μάργα σε μεγάλο βάθος καθώς και από αμμούχα στρώματα που συναντώνται πολύ βαθιά. Το υπόβαθρο της λεκάνης δεν συναντήθηκε.

Η εναλλαγή στη λιγνιτοφόρο στιβάδα λιγνιτικών ζωνών με στείρες στρώσεις μάργας οφείλεται στην ταχύτητα βύθισης του πυθμένα της λίμνης και στην εναλλαγή αυτής με την βλάστηση.

Όταν αποτέθηκε η υποκείμενη φαιόλευκος μάργα, η ταχύτητα βύθισης ήταν μεγάλη με αποτέλεσμα το βάθος της λίμνης να είναι μεγάλο και έτσι να αποτίθενται τα λεπτομερή εν αιωρήσει υλικά CaCO_3 (μάργα) από τους πέριξ ορεινούς όγκους.

Η αρχή σχηματισμού των λιγνιτικών ζωνών συνεπάγεται μικρή ταχύτητα καταβύθισης του πυθμένα και υψηλότερη ταχύτητα βλάστησης.

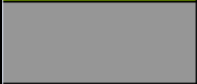
Αυτό έχει σαν συνέπεια την δημιουργία έλους και την ανάπτυξη υδροχαρούς βλάστησης, η οποία στη συνέχεια από αύξηση της στάθμης του νερού, μετά από βύθιση του πυθμένα και την ιζηματογένεση που επακολούθησε φιλοξενήθηκε μέσα σε μάργες και έδωσε τον σημερινό λιγνίτη (Μήτρου, 1999).

Η εικόνα αυτή επαναλαμβανόμενη έδωσε ολόκληρη την λιγνιτοφόρο στιβάδα που συναντάμε σήμερα.

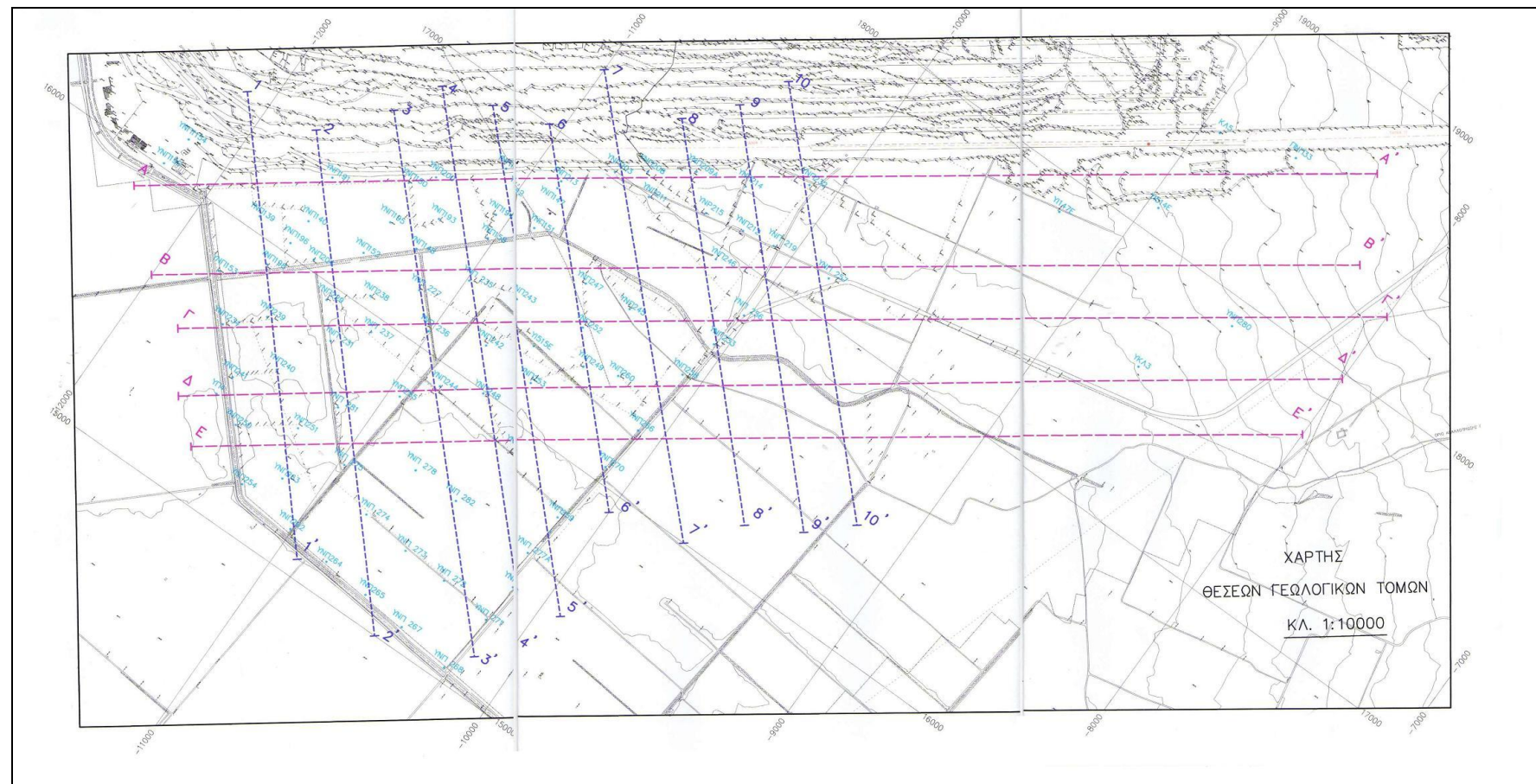
Η διαφορά του πάχους των λιγνιτικών ζωνών από θέση σε θέση οφείλεται και στην παλαιογεωγραφία του υποβάθρου που φιλοξένησε την υδροχαρή βλάστηση.

Με λίγα λόγια η τεκτονική διαμόρφωσε την σημερινή εικόνα που συναντάμε σήμερα και συνέβαλε τα μέγιστα στην δομή της περιοχής μαζί με τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούσαν την εποχή εκείνη.

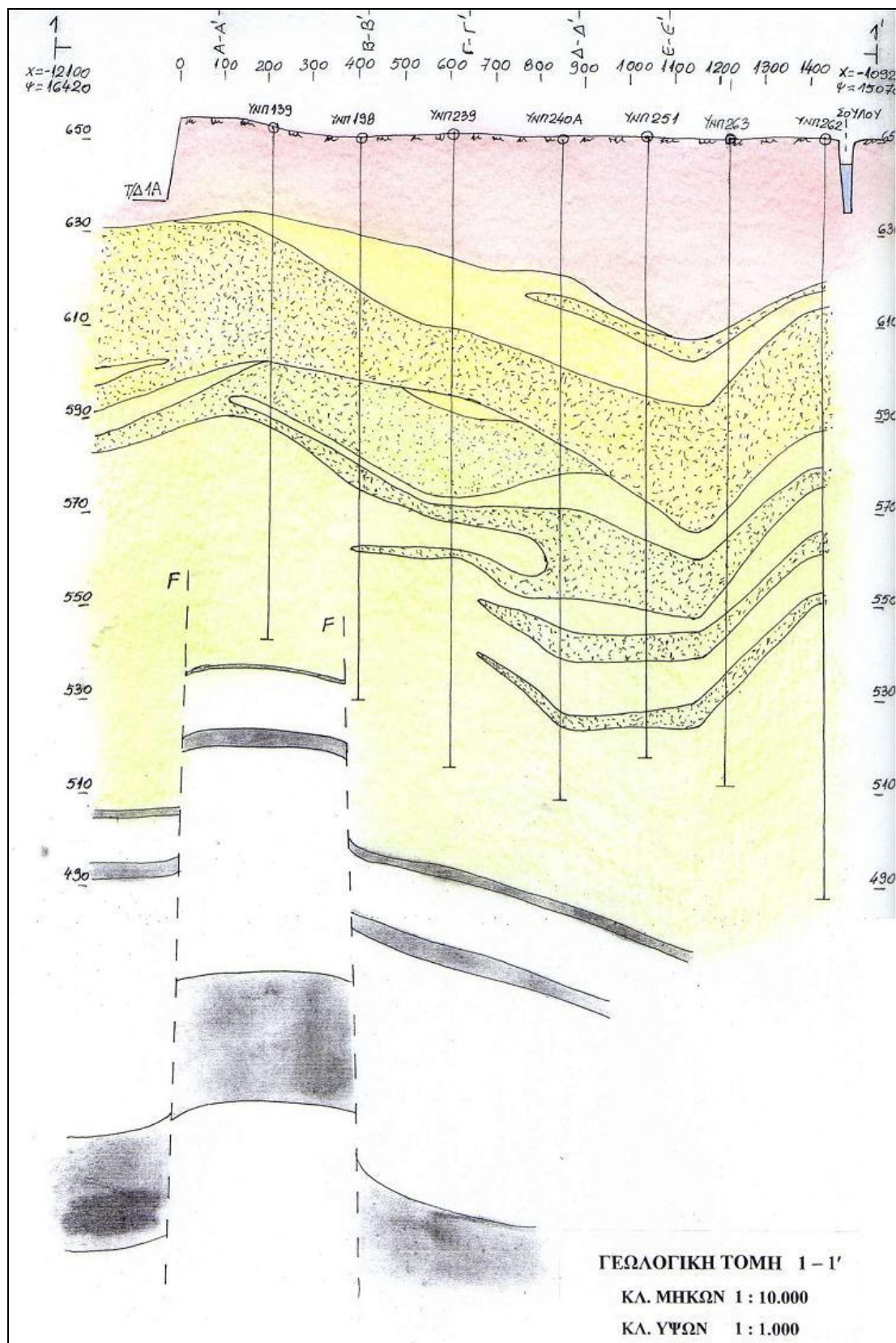
Στην εικόνα 10 φαίνονται οι θέσεις των λιθολογικών τομών οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στις εικόνες 11 έως 25, ενώ στην εικόνα 9 παρουσιάζεται ένα στοιχειώδες υπόμνημα των σχηματισμών που εμφανίζονται στις τομές (Μήτρου, 1999).

	ΕΡΥΘΡΟΦΑΙΟΣ ΣΕΙΡΑ
	ΚΙΤΡΙΝΟΦΑΙΟΣ ΣΕΙΡΑ
	ΠΡΑΣΙΝΟΤΕΦΡΟΣ ΣΕΙΡΑ
	ΛΙΓΝΙΤΗΣ
	ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΤΡΩΜΑΤΑ

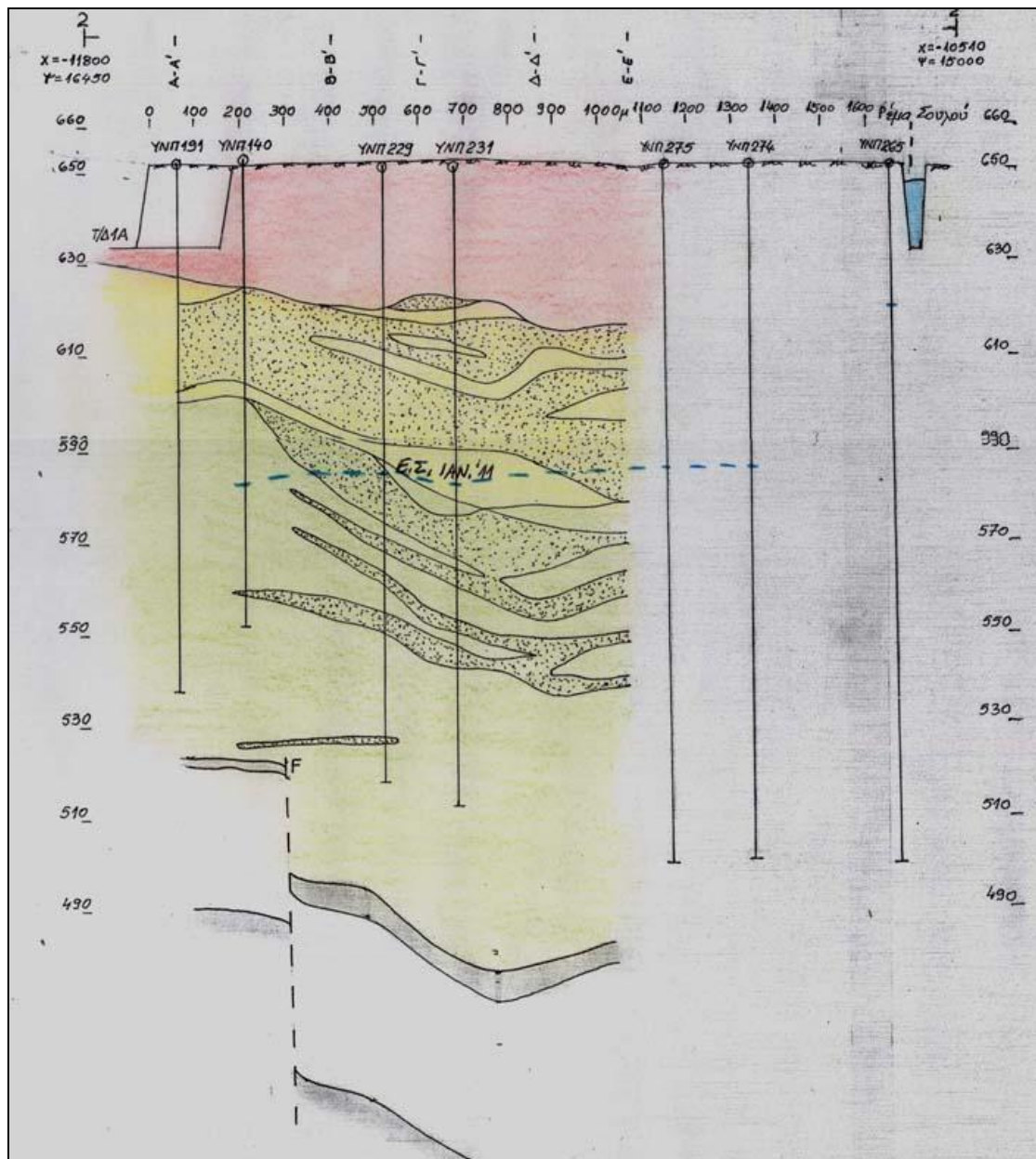
Εικόνα 9: Υπόμνημα των σχηματισμών που εμφανίζονται στις τομές



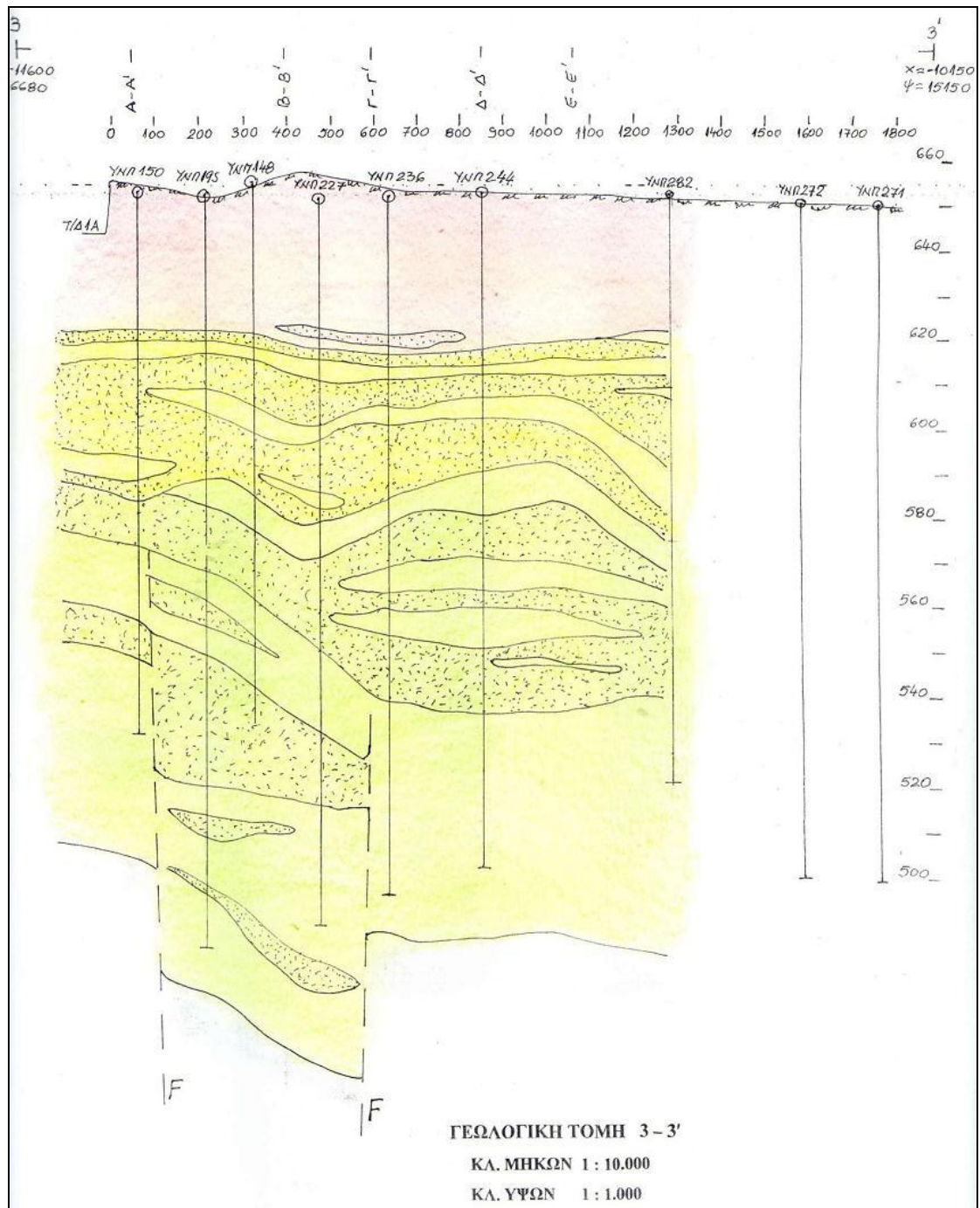
Εικόνα 10: Θέση των γεωλογικών τομών (Μήτρου, 1999)



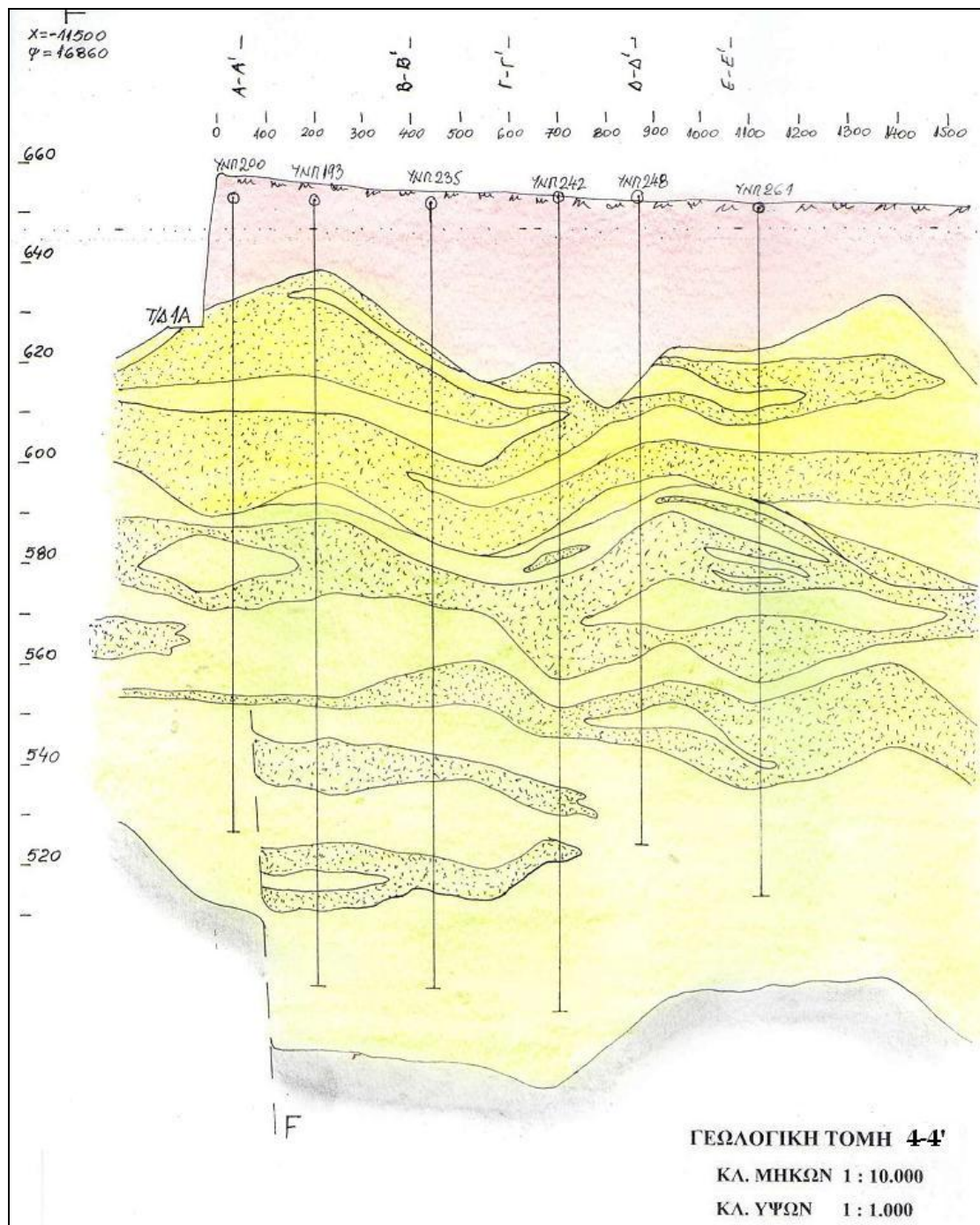
Εικόνα 11: Λιθολογική τομή 1-1' (Μήτρου, 1999)



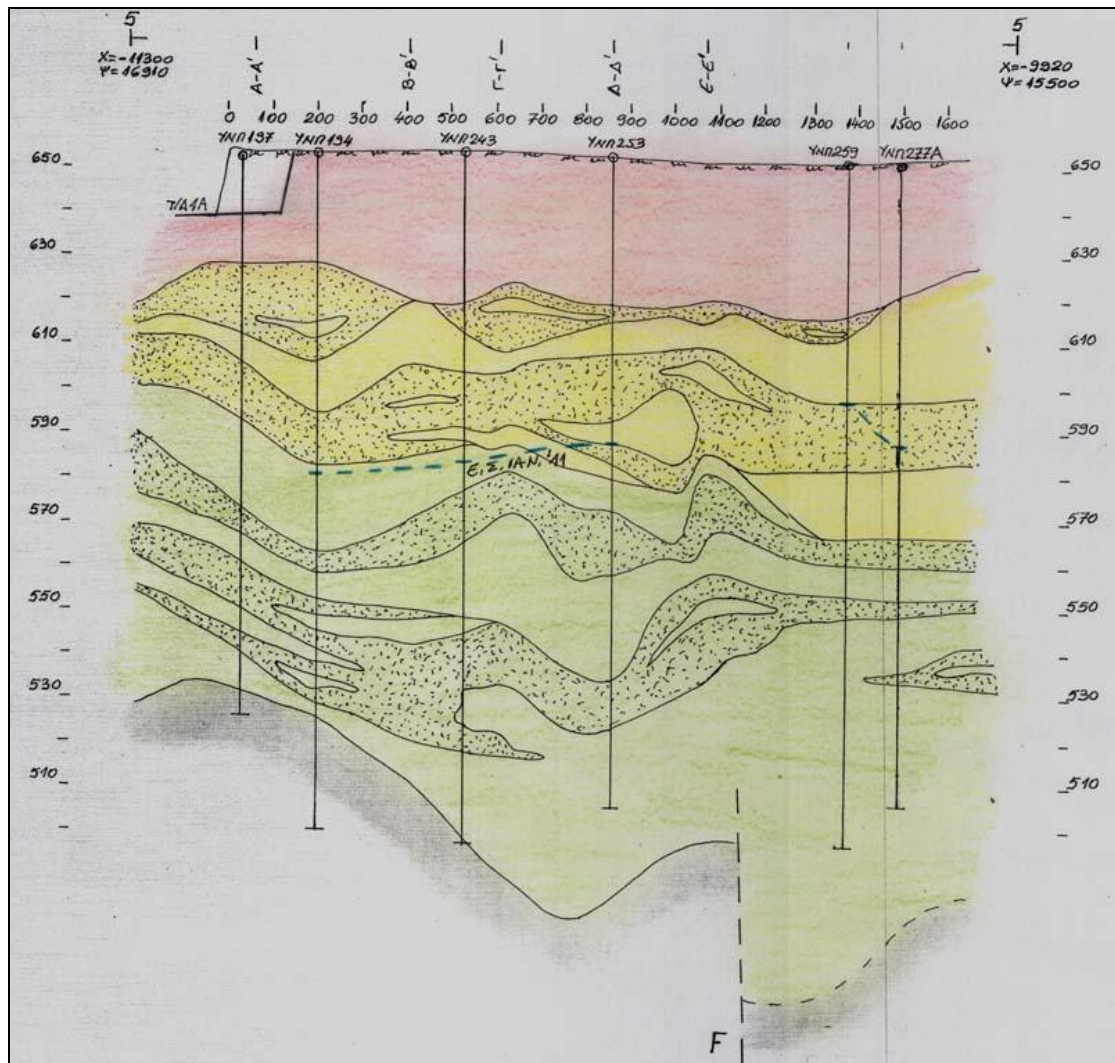
Εικόνα 12: Λιθολογική τομή 2-2' (Μήτρου, 1999)



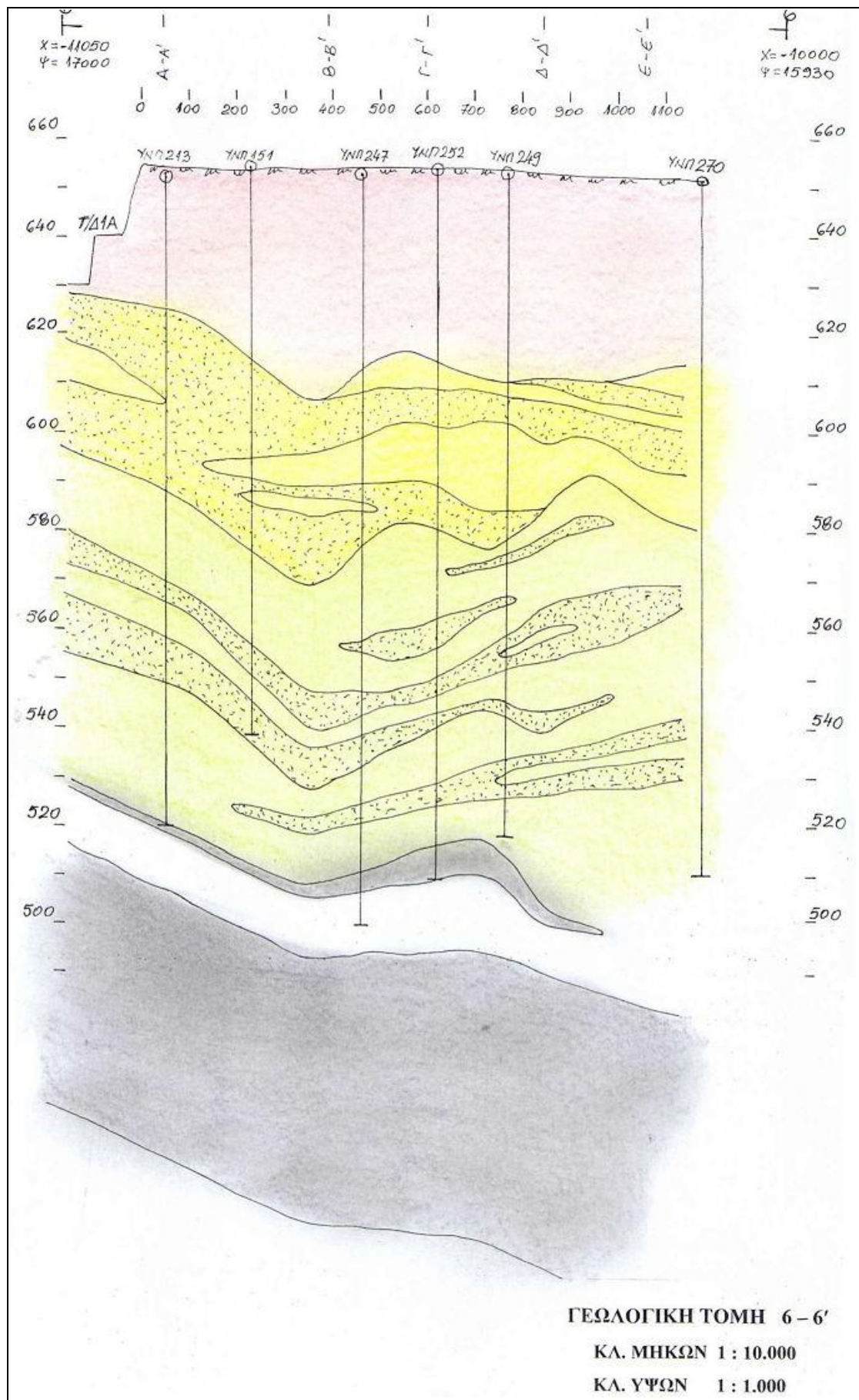
Εικόνα 13: Λιθολογική τομή 3-3' (Μήτρου, 1999)



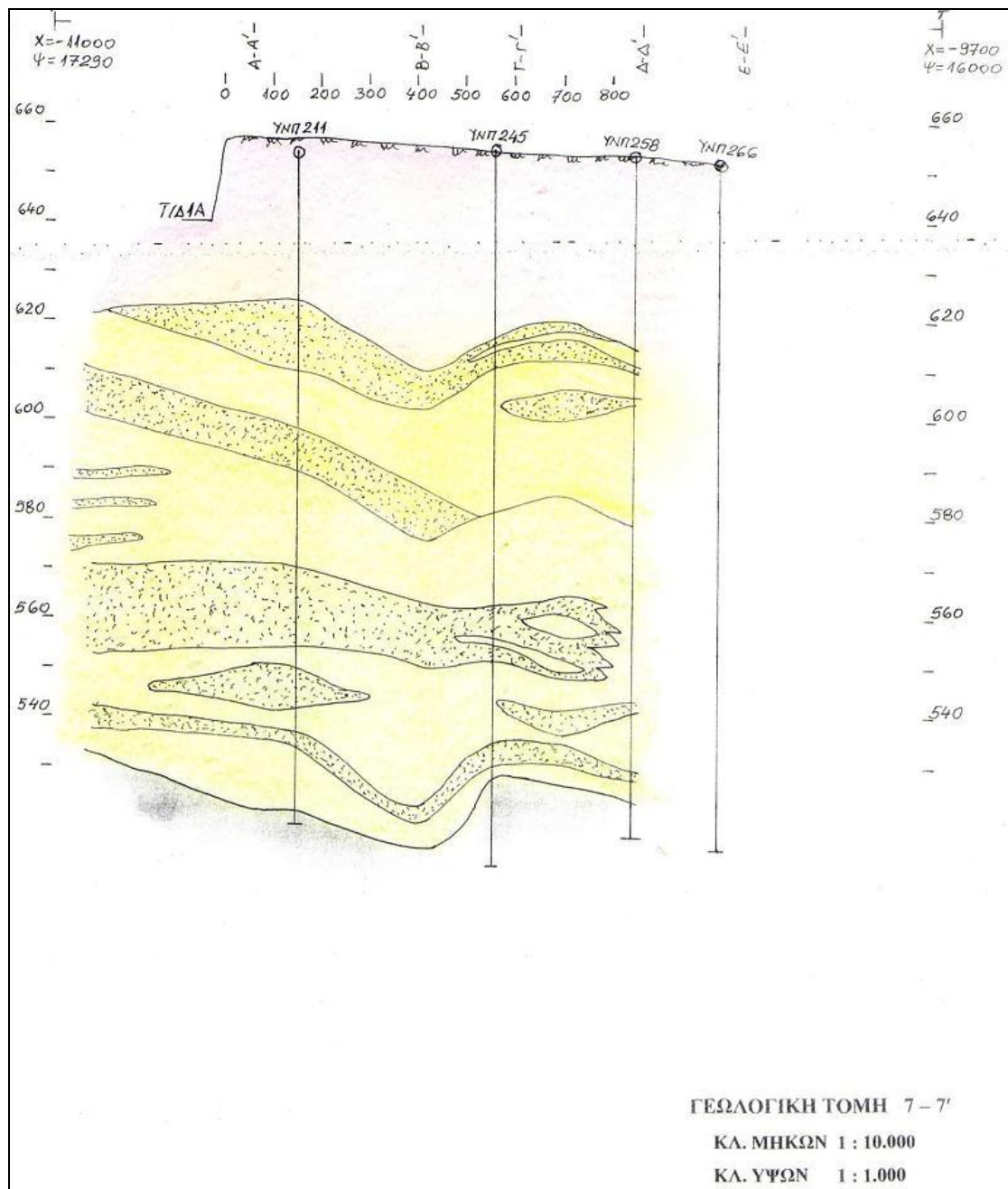
Εικόνα 14: Λιθολογική τομή 4-4' (Μήτρου, 1999)



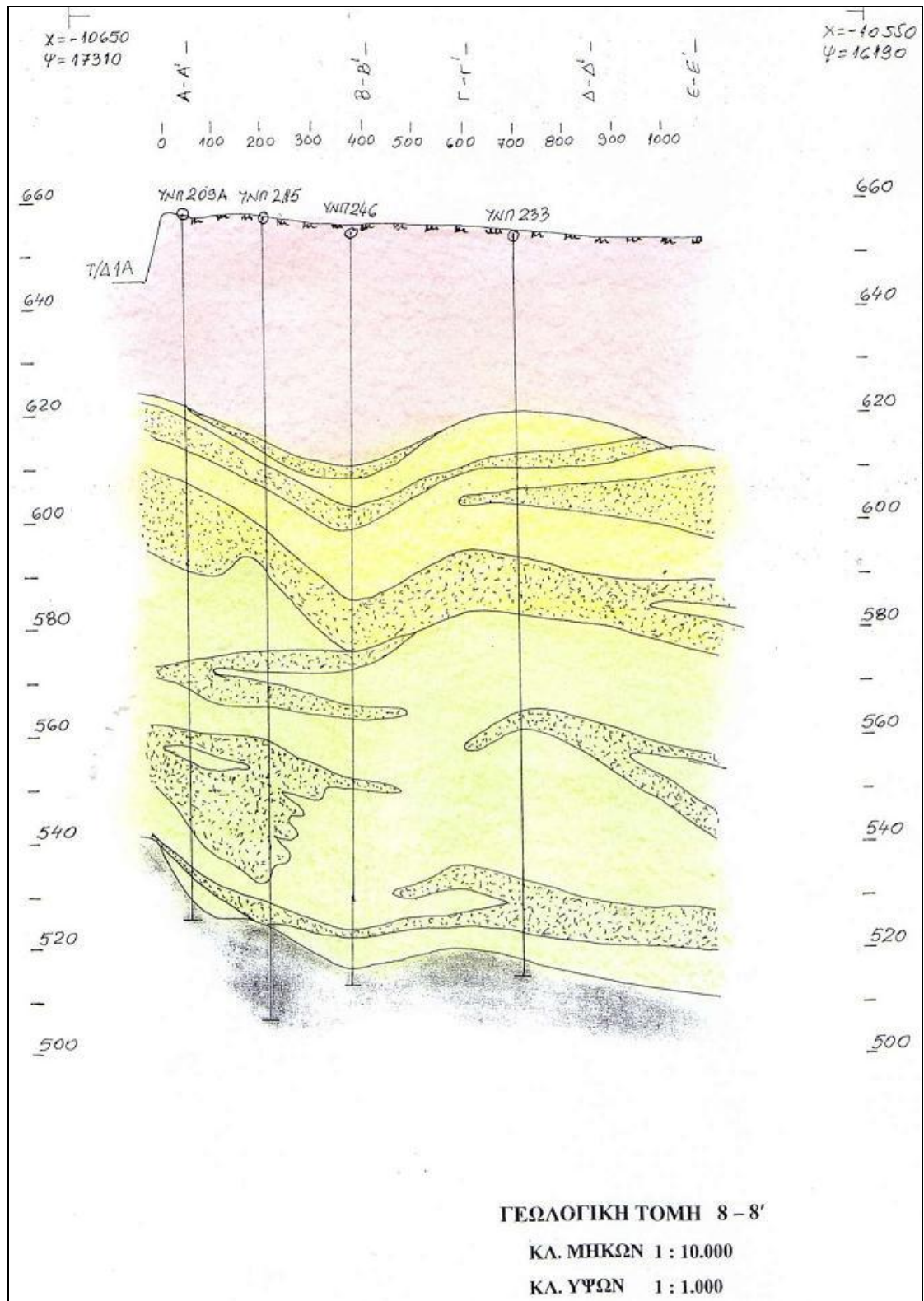
Εικόνα 15: Λιθολογική τομή 5-5' (Μήτρου, 1999)



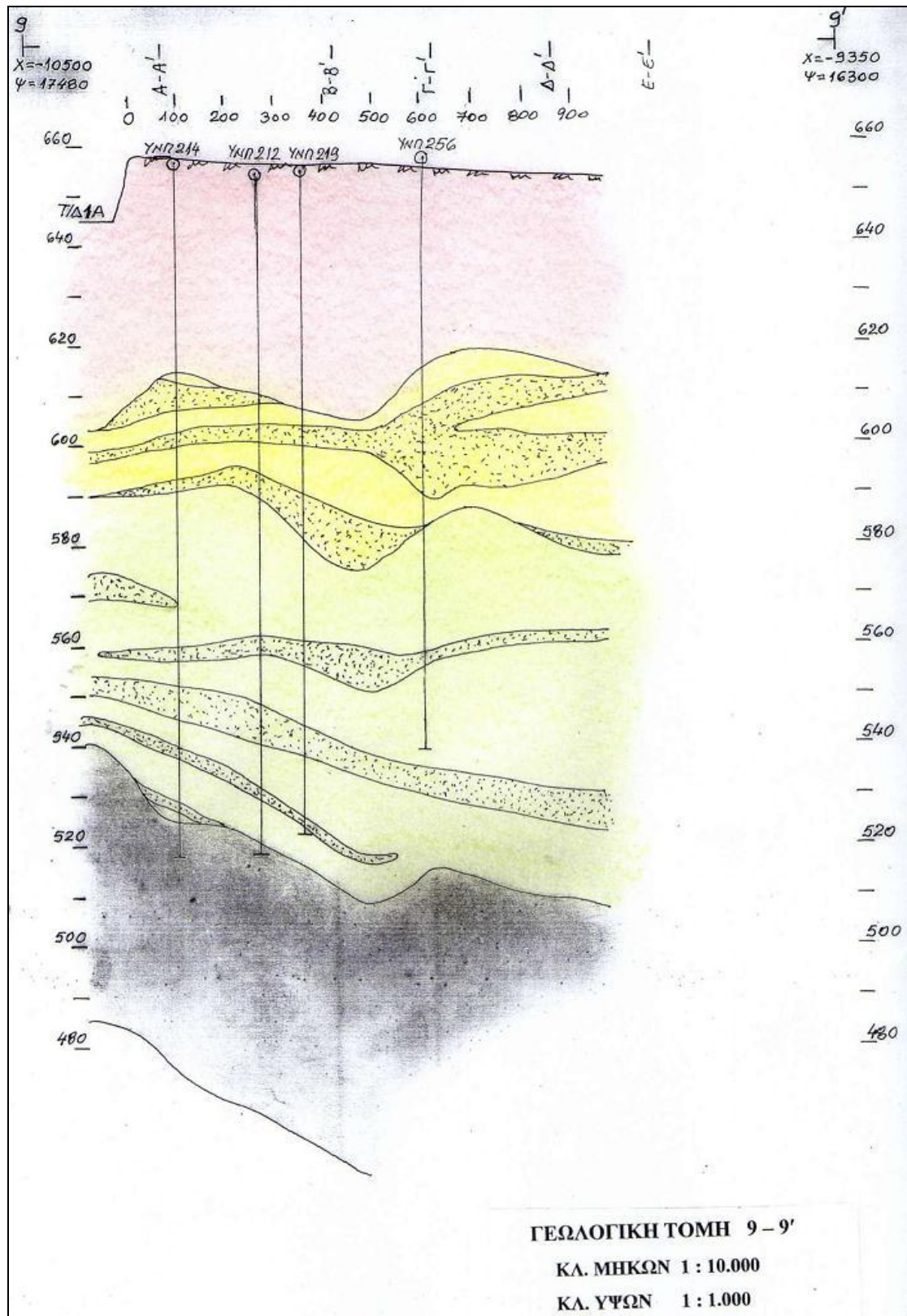
Εικόνα 16: Λιθολογική τομή 6-6' (Μήτρου, 1999)



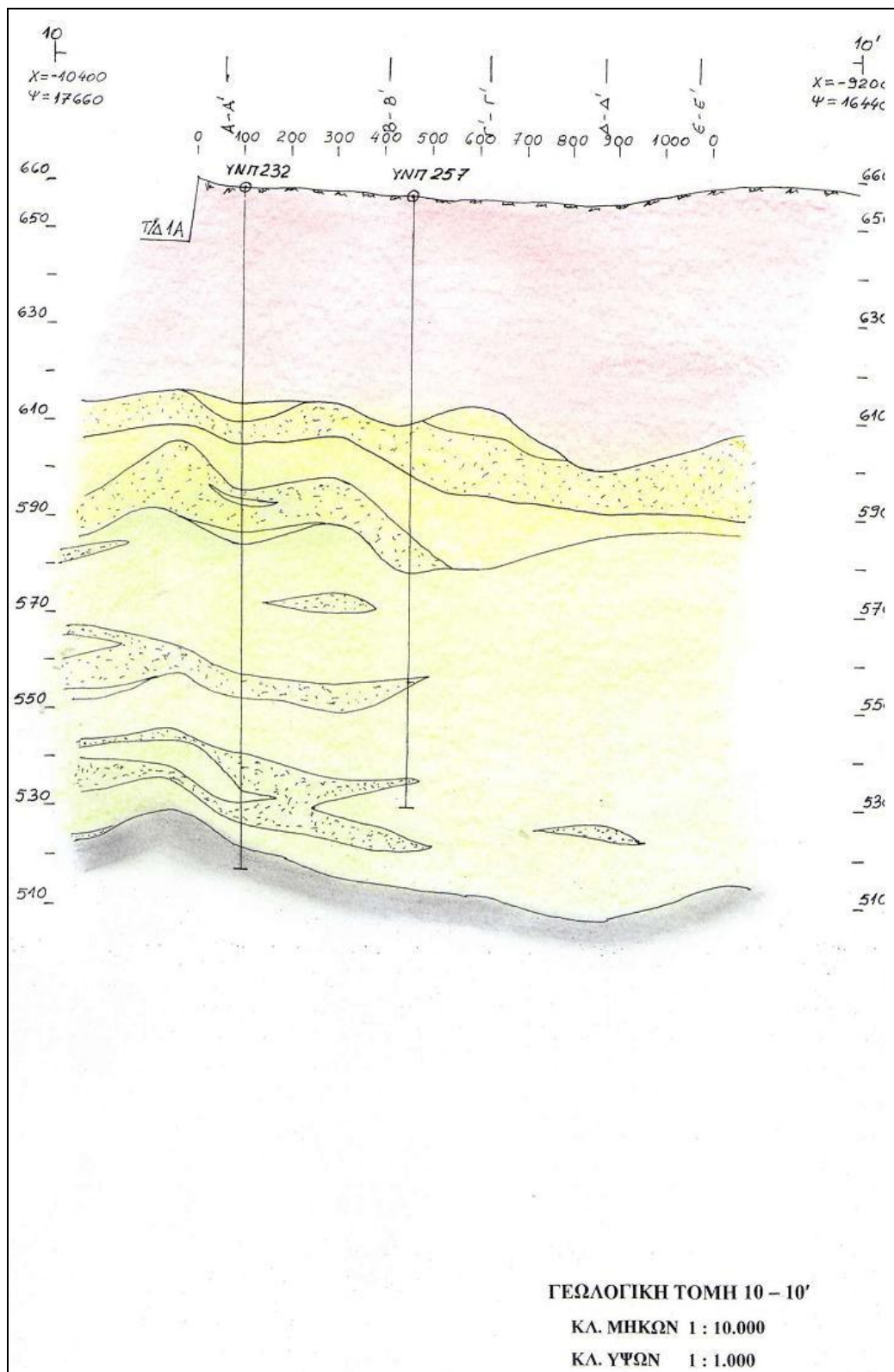
Εικόνα 17: Λιθολογική τομή 7-7' (Μήτρου, 1999)



Εικόνα 18: Λιθολογική τομή 8-8' (Μήτρου, 1999)

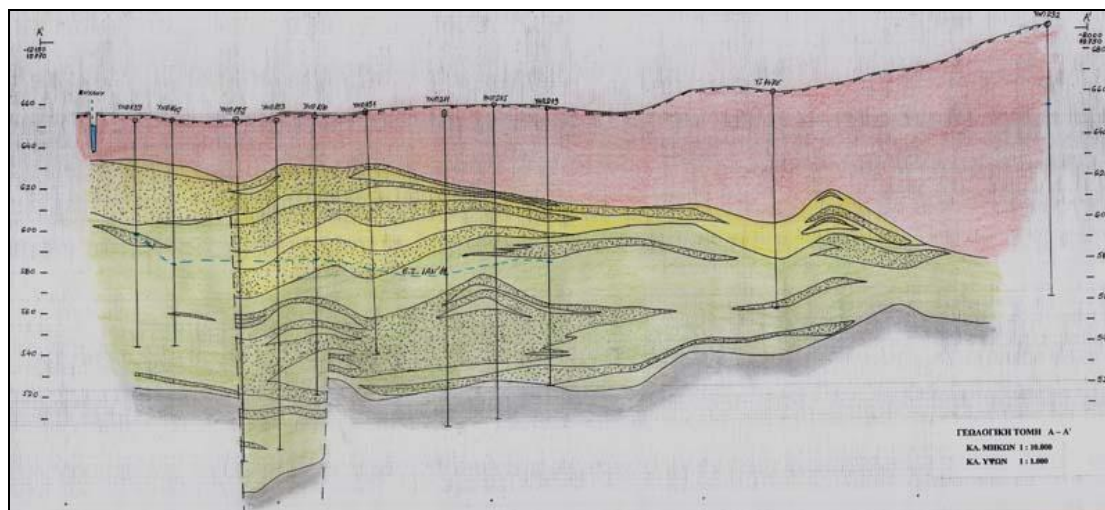


Εικόνα 19: Λιθολογική τομή 9-9' (Μήτρου, 1999)

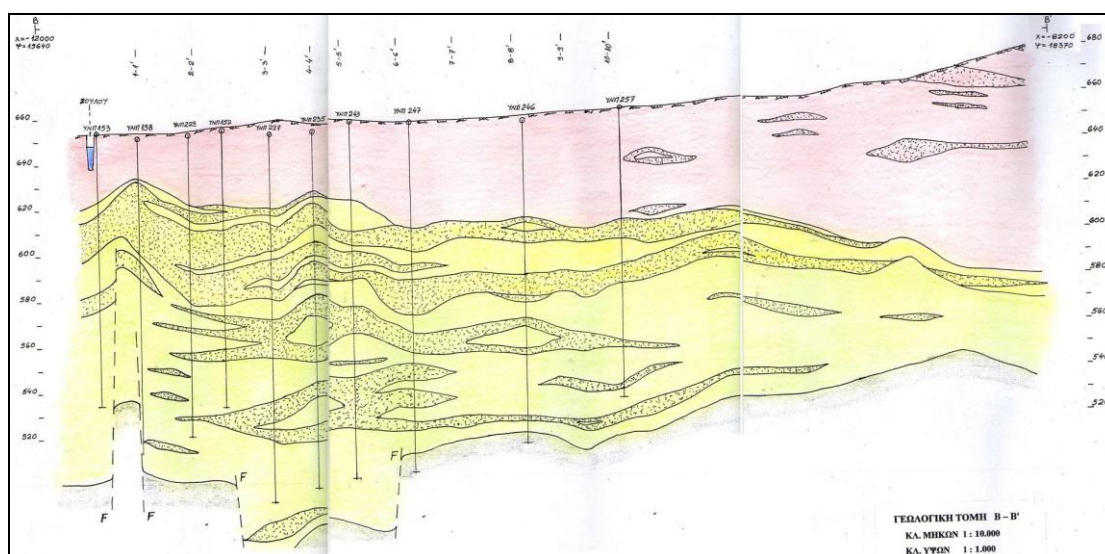


Εικόνα 20: Λιθολογική τομή 10-10' (Μήτρου, 1999)

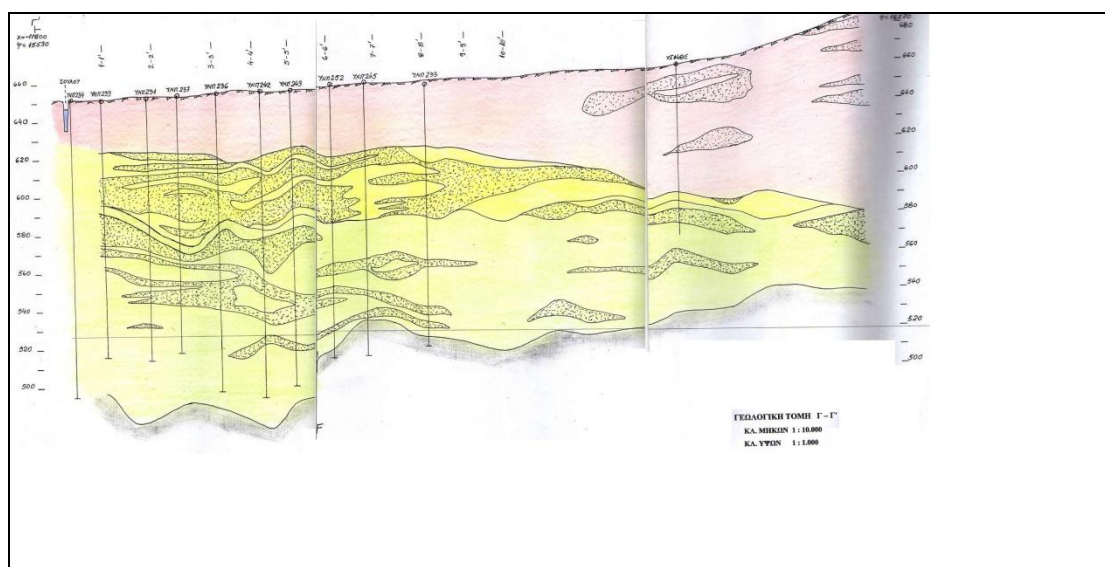
Από τις κατακόρυφες τομές φαίνεται το κυμαινόμενο πάχος του στρώματος των ιζημάτων από τα ανατολικά προς τα δυτικά καθώς στις 3 πρώτες τομές εμφανίζεται να έχει πάχος περίπου 140m ενώ στις υπόλοιπες πηγαίνοντας προς τα δυτικά της λεκάνης το πάχος ελαττώνεται σε 80-90m.



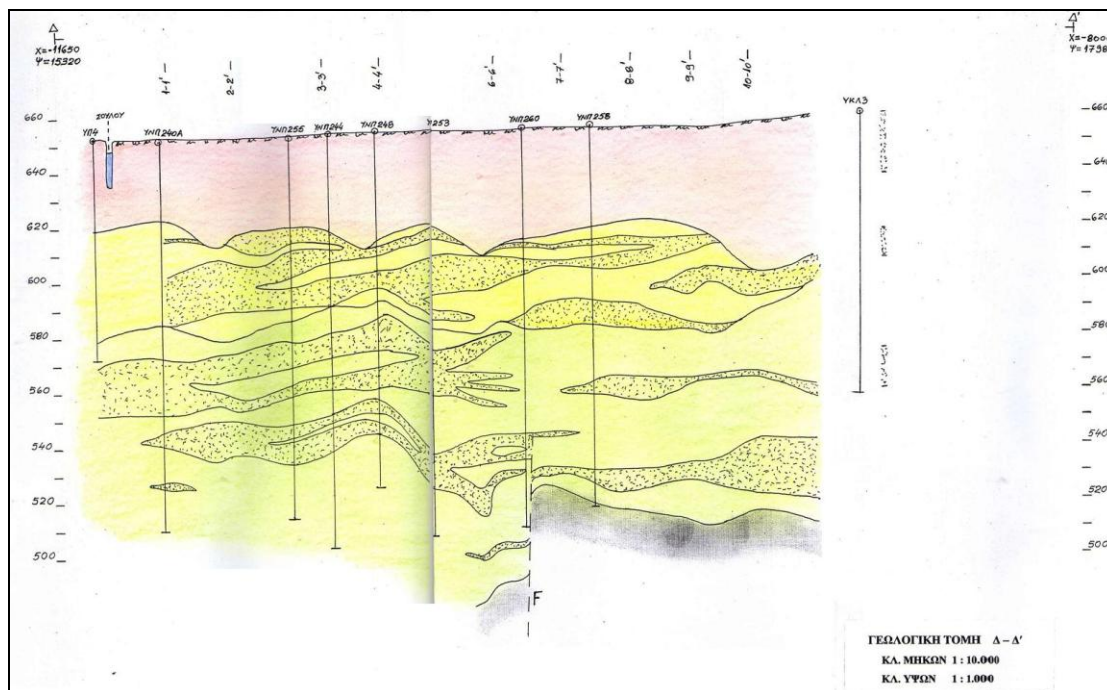
Εικόνα 21: Λιθολογική τομή Α-Α' (Μήτρου, 1999)



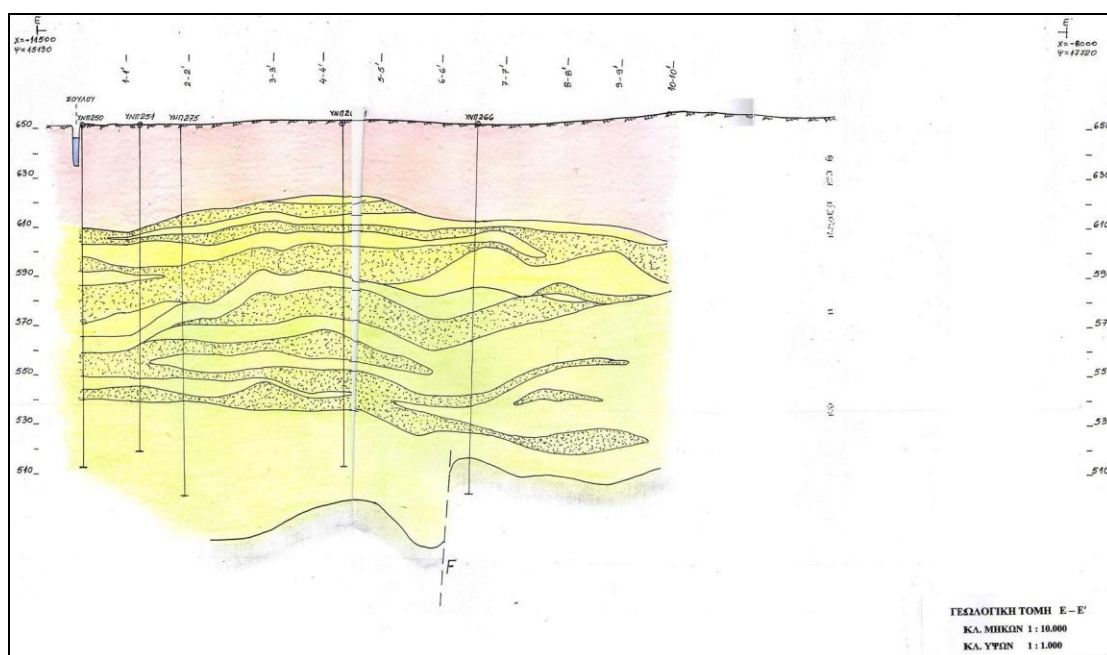
Εικόνα 22: Λιθολογική τομή Β-Β' (Μήτρου, 1999)



Εικόνα 23: Λιθολογική τομή Γ-Γ' (Μήτρου, 1999)



Εικόνα 24: Λιθολογική τομή Δ-Δ' (Μήτρου, 1999)



Εικόνα 25: Λιθολογική τομή Ε-Ε' (Μήτρου, 1999)

Όπως φαίνεται από τις οριζόντιες τομές Α-Α', Β-Β', Γ-Γ', Δ-Δ' και Ε-Ε', το στρώμα των ιζημάτων εμφανίζει μεγαλύτερο πάχος στα ανατολικά της λεκάνης και μειώνεται προς τα δυτικά, ενώ στις τομές Δ-Δ' και Ε-Ε' παρατηρούμε ότι προς το νότιο τμήμα της λεκάνης το στρώμα των ιζημάτων γίνεται ομοιόμορφο ανατολικά και δυτικά και το πάχος αυξάνεται σε όλο το μήκος της λεκάνης.

5. Τεκτονική περιοχής μελέτης

Η περιοχή που εξετάστηκε από πλευράς Τεκτονικής είναι η λεκάνη Σαριγκιόλ και συγκεκριμένα εκεί όπου μελλοντικά θα αναπτυχθεί το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου (Μήτρου, 1999). Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τα αποτυπώματα των ρηγμάτων των γεωτρήσεων που φαίνονται στις εγκάρσιες τομές και στο χάρτη ισοϋψών του γεωλογικού δαπέδου του λιγνίτη.

Από τον τεκτονικό χάρτη (Εικόνα 26) είναι φανερό ότι επικρατούν δυο κύριες ομάδες ρηγμάτων. Η μια ομάδα έχει ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση και η άλλη ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση. Μεταξύ αυτών φαίνεται ότι αναπτύσσονται και ρήγματα διεύθυνσης Α-Δ. Οι κύριες όμως ομάδες είναι τα ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ.

Βάσει αυτών αναμένεται οι ίδιες περίπου ομάδες ρηγμάτων να επικρατούν και εντός της λεκάνης του Σαριγκιόλ πράγμα το οποίο είναι φανερό από τον χάρτη της Τεκτονικής.

Συμπερασματικά αναφέρουμε ότι έχουμε τις παρακάτω ομάδες ρηγμάτων (Μήτρου, 1999):

1. Ρήγματα ΒΔ διεύθυνσης με κλίση προς τα νοτιοδυτικά και ηλικίας Άνω Μειόκαινου - Άνω Πλειόκαινου.
2. Ρήγματα Α-Δ και κλίσης προς τα Νότια ηλικίας Άνω Πλειόκαινου - Κάτω Πλειστοκαίνου.
3. Ρήγματα ΒΑ διεύθυνσης και ηλικίας Κατώτερου Πλειστοκαίνου με κλίση προς τα ΝΑ.

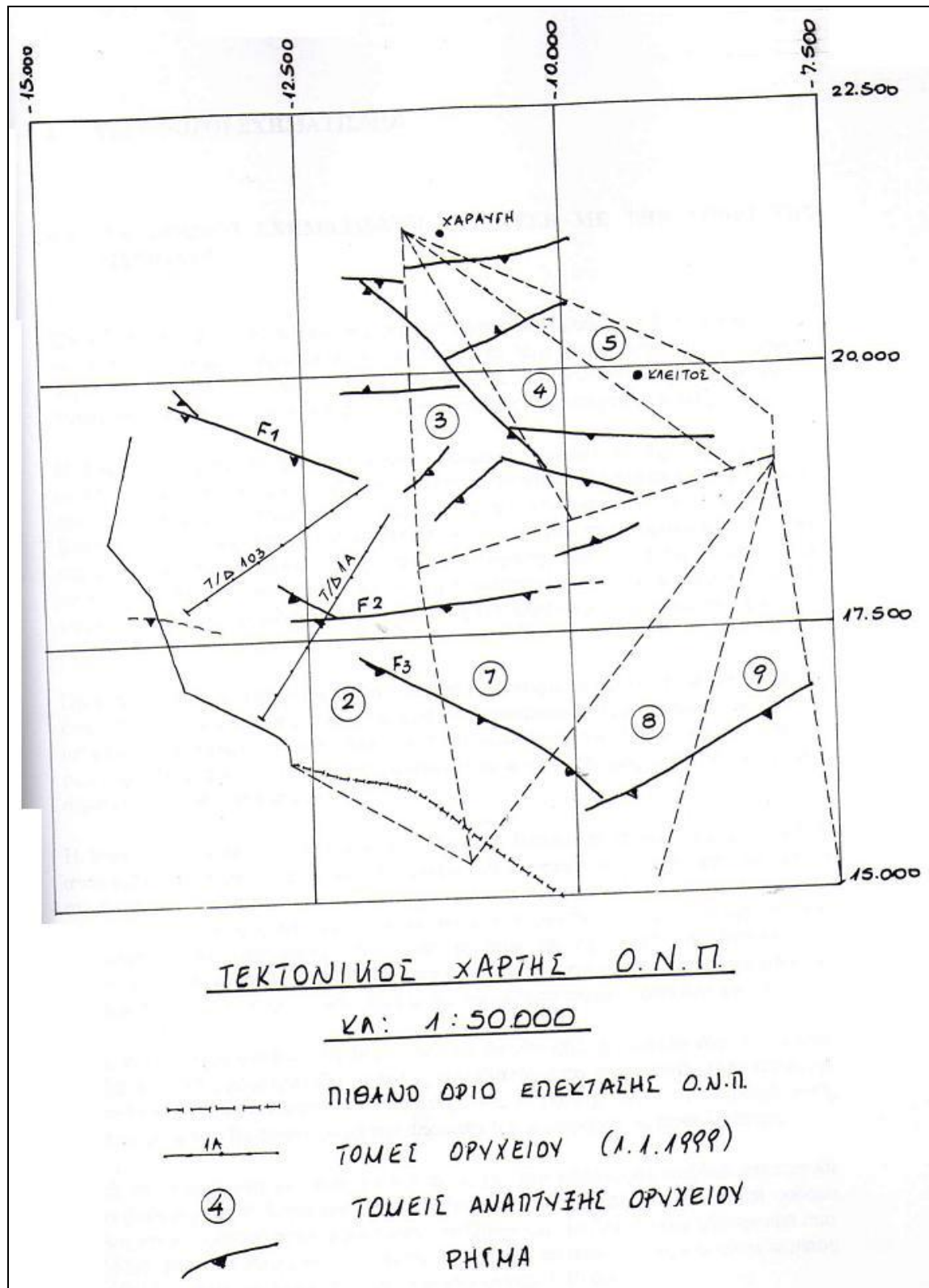
Η πρώτη ομάδα δημιούργησε την λεκάνη Μοναστηρίου, Φλώρινας-Πτολεμαΐδας ενώ η δεύτερη που λειτούργησε περίπου κάθετα στην πρώτη και είναι νεότερη, διαμόρφωσε την λεκάνη όπως αυτή παρουσιάζεται σήμερα.

Όλα τα παραπάνω ρήγματα είναι μεταπτωτικά με βύθιση κατά την διεύθυνση της κλίσης. Πρόκειται για κανονικά ρήγματα με μέγιστο κατακόρυφο άλμα 50-60m που οφείλουν την δημιουργία τους σε εφελκυστικές δυνάμεις που λειτουργούσαν στην περιοχή. Πιστεύουμε ότι τα ανάστροφα μικρορήγματα

που παρουσιάζονται μέσα στο Ορυχείο προήλθαν δευτερογενώς σε περιοχές όπου επικράτησαν συμπιεστικές δυνάμεις (Μήτρου, 1999).

Τα ανάστροφα ρήγματα ανεβάζουν το τέμαχος κατά τη διεύθυνση της κλίσης και υπάρχουν κυρίως πριν και μετά ένα μεγάλο ρήγμα μεταπτωτικό. Αυτά προκαλούν άλματα μέχρι 3m περίπου και διακόπτουν τη συνέχεια των λιγνιτικών ζωνών σε ένα ορισμένο σημείο.

Έτσι τα ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης που είναι τα πιο παλιά ρήγματα στην λεκάνη προήλθαν από εφελκυστικές δυνάμεις διεύθυνσης ΒΔ-ΝΔ. Τα ρήγματα Α-Δ από εφελκυστικές δυνάμεις Β-Ν και τα νεότερα ΒΑ-ΝΔ ρήγματα από εφελκυστικές δυνάμεις ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης. Τα ρήγματα ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης φθάνουν μέχρι το ύψος της πρασινοτέφρου σειράς ενώ τα ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης φθάνουν μέχρι το κατώτερο τμήμα της ερυθροφαίου σειράς (Εικόνες 10-24).



Εικόνα 26: Τεκτονικός χάρτης Ορυχείου Νοτίου Πεδίου (Μήτρου, 1999)

5.1 Η τεκτονική στους τομείς του ΟΝΠ

Όπως προαναφέραμε η τεκτονική αναπτύσσεται σε δύο κύριες ομάδες, την ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης και την ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης (Μήτρου, 1999).

Στην περιοχή (λεκάνη Σαριγκιόλ) όπου θα εξελιχθεί μελλοντικά το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου αναπτύσσεται η ίδια τεκτονική. Η τεκτονική ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης φθάνει μέχρι το ύψος της πρασινοτέφρου σειράς ιζημάτων ενώ η ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης μέχρι το κάτω τμήμα της ερυθροφαίου σειράς. Μεταξύ αυτών των ομάδων υπάρχουν και ρήγματα ΒΑΑ διεύθυνσης καθώς και ρήγματα Α-Δ.

Το σύνολο των ρηγμάτων κλίνει προς τα Ν-ΝΔ και λειτουργούν μεταπτώτικα ενώ ελάχιστα είναι αυτά που κλίνουν προς τα ΒΑ. Όλα τα ρήγματα είναι κανονικά και βυθίζουν προς τα Ν-ΝΔ.

Στον Τομέα 2 όπου γίνεται σήμερα εκμετάλλευση απαντούν ρήγματα που φθάνουν κυρίως μέχρι το ύψος της πρασινοτέφρου σειράς. Ένα από αυτά είναι το ρήγμα F1 (300°) και κλίσης 70° περίπου ΝΔ που βρίσκεται αυτή την στιγμή μέσα στο Ορυχείο. Το μέγιστο άλμα αυτού είναι 50m (Μήτρου, 1999).

Πιο Νότια και σε απόσταση περίπου 1500m από αυτό αναπτύσσεται το ρήγμα F2 (Α-Δ) με κλίση προς τα Νότια. Το μέγιστο άλμα αυτού είναι 50m περίπου. Μετά από αυτό απαντά το F3 ιδίου περίπου άλματος και ΒΔ διεύθυνσης.

Ο Τομέας 3 που βρίσκεται προς τα ανατολικά κράσπεδα φιλοξενεί ρήγματα με έντονη την παρουσία των ΒΑ διεύθυνσης, ΒΑΑ διεύθυνσης καθώς και ΒΔ διεύθυνσης. Στον Τομέα αυτό τα ρήγματα απαντούν σε μικρότερες αποστάσεις μεταξύ τους (περίπου 500m) ενώ υπάρχουν και ζώνες σύγκλισης δύο διαφορετικών ομάδων. Το μέγιστο άλμα που δίνει το κάθε ρήγμα είναι της τάξης των 30 περίπου μέτρων.

Στους Τομείς 4 και 5 που βρίσκονται ανατολικά του 3 παρουσιάζεται η ίδια εικόνα, ενώ στον Τομέα 7 που βρίσκεται ανατολικά του Τομέα 2 η τεκτονική δεν κάνει έντονη την παρουσία της.

6. Υδρογεωλογικά στοιχεία

Η λεκάνη «Σαριγκιόλ» αποτελείται από υδροπερατούς και αδιαπέρατους σχηματισμούς. Ο ορεινός όγκος που αναπτύσσεται γύρω από τη λεκάνη καλύπτεται κύρια από υδροπερατούς σχηματισμούς.

Συγκεκριμένα απαντούν (Δημητρακόπουλος, 2005):

1. Το τεκτονικό κάλυμμα του Βερμίου που αποτελείται από ανθρακικά πετρώματα ηλικίας Κρητιδικού που είναι υδροπερατός σχηματισμός.
2. Κάτω από το τεκτονικό κάλυμμα απαντά ο αδιαπέρατος σχηματισμός του φλύσχη ηλικίας Κρητιδικού. Στην επαφή των δύο υπάρχουν σε ορισμένες θέσεις (Μεσόβουνο Εορδαίας, Ερμακιά) και σε μεγάλα υψόμετρα σημαντικής παροχής πηγές. Αυτό συμβαίνει στο Βέρμιο.
3. Ο σχηματισμός των υδροπερατών Κρητιδικών ασβεστόλιθων.
4. Οι υδροπερατοί Τριαδικό-Ιουρασικοί ασβεστόλιθοι.
5. Ο Παλαιοζωικός σχιστόλιθος που είναι αδιαπέρατος σχηματισμός και κάνει την εμφάνιση του σε μικρή έκταση στο χωριό Μαυροπηγή.

Μέσα στους Τριαδικό-Ιουρασικούς ασβεστόλιθους απαντούν σχιστόλιθοι. σερπεντινιωμένοι οφειόλιθοι που συνοδεύονται και από την παρουσία μικροπηγών.

Οι ασβεστόλιθοι είναι καρστικοποιημένοι με αποτέλεσμα η κατείσδυση σ' αυτούς να είναι μεγάλη και να σχηματίζουν καρστικό ορίζοντα σε μεγάλο βάθος (απόλυτο υψόμετρο +400).

Ο καρστικός ορίζοντας του Βερμίου συνδέεται τόσο με τον καρστικό ορίζοντα της Βεγορίτιδος όσο με τον καρστικό ορίζοντα της Νεράιδας.

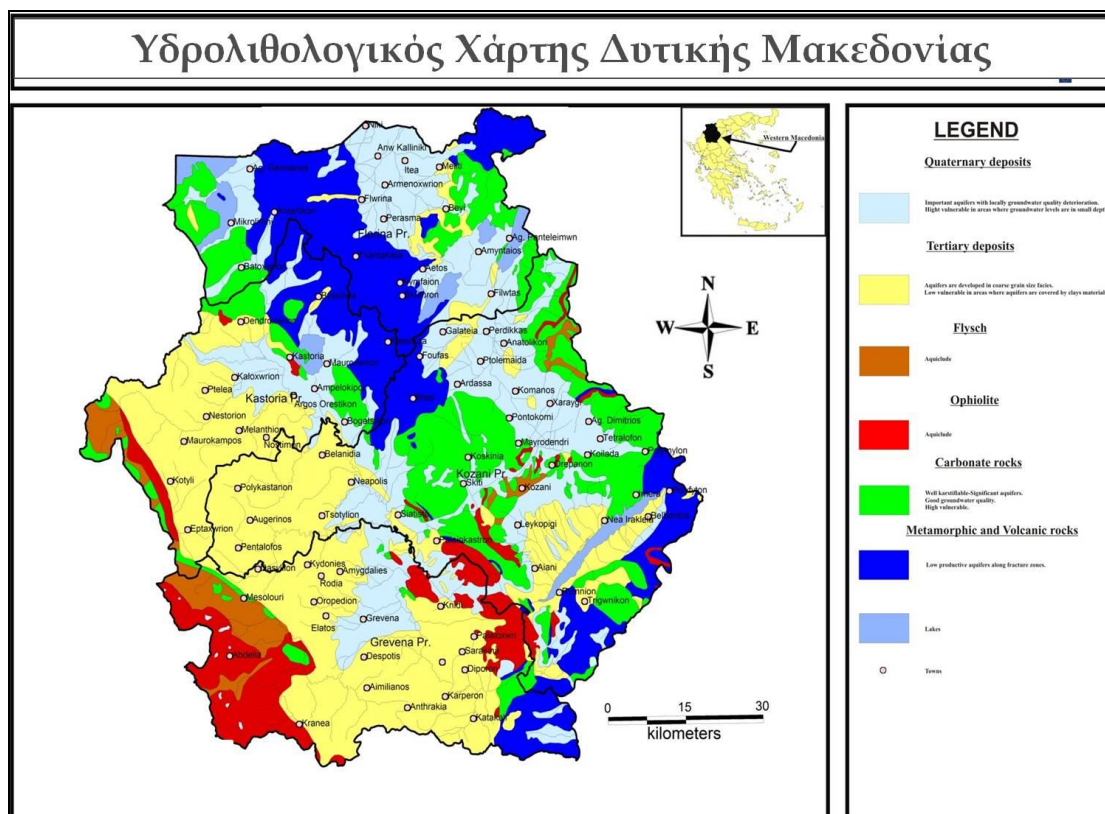
Η λεκάνη Σαριγκιόλ αποτελείται από ιζήματα που αποτέθηκαν κατά διαφόρους γεωλογικές περιόδους (Τριτογενές - Τεταρτογενές).

Από πάνω προς τα κάτω διακρίνονται οι εξής σχηματισμοί (Εικόνα 8) (Δημητρακόπουλος, 2005) :

1. Την ερυθρόφαιο σειρά που αποτελείται από αργίλους καστανέρυθρου χρώματος, ασβεστολιθικές κροκάλες και ασβεστολιθικό λατυποκροκαλοπαγές. Ο σχηματισμός έχει πάχος 20-25m και είναι αδιαπέρατος. Κοντά στα περιθώρια της λεκάνης συναντάται υλικό από την διάβρωση των ασβεστόλιθων (κροκάλες). Σε τέτοιες περιοχές όπου απουσιάζει η άργιλος ή η συμμετοχή της είναι μικρή, εφόσον το επιτρέπει η γύρω του σχηματισμού γεωλογία, μπορεί να δημιουργηθούν ρεζερβουάρ νερού (Ακρινή) με τροφοδοσία από την κατείσδυση και τους επικρεμάμενους υδροφόρους.
2. Την κιτρινόφαιο σειρά ιζημάτων. Πρόκειται περί ποταμοχειμάρων ιζημάτων με στρώση Cross bedding. Αποτελείται από άμμους, ψαμμίτη ψαμμιτοκροκαλοπαγές, αργίλους, πηλίτες καθώς και από τον γνωστό σχηματισμό του κροκαλοπαγούς του Προαστείου που απαντά προς τα Δ-ΝΔ του Ορυχείου. Είναι μέσου πάχους 20-25m και αποτελεί υδροπερατό σχηματισμό εντός του οποίου κύρια φιλοξενείται η υδροφορία της λεκάνης. Στον ίδιο σχηματισμό απαντά και το κροκαλοπαγές του Προαστείου. Ο σχηματισμός αυτός αποτελεί τον κυριότερο υδροφορέα της περιοχής. Αποτελείται από άμμους, χαλίκια πολύμικτης σύστασης με μέγιστο ποσοστό συμμετοχής (70-80%) βασικών και υπερβασικών πετρωμάτων που μαρτυρεί τροφοδοσία από τα ΝΔ. Επειδή η τροφοδοσία της λεκάνης γινόταν από τα ΝΔ έμεινε πίσω το χονδροκλαστικό υλικό (χαλίκια) και μπροστά αποτέθηκε το λεπτομερές υλικό (άμμος).
3. Από την αδιαπέρατη σειρά της πρασινοτέφρου αργίλου. Αυτή αποτελείται κύρια από άργιλο, ιλύ και άμμους. Οι τελευταίοι φιλοξενούν υδροφορία εφόσον εξαπλώνονται και επικοινωνούν με την υπερκείμενη υδροπερατή κιτρινόφαιο σειρά.
4. Από την λιγνιτοφόρο στιβάδα πάχους μέχρι 70-80m (εναλλαγή λιγνιτικών στρωμάτων με μάργες).
5. Κάτω του λιγνίτη απαντά η τελική μάργα ανοικτοτέφρου χρώματος σχηματισμός αδιαπέρατος. Μέσα σ' αυτήν και σε μεγάλο βάθος απαντά

υδροφορία σε άμμους, που φιλοξενούνται στον σχηματισμό αυτό. Το βάθος αυτό μικραίνει όσο προχωράμε προς την περιοχή του εξάρματος του Κοράνου. Η λιγνιτοφόρος στιβάδα περικλείεται από αδιαπέρατους σχηματισμούς και έτσι είναι αδύνατη σ' αυτήν η παρουσία νερού. Αδύνατος επίσης είναι και η κυκλοφορία νερού στα ρήγματα και στην πρασινότεφορο σειρά λιγνιτοφόρο στιβάδα διότι λόγω πλαστικότητας των υλικών και συγγενικότητας ρηγμάτων-υλικών είναι δύσκολο να δημιουργηθούν κενά ικανά να αποτελέσουν αγωγούς νερού.

Το πάχος των ιζημάτων που περιγράψαμε παραπάνω μεταβάλλεται όσο προχωράμε προς τα άκρα της λεκάνης με παράλληλη αύξηση του πάχους των υλικών διάβρωσης του γύρω ορεινού όγκου (Δημητρακόπουλος, 2005).



Εικόνα 27: Υδρολιθολογικός χάρτης της λεκάνης Σαριγκιόλ (Voudouris, 2009)

Συνοψίζοντας στην περιοχή αναπτύσσονται 3 επιφανειακοί υδροφόροι ορίζοντες που επικοινωνούν μεταξύ τους και οι οποίοι αναπτύσσονται ανάμεσα στα ιζήματα των ανώτερων στρωμάτων, τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες των οποίων περιγράφονται στις επόμενες ενότητες. Από αυτούς ο δεύτερος αποτελεί την σημαντικότερη υδροφορία της λεκάνης, ενώ σε

μεγαλύτερο βάθος αναπτύσσεται ο καρστικός υδροφορέας μέσα στον καρστικοποιημένο ασβεστόλιθο.

Οι επιφανειακοί υδροφόροι ορίζοντες επικοινωνούν μεταξύ τους με το νερό να κινείται από τον ανώτερο προς τους κατώτερους με έμφαση στον μεσαίο υδροφόρο που εμφανίζει πλούσια υδροφορία, δέχονται όμως και νερά από τους πλευρικούς σχηματισμούς της λεκάνης όπου τα υλικά το επιτρέπουν.

Ο καρστικός υδροφορέας βρίσκεται σε μεγάλο βάθος και επικοινωνεί τροφοδοτείται ή και τροφοδοτεί τους γειτονικούς καρστικούς υδροφορείς Βεγορίτιδας και Νεράιδας.

6.1 Υδροφόρα στρώματα

Στο 6^ο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας περιγράφηκαν οι υδρογεωλογικοί σχηματισμοί ανάμεσα στους οποίους αναπτύσσονται οι υπόγειοι υδροφορείς. Το πάχος των ιζημάτων που περιγράψαμε σε προηγούμενη ενότητα (Ενότητα 6) μεταβάλλεται όσο προχωράμε προς τα άκρα της λεκάνης με παράλληλη αύξηση του πάχους των υλικών διάβρωσης του γύρω ορεινού όγκου.

Στην άμεση περιοχή μελέτης αναπτύσσονται τα εξής υδροφόρα συστήματα (ΕΛΙΜΕΙΑ, 1999) (Εικόνα 27):

- ✓ Το καρστικό υδροφόρο σύστημα
- ✓ Τα υδροφόρα συστήματα χαλαρών ιζημάτων

6.1.1 Καρστικό υδροφόρο σύστημα

Το καρστικό υδροφόρο σύστημα αποτελεί το κατώτερο υδροφόρο σύστημα της άμεσης περιοχής μελέτης και βρίσκεται σε μεγάλο βάθος. Η Καρστική υδροφορία στην περιοχή απαντάται τόσο στους Τριαδικούς όσο και στους Κρητιδικούς ασβεστόλιθους. Στους τριαδικούς ασβεστολίθους αναπτύσσεται σε απόλυτο υψόμετρο +250m και +510m. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία και δεδομένης της λιθολογικής φύσης των καρστικών σχηματισμών (καρστικοποιημένοι ασβεστόλιθοι), αναμένονται υψηλές τιμές υδραυλικής αγωγιμότητας, παροχής, υδαταγωγιμότητας και συντελεστή εναποθήκευσης (ΕΛΙΜΕΙΑ, 1999).

Οι απόψεις που έχουν εκφραστεί από τους διάφορους ερευνητές, αναφορικά με τη διαμόρφωση και την έκταση των καρστικών υδρογεωλογικών ενοτήτων καθώς και με τις κατευθύνσεις ροής και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά τους, διίστανται. Ωστόσο η επικρατούσα άποψη είναι ότι δεν υπάρχει υδραυλική επικοινωνία μεταξύ του καρστικού υδροφόρου συστήματος και των υδροφόρων συστημάτων των χαλαρών ιζημάτων της περιοχής.

Για το λόγο αυτό από πλευράς υπογείων νερών η βαρύτητα εστιάζεται στα υδροφόρα συστήματα χαλαρών ιζημάτων εντός των οποίων απαντάται η

λιγνιτοφόρος σειρά που η εκμετάλλευσή της συνιστά το αντικείμενο της εξορυκτικής δραστηριότητας του έργου.

6.1.2 Προσχωματικό υδροφόρο σύστημα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στα χαλαρά ιζήματα αναπτύσσεται υδροφορία στους παρακάτω σχηματισμούς (ΕΛΙΜΕΙΑ, 1999):

- ✓ Τεταρτογενείς αποθέσεις
- ✓ Υπερκείμενα Νεογενή ιζήματα της λιγνιτοφόρου στοιβάδας
- ✓ Υποκείμενα Νεογενή ιζήματα της λιγνιτοφόρου στοιβάδας

Δεδομένου ότι η υδροφορία στις Τεταρτογενείς αποθέσεις της περιοχής είναι αρκετά περιορισμένη ο υδροφόρος αυτός ορίζοντας θεωρείται ως ενιαίος με τον υποκείμενο υδροφορέα των υπερκείμενων σχηματισμών της λιγνιτικής στοιβάδας, με τον οποίο και διασυνδέεται.

Έτσι γενικευμένα μπορούμε να πούμε ότι φιλοξενούνται δύο υδροφορίες μέσα στο πακέτο των ιζημάτων της λεκάνης.

Ο πρώτος υδροφορέας απαντά μέσα στην κιτρινόφαιο σειρά ιζημάτων (υπερκείμενο του λιγνίτη) και ο δεύτερος υδροφορέας μέσα στο υποκείμενο του λιγνίτη σε μεγάλο βάθος.

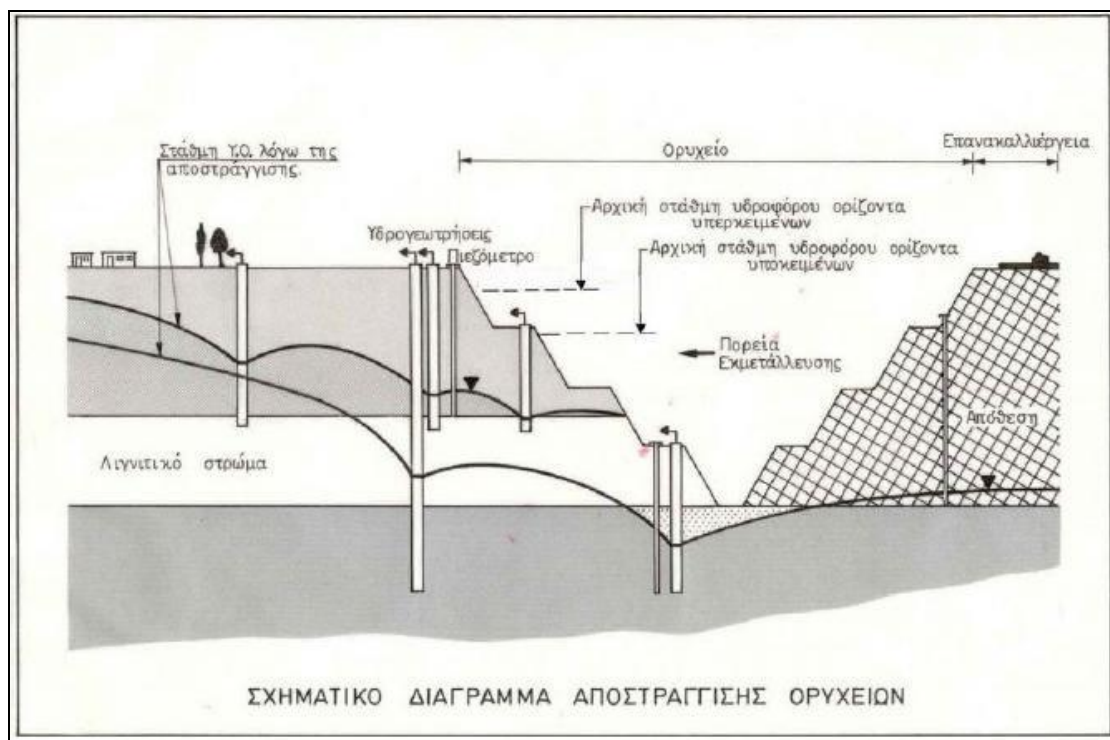
Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν (Εικόνα 28) (ΕΛΙΜΕΙΑ, 1999):

- ✓ Τον υδροφορέα υπερκειμένων που αναπτύσσεται στα υπερκείμενα Νεογενή ιζήματα της λιγνιτοφόρου στοιβάδας, στον οποίο εντάσσεται και η υδροφορία των Τεταρτογενών αποθέσεων, και
- ✓ Τον υδροφορέα υποκειμένων που αναπτύσσεται στα υποκείμενα ιζήματα της λιγνιτοφόρου στοιβάδας

Όσον αφορά τα υδραυλικά χαρακτηριστικά δηλαδή τις τιμές υδραυλικής αγωγιμότητας (k) και μεταβιβαστικότητας (T) αυτών των υδροφόρων στρωμάτων από διάφορες μελέτες βρέθηκαν τα εξής (ΕΛΙΜΕΙΑ, 1999):

Στον υδροφορέα υπερκείμενων υπολογίστηκαν τιμές υδραυλικής αγωγιμότητας $k = 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ που στα δυτικά της λεκάνης μειώνεται σε τιμές $10^{-5} - 10^{-6} \text{ m/s}$, ενώ η μεταβιβαστικότητα είναι $T = 1.75 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$. Επίσης στη λιγνιτοφόρο στοιβάδα που περιέχεται σε αυτόν τον υδροφορέα η υδραυλική αγωγιμότητα κυμαίνεται από 10^{-6} έως 10^{-8} m/s τιμές οι οποίες μειώνονται σε συνάρτηση με το βάθος με αποτέλεσμα να μην ευνοείται η κατείδουση και η κυκλοφορία των υπόγειων νερών.

Στον υδροφορέα υποκείμενων η υδραυλική αγωγιμότητα είναι περίπου $k = 10^{-5} \text{ m/s}$, ενώ παρουσιάζει αυξημένη μεταβιβαστικότητα $T = 1.85 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.



Εικόνα 28: Σχηματικό διάγραμμα αποστράγγισης Ορυχείων (ΔΕΗ Α.Ε., ΔΜΑΟΡ/ΤΥΜ)

A. Τροφοδοσία υδροφορέων

Ο πάνω υδροφορέας τροφοδοτείται από την κατείσδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων μέσω των υδροπερατών ιζημάτων.

Η παρουσία σχιστοκερατολίθων στους Τριαδικό-Ιουρασικούς ασβεστόλιθους των δυτικών περιθωρίων (περιοχή Μαυροδενδρίου) δημιουργεί επικρεμάμενους υδροφόρους (ΕΛΙΜΕΙΑ 1999, Μήτρου 1999).

Στο ύψος της Μαυροπηγής εμφανίζεται ο παλαιοζωικός σχιστόλιθος, ο οποίος υπόκειται των Τριαδικό-Ιουρασικών ασβεστόλιθων. Η εξέλιξη του αδιαπέρατου αυτού σχηματισμού στα Δυτικά θα πρέπει να διερευνηθεί αφού συνδυαστεί με την δομική εμφάνιση των ασβεστόλιθων (πτυχώσεις, ρήγματα, βύθιση δομών κτλ.) έτσι ώστε να έχουμε στοιχεία για την πορεία της υδροφορίας στην περιοχή αυτή.

Από όσα φαίνονται από την εξέλιξη των Ορυχείων στα ανατολικά περιθώρια μικρές ποσότητες νερού εισέρχονται μέσα στον υδροφορέα που υπέρκειται της λιγνιτοφόρου στιβάδας.

Στο Ορυχείο Νοτίου Πεδίου ο υδροφορέας αυξάνεται σε πάχος προς τα Ν-ΝΔ όπου απαντούν τα αμμοχάλικα με αποτέλεσμα να εισρέουν νερά από τις διευθύνσεις αυτές προς την εκσκαφή.

Είναι λογικό αυτό δεδομένου ότι προς την κατεύθυνση αυτή απαντά ο κύριος υδροφορέας της περιοχής με υψηλές τιμές υδατοαγωγιμότητας υδροπερατότητας και ενεργού πορώδους. Το πάχος του ΝΔ (περιοχή Μαυροδενδρίου) φθάνει μέχρι 90-100m.

Τα νερά που ξεφεύγουν της υδρογεωλογικής προστασίας του Ορυχείου εισρέουν μέσα σε αυτό από τον υδροφορέα της κιτρινοφαίου σειράς ιζημάτων.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι τα νερά αυτά εισρέουν από τα τερματικά των 1B, 2A, 2B καθώς και από τα αμμούχα στρώματα. Αυτά συμβαίνουν στη σημερινή θέση που βρίσκεται το Ορυχείο. Ο λόγος είναι ότι προς την

κατεύθυνση αυτή (N-NΔ) αναπτύσσεται ο κύριος υδροφορέας με σημαντικά πάχη αμμοχάλικων.

Επειδή μελλοντικά το Ορυχείο θα αναπτυχθεί στον Τομέα 2 με συνεχείς στρωφικές μεταθέσεις προς τα ΝΑ, θα απελευθερώνονται μεγαλύτερα τμήματα στα N-NΔ. Το αποτέλεσμα θα είναι να εισρέουν περισσότερα νερά από τα N-NΔ μέσα στο Ορυχείο στη μελλοντική του ανάπτυξη (ΕΛΙΜΕΙΑ 1999, Μήτρου 1999).

Μέχρι τώρα η πτώση στάθμης λόγω της εκσκαφής του Ορυχείου γίνεται περισσότερο αισθητή στη στενή περιοχή γύρω από το Ορυχείο.

Από εδώ και στο εξής η προσβολή του κύριου υδροφορέα από την εκσκαφή σε συνάρτηση με το μεγαλύτερο βάθος που βρίσκεται αυτός θα έχει σαν συνέπεια την βαθμιαία πτώση της στάθμης και στην ευρύτερη περιοχή.

Η μέχρι τώρα πτώση στάθμης στην ευρύτερη περιοχή οφείλεται και σε άλλους παράγοντες όπως ξηρασία και εντατικοποίηση της άντλησης υπόγειων υδάτων για τις αρδευτικές ανάγκες των γεωργών.

Ο υδροφορέας που αναπτύσσεται μέσα στην τελική μάργα και σε μεγάλο βάθος τροφοδοτείται από την καρστική υδροφορία που βρίσκεται στους ασβεστόλιθους των γύρω ορεινών όγκων και σε απόλυτο υψόμετρο +400m περίπου.

B. Ποσοτικά χαρακτηριστικά υδροφόρων

Ο υδροφορέας υπερκειμένων δεν αναπτύσσεται σε όλη την έκταση της λεκάνης διότι, τεκτονικά αίτια και διάβρωση είχαν ως αποτέλεσμα την περιορισμένη ανάπτυξη του στην βόρεια του Νοτίου Πεδίου περιοχή. Ο υδροφορέας παρουσιάζει σημαντική ανάπτυξη στη περιοχή της λεκάνης Σαριγκιόλ, δηλαδή στην περιοχή ανάπτυξης του Νοτίου Πεδίου, καθώς και σε μία έκταση, στην περιοχή του Ορυχείου Μαυροπηγής, η οποία καλύπτεται από Κροκαλοπαγή Προαστίου τα οποία παρουσιάζουν πλούσια υδροφορία. Λαμβάνοντας υπόψη ότι στις περιοχές των εκσκαφών των Ορυχείων Πτολεμαΐδας, τα νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα έχουν απομακρυνθεί και έχουν αντικατασταθεί στις περιοχές των εσωτερικών αποθέσεων από άγονα υλικά χαμηλού συντελεστή περατότητας, σύμφωνα με στοιχεία του 2003 της ΔΕΗ (Εικόνα 30), όπως αναφέρονται και στο κεφάλαιο 6, η πιεζομετρική επιφάνεια του υδροφορέα των υπερκειμένων στις υπό εκμετάλλευση περιοχές κυμαίνεται σε απόλυτα υψόμετρα (Echmes 1999, 2010):

- ✓ Στην περιοχή του ορυχείου Νοτίου Πεδίου από το +700m στο +620m, με άξονα αποστράγγισης από Β προς Ν,
- ✓ Στην περιοχή του ορυχείου Νοτιοδυτικού Πεδίου-Υψηλάντη από το +700m στα +640m, με κλίση από ΝΔΔ προς ΒΑΑ, ενώ
- ✓ Στην περιοχή του ορυχείου Μαυροπηγής με τις ίδιες υψομετρικές διαφορές η κλίση αλλάζει διεύθυνση από ΝΝΔ προς ΒΒΑ.

Για τον υπολογισμό της ποσότητας των υδατικών πόρων χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα στάθμεων των γεωτρήσεων που υπάρχουν στην περιοχή (Εικόνα 29), με τα οποία κατασκευάστηκαν οι πιεζομετρικοί χάρτες και υπολογίστηκαν τα αποθέματα. Κάποια νεότερα δεδομένα στάθμεων παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακες 1, 2, 3), ενώ παλαιότερα δεδομένα φαίνονται στους πιεζομετρικούς χάρτες για τα έτη 1998, 1999 και 2003 (Εικόνες 33, 34, 35 αντίστοιχα), που συλλέχθηκαν από διάφορες πηγές.

Πίνακας 1: Στάθμες γεωτρήσεων Ιανουάριος 2009-Ιανουάριος 2011 (1/3)

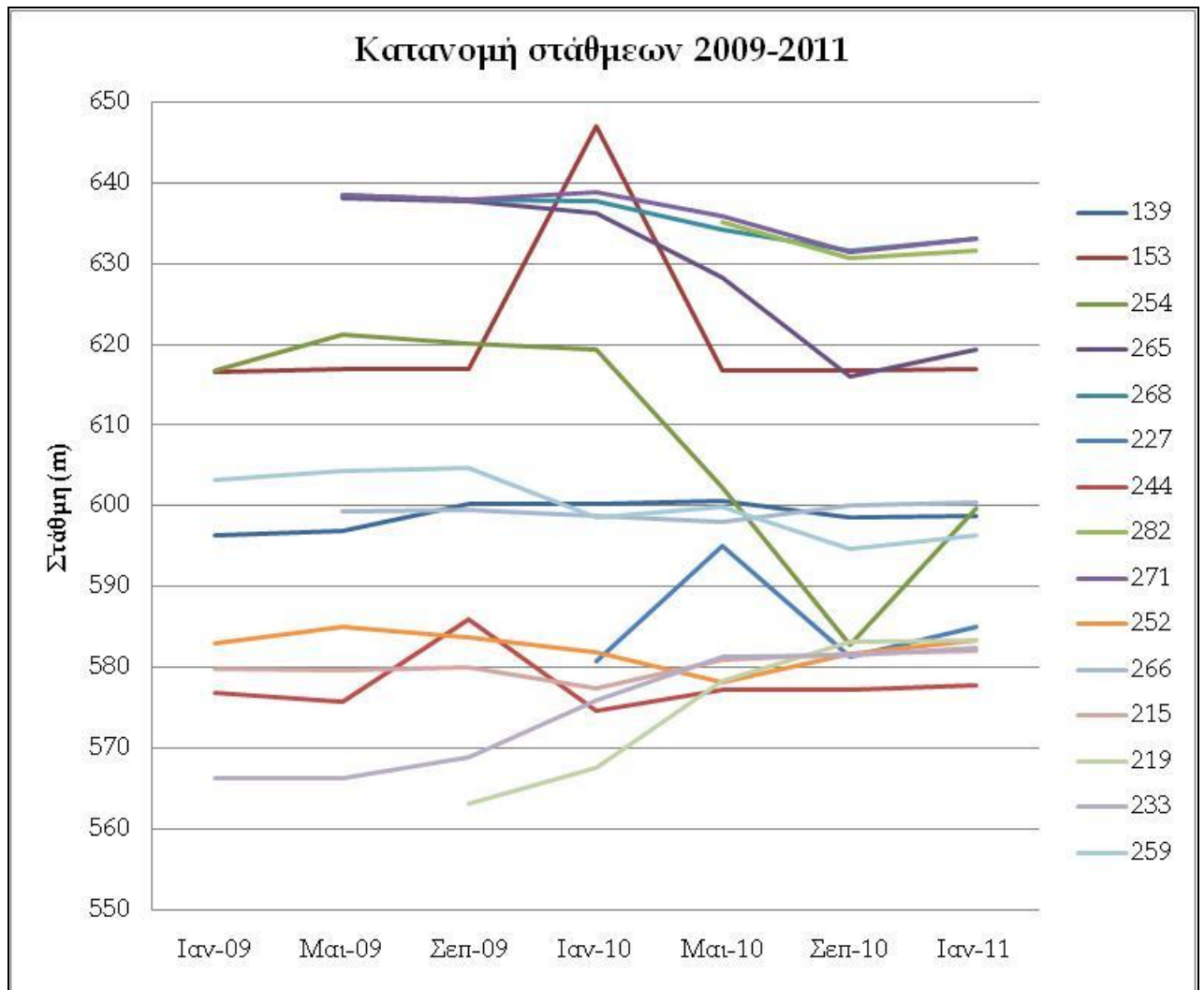
ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ		ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			ΣΤΑΘΜΗ
		X (m)	Ψ (m)	Z (m)	
139	Ιαν-09	-11.788,82	16.057,88	653,2	596,29
	Μαί-09				596,94
	Σεπ-09				600,24
	Ιαν-10				600,24
	Μαί-10				600,54
	Σεπ-10				598,54
	Ιαν-11				598,74
153	Ιαν-09	-11.798,28	15.793,85	653,5	616,54
	Μαί-09				616,89
	Σεπ-09				616,89
	Ιαν-10				646,99
	Μαί-10				616,79
	Σεπ-10				616,84
	Ιαν-11				616,99
254	Ιαν-09	-11.257,88	15.183,72	651,5	616,84
	Μαί-09				621,24
	Σεπ-09				620,04
	Ιαν-10				619,34
	Μαί-10				602,24
	Σεπ-10				582,84
	Ιαν-11				599,59
265	Ιαν-09	-10.628,82	15.107,48	650,4	
	Μαί-09				638,21
	Σεπ-09				637,81
	Ιαν-10				636,31
	Μαί-10				628,21
	Σεπ-10				616,06
	Ιαν-11				619,31
268	Ιαν-09	-10.223,87	15.051,61	650,8	
	Μαί-09				638,42
	Σεπ-09				637,97
	Ιαν-10				637,67
	Μαί-10				634,27
	Σεπ-10				631,57
	Ιαν-11				633,12

Πίνακας 2: Στάθμες γεωτρήσεων Ιανουάριος 2009-Ιανουάριος 2011 (2/3)

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ		ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			ΣΤΑΘΜΗ
		X (m)	Ψ (m)	Z (m)	
150	Ιαν-09	-11.393,57	16.486,85	653,2	515,76
	Μαί-09				519,56
	Σεπ-09				522,66
	Ιαν-10				523,06
	Μαί-10				523,81
	Σεπ-10				
	Ιαν-11				
227	Ιαν-09	-11.126,18	16.174,04	651,61	
	Μαί-09				
	Σεπ-09				
	Ιαν-10				580,81
	Μαί-10				595,01
	Σεπ-10				581,36
	Ιαν-11				585,01
244	Ιαν-09	-10.850,96	15.919,40	652,5	576,89
	Μαί-09				575,79
	Σεπ-09				585,89
	Ιαν-10				574,69
	Μαί-10				577,29
	Σεπ-10				577,19
	Ιαν-11				577,84
282	Ιαν-09	-10.550,24	15.596,19	651,2	
	Μαί-09				
	Σεπ-09				
	Ιαν-10				
	Μαί-10				635,23
	Σεπ-10				630,78
	Ιαν-11				631,58
271	Ιαν-09	-10.196,06	15.291,88	650,1	
	Μαί-09				638,49
	Σεπ-09				637,99
	Ιαν-10				638,89
	Μαί-10				635,99
	Σεπ-10				631,49
	Ιαν-11				633,19
147	Ιαν-09	-10.883,25	16.817,55	655,5	493,18
	Μαί-09				502,08
	Σεπ-09				509,78
	Ιαν-10				510,08
	Μαί-10				517,78
	Σεπ-10				
	Ιαν-11				

Πίνακας 3: Στάθμες γεωτρήσεων Ιανουάριος 2009-Ιανουάριος 2011 (3/3)

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ		ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ			ΣΤΑΘΜΗ
		X (m)	Ψ (m)	Z (m)	
252	Ιαν-09	-10.494,34	16.442,97	653,8	582,91
	Μαί-09				585,01
	Σεπ-09				583,76
	Ιαν-10				581,81
	Μαί-10				578,16
	Σεπ-10				581,71
	Ιαν-11				583,31
266	Ιαν-09	-10.092,74	16.247,11	652,1	
	Μαί-09				599,37
	Σεπ-09				599,57
	Ιαν-10				598,77
	Μαί-10				598,08
	Σεπ-10				599,97
	Ιαν-11				600,47
215	Ιαν-09	-10.365,17	17.069,71	657,2	579,9
	Μαί-09				579,55
	Σεπ-09				580
	Ιαν-10				577,45
	Μαί-10				580,9
	Σεπ-10				581,6
	Ιαν-11				582
219	Ιαν-09	-10.081,43	17.118,04	655,3	
	Μαί-09				
	Σεπ-09				563,03
	Ιαν-10				567,53
	Μαί-10				578,33
	Σεπ-10				583,13
	Ιαν-11				583,38
233	Ιαν-09	-10.048,46	16.681,91	653,2	566,18
	Μαί-09				566,18
	Σεπ-09				568,78
	Ιαν-10				575,98
	Μαί-10				581,38
	Σεπ-10				581,48
	Ιαν-11				582,43
259	Ιαν-09	-10.149,80	15.800,37	650,8	603,21
	Μαί-09				604,36
	Σεπ-09				604,61
	Ιαν-10				598,51
	Μαί-10				599,81
	Σεπ-10				594,71
	Ιαν-11				596,41

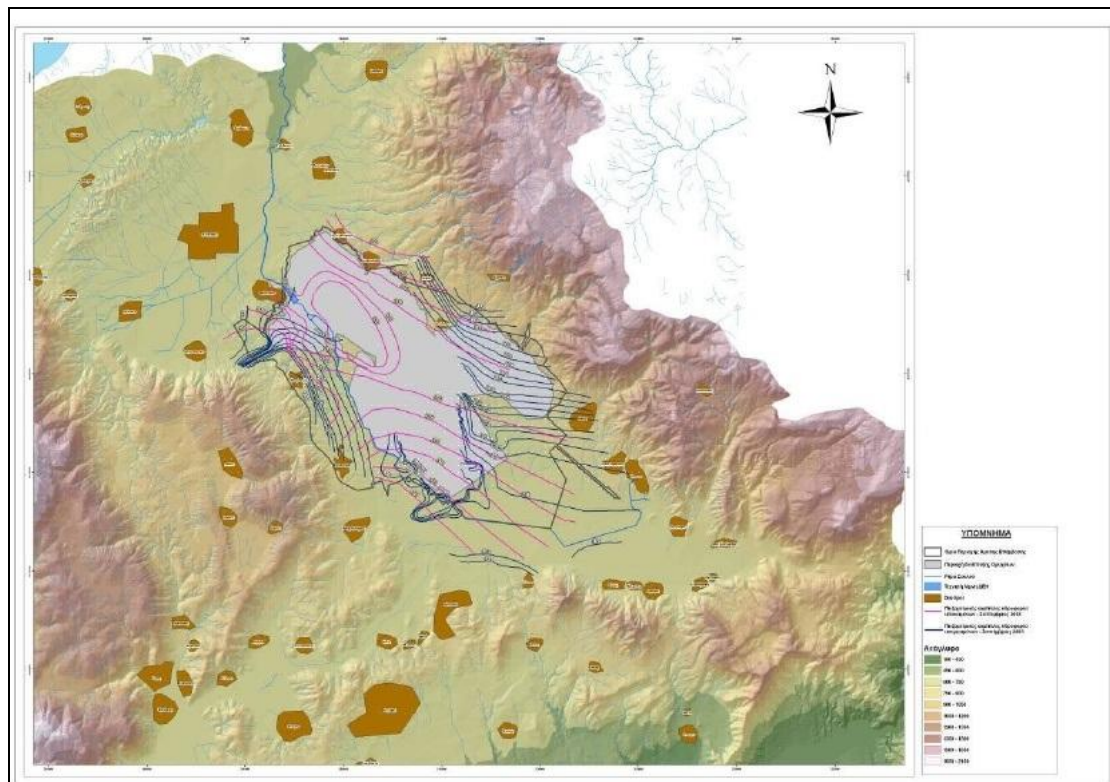


Εικόνα 30: Κατανομή των στάθμεων των γεωτρήσεων από τον Ιανουάριο 2009 έως τον Ιανουάριο 2011

Όπως φαίνεται από το διάγραμμα κατανομής των στάθμεων της εικόνας 30, η στάθμη κυμαίνεται από 560 έως 650m. Μεγάλη διακύμανση της στάθμης παρατηρείται στις γεωτρήσεις 139, 153, 227, 244 και 254, ενώ στις υπόλοιπες γεωτρήσεις υπάρχει ομαλή διακύμανση της στάθμης, η οποία είναι ανάλογη με την περίοδο (υγρή-ξηρή). Με εξαίρεση τις γεωτρήσεις 219, 233 που παρουσιάζουν αύξηση της στάθμης από το 2009 προς το 2011, οι υπόλοιπες γεωτρήσεις εμφανίζουν μικρή πτώση της στάθμης.

Από όλα αυτά τα δεδομένα (Εικόνα 30) βρέθηκε ότι για τον υδροφορέα υπερκειμένων ο όγκος του νερού εκτιμήθηκε σε $1,23 \times 10^9 \text{m}^3$ λαμβάνοντας το πορώδες ίσο με 15%. Ο όγκος των ανανεώσιμων αποθεμάτων του υδροφορέα υπερκειμένων υπολογίστηκε σε περίπου $24 \times 10^6 \text{m}^3$ εκτιμώντας, (με βάση τα αποτελέσματα των σταθμημετρήσεων), ότι η μέση διακύμανση της

πιεζομετρικής επιφάνειας μεταξύ υγρής και ξηρής περιόδου είναι της τάξης του 1 m (Echmes 1999, 2010).

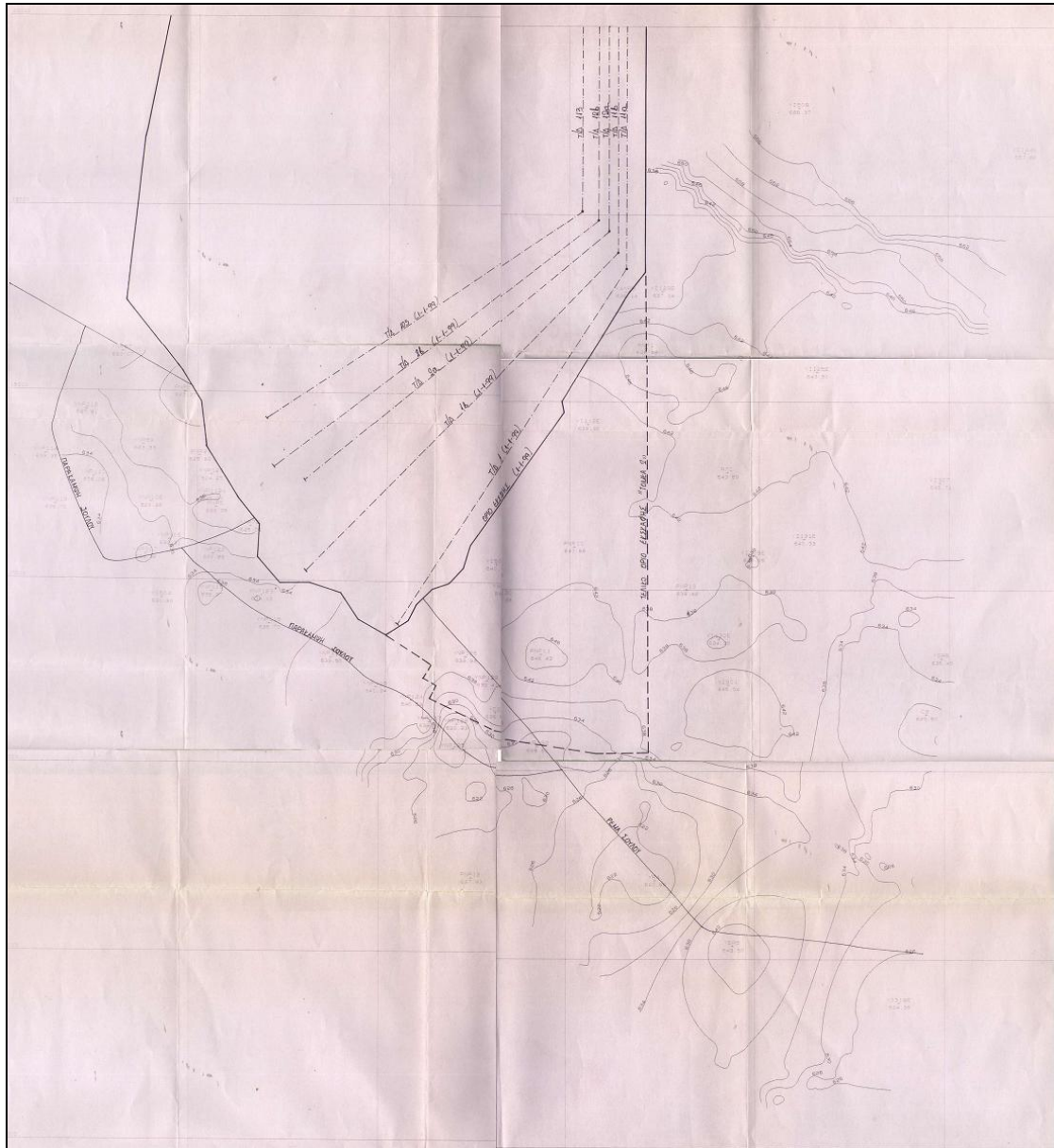


Εικόνα 31: Πιεζομετρικός χάρτης του υδροφορέα των υπερκείμενων και των υποκειμένων, 2003 (ΔΕΗ)

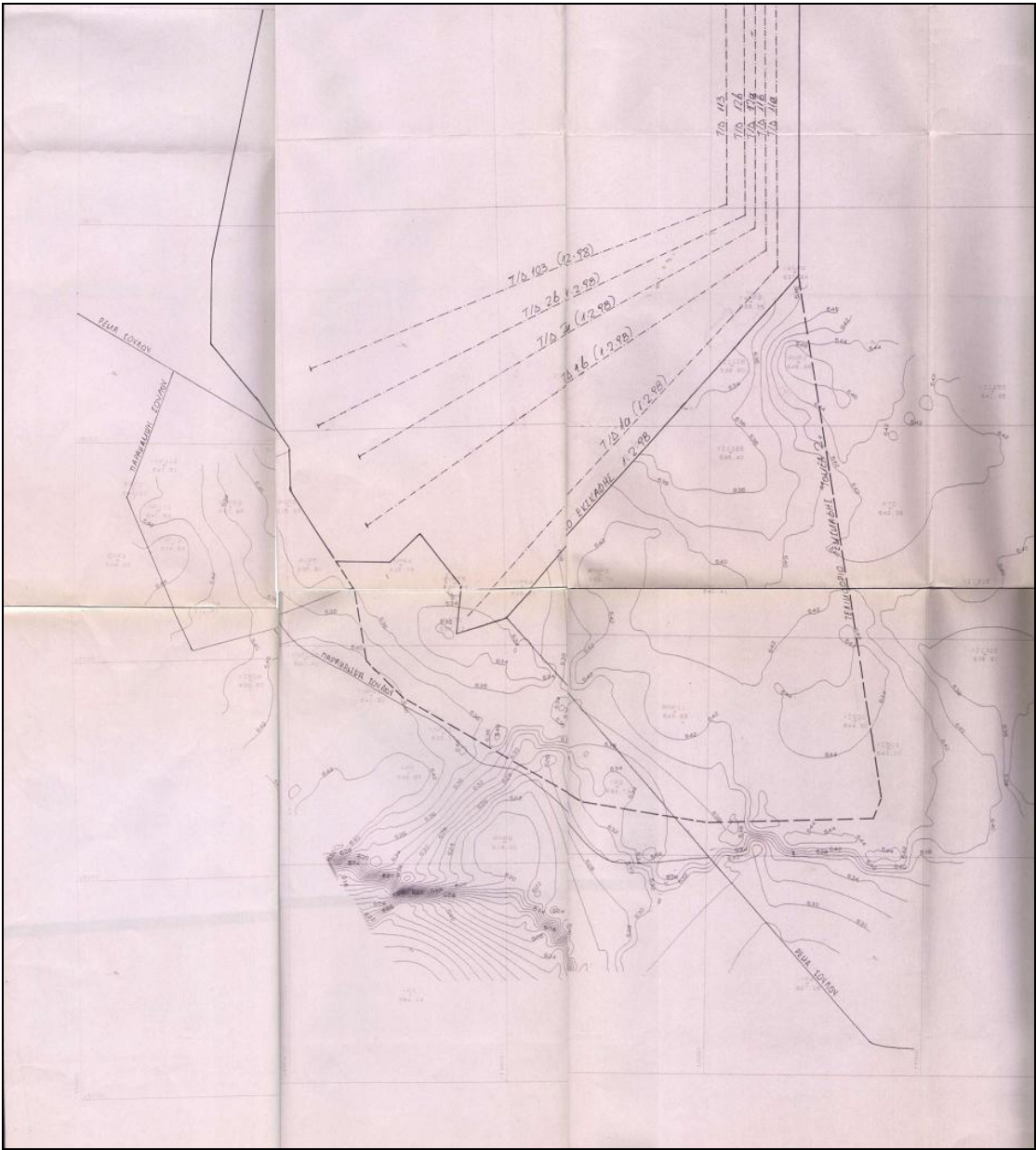
Ο υδροφορέας υποκειμένων καθώς βρίσκεται κάτω από ένα σημαντικό πάχους στρώμα αδιαπέρατης μάργας το οποίο υπόκειται του λιγνίτη δεν επηρεάζει, με κανένα τρόπο, την εκμετάλλευση και δεν τίθεται ζήτημα αποστράγγισης του (Echmes 1999, 2010).

Με βάση την εικόνα 31 η πιεζομετρική στάθμη (στοιχεία 2003) του υδροφορέα υποκειμένων κυμαίνεται στη περιοχή μελέτης μεταξύ +650m και +550m (απόλυτο υψόμετρο), με διεύθυνση αποστράγγισης από ΒΒΑ προς ΝΝΔ (Echmes 1999, 2010).

Ανάλογοι υπολογισμοί για τον όγκο του νερού του υδροφορέα υποκειμένων και πορώδες 11%, έδωσαν $2,95 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ (Echmes 1999, 2010).



Εικόνα 32: Πιεζομετρικός χάρτης για τον Ιανουάριο 1998 (Μήτρου, 1999)



Εικόνα 33: Πιεζομετρικός χάρτης για τον Ιανουάριο 1999 (Μήτρου, 1999)

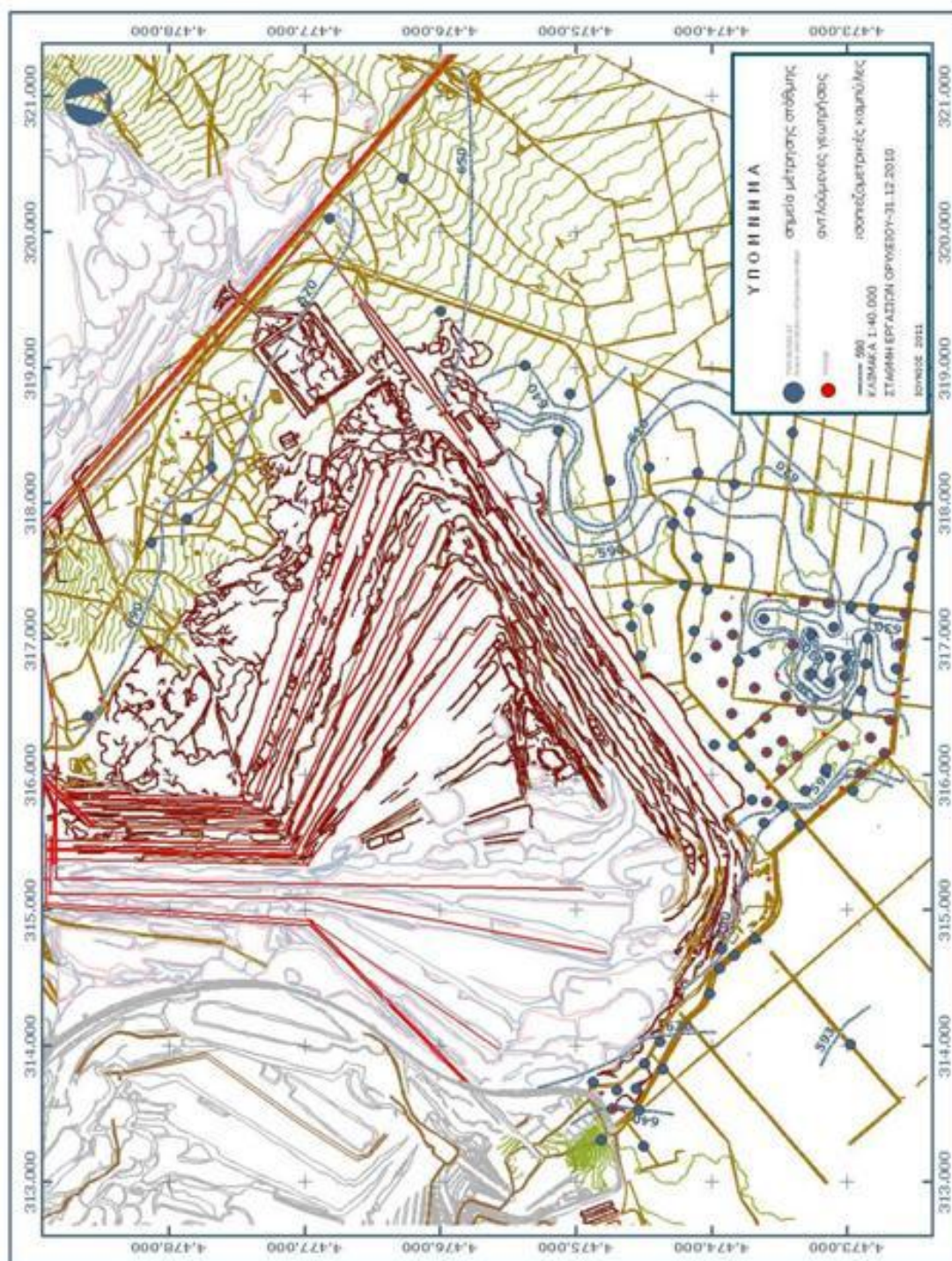
Όπως ήδη αναφέρθηκε, ο υδροφορέας υπερκειμένων, στην περιοχή του Ορυχείου Νοτίου πεδίου, παρακολουθείται συστηματικά από την έναρξη της αποστραγγιστικής διαδικασίας. Επίσης δίδεται ο πιεζομετρικός χάρτης του υδροφορέα τον Σεπτέμβριο του 2010 (Εικόνα 34) με κλίμακα 1 : 40.000 και ο πιεζομετρικός χάρτης του 1980 (Εικόνα 35) με κλίμακα 1 : 50.000 ο οποίος δείχνει την στάθμη του υδροφορέα πριν ξεκινήσουν οι εργασίες στο Ορυχείο ενώ επάνω στους χάρτες είναι και αποτυπωμένα τα όρια του Ορυχείου. Οι πιεζομετρικοί χάρτες βρίσκονται στο τέλος του κειμένου. Μελετώντας τους χάρτες αυτούς αντλούμε τα παρακάτω χρήσιμα συμπεράσματα:

Στα Νότια με Νοτιοανατολικά πρηνή όπως φαίνεται από τον χάρτη (Εικόνα 34) η στάθμη κυμαίνεται 590m και 620m δηλαδή σε σχέση με το 1980 που κυμαίνεται από 640m μέχρι 650m έχουμε ταπείνωση της στάθμης περίπου 30m έως 50m το οποίο είναι αναμενόμενο εφόσον στο συγκεκριμένο σημείο έγιναν αποστραγγιστικές γεωτρήσεις με σκοπό την ταπείνωση της στάθμης ώστε να επεκταθεί το Ορυχείο και να συνεχιστεί η εκμετάλλευση.

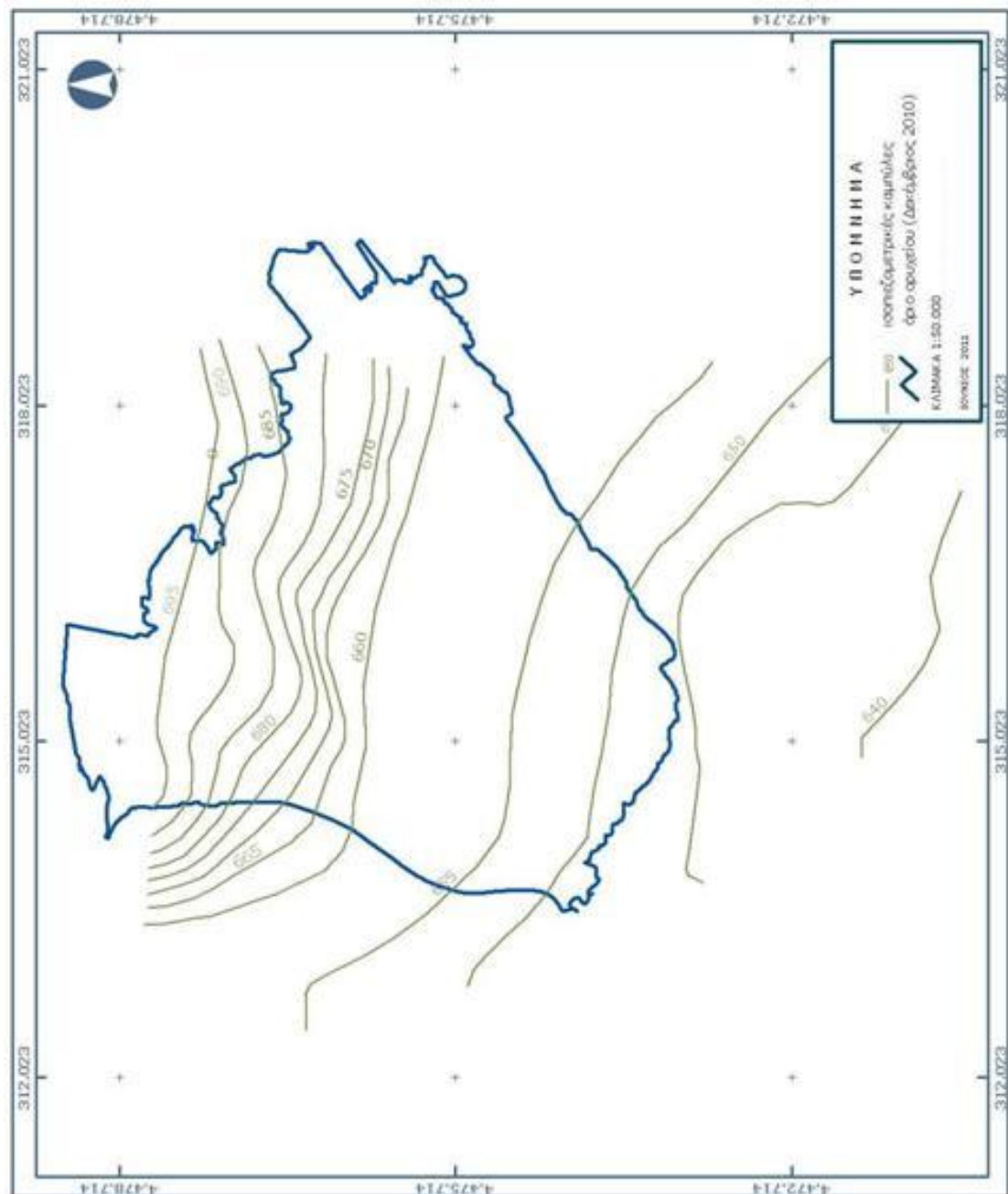
Στα Ανατολικά πρηνή και σε εύλογη απόσταση από το όριο του Ορυχείου η στάθμη κυμαίνεται από 650m έως 670m (Εικόνα 34). Ο πιεζομετρικός χάρτης του 1980 (Εικόνα 35) δεν καλύπτει αυτή την περιοχή ωστόσο φαίνεται κατ' εκτίμηση ότι δεν είναι μακριά από τα παραπάνω επίπεδα.

Στα Βόρεια πρηνή η στάθμη κυμαίνεται περίπου στα 690m το Σεπτέμβριο του 2010 (Εικόνα 34). Όπως φαίνεται και από την (Εικόνα 35) κινείται στο ίδιο επίπεδο που βρισκόταν το 1980, πριν δηλαδή ξεκινήσει η αποστράγγιση στο Ορυχείο.

Τέλος παρατηρούμε πως η διεύθυνση ροής στον πιεζομετρικό του Σεπτεμβρίου 2010 (Εικόνα 34) είναι Β - Ν. Στον πιεζομετρικό του 1980 (Εικόνα 35) είναι επίσης Β - Ν. Επομένως η διεύθυνση ροής δεν έχει αλλάξει.



Εικόνα 34: Πιεζομετρικός χάρτης Νοτίου Πεδίου για το Σεπτέμβριο 2010



Εικόνα 35: Πιεζομετρικός χάρτης Νοτίου Πεδίου για το 1980 (Γ. Λουλούδης)

7. Συμπεράσματα - προτάσεις

Στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας και πιο συγκεκριμένα στη λεκάνη Πτολεμαΐδας είναι γνωστή εδώ και πολλές δεκαετίες η ύπαρξη πλούσιων λιγνιτικών κοιτασμάτων, που από το 1957 που άνοιξε το πρώτο Ορυχείο αποτελεί τη σημαντικότερη λιγνιτοφόρα περιοχή της Ελλάδας. Σήμερα λειτουργούν 4 Ορυχεία, το Ορυχείο Κυρίου Πεδίου-Μαυροπηγής, το Ορυχείο Τομέα-6, το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου και το Ορυχείο Αμυνταίου.

Το Ορυχείο Νοτίου Πεδίου βρίσκεται στην ταφροειδή λεκάνη Αμυνταίου-Πτολεμαΐδας και συγκεκριμένα στο Νότιο τμήμα της, στη λεκάνη Σαριγκιόλ, η οποία αναπτύσσεται με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, από το Μοναστήρι των Σκοπίων μέχρι και τη περιοχή Σαριγκιόλ, όπου βρίσκεται το κοίτασμα λιγνίτη.

Η λεκάνη Σαριγκιόλ περιβάλλεται από τα όρη Βέρμιο, Σινιάτσικο και Σκοπός. Τα περιβάλλοντα πετρώματα και το υπόβαθρο της λεκάνης αποτελούνται από τα πετρώματα της κρυσταλλοσχιστώδους Πελαγονικής μάζας και από το μεσοζωικό κάλυμμα που επίκειται ασύμφωνα πάνω σε αυτά. Τα νεογενή ιζήματα της τάφρου επίσκεινται επίσης ασύμφωνα πάνω στα κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα του υποβάθρου. Μέσα στην ιζηματογενή λεκάνη αναπτύσσονται οι 5 υδρογεωλογικές ενότητες, ερυθρόφαιος σειρά, κιτρινόφαιος σειρά, πρασινότεφρος άργιλος, λιγνιτοφόρος στιβάδα και η τελική μάργα, που περιγράφηκαν στο έκτο κεφάλαιο.

Υδρογεωλογικά η λεκάνη «Σαριγκιόλ» αποτελείται από υδροπερατούς σχηματισμούς όπως τα ανθρακικά πετρώματα (ασβεστόλιθοι) και νεογενείς και τεταρτογενείς αποθέσεις και αδιαπέρατους σχηματισμούς όπως φλύσχης Κρητιδικού και ο σχιστόλιθος Παλαιοζωϊκού.

Η λεκάνη υδρολογικά ανήκει στο ένατο Υδατικό Διαμέρισμα της Δυτικής Μακεδονίας και ειδικότερα στην υδρολογική λεκάνη της Πτολεμαΐδας, η οποία είναι μια κλειστή υδρολογική λεκάνη, χωρίς έξοδο στη θάλασσα, με αποδέκτη όλων των επιφανειακών απορροών τη λίμνη Βεγορίτιδα (βόρεια της περιοχής μελέτης). Η επιφανειακή απορροή της λεκάνης γίνεται μέσω του

ρέματος Σουλού, που ξεκινά από την περιοχή του παλιού έλους Σαριγκιόλ και εκβάλλει στη λίμνη Βεγορίτιδα. Το ρέμα Σουλού έχει μήκος περίπου 25 Km. Το ρέμα Σουλού είναι αποδέκτης μέρους των υπόγειων νερών που αντλούνται από το Νότιο Πεδίο και το Πεδίο Καρδιάς με στόχο την προστασία των ορυχείων καθώς και τμήματος των όμβριων υδάτων των λειτουργούντων ορυχείων, τα οποία συγκεντρώνονται αρχικά στα αντλιοστάσια και στη συνέχεια απορρίπτονται, σ' αυτό.

Στο νότιο τμήμα της λεκάνης όπου γίνεται εκμετάλλευση του ορυχείου Νοτίου Πεδίου της ΔΕΗ Α.Ε. όπως φαίνεται και από τις τομές, το μέγιστο πάχος των Νεογενών ιζημάτων φθάνει τα 900 m , στα βόρεια της λεκάνης, το πάχος φθάνει τα 800 m περίπου, ενώ στα κεντρικά τμήματα της λεκάνης, δεν ξεπερνά τα 6m, δηλαδή το στρώμα των ιζημάτων εμφανίζει μεγαλύτερο πάχος στα ανατολικά της λεκάνης και μειώνεται προς τα δυτικά. Μέσα στα ιζήματα αυτά αναπτύσσονται πολλά υδροφόρα συστήματα πάνω και κάτω από το λιγνιτικό κοίτασμα και άλλα που δε σχετίζονται με το κοίτασμα.

Από τεκτονική άποψη στην περιοχή αναπτύσσονται δύο κύριες ομάδες ρηγμάτων ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης και ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης. Η κλίση των ρηγμάτων είναι κυρίως προς τα Νότια και λειτουργούν μεταπτωτικά. Το μέγιστο άλμα των ρηγμάτων φθάνει τα 50 m και δεν διατηρείται σταθερό κατά παράταξη και κατά την διεύθυνση της κλίσης. Η παρουσία αναστροφών ρηγμάτων γίνεται πριν και μετά τα μεγάλα ρήγματα σε περιοχές συμπίεσης των ιζημάτων, ενώ το άλμα τους φθάνει τα 4m περίπου. Στον Τομέα 2 η παρουσία των ρηγμάτων είναι αραιή, ενώ στον Τομέα 3 γίνεται πιο πυκνή.

Μεταξύ του ρέματος Σουλού και των υδροφόρων στρωμάτων υπάρχει υδραυλική επικοινωνία σε τμήματα όπου η κοίτη αυτού έρχεται σε επαφή με τους υδροπερατούς σχηματισμούς.

Όσον αφορά τα υπόγεια υδροφόρα συστήματα στην περιοχή αναπτύσσονται:

- 1) ένα βαθύ καρστικό υδροφόρο σύστημα που αναπτύσσεται στους ασβεστόλιθους και 2) ένα προσχωματικό υδροφόρο σύστημα ανάμεσα στα ιζήματα. Η υδροφορία που αναπτύσσεται στο προσχωματικό σύστημα

εντοπίζεται σε τρία στρώματα ιζημάτων, τα 2 από τα οποία λαμβάνονται ως ένα ενιαίο σύστημα.

Ο επιφανειακός υδροφορέας τροφοδοτείται από την κατείσδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων μέσω των υδροπερατών ιζημάτων, ενώ ο υδροφορέας που αναπτύσσεται μέσα στην τελική μάργα και σε μεγάλο βάθος τροφοδοτείται από την καρστική υδροφορία που βρίσκεται στους ασβεστόλιθους των γύρω ορεινών όγκων.

Επειδή ο κύριος υδροφορέας στην περιοχή απαντά προς τα Ν-ΝΔ και είναι φυσικό η εκσκαφή του Ορυχείου να προστατευθεί υδρογεωλογικά περισσότερο προς τις κατευθύνσεις αυτές. Η τροφοδοσία του υδροφορέα που υπέρκειται του λιγνίτη γίνεται κύρια μέσω της κατείσδυσης των υδροπερατών σχηματισμών της λεκάνης.

Η απόλυτη στάθμη των υπόγειων νερών κυμαίνεται από 700 έως 620m στο Νότιο Πεδίο, από 700 έως 640 m στο Νότιοδυτικό Πεδίο-Υψηλάντη, ενώ με βάση τις πρόσφατες μετρήσεις στάθμεων από το 2009 έως το 2011 προκύπτει μια πτώση της στάθμης, καθώς η πιεζομετρική επιφάνεια κυμαίνεται από 650 έως 560 m.

Η διεύθυνση ροής είναι από Β προς Ν στην περιοχή Νοτίου Πεδίου, από ΝΔΔ προς ΒΑΑ στην περιοχή Νοτιοδυτικού Πεδίου-Υψηλάντη και τέλος από ΝΝΔ προς ΒΒΑ στην περιοχή Μαυροπηγής.

Σχετικά με τις υδραυλικές κλίσεις, θα αλλάξουν αυξανόμενες όσο το Ορυχείο αναπτύσσεται προς τα Ν-ΝΔ και για τους λόγους που προαναφέραμε. Έτσι θα αυξηθούν οι πλευρικές εισροές προς την εκσκαφή. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να γίνεται συνεχής παρακολούθηση της στάθμης και στην ευρύτερη περιοχή της εκσκαφής. Αυτό θα βοηθήσει στη σωστή διαχείριση της άντλησης με σκοπό την προστασία του Ορυχείου.

8. Βιβλιογραφία

Ελληνική

Δημητρακόπουλος Δ., Τσουφλίδου Σ., (2005): Ειδική Υδρογεωλογική Μελέτη Ορυχείων Πτολεμαΐδας. ΔΕΗ Α.Ε., Λ.Κ.Δ.Μ., Γενική Διεύθυνση Ορυχείων ΔΕΗ Α.Ε. (Γ.Δ.Ο.Δ), Ιανουάριος 2005, σελ. 25.

Echmes Ltd, ΔΕΗ Α.Ε. (2010): Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορυχείων Πτολεμαΐδας, Ν. Κοζάνης. Αθήνα Μάιος 2010.

Echmes Ltd, ΔΕΗ Α.Ε. (1999): Εκτίμηση και διαχείριση υδατικών πόρων λεκάνης Σαριγκιόλ Ν. Κοζάνης. Α' Φάση, Αθήνα 1999, Τεύχος 6.

ΕΛΙΜΕΙΑ, (1999): Ανάπτυξη Συστήματος Διαχείρισης Υδατικών Πόρων και Μεθόδων Τεχνητού Εμπλουτισμού σε περιοχές εκμεταλλεύσεων-Πιλοτική εφαρμογή στο Νότιο Πεδίο Πτολεμαΐδας. Ερευνητικό Πρόγραμμα συνεργασίας Δ. Ε. Η. Ε.Μ.Π., ΚΤΕΣΚ, ΔΕΥΑ Κοζάνης, ΙΝΤ ΕΛΕΚ Α.Ε. Αθήνα 1999.

Μαυρομάτης Γ. (1978): Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης, βιοκλιματικοί χάρτες. Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Αθήνας (Ι. Δ. Ε. Α.).

Μήτρου Π., (1999): Συμβολή στην υδρογεωλογική προστασία του ΟΝΠ (1999-2001) με βάση τα γεωλογικά και υδρογεωλογικά στοιχεία της περιοχής.

Σαχανίδης Χ., Παυλουδάκης Φ., Χαραλαμπίδης Γ., Σαχανίδης Φ., (2005): Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειων νερών λεκάνης Πτολεμαΐδας, HELECO '05: Διεθνής έκθεση και συνέδριο για την τεχνολογία περιβάλλοντος, Αθήνα 3-6 Φεβρουαρίου 2005.

Σαχανίδης Χ., Παυλουδάκης Φ., Τσουφλίδου Σ., Σαχανίδης Χρ., (2010): Έκθεση ποιότητας περιβάλλοντος Ορυχεία Πτολεμαΐδας και Μαυροπηγής 2010.

Ξενόγλωσση

Voudouris K. (2009) : Assesing groundwater pollution risk in Sarigkiol basin, NW Greece. In River Pollution Research Progress, chapter 7, 268-281. Nova Science Publishers Inc. (Eds : M. Gallo and M. Herrari).

Δικτυακοί τόποι

URL 1: <http://kozani.net>

URL 2: <http://www.eu-water.eu>