



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ-ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ
ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΑΜΑΝΑΤΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ-ΠΑΡΘΕΝΑ

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΔΙΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ, ΔΥΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΞΙΟΥ,
Ν.ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2020



(λευκή σελίδα)



ΑΜΑΝΑΤΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ-ΠΑΡΘΕΝΑ

Φοιτήτρια τμήματος Γεωλογίας ΑΠΘ, ΑΕΜ:5223

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΔΙΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ, ΔΥΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΞΙΟΥ, Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας,
Τομέα Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και
Υδρογεωλογίας

Επιβλέπων

Κακλής Τριαντάφυλλος, Δρ. , (-ΕΔΙΠ-)



© Αμανατίδου Μαρία-Παρθένα, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, 2020

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΔΙΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑΣ,
ΔΥΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΞΙΟΥ, Ν.ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ – *Διπλωματική Εργασία*

© Amanatidou Maria-Parthena, School of Geology, Dept. of Applied Geology, 2020

All rights reserved.

HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS IN CHALKIDONA FIELD AREA,
WEST OF AXIOS RIVER, N. THESSALONIKI – *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

Εικόνα Εξωφύλλου: Wikipedia.org.....

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ



Περιεχόμενα Εικόνων.....	Σελ. 6
--------------------------	--------

Περιεχόμενα Πινάκων.....	Σελ. 8
--------------------------	--------

Περίληψη.....	Σελ. 10
---------------	---------

Abstract.....	Σελ. 11
---------------	---------

Εισαγωγή.....	Σελ. 12
---------------	---------

Κεφάλαιο 1^ο

1.1 Γεωγραφική θέση της περιοχής.....	Σελ. 13
---------------------------------------	---------

1.2 Γεωμορφολογική εξέλιξη.....	Σελ. 14
---------------------------------	---------

1.3 Λεκάνη απορροής του Αξιού	Σελ. 15
-------------------------------------	---------

1.4 Υδρογραφικό δίκτυο.....	Σελ. 20
-----------------------------	---------

1.5 Χρήσεις γης.....	Σελ. 22
----------------------	---------

1.6 Αγροτική ανάπτυξη.....	Σελ. 23
----------------------------	---------

1.7 Κλιματολογικά στοιχεία.....	Σελ. 27
---------------------------------	---------

1.8 Θερμοκρασία.....	Σελ. 28
----------------------	---------

1.9 Βροχοπτώσεις.....	Σελ. 30
-----------------------	---------

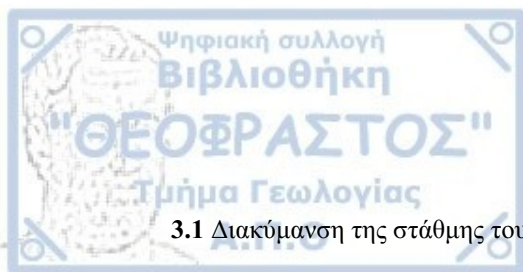
Κεφάλαιο 2^ο

2.1 Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής.....	Σελ. 35
--	---------

2.2 Υδροφόροι ορίζοντες.....	Σελ. 38
------------------------------	---------

2.3 Κάλυψη υδατικών αναγκών.....	Σελ. 40
----------------------------------	---------

Κεφάλαιο 3^ο



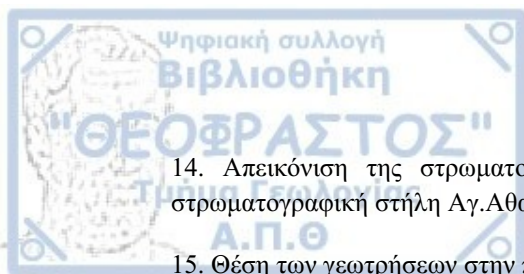
3.1 Διακύμανση της στάθμης του υπόγειου νερού.....	Σελ. 42
3.2 Πιεζομετρία περιοχής.....	Σελ. 69
3.3 Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας υπόγειου νερού.....	Σελ. 74

Κεφάλαιο 4^ο

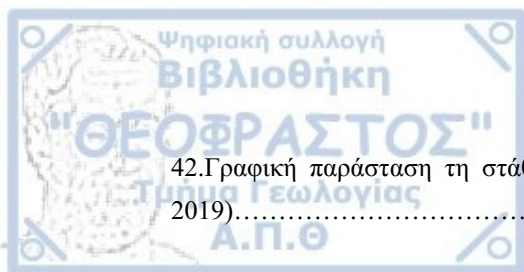
4.1 Συμπεράσματα.....	Σελ. 77
Βιβλιογραφία.....	Σελ. 78

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

1. Όρια του Νομού Θεσσαλονίκης.....	Σελ. 13
2. Βύθισμα Αλμωπίας-Τεφροειδής λεκάνη.....	Σελ. 14
3. Χάρτης με τις αλλαγές τις ακτογραμμής στον Θερμαϊκό Κόλπο.....	Σελ. 15
4. Απόσπασμα χάρτη όπου εμφανίζονται τα όρια της Λεκάνης Αξιού-Λουδία.....	Σελ. 17
5. Γεωμορφολογικός χάρτης συνολικής λεκάνης απορροής Αξιού ποταμού.....	Σελ. 18
6. Τοπογραφικός χάρτης της λεκάνης του ποταμού Αξιού και απεικόνιση δικτύου απορροής.....	Σελ. 19
7. Υδρολογική λεκάνη Αξιού.....	Σελ. 22
8. Χάρτης Χαλάστρας.....	Σελ. 27
9. Συγκριτική παρουσίαση διακύμανσης μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας Μ.Σ.Χαλκηδόνας και Μ.Σ.Χαλάστρας (1980-2009).....	Σελ. 30
10. Συγκριτική παρουσίαση ύψους μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης σε mm της Ν.Χαλκηδόνας και της Χαλάστρας (1973-2009).....	Σελ. 32
11. Διακύμανση του μέσου όρου μέγιστων και ελάχιστων τιμών θερμοκρασίας Ν.Χαλκηδόνας και Χαλάστρας κατά τη διάρκεια του έτους 2009.....	Σελ. 32
12. Συγκριτική παρουσίασης της βροχόπτωσης και της θερμοκρασίας του Ν.Χαλκηδόνας.....	Σελ. 34
13. Απεικόνιση της ζώνης Αξιού και της γειτνίασης της με τις ζώνες Σερβομακεδονική και Πελαγονική.....	Σελ. 37



14. Απεικόνιση της στρωματογραφικής στήλης της Χαλκηδόνας και σύγκριση με την στρωματογραφική στήλη Αγ.Αθανασίου.....	Σελ. 37
15. Θέση των γεωτρήσεων στην περιοχή της Χαλκηδόνας.....	Σελ. 38
16. Καταμερισμός παροχής υδάτων.....	Σελ. 40
17. Δίκτυο γεωτρήσεων.....	Σελ. 41
18. Απεικόνιση των γεωτρήσεων της Χαλκηδόνας.....	Σελ. 43
19. Θέση της γεώτρησης Φ51.....	Σελ. 47
20. Λιθολογική τομή της γεώτρησης Φ51.....	Σελ. 48
21. Θέση της γεώτρησης Φ53.....	Σελ. 49
22.Λιθολογική τομή της Φ53.....	Σελ. 50
23. Θέση της γεώτρησης Φ54.....	Σελ. 51
24. Λιθολογική τομή και σωλήνωση της γεώτρησης Φ54.....	Σελ. 52
25. Θέση της γεώτρησης Φ55.....	Σελ. 53
26. Λιθολογική τομή και σωλήνωση της γεώτρησης Φ55.....	Σελ. 54
27. Θέση της γεώτρησης Φ58.....	Σελ. 55
28. Λιθολογική τομή της γεώτρησης Φ58.....	Σελ. 56
29. Θέση της γεώτρησης Φ58Α.....	Σελ. 57
30. Λιθολογική τομή και σωλήνωση της γεώτρησης Φ58Α.....	Σελ. 58
31. Θέση της γεώτρησης Φ60.....	Σελ. 59
32. Λιθολογική τομή και σωλήνωση της γεώτρησης Φ60.....	Σελ. 60
33. Θέση της γεώτρησης Φ60Β.....	Σελ. 61
34. Λιθολογική τομή της γεώτρησης Φ60Β.....	Σελ. 62
35. Θέση της γεώτρησης Φ62.....	Σελ. 63
36. Λιθολογική τομή της γεώτρησης Φ62.....	Σελ. 64
37. Θέση της γεώτρησης Φ62Ν.....	Σελ. 65
38. Λιθολογική τομή της γεώτρησης Φ62Ν.....	Σελ. 66
39. Θέση της γεώτρησης Φ66.....	Σελ. 67
40. Λιθολογική τομή της γεώτρησης Φ66.....	Σελ. 68
41.Γραφική παράσταση της στάθμης ηρεμίας των γεωτρήσεων σε απόλυτο υψόμετρο (Νοέμβριος 2018).....	Σελ. 70



42.Γραφική παράσταση τη στάθμης ηρεμίας των γεωτρήσεων σε απόλυτο υψόμετρο (Μάιος 2019).....	Σελ. 70
43.Πιεζομετρικός χάρτης στάθμης υπόγειου νερού, Νοέμβριος 2018	Σελ. 72
44.Πιεζομετρικός χάρτης στάθμης υπόγειου νερού με ένδειξη της κατεύθυνσης ροής, Νοέμβριος 2018	Σελ. 72
45.Πιεζομετρικός χάρτης στάθμης υπόγειου νερού, Μάιος 2019.....	Σελ. 73
46.Πιεζομετρικός χάρτης στάθμης υπόγειου νερού με ένδειξη της κατεύθυνσης ροής, Μάιος 2019.....	Σελ. 73
47.Ηλεκτρικό Αγωγιμόμετρο.....	Σελ.75

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

1. Πραγματική εξατμισιοδιαπνοή (ETc) σε mm για κάθε καλλιέργεια του κάθε ΤΟΕΒ για το έτος 2002.....	Σελ. 24
2. Συνολικές ανάγκες σε m ³ αρδευτικού νερού για κάθε καλλιέργεια για ΤΟΕΒ της Χαλκηδόνας την καλλιεργητική περίοδο 2002.....	Σελ. 25
3.Εκτάσεις των αρδευόμενων καλλιεργειών σε στρέμματα για την καλλιεργητική περίοδο 2002.....	Σελ. 26
4. Συντεταγμένες και υψόμετρα των θέσεων των Μετεωρολογικών Σταθμών της Ν.Χαλκηδόνας και της Χαλάστρας.....	Σελ. 28
5. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της Ν.Χαλκηδόνας (°C) (1973-2009).....	Σελ. 29
6. Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις στη Ν.Χαλκηδόνα και στη Χαλάστρα (mm) (1973-2009).....	Σελ. 31
7.Θερμοκρασία-Βροχόπτωση Ν.Χαλκηδόνας από τον μετεωρολογικό σταθμό της Καρυώτισσας (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών).....	Σελ. 33
8. Συντεταγμένες γεωτρήσεων (ΕΓΣΑ 87).....	Σελ. 44
9.Μετρήσεις στάθμης γεωτρήσεων στην περιοχή της Χαλκηδόνας(19-11-2018).....	Σελ. 45
10. Μετρήσεις στάθμης γεωτρήσεων στην περιοχή της Χαλκηδόνας(25-5-2019).....	Σελ. 46
11. Μέση ηλεκτρική αγωγιμότητα (μS/cm), για τα έτη 2001-2011.....	Σελ. 74
12.Μετρήσεις με ηλεκτρικό αγωγιμόμετρο(μS/cm) , (Μάιος 2019).....	Σελ. 75



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά την πεδινή περιοχή της Χαλκηδόνας, που βρίσκεται στο Νομό Θεσσαλονίκης, και πιο συγκεκριμένα στο δυτικό τμήμα του ποταμού Αξιού. Βασικός στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι η ανάλυση των

υδρογεωλογικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή δυτικά του ποταμού Αξιού. Από άποψη γεωτεκτονικής, η περιοχή μελέτης ανήκει στο ύψωμα του Πάϊκου, και γενικότερα στη ζώνη του Αξιού. Το είδος των σχηματισμών που καλύπτει την περιοχή είναι τεταρτογενής λεπτόκοκκη άμμος, αμμούχος πηλός, πηλός, κροκάλες και πιο λεπτομερή υλικά που συνδυάζουν άργιλο και άμμο. Σημαντική είναι η ύπαρξη των υδροφόρων οριζόντων που διατάσσονται σε ένα επάλληλο σύστημα και εντοπίζονται εντός των τεταρτογενών αποθέσεων. Όλες οι πληροφορίες συνδυάστηκαν με τον εντοπισμό των ισχυόντων κλιματολογικών και μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής με βάση μετρήσεις κοντινών μετεωρολογικών σταθμών στην περιοχή της Χαλκηδόνας και της Χαλάστρας. Σημαντικό τμήμα της μελέτης ανήκει στη διερεύνηση και την ανάλυση της κάλυψης των υδατικών αναγκών και τις χρήσεις γης της περιοχής, με βάση το πρόγραμμα CORINELANDCOVER 2000. Ακολούθησε η εύρεση των συντεταγμένων 10 γεωτρήσεων της Εταιρείας Ύδρευσης και Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης (ΕΥΑΘ), στην περιοχή. Προκειμένου να επιτευχθεί η μελέτη της στάθμης του υπόγειου νερού με βάση δεδομένων των γεωτρήσεων, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα προηγούμενων ετών (2009), καθώς επίσης έγιναν και δύο επιπλέον μετρήσεις, κατά τα πρόσφατα έτη. Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του έτους 2018, ενώ η δεύτερη κατά τον Μάιο του επόμενου έτους, δηλαδή το 2019. Πιο συγκεκριμένα, οι γεωτρήσεις στις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ήταν οι: Φ51, Φ52, Φ53, Φ54, Φ55, Φ58, Φ58Α, Φ60Α, Φ60Β και Φ66. Στη συνέχεια, κατασκευάστηκαν σχετικοί πιεζομετρικοί χάρτες με τη χρήση των προγραμμάτων Surfer και Q-Gis. Εν τέλει, μελετήθηκε αναλυτικά η ποιότητα του υπόγειου νερού της περιοχής και πραγματοποιήθηκε η σύγκριση της ξηρής (15 Σεπτεμβρίου-15 Οκτωβρίου), με την υγρή περίοδο (15 Απριλίου- 15 Μαΐου). Όλες οι στάθμες μελετώνται από την επιφάνεια της θάλασσας, όπου είναι το απόλυτο υψόμετρο. Με βάση τα δεδομένα των μετρήσεων κατά το Νοέμβριο του 2018 η ελάχιστη στάθμη ηρεμίας εντοπίζεται στη γεώτρηση F58Α και είναι στα 7,69m., ενώ η μέγιστη στη γεώτρηση F52 και είναι στα 19,29m. Τον Μάιο του επόμενου έτους, δηλαδή το 2019, η ελάχιστη στάθμη ηρεμίας είναι στα 7,95m και η μέγιστη στα 19,42m στις ίδιες αντίστοιχες γεωτρήσεις. Σε δυναμικές συνθήκες τα συμπεράσματα καταλήγουν στο γεγονός ότι τον Νοέμβριο του 2018 η ελάχιστη στάθμη εντοπίζεται στη γεώτρηση F60Β και είναι του ύψους των 35,38m, ενώ η μέγιστη στη γεώτρηση F53 στα 56,05m. Στη συνέχεια, το Μάιο του 2019 ελάχιστη δυναμική στάθμη εντοπίζεται στη γεώτρηση F54 στα 38,53 m. και αντίστοιχα η μέγιστη στην ίδια γεώτρηση με το Νοέμβριο, δηλαδή στη F53, στα 58,71m.

Λέξεις-Κλειδιά: Χαλκηδόνα, Αξιός, Υδρογεωλογικές Συνθήκες, Γεωτρήσεις, Υπόγειο Νερό

ABSTRACT

This dissertation Thesis took place in the lowland area of Chalkidona, which is part of the Prefecture of Thessaloniki, and more specifically in the western part of the river Axios. The main objective of this study is the analysis of hydrogeological conditions

prevailing to the west of the Axios river. Geotectonically, the study area belongs to the site of Paikos, and more generally to the zone of Axios. From a geological point of view, the type of formations covering the area are Quaternary fine-grained sand, sandy clay, clay, conglomerate sand more detailed materials that combine clay and sand. Important is the existence of aquifers arranged in a parallel system and located within the quaternary deposits. All the information was combined with the identification of the current climatic and meteorological data of the region based on measurements of nearby meteorological stations in the area of Chalkidona and Chalastra. An important part of the study belongs to the investigation and analysis of the coverage of water needs and land uses of the area, based on the CORINE LAND COVER 2000 program. This was followed by the depiction of 10 boreholes of the Thessaloniki Water and Sewerage Company (EYATH), in the area. In order to achieve the study of groundwater levels based on a database of boreholes, data from previous years (2009) were used, as well as two additional measurements were made with special instruments (station meters) in recent years. The first measurement was made in November 2018, and the second in May of the following year (2019). More specifically, the boreholes which the measurements were carried out were: F51, F52, F53, F54, F55, F58, F58A, F60A, F60B and F66. Relevant piezometric maps were then constructed using the Surfer and Q-Gis programs. At the end, the quality of the groundwater in the area was studied in detail and a comparison of dry season (15 September-15 October) with the wet season (15 April-15 May) was carried out. All levels are studied from the sea surface, where is the absolute altitude. Based on the data of the measurements in November 2018, the minimum level of water is located at borehole F58A and is at 7.69m., while the maximum at borehole F52 is at 19.29m. In May of the following year (2019), the minimum water level was 7.95m and the maximum at 19.42m in the same respective boreholes. In dynamic conditions the conclusions lead to the fact that in November 2018 the minimum level is found in borehole F60B and is of the height of 35.38m, while the maximum in borehole F53 at 56.05m. Then, in May 2019 a minimum dynamic level is found in borehole F54 at 38.53 m. and respectively the maximum in the same borehole as in November, in borehole F53, at 58.71m.

Key-words: Chalkidona, Axios River, Hydrogeological Conditions, Borehole, Groundwater

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως βασικό σκοπό τη μελέτη της στάθμης του υπόγειου νερού στο δυτικό τμήμα του ποταμού Αξιού και συγκεκριμένα στην πεδινή περιοχή της Χαλκηδόνας που βρίσκεται στο Νομό Θεσσαλονίκης. Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα της διπλωματικής

μου εργασίας, κύριο Κακλή Τριαντάφυλλο, Δρ. ΕΔΙΠ του Τμήματος Γεωλογίας του ΑΠΘ, για την ανάθεση αλλά και για τις σημαντικές πληροφορίες που μου παρέδωσε καθώς και την πολύτιμη καθοδήγηση, συνεργασία και στήριξη του, προκειμένου να ολοκληρωθεί η διπλωματική μου εργασία. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον υπεύθυνο Γεωλόγο της ΕΥΑΘ, κύριο Σπάχο Θωμά, για την παραχώρηση σημαντικού υλικού, την συνεισφορά του και τη βοήθεια του στην ολοκλήρωση των απαιτούμενων μετρήσεων. Θα ήθελα να εκφράσω ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την πολύτιμη στήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια. Τους ευχαριστώ και τους ευγνωμονώ. Έχοντας σκοπό να επιτευχθεί η όσο το δυνατότερο πιο επιστημονικά ορθή διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα προηγούμενων ετών (2009), καθώς επίσης έγιναν και δύο επιπλέον μετρήσεις κατά τα πρόσφατα έτη. Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε τον Νοέμβριο του έτους 2018, ενώ η δεύτερη κατά τον Μάιο του επόμενου έτους, (2019).

Προκειμένου να ολοκληρωθεί η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, εκτελέστηκαν οι ακόλουθες εργασίες :

- Συλλογή τεχνικών-λιθολογικών τομών από 10 γεωτρήσεις της περιοχής.
- Εύρεση συντεταγμένων των γεωτρήσεων με τη χρήση GPS (Global Positioning System).
- Μετρήσεις της στάθμης του υπόγειου νερού σε 10 γεωτρήσεις της περιοχής της Χαλκηδόνας.
- Χρήση των προγραμμάτων Microsoft Excel, Surfer, Log Plot, GIS, με σκοπό την ταξινόμηση και την βέλτιστη απεικόνιση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων.
- Εντοπισμός του πλησιέστερου στην περιοχή μετεωρολογικού σταθμού για την λήψη βροχομετρικών δεδομένων.
- Λήψη μετρήσεων με το ειδικό ηλεκτρικό αγωγιμόμετρο προκειμένου να ληφθούν δεδομένα ηλεκτρικής αγωγιμότητας.
- Μελέτη όλων των αποτελεσμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ1

1.1 Γεωγραφική θέση της περιοχής της Χαλκηδόνας

Η Χαλκηδόνα (ή αλλιώς Χαλκηδών) ανήκει στο Νομό Θεσσαλονίκης, αποτελώντας μία από τις κομοπόλεις του. Ο μόνιμος πληθυσμός της Χαλκηδόνας αποτελείται από 3.094 κατοίκους, σύμφωνα με τα στοιχεία της τελευταίας απογραφής του έτους 2011.

Έδρα του σημερινού δήμου είναι τα Κουφάλια. Τα χωρία τα οποία περιλαμβάνει είναι σε αριθμό 17 και συγκεκριμένα είναι: Κουφάλια, Πρόχωρα, Καστανά, Ακροπόταμος (πρώην δήμος Κουφαλίων), Χαλκηδόνα, Βαλτοχώρι, Ελεούσα, Μ. Μοναστήρι, Λουδίας, Αδενδρο, Παρθένιο (πρώην δήμος Χαλκηδόνας), Άγιος Αθανάσιος, Γέφυρα, Βαθύλακος, Μεσήμβρια, Αγχίαλος, Ξηροχώρι (πρώην δήμος Αγίου Αθανασίου).

Η Χαλκηδόνα βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα της Θεσσαλονίκης, συγκεκριμένα στη δυτική όχθη του ποταμού Αξιού, σε κοντινή απόσταση με τα όρια του νομού Πέλλας.

Μέχρι το έτος 1926, προκύπτουν ορισμένα ιστορικά στοιχεία, σύμφωνα με τα οποία, η περιοχή μελέτης έφερε την ονομασία «Γιάλετζικ». Η σημερινή ονομασία «Νέα Χαλκηδόνα» της δόθηκε με απόφαση της τότε κυβερνήσεως, αφότου οι Μικρασιάτες πρόσφυγες εγκαταστάθηκαν στην περιοχή.



Εικόνα 1: Όρια του Νομού Θεσσαλονίκη (E-GO, Ιστότοπος)

1.2 Γεωμορφολογική εξέλιξη

Σύμφωνα με τα ιστορικά δεδομένα, περίπου στο 500 π.Χ., το μεγαλύτερο μέρος της πεδιάδας της Κεντρικής Μακεδονίας καλυπτόταν από τη θάλασσα του Θερμαϊκού Κόλπου. Το 200 π.Χ., μετά από ηπειρωτικές κινήσεις του εδάφους και από τις προσχώσεις των ποταμών Αλιάκμονα, Αξιού και Εχέδωρου, τα νερά της θάλασσας υποχώρησαν και δημιουργήθηκε λιμνοθάλασσα. Μετά από 600 χρόνια, σταδιακά,

διαμορφώθηκε η λεγόμενη λίμνη του Λουδία ή των Γιαννιτσών, η οποία είχε ως μόνη διέξοδο των νερών της την κοίτη του ποταμού Λουδία (Κακλής, 2000).



Εικόνα 2: Μορφολογικός και χάρτης υδρογραφικού δικτύου περιοχής Κεντρικής Μακεδονίας (Βεράνης, 2008)

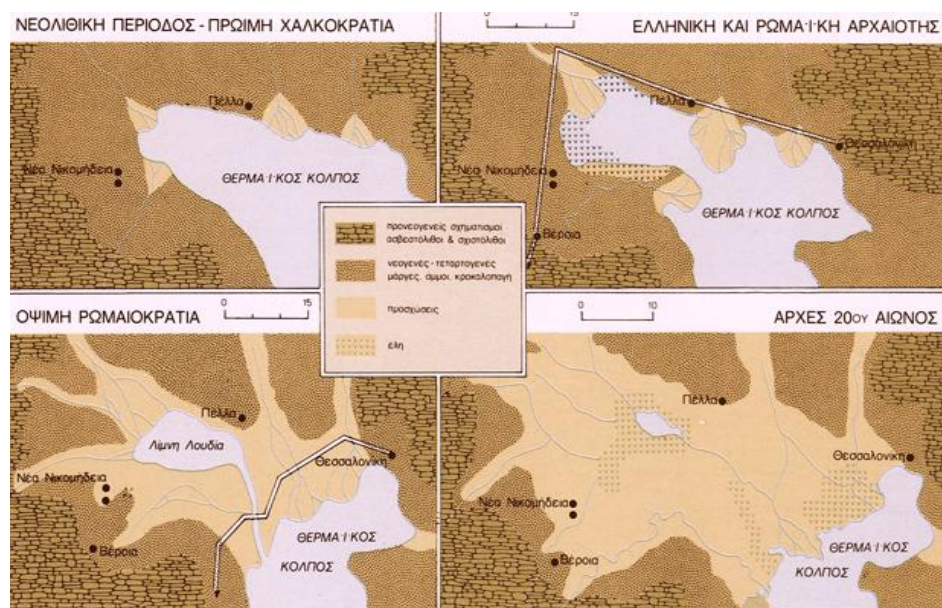
Μέχρι το έτος 1933, η λίμνη ή αλλιώς βάλτος της περιοχής των Γιαννιτσών κατείχε μεγάλη έκταση, εξαιτίας της τροφοδότησης που πραγματοποιούνταν από τους ποταμούς Μογλενίτσα στον Άνω Λουδία, τον ποταμό Βόδα στο Εδεσσαίο, την Αραπίτσα, τον Τριπόταμο, όπως καθώς επίσης και μικρότερα ρέματα του όρους Πάϊκου. Όσον αφορά το υψόμετρό της, αυτό φτάνει τα 5m, ενώ η συνολική έκτασή έφθανε τα 10 τετραγωνικά χιλιόμετρα.

Είναι γεγονός ότι στην μεγαλύτερη έκτασή της η λίμνη καλυπτόταν από ελώδη τέλματα, με μικρό βάθος, κάτι το οποίο έδινε τη δυνατότητα στους κατοίκους να κυκλοφορούν με τα πόδια στα όρια της λίμνης.

Κατά το έτος 1928, η περιοχή καλύπτονταν από πυκνή βλάστηση, κάτι το οποίο οδήγησε μεγάλο ποσοστό των μαθητών της περιοχής των Γιαννιτσών να νοσήσουν από ελονοσία. Οι κάτοικοι είχαν τη δυνατότητα να διασχίσουν τη λίμνη με ειδικά μέσα της εποχής, τα οποία καλούνταν "πλάβες", ενώ όσοι ασχολούνταν με την αλιεία είχαν δημιουργήσει ειδικές καλύβες ανάμεσα στα καλάμια της λίμνης προκειμένου να βοηθηθούν στην εργασία τους. Σημαντική πληροφορία είναι ότι κατά την διάρκεια του Μακεδονικού Αγώνα, οι καλύβες αυτές καταλήφθηκαν από τους Βούλγαρους.

Επίσης, η φήμη της λίμνης των Γιαννιτσών εκτείνεται και στο κομμάτι των Βαλκανικών πολέμων, καθώς σε αυτήν έλαβε χώρα η μάχη των Γιαννιτσών, μία από τις σημαντικότερες μάχες αυτού του ιστορικού γεγονότος, λόγω της στρατηγικής της θέσης.

Η αποξήρανση της λίμνης πραγματοποιήθηκε κατά το έτος 1936 και μετά το πέρας αυτής, 288.7 τετραγωνικά χιλιόμετρα καλλιεργήσιμης γης παραδόθηκαν σε όσους δεν κατείχαν εκτάσεις μέχρι τότε.



Εικόνα 3: Χάρτης με τις αλλαγές της ακτογραμμής στον Θερμαϊκό Κόλπο (Αρχαιολογικό Μουσείο Πέλλας, Ιστότοπος)

1.3 Λεκάνη απορροής του ποταμού Αξιού

Ο ποταμός Αξιός έχει λεκάνη απορροής που καταλαμβάνει έκταση 20.061 τετραγωνικών χιλιομέτρων, με μεγάλο τμήμα αυτής να βρίσκεται εντός της ΠΓΔΜ, με ποσοστό που αγγίζει το 80,04%, ενώ στην Ελλάδα έκταση 1,457 τετραγωνικών χιλιομέτρων.

Το τμήμα της λεκάνης απορροής του ποταμού Αξιού που ανήκει στον ελλαδικό χώρο χωρίζεται εν συνεχεία σε δύο υποτμήματα, τα οποία χωρίζονται από μία μεγάλης πυκνότητας σειρά λόφων.

Το βόρειο τμήμα της λεκάνης του Αξιού καλύπτεται από πεδιάδες, συνεχίζοντας το πεδινό τμήμα της ΠΓΔΜ στην περιοχή της Γευγελής. Πρόκειται για το πεδινό τμήμα Ευζώνων-Ειδομένης. Έπειτα, ακολουθούν τα στενά της Τσιγγάνας και αμέσως μετά στο ύψος Πολυκάστρου-Αξιούπολης ξεκινά το νότιο πεδινό τμήμα, το οποίο αποτελεί και το κύριο τμήμα της λεκάνης του Αξιού στο ελληνικό έδαφος.

Η ορεινή σειρά, που αποτελείται από λόφους, χωρίζει το βόρειο μικρό τμήμα από το νότιο βασικό τμήμα και αναπτύσσεται μεταξύ των παρυφών του Πάϊκου, δυτικά και των παρυφών ανατολικών ενοτήτων της ζώνης της Προπαιονίας. Από αξονική άποψη, διασχίζεται από τον ποταμό Αξιό.

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Αξιού ανήκει στην περιφέρεια κεντρικής Μακεδονίας. Οι υδρολογικές λεκάνες απορροής, τις οποίες περιλαμβάνει συγκαταλέγονται στους ποταμούς του Αξιού και του Λουδία. Η έκτασή της

καθορίζεται από τα σύνορα της Ελλάδας με την ΠΓΔΜ, ενώ αγγίζει το δυτικό τμήμα του Θερμαϊκού Κόλπου, μέχρι τις ακτές του υδρογραφικού δικτύου. Είναι γεγονός ότι η λεκάνη απορροής χαρακτηρίζεται από μια ήπια-πεδινή μορφολογία.

Ωστόσο, συγκαταλέγονται και υψηλά υψόμετρα, και συγκεκριμένα πάνω από 1000m στο βορειοδυτικό τμήμα του όρους Πάϊκο και στο βόρειο τμήμα, στο όρος Κερκίνη. Το μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης απορροής έχει υψόμετρο στα 180m, ενώ ποσοστιαία το 50% χαρακτηρίζεται από υψόμετρο κάτω από τα 100m, ενώ σε μεγαλύτερο ποσοστό του 75% το υψόμετρο δεν ξεπερνά τα 200m.

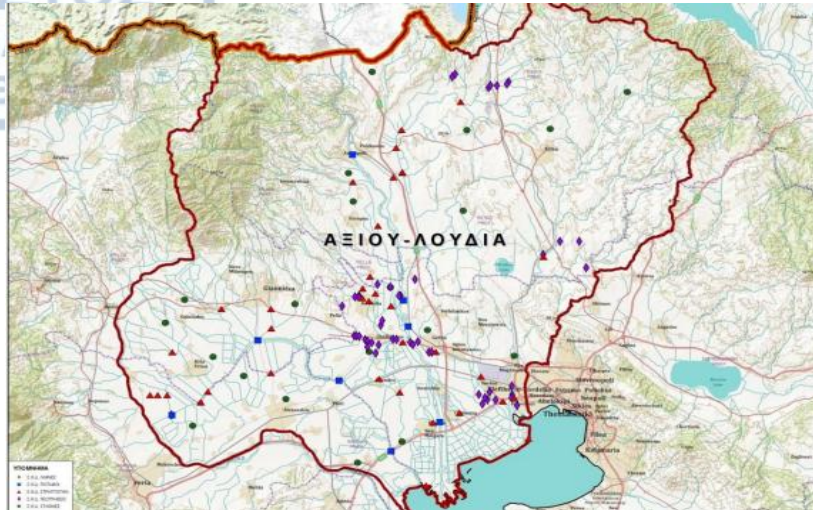
Όσον αφορά την προσφορά νερού της λεκάνης απορροής του Αξιού, αυτή φτάνει τα 4,4x . Σε αυτό το σύνολο, το ποσοστό των 0,8x έχουν προέλευση από τους ίδιους πόρους του υδρογραφικού δικτύου, ενώ τα υπόλοιπα 3,6 συγκαταλέγονται στην εισροή νερού από τη γείτονα χώρα της ΠΓΔΜ, διαμέσου του ποταμού Αξιού.

Οι κύριες λίμνες, της λεκάνης απορροής του ποταμού Αξιού είναι η τεχνητή λιμνοδεξαμενή του Αρτζάν και τη φυσική λίμνη της Δοϊράνης, η οποία συμπεριλαμβάνει το τμήμα της Ελλάδας και τμήμα της γείτονας χώρας, της ΠΓΔΜ. Η συνολική έκταση της φυσικής λίμνης είναι 38,87 , ενώ το ελληνικό τμήμα εκτείνεται στα 14,2.

Η λεκάνη απορροής του Αξιού κατέχει σημαντικό ρόλο σε ορισμένες χρήσεις, με κυριότερη της άρδευση. Σε διάστημα ετών έχουν κατασκευαστεί ορισμένα έργα, μέσω των οποίων καλύπτονται ακόμη και σήμερα οι αρδευτικές ανάγκες του πεδινού τμήματος της Θεσσαλονίκης. Σε αυτά συγκαταλέγεται η υδροληψία της περιοχής της Ελεούσας από τον ποταμό Αξιό και η μεταφορά υδατικών πόρων από τον ποταμό Αλιάκμονα, δια μέσου της Ενωτικής Διώρυγας Αλιάκμονα-Αξιού. Το πρώτο έργο ξεκίνησε να κατασκευάζεται κατά το έτος 1954, ενώ η λειτουργία του έλαβε μπρος κατά το έτος 1962. Στη συνέχεια, το δεύτερο έργο το οποίο αναφέρθηκε άρχισε να κατασκευάζεται αφού λειτούργησε ο ταμιευτήρας του Πολυφύτου κατά το 1976.

Η έκταση των 1.130 ,περίπου, που κατέχουν οι αρδευόμενες καλλιέργειες, της λεκάνης απορροής του ποταμού Αξιού, καλύπτουν τις ανάγκες τους από τα συνολικά αρδευτικά δίκτυα, τα οποία βρίσκονται υπό την διαχείριση του ΓΟΕΒ της Πεδιάδας Θεσσαλονίκης-Λαγκαδά.

Ωστόσο, υπάρχουν και άλλα σημαντικά έργα τα οποία ανήκουν στην λεκάνη απορροής του Αξιού και μπήκαν σε λειτουργία κατά την περίοδο 1925-1936. Αυτά σχετίζονται με την αποστράγγιση της τέως λίμνης των Γιαννιτσών, μέσω του ποταμού Λουδία, καθώς και με τις τέως λίμνες του Αματόβου και του Αρτζάν. Στην τελευταία κατασκευάστηκε στη συνέχεια η λιμνοδεξαμενή που φέρει την ίδια ονομασία. Αυτό πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια των ομώνυμων τάφρων προς τον ποταμό Αξιό, (Μελαδιώτης, 1984).



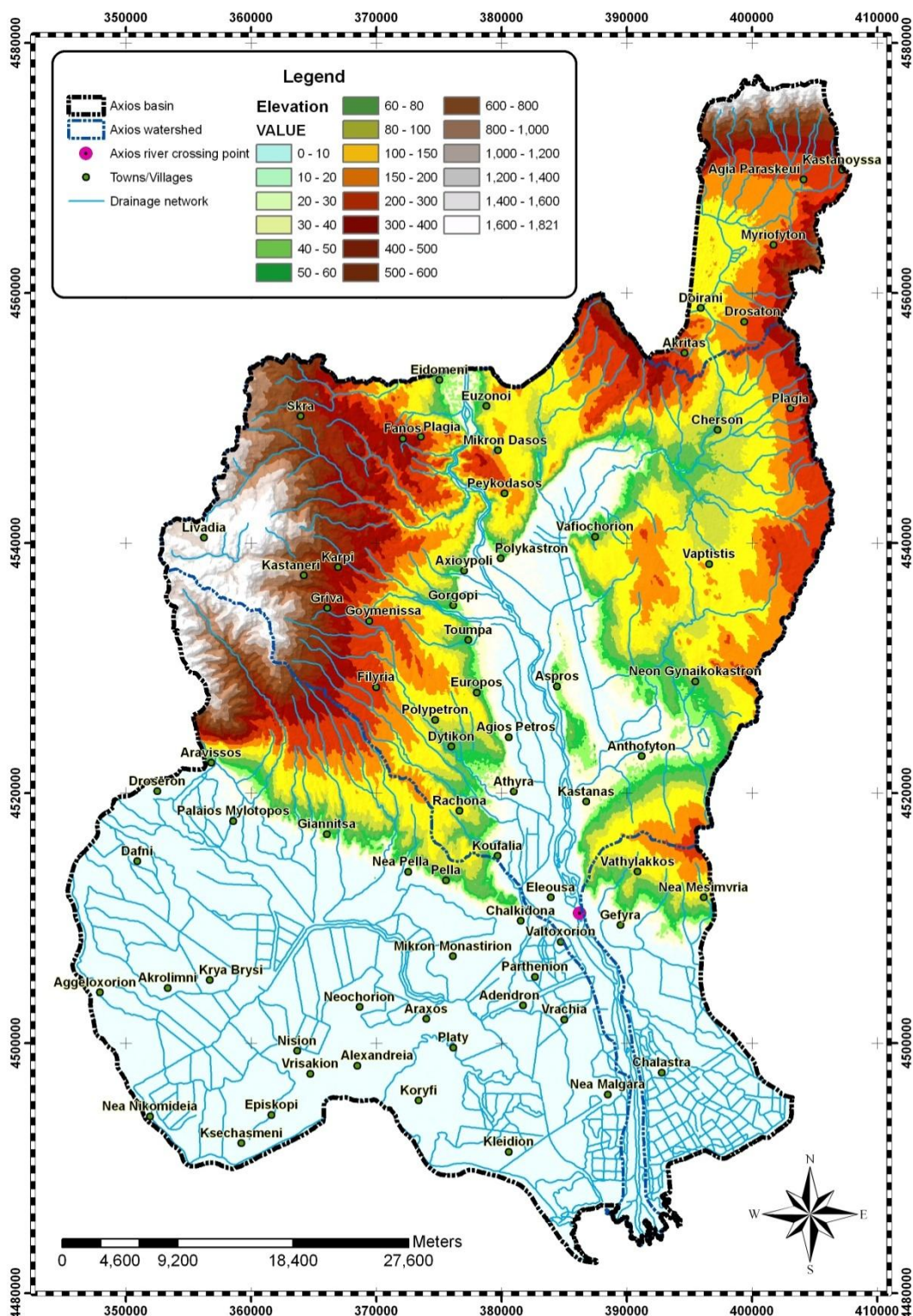
Εικόνα 4: Απόσπασμα χάρτη όπου φαίνονται τα όρια της Λεκάνης Αξιού-Λουδία(Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Ιστότοπος)

Ειδικότερα τα όρια της λεκάνης απορροής του ποταμού Αξιού στον ελλαδικό χώρο είναι:

1. Ανατολικά, από την οροσειρά των Κρουσίων με κορυφές Τέσσερις-Κορυφές (571m)
2. Νυφίτσα (552m)
3. Άσπρη Πέτρα (480m)
4. Κορυφούλα (422m)
5. Δυτικοί Λόφοι Ν.Κιλκίς και Ψηλοράχη (139m)
6. Λόφοι Μπαλαϊκών, με όρια από τη λεκάνη του ποταμού ΓαλλικούΒόρεια, από το νότιο υδροκρίτη της λεκάνης Δοϊράνης, καθώς και τα σύνορα της χώρας μας με τη FYROM
7. Δυτικά από τα υψώματα Σκρα (1090m), Πετρώματα (1374m), Σαμάρι (1362m), Φτέρες (1303m), Ίσωμα (1222m), Τράχηλος (1400m), Αγνάντεμα (1365m), Πετρωτό (335m), Πυραμίδα (326m).
8. Νότια από τις λοφώδεις εξάρσεις Τούμπα (154m), Μπαλαϊκα (258m) , Άσπρη Πέτρα (209m), Τουρού (184m).ύψωμα Κιρκιλή (120m), Τούμπα (53m), Τούμπα Μεσιάς (135m), Ανήφορο (141m). Αυτό σημαίνει ότι συμπίπτει με το γεωγραφικό όριο του νομού με το νομό Πέλλας και νότια με το γεωγραφικό όριο του νομού Κιλκίς με το νομό Θεσσαλονίκης.



Εικόνα 5: Γεωμορφολογικός χάρτης συνολικής λεκάνης απορροής Αξιού ποταμού (Βαρσαμίδου, 2004)



Εικόνα6: Τοπογραφικός χάρτης της λεκάνης του ποταμού Αξιού και απεικόνιση δικτύου απορροής (Geodata, Ιστότοπος)

1.4 Υδρογραφικό δίκτυο

Η ομώνυμη λεκάνη της επιφανειακής απορροής του ποταμού Αξιού έχει ως κύριο αποδέκτη τον ίδιο τον ποταμό. Η διαδρομή του εκτείνεται από τον Βορρά προς τον Νότο. Εφόσον προσδιορίστηκε η κοίτη του Αξιού, διευθετήθηκε και εκβάλει στον Θερμαϊκό κόλπο, ενώ η μέση ετήσια παροχή του σε αυτόν ανέρχεται στα 80 /sec. Η σημερινή θέση εκβολών του ποταμού έχουν διαφοροποιηθεί σε σύγκριση με το παρελθόν. Πιο συγκεκριμένα, παλαιότερα τοποθετούνταν σε κοντινή απόσταση προς τον Γαλλικό ποταμό και απείχαν περίπου στα 10km από τη σημερινή τους θέση. Η τοποθεσία του κατά το παρελθόν μπορεί να προσδιοριστεί και σε σύγκριση με το λιμάνι της Θεσσαλονίκης, καθώς βρίσκονταν στο δυτικό του τμήμα. Ωστόσο, η τοποθεσία της κοίτης του Αξιού μετατέθηκε καθώς εγκυμονούσε κίνδυνο κλεισίματος του λιμανιού της πόλης λόγω των προσχώσεων. Έτσι, πραγματοποιήθηκε η εκτροπή της κοίτης του. Οι αντίστοιχες εργασίες διήρκησαν από το έτος 1928 μέχρι το έτος 1934. Το αποτέλεσμα των εργασιών ήταν οι εκβολές του ποταμού Αξιού να μετατεθούν στο στόμιο του κόλπου της Θεσσαλονίκης, ενώ εξ αρχής τοποθετούνταν στο στόμιο του αντίστοιχου λιμανιού, (Αλμπανάκης, Κ., Βαβλιάκης, Ε., Ψιλοβίκος, Α., Σωτηριάδης, Λ., 1993). Είναι γνωστό ότι ο ποταμός Αξιός διαχωρίζεται μεταξύ της χώρας μας της Ελλάδας και της FYROM, ενώ το μήκος του φτάνει τα 320km. Στην Ελλάδα ταξινομούνται τα 76km εκ αυτών. Βασικά χαρακτηριστικά είναι ότι η κοίτη του ποταμού έχει μικρή κλίση, ο ίδιος ο ποταμός κατέχει μαιανδρισμούς, ενώ οι αναβαθμίδες του έχουν αιτία προελεύσεως το γεγονός ότι η κοίτη του δρα πλευρικά. Σημαντικό έργο, μέσω του οποίου καλύπτονται οι αρδευτικές ανάγκες, είναι το φράγμα της Έλλης, στην περιοχή του Βαλτοχωρίου. Το μήκος του φτάνει τα 1.132m και χρησιμοποιείται η μέθοδος των ανοιχτών διωρύγων (καναλέττα), με σκοπό να καλυφθούν οι αρδευτικές ανάγκες μίας έκτασης των 330.000 στρεμμάτων γεωργικής γης.

Το υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Αξιού περιλαμβάνει ορισμένους κλάδους, οι οποίοι ονομάζονται: Αγιάκ, Μπαγιατζά ρέμα, Ρέμα Λεβεντοχωρίου-Γυναικοκάστρου, Κότζα ρέμα, Ρέμα Γοργόπης, Πλατανόρεμα, Ρέμα Ομαλού και Ρέμα Σκρα-Χαμηλού.

Πιο αναλυτικά:

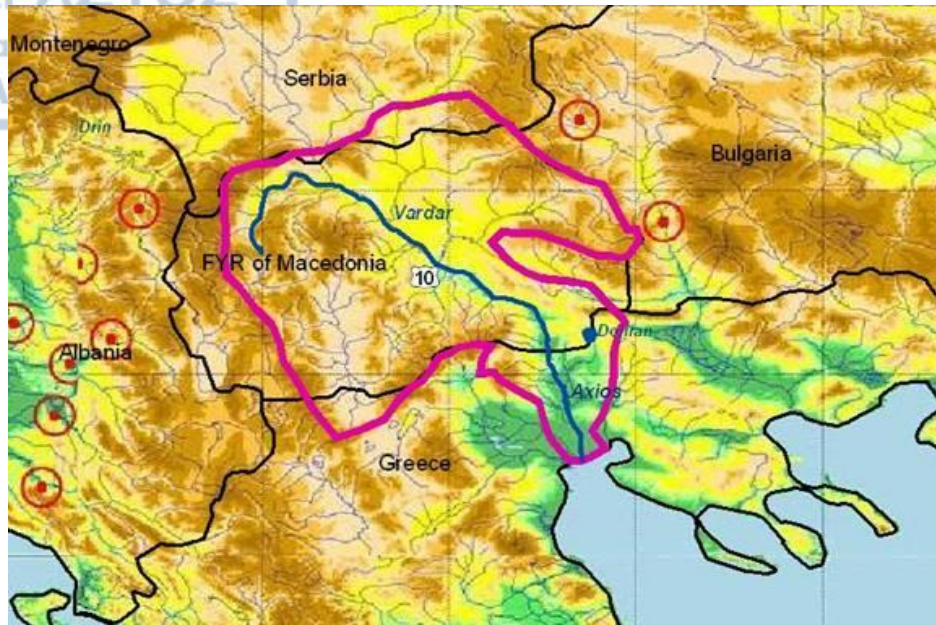
- Στο επονομαζόμενο τμήμα του **Αγιάκ** έχουμε τη συγκέντρωση των επιφανειακών νερών του βορειοανατολικού τμήματος της λεκάνης απορροής του ποταμού Αξιού, η οποία είναι γνωστή ως υπολεκάνη της Χέρσου, ενώ το τμήμα του Αγιάκ καταλήγει να απορρέει στον ίδιο τον ποταμό. Αυτό πραγματοποιείται δια μέσου μίας τάφρου αποστραγγίσεως που περιλαμβάνει τμήματα της νότιας Καβάλας, του Λιμνοτόπου και του Άσπρου και η κατασκευή της είχε ως κύριο στόχο να αποξηρανθούν οι λίμνες του Αρτζάν και Αματόβου. Οι λίμνες του Αρτζάν αποτελούσαν κατά το παρελθόν την περιοχή αποδοχής των υδάτων του Αγιάκ.

- Το ρέμα του **Μπαγιαλτζά** συνδέεται με τις περιοχές της Πλατανιάς και της Ποντοηράκλειας. Είναι το τμήμα εκείνο, το οποίο συγκεντρώνει τα ύδατα τα

οποία προέρχονται από το ημιορεινό και ορεινό κομμάτι της βορειοανατολικής λεκάνης.

- Το λοφώδες τμήμα της νοτιοανατολικής λεκάνης του ποταμού Αξιού συνδέεται με το ρέμα **Λεβεντοχωρίου-Γυναικοκάστρου**, και πιο συγκεκριμένα με την υπολεκάνη Γυναικοκάστρου-Μικροκάμπου. Επίσης, υπάρχει άμεση σύνδεση με την τάφρο του Ανθόφυτου, η οποία καταλήγει στον ίδιο τον ποταμό Αξιό.
- Στη συνέχεια, έχουμε τον κλάδο **Κοτζά** ρέμα ή αλλιώς **Μεγάλο** ρέμα. Αυτό το ρέμα είναι συνυφασμένο με το όρος Πάικο, καθώς είναι η περιοχή συγκέντρωσης των νερών του βόρειου-βορειοανατολικού τμήματός του. Το ρέμα αυτό χωρίζεται σε υποκλάδους, οι οποίοι καλούνται Λυκόρεμα, Κρυονέρι και ρέμα Πεπονιάς ή αλλιώς Κούρτερε, ενώ στο γενικότερο σύνολο του ρέματος καταλήγουν οι πηγές Λέχνιτς, Κούπας και Μαντέμου.
- Ένα ακόμη τμήμα του υδρογραφικού δικτύου του Αξιού που συνδέεται με το όρος Πάικο είναι το ρέμα **Γοργόπης**, το οποίο είναι ο αποδέκτης των υδάτων του ανατολικού τμήματος του ορεινού συγκροτήματος του Πάικου. Διαχωρίζεται σε δύο βασικούς κλάδους που είναι το ρέμα Χαλιάς και το ρέμα Γουμένισσας. Ωστόσο, υπάρχουν και ορισμένοι υποκλάδοι, οι οποίοι είναι ο κλάδος Μαύρο και το Μεγάλο ρέμα. Στο τελευταίο, καταλήγουν τα νερά από τις πηγές Λιβαδίων, Κοκκινόπετρας, Κάρπης, Καστανερής, καθώς και της Γουμένισσας.
- Ακολουθεί το **Πλατανόρεμα**, το οποίο συνδέεται επίσης με το όρος Πάικο και πιο συγκεκριμένα με το νοτιοανατολικό του τμήμα. Το ρέμα αυτό ονομάζεται αλλιώς και ρέμα Φυλυριάς-Αθύρων. Χωρίζεται στο ρέμα Χαλιάς ή αλλιώς Γρίβας και στον Ξηροπόταμο, το λεγόμενο ρέμα του Πενταλόφου. Στο ρέμα Πλατανόρεμα καταλήγουν οι πηγές Πενταλόφου και Γρίβας.
- Έπειτα, συναντούμε το ρέμα Ομαλού (Πλατανοπόταμος), το οποίο σχετίζεται με το νότιο τμήμα του Πάικου και με την αντίστοιχη λοφώδη περιοχή. Χωρίζεται στο ρέμα του Δασερού και το ρέμα της Καρυδιάς.
- Τελευταίο τμήμα του υδρογραφικού δικτύου του ποταμού Αξιού είναι το ρέμα **Σκρα-Χαμηλού**, το οποίο καλείται αλλιώς και ως Ποταμάκι, και είναι συνυφασμένο με το βόρειο τμήμα του όρους Πάικο. Το τμήμα αυτό εκφορτίζει στην περιοχή Γευγελή της FYROM, στο αντίστοιχο τμήμα του Αξιού ποταμού.

Τα υδρορέματα του ποταμού Αξιού ποικίλουν στη μορφολογία τους. Έτσι, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η λεκάνη απορροής του Αξιού κατέχει ένα πολύπλοκο υδρογραφικό δίκτυο (Εικόνα 5).



Εικόνα 7: Υδρολογική λεκάνη Αξιού (Γεωμυθική, Ιστότοπος)

1.5 Χρήσεις Γης

Κατά το πρόσφατο παρελθόν, δημιουργήθηκε το πρόγραμμα CLC 2000, το οποίο αναλυτικά καλείται ως CORINELANDCOVER 2000, και πραγματεύεται την απόδοση της πρώτης επίσημης τυποποιημένης μελέτης, η οποία έχει ως βασικό αντικείμενο την Κάλυψη Γης, κατά το έτος 2000. Ωστόσο, το πρώτο πρόγραμμα CLC το οποίο είχε δημιουργηθεί αφορούσε την δεκαετία του 80. Επομένως, το εξελεγμένο πρόγραμμα CLC 2000, το οποίο εφάρμοσε μία κοινή μεθοδολογία για την απόδοση των αποτελεσμάτων, συμπεριελάμβανε την σύγκριση των δεδομένων του 2000 με αυτά του τέλους της δεκαετίας του 80.

Η εφαρμογή του συγκεκριμένου προγράμματος έχει ως βασικό στόχο την προστασία των οικοσυστημάτων, την αποτροπή της ποιοτικής και ποσοτικής υποβάθμισης της βιοποικιλότητας, καθώς επίσης και την επίσημη ταξινόμηση και καταγραφή των συνεπειών της κλιματικής αλλαγής. Επιπροσθέτως, έχει άμεση ενασχόληση με τον κλάδο της γεωργίας, και πιο συγκεκριμένα με την εξελικτική πορεία του κλάδου αυτού και με τον τρόπο εφαρμογής της σύμφωνα με την Οδηγία-Πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα Ύδατα. Είναι κατανοητό, επομένως, ότι βασικό στόχος του προγράμματος είναι η συμβολή του στην προστασία των οικοσυστημάτων και στον έλεγχο των δράσεων που έχουν ως αντίκτυπο αρνητικά αποτελέσματα στο περιβάλλον.

Η άμεση συσχέτιση του προγράμματος με τον τομέα της γεωργίας, δίνει τη δυνατότητα να δοθεί η απαραίτητη έμφαση σε εκείνες τις γεωργικές δραστηριότητες που υπονομεύουν τον αγροτικό κλάδο, όπως η μετατροπή των βοσκοτόπων σε καλλιεργήσιμη γη, η αύξηση ή η μείωση των εκτάσεων που τίθενται υπό

αγροανάπτυξη, η ύπαρξη εκτάσεων οι οποίες στερούνται καλλιεργήσιμης εκμετάλλευσης, ή ακόμη και η ολοκληρωτική αποχή από τις γεωργικές δραστηριότητες.

Το πρόγραμμα αυτό, κατά CORINE 2000 (CORINE LAND COVER 2000), παρουσιάστηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) κατά το έτος 2000. Η εκδήλωση που διοργανώθηκε για αυτό τον σκοπό έλαβε μέρος στις Βρυξέλλες, όπου συμμετείχαν εκπρόσωποι από πολλές Διευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος, καθώς και υποψήφιων κρατών-μελών του ΕΟΠ. Σε αυτές συμπεριλήφθηκαν και Διευθύνσεις πολιτικής, γεωργίας, περιβάλλοντος και έρευνας της περιφέρειας.

1.6 Αγροτική ανάπτυξη

Ο Δήμος της Χαλκηδόνας καταλαμβάνει μία συνολική έκταση μεγέθους 131,4 χιλιάδων στρεμμάτων. Οι αγροτικές ασχολίες κυριαρχούν στην περιοχή, καθώς το έφορο έδαφος προσφέρει τη δυνατότητα στους κατοίκους να ασχοληθούν επαγγελματικά με τον αγροτικό τομέα. Τα είδη των καλλιεργειών ποικίλουν με κυριότερες αυτή του βαμβακιού, του καλαμποκιού, την μηδική καλλιέργεια, την καλλιέργεια καπνού, βιομηχανικής τομάτας, την καλλιέργεια τεύτλα, ρυζιού και κηπευτικών. Άμεσο επακόλουθο είναι η ιδιαιτέρως αυξημένη ανάγκη σε παροχή νερού, προκειμένου να συντηρηθούν και να αποδώσουν όλες αυτές οι καλλιέργειες τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Πιο συγκεκριμένα, το εύρος της καλλιεργήσιμης γης της περιοχής της Χαλκηδόνας σε σύγκριση με τη συνολική έκτασή της είναι 115,4 χιλιάδες στρέμματα από τα 131,4. Από αυτά το μεγαλύτερο μέρος, δηλαδή τα 8,1 χιλιάδες στρέμματα αποτελούν ετερογενείς αγροτικές περιοχές, ενώ το μικρότερο μέρος, δηλαδή τα υπόλοιπα 0,1 χιλιάδες στρέμματα είναι μόνιμες καλλιέργειες. Επίσης, υπάρχει ένα τμήμα, το οποίο αποτελείται από ορισμένες μεταβατικές εκτάσεις, πλούσιες σε θάμνους και δέντρα, που κατέχουν 0,2 χιλιάδες στρέμματα. Ακόμη, περίπου 0,4 χιλιάδες στρέμματα καταλαμβάνουν ορισμένοι βοσκότοποι, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από θαμνώδη και πορώδη βλάστηση. Πέρα από την καλλιεργήσιμη έκταση της Χαλκηδόνας φυσικά, υπάρχει και το αστικό τμήμα, που περιλαμβάνει όλα τα οικοδομήματα της περιοχής και ανέρχεται στα 5,2 χιλιάδες στρέμματα, ενώ τα δίκτυα συγκοινωνιών και μέσων μεταφοράς ταξινομούνται περίπου στα 0,3 χιλιάδες στρέμματα. Ένα ακόμη τμήμα της συνολικής έκτασης της Χαλκηδόνας της τάξεως των 1,6 χιλιάδων στρεμμάτων περιλαμβάνουν και τα χερσαία ύδατα (geodata.gov.gr).

Οι Τοπικοί Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων (ΤΟΕΒ), μέσα στους οποίους συγκαταλέγεται και ο ΤΟΕΒ Χαλκηδόνας, έχουν δημιουργήσει πίνακες (Πίνακας 1), στους οποίους παρατίθεται οι τιμές της πραγματικής εξατμισιοδιαπνοής (ΕΤε) των καλλιεργούμενων εκτάσεων, στο βόρειο τμήμα της Θεσσαλονίκης, δηλαδή της απώλειας νερού που επιτυγχάνεται με την εξάτμιση.

Κάποιοι ΤΟΕΒ λειτουργούν με κλειστά υδρευτικά δίκτυα, όπως ο ΤΟΕΒ Αλεξάνδρειας (δίκτυο Νιχωρίου), Γιαννιτσών, Καρυώτισσας (δίκτυο Μπάλιτσας),

Κρύας Βρύσης, Μικρού Μοναστηρίου (δίκτυο Ζορμπά Τσεκρέ), Νησιού (δίκτυο Β) και Σχοινά (δίκτυο Χαμηλής). Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν και ΤΟΕΒ που εφαρμόζουν τη λειτουργία τους με ανοιχτά δίκτυα ελεύθερης ροής, όπως αυτά της Ακρολίμνης, Αλεξάνδρειας (δίκτυο Γιδά), Ζερβοχωρίου, Καρυώτισσας (δίκτυο Αγίου Λουκά), Κοπανού, Μικρού Μοναστηρίου (δίκτυο Πέλλας), Μυλοτόπου, Νάουσας, Νησιού (δίκτυο Α), Σχοινά (δίκτυο Υψηλής) και Χαλκηδόνας.

Πίνακας 1: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή (ETc) σε mm για κάθε καλλιέργεια του κάθε ΤΟΕΒ για το έτος 2002 (Πεταλά, 2011)

ΤΟΕΒ	Βαμβάκι	Καλαμπόκι	Μηδική	Δέντρα	Καπνός	Βιομηχ. Τομάτα	Τεύτλα	Ρύζι	Κηπευτικά
Ακρολίμνης	722	770	1137	760	975	640	813	1433	992
Αλεξάνδρειας	719	769	1133	757	975	640	808	1422	988
Γιαννιτσών	708	755	1109	743	954	627	793	1395	968
Ζερβοχωρίου	722	770	1137	760	975	637	813	1432	992
Καρυώτισσας	711	759	1117	747	958	629	798	1404	972
Κοπανού	698	743	1095	731	937	614	783	1379	950
Κρ.Βρύσης	698	743	1095	731	937	614	783	1379	950
Μ.Μοναστηρίου	763	814	1195	801	1028	675	854	1504	1044
Μυλοτόπου	715	764	1125	752	966	634	803	1413	980
Νάουσας	708	755	1109	743	954	627	793	1395	968
Νησιού	733	770	1137	760	975	640	813	1432	992
Σχοινά	715	764	1125	752	966	634	803	1413	980
Χαλκηδόνας	807	859	1259	845	1082	711	901	1589	1100

Πίνακας 2: Συνολικές ανάγκες σε m³ αρδευτικού νερού για κάθε καλλιέργεια για ΤΟΕΒ της Χαλκηδόνας την καλλιεργητική περίοδο 2002 (Πεταλά, 2011)



Καλλιέργεια	Ανάγκες άρδευσης σε m ³
Βαμβάκι	13.308.566,82
Καλαμπόκι	2.187.458,00
Μηδική	2.787.558,84
Δένδρα	-
Καπνός	-
Βιομηχ. Τομάτα	716.077,70
Τεύτλα	806.645,60
Ρύζι	6.771.039,40
Κηπευτικά	466.442,40
ΣΥΝΟΛΟ	27.043.788,76

Πίνακας 3: Εκτάσεις των αρδευόμενων καλλιεργειών σε στρέμματα καλλιεργητική περίοδο 2002 (Πεταλά, 2011)

ΓΟΕΒ	Βα μβ άκ ι	Κ αλ αμ πό κι	Μ ηδ ικ ή	Δέ νδ ρα	Κ απ νό ς	Βι ομ ηχ · το μά τα	Τε ύτ λα	Κ ηπ ευ τικ ά	Έκ τα ση Επ ιφ αν εια κο ύ δι κτ ύο υ	Έκτα ση υπόγε ιου δικτύ ου
Χαλκηδόνας	16.491	2.548	2.214	-	-	1.007	895	424	23.579	-
Σχοινά(Υψηλή)	10.913	754	204	490	98	136	1.226	500	14.321	-
Νησίου(Β)	5.495	389	-	593	386	-	2.543	174	-	9.580
Νησίου(Α)	5.513	892	196	1.278	620	-	11.812	271	10.582	-
Νάουσας	-	91	192	13.963	-	-	3	430	14.679	-
Μ.Μοναστηρίου (Πέλλας)	35.496	2.061	526	108	61	231	271	110	38.864	-
Μ.Μοναστηρίου (Ζορμπά- Τσεκρέ)	15.741	28	-	-	54	358	103	10	-	16.294
Μυλοτόπου	3.016	4.221	1.561	16.209	2.389	214	1.327	1.081	30.018	-
Καρυώτισσας(Μπαλίτσας)	10.900	4.010	410	1.100	2.400	15	3.110	1.125	-	23.070
Κοπάνου	184	3.492	325	35.150	140	245	85	1.027	40.648	-
Κρ.Βρύσης	4.774	8.786	440	1.282	2.837	432	4.952	2.102	-	25.605
Ακρολίμνης	21	6.530	1.104	3.553	3.954	49	1.849	5.146	22.206	-
Αλεξάνδρειας(Γιδά)	13.500	2.400	150	1.000	320	950	3.366	28	21.714	-
Αλεξάνδρειας(Νιχωρίου)	10.400	405	150	50	375	507	2.403	140	-	14.430
Γιαννιτσών(Τρίγκα,ΖορμπάΤσεκρε,ΧαμηλήΣχοινά)	33.640	1.246	1.149	869	1.814	167	3.532	528	-	42.945

Ζερβοχωρίου	180	3.800	900	14.394	800	500	1.300	-	21.874	-
Καρυώτισσας(Αγίου Λουκά)	3.861	7.080	568	2.818	4.501	385	2.008	3.877	25.098	-

1.7 Κλιματολογικά στοιχεία

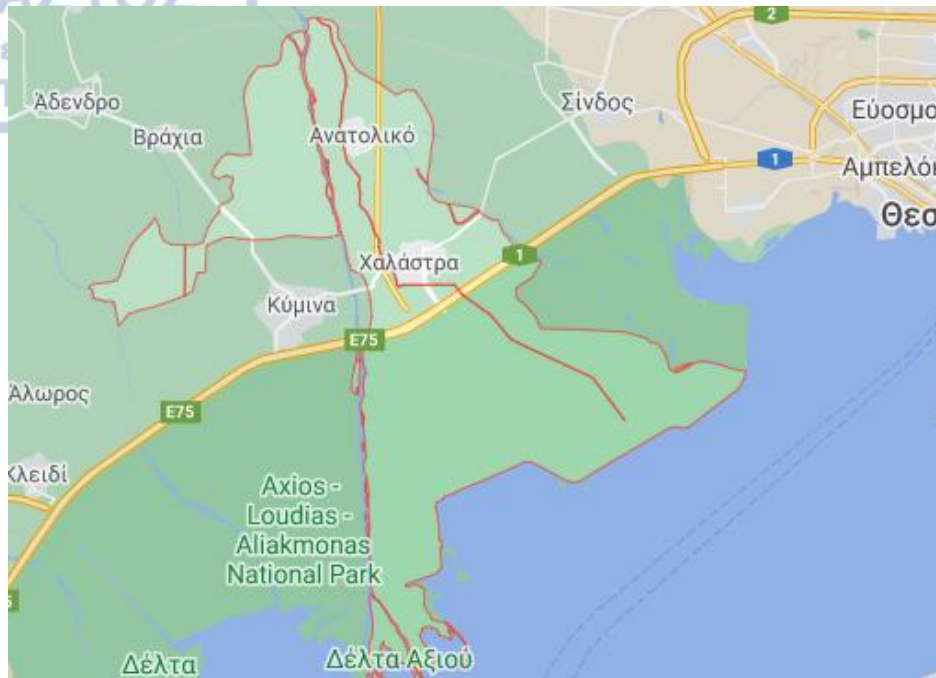
Γενικά

Το γενικό κλίμα της περιοχή επηρεάζεται από δύο σημαντικούς παράγοντες, οι οποίοι είναι το ύψος των βροχοπτώσεων και η θερμοκρασία του αέρα. Ωστόσο σημαντική είναι και η ύπαρξη του μικροκλίματος στις γεωγραφικές υποενότητες της ευρύτερης περιοχής και τα επιμέρους τοπία, στο οποίο σημαντικό ρόλο κατέχει η διαμόρφωση του ανάγλυφου.

Ο γενικός κλιματικός τύπος της Χαλκηδόνας είναι το μεσογειακό κλίμα, το οποίο είναι σε άμεση αλληλεπίδραση με το κλίμα της ευρύτερης Θεσσαλονίκης, και συγκεκριμένα της πεδινής έκτασής της, καθώς επίσης και με το κλιματικό περιβάλλον της Βαλκανικής Χερσονήσου.

Τα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής της Χαλκηδόνας προσδιορίζονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς της Νότιας Χαλκηδόνας και της Χαλάστρας. Αυτοί οι σταθμοί δίνουν βροχομετρικά και θερμοκρασιακά δεδομένα και βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από την περιοχή μελέτης.

Το κλίμα της περιοχής είναι μεσογειακό ηπειρωτικού χαρακτήρα, κάτι το οποίο σημαίνει ότι υπάρχει μεγάλη ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας. Η θερμή περίοδος διαρκεί από τον Μάιο έως τον Οκτώβριο, ενώ η ψυχρή περίοδος από το Νοέμβριο έως τον Απρίλιο, (Μπατσή, 2014).



Εικόνα 8: Χάρτης περιοχής Χαλάστρας (Google Maps)

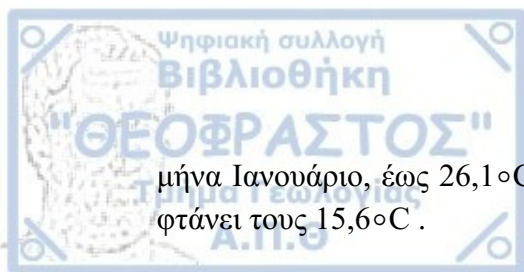
Πίνακας 4: Συντεταγμένες και υψόμετρα των θέσεων των Μετεωρολογικών Σταθμών της Ν.Χαλκηδόνας και της Χαλάστρας (Μπατσή, 2014)

Μετεωρολογικός Σταθμός	X	Y	Υψόμετρο
Ν.Χαλκηδόνας	380762	4509649	29,7m
Χαλάστρα	393457	4497600	2,7m

1.8 Θερμοκρασία

Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες που εντοπίζονται στο μετεωρολογικό σταθμό της Χαλκηδόνας έχουν εύρος από 4,8°C κατά τον μήνα Ιανουάριο έως 25,9°C κατά τον μήνα Ιούλιο, ενώ σε ετήσια βάση ανέρχεται στους 15,3°C (Πίνακας 5).

Όσο αναφορά τις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της περιοχής της Χαλάστρας, αυτές σύμφωνα με τον αντίστοιχο μετεωρολογικό σταθμό κυμαίνονται από 5,1°C κατά το



μήνα Ιανουάριο, έως 26,1°C κατά το μήνα Ιούλιο, ενώ η μέση ετήσια θερμοκρασία φτάνει τους 15,6°C .

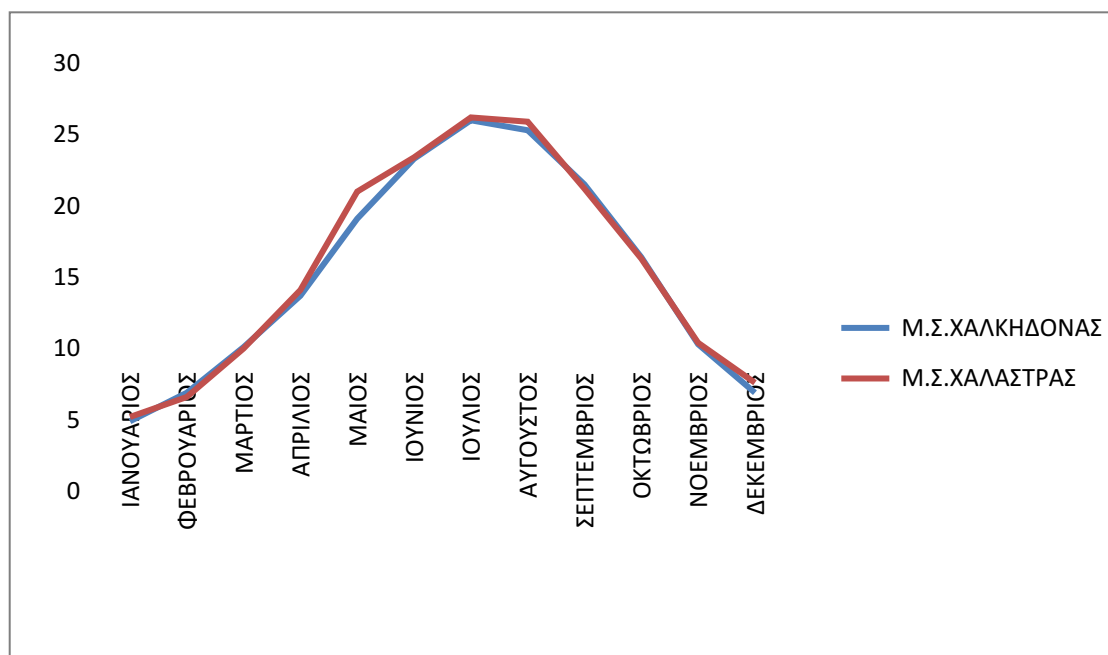
Μήνας	Μέση μηνιαία θερμοκρασία Ν.Χαλκηδόνος(°C)	Μέση μηνιαία θερμοκρασία Χαλάστρας(°C)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	4,8	5,1
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	6,8	6,5
ΜΑΡΤΙΟΣ	10,0	9,9
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	13,6	14,0
ΜΑΙΟΣ	19,0	20,9
ΙΟΥΝΙΟΣ	23,2	23,3
ΙΟΥΛΙΟΣ	25,9	26,1
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	25,2	25,8
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	21,4	21,1
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	16,3	16,2
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	10,2	10,3
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	6,8	7,5

ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ

15,3

15,6

Πίνακας 5: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες της Ν.Χαλκηδόνας (°C) (1973-2009) (Μπατσή, 2014)



Εικόνα 9: Συγκριτική παρουσίαση διακύμανσης μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας Μ.Σ.Χαλκηδόνας και Μ.Σ.Χαλάστρας (1980-2009)

Η διακύμανση τη μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας Χαλκηδόνας σε σύγκριση με αυτή ης Χαλάστρας παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με ελάχιστες διαφορές, κάτι το οποίο την καθιστά σχεδόν ταυτόσημη. Παρατηρείται διαφοροποίηση κατά το μήνα Μάιο, όπου η

θερμοκρασία στην περιοχή της Χαλάστρας έχει πιο απότομη μεταβολή σε σύγκριση με αυτή της Χαλκηδόνας όπου παρουσιάζει μία πιο ομαλή αύξηση.

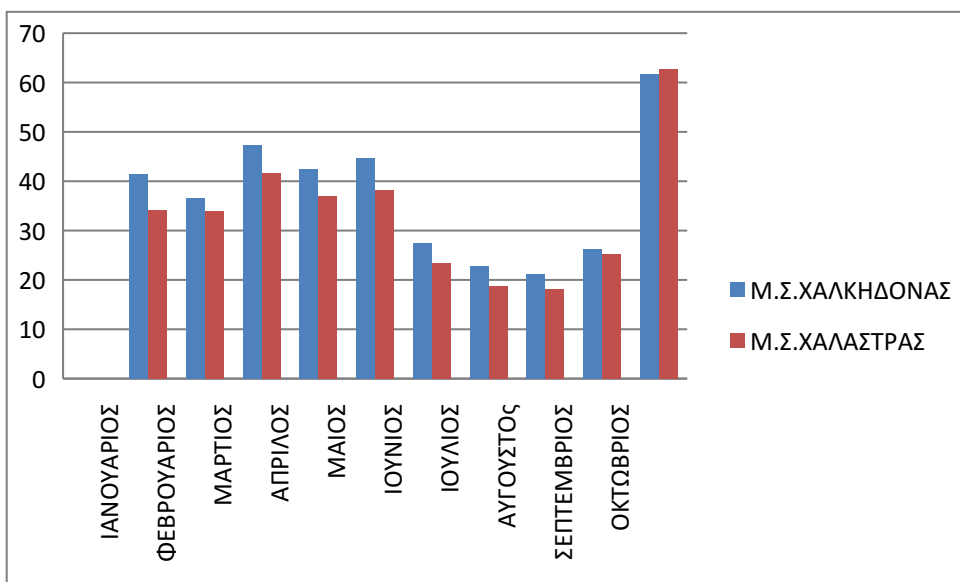
1.9 Βροχοπτώσεις

Όσο αναφορά την κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια ενός έτους, παρατηρείται μια σχετική διακύμανση, καθώς το μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης κυμαίνεται στα 488,4mm, ενώ το μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης ανάμεσα στα 21,1mm κατά το μήνα Αύγουστο και στα 61,8mm κατά το μήνα Οκτώβριο. Όσο αναφορά τον μετεωρολογικό σταθμό της Χαλάστρας, το μέσο ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται στα 438,9mm, ενώ το μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης κυμαίνεται μεταξύ 18,1mm κατά το μήνα Αύγουστο έως τα 62,7mm κατά τον Οκτώβριο (Πίνακας 6).

Πίνακας 6: Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις στη Ν.Χαλκηδόνα και στη Χαλάστρα (mm) (1973-2009) (Μπατσή, 2014)

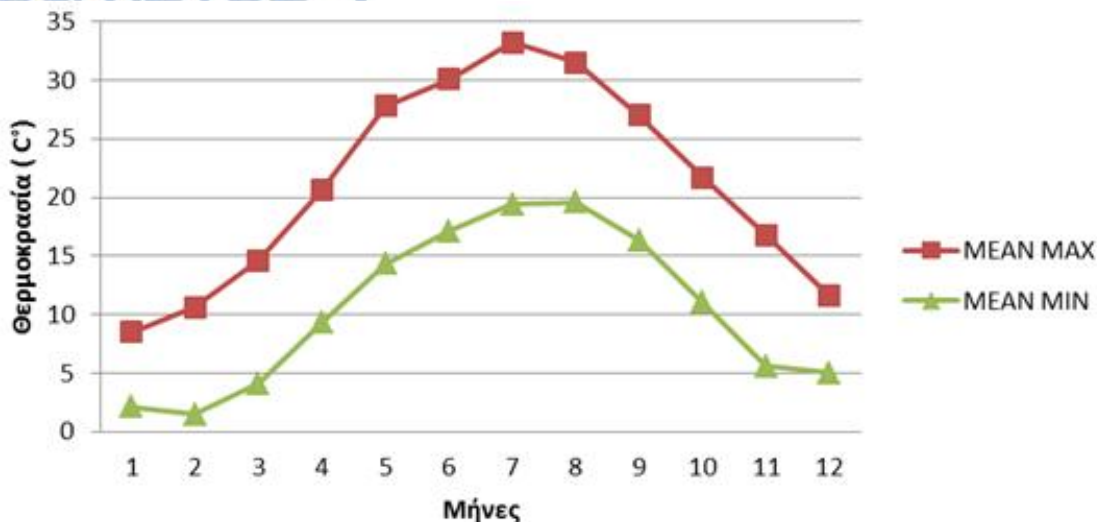
Μήνας	Μέση μηνιαία βροχόπτωση Ν.Χαλκηδόνας (mm)	Μέση μηνιαία βροχόπτωση Χαλάστρας(mm)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	41,4	34,2
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	36,6	33,9
ΜΑΡΤΙΟΣ	47,3	41,6
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	42,5	37,0
ΜΑΙΟΣ	44,6	38,2
ΙΟΥΝΙΟΣ	27,4	23,5
ΙΟΥΛΙΟΣ	22,8	18,8
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	21,1	18,1
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	26,2	25,2
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	61,8	62,7

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	60,9	53,8
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	55,7	51,9
ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ	488,4	438,9



Εικόνα 10: Συγκριτική παρουσίαση ύψους μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης σε mm της Ν.Χαλκηδόνας και της Χαλάστρας (1973-2009)

Είναι εμφανές ότι κάθε μήνα το ύψος της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης στην περιοχή της Χαλκηδόνας ξεπερνά το αντίστοιχο της Χαλάστρας, με εξαίρεση τον μήνα Οκτώβριο όπου συμβαίνει το αντίθετο.



Εικόνα 11: Διακύμανση του μέσου όρου μέγιστων και ελάχιστων τιμών θερμοκρασίας Ν.Χαλκηδόνας και Χαλάστρας κατά τη διάρκεια του έτους 2009 (Πεταλά, 2011)

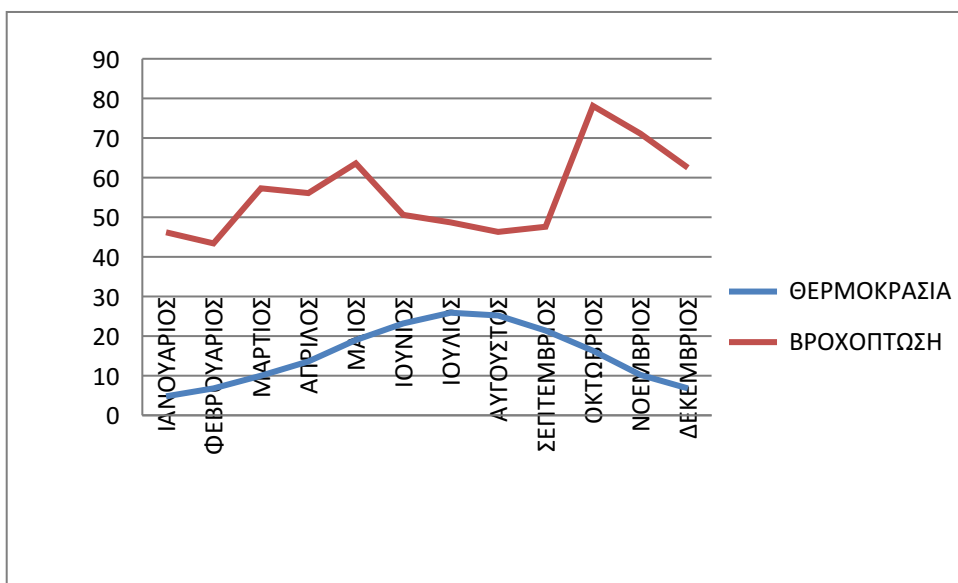
Από το μήνα Μάρτιο παρατηρείται αύξηση του μέσου θερμοκρασιακού όρου τόσο του μέγιστου όσο και του ελάχιστου. Η μέγιστη τιμή παρατηρείται το μήνα Ιούλιο, ενώ στη συνέχεια εντοπίζεται σταθερή μείωση.

Για τη μελέτη των κλιματολογικών στοιχείων της Χαλκηδόνας, συλλέχθηκαν τα απαραίτητα δεδομένα από τον μετεωρολογικό σταθμό της Καρυώτισσας, που ανήκει στο δίκτυο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και αποτελεί τον πλησιέστερο σε λειτουργία μετεωρολογικό σταθμό στην υπό μελέτη περιοχή (Πίνακας 7). Η Καρυώτισσα απέχει από τη Θεσσαλονίκη 58 χιλιόμετρα και βρίσκεται νοτιοανατολικά της πόλεως. Συγκριτικά με τη Χαλκηδόνα, εντοπίζεται βορειοδυτικά αυτής.

Πίνακας 7: Θερμοκρασία-Βροχόπτωση Ν.Χαλκηδόνας από τον μετεωρολογικό σταθμό της Καρυώτισσας (Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών)

Μήνας	Θερμοκρασία (°C)	Βροχόπτωση(mm)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	4,8	41,4
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	6,8	36,6
ΜΑΡΤΙΟΣ	10	47,3
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	13,6	42,5
ΜΑΙΟΣ	19	44,6
ΙΟΥΝΙΟΣ	23,2	27,4
ΙΟΥΛΙΟΣ	25,9	22,8

ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	25,2	21,1
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	21,4	26,2
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	16,3	61,8
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	10,2	60,9
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	6,8	55,7



Εικόνα 12: Συγκριτική παρουσίαση βροχόπτωσης και θερμοκρασίας της Ν.Χαλκηδόνας

Η θερμοκρασία παρουσιάζει σταδιακή αύξηση μέχρι το μήνα Αύγουστο, ενώ στη συνέχεια από το μήνα Σεπτέμβριο και μετά η πορεία είναι καθοδική. Η βροχόπτωση παρουσιάζει ποικίλες μεταβολές, με σημαντικότερες τη ραγδαία αύξηση κατά τους



μήνες Σεπτέμβριο με Νοέμβριο και την επακόλουθη μείωση, η οποία εξαρτάται άμεσα από τις μετεωρολογικές εποχικές συνθήκες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής

Η ζώνη Αξιού, ή αλλιώς η επονομαζόμενη ζώνη Βαρδάρη χαρακτηρίζει την ωκεάνια σύνδεση μεταξύ της Ελληνικής ενδοχώρας και της ηπειρωτικής υποκατηγορίας της Πελαγονικής. Πιο συγκεκριμένα, αποτελεί την “ραφή” ανάμεσα στη Σερβομακεδονική και την Ροδόπη, (Μουντράκης, 1985).

Από γεωγραφική και περιοχική άποψη, η ζώνη του Αξιού ποταμού εκτείνεται με διεύθυνση προσανατολισμού Β, ΒΔ-Ν, ΝΑ. Συγκεκριμένα η διεύθυνση αυτή εκτείνεται από τα Σκόπια, τον Θερμαϊκό Κόλπο και τις Βόρειες Σποράδες (Αλόννησος, Σκύρος, τμήματα της Σκιάθου και της Σκοπέλου). Έπειτα, προς την πλευρά της Χίου και της Μυτιλήνης με ανατολική κατεύθυνση, παρατηρείται μία κάμψη της Ζώνης του Αξιού. Η κάμψη αυτή επεκτείνεται με προσανατολισμό ΒΑ-ΝΔ προς την πλευρά της Μικράς Ασίας. Η Ζώνη του Αξιού λειτούργησε κατά το Μεσοζωικό Αιώνα (Osswald, 1938). Αρχικά λειτούργησε ως γεωσύγκλινο στο Περμοτριάδικό.

Έχουν προταθεί ορισμένα παλαιογεωγραφικά-τεκτονικά μοντέλα που χαρακτηρίζουν τη ζώνη Αξιού κατά τον Μεσοζωικό και τα οποία είναι: Α) Robertson & Dixon 1984, Β) Dercourt et al. 1992, Γ) Sengor 1984, Δ) Stampfli & Borel 2001, (Μουντράκης, 1984). Από γεωλογική άποψη, το βασικό είδος που κυριαρχεί στην περιοχή της μελέτης είναι οι Τεταρτογενείς αποθέσεις, οι οποίες εντοπίζονται στο πεδινό τμήμα και τα Νεογενή ιζήματα, τα οποία καλύπτουν τη λοφώδη περιοχή.

Προκειμένου να διεξαχθεί έρευνα υδρογονανθράκων στην περιοχή του Αγ. Αθανασίου, δημιουργήθηκαν γεωτρήσεις, οι οποίες έκαναν φανερό το γεγονός ότι

Οι **Τεταρτογενείς αποθέσεις** εντοπίζονται στο νότιο τμήμα του ποταμού Αξιού. Οι αποθέσεις αυτές φτάνουν σε πάχος τα 700m (Kolioset.al., 2005). Με βάση τις γεωτρήσεις της Ε.Υ.Α.Θ. (Βεράνης κ.α. 2010) , τα Τεταρτογενή ιζήματα στην τοποθεσία ανάμεσα στον ποταμό Αξιό και την Δ.Κ. Γέφυρα, έχουν πάχος 130-220m. Όσον αναφορά στα **Ολοκαινικά ιζήματα**, στο πλαίσιο του αποθετικού περιβάλλοντος, αυτά συγκαταλέγονται στο είδος των χερσοποτάμιων αποθέσεων και χρονολογικά ανήκουν στο πρόσφατο παρελθόν. Πιο συγκεκριμένα, αποτελούνται από αμμώδη ιλύ, άργιλο, λεπτόκοκκη άμμο, σαπροπηλό, καθώς και από μικρά εφήμερα έλη και παράκτιες αποθέσεις του δελταϊκού μετώπου, που περιλαμβάνουν άμμο και άργιλο.

Τα υποκείμενα ιζήματα είναι **Πλειστοκαινικά**. Το περιβάλλον τους είναι θαλάσσιες αποθέσεις δελταϊκής κατωφέρειας του Αξιού ποταμού. Περιλαμβάνουν άμμο και χάλικες ταξινομημένα σε λεπτές στρώσεις αργίλου. Επίσης, αποτελούνται από παράκτιες θαλάσσιες αποθέσεις, σχετιζόμενες με φάσεις θαλάσσιας επίκλυσης. Στο περιεχόμενο των Πλειστοκαινικών ιζημάτων ταξινομούνται και ποταμοχειμάρριες αποθέσεις και παράκτιες θαλάσσιες αποθέσεις, που σχετίζονται με φάσεις θαλάσσιας αποχώρησης. Η στρωματογραφική ακολουθία προβάλλει το γεγονός ότι η ύπαρξη υπολειμματικών αλμύρων είναι λογική, σε όλη την έκταση του δέλτα.

Περνώντας στα **Νεογενή ιζήματα** (Α.Μειόκαινο-Κ.Πλειόκαινο), είναι σαφές ότι αποτελούνται από τη σειρά των ερυθρών αργίλων και από την ψαμμιτομαργαϊκή σειρά. Το πάχος τους φτάνει κατά προσέγγιση τα 1000m (Kolioset.al., 2005). Το αποθετικό του περιβάλλον είναι χερσοποτάμιο, ποταμολιμναίο και λιμναίο.

Ακολουθεί η **ψαμμιτομαργαϊκή σειρά**, η οποία αποτελείται από ερυθροπηλούς, στους οποίους εναλλάσσονται η άμμος, οι αμμοχάλικες, με έντονη καλή διαβάθμιση, καθώς επίσης είναι εμφανής και η παρεμβολή μάργας, ψαμμίτη και στρώσεων αργίλου. Η έκταση που καταλαμβάνουν αυτού του είδους τα ιζήματα είναι στα 117km, κάτι το οποίο αποδίδεται στο 75,5% της συνολικής έκτασης της Δημοτικής Ενότητας του Αγ.Αθανασίου.

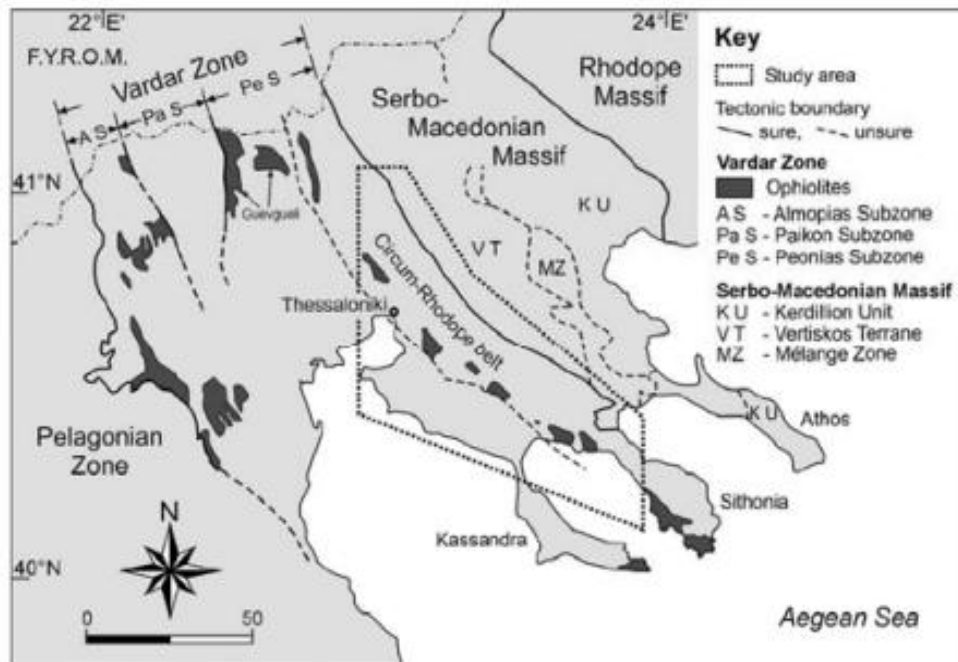
Επιπροσθέτως, εντοπίζεται η σειρά των **ερυθρών αργίλων**, η οποία καλύπτει την έκταση των 14km και τοποθετείται στο νοτιοανατολικό τμήμα στην περιοχή του Αγχιάλου. Αποτελείται από ερυθρές έως κεραμόχρωμες ιλυώδεις αργίλους με ασβεστιτικά συγκρίματα και μαρμαρυγία.

Οι Τεταρτογενείς και οι Νεογενείς αποθέσεις εμφανίζουν ένα είδος ετερογένειας μεταξύ τους που κατηγοριοποιείται στο είδος της πλευρικής και της κατακόρυφης. Αυτό οφείλεται στις συχνές αλλαγές των λιθολογικών τύπων.

Κατά το Άνω ή Ανώτερο Μειόκαινο-Κάτω Πλειόκαινο πραγματοποιήθηκε εφελκυσμός με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ (Mercieret.al. 1989) , με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν ρήγματα στην περιοχή της Δ.Κ. Γέφυρας, με κατεύθυνση ΒΑ-ΝΔ.

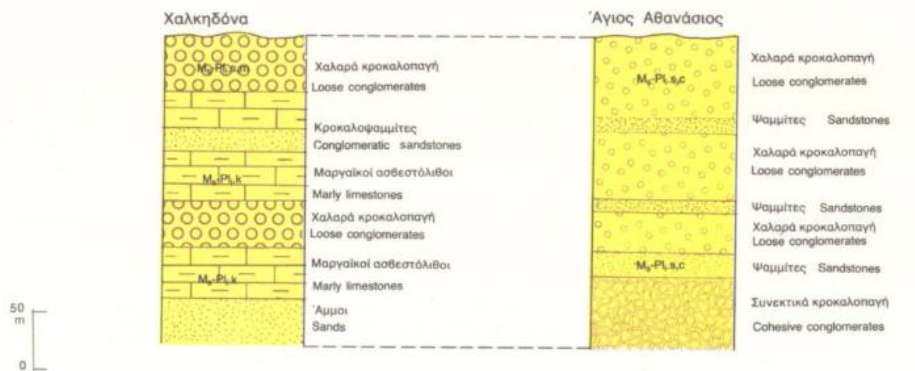
Ένα βασικό και χαρακτηριστικό στοιχείο που διακρίνει τη ζώνη του Αξιού είναι η ύπαρξη οφιολίθων στα ανατολικά, που περιλαμβάνει χαρτσβουργίτες, δουνίτες, γάββρουςπλούσιους σε ολιβίνη, τοναλίτες και θολεΐτες πλούσιους σε χαλαζίας. Ο τύπος των οφιολίθων ποικίλει και έχει προέλευση από τον ωκεάνιο φλοιό και το ανατολικό τμήμα της ζώνης Αξιού. Το σύνολο των οφιολίθων της ζώνης Αξιού

συνιστούν μία οφιολιθική μάζα που χαρακτηρίζει την ύπαρξη της «εσωτερικής οφιολιθικής λωρίδας» της Ελλάδος και καθιστούν τη ζώνη του Αξιού ως τον τέως ωκεάνιο τμήμα της Τυθήςθάλασσας, ο οποίος κατά τον Μεσοζωικό πληρούνταν από ιζηματογενείς σχηματισμούς βαθιάς θάλασσας. Χαρακτηριστικό της ζώνης είναι και η παρουσία ηφαιστειότητας (Μουντράκης,2010).



Εικόνα 13: Απεικόνιση της ζώνης Αξιού και της γειτνίασης της με τις ζώνες Σερβομακεδονική και Πελαγονική(Meinhold et al.,2009)

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΤΗΛΕΣ ΤΩΝ ΝΕΟΓΕΝΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΑΥΤΩΝ
(ΒΟΡΕΙΟ ΤΜΗΜΑ)
STRATIGRAPHIC COLUMNS OF THE NEOGENE FORMATIONS AND THEIR CORRELATION
(NORTHERN PART)

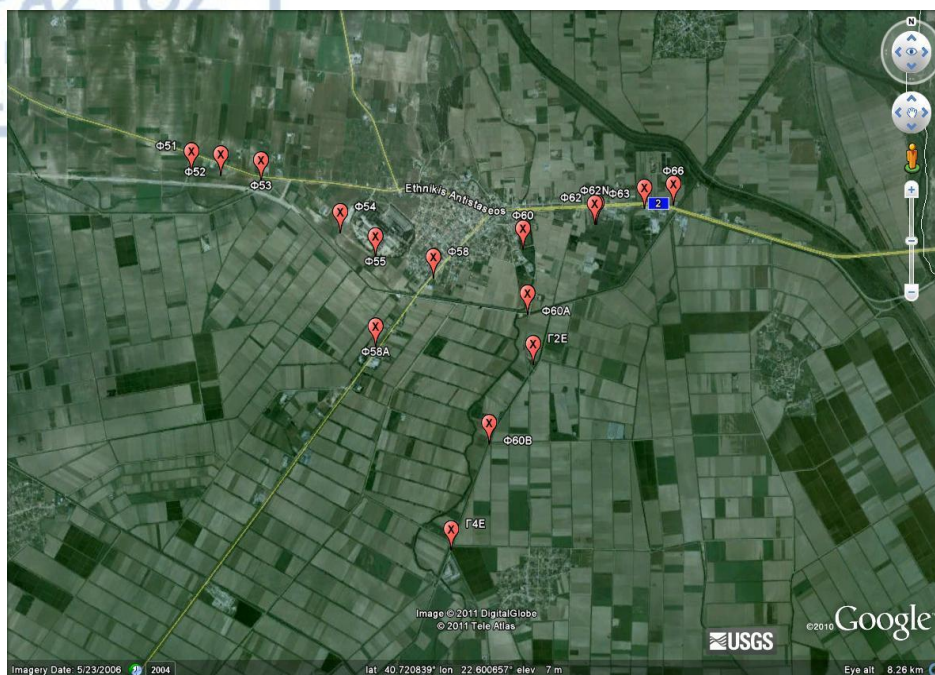


Εικόνα 14: Απεικόνιση της στρωματογραφικής στήλης της Χαλκηδόνας και σύγκριση με την στρωματογραφική στήλη Αγ.Αθανασίου (ΙΓΜΕ-Φύλλο "ΠΛΑΤΥ", κλίμακα 1:50000, Μέττος Α., Κουτσουβέλλης Α., 1986)

Στην στρωματογραφική στήλη της Χαλκηδόνας (Εικόνα 14) παρατηρείται αμμόδες ιζηματογενές υπόβαθρο, ενώ υπέρκεινται Μειωκαινικοί-Πλειστοκαινικοί μαργαικοί ασβεστόλιθοι. Ακολουθούν χαλαρά κροκαλοπαγή, ενώ υπέρκεινται μαργαικοί ασβεστόλιθοι σε εναλλαγές με κροκαλοψαμίτες. Τέλος υποκείμενα πετρώματα είναι τα κροκαλοπαγή με χαρακτηριστική χαλαρή σύνδεση μεταξύ τους.

2.2 Υδροφόροι ορίζοντες

Στην περιοχή μελέτης, δηλαδή στην περιοχή της Χαλκηδόνας, οι υδροφόροι ορίζοντες έρχονται προς εκμετάλλευση μέσω των γεωτρήσεων και αναπτύσσονται σε ιζηματογενείς αποθέσεις. Πρόκειται για επάλληλους υδροφορείς. Αποτελούνται από άμμο, χάλικες, κροκκάλες. Επίσης, είναι πιθανόν να αποτελούνται από μίγματα αυτών των τριών, καθώς επίσης και από την ύπαρξη αργιλικών υλικών, κάτι το οποίο δεν συμβαίνει σε όλες τις περιπτώσεις.



Εικόνα 15: Θέση των γεωτρήσεων στην περιοχή της Χαλκηδόνας (GoogleEarth)

Η υδρολιθολογική συμπεριφορά είναι άμεσα σχετιζόμενη με την κοκκομετρική σύσταση και το βαθμό διαγένεσης των πρόσφατων κοκκώδων χαλαρών σχηματισμών. Είναι σημαντικό το γεγονός ότι αυτή η συμπεριφορά επηρεάζεται με τη σειρά της από δύο παράγοντες, το ενεργό πορώδες και η περατότητα. Οι σχηματισμοί αυτοί διαχωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

Α) Μικροπερατοί χαλαροί ιζηματογενείς σχηματισμοί μεγάλης έκτασης και υψηλής υδροδυναμικότητας: Οι αποθέσεις αυτές τοποθετούνται στο Τεταρτογενές. Συμπεριλαμβάνουν υλικά που δεν συνδέονται μεταξύ τους, όπως κροκάλες, άμμο, αμμοάργιλο, πηλοαμμώδη, πηλό και άργιλο. Η συνολική έκταση αυτής της ενότητας αγγίζει τα 38km , μέσα στα όρια της διοίκησης της Δημοτικής Ενότητας του Αγ.Αθανασίου. Το σημαντικότερο υδροφόρο σύστημα της περιοχής μελέτης είναι το κοκκώδες σύστημα των Τεταρτογενών. Αυτό συμβαίνει για το λόγο ότι στην περιοχή αυτή συγκεντρώνεται το μεγαλύτερο ποσοστό υδατικού δυναμικού που μπορεί να εκμεταλλευτεί. Υπάρχει η υποδιαίρεση ανάμεσα στους αβαθείς υδροφορείς και τους υδροφορείς με βάθος. Οι πρώτοι φθάνουν σε βάθος τα 10-25m, ενώ οι δεύτεροι

αγγίζουν τα 300m, με τη συνεισφορά των κατάλληλων γεωτρήσεων. Όσον αναφορά στη πιεζομετρική επιφάνεια αυτή χαρακτηρίζεται από το βάθος των 10-45m.

Β)Μικροπερατοί Νεογενείς σχηματισμοί (εναλλαγές από ψαμμιτικές μάργες, άργιλοι, άμμοι, κροκαλοπαγή) μεγάλης έκτασης, καλής έως χαμηλής υδροδυναμικότητας: Το μεγαλύτερο τμήμα της Δημοτικής Ενότητας καταλαμβάνεται από τους Νεογενείς σχηματισμούς. Η έκταση αυτή καταλαμβάνει 117km. Σε αυτό το είδος των σχηματισμών εντοπίζεται το φαινόμενο της επαλληλίας ανάμεσα στους υδροφόρους ορίζοντες, στο εσωτερικό ψαμμιτών, άμμου και κροκαλοπαγών. Λόγω του ότι αυτοί οι σχηματισμοί είναι εγκλωβισμένοι στο περιεχόμενο λεπτόκοκκων στρωμάτων μάργας και αργίλου δέχονται ολοκληρωτικά ή μερικώς έντονη δύναμη πίεσεως. Στο πάχος των Νεογενών ιζημάτων που διατρήθηκαν συναντάται μια σημαντική υπεροχή των λεπτόκοκκων μη υδροφόρων ιζημάτων, καθώς η ύπαρξή τους αγγίζει το ποσοστό του 75%, με διακύμανση 48-92% 9 (Μπατσή,2014).

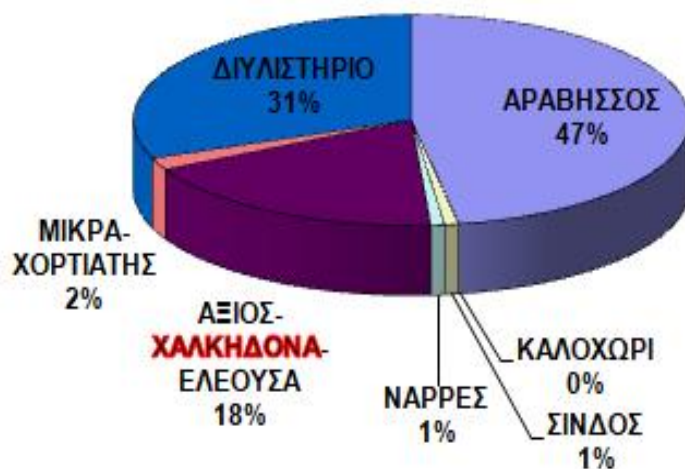
Σε αυτές τι κατηγορίες υδροφορέων έχει κατασκευαστεί σημαντικός αριθμός γεωτρήσεων, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες υδρεύσεως, αρδεύσεως και άλλες.

2.3 Κάλυψη υδατικών αναγκών

Η κάλυψη των υδατικών αναγκών του Νομού Θεσσαλονίκης γίνεται με τη δραστηριοποίηση της εταιρείας με την επωνυμία «Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης Α.Ε.» (Ε.Υ.Α.Θ.), καθώς μέσω των γεωτρήσεων στις περιοχές Χαλκηδόνα, Σίνδο, Ελεούσα, Αξιό, Αραβησσό, και των διυλιστηρίων του Αλιάκμονα και συγκεκριμένα διαμέσου 112 πηγών, αντλείται το νερό που απαιτείται.

Προκειμένου να καλυφθούν οι υδατικές ανάγκες των πολιτών, η Ε.Υ.Α.Θ. Α.Ε. προσφέρει σε καθημερινή βάση μία μέγιστη ποσότητα 280.000 κυβικών μέτρων πόσιμου νερού, ενώ κατά ελάχιστο 240.000 κυβικά μέτρα.

Ο καταμερισμός ανά περιοχή προβάλλεται στην Εικόνα 16 :



Εικόνα 16: Καταμερισμός παροχής υδάτων (Σπάχος Θ., ΕΥΑΘ)

Εικόνα 17: Δίκτυο γεωτρήσεων (ΕΥΑΘ)

Στην περιοχή του Αξιού (Γέφυρα, Χαλκηδόνα, Ελεούσα) υπάρχουν συνολικά 45 υδρογεωτρήσεις, εκ των οποίων αντλείται νερό σε ποσοστό των 90.000 κυβικών μέτρων.

Στην περιοχή του Αξιού-Γέφυρας υπάρχουν 36 γεωτρήσεις (27 σε μόνιμη ή προσωρινή λειτουργία και 9 σε μη λειτουργία).

Οι γεωτρήσεις αυτές λειτουργούν με ορισμένα προβλήματα, διότι είναι έντονη η παρουσία ψιλής άμμου και λόγω της απουσίας μεγάλων αποστάσεων μεταξύ των γεωτρήσεων.

Στην Χαλκηδόνα έχουν τοποθετηθεί 17 υδρογεωτρήσεις της ΕΥΑΘ (11 σε μόνιμη ή προσωρινή λειτουργία και 6 σε μη λειτουργία).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Διακύμανση της στάθμης του υπόγειου νερού

Σε μία υπό μελέτη αντλούμενη γεώτρηση μας ενδιαφέρει η διακύμανση της στάθμης του υπόγειου νερού. Με την διακοπή της άντλησης, η στάθμη του υπόγειου νερού, αρχίζει να ανέρχεται τείνοντας προοδευτικά να επανέλθει στην αρχική θέση της, δηλαδή στο επίπεδο που ήταν πριν την έναρξη της άντλησης. Η διαφορά της αρχικής στάθμης (πριν την έναρξη της αντλήσεως) και της μετρούμενης σε μια χρονική στιγμή μετά τη διακοπή της άντλησης, ονομάζεται υπολειπόμενη πτώση στάθμης (residual drawdown). Η μεταβολή της υπολειπόμενης πτώσης στάθμης μας δίνει χρήσιμα συμπεράσματα για την υδραυλική συμπεριφορά ενός υδροφορέα. Σημαντικό ρόλο στη συνολική πτώση στάθμης διαδραματίζει και η ακτίνα επίδρασης (Βουδούρης, 2011). Η ακτίνα επίδρασης (R) είναι εκείνη η απόσταση από τη γεώτρηση, πέρα από την οποία η πτώση στάθμης είναι μηδενική, κάτι το οποίο σημαίνει ότι πέραν αυτής δεν γίνονται αντιληπτά τα αποτελέσματα της άντλησης. Για ποικίλους λόγους, όπως είναι η πολιτική προστασία των γεωργικών επενδύσεων, η πολιτική διαχείριση των υπόγειων νερών, και άλλοι, είναι απαραίτητος ο καθορισμός των ελάχιστων αποστάσεων μεταξύ των γεωτρήσεων, (Βουδούρης, 2011).

Σχετικά με τη ροή στα πορώδη μέσα, η ακτίνα επίδρασης της γεώτρησης (R) δίνεται από τη σχέση

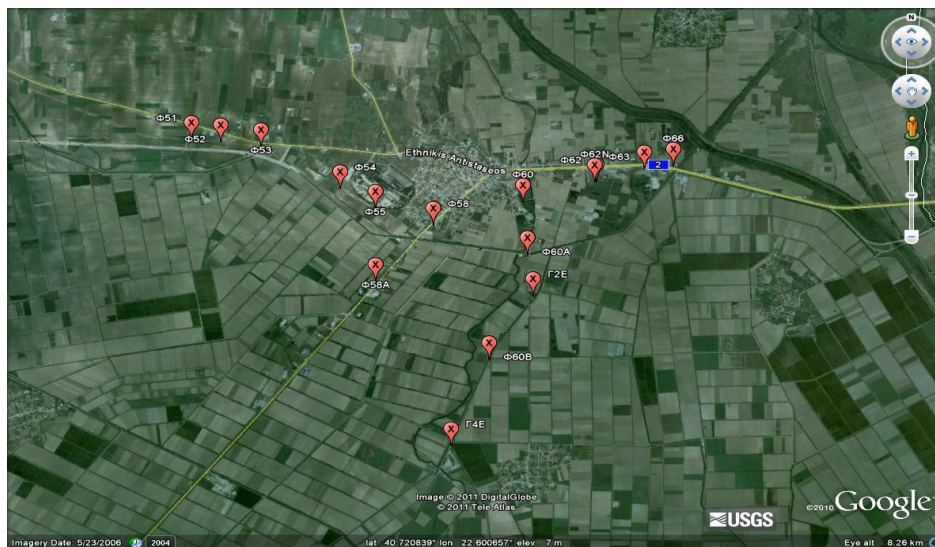
$$R = \sqrt{S}$$

η οποία προκύπτει από την εφαρμογή του πρότυπου THEIS, και στην οποία ο συντελεστής T είναι μεταβιβατικότητα ($m^2/\text{μονάδα χρόνου}$), S είναι ο συντελεστής αποθήκευσης του υδροφορέα και t ο χρόνος, για να υπολογίσουμε την ακτίνα επίδρασης (Βουδούρης, 2011).

Στην περιοχή ανάμεσα στον Άγιο Αθανάσιο και στην γέφυρα του ποταμού Αξιού παρατηρείται μια μεταβολή του συντελεστή υδραυλικής αγωγιμότητας των υδροφόρων στρωμάτων. Αυτό συμβαίνει, λόγω του ότι συμμετέχουν αργιλικά υλικά. Το αποτέλεσμα είναι ο συντελεστής υδραυλικής αγωγιμότητας να μεταβάλλεται μεταξύ και m/s . Η τροφοδοσία αυτών των υδροφορέων δεν πραγματοποιείται μόνο δια μέσου της κατείσδυσης των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, που εκτιμήθηκε σε $70mm/\text{έτος}$, αλλά και μέσω της διήθησης που γίνεται πλευρικά από τον ποταμό Αξίο, καθώς και από τα ιζήματα της λοφώδους περιοχής, που ταξινομούνται στο Νεογενές (Σπυρίδης κ.α., 2010).

Στα πλαίσια της εκπόνησης της συγκεκριμένης εργασίας πραγματοποιήθηκαν ορισμένες μετρήσεις στις γεωτρήσεις της περιοχής, και πιο συγκεκριμένα σε 10 γεωτρήσεις της Ε.Υ.Α.Θ., στην περιοχή της Χαλκηδόνας.

Η θέση των γεωτρήσεων αυτών προβάλλεται στην εικόνα 18.



Εικόνα 18: Απεικόνιση των γεωτρήσεων της Χαλκηδόνος (Google Earth)

Πιο συγκεκριμένα, οι γεωτρήσεις στις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ήταν οι: Φ51, Φ52, Φ53, Φ54, Φ55, Φ58, Φ58Α, Φ60Α, Φ60Β και Φ66.

Οι συντεταγμένες των γεωτρήσεων δίνονται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8: Συντεταγμένες γεωτρήσεων (ΕΓΣΑ 87)

Coord X	Coord Y	Υψόμετρο (m)	Κωδικός
379136,469	4509853,102	9.6	F51
383039,2955	4509830,451	9.2	F52
379808,271	4509908,878	9.5	F53
380310,493	4509513,516	13.2	F54
380740,832	4509163,843	12.8	F55
381243,609	4508987,615	8.9	F58
380694,18	4508527,961	9	F58A
382370,003	4509338,253	9.9	F60A
381921,737	4507761,879	9	F60B
383716,83	4509770,08	9.85	F66

Με σκοπό τη μελέτη της διακύμανσης στάθμης του υπόγειου νερού του υδροφορέα στην περιοχή της Χαλκηδόνας, λήφθηκαν υπόψη δεδομένα από μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν τα έτη 2018 (Νοέμβριος) και 2019 (Μάιος), αλλά και επιπλέον στοιχεία από μετρήσεις που είχαν πραγματοποιηθεί κατά προηγούμενα έτη και συμπεριλαμβάνονται στο αρχείο δεδομένων της Ε.Υ.Α.Θ. Η πρώτη στήλη του «Πίνακας 9: Μετρήσεις στάθμης γεωτρήσεων στην περιοχή της Χαλκηδόνας (19-11-2018)», και του «Πίνακας 10: Μετρήσεις στάθμης γεωτρήσεων στην περιοχή της Χαλκηδόνας (25-5-2019)», περιλαμβάνει την κωδική ονομασία της κάθε γεώτρησης. Οι δύο επόμενες στήλες των παρακάτω συγκεντρωτικών πινάκων αναφέρουν τις συντεταγμένες της εκάστοτε γεώτρησης, ενώ η τρίτη στήλη μας πληροφορεί για το υψόμετρο της γεώτρησης σε σύγκριση με τη θαλάσσια στάθμη. Οι στήλες προβάλλουν στοιχεία που προέκυψαν από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τον Νοέμβριο του 2018 και το Μάιο του 2019 και σχετίζονται με τη στάθμη ηρεμίας, τη δυναμική στάθμη και την αντίστοιχη πίεση.

Από τον Πίνακα 9 «Μετρήσεις στάθμης γεωτρήσεων στην περιοχή της Χαλκηδόνας (19-11-2018)», παρατηρείται ότι στις γεωτρήσεις F52, που βρίσκεται βόρειο-δυτικά

της Χαλκηδόνας σε υψόμετρο 9.6m και F55, που βρίσκεται νότιο-δυτικά της Χαλκηδόνας με υψόμετρο 12.8m, το απόλυτο υψόμετρο εντοπίζεται να είναι αρνητικό, ενώ αντιθέτως σε όλες τις υπόλοιπες γεωτρήσεις είναι θετικό.

Οι πιεζομετρικοί χάρτες (Εικόνες 43 και 45) που επισημαίνονται στη συνέχεια έχουν κατασκευαστεί με βάση το απόλυτο υψόμετρο κάθε γεώτρησης.

Πίνακας 9: Μετρήσεις στάθμης γεωτρήσεων στην περιοχή της Χαλκηδόνας (19-11-2018)

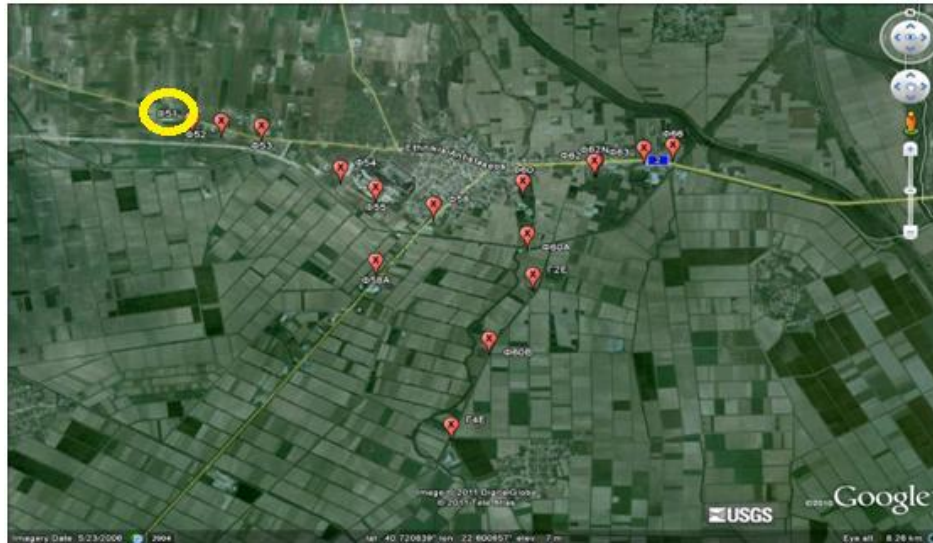
Κωδικός	Coord X	Coord Y	Coord Z	Στάθμη Ηρεμίας (m)	Απόλυτο Υψόμετρο (m)
F51	379136,47	4509853,10	9.6	9,15	0.45
F52	383039,29	4509830,45	9.2	19,29	-10.09
F53	379808,27	4509908,88	9.5		9.5
F54	380310,49	4509513,52	13.2		13.2
F55	380740,83	4509163,84	12.8	13,92	-1.12
F58	381243,61	4508987,62	8.9		8.9
F58A	380694,18	4508527,96	9	7,69	1.31
F60A	382370	4509338,25	9.9	9,5	0.4
F60B	381921,74	4507761,88	9		9
F66	383716,83	4509770,08	9.85	9,38	0.47

Από τον Πίνακα 10 «Μετρήσεις στάθμης γεωτρήσεων στην περιοχή της Χαλκηδόνας (25-5-2019)» , είναι εμφανές ότι οι γεωτρήσεις F52 που βρίσκεται βορειο-δυτικά της Χαλκηδόνας σε υψόμετρο 9.6m και F55, που βρίσκεται νοτιο-δυτικά της Χαλκηδόνας με υψόμετρο 12.8m, παρουσιάζουν αρνητικό απόλυτο υψόμετρο στάθμης. Οι υπόλοιπες γεωτρήσεις χαρακτηρίζονται από θετικό απόλυτο υψόμετρο στάθμης, όπως διαπιστώθηκε και από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν τον Νοέμβριο του 2018.

Πίνακας 10: Μετρήσεις στάθμης γεωτρήσεων στην περιοχή της Χαλκηδόνας (25-5-2019)

Κωδικός	Coord X	Coord Y	Coord Z	Στ.Ηρεμίας (m)	Απόλυτο Υψόμετρο (m)
F51	379136,47	4509853,10	9.6	9,26	0.34
F52	383039,29	4509830,45	9.2	19,42	-10.22
F53	379808,27	4509908,88	9.5		9.5
F54	380310,49	4509513,52	13.2		13.2
F55	380740,83	4509163,84	12.8	14,43	-1.63
F58	381243,61	4508987,62	8.9		8.9
F58A	380694,18	4508527,96	9	7,95	1.05
F60A	382370	4509338,25	9.9	9,6	0.3
F60B	381921,74	4507761,88	9		9
F66	383716,83	4509770,08	9.85	9,57	0.28

Γεώτρηση Φ51



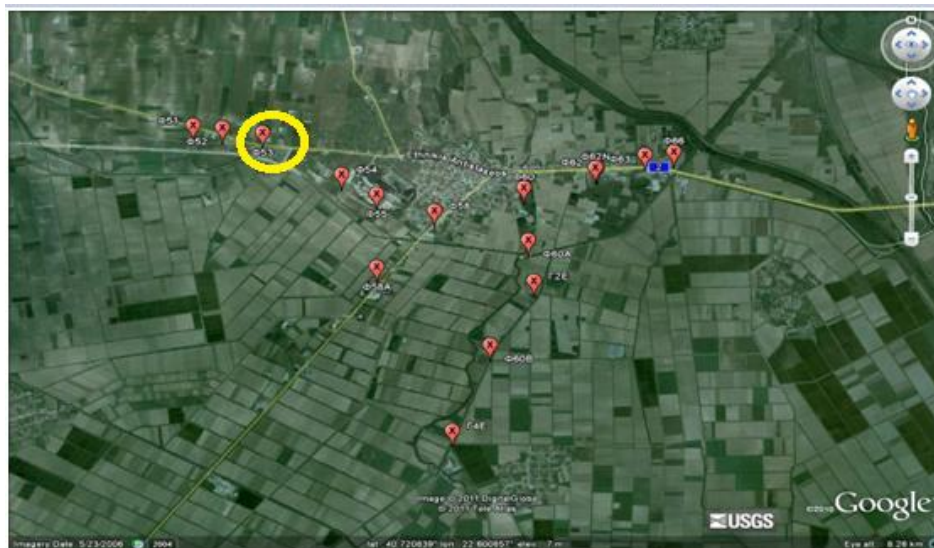
Εικόνα 19: Θέση της γεώτρησης Φ51 (Google Earth)

Η γεώτρηση αυτή βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 9,6 μέτρων. Κατασκευάστηκε στα δυτικά της Χαλκηδόνας, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 19.

DEPTH	LITHOLOGY	DESCRIPTION
0		φυτική γη
-10		άργιλος
-20		άργιλος με χάλικες
-30		ασβεστόλιθος μαργαϊκός, λευκός, οργανογενής
-40		χαλίκια μεσόκοκκα
-50		χαλίκια λεπτόκοκκα με άργιλο
-60		χαλίκια μεσόκοκκα
-70		άμμος χονδρόκοκκη
-80		χαλίκια μεσόκοκκα
-90		άμμος λεπτόκοκκη
-100		άμμος με άργιλο
-110		χαλίκια λεπτόκοκκα με άργιλο
-120		άμμος μεσόκοκκη με άργιλο
-130		χαλίκια λεπτόκοκκα με άργιλο
-140		χαλίκια μεσόκοκκα
-150		άργιλος με χάλικες
-160		χαλίκια μεσόκοκκα
-170		χαλίκια χονδρόκοκκα
-180		χαλίκια λεπτόκοκκα με άργιλο
-190		χαλίκια, κροκάλες
-200		χαλίκια λεπτόκοκκα με άργιλο

Παρατηρώντας τη λιθολογική τομή της συγκεκριμένης γεώτρησης (Εικόνα 20) φαίνεται η διάτρησή της μέχρι το βάθος των 180 μέτρων. Κατά τη διάτρηση μέχρι τα 30 μέτρα συναντάμε αργιλικά υλικά με παρουσία χαλκικών. Από τα 30 μέτρα βάθος και στη συνέχεια αναπτύσσονται οι υδροφόροι σχηματισμοί με παρουσία χαλκικών, σε εναλλαγές διαφόρων διαμέτρων, μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης.

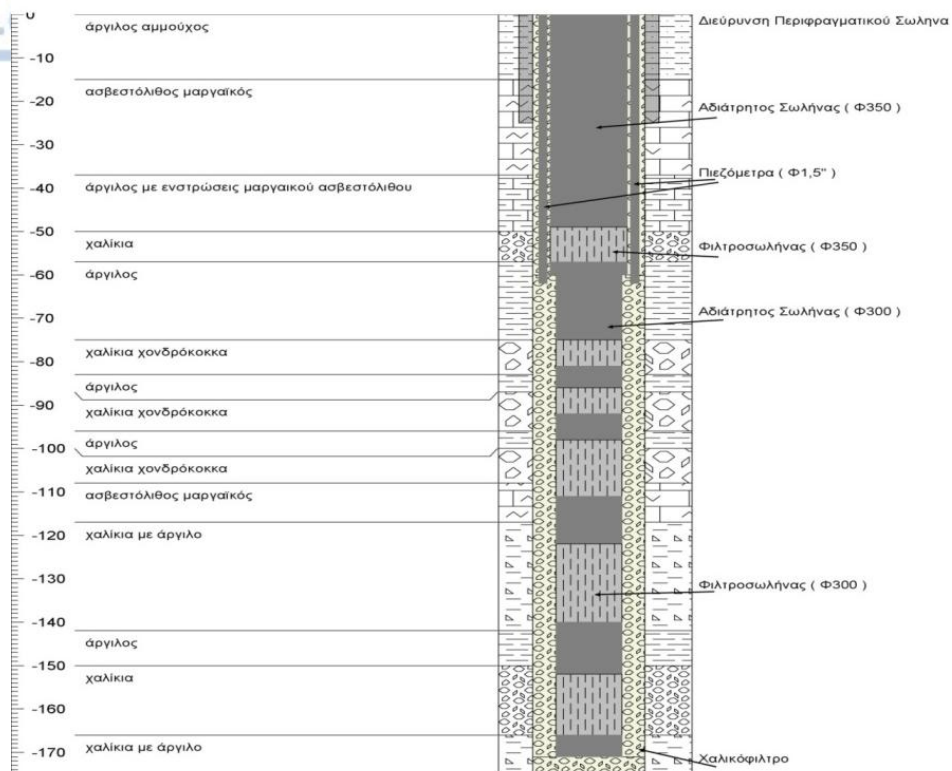
Γεώτρηση Φ53



Εικόνα 21: Θέση της γεώτρησης Φ53 (Google Earth)

Η γεώτρηση αυτή βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 13,4 μέτρων. Κατασκευάστηκε βορειοδυτικά της Χαλκηδόνας όπως φαίνεται στην Εικόνα 21.

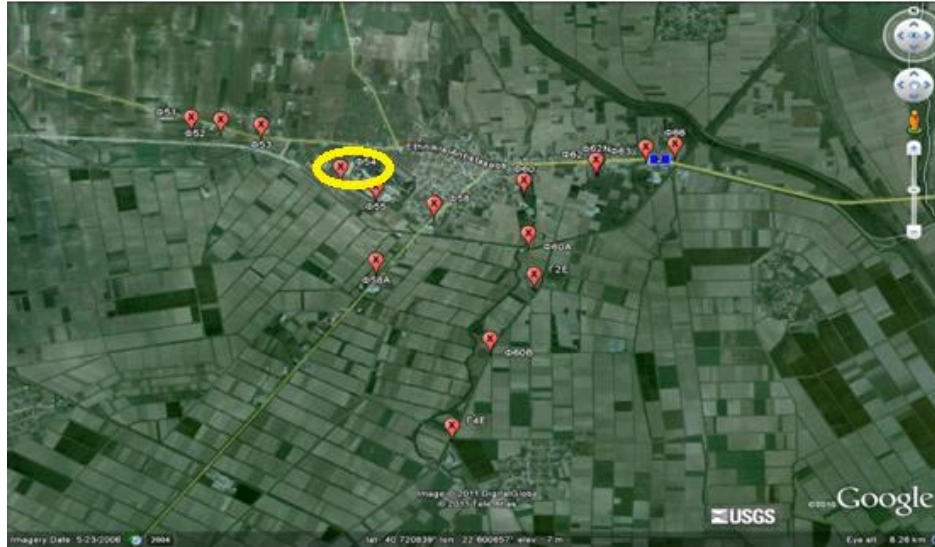
Γεώτρηση Φ53



Εικόνα 22: Λιθολογική τομή της Φ53 (ΕΥΑΘ)

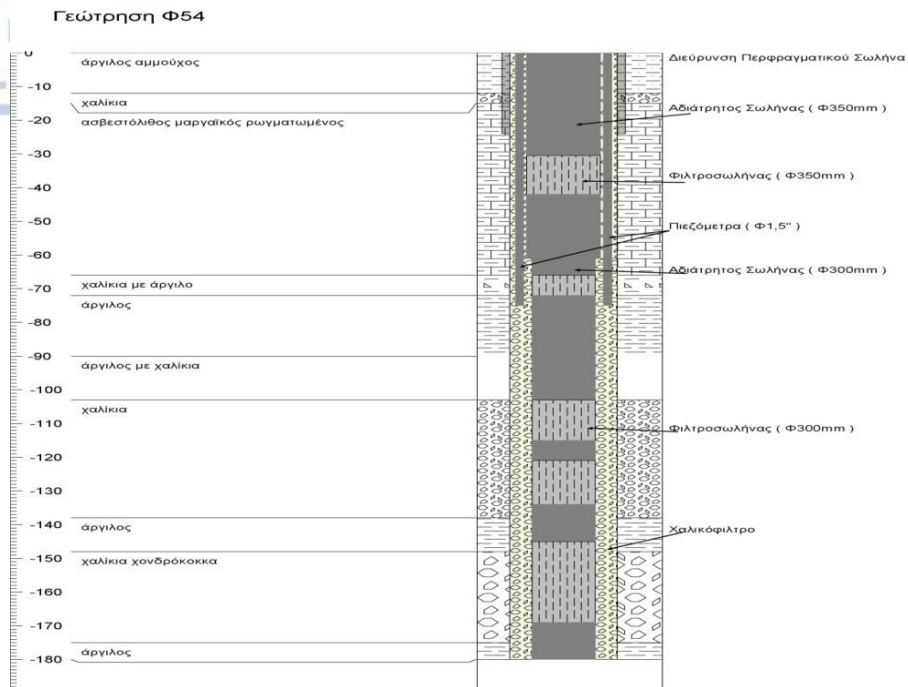
Παρατηρώντας τη λιθολογική τομή της συγκεκριμένης γεώτρησης (Εικόνα 22) φαίνεται η διάτρησή της μέχρι το βάθος των 175 μέτρων. Κατά τη διάτρηση μέχρι τα 15 μέτρα συναντάμε αργιλικά υλικά με παρουσία άμμου. Από τα 15 μέτρα βάθος και στη συνέχεια αναπτύσσονται οι υδροφόροι σχηματισμοί με παρουσία χαλικιών, σε εναλλαγές διαφόρων διαμέτρων, μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 22 τοποθετήθηκαν δύο πιεζόμετρα, τα οποία καταλήγουν σε βάθος 60 μέτρων.

Γεώτρηση Φ54



Εικόνα 23: Θέση τηςγεώτρησης Φ54 (Google Earth)

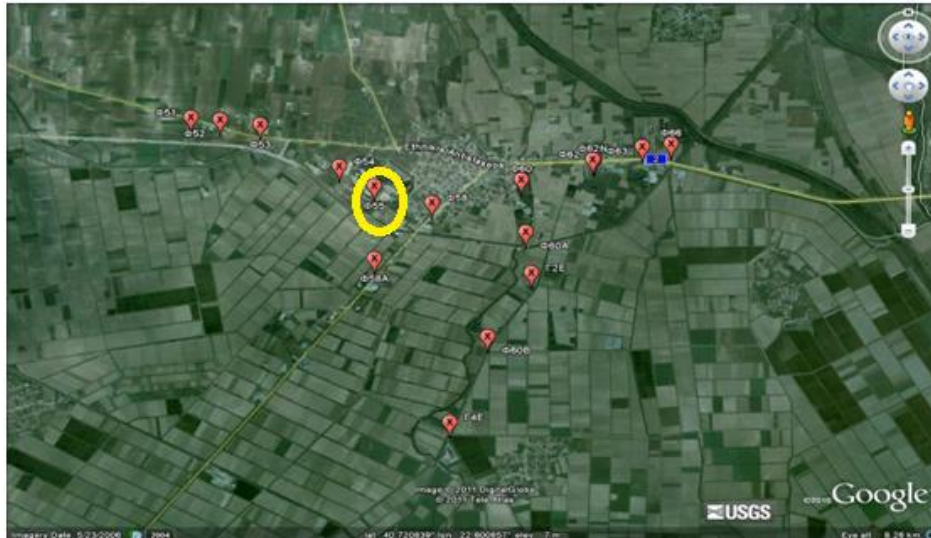
Η γεώτρηση αυτή βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 12,8 μέτρων. Κατασκευάστηκε δυτικά της Χαλκηδόνας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 23.



Εικόνα 24: Λιθολογική τομή και σωλήνωση της γεώτρησης Φ54 (ΕΥΑΘ)

Παρατηρώντας τη λιθολογική τομή της συγκεκριμένης γεώτρησης (Εικόνα 24) φαίνεται η διάτρησή της μέχρι το βάθος των 180 μέτρων. Κατά τη διάτρηση μέχρι τα 15 μέτρα συναντάμε αργιλικά υλικά με παρουσία άμμου και χαλικιών. Από τα 15 μέτρα βάθος και στη συνέχεια αναπτύσσονται οι υδροφόροι σχηματισμοί με παρουσία χαλικιών, σε εναλλαγές διαφόρων διαμέτρων, μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 24, τοποθετήθηκαν δύο πιεζόμετρα, τα οποία φτάνουν μέχρι τα 70 μέτρα βάθος.

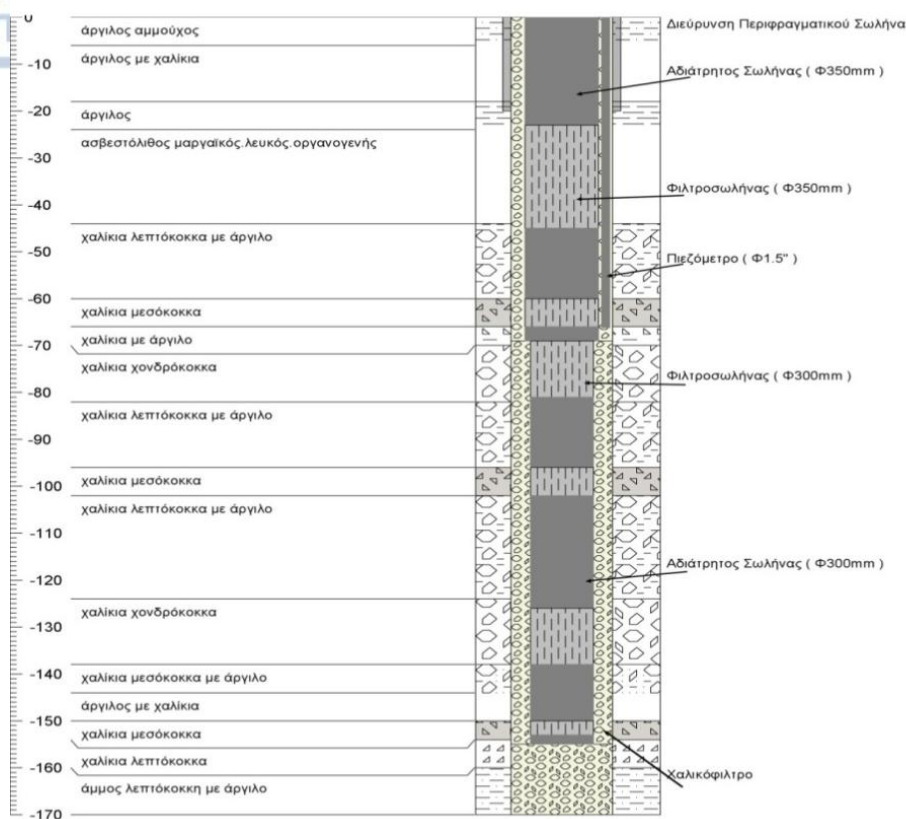
Γεώτρηση Φ55



Εικόνα 25: Θέση της γεώτρησης Φ55 (GoogleEarth)

Η γεώτρηση αυτή βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 12,8 μέτρων. Κατασκευάστηκε δυτικά της Χαλκηδόνας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 25.

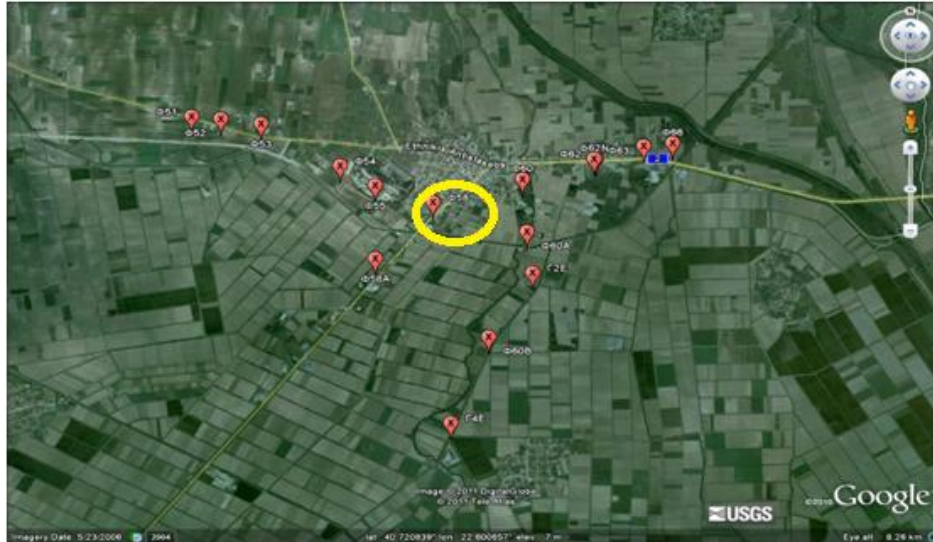
Γεώτρηση Φ55



Εικόνα 26: Λιθολογική τομή και σωλήνωση της γεώτρησης Φ55 (ΕΥΑΘ)

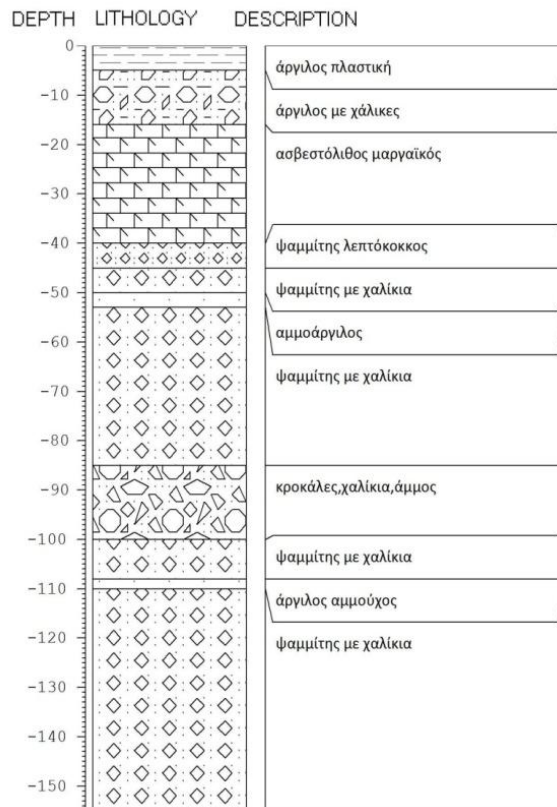
Παρατηρώντας τη λιθολογική τομή της συγκεκριμένης γεώτρησης (Εικόνα 26) φαίνεται η διάτρησή της μέχρι το βάθος των 170 μέτρων. Κατά τη διάτρηση μέχρι τα 25 μέτρα συναντάμε αργιλικά υλικά με παρουσία άμμου και χαλικιών. Από τα 25 μέτρα βάθος και στη συνέχεια αναπτύσσονται οι υδροφόροι σχηματισμοί με παρουσία χαλικιών, σε εναλλαγές διαφόρων διαμέτρων, μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 26, τοποθετήθηκε ένα πιεζόμετρο, το οποίο καταλήγει στο βάθος των 65 μέτρων.

Γεώτρηση Φ58



Εικόνα 27: Θέση της γεώτρησης Φ58 (Google Earth)

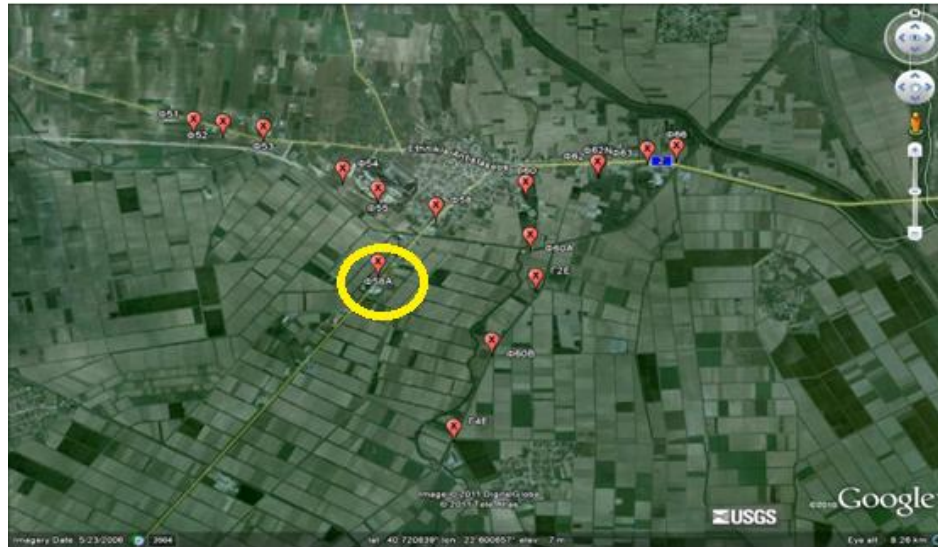
Η γεώτρηση αυτή βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 8,9 μέτρων. Κατασκευάστηκε νότια της Χαλκηδόνας, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 27.



Εικόνα 28: Λιθολογική τομή της γεώτρησης Φ58 (ΕΥΑΘ)

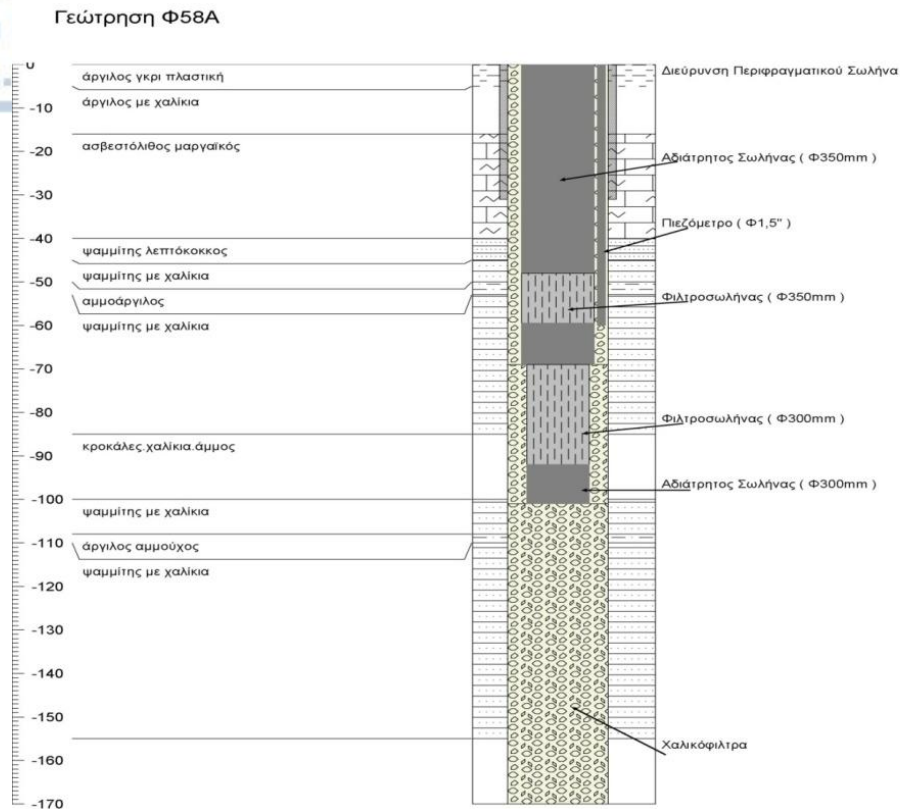
Παρατηρώντας τη λιθολογική τομή της συγκεκριμένης γεώτρησης (Εικόνα 28) φαίνεται η διάτρησή της μέχρι το βάθος των 150 μέτρων. Κατά τη διάτρηση μέχρι τα 15 μέτρα συναντάμε αργιλικά υλικά με παρουσία χαλικιών. Από τα 15 μέτρα βάθος και στη συνέχεια αναπτύσσονται οι υδροφόροι σχηματισμοί με παρουσία χαλικιών, σε εναλλαγές διαφόρων διαμέτρων, μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης.

Γεώτρηση Φ58Α



Εικόνα 29: Απεικόνιση της γεώτρησης Φ58Α (Google Earth)

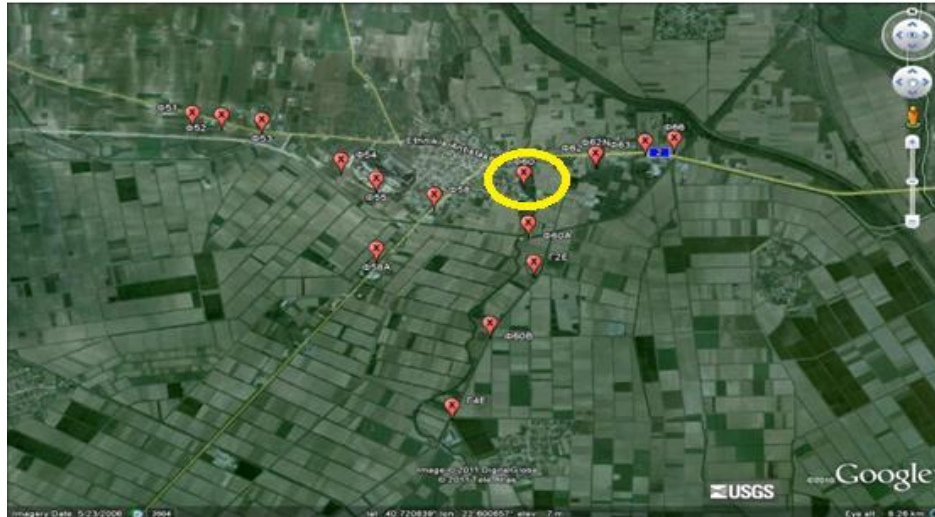
Η γεώτρηση αυτή βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 9 μέτρων. Κατασκευάστηκε νότια της Χαλκηδόνας, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 29.



Εικόνα 30: Λιθολογική τομή και σωλήνωση της γεώτρησης Φ58Α (ΕΥΑΘ)

Παρατηρώντας τη λιθολογική τομή της συγκεκριμένης γεώτρησης (Εικόνα 30) φαίνεται η διάτρησή της μέχρι το βάθος των 170 μέτρων. Κατά τη διάτρηση μέχρι τα 15 μέτρα συναντάμε αργιλικά υλικά με παρουσία χαλικιών. Από τα 15 μέτρα βάθος και στη συνέχεια αναπτύσσονται οι υδροφόροι σχηματισμοί με παρουσία χαλικιών, σε εναλλαγές διαφόρων διαμέτρων, μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 30, τοποθετήθηκε ένα πιεζόμετρο μέχρι τα 60 μέτρα βάθος.

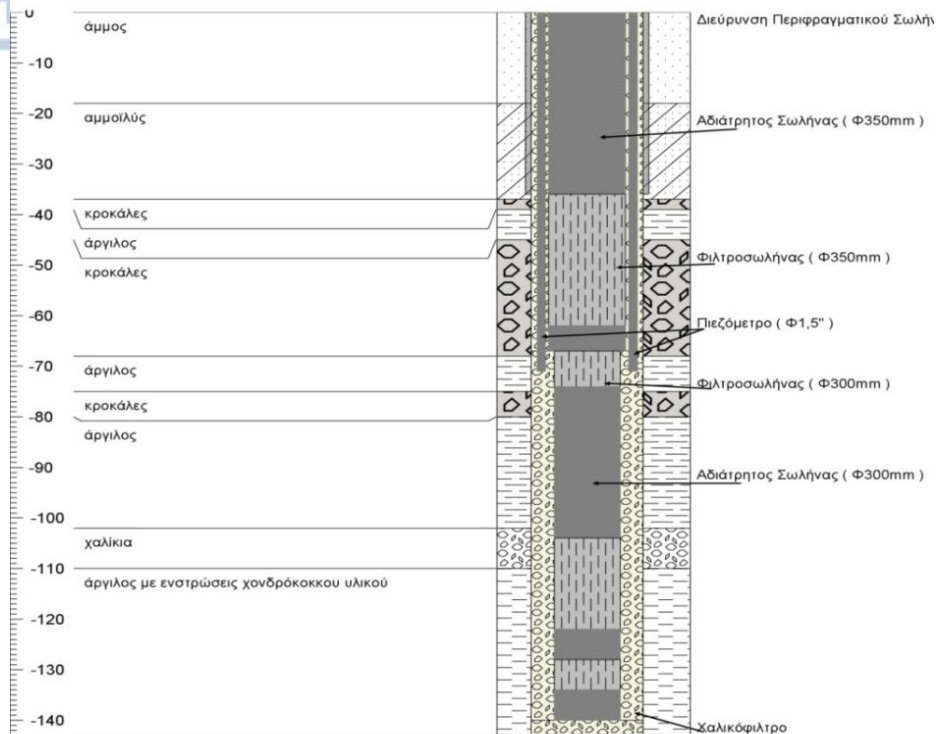
Γεώτρηση Φ60Α



Εικόνα 31: Θέση της γεώτρησης Φ60 Α (Google Earth)

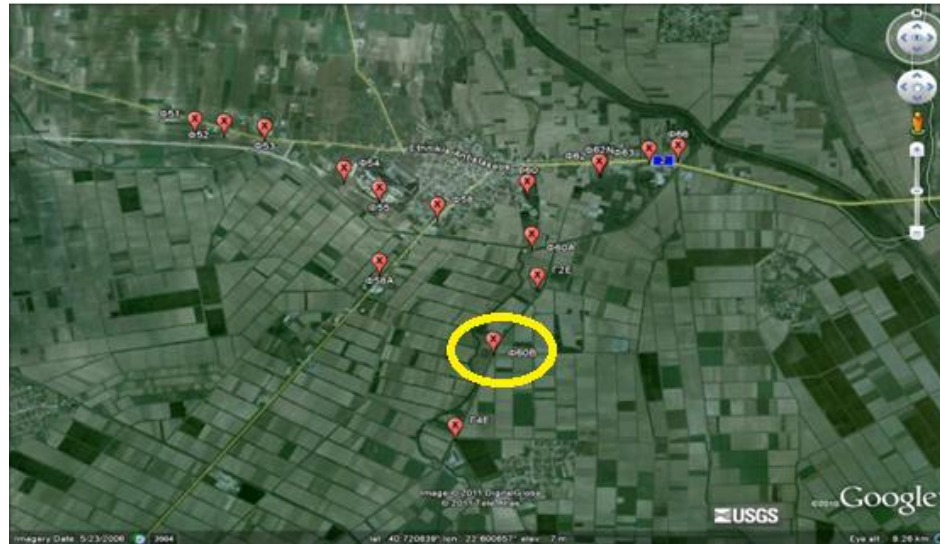
Η γεώτρηση αυτή βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 9,9 μέτρων. Κατασκευάστηκε ανατολικά της Χαλκηδόνας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 31.

Γεώτρηση Φ60



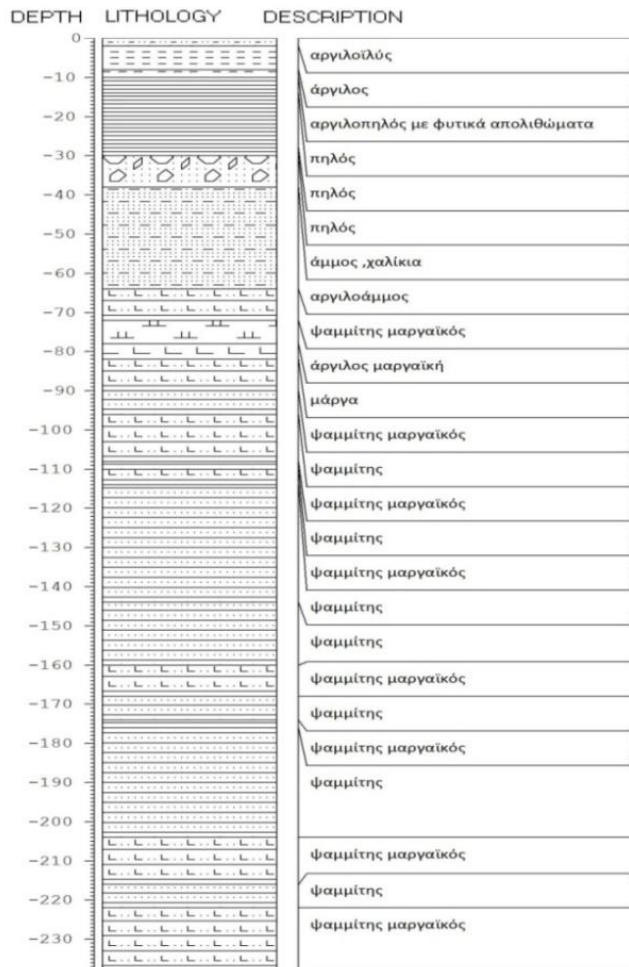
Εικόνα 32: Λιθολογική τομή και σωλήνωση της γεώτρησης Φ60 Α (ΕΥΑΘ)

Παρατηρώντας τη λιθολογική τομή της συγκεκριμένης γεώτρησης (Εικόνα 32) φαίνεται η διάτρησή της μέχρι το βάθος των 140 μέτρων. Κατά τη διάτρηση μέχρι τα 35 μέτρα συναντάμε άμμο με παρουσία ιλύος. Από τα 35 μέτρα βάθος και στη συνέχεια αναπτύσσονται αργιλικά υλικά με παρουσία κροκαλών και χαλικιών, σε εναλλαγές διαφόρων διαμέτρων, μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 32, τοποθετήθηκαν δύο πιεζόμετρα μέχρι το βάθος των 70 μέτρων.



Εικόνα 33: Θέση της γεώτρησης Φ60B (Google Earth)

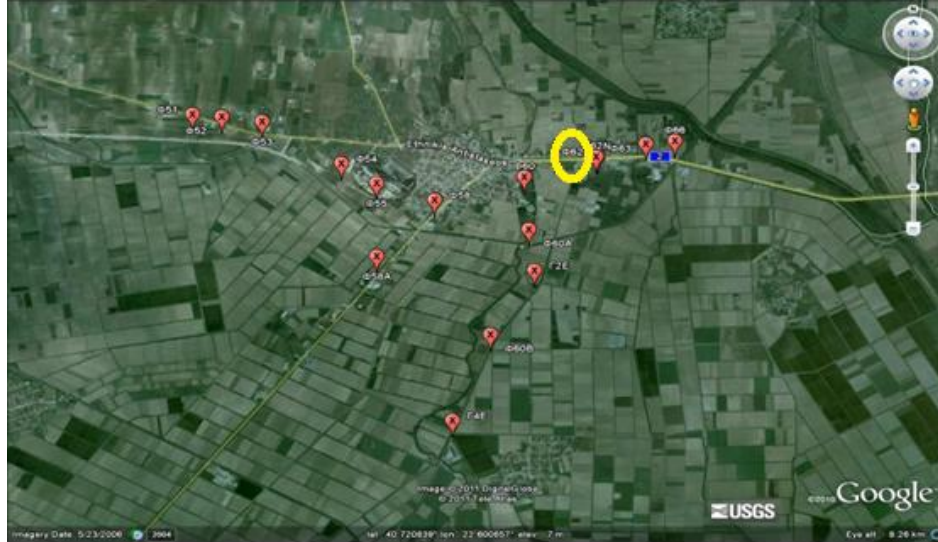
Η γεώτρηση αυτή βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 9,8 μέτρων. Κατασκευάστηκε νότια της Χαλκηδόνας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 33.



Εικόνα 34: Λιθολογική τομή της γεώτρησης Φ60B (ΕΥΑΘ)

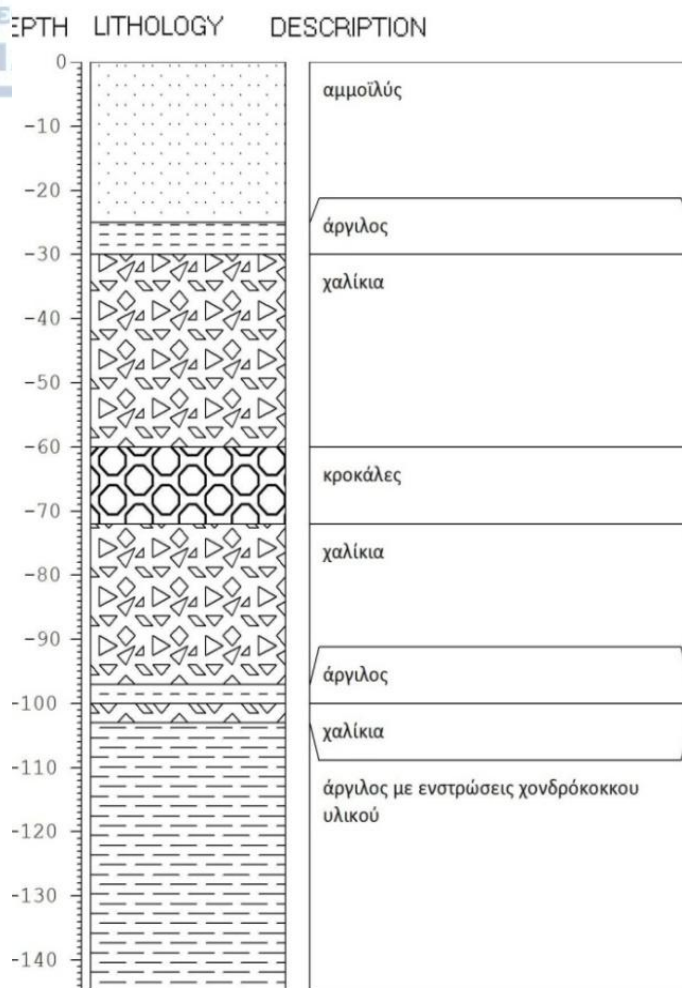
Παρατηρώντας τη λιθολογική τομή της συγκεκριμένης γεώτρησης (Εικόνα 34) φαίνεται η διάτρησή της μέχρι το βάθος των 235 μέτρων. Κατά τη διάτρηση μέχρι τα 70 μέτρα συναντάμε αργιλικά υλικά με παρουσία ιλύος. Από τα 70 μέτρα βάθος και στη συνέχεια αναπτύσσονται οι υδροφόροι σχηματισμοί με παρουσία αργίλου, σε εναλλαγές διαφόρων διαμέτρων, μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης.

Γεώτρηση Φ62



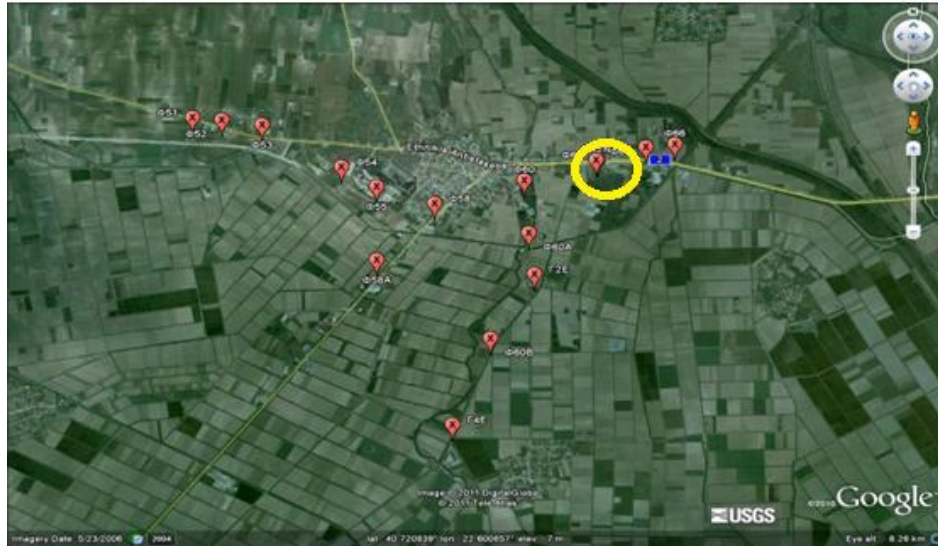
Εικόνα 35: Θέση της γεώτρησης Φ62 (Google Earth)

Η γεώτρηση αυτή βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 9,2 μέτρων. Κατασκευάστηκε ανατολικά της Χαλκηδόνας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 35.



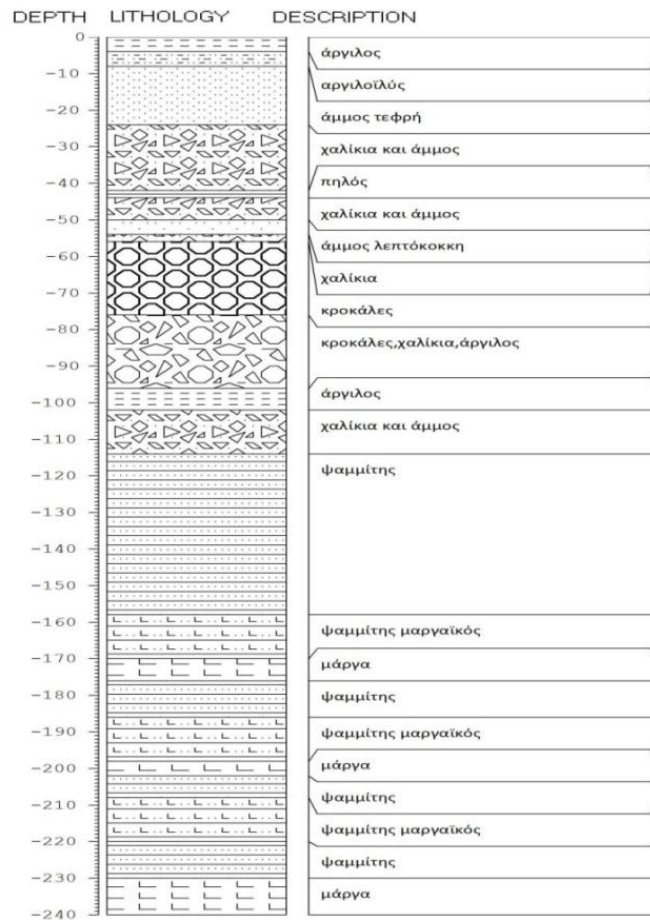
Εικόνα 36: Θέση της γεώτρησης Φ62 (ΕΥΑΘ)

Παρατηρώντας τη λιθολογική τομή της συγκεκριμένης γεώτρησης (Εικόνα 36) φαίνεται η διάτρησή της μέχρι το βάθος των 145 μέτρων. Κατά τη διάτρηση μέχρι τα 30 μέτρα συναντάμε αργιλικά υλικά με παρουσία άμμου και ιλύος. Από τα 30 μέτρα και στη συνέχεια αναπτύσσονται αργιλικά υλικά με παρουσία κροκαλών και χαλικιών, σε εναλλαγές διαφόρων διαμέτρων, μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης.



Εικόνα 37: Θέση της γεώτρησης Φ62N (Google Earth)

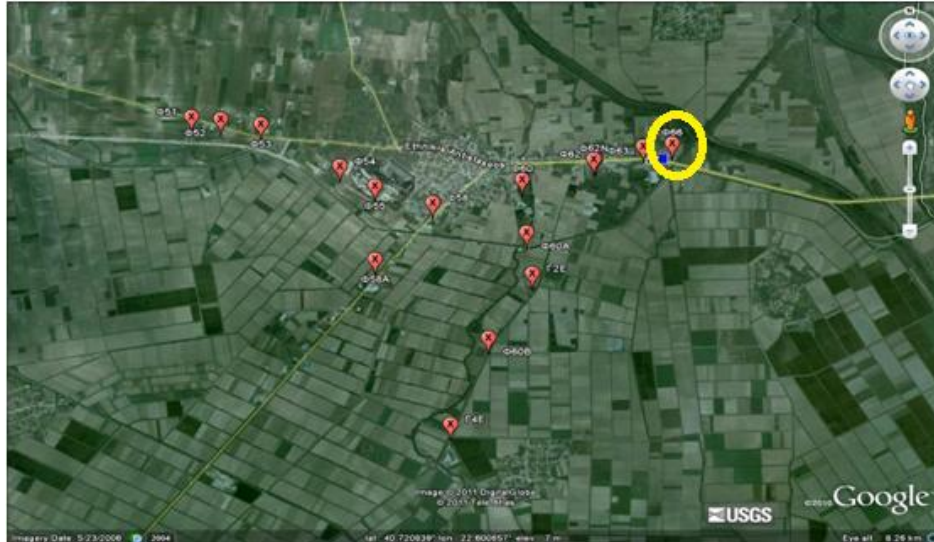
Η γεώτρηση αυτή βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 9,2 μέτρων. Κατασκευάστηκε ανατολικά της Χαλκηδόνας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 37.



Εικόνα 38: Λιθολογική τομή της γεώτρησης Φ62N (ΕΥΑΘ)

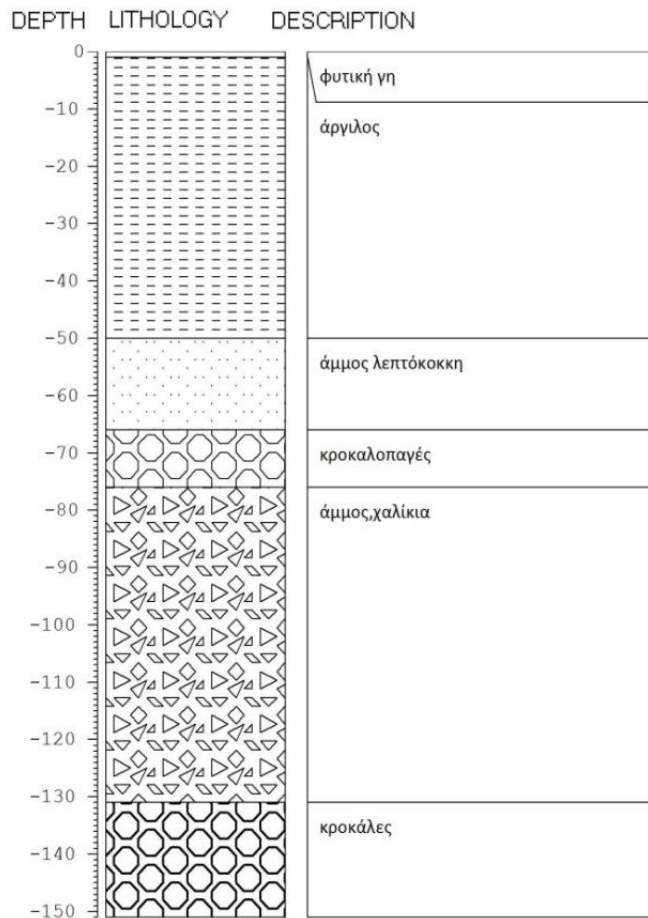
Παρατηρώντας τη λιθολογική τομή της συγκεκριμένης γεώτρησης (Εικόνα 38) φαίνεται η διάτρησή της μέχρι το βάθος των 240 μέτρων. Κατά τη διάτρηση, μέχρι τα 115 μέτρα συναντάμε αργιλικά υλικά με παρουσία ιλύος, πηλού και χαλικιών. Από τα 115 μέτρα και στη συνέχεια αναπτύσσονται οι υδροφόροι σχηματισμοί με παρουσία ψαμμίτη και μάρμας, σε εναλλαγές διαφόρων διαμέτρων, μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης.

Γεώτρηση Φ66



Εικόνα 39: Θέση της γεώτρησης Φ66 (Google Earth)

Η γεώτρηση αυτή βρίσκεται σε απόλυτο υψόμετρο 9,85 μέτρων. Κατασκευάστηκε ανατολικά της Χαλκηδόνας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 39.



Εικόνα 40: Λιθολογική τομή της γεώτρησης Φ66 (ΕΥΑΘ)

Παρατηρώντας τη λιθολογική τομή της συγκεκριμένης γεώτρησης (Εικόνα 40) φαίνεται η διάτρησή της μέχρι το βάθος των 150 μέτρων. Κατά τη διάτρηση μέχρι τα 50 μέτρα συναντάμε αργιλικά υλικά. Από τα 50 μέτρα βάθος και στη συνέχεια αναπτύσσονται αμμώδη υλικά με παρουσία κροκαλών και χαλικιών, σε εναλλαγές διαφόρων διαμέτρων, μέχρι το τελικό βάθος διάτρησης.

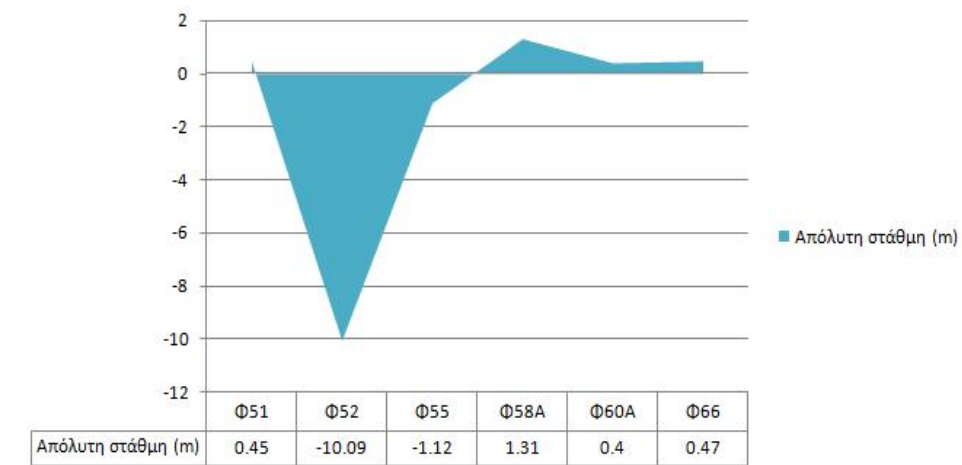
3.2 Πιεζομετρία περιοχής

Χρησιμοποιώντας Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), δίνεται η δυνατότητα κατασκευής θεματικών χαρτών, όπως οι πιεζομετρικοί χάρτες, όπου αποτυπώνεται η διακύμανση στάθμης των υπόγειων νερών. Για την κατασκευή τέτοιου είδους χαρτών είναι απαραίτητη η γνώση του υδραυλικού φορτίου στην περιοχή μελέτης.

Με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα στην περιοχή και με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία από τις λιθολογικές τομές των γεωτρήσεων το πάχος της ακόρεστου ζώνης κυμαίνεται μεταξύ 8 και 35m και χαρακτηρίζεται από εναλλαγές στρωμάτων αργιλικού υλικού, άμμου ή συνδυασμού αυτών. Τα στρώματα αυτά χαρακτηρίζονται ως αδιαπέρατα, ημιπερατά ή και περατά. Στο μεγαλύτερο βαθμό ταξινομούνται στα περατά έως ημιπερατά υλικά. Όσον αναφορά στο συντελεστή κατείδυσης, των κατακρημνισμάτων, αυτός αγγίζει το ποσοστό του 15% (70mm/έτος), ενώ το υδροφόρο σύστημα έχει συντελεστή υδραυλικής αγωγιμότητας $k_{7,14}^*m/s$ με διακύμανση $2,25^* -2,53^*m/s$. Το ανάγλυφο καθορίζεται από ήπιες κλίσεις, ενώ το σύστημα των υδροφόρων οριζόντων στο σύνολο της περιοχής είναι υπό πίεση ή και μερικώς υπό πίεση.

Στη λοφώδη περιοχή των Νεογενών ιζημάτων (Α. Μειόκαινο-Κ. Πλειόκαινο), τα οποία βρίσκονται στο νότιο τμήμα της λεκάνης του Αξιού (Εικόνα 6), η ακόρεστος ζώνη χαρακτηρίζεται από πάχος που κυμαίνεται μεταξύ 30 και 130m, ενώ ο μέσος όρος του πάχους είναι τα 65m. Τα υλικά είναι ημιπερατά ή και αδιαπέρατα με ερυθρή άργιλο, μάργα, άμμο, χαλίκια ή και συνδυασμό αυτών. Οι συνθήκες είναι πιο ευνοϊκές προκειμένου να προστατευθεί το υδροφόρο σύστημα από ρυπαντές και μολύνσεις. Η ακόρεστη ζώνη σε αυτήν την περιοχή έχει μεγάλο πάχος και λόγω της παρουσίας ερυθρής αργίλου και γι' αυτό το λόγο πιθανώς οι υδροφορείς εμφανίζουν μικρότερο συντελεστή υδραυλικής αγωγιμότητας (k). Ωστόσο, υπάρχει και ένα αρνητικό στοιχείο στα Νεογενή αυτά ιζήματα, καθώς η μεγαλύτερη κλίση του υδροφορέα έχει σαν αποτέλεσμα να μεταφέρονται ευκολότερα οι ρυπογόνοι παράγοντες και να μην υπάρχει δυνατότητα αυτοκαθαρισμού. Αυτό συμβαίνει κυρίως στα λεπτόκοκκα ιζήματα του ποταμού των Τεταρτογενών αποθέσεων. Στους εγκλωβισμένους υδροφορείς αποσυντίθεται η οργανική ύλη που υπάρχει στο εσωτερικό των ιζημάτων, κάτι το οποίο επηρεάζει άμεσα τις αναγωγικές συνθήκες, καθώς τις δημιουργεί. Το αποτέλεσμα είναι μερικοί ρυπαντές να αποσυντίθεται, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται τα νιτρικά (Μπατσή, 2014).

Όσον αφορά τη στάθμη-πιεζομετρική επιφάνεια του υδροφόρου συστήματος, κατά το διάστημα 15 Απριλίου με 15 Μαΐου που είναι η υγρή περίοδος εντοπίζεται η ανώτερη τιμή, ενώ κατά την ξηρή περίοδο, δηλαδή 15 Σεπτεμβρίου με 15 Οκτωβρίου, εντοπίζεται η κατώτερη τιμή. Το εύρος κυμαίνεται ανάμεσα σε μερικά εκατοστά και μερικά μέτρα (Εικόνες 41 και 42).



Εικόνα 41: Γραφική παράσταση της στάθμης ηρεμίας των γεωτρήσεων σε απόλυτο υψόμετρο (Νοέμβριος 2018)



Εικόνα 42: Γραφική παράσταση τη στάθμης ηρεμίας των γεωτρήσεων σε απόλυτο υψόμετρο (Μάιος 2019)

Για την κατασκευή χαρτών και διαγραμμάτων απαιτείται μέτρηση στάθμης του υπόγειου νερού και η αναγωγή της σε απόλυτο υψόμετρο (Βουδούρης, 2014). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με ειδικό όργανο, το σταθμήμετρο. Η στάθμη μετράται από την επιφάνεια του εδάφους (κεφαλή της γεώτρησης). Το απόλυτο υψόμετρο της στάθμης βρίσκεται αν αφαιρέσουμε από το απόλυτο υψόμετρο της

κεφαλής της γεώτρησης, το βάθος της στάθμης από την επιφάνεια του εδάφους (Βουδούρης, 2014).

Τα δεδομένα των χαρτών και των γραφικών παραστάσεων βασίζονται στις μετρήσεις της στάθμης ηρεμίας σε απόλυτο υψόμετρο (Πίνακες 9 και 10). Παρατηρώντας τη διακύμανση της στάθμης ηρεμίας σε απόλυτο υψόμετρο στις γραφικές παραστάσεις των Εικόνων 41 και 42, το μήνα Νοέμβριο του 2018 η ανώτερη τιμή στάθμης εντοπίζεται στα 1.31m στη γεώτρηση Φ58Α, ενώ η κατώτερη είναι στα -10.09m, στη γεώτρηση Φ52. Στη συνέχεια, το μήνα Μάιο του 2019, η ανώτερη τιμή στάθμης αγγίζει τα 1.05m και η κατώτερη τα -10.22m, στις ίδιες δύο γεωτρήσεις, Φ58Α και Φ52 αντίστοιχα. Όπως διαπιστώνεται, οι τιμές δεν απέχουν αισθητά κατά τους μήνες αυτούς και με το πέρασ του ενός έτους που μεσολάβησε, αλλά αντιθέτως παρουσιάζουν σημαντική συσχέτιση.

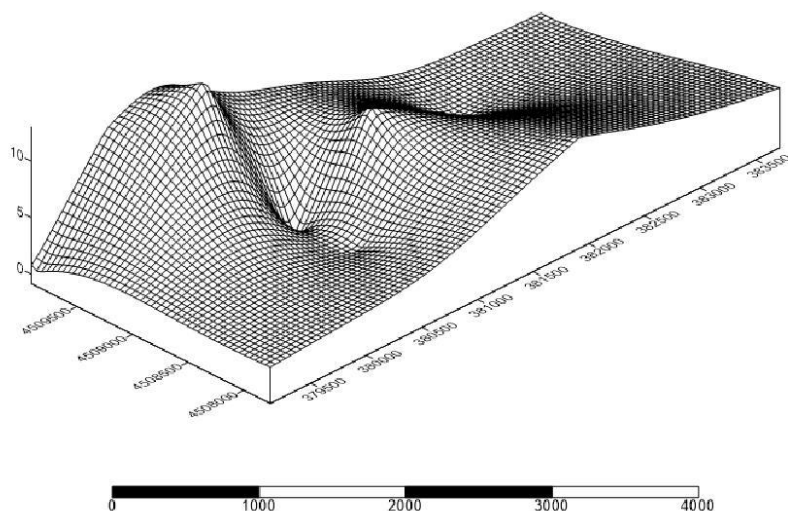
Οι πιεζομετρικοί χάρτες (Εικόνες 43 και 45), οι οποίοι δείχνουν την κατεύθυνση ροής του υπόγειου νερού της περιοχής μελέτης, το Νοέμβριο του 2018 και το Μάιο του 2019, κατασκευάστηκαν με βάση τα αριθμητικά δεδομένα του γεωγραφικού μήκους, του γεωγραφικού πλάτους, καθώς και του απόλυτου υψομέτρου (Πίνακας 8). Φαινόμενα αλμυρότητας που παρατηρήθηκαν, οφείλονται σε εναλλαγές διαφόρων τύπων μαργών.

Κατά το διάστημα 2004-2008, το ΙΓΜΕ πραγματοποίησε σταθμημετρήσεις, ενώ και σε συνδυασμό με μετρήσεις της ΕΥΑΘ κατά τα έτη 1997-2013, αλλά και με πιο πρόσφατες μετρήσεις, διαπιστώθηκε ότι στην περιοχή των αποθέσεων του Τεταρτογενούς, η πιεζομετρική επιφάνεια χαρακτηρίζεται από διακύμανση από 0,20 έως 2,84m, ανά γεώτρηση. Ο μέσος όρος της στάθμης της πιεζομετρικής επιφάνειας είναι 1,16m (Βεράνης, κ.α. 2010).

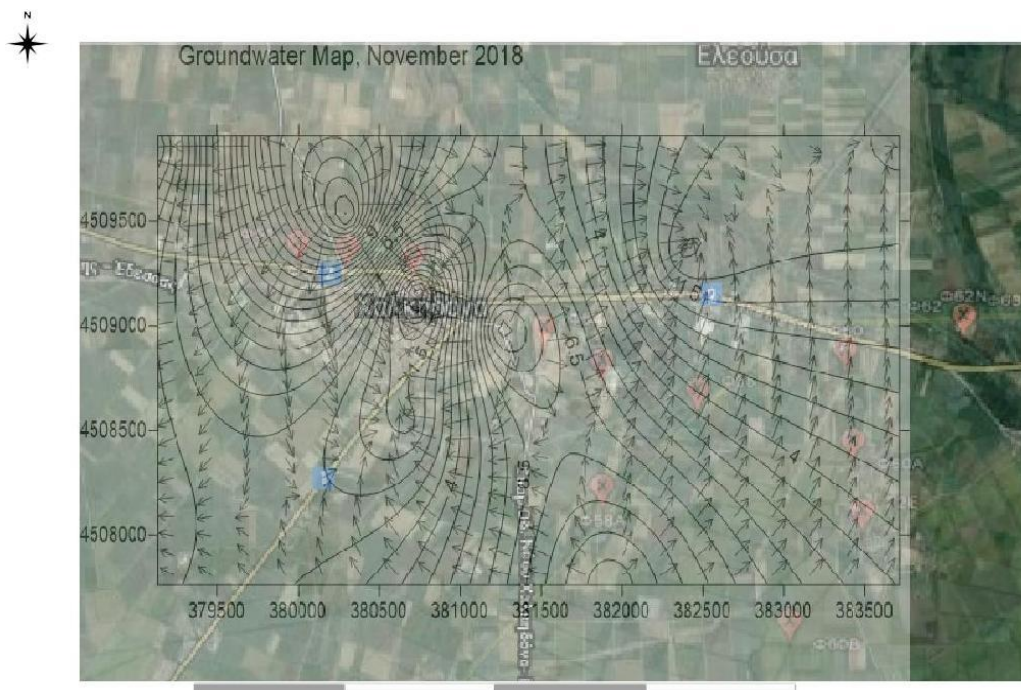
Το σύνολο των διαχρονικών μετρήσεων στην πιεζομετρική στάθμη κάνει φανερό το γεγονός, ότι η πορεία της στάθμης της πιεζομετρικής επιφάνειας είναι ανοδική στην περιοχή μελέτης μεταξύ της γέφυρας του Αξιού ποταμού και του Αγίου Αθανασίου. Αυτό το γεγονός ξεκίνησε κατά τα έτη 2003-2004 και εξακολουθεί έως και σήμερα. Στην περιοχή μεταξύ της γέφυρας του Αξιού και του Αγίου Αθανασίου η ανοδική πορεία της πιεζομετρικής επιφάνειας άγγιξε τα 7,5m (Μπατσή 2014).

Οι πιεζομετρικοί χάρτες στις Εικόνες 43 και 45 σχεδιάστηκαν με βάση τα δεδομένα των μετρήσεων που λήφθηκαν κατά το Νοέμβριο του έτους 2018 και στη συνέχεια το Μάιο του έτους 2019, στις 10 γεωτρήσεις της περιοχής μελέτης.

Παρουσιάζουν τη στάθμη του υπόγειου νερού (Πίνακες 9 και 10), σε συνδυασμό με τις συντεταγμένες της εκάστοτε γεώτρησης, σε απόλυτο υψόμετρο (Πίνακας 8).



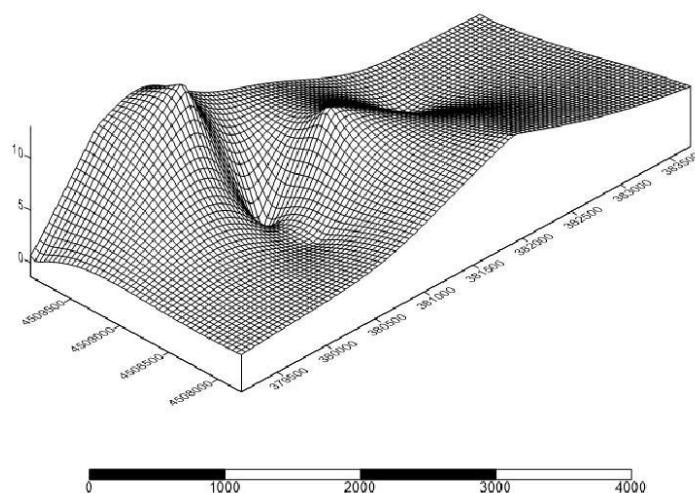
Εικόνα 43: Πιεζομετρικός χάρτης στάθμης υπόγειου νερού, Νοέμβριος 2018



Εικόνα 44: Πιεζομετρικός χάρτης στάθμης υπόγειου νερού με ένδειξη της κατεύθυνσης ροής, Νοέμβριος 2018



Groundwater 3D Map, May 2019



Εικόνα 45: Πιεζομετρικός χάρτης στάθμης υπόγειου νερού, Μάιος 2019



Εικόνα 46: Πιεζομετρικός χάρτης στάθμης υπόγειου νερού με ένδειξη της κατεύθυνσης ροής, Μάιος 2019

Με βάση τις συντεταγμένες των γεωτρήσεων (Πίνακας 8) και της μετρήσεις στάθμης σε απόλυτο υψόμετρο (Πίνακες 9 και 10), κατασκευάστηκαν οι πιεζομετρικοί χάρτες. Παρατηρώντας τους δύο χάρτες (Εικόνες 44 και 46), τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση ροής του υπόγειου νερού κατά το μήνα Νοέμβριο του 2018 (Εικόνα 44) και κατά τον μήνα Μάιο του 2019 (Εικόνα 46). Τα βέλη των Εικόνων 44 και 46 παρουσιάζουν τη γραμμή ροής του υπόγειου νερού. Γραμμή ροής είναι μια φανταστική γραμμή που αποτυπώνει την πορεία που διαγράφει ένα μόριο νερού κατά την κίνησή του σε έναν υπόγειο υδροφορέα (Βουδούρης, 2014). Η κατεύθυνση, δηλαδή η διεύθυνση και η φορά της υπόγειας ροής, εξαρτάται από το δυναμικό του πεδίου και το βαθμό ανισοτροπίας του μέσου (Βουδούρης, 2014). Η κατεύθυνση ροής του υπόγειου νερού το Νοέμβριο του 2018 (Εικόνα 44) είναι, στο μεγαλύτερο ποσοστό, αρχικά από τα βόρειο-ανατολικά προς τα νοτιοδυτικά και στη συνέχεια από τα νότιο-δυτικά προς τα βόρειο-ανατολικά. Τα δεδομένα βρίσκονται σε απόλυτο υψόμετρο. Επομένως, παρατηρείται μεταβίβαση από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο υψόμετρο. Η κατεύθυνση ροής του υπόγειου νερού παραμένει η ίδια και το μήνα Μάιο του 2019 (Εικόνα 46).

3.3 Τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας υπόγειου νερού

Η μέτρηση της αγωγιμότητας των υδάτων των γεωτρήσεων γίνεται με τη χρήση συγκεκριμένου ηλεκτρικού αγωγιμόμετρου.

Στον παρακάτω πίνακα προβάλλονται στοιχεία από μετρήσεις παλαιότερων ετών με τη χρήση του ηλεκτρικού αγωγιμόμετρου, στις γεωτρήσεις της περιοχής μελέτης.

Πίνακας 11: Μέση ηλεκτρική αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$), για τα έτη 2001-2011 (Πεταλά, 2011)

Κωδικός γεώτρησης	Ηλεκτρική Αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Φ51	570
Φ53	660
Φ54	700
Φ55	650
Φ58	730
Φ58Α	950
Φ60	800
Φ60Β	1500



Πίνακας 12: Μετρήσεις με ηλεκτρικό αγωγιμόμετρο($\mu\text{S}/\text{cm}$), (Μάιος 2019)

Κωδικός γεώτρησης	Ηλεκτρική Αγωγιμότητα ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Φ53	710
Φ55	850
Φ58	858
Φ60Α	900
Φ60Β	1590





Η υδροχημική σύσταση του νερού επηρεάζεται από ορισμένους παράγοντες, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται η λιθολογική και η ορυκτολογική σύσταση των πετρωμάτων δια μέσου των οποίων κινείται, καθώς και από το είδος της βλάστησης στην περιοχή όπου βρίσκεται ο υδροφορέας. Επίσης, επηρεάζεται και από τον χρόνο παραμονής μέσα στα πετρώματα , όπως επιπλέον και από την ύπαρξη εστιών που μπορούν να προσβληθούν εύκολα από ρυπογόνους παράγοντες. Καθώς το νερό έρχεται σε επαφή με τα πλευρικά στερεά υλικά, ακολουθεί ο εμπλουτισμός του με τα χημικά στοιχεία που παρέχονται μέσα σε αυτά τα στερεά υλικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Συμπεράσματα

Η εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και η λήψη και ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από τη μελέτη της στάθμης του υπόγειου νερού του ποταμού Αξιού δυτικά της περιοχής Χαλκηδόνας, στο Νομό Θεσσαλονίκης, οδήγησαν στα ακόλουθα συμπεράσματα.

- Η ευρύτερη λεκάνη απορροής του ποταμού Αξιού συμπεριλαμβάνει την περιοχή μελέτης.
- Από άποψη γεωτεκτονικής η περιοχή μελέτης ανήκει στο ύβωμα του Πάϊκου, και γενικότερα στη ζώνη του Αξιού.
- Από γεωλογική σκοπιά, το είδος των σχηματισμών που καλύπτει την περιοχή είναι τεταρτογενής λεπτόκοκκη άμμος, αμμούχος πηλός, γενικά πηλός, κροκάλες και πιο λεπτομερή υλικά που συνδυάζουν άργιλο και άμμο.
- Σημαντική είναι η ύπαρξη των υδροφόρων οριζόντων που διατάσσονται σε ένα επάλληλο σύστημα και εντοπίζονται εντός των τεταρτογενών αποθέσεων.
- Με βάση τα δεδομένα των μετρήσεων κατά το Νοέμβριο του 2018 η ελάχιστη στάθμη ηρεμίας εντοπίζεται στη γεώτρηση F58A και είναι στα 7,69m., ενώ η μέγιστη στη γεώτρηση F52 και είναι στα 19,29m. Τον Μάιο του επόμενου έτους, δηλαδή το 2019, η ελάχιστη στάθμη ηρεμίας είναι στα 7,95m και η μέγιστη στα 19,42m στις ίδιες αντίστοιχες γεωτρήσεις.
- Σε δυναμικές συνθήκες τα συμπεράσματα καταλήγουν στο γεγονός ότι τον Νοέμβριο του 2018 η ελάχιστη στάθμη εντοπίζεται στη γεώτρηση F60B και είναι του ύψους των 35,38m, ενώ η μέγιστη στη γεώτρηση F53 στα 56,05m. Στη συνέχεια, το Μάιο του 2019 ελάχιστη δυναμική στάθμη εντοπίζεται στη γεώτρηση F54 στα 38,53 m. και αντίστοιχα η μέγιστη στην ίδια γεώτρηση με το Νοέμβριο, δηλαδή στη F53, στα 58,71m.

Είναι γεγονός ότι κατά τα τελευταία χρόνια η στάθμη του υπόγειου νερού στην περιοχή της Χαλκηδόνας παρουσιάζει μία σχετική άνοδο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι υπήρξε ενίσχυση του συστήματος με την επιπλέον υδροδότηση του πολεοδομικού συστήματος της Θεσσαλονίκης μέσω των πηγών της Αραβησσού και του φράγματος Πολυφύτου, που σχετίζεται με τον ποταμό Αλιάκμονα. Αυτό εξηγεί το γεγονός ότι δεν υπάρχει άμεση ανάγκη αξιοποίησης των υδρογεωτρήσεων της Εταιρείας Ύδρευσης και Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης (ΕΥΑΘ), και επομένως αυτές χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματική παροχή στο γενικότερο σύστημα.



Ολοκληρώνοντας, είναι πολύ σημαντικό να επισημανθεί η άμεση ανάγκη για διεξοδική και συνεχή μελέτη και παρατήρηση της στάθμης του υπόγειου νερού της περιοχής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Αλμπανάκης, Κ., Βαβλιάκης, Ε., Ψιλοβίκος, Α., Σωτηριάδης, Α., (1993):** «Μηχανισμοί και εξέλιξη του δέλτα του Αξιού ποταμού κατά τον 20ο αιώνα», 3ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο.
- **Βάση Δεδομένων Γεωτρήσεων ΕΥΑΘ:** Χημικά στοιχεία, στάθμες υπόγειου νερού
- **Βεράνης, Ν., (2002):** Υδρογεωλογική – Υδροχημική έρευνα, για την επίλυση υδρευτικού προβλήματος του Δ. Χαλάστρας Ν. Θεσσαλονίκης. Έκθεση ΙΓΜΕ για λογαριασμό ΚΕΔΚΕ.
- **Βεράνης Ν., Χρηστίδης Χ.,(2010):** Υδρογεωλογικές συνθήκες και ποιότητες υπόγειων νερών στο ορεινό συγκρότημα Κερδυλλίων-Κρουσίων, Κεντρική Μακεδονία, Βόρεια Ελλάδα, ΙΓΜΕ
- **Βουδούρης Κ., (2011):** «Εκμετάλλευση και Διαχείριση Υπόγειων Νερών, Δοκιμαστικές Αντλήσεις», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Τζιόλα
- **Βουδούρης Κ., (2014):** «Τεχνική Υδρογεωλογία, Υπόγεια Νερά», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Τζιόλα
- **ΓΟΕΒ, (2003):** Γενικός Οργανισμός Εγγείων Βελτιώσεων πεδιάδας Θεσσαλονίκης, Στοιχεία στατιστικά από το αρχείο του ΓΟΕΒ πεδιάδας Θεσσαλονίκης
- **Κακλής Τ.,(2000):** «Δοκιμαστικές αντλήσεις σε γεωτρήσεις στην πεδιάδα της Θεσσαλονίκης», (Διατριβή Ειδικεύσεως, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης)
- **Μελαδιώτης Ι., (1984):** «Γεωλογική μελέτη του Ανατολικού τμήματος της πεδιάδας της Θεσσαλονίκης Γιαννιτσών και ειδικότερα της περιοχής μεταξύ των ποταμών Αξιού και Γαλλικού όπου αναπτύσσονται οι εκμεταλλεύσιμοι υπόγειοι υδροφορείς», διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- **Μέττος Α., Κουτσουβέλλης Α.,(1986):** ΙΓΜΕ, Φύλλο "ΠΛΑΤΥ", Γεωλογικός Χάρτης, Κλίμακα 1:50000
- **Μουντράκης Δ., (1985):** «Γεωλογία της Ελλάδας», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις UniversityStudioPress
- **Μουντράκης Δ.,(2010):** «Γεωλογία και Γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις UniversityStudioPress
- **Μπατσή Α., (2014):** «Αναβάθμιση και εκσυγχρονισμός του δικτύου ύδρευσης της Δ.Ε. Αγ. Αθανασίου του Δήμου Χαλκηδόνος», Άγιος Αθανάσιος, Θεσσαλονίκη

- **Πεταλά Ζ., (2011):** «Μεταβολές της στάθμης του υπόγειου νερού στην περιοχή της Νέας Χαλκηδόνας, Θεσσαλονίκης», Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- **Σπάχος, Θ., Βουδούρης, Κ., Δρόσος, Δ., Δημόπουλος, Γ., (2006):** Διακυμάνσεις της στάθμης του Υπόγειου Νερού στους Υδροφορείς των κύριων αντλητικών πεδίων της ΕΥΑΘ Θεσσαλονίκης. 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ε.Υ.Ε. Ξάνθη
- **Σπυρίδης Α., Κουτάλου Β., Περλέρος Β., Λιονης Μ., Λεβογιάννης Μ., (2010):** «Ελεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπόγειων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών Μακεδονίας-Θράκης και Θεσσαλίας», αποτελέσματα λεκάνης Αξιού, Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων
- **Τζιμούρτας Σ., Χριστοδούλου Θ., (1994):** Υδρογεωλογική μελέτη δυτικού τμήματος λεκάνης Αξιού. Έκθεση ΙΓΜΕ. Θεσσαλονίκη.
- **Χατζηγιαννάκης Ε., Πανώρας Α., Αραμπατζής Γ., (2009):** Βελτιωμένος Τρόπος Χρέωσης του Αρδευτικού Νερού σε Συλλογικά Αρδευτικά Δίκτυα με Βάση την Εξατμισοδιαπνοή. Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Σίνδος Θεσσαλονίκης

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Christodoulou, Th., Leoniadis, I., Payne, Morfis, Tzimourtas, S., (1993):** Isotope hydrology study of the Axios river plain in northern Greece. Journal of Hydrology
- **Kockel, Mollat H. and Walther H., (1971):** Geologie des Serbo-Makedonischen Massivs und seines mesozoischen Rahmens (Nordgriechenland)
- **Kolios, N., Koutsinos, S., Arvanitis, A. and Karydakis, G., (2005):** Geothermal Situation in Northeastern Greece. Proceeding World Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, 24-29 April 2005.
- **Meinhold G., Kostopoulos D., Reischmann T., Frei D., BouDagher-Fadel M.K., (2009):** Geochemistry provenance and stratigraphic age of metasedimentary rocks from the eastern Vardar suture zone, northern Greece, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 277, 199-225
- **Mercier J., (1966 – 1973):** Etude géologique des Hellenides en Macédoine centrale (Grèce) contribution à l'étude du métamorphisme et de l'évolution magmatique des zones internes des Hellenides Thèses. Ann. Geol. pays hellén.
- **Osswald, K., (1938):** Geologische Geschichte von Griechisch-Nordmazedonien. Denkschr. Geol. Landesanst. Griechenland, 3, 142 p, Athen.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΣΕΛΙΔΕΣ

- Αρχαιολογικό Μουσείο Πέλλας (<http://www.pella-museum.gr>)
- Δήμος Χαλκηδόνος (<http://dimos-chalkidonos.gr>)
- Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών: Μετεωρολογικός Σταθμός Γιαννιτσών Πέλλης. (<http://penteli.meteo.gr/stations/giannitsa/>).
- Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΑΤ) (<https://www.statistics.gr>)
- Ιστοσελίδα Δήμου Θεσσαλονίκης: (www.thessalonikicity.gr)
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (<http://www.minagric.gr/index.php/el/>)
- Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής- SEVESO (<http://www.minenv.gr/1/12/121/12102/g1210201.html>)
- E-GO.gr (<http://www.e-go.gr/nomos/νομος-θεσσαλονικης/>)
- GeodataA.E., Χρήσεις γης (<http://www.eranet.gr/geodata/el/gabout.html>)
- Google Earth (<https://earth.google.com/web>)
- Google Maps (<https://www.google.com/maps>)
- Meteo(<https://stratus.meteo.noa.gr/index.php/embederr>)
- Qgis (<http://qgis.org/en/site>)
- Wikipedia (<https://www.wikipedia.org>)

