



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



ΧΑΡΙΛΑΟΣ Α. ΜΑΣΤΟΡΑΣ

ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ ΤΗΣ
ΥΦΑΛΜΥΡΙΝΣΗΣ ΣΤΟΝ ΚΑΜΠΟ ΕΥΛΑΓΑΝΗΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ
ΡΟΔΟΠΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

2019





ΧΑΡΙΛΑΟΣ Α. ΜΑΣΤΟΡΑΣ
Φοιτητής Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 5376

ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ ΤΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΙΝΣΗΣ
ΣΤΟΝ ΚΑΜΠΟ ΞΥΛΑΓΑΝΗΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΡΟΔΟΠΗΣ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Γεωλογίας,
Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας

Επιβλέπων

Τριαντάφυλλος Κακλής, Δρ. ΕΔΙΠ



© Χαρίλαος Α. Μάστορας, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Γεωλογίας, 2018

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥΣΗ ΤΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΙΝΣΗΣ
ΣΤΟΝ ΚΑΜΠΟ ΞΥΛΑΓΑΝΗΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΡΟΔΟΠΗΣ– Διπλωματική Εργασία

© Charilaos A. Mastoras, School of Geology, Dept. of Geology, 2018

All rights reserved.

PIEZOMETRIC CONDITIONS AND THE RISK OF SALINIZATION IN THE
FLATLAND OF XILAGANI LIED IN REGION OF RODOPI – Bachelor Thesis

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευτεί ότι εκφράζουν τις επίσημες θέσεις του Α.Π.Θ.



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική εργασία, μου ανατέθηκε από το Τμήμα Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης από τον Τριαντάφυλλο Κακλή, Δρ. ΕΔΙΠ και εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προπτυχιακού Τίτλου Σπουδών «Γεωλογίας».

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με στήριξαν και με βοήθησαν σε αυτό ώστε να ολοκληρώσω αυτήν την Διπλωματική Εργασία.

Πρώτα από όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Τριαντάφυλλο Κακλή για την ανάθεση της πτυχιακής εργασίας και την καθοδήγηση ώστε να ολοκληρωθεί.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον πατέρα μου Άγγελο Μάστορα που με καθοδήγησε και με βοήθησε στο να βρω τις θέσεις των γεωτρήσεων τις οποίες είχε κάνει ο ίδιος τις προηγούμενες δεκαετίες καθώς και να συλλέξω τα δεδομένα.

Ευχαριστώ τον γεωλόγο κ. Αντώνιο Παπαδόπουλο που με βοήθησε και αυτός με την σειρά του με τα δεδομένα και τις λιθολογικές τομές των γεωτρήσεων τις οποίες είχε συντάξει.

Ευχαριστώ την οικογένεια μου και τους φίλους μου που με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια στο να πετύχω όλα όσα έχω καταφέρει.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ - ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	4
1.1 Γεωγραφικά Στοιχεία της Περιοχής	4
1.2 Πληθυσμιακά Στοιχεία	7
2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	9
2.1 Στρωματογραφικά Στοιχεία	9
2.2 Τεκτονικά Στοιχεία	11
3. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	14
4. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	19
4.1 Υδρολιθολογία	19
4.2 Πιεζομετρική Κατάσταση	25
5. ΥΦΑΛΜΥΡΙΝΣΗ	38
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	42
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει αντικείμενο την υδρολογική μελέτη της περιοχής του κάμπου της Ξυλαγανής για το υδρολογικό έτος 2017-18. Ο κάμπος της Ξυλαγανής είναι τμήμα της λεκάνης της Ροδόπης. Γεωγραφικά ανήκει στον νομό Ροδόπης καταλαμβάνοντας την νοτιοανατολική πεδινή περιοχή του, με όριο το όρος του Ισμάρου. Η περιοχή εκτείνεται στα 30 km². Το ανάγλυφο της περιοχής είναι ήπιο χωρίς μεγάλη κλίση και δεν παρατηρούνται έντονες εξάρσεις του εδάφους. Ο Λίσσος ή Φιλιουρής που διαρρέει την περιοχή αποτελεί τον μοναδικό ποταμό της περιοχής και αποτελεί τον άξονα στον οποίο εκατέρωθεν του αναπτύσσεται ο κάμπος της Ξυλαγανής. Η διεύθυνσή του είναι ΒΑ – ΝΔ και έχει τις εκβολές του στο Θρακικό πέλαγος.

Η ευρύτερη περιοχή της Ξυλαγανής ανήκει γεωτεκτονικά στην Περιοδοπική και συγκεκριμένα στην υποενότητα Μάκρης. Ο κάμπος της Ξυλαγανής είναι το ανατολικό τμήμα του Τριτογενούς βυθίσματος της Βιστωνίδας.

Η περιοχή του κάμπου της Ξυλαγανής φαίνεται να καλύπτεται αρδευτικά από τον υπόγειο υδροφορέα της περιοχής σε ένα τυπικό υδρολογικό έτος αλλά και σε συνθήκες υπεράντλησης. Το πρόβλημα έγκειται στο ότι ναι μεν καλύπτεται σε παροχή αλλά με θυσία της ποιότητας του νερού. Η υποβάθμιση της ποιότητας γίνεται μέσω της θαλάσσιας διείσδυσης στον υπόγειο υδροφορέα όπου αργά αλλά σταθερά μέσα στις δεκαετίες που γίνεται η υπεράντληση σε συνδυασμό με τα χαμηλά υψόμετρα και τα αρνητικά ύψη της υπόγειας πιεζομετρίας να επεκτείνεται στα ανάντη της λεκάνης απορροής του ποταμού Φιλιουρή.

Η συνολική αντιμετώπιση της βελτίωσης της ποιότητας του νερού είναι το κλειδί για να συνεχιστεί η χρήση της γης για αγροτικές δραστηριότητες. Ενδεικτικά θα μπορούσε να γίνουν κάποια έργα εμπλουτισμού στα ανάντη όπως η δημιουργία μικρών ταμιευτήρων ώστε να αυξηθεί ο ρυθμός διήθησης αλλά και ανόρυξη γεωτρήσεων με σκοπό την άρδευση στα κατάντη, δηλαδή στον κάμπο της Ξυλαγανής, με σκοπό τον περιορισμό των αντλήσεων μέσα στον κάμπο ώστε να περιορισθεί η υπεράντληση και να επέλθει μια ισορροπία στην πιεζομετρία στην περιοχή.



ABSTRACT

This Bachelor Thesis is concerned with the hydrological study of the area of Xylagani plain for the hydrological year 2017-18. The plain of Xylagani is part of the catchment area of Rodopi. Geographically, it belongs to the prefecture of Rodopi, occupying its southeastern lowlands, with the limit of the Ismaros mountain. The area is 30 km². The relief of the area is mild without a great inclination and there are no intense erosions of the soil. Lissos or Philiouris, which runs through the area, is the only river in the area and is the axis on which the Xylaganis plain extends on either side of it. Its direction is BA - SW and has its estuary in the Thracian Sea.

The wider area of Xylagani belongs geographically to the Peridopian and specifically to the Makris subdivision. The plain of Xylagani is the eastern part of the Vistonida Tertiary tectonic draft.

The area of Xylagani plain appears to be covered by irrigation from the underground aquifer of the area in a typical hydrological year but also in over-pumping conditions. The problem lies in the fact that it is covered by a supply but sacrificing water quality. The degradation of quality is through the sea penetration into the underground aquifer, where slowly but steadily in the decades of over-pumping in conjunction with the low altitudes and negative heights of underground piezometry it extends to the upstream of the Philiouris river basin.

The overall approach to improving water quality is the key to continuing land use for agricultural activities. Indicatively, some enrichment projects could be made upstream such as the creation of small reservoirs to increase the rate of infiltration and construct water wells for irrigation to the downstream, ie the Xylaganis plain, in order to limit pumping in the plain to limit over-pumping and a balance in piezometry in the region.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία έχει αντικείμενο την υδρολογική μελέτη της περιοχής του κάμπου της Ξυλαγανής για το υδρολογικό έτος 2017-18. Η περιοχή βρίσκεται στα νοτιοανατολικά του νομού Ροδόπης με ανατολικό όριο τον ορεινό όγκο του Ισμάρου που γεωλογικά ανήκει στην Περιοδοπική Ζώνη. Η χωροθέτηση της γίνεται γύρω από τον ποταμό Λίσσο ή Φιλιουρή ο οποίος είναι ο μοναδικός ποταμός της περιοχής και εκβάλει στην έξοδο της λεκάνης και χύνεται στο Θρακικό πέλαγος. Στην περιοχή λειτουργούν πάνω από 80 γεωτρήσεις όπου το σύνολο της παραγωγής τους χρησιμοποιείται για την άρδευση των καλλιεργειών. Τα δεδομένα που συλλέχτηκαν είναι, γεωλογικά μέσω των τομών των γεωτρήσεων αλλά και επιτόπου μετρήσεων της στάθμης και της αγωγιμότητας, μέτρηση άμεσα συνδεδεμένη με την υφαλμύριση. Τα δεδομένα των γεωτρήσεων βασίζονται σε γεωλογικές τομές οι οποίες είναι μέρος του προσωπικού αρχείου του συγγραφέα. Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την επεξεργασία τους συγκρίθηκαν με παλαιότερες και εκτενέστερες μελέτες που είχαν πραγματοποιηθεί τις δύο προηγούμενες δεκαετίες από το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης. Το κύριο πρόβλημα της περιοχής εντοπίζεται στην επέκταση της υφαλμύρισης προς την ενδοχώρα μακριά από την παράκτια ζώνη με αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας του υπογείου νερού. Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε μέσω των προγραμμάτων της Golden Software Strater 5 και Surfer 15 καθώς και η δημιουργία χαρτών μέσω του ArcGIS. Η σύνδεση της υφαλμύρισης με την υπεράντληση είναι αδιαμφισβήτητη καθώς οι μετρήσεις στην περιοχή επιβεβαιώνουν την επιστημονική θεωρία. Η υποβάθμιση της ποιότητας του υπόγειου νερού είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας ο οποίος επηρεάζει έμμεσα το φυσικό περιβάλλον μέσω της εντατικής εκμετάλλευσης από άνθρωπο του υπόγειου νερού και θα πρέπει να αντιμετωπίζεται τόσο σε τοπικό όσο και σε εθνικό επίπεδο.

1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ - ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 Γεωγραφικά Στοιχεία της Περιοχής

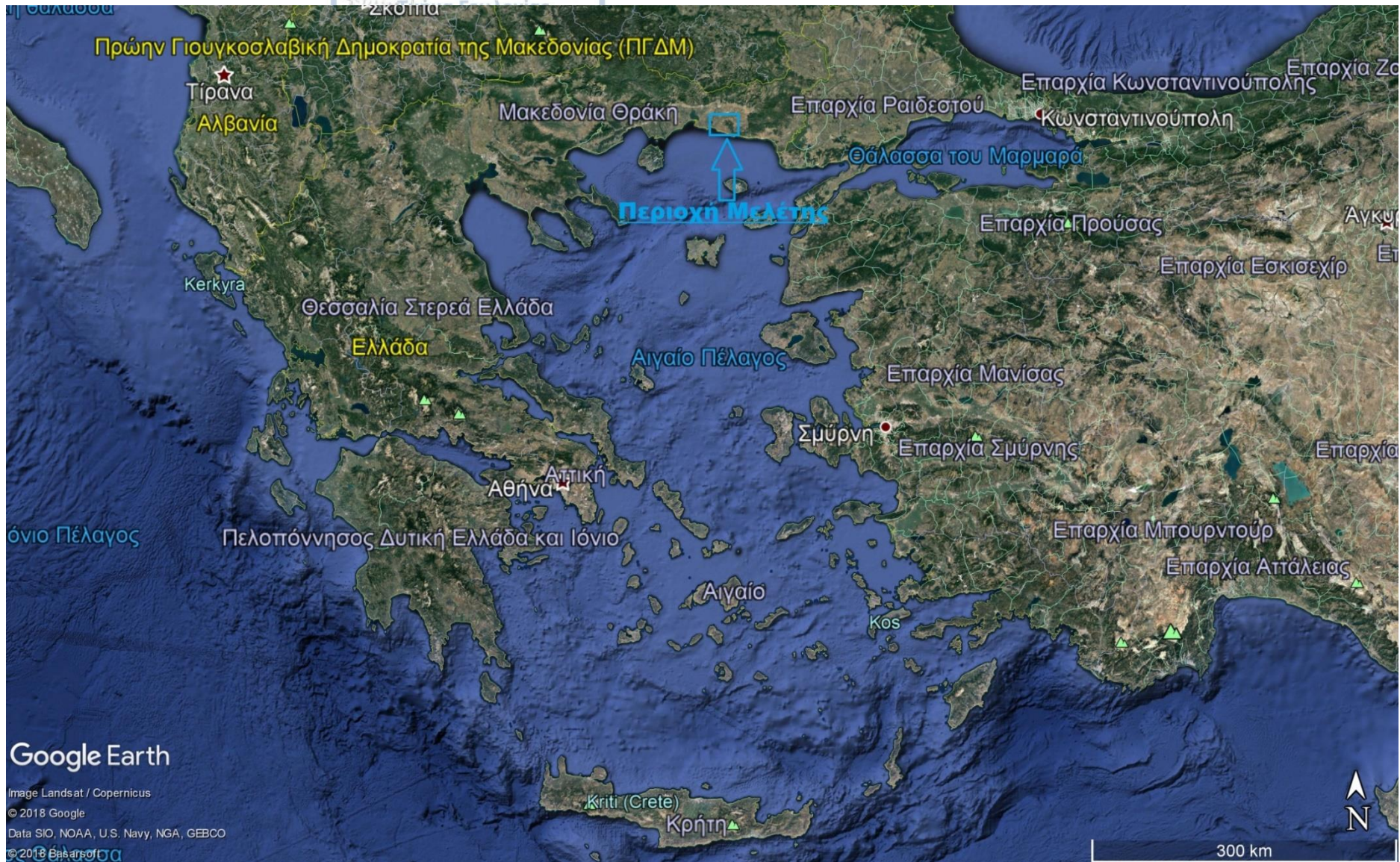
Η περιοχή του κάμπου της Ξυλαγανής όπως φαίνεται στα **Σχήματα 1,2** είναι τμήμα της λεκάνης της Ροδόπης. Γεωγραφικά ανήκει στον νομό Ροδόπης, καταλαμβάνοντας την νοτιοανατολική πεδινή περιοχή του, με όριο το όρος του Ισμάρου. Ο Λίσσος ή Φιλιουρής που διαρρέει την περιοχή αποτελεί τον μοναδικό ποταμό της περιοχής και αποτελεί τον άξονα στον οποίο εκατέρωθεν του αναπτύσσεται ο κάμπος της Ξυλαγανής. Η διεύθυνσή του είναι ΒΑ – ΝΔ και έχει τις εκβολές του στο Θρακικό πέλαγος

Η περιοχή εκτείνεται στα 30 km² με συνολικό μήκος της περιμέτρου 23 km. Το μέγιστο μήκος της είναι 10 km και μέγιστο πλάτος τα 4 km.

Το ανάγλυφο της περιοχής είναι ήπιο χωρίς μεγάλη κλίση και δεν παρατηρούνται έντονες εξάρσεις του εδάφους. Το απόλυτο υψόμετρο της περιοχής δεν ξεπέρνα τα 15 μέτρα ενώ σταδιακά με μία μέση κλίση 0.07% φτάνει στο επίπεδο της θάλασσας.

Ο Λίσσος ποταμός χαρακτηρίζεται από μία στρωτή ροή λόγω της πολύ μικρής κλίσης του (0.07%). Η ροή του είναι συνδεδεμένη με την βροχόπτωση στην ευρύτερη περιοχή καθώς οι πηγές του βρίσκονται στον ορεινό όγκο της Ροδόπης. Ο κλάδος του μέσα στην λεκάνη Ξυλαγανής είναι προϊόν συνένωσης στα ανάντη μικρότερων ρεμάτων τα οποία και αυτά με την σειρά τους πηγάζουν από τα γύρω βουνά, συγκεκριμένα στους λόφους του Ντεμίρ Τσαλ στα σύνορα των νομών Ροδόπης και Έβρου και στην Λεπτοκαρυά Έβρου. Ο Λίσσος στο σύνολό του έχει εγκιβωτιστεί με αναχώματα ανθρωπογενούς προέλευσης για την αποφυγή πλημμυρικών επεισοδίων κατά τις περιόδους έντονων βροχόπτώσεων.

Το ανατολικό όριο της περιοχής μελέτης είναι τα κράσπεδα του όρους Ισμάρου, το οποίο έχει υψόμετρο που φτάνει τα 700μ. Η περιοχή μελέτης, όπως προαναφέρθηκε, βρίσκεται σε άμεση γειτνίαση με τα κράσπεδα του ορεινού όγκου με υψόμετρο που φτάνει τα 120μ. Ο Φιλιουρής και ο ορεινός όγκος Ισμάρου αποτελούν της ζώνες τροφοδοσίας του κάμπου της Ξυλαγανής.



Σχήμα 1: Δορυφορική εικόνα με την θέση του κάμπου της Ξυλαγανής στον Ελλαδικό χώρο (Πηγή δορυφορικής εικόνας: **Google-Earth, 2018**)



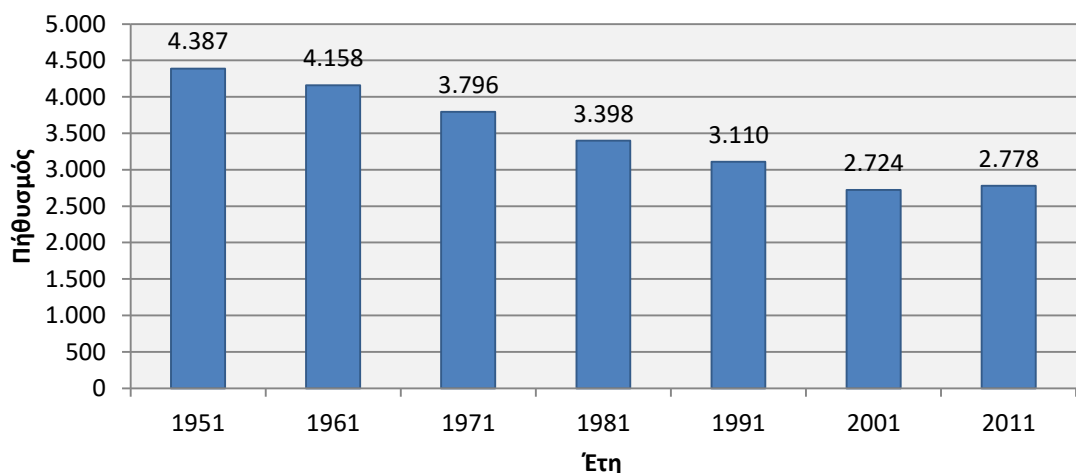
Σχήμα 2: Δορυφορική εικόνα με την θέση του κάμπου της Ξυλαγανής στην περιφέρεια της Α.Μ.Θ. (Πηγή δορυφορικής εικόνας: **Google-Earth, 2018**)

1.2 Πληθυσμιακά Στοιχεία

Η περιοχή μελέτης αποτελεί το όριο δύο Δήμων, του Δήμου Κομοτηνής και του Δήμου Μαρωνείας – Σαπών. Στην στενή περιοχή μελέτης υπάρχουν 7 οικισμοί των προαναφερθέντων Δήμων και τα δημογραφικά στοιχεία παρουσιάζονται στον **Πίνακα 1**. Οι οικισμοί είναι πεδινοί και η ενασχόληση των κατοίκων είναι κατά κύριο λόγο αγροτική και σε μικρότερο ποσοστό κτηνοτροφική. Η καλλιέργεια του βαμβακιού είναι αυτή που υπερισχύει ενώ οι καλλιέργειες σιταριού και καλαμποκιού καταλαμβάνουν μικρότερες εκτάσεις.

Πίνακας 1: Πληθυσμιακά στοιχεία των οικισμών στην περιοχή μελέτης. (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

	1951	1961	1971	1981	1991	2001	2011
Ίμερος	443	513	524	501	478	379	385
Ξυλαγανή	2035	2027	1835	1860	1.748	1.486	1.531
Εργάνη	747	492	473	360	365	387	383
Νέα Πέτρα	174	222	202	142	99	81	92
Πελαγία	386	335	237	139	97	68	72
Μαυρομάτι	186	185	189	152	136	130	133
Μικρό Δουκάτο	416	384	336	244	187	193	182
Συνολικός Πληθυσμός	4.387	4.158	3.796	3.398	3.110	2.724	2.778

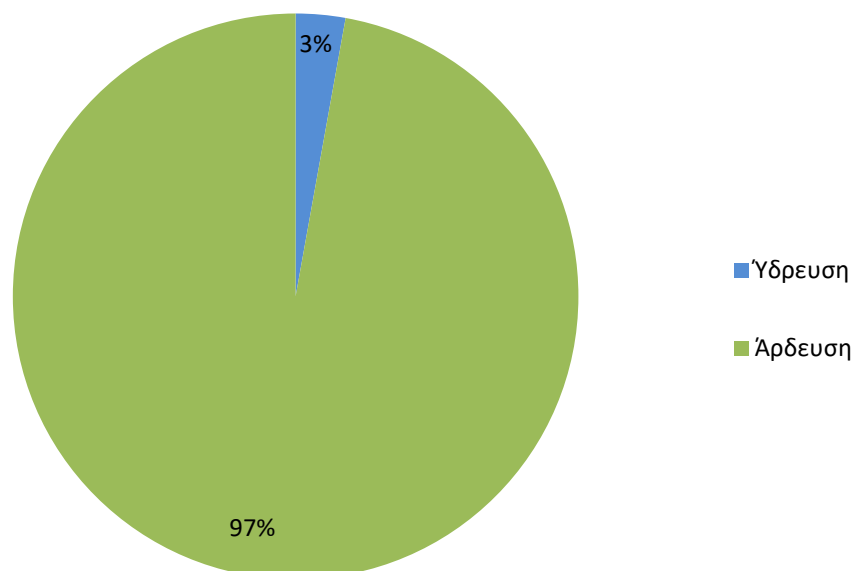


Σχήμα 3: Πληθυσμιακά στοιχεία των οικισμών στην περιοχή μελέτης. (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

Η μείωση του πληθυσμού είναι εμφανής, όπως φαίνεται και στο **Σχήμα 3**, καθώς φτάνει στο 63% από το **1951-2001**, με μόνη εξαίρεση μία μικρή άνοδο στην τελευταία απογραφή.

Ο συνολικός πληθυσμός της περιοχής ανέρχεται το **2011** σε **2.778** άτομα και με μία μέση κατανάλωση 200 l/day νερού που προορίζεται για ύδρευση (στοιχεία του ΟΗΕ για την Ελλάδα) η συνολική ποσότητα που χρειάζεται ο πληθυσμός είναι $204.000 \text{ m}^3/\text{year} \sim 560 \text{ m}^3/\text{day} \sim 24 \text{ m}^3/\text{h}$. Η πραγματική ποσότητα της υδροληψίας όσο αφορά την ύδρευση είναι κατά πολύ μεγαλύτερη που φτάνει τα $40 \text{ m}^3/\text{h} \sim 1.000 \text{ m}^3/\text{day}$ τους θερινούς μήνες καθώς λόγω της χρήσης του πόσιμου νερού για τις καλλιέργειες έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια διακοπές υδροδότησης των οικισμών τους καλοκαιρινούς μήνες που δεν υπάρχουν βροχοπτώσεις.

Όσον αφορά τις καταναλώσεις, όπως παρουσιάζονται και στο **Σχήμα 4**, το νερό που προορίζεται για άρδευση είναι το μεγαλύτερο ποσοστό της υδροληψίας στην περιοχή και γίνεται μέσω των γεωτρήσεων. Αυτό υπολογίζεται στα $7.000.000 \text{ m}^3/\text{year} \sim 77.000 \text{ m}^3/\text{day} \sim 3.200 \text{ m}^3/\text{h}$ και πραγματοποιείται τους θερινούς μήνες όπου σε ποσοστό φτάνει το **97%**. Η κατανάλωση αυτή έχει εκτιμηθεί και υπολογιστεί με βάση ότι η μέση παροχή των γεωτρήσεων στην περιοχή είναι $40 \text{ m}^3/\text{h}$, ότι υπάρχουν τουλάχιστον 80 γεωτρήσεις στην περιοχή έρευνας και η άρδευση των εκτάσεων όλο το 24ωρο, σε ένα υδρογεωλογικό έτος γίνεται για περίπου 3 μήνες σε μία περίοδο χωρίς βροχοπτώσεις. Η συνεχής άρδευση σε όλο το 24ωρο οφείλεται στο ότι οι κάθε γεώτρηση ανήκει σε ομάδες αγροτών με συνέπεια να γίνεται η χρήση της συνεχώς και αδιάλειπτα τις περιόδους με μεγάλη ζήτηση.



Σχήμα 4: Διάγραμμα της χρήσης του αντλούμενου ύδατος στην περιοχή μελέτης

2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1 Στρωματογραφικά Στοιχεία

Σύμφωνα με τους Μέλφο (1995) και Νταρλαγιάννη, κ.ά. (2002) η ευρύτερη περιοχή της Ξυλαγανής ανήκει γεωτεκτονικά στην Περιοδοπική και συγκεκριμένα στην υποενότητα Μάκρης η οποία σύμφωνα με τους Κουρή (1980) και Παπαδόπουλο (1982) βρίσκεται σε τεκτονική ασυμφωνία με τη μάζα Ροδόπης. Σύμφωνα με Μουντράκη Δ. (2010) η Περιοδοπική με πλάτος 10-20 χλμ. διεύθυνσης ΒΔ - ΝΑ στα δυτικά της Σερβομακεδονικής εκτείνεται από τα σύνορα της ΠΓΔΜ με την Ελλάδα και προεκτείνεται ΝΑ στη χερσόνησο της Σιθωνίας με κάμψη προς ΒΑ και με διεύθυνση ΝΔ - ΒΑ διέρχεται από το νότιο τμήμα της χερσονήσου του Αθω. Η επόμενη εμφάνιση της είναι στη Σαμοθράκη και στην περιοχή Αλεξανδρούπολης – Έβρου με υποθαλάσσια προέκταση της στο Θρακικό πέλαγος, η οποία στο υπόμνημα των **Σχημάτων 7 και 9** αναφέρεται ως **Circum-Rhodope belt & Maronia-Makris greenschists** .

Η Περιοδοπική συγκροτείται από τρεις ενότητες από δυτικά προς τα ανατολικά με γενική διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ είναι:

- Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη
- Μελισχωρίου – Χολομώντα
- Ντεβέ Κοράν - Δουμπιά

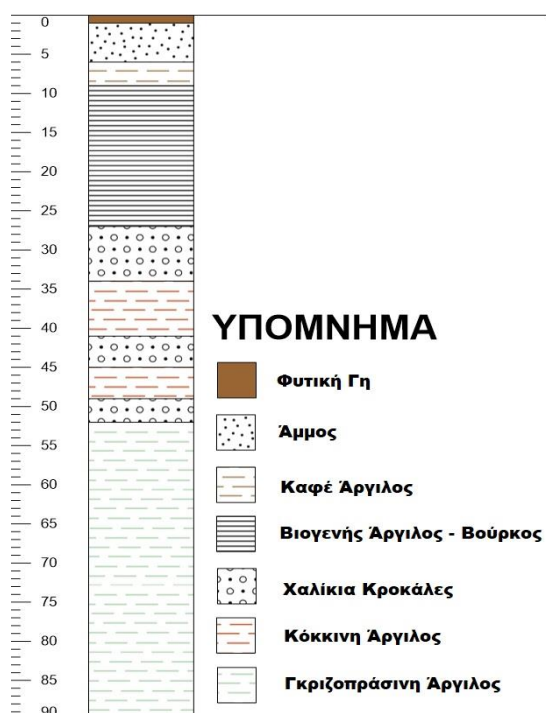
Κατά τον Μουντράκη Δ. (2010) η συνέχεια της Περιοδοπικής ζώνης στην περιοχή της Αλεξανδρούπολης στον Έβρο συνδέεται με μια εμφάνιση σειράς φυλλιτών με ενστρώσεις μετακροκαλοπαγών και κρυσταλλικών ασβεστόλιθων ηλικίας Τριαδικού – Κ. Κρητιδικού. Δεν είναι ξεκάθαρο σε ποιά από τις ενότητες της Περιοδοπικής ανήκει η παχιά σειρά των φυλλιτών της Αλεξανδρούπολης. Προσομοιάζει με την ενότητα Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη λόγω σύστασης και της παρουσίας οφειολιθικών εμφανίσεων μέσα στα μεταϊζήματα, Η ενότητα της Περιοδοπικής στη Θράκη χωρίζεται σε δύο υποενότητες την Δρυμου-Μελίας και της Μάκρης σύμφωνα με τους Μέλφο (1995) και Νταρλαγιάννη, κ.ά. (2002).

Η υποενότητα Μάκρης σύμφωνα με τους Παπαδόπουλο (1982) και Μαγγανά (1988) συγκροτείται από μεταμορφωμένα πετρώματα Μεσοζωικής ηλικίας, όπως

δολομίτες, μάρμαρα, ασβεστιτικούς σχιστόλιθους, φυλλίτες, πρασινοσχιστόλιθους, **Σχήμα 8**. Βορειότερα της περιοχής μελέτης συναντώνται πλουτωνικά και ηφαιστειακά πετρώματα, όπως γραδιορίτης, μονζονίτης, μονζοδιορίτης και ρυόλιθο, δακίτη, ανδεδίτη αντίστοιχα. Στην ίδια περιοχή υπάρχουν και εκτεταμένες εμφανίσεις, ηλικίας Ηωκαίνου – Μειοκαίνου, πυροκλαστικών πετρωμάτων (Τόφοι).

Η λεκάνη στην οποία βρίσκεται ο κάμπος της Ξυλαγανής, **Σχήματα 6 και 8**, είναι το ανατολικό τμήμα του Τριτογενούς βυθίσματος της Βιστωνίδας. Υπόβαθρο της περιοχής είναι οι ιζηματογενείς αποθέσεις του Παλαιογενούς, όπου σύμφωνα με Burchfiel et al., 2003, Christodoulou, 1958, Kopp, 1965 έχουν πάχος μέχρι και 5 χιλιόμετρα, συγκεκριμένα είναι Ηωκαίνου (ψαμμίτες, ασβεστόλιθοι, κροκαλοπαγή) και Ολιγοκαίνου – Μειοκαίνου (ψαμμίτες, κροκάλες, άργιλοι, άμμοι και παράκτιες αποθέσεις). Επάνω σε αυτό το ιζηματογενές υπόβαθρο του Παλαιογενούς βρίσκονται οι Διλουβιακές αποθέσεις Τεταρτογενούς (άμμοι, χαλίκια, κροκάλες, άργιλοι, ασβεστιτικά συγκρίματα και μικροί ασβεστιτικοί ορίζοντες) πάχους 50 – 80 μέτρα.

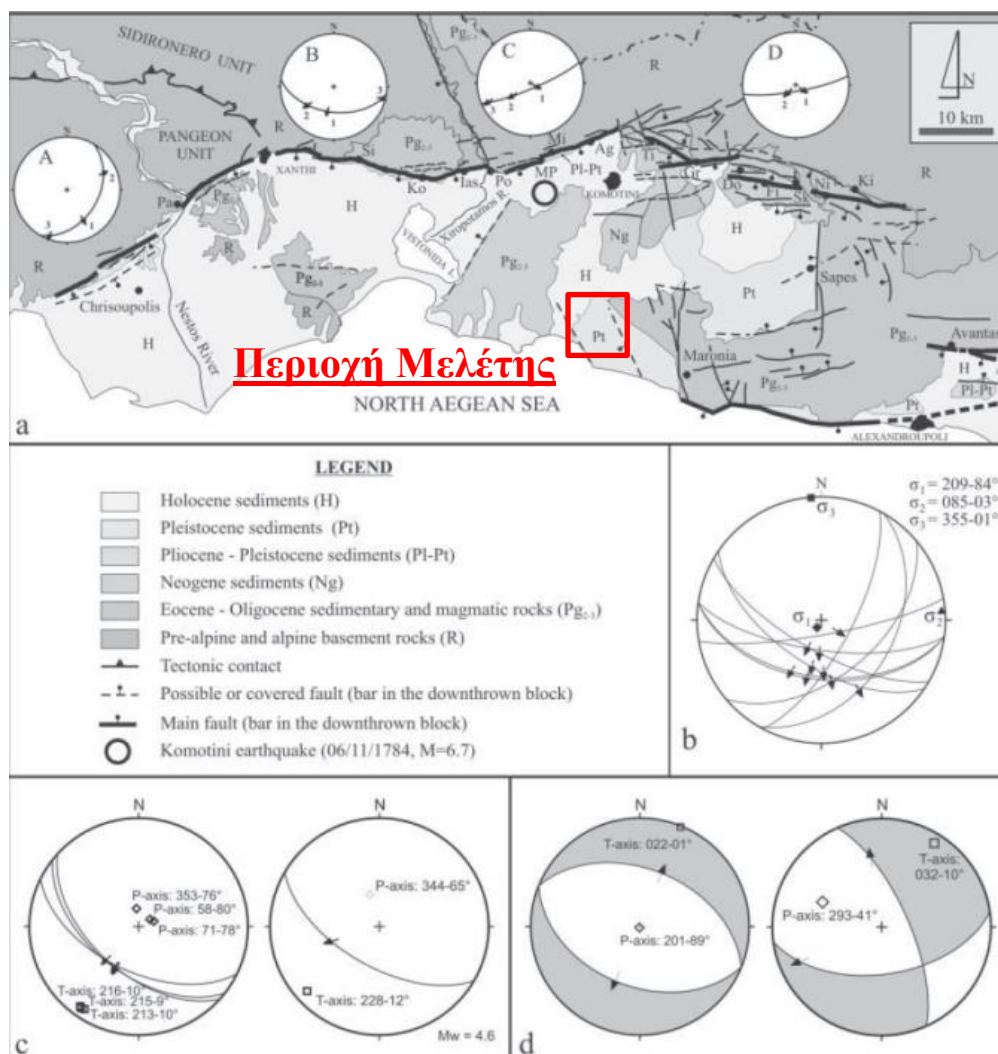
Από τα στοιχεία των γεωτρήσεων και όπως φαίνεται και από τα **Σχήματα 5, 17 & 18** των τομών των γεωτρήσεων στην περιοχή παρατηρούνται πρόσφατα ιζήματα τα οποία έχουν πάχος έως και 15 μέτρα, είναι προϊόντα αποθέσεων του ποταμού Λίσσου. Τα τελευταία έχουν αποτεθεί είτε απευθείας επάνω στα Παλαιογενή είτε επάνω στα τεταρτογενή ιζήματα, πρόκειται για μία ιζηματογενής ακολουθία από άμμους, αργίλους και ιλύος.



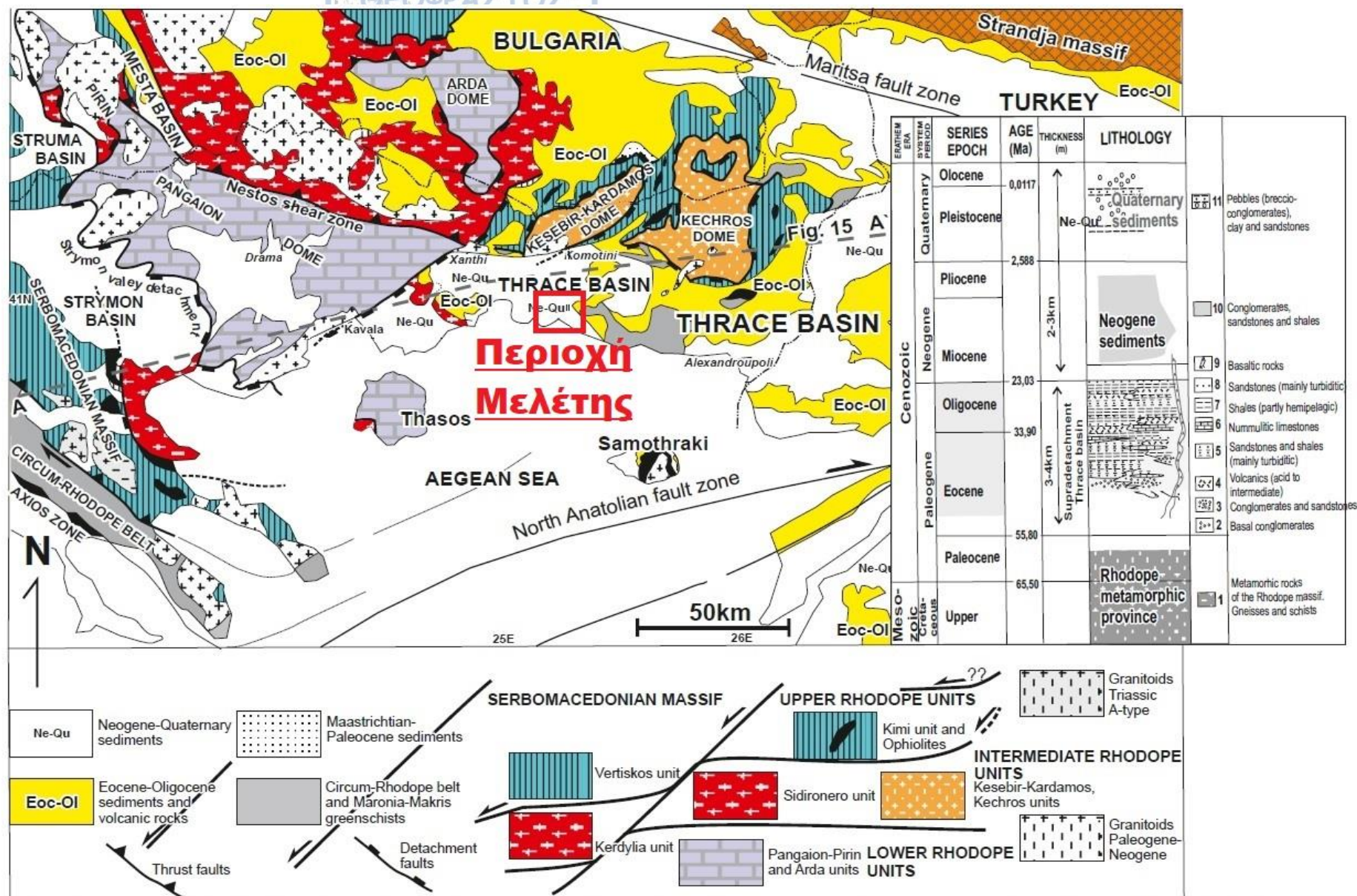
Σχήμα 5: Τυπική στρωματογραφική στήλη, από τα δεδομένα των γεωτρήσεων του κάμπου Ξυλαγανής

2.2 Τεκτονικά Στοιχεία

Ο χώρος ανατολικά της πόλης της Κομοτηνής, καθώς και ο η περιοχή του Βορείου Αιγαίου, χαρακτηρίζεται από μεγάλες Νεογενείς – Τεταρτογενείς τεκτονικές Λεκάνες. Συγκεκριμένα εκτίνονται παράλληλα με τις διευθύνσεις των κύριων ρηγμάτων της Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης. Όπως φαίνεται στο **Σχήμα 6** οι διευθύνσεις είναι B-N έως ΒΔ-ΝΑ, με εύρος αποκλίσεων από ΒΒΔ-ΝΝΑ έως ΒΒΑ-ΝΝΔ και ΑΝΑ-ΔΒΔ έως ΑΒΑ-ΔΝΔ και συνολικό μήκος περίπου 120 χιλιομέτρων. Σύμφωνα με την **Ε.Μ.Π.Κ.Ε.** του αγωγού ΤΑΡ τα γεωλογικά και γεωφυσικά δεδομένα τα οποία εξήχθησαν από τις έρευνες για πετρέλαια στην περιοχή του Βορείου Αιγαίου, υπάρχει ταύτιση διευθύνσεων και στην υποθαλάσσια. Μία ακόμα ένδειξη της ύπαρξης των ρηγμάτων αυτών είναι τα μορφολογικά στοιχεία καθώς και η μορφή και η δομή των υδρογραφικών δικτύων, πράγμα που εντοπίζεται ακόμα και από τις δορυφορικές εικόνες της περιοχής.



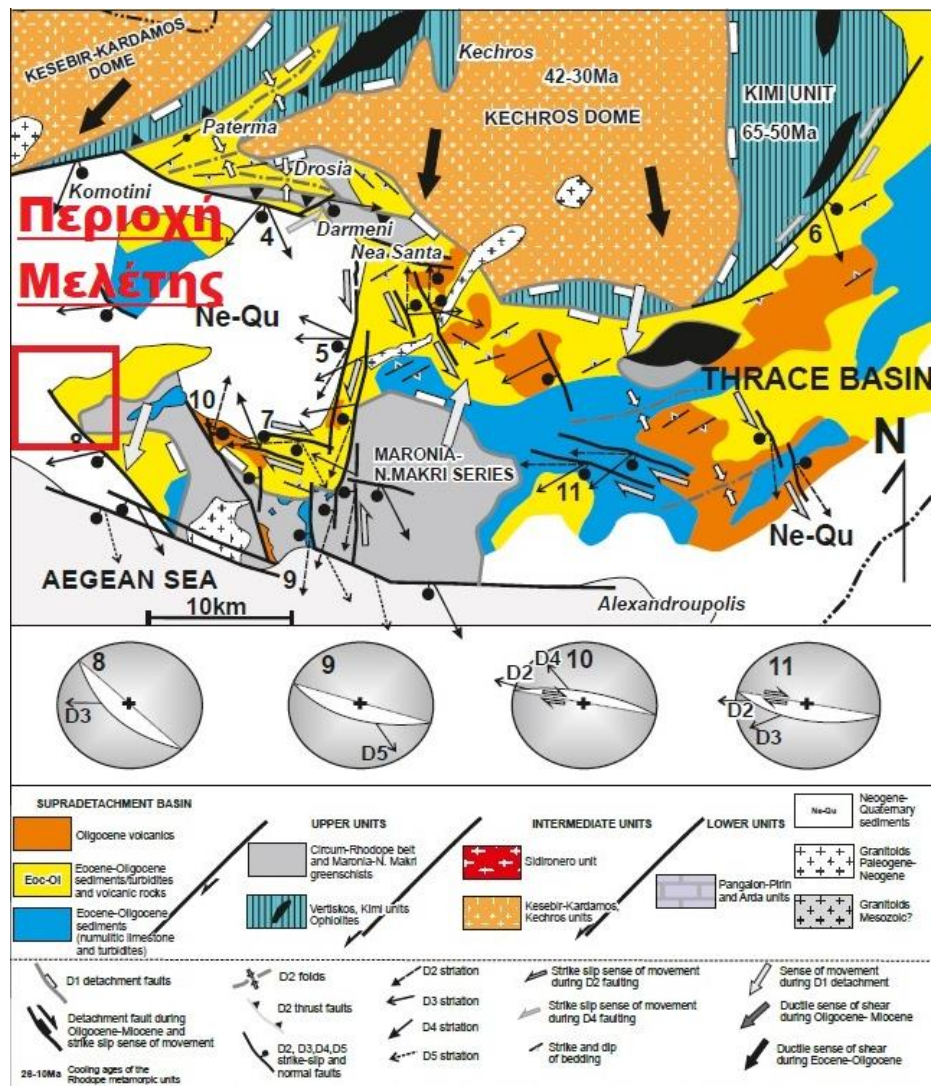
Σχήμα 6: Γενικευμένος Γεωτεκτονικός χάρτης διευθύνσεις των κύριων ρηγμάτων της Α.Μ.Θ. καθώς και την κινηματική των κλαδών του (Δ. Μουντράκης, Μ. Τρανός, 2004)



Σχήμα 7: Τεκτονικός – Γεωλογικός Χάρτης Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης (Kilias et al. 2011)



Σχήμα 8: Γενικευμένος Γεωλογικός χάρτης της περιοχής του κάμπου της Ξυλαγανής (Νταρλαγιάννης Δ., κ.ά., 2002)



Σχήμα 9: Γεωλογικός - Τεκτονικός χάρτης της περιοχής του κάμπου της Ξυλαγανής (Kilias et. al. 2011)

3. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το κλίμα στην ευρύτερη περιοχή μελέτης κατατάσσεται ως Μεσογειακό σύμφωνα με τους Delimani P. and Xeidaki G. S., 2005. Το κλίμα της περιοχής έχει το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του Β. Αιγαίου το οποίο είναι το ετήσιο σύστημα ανέμων που ενεργοποιείται κάθε έτος την ίδια εποχή. Οι άνεμοι αυτοί είναι ισχυροί Βόρειας διεύθυνσης που πνέουν από τον Μάιο μέχρι τον Σεπτέμβριο κάθε έτους κατά τους Δελημάνη Π., Ξειδάκης Γ. Σ, 2002 .

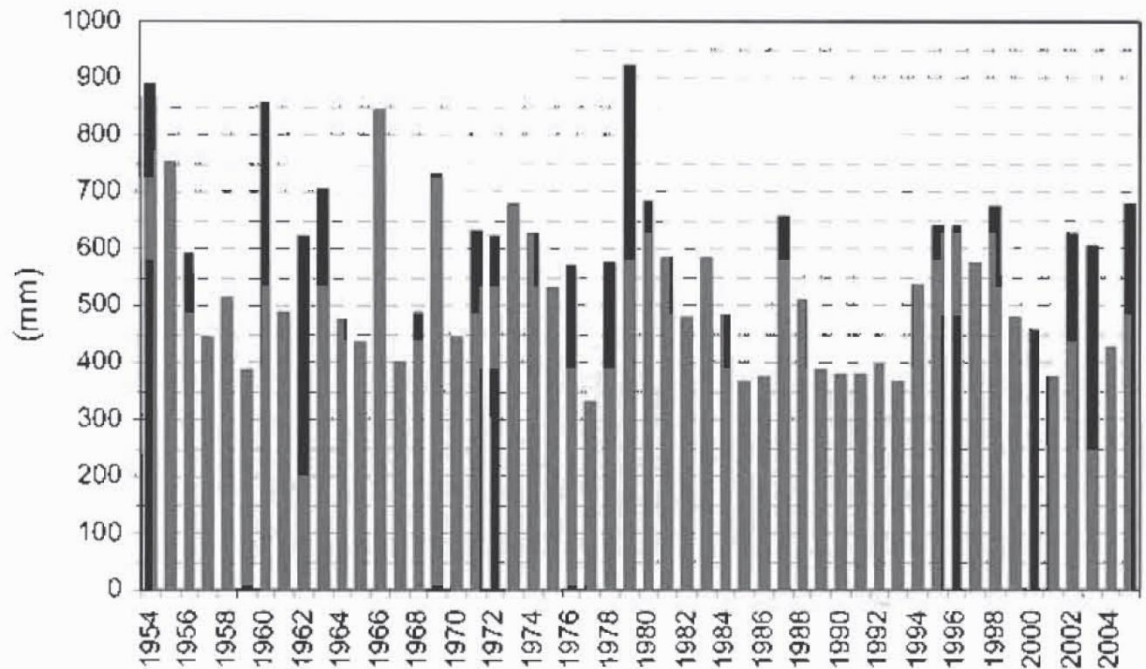
Ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων στην περιοχή έρευνας είναι άμεσα και έμμεσα συνδεδεμένος με το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Άμεσα μέσω της κατείσδυσης τους από την επιφάνεια της λεκάνης και έμμεσα μέσω της αύξησης της παροχής του ποταμού Λίσσου ο οποίος εμπλουτίζει πλευρικά τα υδροφόρα στρώματα στα ανάντη του κάμπου της Ξυλαγανής σύμφωνα με τους Πλιάκα Φ., Διαμαντή Ι., κ.α, 2004.

Στην περιοχή έρευνας βρίσκεται ένας και μοναδικός μετεωρολογικός σταθμός ο οποίος είναι σε λειτουργία από το τον Σεπτέμβριο του 2010 στο χωρίο Ίμερος σε απόλυτο υψόμετρο 10 μέτρων και παρέχει μετρήσεις για το ύψος βροχής, την ένταση και διεύθυνση του ανέμου, την υγρασία αλλά και την θερμοκρασιακή μεταβολή.

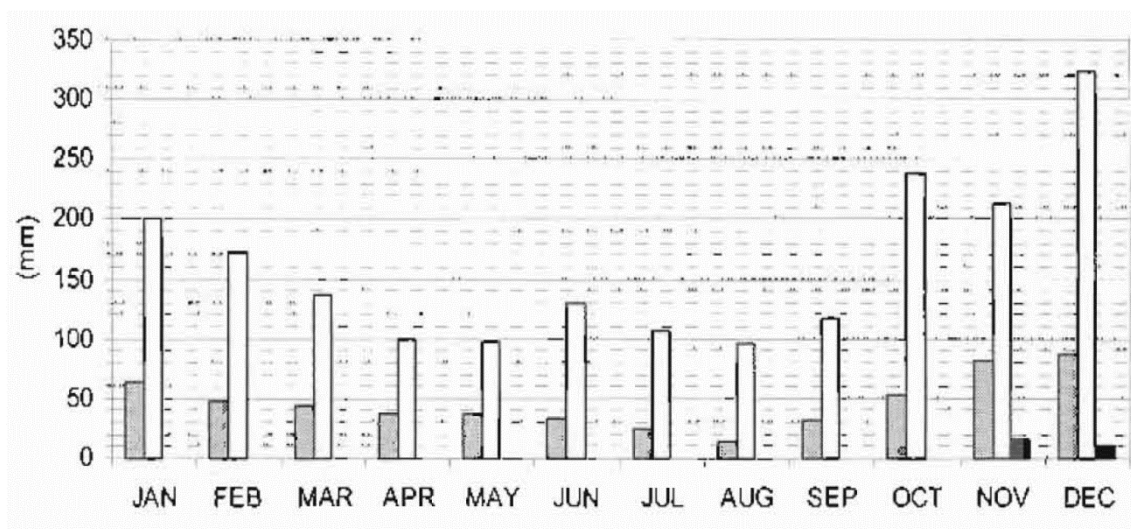
Μετεωρολογικά στοιχεία για τα προηγούμενα χρόνια, από το 1954 – 2005, υπάρχουν μόνο από τον σταθμό Πόρπης, ο οποίος δεν βρίσκεται σε λειτουργία από το 2008. Ο σταθμός βρισκόταν σε απόσταση 12 χιλιομέτρων από τον κάμπο Ξυλαγανής και σε υψόμετρο 20 μέτρων.

Από τα **Σχήματα 10,11** για την περίοδο 1954-2005 παρατηρούμε:

- Τον Δεκέμβριο του 1969 καταγράφεται η μεγαλύτερη μηνιαία βροχόπτωση (**323,4mm**)
- Τα μεγαλύτερα ύψη βροχής παρατηρήθηκαν τα έτη 1960 (**854,4 mm**), 1966 (**843,9 mm**) και 1979 (**922,0 mm**)
- Οι ετήσιες βροχοπτώσεις των ετών 1990-1994 είναι οι χαμηλότερες της περιόδου 1954-2005 με μέσο όρο τα **554,9mm**



Σχήμα 10: Ετήσια Βροχόπτωση των υδρολογικών ετών 1954-2005 (Πλιάκας Φ., Μουζαλιότης Α, κ.α, 2007)



Σχήμα 11: Μέση μηνιαία βροχόπτωση των υδρολογικών ετών 1954-2005 (Πλιάκας Φ., Μουζαλιότης Α, κ.α, 2007)

Στους **πίνακες 2 και 3** δίνονται οι τιμές των υψών βροχής και μέσης θερμοκρασίας ανά μήνα, του μετεωρολογικού σταθμού του Ιμέρου των υδρολογικών ετών 2010-2018:

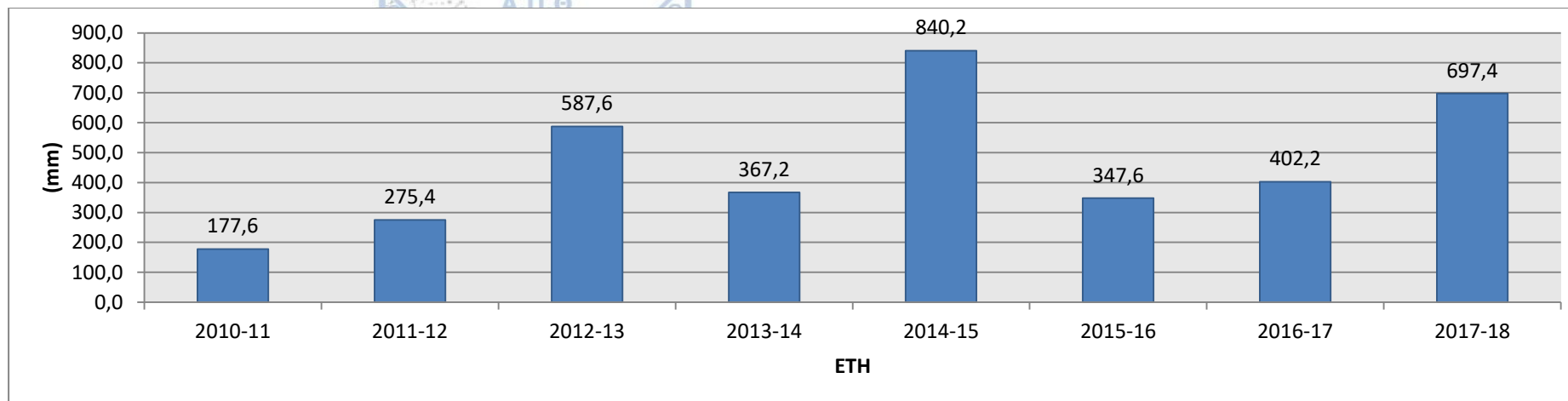
Πίνακας 2: Πίνακας θερμοκρασιών υδρολογικών ετών 2010-11 (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών)

ΜΗΝΙΑΙΑ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ (mm)																
Υ.Ε.	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σ.	Μ.Ο.	MIN	MAX
2010-11	2,6	20,4	22,2	28,6	8,4	7,2	17,0	21,8	25,2	6,6	12,4	5,2	177,6	15,9	5,2	28,6
2011-12	18,2	0,2	54,0	36,0	39,8	14,8	32,2	69,8	0,8	0,4	4,6	4,6	275,4	23,4	0,2	69,8
2012-13	44,2	21,8	133,2	120,6	74,2	57,8	21,6	2,2	76,0	19,2	0,0	16,8	587,6	49,4	0,0	133,2
2013-14	39,8	61,0	10,0	79,6	22,4	60,2	17,2	0,2	27,4	6,0	6,0	37,4	367,2	29,8	0,2	79,6
2014-15	82,6	25,6	180,2	104,0	65,8	204,2	27,0	9,6	46,0	16,6	4,4	74,2	840,2	68,9	4,4	204,2
2015-16	52,4	58,6	1,0	63,4	64,6	31,4	6,6	52,6	13,8	2,4	0,8	0,0	347,6	26,8	0,0	64,6
2016-17	0,0	52,6	5,0	51,2	98,8	52,6	25,8	23,2	0,2	19,8	4,8	68,2	402,2	36,6	0,2	98,8
2017-18	62,8	71,4	230,8	26,0	79,7	84,3	1,6	5,2	90,2	30,6	0,2	14,6	697,4	57,7	0,2	230,8
Μ.Ο.	37,8	39,0	79,6	63,7	56,7	64,1	18,6	23,1	35,0	12,7	4,2	27,6	461,9	38,6	4,2	79,6
MIN	0,0	0,2	1,0	26,0	8,4	7,2	1,6	0,2	0,2	0,4	0,0	0,0	177,6	4,1	0,0	26,0
MAX	82,6	71,4	230,8	120,6	98,8	204,2	32,2	69,8	90,2	30,6	12,4	74,2	840,2	94,1	12,4	230,8

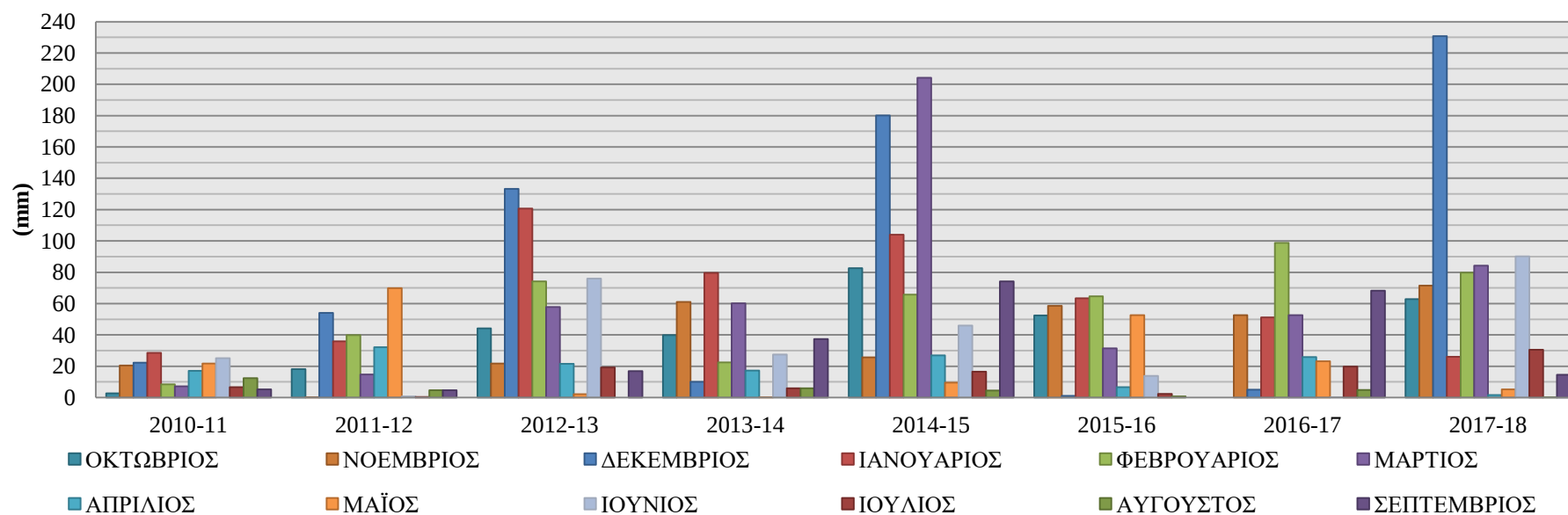
Απώλεια δεδομένων Μετεωρολογικού Σταθμού

Πίνακας 3: Πίνακας θερμοκρασιών υδρολογικών ετών 2010-11 (Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών)

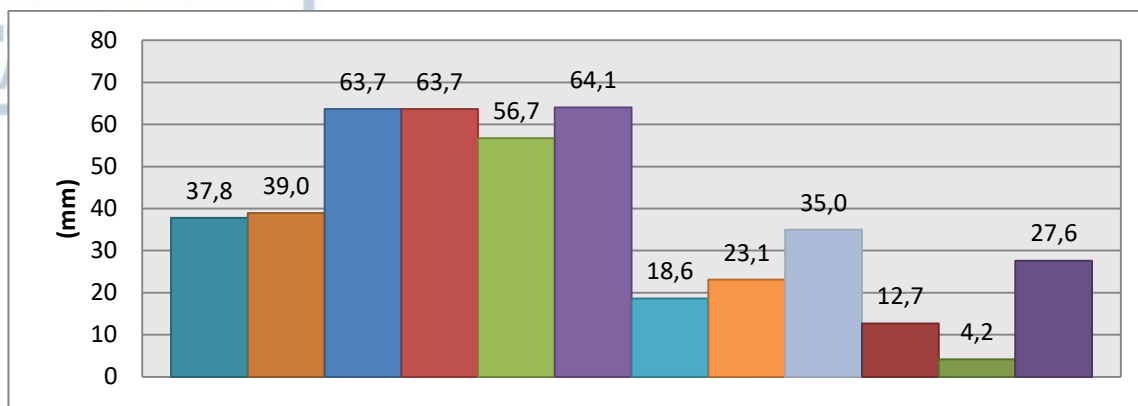
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΕ °C															
Υ.Ε.	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Μ.Ο.	MIN	MAX
2010-11	14,1	14,6	9,3	5,3	5,0	8,1	11,7	17,9	22,5	25,7	24,8	22,6	15,1	5,0	25,7
2011-12	13,7	7,4	7,2	3,1	3,2	8,4	14,2	18,7	24,7	27,9	26,2	21,9	14,7	3,1	27,9
2012-13	18,8	13,2	6,4	6,6	8,1	10,1	14,5	21,1	22,7	25,5	26,6	21,2	16,2	6,4	26,6
2013-14	14,4	12,7	5,5	7,8	9,2	10,8	13,0	20,7	22,4	24,7	25,0	20,4	15,6	5,5	25,0
2014-15	15,0	10,9	8,3	6,2	7,2	8,7	12,4	19,3	22,0	25,9	25,6	22,1	14,3	6,2	25,6
2015-16	15,4	12,5	6,6	5,6	10,5	10,8	15,4	17,5	24,4	23,6	26,4	21,4	15,8	5,6	26,4
2016-17	15,3	11,0	3,6	1,6	6,8	10,6	12,5	18,0	23,4	25,6	26,5	21,0	14,7	1,6	26,5
2017-18	14,6	10,7	8,5	6,0	7,2	10,7	16,8	21,0	23,2	25,0	26,5	21,5	16,0	6,0	26,5
Μ.Ο.	15,2	11,6	6,9	5,3	7,2	9,8	13,8	19,3	23,2	25,4	26,0	21,5	15,3	4,9	26,3
MIN	13,7	7,4	3,6	1,6	3,2	8,1	11,7	17,5	22,0	23,6	24,8	20,4	14,3	1,6	25,0
MAX	18,8	14,6	9,3	7,8	10,5	10,8	16,8	21,1	24,7	27,9	26,6	22,6	16,2	6,4	27,9



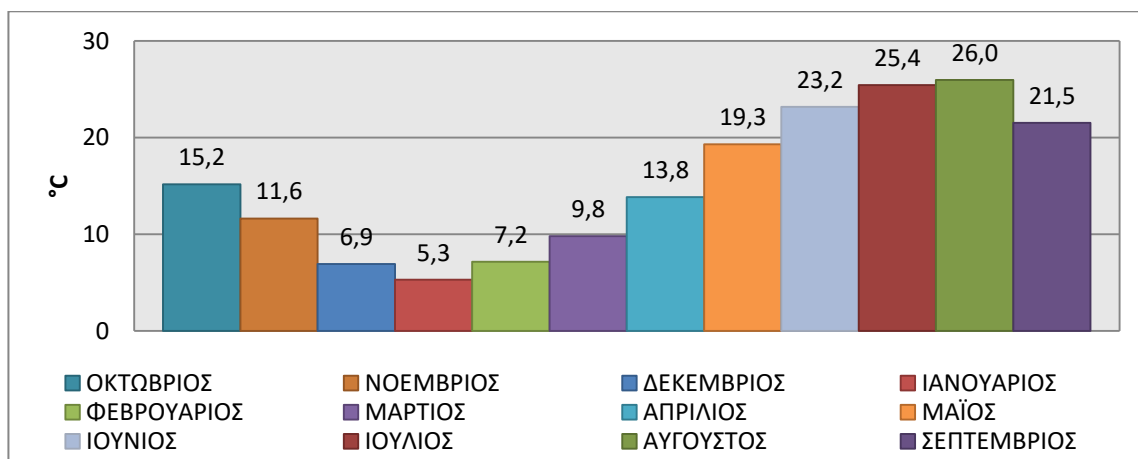
Σχήμα 12: Ετήσια βροχόπτωση των υδρολογικών ετών 2010-18



Σχήμα 13: Μηνιαία βροχόπτωση των υδρολογικών ετών 2010-18



Σχήμα 14: Μέση μηνιαία βροχόπτωση των υδρολογικών ετών 2010-18 (Υπόμνημα ίδιο με το Σχήμα 15)



Σχήμα 15: Μέση μηνιαία θερμοκρασία των υδρολογικών ετών 2010-18

Από τα **σχήμα 12** παρατηρούμε ότι το υδρολογικό έτος 2014-2015 ήταν αυτό με την μεγαλύτερη βροχόπτωση, η οποία ανήρθε στα **840,20mm** και σύμφωνα με το **σχήμα 13** σε τρεις μήνες, τον Δεκέμβριο, τον Ιανουάριο και τον Μάρτιο, έπεσε η μισή βροχή του υδρολογικού έτους. Επίσης παρατηρείται ότι τον Δεκέμβριο του 2017 σημειώθηκε η μεγαλύτερη μηνιαία βροχόπτωση (**230,80mm**) μέσα στα υδρολογικά έτη 2010 – 2018. Οι μήνες που παρουσιάζουν την μεγαλύτερη κατά μέσο όρο μηνιαία βροχόπτωση είναι: ο Δεκέμβριος, ο Ιανουάριος, ο Φεβρουάριος και ο Μάρτιος με παραπλήσια ύψη βροχόπτωσης. Στον αντίποδα ο μήνας με την μικτότερη βροχόπτωση στα αντίστοιχα υδρολογικά έτη είναι ο Αύγουστος με έως μηδενικά ύψη βροχής. Η θερμοκρασιακή μεταβολή μέσα στο έτος απεικονίζεται στο **σχήμα 15** όπου διαπιστώνουμε μία διαφορά της τάξεως των **10°C** ανάμεσα στους μήνες Οκτώβριο έως Απρίλιο και Μάιο έως Σεπτέμβριο. Την περίοδο του καλοκαιριού όπου έχουμε και την μικρότερη βροχόπτωση οι θερμοκρασίες είναι σχετικά υψηλές, γύρω στους **25°C** με αποτέλεσμα την ανάγκη άρδευση των καλλιεργειών λόγω αυξημένης εξατμισιοδιαπνοής που είναι συνδεδεμένη άμεσα με την θερμοκρασία

4. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

4.1 Υδρολιθολογία

Από τα υδρογεωλογικά στοιχεία του Σχεδίου Διαχείρισης κίνδυνων πλημμυράς των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θράκης του έτους 2017 η ευρύτερη περιοχή της τεκτονικής λεκάνης της Θράκης στην οποία βρίσκεται στα νοτιοανατολικά ο κάμπος της Ξυλαγανής αποτελείται από μεγάλου πάχους ιζήματα τα οποία χαρακτηρίζονται ανάλογα με το κλάσμα των λεπτόκοκκων υλικών που περιέχουν ως περατοί, ημιπερατοί έως στεγανοί σχηματισμοί. Οι αποθέσεις αυτές διαφοροποιούνται ως προς την σύστασή, ανάλογα με την απόστασης τους από τον άξονα επιφανειακής απορροής και το περιβάλλον στο οποίο έχουν αποτεθεί.

Σε περιοχές που βρίσκονται σε απόσταση από ποτάμια και ρέματα όπως και σε λιμναία περιβάλλοντα η σύσταση των επιφανειακών σχηματισμών είναι λεπτομερής με επακόλουθο να συμπεριφέρονται ως ημιπερατοί έως στεγανοί. Σε αντιδιαστολή οι όχθες και οι κοίτες των ρεμάτων και ποταμών να χαρακτηρίζονται από αδρόκοκκα υλικά και να συμπεριφέρονται ως περατοί έως πολύ περατοί σχηματισμοί κατά τους Πεταλά Χ., Πανιλά Σ., Διαμαντή Ι., Πλιάκα Φ., 2004 .

Σύμφωνα με τα υδρογεωλογικά στοιχεία του Σχεδίου Διαχείρισης κίνδυνων πλημμυράς των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Θράκης του έτους 2017 οι αποθέσεις του Ολοκαίνου στις κοίτες των ποταμών χαρακτηρίζονται από υψηλή διηθητική ικανότητα και μεγάλο πορώδες με τον συντελεστή κατείσδυσης να έχει τιμές από 10% -15%. Αντίστοιχα στις περιοχές μακριά από τις όχθες των ποταμών καθώς και στα λιμναία περιβάλλοντα το πορώδες ελαττώνεται και οι συντελεστές κατείσδυσης να κυμαίνονται από κάτω από 5% έως 8%.

Σύμφωνα με τα ίδια στοιχεία οι αποθέσεις του τριτογενούς και τεταρτογενούς στην περιοχή μελέτης συγκροτούν την κύρια υδρογεωλογική μονάδα καθώς, χαρακτηρίζονται από υψηλή υδραυλική αγωγιμότητα και αποθηκευτική ικανότητα. Η κύρια υδροφορία εμφανίζεται στις Τριτογενής και Τεταρτογενής αποθέσεις δηλαδή στα αδρόκοκκα υλικά, χαλίκια κροκάλες και άμμους, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό ελεύθερων, μερικώς υπό πίεση και αυτούσιων υπό πίεση υδροφορέων. Οι Πλειοπλειστοκαινικοί ορίζοντες αποτελούν την κύρια πηγή υδροφορίας των προσχώσεων διά μέσου μεταβάσεων τόσο κατακόρυφων όσο και πλευρικών.

Κατά τους Πλιάκας Φ., Διαμαντής Ι., κ.α., 2001 η άμεση κατείσδυση των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και η διήθηση του νερού κατά μήκος των αποστραγγιστικών επιφανειών της πεδινής περιοχής Πρωτάτου – Αρίσβης, η οποία βρίσκεται ανάντη της περιοχής μελέτης, αποτελούν μία από τις πηγές τροφοδοσίας των υδροφορέων της περιοχής μελέτης. Κατά τους Πλιάκας Φ., Διαμαντής Ι., κ.α., 2004 η πλευρική τροφοδοσία του ποταμού Φιλιουρή είναι μικρή λόγω του είδους των υλικών της κοίτης του, δηλαδή αργιλικό υλικό, κατά τους ίδιους η κύρια τροφοδοσία γίνεται από την ορεινή περιοχή ΒΑ του κάμπου της Ξυλαγανής.

Το κύριο υδροφόρο στρώμα όπως παρατηρείται στο **σχήμα 19** είναι ένα σύνολο διαφορετικής διαβάθμισης αποθέσεων, με αποτέλεσμα να έχει κυμαινόμενη περατότητα. Στην περιοχή του κάμπου της Ξυλαγανής, το στρώμα αυτό, συναντάται στα 15-30 μέτρα βάθος και σύμφωνα με την Ενιαία Μελέτη Περιβαλλοντικών Και Κοινωνικών Επιπτώσεων του ΤΑΡ είναι τμήμα ενός μεγαλύτερου υδροφόρου στρώματος, κόκκινη περιοχή στο **Σχήμα 16**, το οποίο καταλαμβάνει μία έκταση 335 km², και όπως προαναφέρθηκε έχει υδραυλική επικοινωνία με τον ποταμό Φιλιουρή στην περιοχή του Πρωτάτου – Αρίσβης.

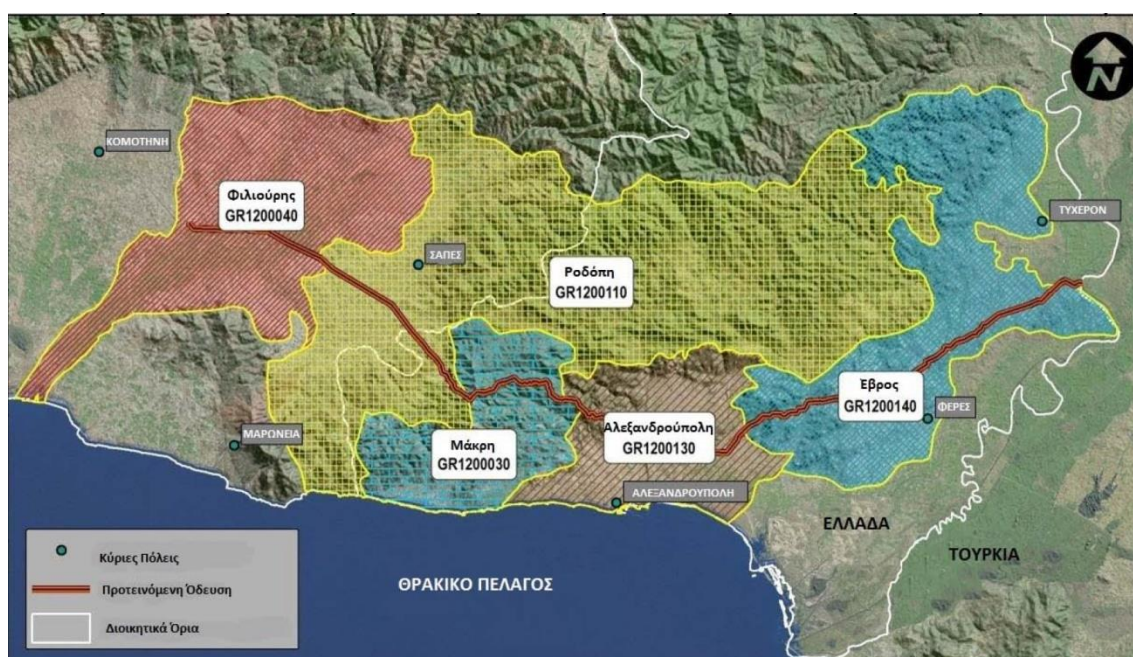
Σύμφωνα με **Ε.Μ.Π.Κ.Ε.** του αγωγού ΤΑΡ ο επιφανειακός-ρηχός υδροφορέας 3-8 μέτρα ο οποίος έχει την ίδια σύνθεση υλικών με τον κύριο, με την διαφορά ότι είναι ασυμπίεστος. Στον υδροφορέα αυτόν σε περιόδους ξηρασίας και σε συνδυασμό με την λειτουργία των βαθιών γεωτρήσεων παρουσιάζετε μεγάλη πτώση στάθμης της τάξεως των 10 μέτρων με αποτέλεσμα οι ρηχές γεωτρήσεις των 7-10 μέτρων και τα πηγάδια να «στερεύουν».

Η διεύθυνση της υπόγειας ροής των νερών είναι N-NA όπως φαίνεται στα **Σχήματα 27, 28 & 29** και ακολουθεί σε γενικές γραμμές τον ρου του ποταμού Φιλιουρή. Στην προέκταση της υδρολογικής λεκάνης του κάμπου της Ξυλαγανής Νότια δηλαδή προς την θάλασσα οι στάθμες των υπόγειων υδροφοριών είναι σε γενικές γραμμές αρνητικές σε απόλυτο υψόμετρο, με επακόλουθο και με συνδυασμό υπεράντλησης την εμφάνιση υφαλμύρινσης των υδάτων.

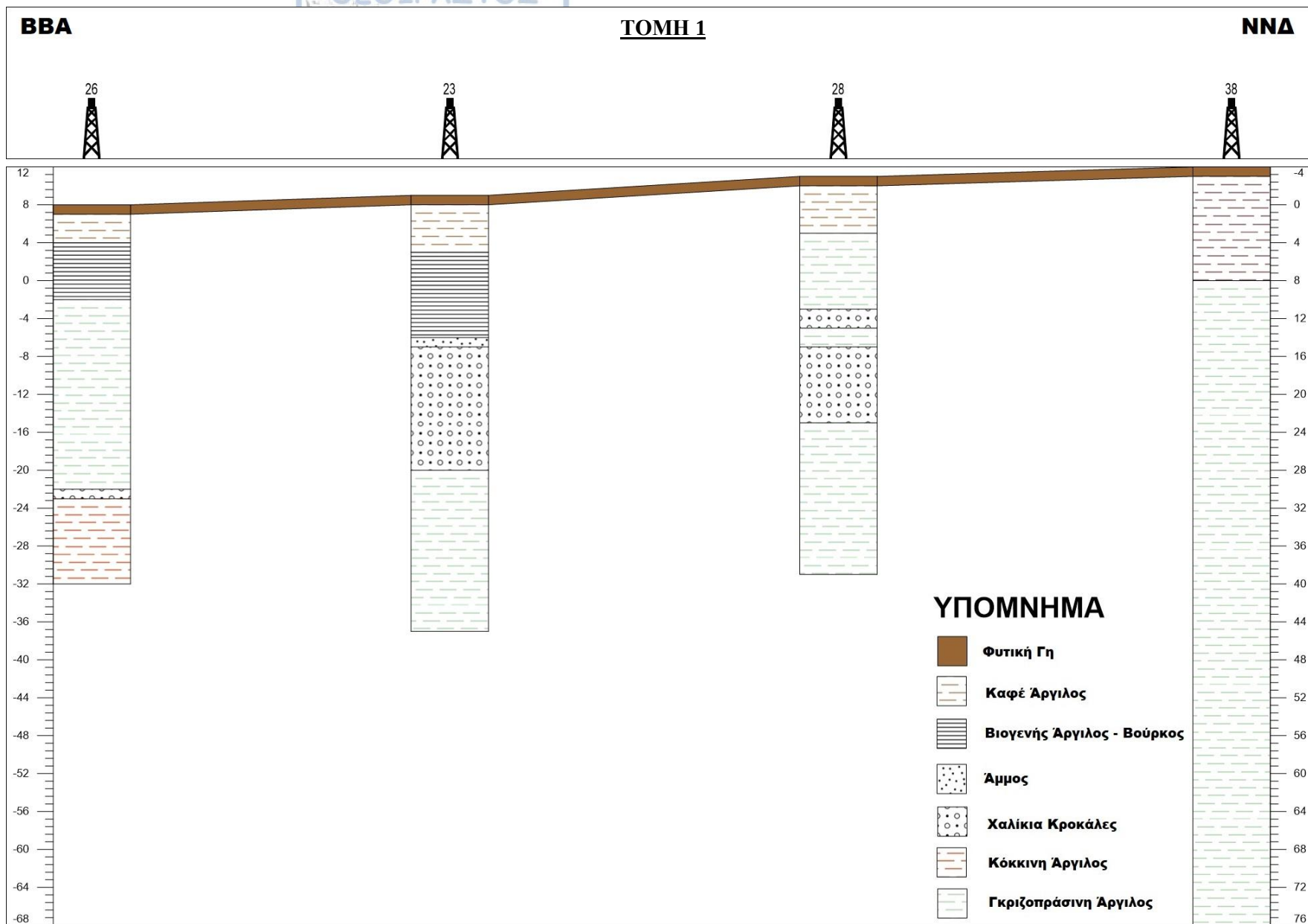
Στην περιοχή έχουν ανορυχθεί πολλές γεωτρήσεις βάθους 60 έως 70 μέτρων την δεκαετία του 1980. Οι λιθολογικές τομές των γεωτρήσεων που υπάρχουν είναι αντιπροσωπευτικό δείγμα της λιθολογίας της περιοχής όπως παρουσιάζονται στα **Σχήματα 17, 18**. Στο **Σχήματα 20** παρατηρούνται οι θέσεις των τομών των **Σχημάτων**

17, 18 & 19 καθώς και οι θέσεις των γεωτρήσεων από τις οποίες εξήχθησαν τα δεδομένα, αντίστοιχα. Αυτό που παρατηρείται στο σύνολο των τομών που παρουσιάζονται στα προαναφερθέντα σχήματα είναι η επικράτηση των αργιλικών υλικών τόσο των Πλειστοκαινικών (κόκκινων αργίλων) με χωρική κατανομή κυρίως προς τα Ανατολικά στα κράσπεδα του Ισμάρου, όσο και των Παλαιογενών (Πράσινες – Γκρι άργιλοι) που χωροθετούνται κυρίως στο κέντρο της λεκάνης. Οι τελευταίες αποτελούν το “υπόβαθρο” των βαθιών γεωτρήσεων καθώς κάτω από τον σχηματισμό αυτό δεν παρατηρείτε υδροφορία. Εκτεταμένη έκταση καταλαμβάνει και η μαύρη - βιογενής άργιλος (βούρκος) με πάχη που φτάνουν τα 24 μέτρα και συναντάται σε πολλές περιπτώσεις στα πέντε μέτρα από την επιφάνεια. Ο βούρκος αυτός μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι στην περιοχή λειτούργησε μια κλειστή ρηχή λίμνη.

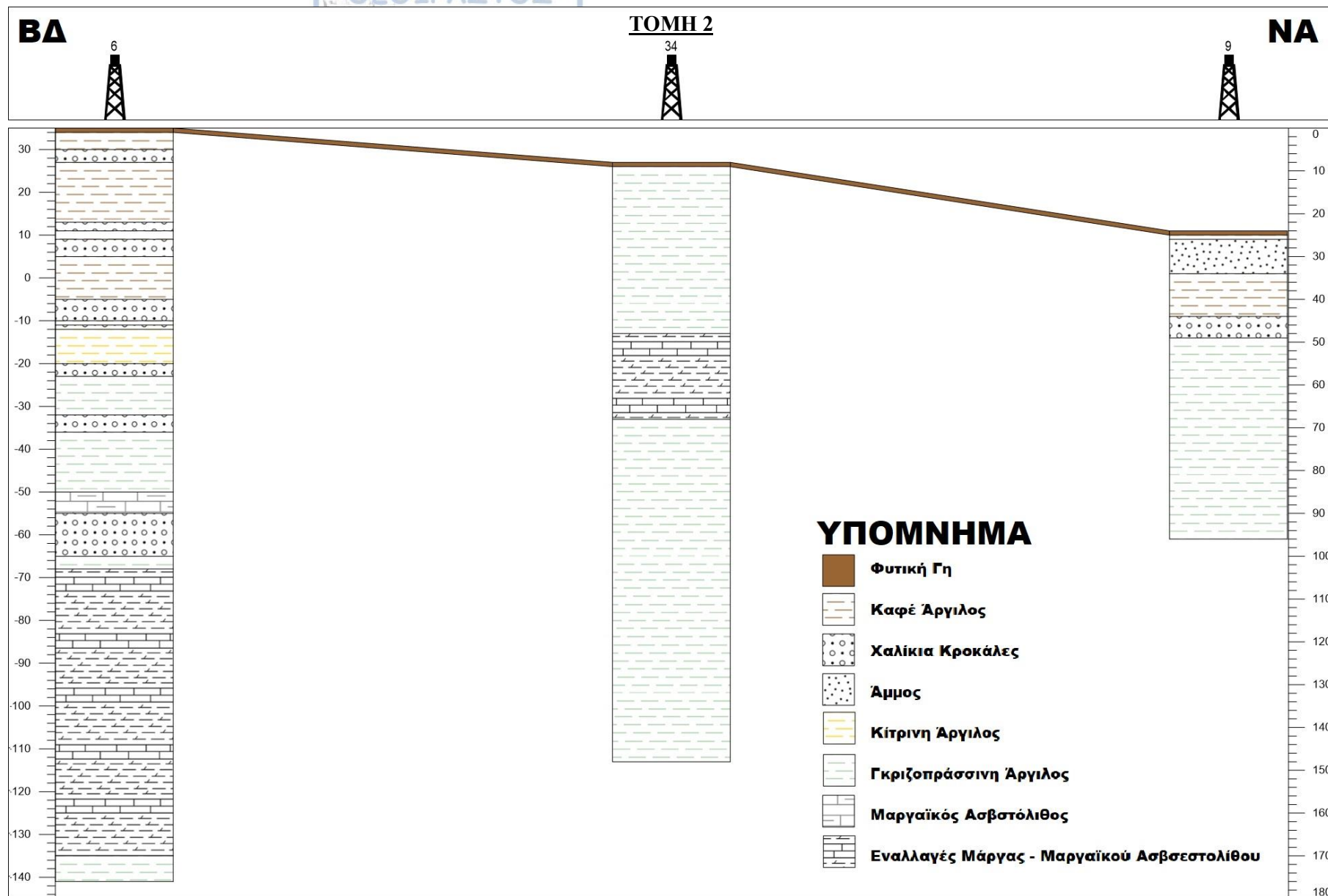
Στο **Σχήμα 19** παρουσιάζεται μία συνθετική γεωλογική τομή διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ όπου μας δίνει μία ποιοτική εικόνα για την λιθοστρωματογραφία της λεκάνης την οποία μελετούμε. Η σύνθεση της βασίστηκε στα δεδομένα των τομών υδρογεωτρήσεων του προσωπικού αρχείου του συγγραφέα. Όπως γίνεται αντιληπτό λόγο της χρήσης αυτών των δεδομένων το προϊόν που παράγεται είναι μόνο μία ποιοτική εικόνα για την υπόγεια λιθολογία, τα δεδομένα των υδρογεωτρήσεων δεν ενδείκνυνται για κατασκευή λιθολογικών τομών γιατί είναι προϊόντα εκτιμήσεων των γεωλόγων και χειριστών των γεωτρύπανων κατά την ανόρυξη της γεώτρησης. Παρόλα αυτά μας επιτρέπουν να έχουμε μία γενική εικόνα.



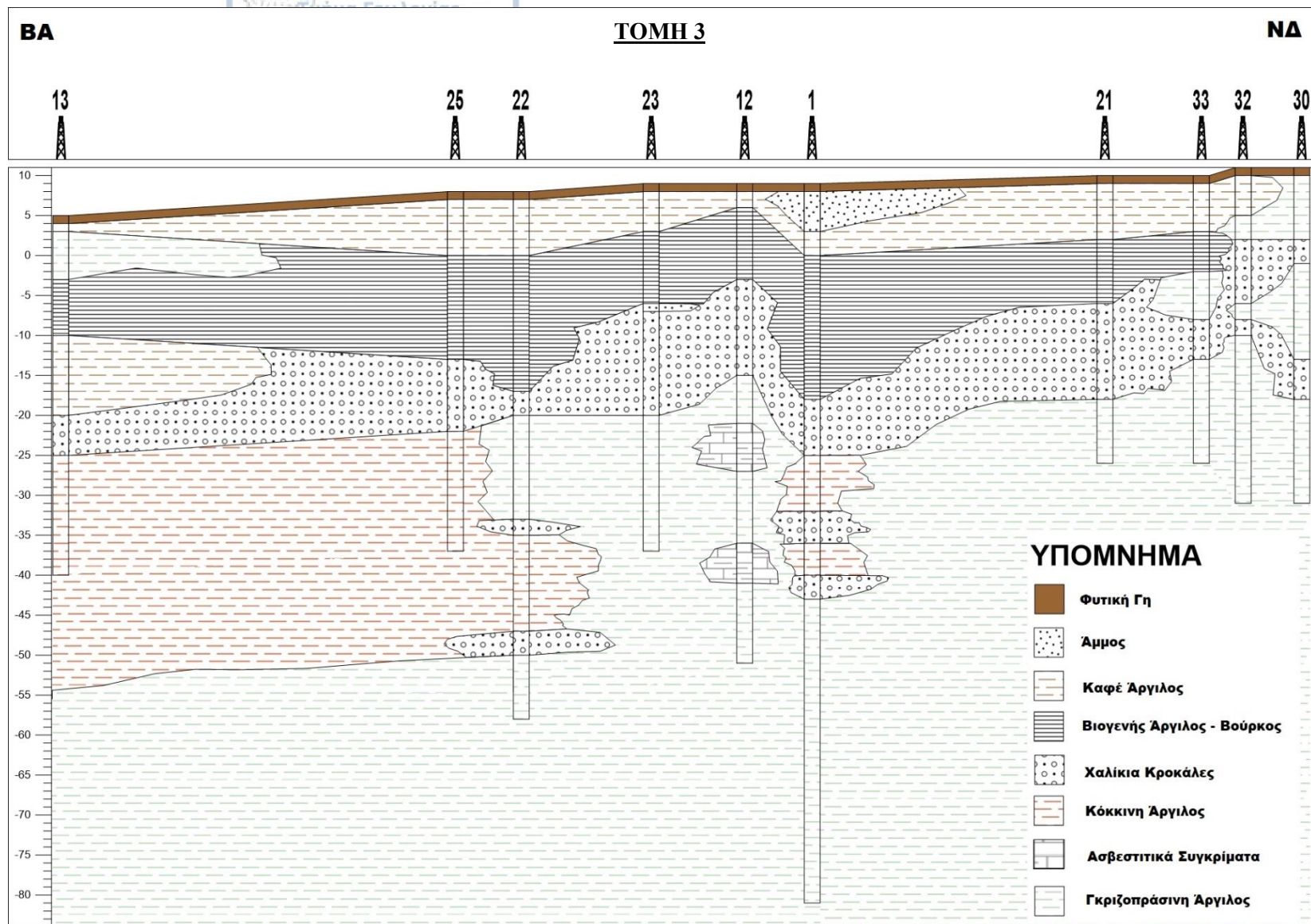
Σχήμα 16: Συστήματα Υπόγειων Υδροφόρων Στρωμάτων κατά μήκος της χάραξης του αγωγού TAP (Ε.Μ.Π.Κ.Ε. του αγωγού TAP)



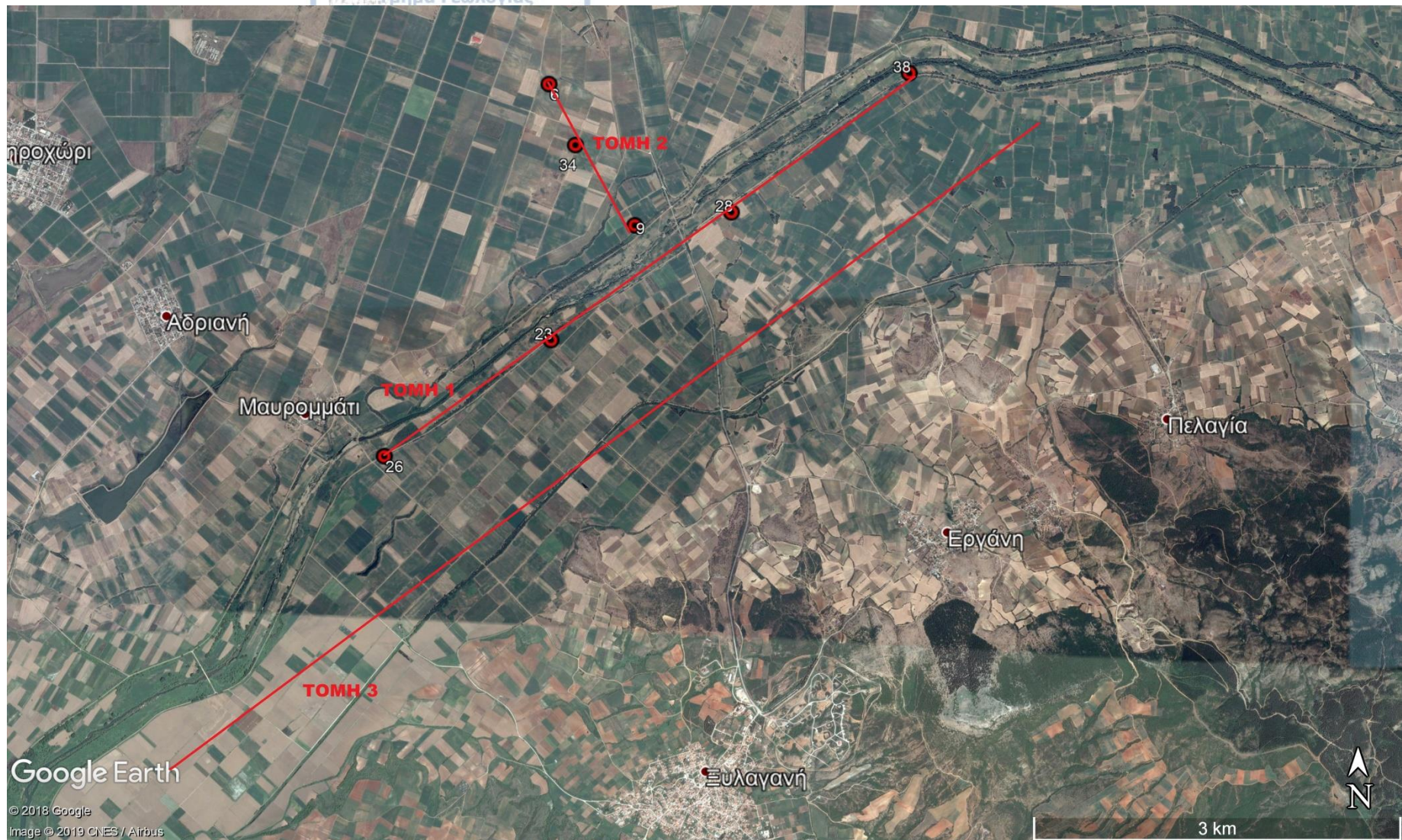
Σχήμα 17: Λιθολογικές τομές με δεδομένα των γεωτρήσεων (Αριστερά: Απόλυτο υψόμετρο σε μέτρα, Δεξιά: Βάθος Γεωτρήσεων σε μέτρα)



Σχήμα 18: Λιθολογικές τομές με δεδομένα των γεωτρήσεων (Αριστερά: Απόλυτο υψόμετρο σε μέτρα, Δεξιά: Βάθος Γεωτρήσεων σε μέτρα)



Σχήμα 19: Γενική συνθετική γεωλογική τομή με δεδομένα των τομών των γεωτρήσεων (Απόλυτο υψόμετρο σε μέτρα)



Σχήμα 20: Δορυφορική εικόνα των θέσεων των τομών, στα Σχήματα 17-19, στην περιοχή του κάμπου της Ξυλαγανής (Πηγή δορυφορικής εικόνας: Google-Earth, 2018)

4.2 Πιεζομετρική Κατάσταση

Η ανάγκη για περισσότερο νερό μετά την δεκαετία του 1980 λόγω της αλλαγής σε δυναμικές καλλιέργειες όπως αυτή του βαμβακιού, του καλαμποκιού αλλά και των τεύτλων ώθησε τους παραγωγούς σε ανορύξεις γεωτρήσεων μεγάλου βάθους, 60-70 μέτρα, για τα δεδομένα της περιοχής. Οι επιφανειακές γεωτρήσεις των 10 μέτρων, όπου ήταν σε λειτουργία μέχρι την δεκαετία του '80, αχρηστεύτηκαν λόγω ότι παρατηρούνταν μεγάλη πτώση στάθμης λόγω των υδροβόρων καλλιεργειών σε συνδυασμό με άνυδρα υδρολογικά έτη, οι ετήσιες βροχοπτώσεις των ετών 1990-1994 είναι οι χαμηλότερες της περιόδου 1954-2005 με μέσο όρο τα 554,9mm. Οι γεωτρήσεις στην περιοχή μελέτης ξεπερνούν τις 80 με μία μέση παροχή των 40 m³/h. Το βάθος διάτρησης στην περιοχή φτάνει μέχρι και τα 70 μέτρα, όπου οι κύριες υδροφορίες εντοπίζονται στα Πλειοπλειστοκαινικά στρώματα με ένα μέσο πάχος που κυμαίνεται από 1 έως 10 μέτρα ανά γεώτρηση. Αυτά τα υδροφόρα στρώματα βρίσκονται σε μία αλληπάλληλη σειρά ανάμεσα σε αργιλικά και έχουν τον χαρακτήρα των υπό πίεση υδροφορέων.

Στην περιοχή επιλέχθηκαν 31 γεωτρήσεις όπου οι θέσεις τους παρουσιάζονται στο **Σχήμα 23**, όπου μετρήθηκε και σημειώθηκε η μεταβολή της στάθμης μέσα στο υδρολογικό 2017-2018 και καταγράφηκαν στον **Πίνακα 4**. Οι μετρήσεις έγιναν σε τρία διαστήματα μέσα στο έτος που προαναφέρθηκε, τα διαστήματα αυτά, συγκεκριμένα τον Απρίλιο, τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο, επιλέχθηκαν με βάση την αγροτική δραστηριότητα που ξεκινάει από τα μέσα Απριλίου και τελειώνει περί τα μέσα Σεπτεμβρίου. Ως αγροτική δραστηριότητα ορίζεται η αρχή και το τέλος της περιόδου αρδεύσεων από τα μέσα Απριλίου μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου. Οι ανάγκες σε νερό είναι αυξημένες την στα μέσα του Απριλίου όπου είναι απαραίτητο στην «φύτρωση» των φυτών, με τον όρο «φύτρωση» εννοούμε την εξέλιξη από την μορφή του σπόρου σε μορφή φυτού, καθώς και την θερινή περίοδο έως τα μέσα Σεπτεμβρίου που γίνεται η πλήρης ανάπτυξη των φυτών. Οι αρδευτικές ανάγκες των αγροτών είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τις βροχοπτώσεις και με την θερμοκρασία. Σε συνδυασμό όλων των παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι σε ένα υδρολογικό έτος με βροχοπτώσεις αυτούς τους μήνες η ανάγκη σε νερό είναι περιορισμένη με συνεπακόλουθο την διατήρηση των στάθμεων του νερού σε υψηλά επίπεδα. Τέτοια περίπτωση είναι και το υδρολογικό έτος

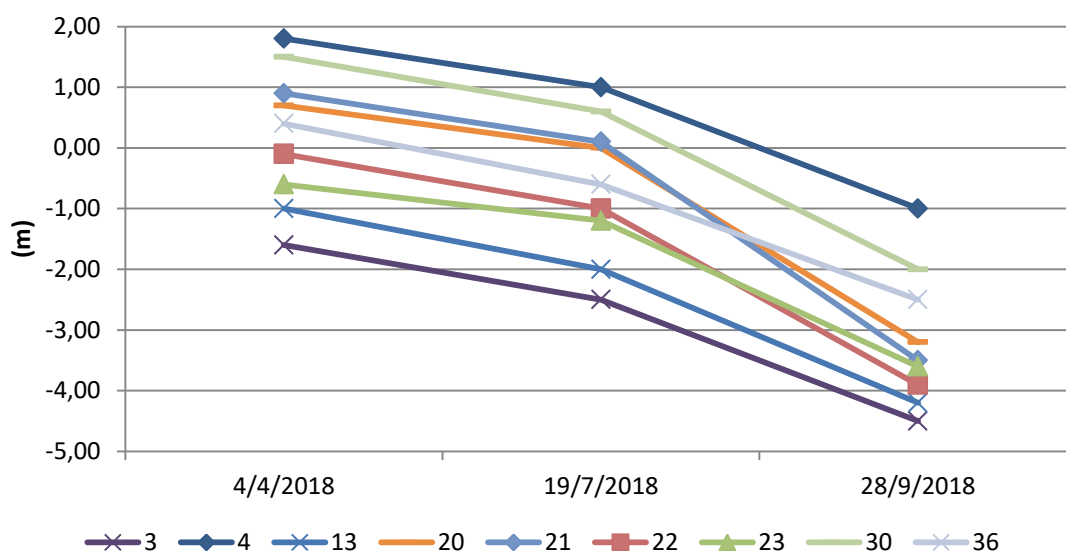
2017-18 όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις με επακόλουθο οι στάθμες ηρεμίας τον Ιούλιο το 2018 να εμφανίζονται υψηλότερα του αναμενόμενου..

Στο υδρολογικό έτος που μελετάμε, στοιχεία παρουσιάζονται στον **Πίνακα 2**, ο Δεκέμβριος του 2017 εμφανίζεται να είναι ο μήνας που έπεσε το 1/3 της ετήσιας βροχόπτωσης αλλά και το ότι είναι ο μήνας με το μεγαλύτερο ύψος βροχής μέσα στην οκταετία. Αντίθετα παρατηρούμε ότι τον Απρίλιο του 2018 εμφανίζει το δεύτερο μικρότερο ύψος βροχής, **1,6mm**, μέσα το έτος σε σχέση με την σχεδόν μηδενική(**0,6mm**) βροχόπτωση τον Άγουστο του ίδιου έτους. Με αποτέλεσμα να επηρεάζει την πιεζομετρία της περιοχής λόγο ότι υπάρχει αυξημένα ανάγκη για νερό μέσα στον μήνα αυτό λόγω της ανάγκης για το «φύτρωμα» των φυτών του βαμβακιού κυρίως. Τον Ιούνιο του 2018 το ύψος βροχής έφτασε τα **90,2mm** αυξημένο κατά 158% σε σχέση με τον μέσο όρο του Ιουνίου μέσα στη οκταετία **35,0mm**. Παρόμοια χαρακτηριστικά έχει και ο Ιούλιος του ίδιου έτους με ύψος βροχής που φτάνει τα **30,6mm** όπου σε σύγκριση με τον μέσο όρο των δεδομένων των Ιουλίων της οκταετίας, **12,7mm**, παρουσιάζονται αυξημένα κατά 141%. Με αυτά τα ποσοστά είναι λογικό οι ανάγκες για άρδευση να είναι περιορισμένες αυτούς του μήνες. Συνολικά το ύψος βροχής υδρολογικό έτος 2017-18, σύμφωνα με το **Σχήμα 12** και τον **Πίνακα 2** ανέρχεται στα **697mm** όπου σε σύγκριση με τον μέσο όρο (**461.9mm**) , της οκταετίας για τον σταθμό του Ιμέρου, εμφανίζεται αυξημένο κατά 50%. Σε συνδυασμό με το ότι οι αυξημένες καταναλώσεις ήταν στην αρχή του υδρολογικού έτους και υπήρχε σχετικά μεγάλη βροχόπτωση τους κρίσιμους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο, αναμένουμε να μην έχουμε μεγάλη μεταβολή στις στάθμες των γεωτρήσεων μέσα στο υδρολογικό έτος.

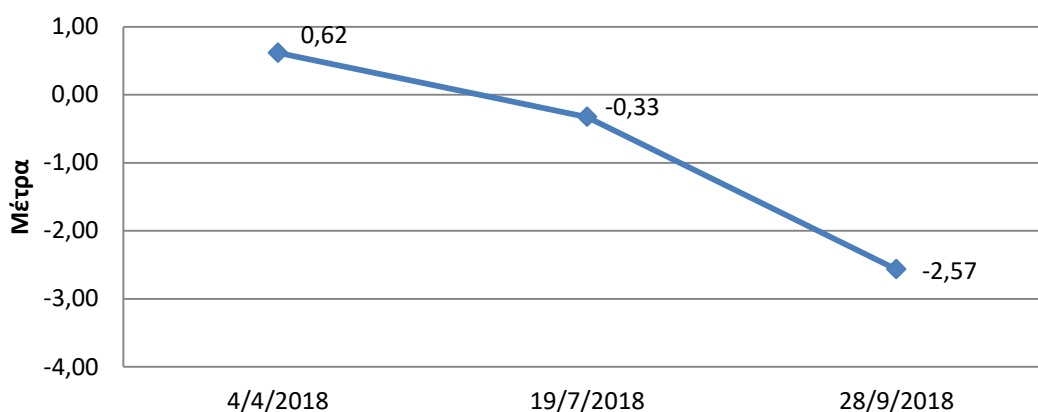
Η μεταβολή της στάθμης κάποιον χαρακτηριστικών γεωτρήσεων φαίνεται στο **Σχήμα 21**. Οι γεωτρήσεις αυτές επιλέχθηκαν σύμφωνα με την κατανομή τους στον χώρο της λεκάνης της περιοχής μελέτης. Αυτές είναι κατανεμημένες παράλληλα με τον άξονα της λεκάνης **BA-NA**, δηλαδή εκατέρωθεν του ποταμού Φιλιουρή με ικανοποιητική απόσταση μεταξύ τους. Αυτό που παρατηρούμε στο **Σχήμα 21** από τα Βορειότερα προς τα Νοτιότερα οι γεωτρήσεις παρουσιάζουν μία διαρκείς αρνητική απόλυτη στάθμη.

Πίνακας 4: Στοιχεία γεωτρήσεων της ευρύτερης περιοχής μελέτης (ΠΖ: Πιεζόμετρο, ΑΠ: Αποτυχία σωλήνωσης, Δ.Σ.: Διαφορά Υψηλής(4/4/18) – Χαμηλής Στάθμης(29/8/18))

No	Υψόμετρο Γεώτρησης	Παροχή	Βάθος	Βάθος Στάθμης (m)			Απόλυτο Υψόμετρο Στάθμης (m)			Δ.Σ.
	(m)	(m ³ /h)	(m)	4/4/18	19/7/18	28/9/18	4/4/18	19/7/18	28/9/18	(m)
1	5	40	90	4,4	5,5	7,5	0,60	-0,50	-2,50	-3,10
2	1	50	174	0	0,5	2,5	1,00	0,50	-1,50	-2,50
3	5	30	66	6,6	7,5	9,5	-1,60	-2,50	-4,50	-2,90
4	7	45	90	5,2	6	8	1,80	1,00	-1,00	-2,80
5	26	50	102	24,7	25,9	27,5	1,30	0,10	-1,50	-2,80
6	21	50	176	20,4	21,8	23,5	0,60	-0,80	-2,50	-3,10
7	6	35	36	4,8	5,9	7,5	1,20	0,10	-1,50	-2,70
8	23	10	248	22,7	23,7	25,5	0,30	-0,70	-2,50	-2,80
9	6	45	72	4,9	6	7,5	1,10	0,00	-1,50	-2,60
10	6	35	30	5,2	6	7,5	0,80	0,00	-1,50	-2,30
11	20	60	170	19,2	20,8	22,5	0,80	-0,80	-2,50	-3,30
12	3	45	60	2,8	3,9	6,5	0,20	-0,90	-3,50	-3,70
13	4	35	45	5	6	8,2	-1,00	-2,00	-4,20	-3,20
14	9	40	60	8	9,3	11,5	1,00	-0,30	-2,50	-3,50
15	4	50	126	3,4	4,7	7	0,60	-0,70	-3,00	-3,60
16	4	25	36	5,1	6,2	8,5	-1,10	-2,20	-4,50	-3,40
17	7	50	70	5,2	6,7	9	1,80	0,30	-2,00	-3,80
18	-	ΑΠ	100	-	-	-	-	-	-	-
19	-	ΑΠ	136	-	-	-	-	-	-	-
20	5	40	36	4,3	5	8,2	0,70	0,00	-3,20	-3,90
21	5	40	36	4,1	4,9	8,5	0,90	0,10	-3,50	-4,40
22	5	ΠΖ	66	5,1	6	8,9	-0,10	-1,00	-3,90	-3,80
23	5	ΠΖ	46	5,6	6,2	8,6	-0,60	-1,20	-3,60	-3,00
24	6	ΠΖ	45	5,4	6	8,5	0,60	0,00	-2,50	-3,10
25	6	ΠΖ	45	5,2	6	7,5	0,80	0,00	-1,50	-2,30
26	-	ΠΖ	40	-	-	-	-	-	-	-
27	6	ΠΖ	45	5,1	5,9	7,7	0,90	0,10	-1,70	-2,60
28	6	35	42	4,8	5,8	7,9	1,20	0,20	-1,90	-3,10
29	82	60	120	77,5	79,5	82,5	4,50	2,50	-0,50	-5,00
30	6	40	42	4,5	5,4	8	1,50	0,60	-2,00	-3,50
31	-	ΑΠ	42	-	-	-	-	-	-	-
32	5	35	42	4	5	7,5	1,00	0,00	-2,50	-3,50
33	7	30	36	5,3	6,2	8,7	1,70	0,80	-1,70	-3,40
34	28	25	140	26,2	28,5	30,3	1,80	-0,50	-2,30	-4,10
35	-	ΑΠ	100	-	-	-	-	-	-	-
36	4	30	100	3,6	4,6	6,5	0,40	-0,60	-2,50	-2,90
37	-	ΑΠ	84	-	-	-	-	-	-	-
38	-	ΑΠ	80	-	-	-	-	-	-	-
39	-	ΑΠ	70	-	-	-	-	-	-	-
40	-	ΑΠ	70	-	-	-	-	-	-	-
Μ.Ο.		39,80	80,35				0,80	-0,27	-2,45	-3,25



Σχήμα 21: Διακύμανση απόλυτης στάθμης αντιπροσωπευτικών γεωτρήσεων **Πίνακα 4** το έτος 2018



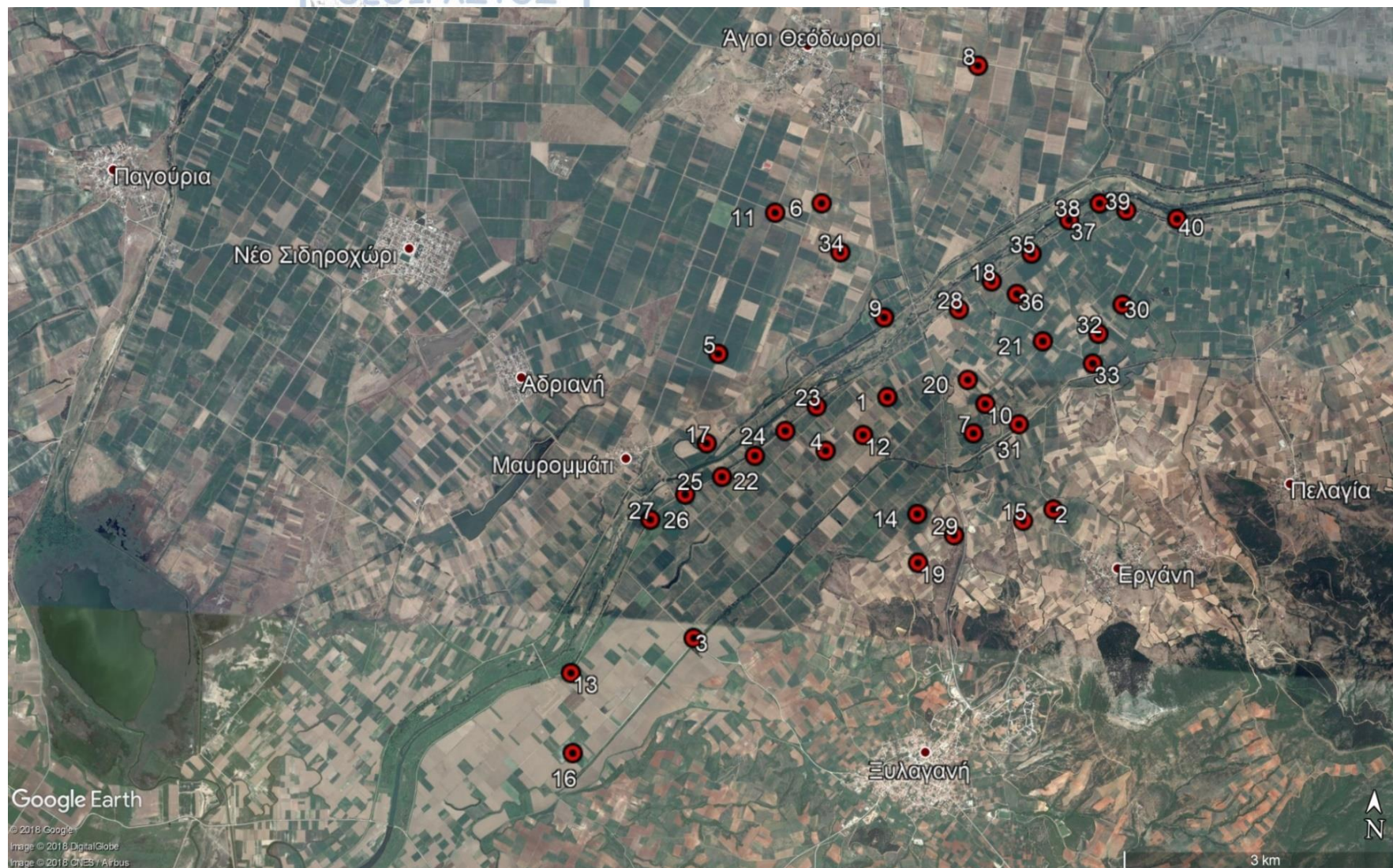
Σχήμα 22: Μέση συνολική διακύμανση απόλυτης στάθμης ηρεμίας έτους 2018

Οι μετρήσεις που έγιναν κατά το υδρολογικό έτος 2017-18 είναι συνυφασμένες με καλλιεργητική περίοδο. Η 1^η μέτρηση που σημειώθηκε ήταν στις 4 Απριλίου, πριν την έναρξη των αρδεύσεων, η 2^η στις 19 Ιουλίου, κατά την διάρκεια των αρδεύσεων και η 3^η μετά την λήξη τους. Αυτό που παρατηρήθηκε και παρουσιάζεται στο **Σχήμα 22**, ήταν ότι η διαφορά της χαμηλής με την υψηλή στάθμη είναι κατά μέσο όρο 1.95μ. Αυτό συνηγορεί με το ότι καθοριστικό ρόλο στην περιοχή έχει η βροχόπτωση, που επηρεάζει τόσο την κατανάλωση όσο και την αναπλήρωση των αποθεμάτων. Η παρουσία αρνητικών υψομέτρων της στάθμης, δηλαδή κάτω από την στάθμη της θάλασσας και σε συνδυασμό με την κοντινή απόσταση από την θάλασσα (οι νοτιότερες γεωτρήσεις της περιοχής μελέτης απέχουν **4km**) πιθανός να δημιουργεί πρόβλημα

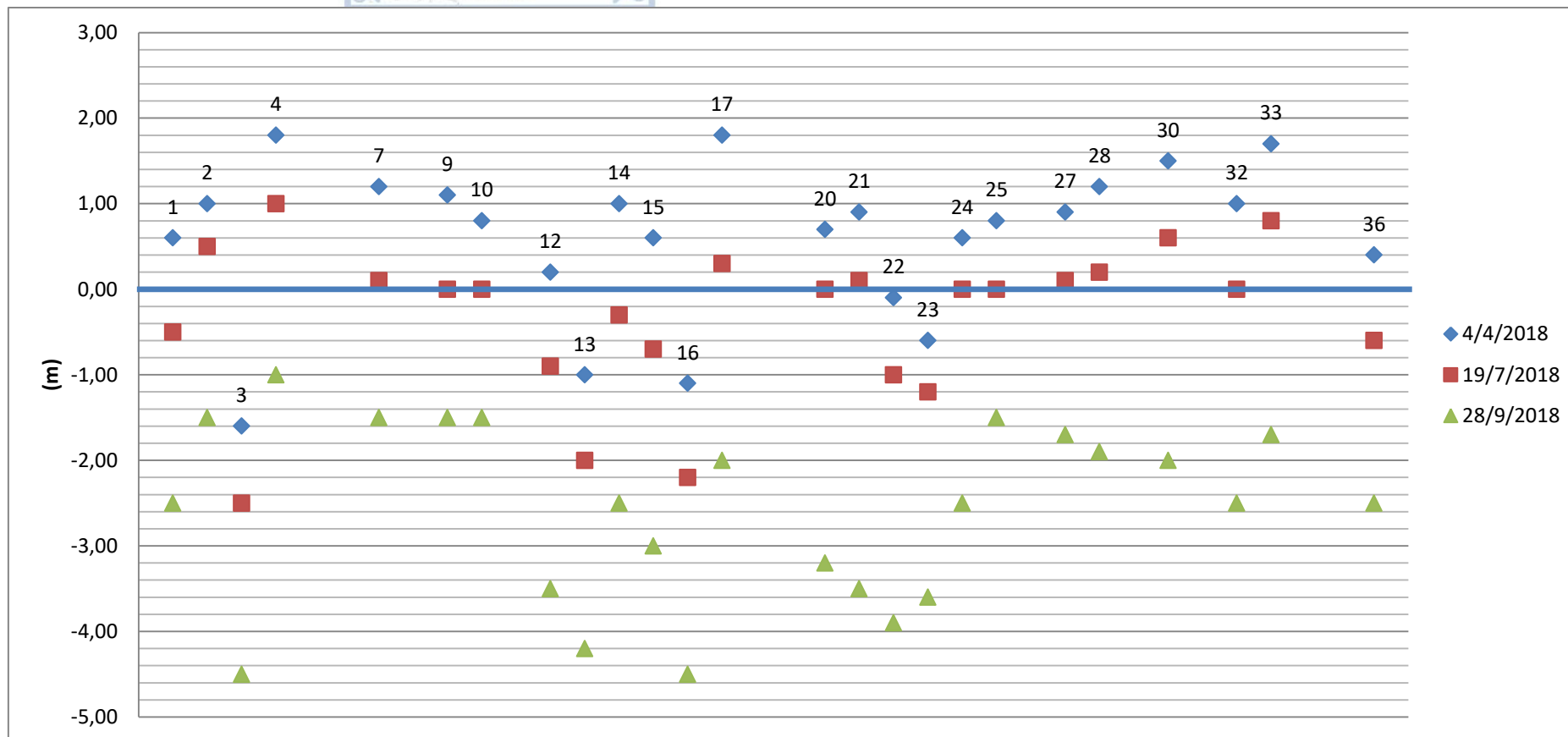
υφαλμύρινη στην περιοχή πράγμα που μαρτυρούν και οι μετρήσεις της ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Από τους πίνακες των στάθμεων των γεωτρήσεων παρατηρούμε τιμές αρνητικές καθ' όλη την διάρκεια του έτους, πράγμα που ενισχύει την παραπάνω υπόθεση. Μόνο η στάθμη της γεώτρηση 29 που σύμφωνα με το **Σχήμα 23** βρίσκεται στα ανατολικά του κάμπου της Ξυλαγανής σε μεγαλύτερο από τον μέσο όρο υψόμετρο της περιοχής, δεν ακολουθεί το μοτίβο των στάθμεων της περιοχή καθώς έχει ανορυχθεί επάνω στα κράσπεδα του Ισμάρου και η στρωματογραφία της στήλη έχει διαφορετική εικόνα από τις υπόλοιπες γεωτρήσεις, καθώς η υδροφορία βρίσκεται μέσα σε ασβεστόλιθους της Περιοδοπικής και όχι στα Πλειοπλειστοκαινικά ιζήματα. Η τελευταία χρησιμοποιείται για υδροδότηση του οικισμού της Ξυλαγανής και όχι για αρδευτικούς σκοπούς.

Σε σύγκριση με την εργασία των Πλιάκα Φ., Διαμαντή Ι., κ.ά. , 2004 για την περίοδο 1994-1997 και 2002-2003 για την περιοχή μελέτη παρατηρούμε την εποχιακή διακύμανση της στάθμης να είναι μεγαλύτερη, περίπου στα -4,5 μ., που μάλλον ενισχύει την άποψη για μικρότερη κατανάλωση νερού για αρδευτική χρήση σε συνδυασμό με την αυξημένη βροχόπτωση της περιόδου 2017-18.

Στους πιεζομετρικούς χάρτες, **Σχήματα 25 - 29**, των επόμενων σελίδων παρατηρούνται οι κύριες γραμμές τροφοδοσίας στην περιοχή. Τα πρώτα δύο, δηλαδή τα **Σχήματα 25 και 26**, είναι προϊόντα προηγούμενων μελετών που έγινα στην περιοχή. Σύμφωνα με τους Πλιάκα Φ., Διαμαντή Ι., κ.ά., 2004 η τροφοδοσία των υπόγειων υδροφορέων γίνεται σε ένα βαθμό παράλληλα με του επιφανειακούς άξονες απορροής προς την θάλασσα καθώς και από την ορεινή περιοχή του Ισμάρου στα ΒΑ. Τα **Σχήματα 27 - 29** είναι προϊόντα από τα δεδομένα που συλλέχτηκαν και επεξεργάστηκαν με το λογισμικό Surfer 15, από τους χάρτες αυτούς υπάρχει έως ένα βαθμό ταύτιση με τα συμπεράσματα των Πλιάκα Φ., Διαμαντή Ι., κ.ά., 2004.

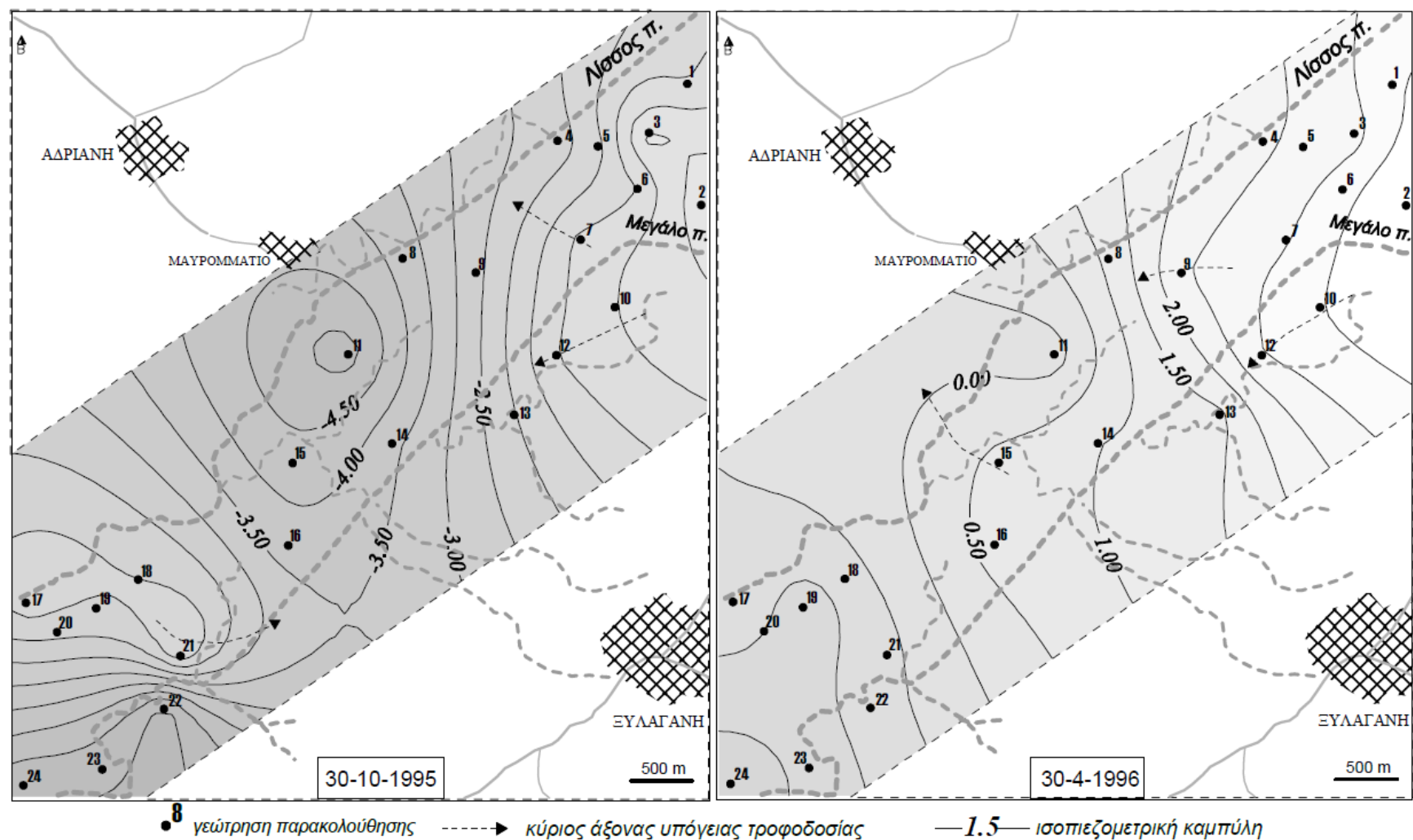


Σχήμα 23: Δορυφορική εικόνα με τις θέσεις των γεωτρήσεων στην περιοχή του κάμπου της Ξυλαγανής (Πηγή δορυφορικής εικόνας: **Google-Earth, 2018**)

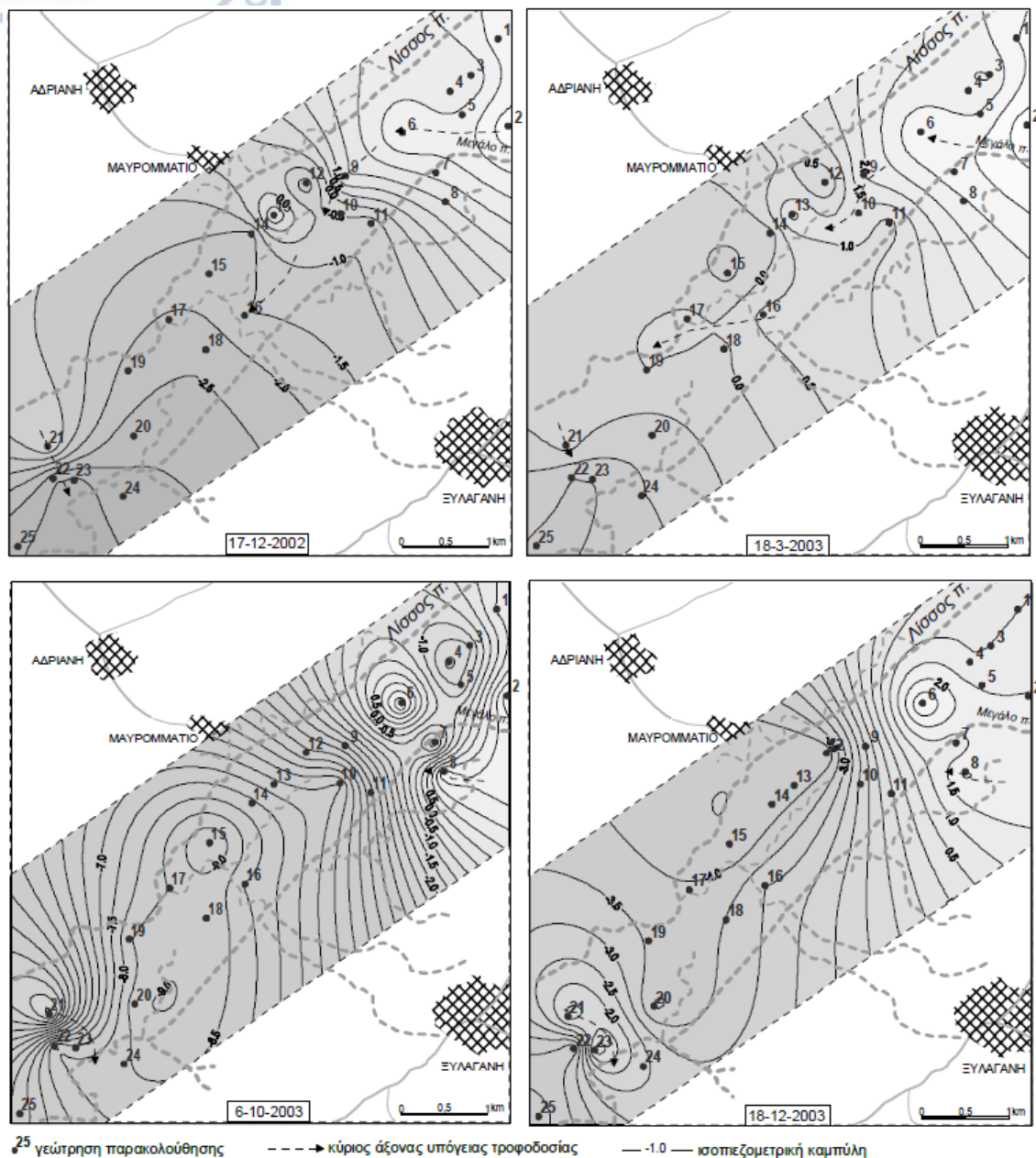


Σχήμα 24: Διακύμανση απόλυτων στάθμεων των γεωτρήσεων του Πίνακα 4 το έτος 2018,

Στο **Σχήμα 24** παρατηρούμε ότι οι απόλυτες στάθμες σταδιακά από την υγρή περίοδο στην ξηρή γίνονται στο σύνολο τους αρνητικές σε απόλυτο υψόμετρο, δηλαδή βρίσκονται κάτω από την στάθμη της θάλασσας.

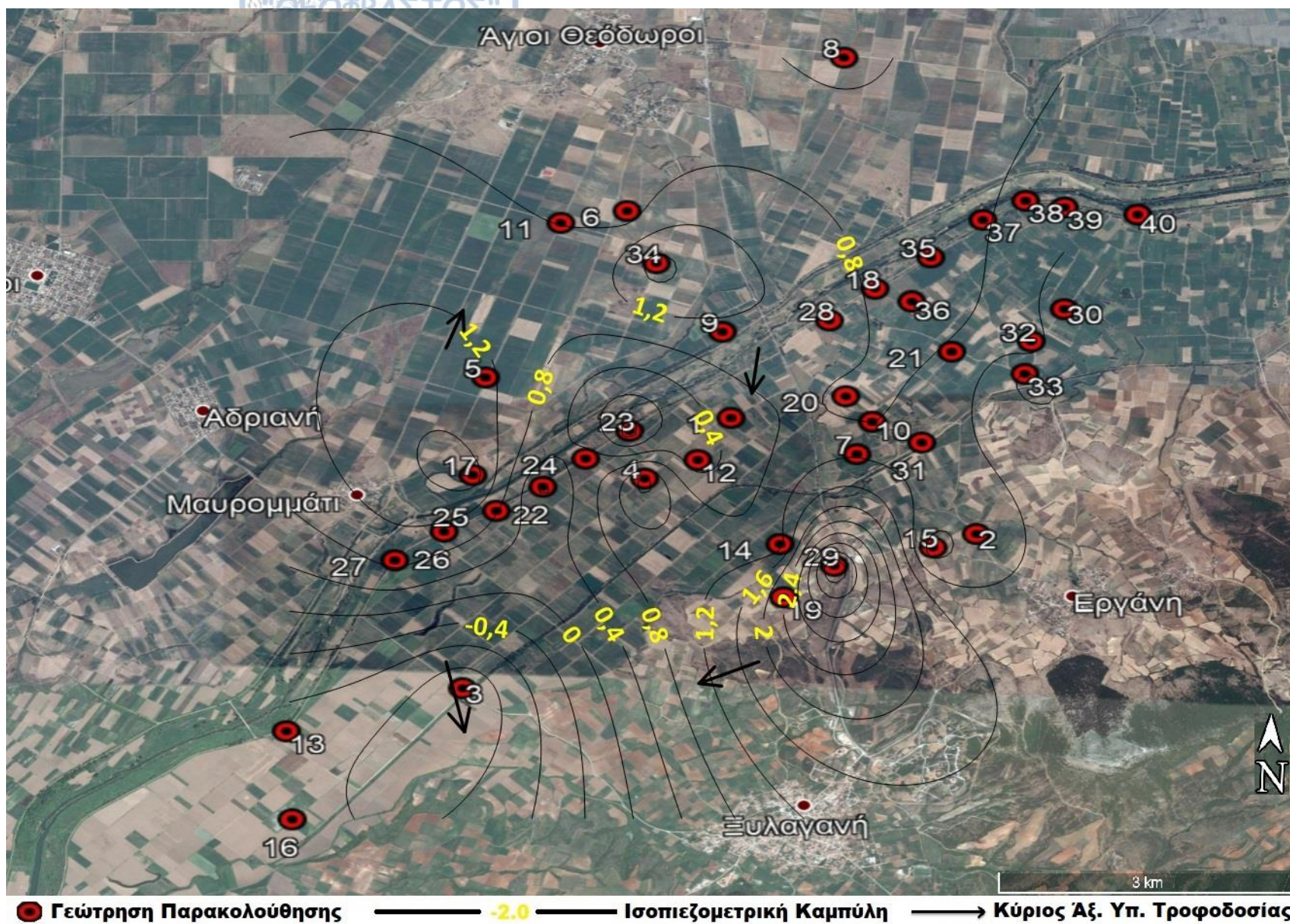


Σχήμα 25: Χάρτες κατανομής της πιεζομετρίας του κάμπου της Ευλαγανής των ετών 1995-96 (Πλιάκας κ.ά. , 2001 και Σακκάς κ.ά. , 1998)

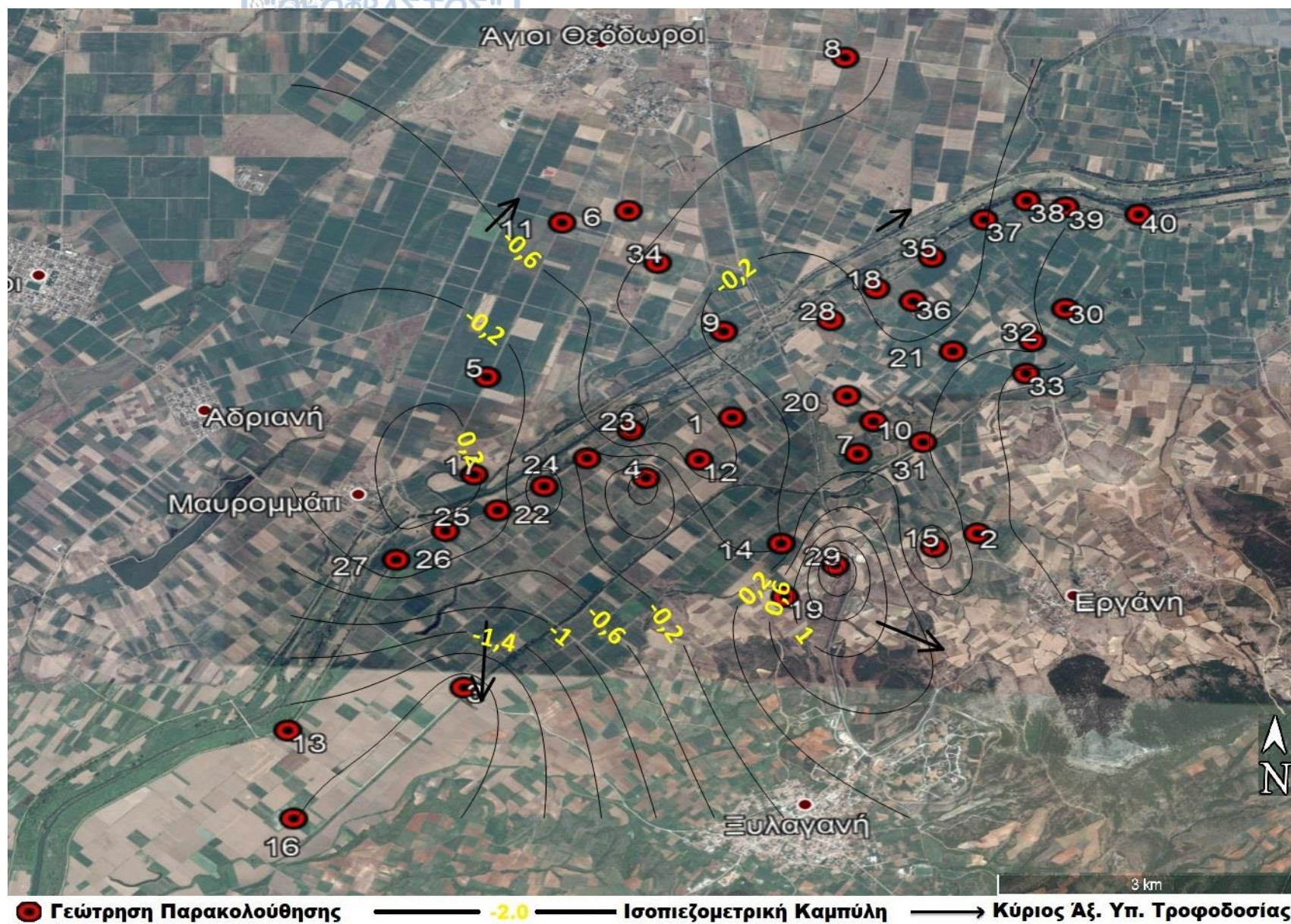


Σχήμα 26: Χάρτες κατανομής της πιεζομετρίας του κάμπου της Ευλαγανής 2002-03 (Πλιάκας Φ., Διαμαντής Ι., κ.ά. , 2004)

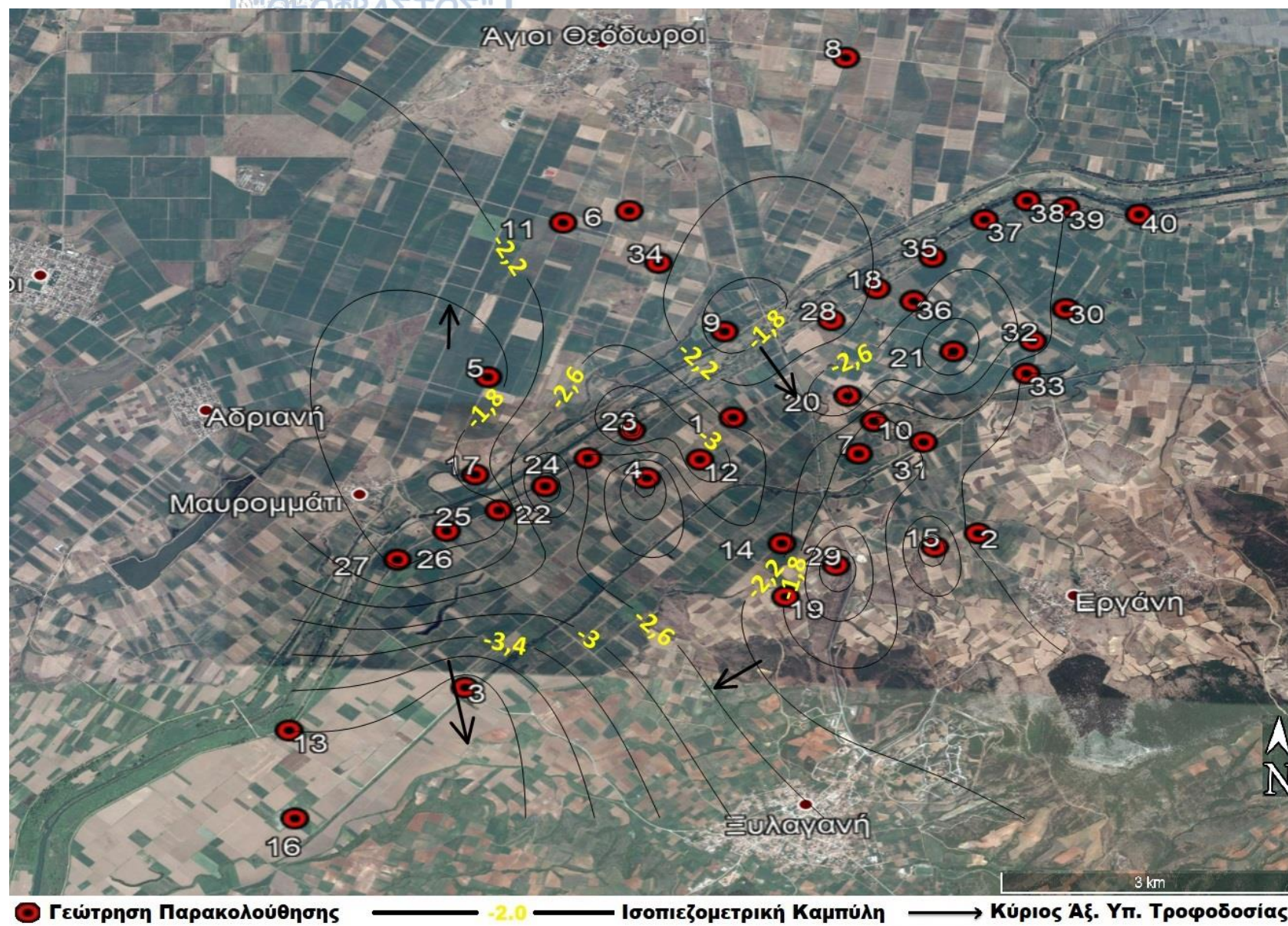
Αυτό που παρατηρούμε από τα τους χάρτες του **σχήματος 25 και 26** είναι μία μεγαλύτερη συγκέντρωση αρνητικών τιμών απόλυτης στάθμης στα νότια του οικισμού του Μαυροματίου. Οι τιμές τον Οκτώβριο του 2003 φτάνουν μέχρι και -8 μέτρα.



Σχήμα 27 : Χάρτες κατανομής της απόλυτης πιεζομετρίας του κάμπου της Ξυλαγανής Απρίλιος 2018 (Πηγή δορυφορικής εικόνας: Google-Earth, 2018)



Σχήμα 28: Χάρτης κατανομής της απόλυτης πιεζομετρίας του κάμπου της Ξυλαγανής του Ιουλίου 2018 (Πηγή δορυφορικής εικόνας: Google-Earth, 2018)



Σχήμα 29: Χάρτης κατανομής της απόλυτης πιεζομετρίας του κάμπου της Ξυλογανής του Σεπτεμβρίου 2018 (Πηγή δορυφορικής εικόνας: Google-Earth, 2018)

5. ΥΦΑΛΜΥΡΙΝΣΗ

Η υφαλμύρινη είναι ένα φαινόμενο το οποίο είναι έντονο στην Ελλάδα κυρίως λόγω του ότι υπάρχουν μεγάλες εμφανίσεις ανθρακικών πετρωμάτων σε παράκτιες περιοχές και σε συνδυασμό με την καρστικοποίηση τους δημιουργούνται συνθήκες εισχώρησης και ανάμειξης του θαλασσινού νερού με το γλυκό . Αλλά το πρόβλημα εντοπίζεται και σε περιοχές οι οποίες δεν έχουν καρστικά χαρακτηριστικά όπως η περιοχή μελέτης. Οι περιοχές οι οποίες εμφανίζουν αυτό το φαινόμενο έχουν το κοινό χαρακτηριστικό της αρνητικής πιεζομετρίας, δηλαδή η στάθμη του υπόγειου ορίζοντα είναι γενικά στο επίπεδο της θάλασσας αλλά και κάτω από αυτό. Σε συνδυασμό με την υπεράντληση, η οποία εντείνει την αρνητική πιεζομετρία, επεκτείνει την διείσδυση του θαλασσινού νερού στο εσωτερικό των λεκανών μακριά από την ακτογραμμή.

Αυτό που ευνοεί την υφαλμύρινη στην περιοχή του κάμπου της Ξυλαγανής είναι το ήπιο ανάγλυφο και τα πολύ μικρά υψόμετρα με επακόλουθο τις αρνητικές τιμές της πιεζομετρίας. Σύμφωνα με Πλίακα, Διαμαντή, κ.ά., 2004, η είσοδος του θαλασσινού νερού στο υπόγειο νερό γίνεται πιθανά μέσω του ποταμού του Φιλιουρή. Αυτό γίνεται στα κατάντη του ποταμού, στις εκβολές του στο Θρακικό πέλαγος, μέσω των χονδρόκοκκων υλικών που είναι μέρος των αργιλικών υλικών που κυριαρχούν στην περιοχή.

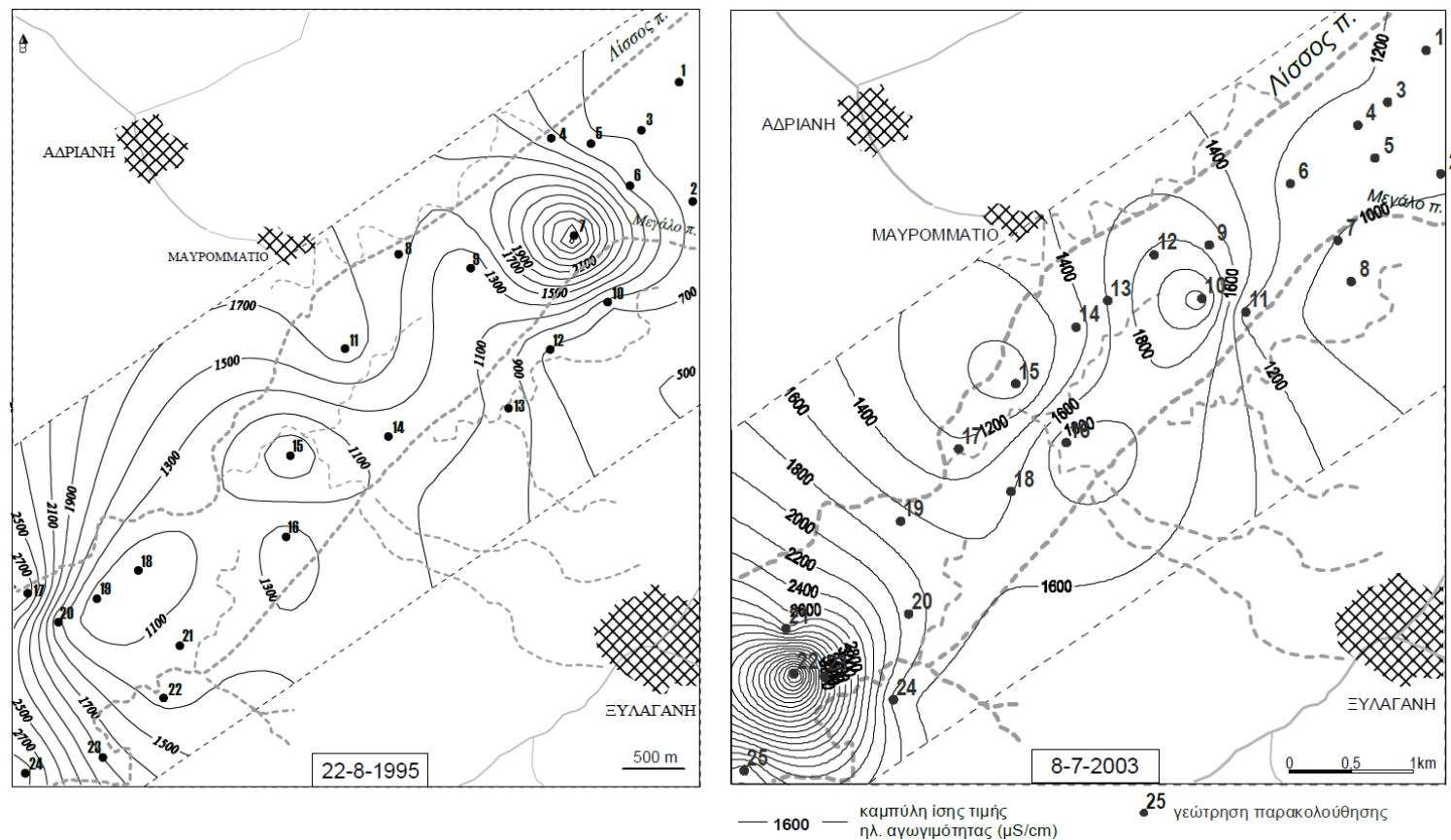
Οι μετρήσεις που παρουσιάζονται στον **πίνακα 6** που πραγματοποιήθηκαν τον Ιούλιο του 2018 εμφανίζουν τιμές γύρω από τις 2.100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ με τις υψηλότερες να εμφανίζονται στο νότιο τμήμα που είναι το αναμενόμενο, λόγω των αρνητικών στάθμεων. Σε αυτή την περιοχή παραιτούνται τιμές μέχρι και 6.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Στο Βοριοανατολικό τμήμα παρατηρούνται οι μικρότερες τιμές, γύρω στα 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$, που επιβεβαιώνουν την πλευρική τροφοδοσία από τον ορεινό όγκο του Ισμάρου.

Σε σύγκριση με τα συμπεράσματα και τα δεδομένα για την περιοχή των Πλίακα Φ., Διαμαντή Ι., κ.ά., 2004 για την περίοδο 1994-1997 και 2002-2003 (**Πίνακας 5**) υπάρχει επαλήθευση της τάσης για αύξηση της διείσδυσης της ζώνης υφαλμύρινης προς τα ενδότερα του κάμπου της Ξυλαγανής λόγω της υπεράντλησης.

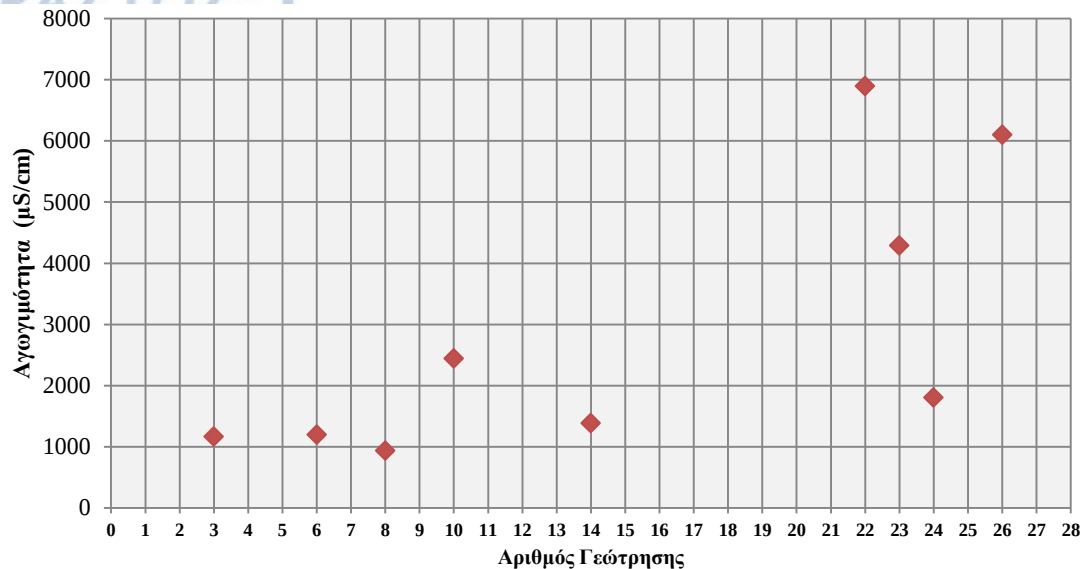
Πίνακας 5:

Τιμές ηλεκτρικής
αγωγιμότητας του Ιουλίου
2003 (Πλιάκας Φ.,
Διαμαντής Ι., κ.ά. , 2004)

No	Αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 8/7/03
3	1162
6	1197
8	933
10	2440
14	1384
22	6895
23	4290
24	1802
26	6100
M.O.	2911,44

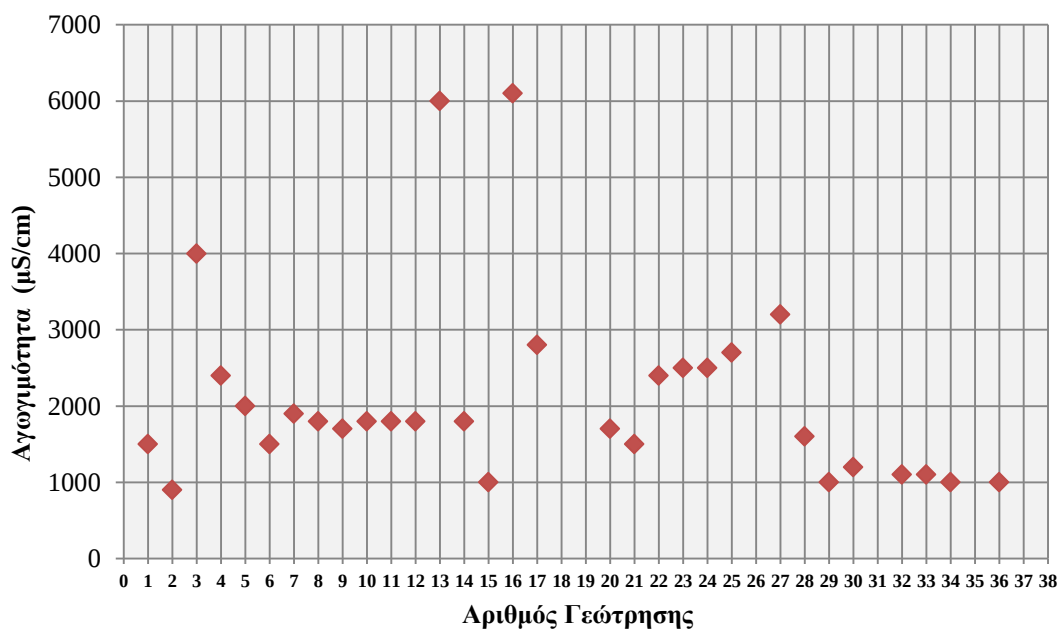


Σχήμα 30: Χάρτες κατανομής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των υδροφόρων στρωμάτων του κάμπου της Ξυλαγανής(22/8/1995 από Πλιάκας κ.ά. , 2001 και Σακκάς κ.ά. , 1998 & 8/7/2003 από Πλιάκας Φ., Διαμαντής Ι., κ.ά. , 2004)



Σχήμα 31: Τιμές της Αγωγιμότητας των γεωτρήσεων του πίνακα 8 στις 8/7/2003

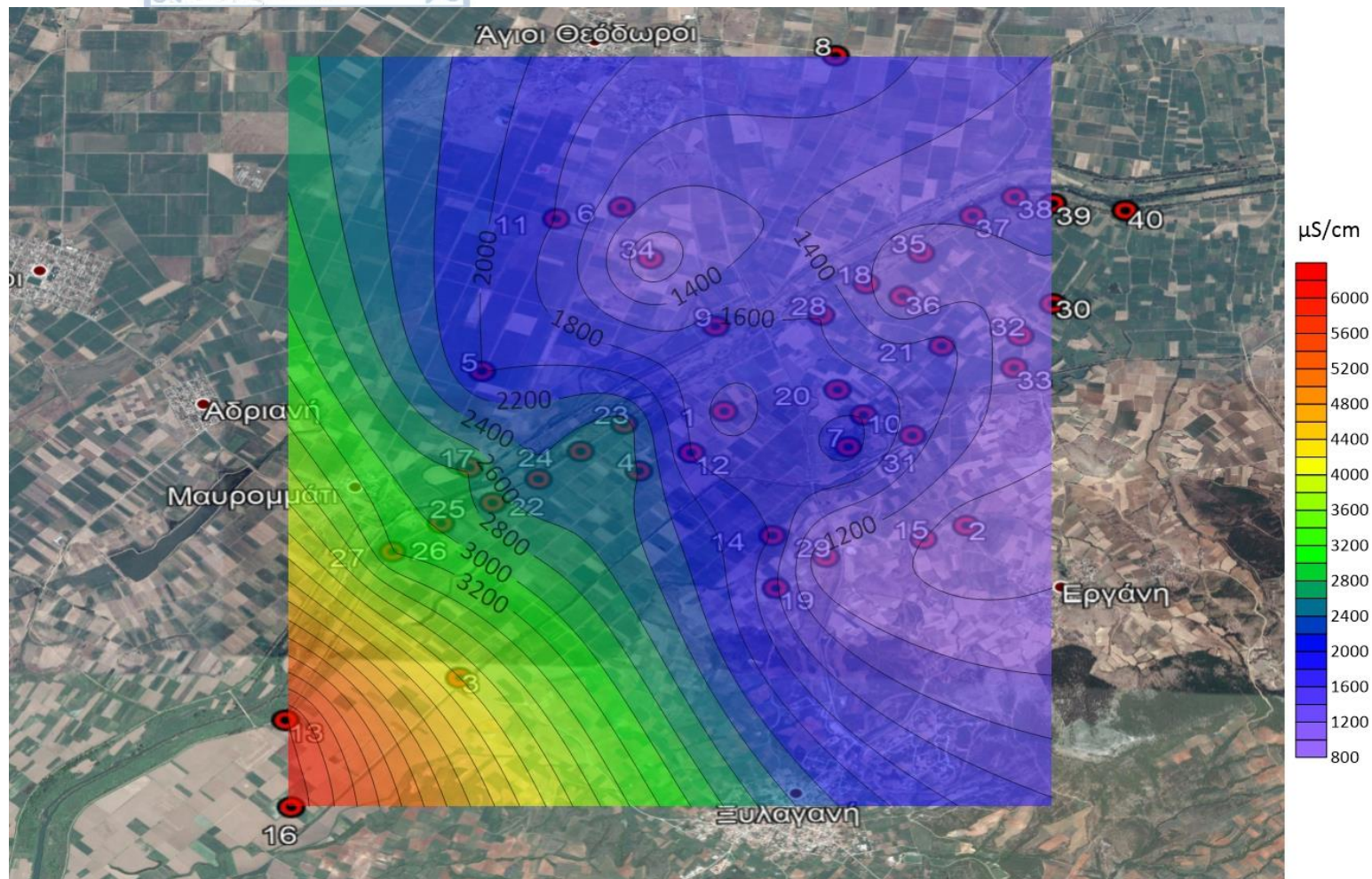
Η αρίθμηση των γεωτρήσεων στα σχήματα δεν είναι η ίδια καθώς πρόκειται για δεδομένα που προέρχονται από δύο διαφορετικές μελέτες, η πρώτη των Πλιάκα Φ., Διαμαντή Ι., κ.ά. , 2004 και η δεύτερη είναι η παρούσα . Η αντιστοίχιση των γεωτρήσεων μπορεί να γίνει μόνο μέσω των **Σχημάτων 30 & 33** καθώς και τα δύο σχήματα παρουσιάζουν τους χάρτες της ηλεκτρικής αγωγιμότητας για διαφορετικές χρονικές περιόδους. Ενδεικτικά, και σε συνάρτηση των τιμών των **Σχημάτων 31 & 32**, η περιοχή των γεωτρήσεων 22, 23 & 26 του **Σχήματος 30** ταυτίζεται με την περιοχή των γεωτρήσεων 3,13,16 του **Σχήματος 33**.



Σχήμα 32: Τιμές της Αγωγιμότητας των γεωτρήσεων του πίνακα 9 στις 19/7/2018

Πίνακας 6: Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας του Ιουλίου 2018

No	Αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$) 19/7/18
1	1500
3	4000
4	2400
5	2000
7	1900
12	1800
13	6000
16	6100
17	2800
22	2400
23	2500
24	2500
25	2700
27	3200
M.O.	2985,71



Σχήμα 33: Χάρτες κατανομής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας των υδροφόρων στρωμάτων του κάμπου της Ξυλαγανής τον Ιούλιο του 2018 (Πηγή δορυφορικής εικόνας: Google-Earth, 2018)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Ο κάμπος της Ξυλαγανής είναι τμήμα της λεκάνης της Ροδόπης. Γεωγραφικά ανήκει στον νομό Ροδόπης καταλαμβάνοντας την νοτιοανατολική πεδινή περιοχή του, με όριο το όρος του Ισμάρου. Η περιοχή εκτείνεται στα 30 km² με συνολικό μήκος της περιμέτρου 23 km. Το μέγιστο μήκος της είναι 10 km και μέγιστο πλάτος τα 4 km. Το ανάγλυφο της περιοχής είναι ήπιο χωρίς μεγάλη κλίση και δεν παρατηρούνται έντονες εξάρσεις του εδάφους
- Ο Λίσσος ή Φιλιουρής που διαρρέει την περιοχή αποτελεί τον μοναδικό ποταμό της περιοχής και αποτελεί τον άξονα στον οποίο εκατέρωθεν του αναπτύσσεται ο κάμπος της Ξυλαγανής. Η διεύθυνσή του είναι ΒΑ – ΝΔ και έχει τις εκβολές του στο Θρακικό πέλαγος.
- Η ευρύτερη περιοχή της Ξυλαγανής ανήκει γεωτεκτονικά στην Περιοδοπική και συγκεκριμένα στην υποενότητα Μάκρης. Ο κάμπος της Ξυλαγανής είναι το ανατολικό τμήμα του Τριτογενούς βυθίσματος της Βιστωνίδας. Υπόβαθρο της περιοχής είναι οι ιζηματογενείς αποθέσεις του Παλαιογενούς, όπου σύμφωνα με Burchfiel et al., 2003, Christodoulou, 1958, Kopp, 1965 έχουν πάχος μέχρι και 5 χιλιόμετρα. Επάνω σε αυτό το ιζηματογενές υπόβαθρο του Παλαιογενούς βρίσκονται οι Διλουβιακές αποθέσεις Τεταρτογενούς (άμμοι, χαλίκια, κροκάλες, άργιλοι, ασβεστιτικά συγκρίματα και μικροί ασβεστιτικοί ορίζοντες) πάχους 50 – 80 μέτρα όπου σε αυτές αναπτύσσονται οι υδροφορίες της περιοχής.
- Η τεκτονική της περιοχής συνδέεται με ευρύτερη τεκτονική του τεκτονικού βυθίσματος της Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης το οποίο έχει γενική διεύθυνση Β-N έως ΒΔ-ΝΑ
- Ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων στην περιοχή έρευνας είναι άμεσα και έμμεσα συνδεδεμένος με το ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων. Άμεσα μέσω της κατείσδυσης τους από την επιφάνεια της λεκάνης και έμμεσα μέσω της αύξησης της παροχής του ποταμού Λίσσου ο οποίος εμπλουτίζει πλευρικά τα υδροφόρα στρώματα στα ανάντη του κάμπου της Ξυλαγανής σύμφωνα με τους Πλιάκα Φ., Διαμαντή Ι., κ.α, 2004
- Η κατανάλωση του νερού πηγαίνει κατά 97% για αγροτική χρήση, κυρίως άρδευση και το υπόλοιπο 3% για ύδρευση.
- Η διεύθυνση της υπόγειας ροής των νερών είναι Ν-ΝΑ και ακολουθεί σε γενικές γραμμές τον ρου του ποταμού Φιλιουρή. Στην προέκταση της υδρολογικής λεκάνης



του κάμπου της Ξυλαγανής Νότια δηλαδή προς την θάλασσα οι στάθμες των υπόγειων υδροφοριών είναι σε γενικές γραμμές αρνητικές σε απόλυτο υψόμετρο

- Η παρουσία αρνητικών υψομέτρων της στάθμης, δηλαδή κάτω από την στάθμη της θάλασσας και σε συνδυασμό με την κοντινή απόσταση από την θάλασσα (οι νοτιότερες γεωτρήσεις της περιοχής μελέτης απέχουν **4km**) πιθανός να δημιουργεί πρόβλημα υφαλμύριση στην περιοχή πράγμα που μαρτυρούν και οι μετρήσεις της ηλεκτρικής αγωγιμότητας
- Σε σύγκριση με τα συμπεράσματα και τα δεδομένα για την περιοχή των Πλίακα Φ., Διαμαντή Ι., κ.ά. ,2004 για την περίοδο 1994-1997 και 2002-2003 υπάρχει επαλήθευση της τάσης για αύξηση της διείσδυσης της υφαλμύρισης προς τα ενδότερα του κάμπου της Ξυλαγανής λόγω της υπεράντλησης

- Δελημάνη Π., Ξειδάκης Γ. Σ., **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ**, Πρακτικά του 6ου Πανελλήνιου Γεωγραφικού Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, Τόμος II, Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2002
- Διαδριατικός Αγωγός – **TAP ENIAIA MEΛETH ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ (ΜΠΚΕ) ΕΛΛΑΔΑΣ, ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6, ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ, ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ**
- Ειδική Γραμματεία Υδάτων, **ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΤΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΘΡΑΚΗΣ, ΣΤΑΔΙΟ Ι 1η ΦΑΣΗ – ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ**, Μάρτιος 2017
- Καλλιωρας Ανδρέας, 2008, **ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΕ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥΣ ΠΟΥ ΥΠΟΚΕΙΝΤΑΙ ΣΕ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΔΥΤΙΚΟΥ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΡΟΔΟΠΗΣ**, ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ, Ξάνθη 2008
- Μέλφος Β., Βαβελίδης Μ., Φιλιππίδης Α., Χριστοφίδης Γ., Ευαγγέλου Ε., 1992, **"FRAMBOIDAL" ΣΙΔΗΡΟΠΥΡΙΤΗΣ ΣΤΗ ΜΕΤ ΑΛΛΟΦΟΡΙΑ Fe-Cu-(Zn-Pb-Au) ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΞΥΛΑΓΑΝΗΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΡΟΔΟΠΗΣ (ΘΡΑΚΗ)**, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας τομ. XXVIII/2, 407-415, 1992, Πρακτικά 6^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου, Αθήνα, Μάιος 1993
- Μελφος Ι. Βασίλειος, 1995 **ΕΡΕΥΝΑ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΥΓΕΝΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΡΟΔΟΠΙΚΗ ΖΩΝΗ ΤΗΣ ΘΡΑΚΗΣ**, ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1995

- Μουντράκης Μ. Δημοσθένης, 2010 **ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ**. University Studio Press
- Νταρλαγιάννης Δ., Βαβελίδης Μ., Αρίκας Κ., Μέλφος Β., Goetz D., 2002, **ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΕΩΧΗΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΠΟΤΑΜΩΝ ΣΑΠΟΡΕΜΑ ΚΑΙ ΦΙΛΙΟΥΡΗ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΑΠΩΝ – ΞΥΛΑΓΑΝΗΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΡΟΔΟΠΗΣ**, Πρακτικά του 6ου Πανελλήνιου Γεωγραφικού Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωγραφικής Εταιρείας, Τόμος II, Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2002
- Πεταλάς Χ., Πανιλάς Σ., Διαμαντής Ι., Πλιάκας Φ., 2004, **ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΔΥΟ ΥΔΡΟΦΟΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟ ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΗ ΜΑΖΑ ΤΗΣ ΡΟΔΟΠΗΣ**, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας τομ. XXXIV/5, 1913-1922, 2001 Πρακτικά 9^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2001
- Πλιάκας Φ., Διαμαντής Ι., Καλλιώρας Α., Πεταλάς Χ., 2004, **ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΥΦΑΛΜΥΡΙΝΣΗΣ ΣΕ ΠΕΔΙΝΟ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ Ν. ΡΟΔΟΠΗΣ**, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας τομ. XXXVI, 2004 Πρακτικά 10^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου, Θεσ/νίκη, Απρίλιος 2004
- Πλιάκας Φ., Διαμαντής Ι., Πεταλάς Χ., Πανιλάς Σ., 2004, **ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΟΡΕΩΝ ΠΕΔΙΝΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ Ν. ΡΟΔΟΠΗΣ ΣΤΗ ΘΡΑΚΗ. ΜΙΑ ΠΡΩΤΗ ΠΡΟΓΓΙΣΗ**, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας τομ. XXXIV/5, 1913-1922, 2001 Πρακτικά 9^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2001
- Πλιάκας Φ., Μουζαλιότης Α., Καλλιώρας Α., Διαμαντής Ι., 2007, **HYDROGEOLOGICAL ASSESSMENT OF THE SALINIZATION PROBLEM OF XILAGANI-IMEROS AQUIFER SYSTEM IN SW PLAIN AREA OF RHODOPE PREFECTURE, GREECE**, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας τομ. XXXX, 2007 Πρακτικά 11^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου, Αθήνα, Μάιος 2007

- Delimani P. and Xeidaki G.S., 2005 **ENVIRONMENTAL PROBLEMS ON THE COASTAL ZONE OF EAST MACEDONIA-THRACE, GREECE**, Journal Γεωγραφίες: εξαμηνιαία έκδοση επιστημών του χώρου , Εξάντας, Vol. 9, 2005, Pp. 58-73
- Kilias AD., Vamvaka A., Falalakis G., Sfeikos A., Papadimitriou E., Gkarlaouni CH., Karakostas B., 2013, **THE MESOHELLENIC TROUGH AND THE PALEOGENE THRACE BASIN ON THE RHODOPE MASSIF, THEIR STRUCTURAL EVOLUTION AND GEOTECTONIC SIGNIFICANCE IN THE HELLENIDES**, Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας, τομ. XLVII , 2013, Πρακτικά 13ου Διεθνούς Συνεδρίου, Χανιά, Σεπτέμβριος 2013
- Mountrakis D.M. & Tranos M.D, 2004 **THE KAVALA-XANTHI-KOMOTINI FAULT (KXKF): ACOMPLICATED ACTIVE FAULT ZONE IN EASTERN MACEDONIA-THRACE (NORTHERN GREECE)**, 5th International Symposium On Eastern Mediterranean Geology Thessaloniki, Greece, 14-20 April 2004
- Robertson, A. H. F. & Mountrakis, D. (eds) 2006. **TECTONIC DEVELOPMENT OF THE EASTERN MEDITERRANEAN REGION**. Geological Society, London, Special Publications, 260, 649–670
- Stampolidis A., Tsokas G., Kiratzi A. And Pavlides S., 2007, **MAJOR TECTONIC STRUCTURES IN NORTH EASTERN GREECE DEDUCED FROM GEOPHYSICAL AND SEISMOLOGICAL DATA**, Bulletin Of The Geological Society Of Greece Vol XXXX, 2007 Proceedings Of The 11th International Congress, Athens, May 2007

Διαδίκτυο

- **GOOGLE EARTH**
- **Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών** - <http://www.noa.gr/>
- **Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ)** - <http://www.statistics.gr/>