



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ, ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ
ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ Α. ΛΑΜΠΡΙΝΗ

ΑΕΜ 5777

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑ ΣΤΗΝ
ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΜΦΙΣΣΑΣ-ΙΤΕΑΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΔΕΛΦΩΝ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΦΩΚΙΔΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
2022





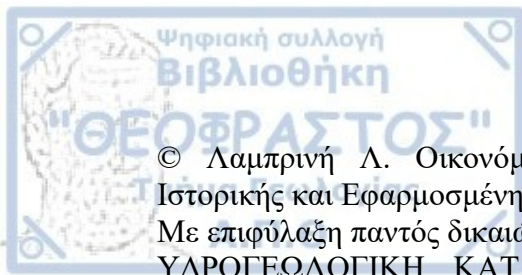
ΛΑΜΠΡΙΝΗ Α. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ
Φοιτητής Τμήματος Γεωλογίας, ΑΕΜ: 5777

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ
ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΜΦΙΣΣΑΣ-ΙΤΕΑΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΔΕΛΦΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ
ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΦΩΚΙΔΑΣ

Υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωλογίας, Τομέα Τεκτονικής, Ιστορικής
και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογία και Υδρογεωλογίας

Επιβλέπων

Τριαντάφυλλος Κακλής, Δρ. ΕΔΙΠ Τμήματος Γεωλογίας ΑΠΘ



© Λαμπρινή Λ. Οικονόμου, Τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ., Τομέας Τεκτονικής, Ιστορικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, 2022

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΜΦΙΣΣΑΣ-ΙΤΕΑΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΔΕΛΦΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΦΩΚΙΔΑΣ– *Διπλωματική Εργασία*

© Labrini L. Oikonomou, School of Geology, Dept. of Tectonics, Chronicle, Applied Geology , 2022

All rights reserved.

HYDROGEOLOGICAL SITUATION OF THE AQUIFER IN THE WIDER AREA AMFISSA-ITEA OF THE MUNICIPALITY OF DELPHI PERIPHERAL UNIT OF FOKIDA – *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: <https://www.e-ea.gr/wp-content/uploads/2020/09/%CF%85%CE%B4%CF%89%CF%81.jpg>



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	7
----------------------	----------

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
----------------------	----------

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	9
----------------------	----------

ABSTRACT.....	10
----------------------	-----------

1.ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ-ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	12
----------------------	-----------

1.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ.....	12
--------------------------	----

1.2 ΚΛΙΜΑ.....	13
----------------	----

1.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.....	16
---------------------	----

2.ΓΕΩΛΟΓΙΑ-

ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	19
-----------------------	-----------

2.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	19
-------------------	----

2.2 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	22
--------------------	----

3.ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	30
----------------------------	-----------

3.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	30
---	----

3.2 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ-ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΡΟΕΣ.....	30
--	----

3.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ.....	32
------------------------------	----

3.4 ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ.....	37
------------------------	----

3.5 ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	41
------------------------------------	----

3.5.1 Υπόγειο υδατικό σύστημα Γκιόνας.....	41
--	----

3.5.2 Υπόγειο υδατικό σύστημα Άμφισσας.....	42
---	----

3.5.3 Υπόγειο υδατικό σύστημα Παρνασσού.....	43
--	----

4.ΣΗΜΕΙΑ ΑΠΟΛΗΨΕΙΣ ΥΔΑΤΟΣ.....	46
---------------------------------------	-----------

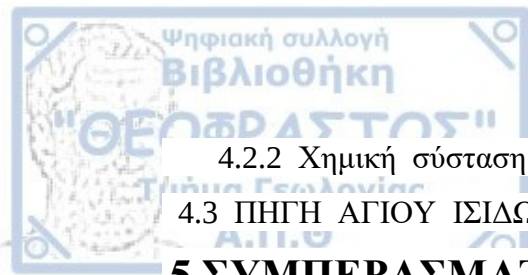
4.1 ΠΗΓΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ ΚΙΡΡΑΣ.....	48
------------------------------------	----

4.1.1 Παροχή πηγής Κίρρας.....	51
--------------------------------	----

4.1.2 Χημική σύσταση του νερού πηγής Κίρρας.....	54
--	----

4.2 ΠΗΓΗ ΜΥΛΩΝ.....	57
---------------------	----

4.2.1 Παροχή Πηγής Μύλων.....	59
-------------------------------	----



4.2.2 Χημική σύσταση του νερού της πηγής Μύλων.....	61
4.3 ΠΗΓΗ ΑΓΙΟΥ ΙΣΙΔΩΡΟΥ.....	63
5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	69



Το κίνητρο που με ώθησε να ασχοληθώ με αυτή την περιοχή είναι η καταγωγή μου που είναι από τον νομό Φωκίδας, συγκεκριμένα από την παραλιακή πόλη της Ιτέας, καθώς και το αξιοσημείωτο υδρογεωλογικό προφίλ της περιοχής. Για την εργασία μου θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υδρογεωλόγο κύριο Μπεζέ Κάρολο από του οποίου τη μελέτη άντλησα της περισσότερες πληροφορίες καθώς αποτελεί την πιο σημαντική πρόσφατη υδρογεωλογική έρευνα της περιοχής. Επίσης ευχαριστώ θερμά τον κύριο Δημητρέλλο Ηλία, γεωπόνο της περιφερειακής ενότητας Φωκίδας, για τις σημαντικές πληροφορίες που συνέβαλλαν στην εκπόνηση της εργασίας, αλλά και την υπάλληλο της Περιφερειακής ενότητας Φωκίδας, κυρία Πούλου Παναγούλα για τη βοήθειά της. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Κακλή Τριαντάφυλλο Δρ ΕΔΙΠ τμήματος Γεωλογίας ΑΠΘ για την πολύτιμη βοήθειά του.



Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στην υδρογεωλογική κατάσταση του υδροφορέα στην ευρύτερη περιοχή Άμφισσας-Ιτέας του νομού Φωκίδας. Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στα γεωγραφικά-γεωμορφολογικά στοιχεία του νομού και συγκεκριμένα γίνεται αναφορά της γεωγραφικής θέσης του κλίματος και της μορφολογίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η γεωλογία και η τεκτονική της περιοχής καθώς και το πώς δημιουργήθηκε η ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το υδρογεωλογικό προφίλ της περιοχής και συγκεκριμένα η επίδραση της τεκτονικής στην υδρογεωλογία, το υδρογραφικό δίκτυο, οι υδρολογικές λεκάνες του νομού, η υδρολιθολογία και τέλος τα υπόγεια υδατικά συστήματα της Γκιώνας, της Άμφισσας και του Παρνασσού. Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά τα σημεία ύδατος και γίνεται ανάλυση τριών βασικών πηγών της περιοχής, της πηγής Αγίου Ιωάννου Κίρρας, της πηγής Μύλων και της πηγής Αγίου Ισίδωρου. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από όλη την εργασία.

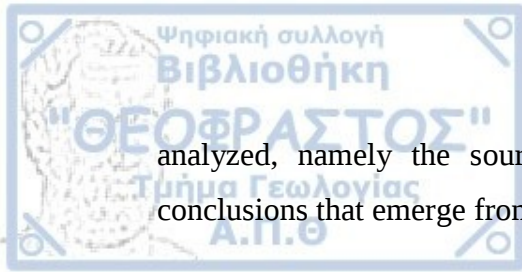


Η εργασία ξεκινά με μια αναφορά στη γεωγραφική θέση του νομού Φωκίδας, στην έκταση που καταλαμβάνει και στις περιφερειακές ενότητες που συνορεύει. Στην συνέχεια χαρακτηρίζεται το κλίμα του νομού και αναλύονται η μέση θερμοκρασία, η μέση υγρασία και οι βροχοπτώσεις. Γίνεται μορφολογική ανάλυση του νομού με τη βοήθεια χαρτών και περιγράφονται τα ορεινά και τα πεδινά σημεία του νομού. Ακολουθεί η γεωλογία της περιοχής όπου περιγράφονται οι ζώνες που συμβάλλουν γεωλογικά στο νομό Φωκίδας, δηλαδή η ζώνη Πίνδου και η ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας και περιγράφεται η στρωματογραφική στήλη της καθεμιάς. Στη συνέχεια, στο κομμάτι της τεκτονικής, περιγράφεται η δημιουργία της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας και παρουσιάζονται κάποιες τομές αλλά και ορισμένες φωτογραφίες της περιοχής με γεωλογικούς σχηματισμούς. Έπειτα, αναλύεται το υδρογεωλογικό προφίλ της περιοχής το οποίο ξεκινά με το πώς επιδρά η τεκτονική στο κομμάτι της υδρογεωλογίας του νομού και δημιουργούνται πηγές επαφής, τι είναι υδρογραφικό δίκτυο και πως αλλάζει ανάλογα με το υψόμετρο μιας περιοχής και αναφέρονται οι υδρολογικές λεκάνες του νομού και δίνεται έμφαση σε αυτές που έχουν περισσότερο ενδιαφέρον. Επίσης, αναφέρονται οι τρεις κύριοι υδροφόροι σχηματισμοί που επικρατούν στη υδρολιθολογία της περιοχής και ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους και τέλος αναλύονται τρία βασικά υδατικά συστήματα, της Γκιώνας, της Άμφισσας και του Παρνασσού με αναφορά στο που βρίσκονται, με ποιες πηγές συνδέονται, ποια είναι τα υπερκείμενα στρώματα τους και ποιες είναι οι χρήσεις τους. Εν κατακλείδι, γίνεται ανάλυση τριών πηγών, του Αγίου Ιωάννη Κίρρας, των Μύλων και του Αγίου Ισίδωρου καθώς προσδιορίζεται η τοποθεσία τους, αναφέρεται η παροχή τους και τα υδροχημικά τους στοιχεία. Στο τέλος αναλύονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν.



ABSTRACT

The senior thesis begins with a reference to the geographical location of the prefecture of Fokida, the area it occupies and the regional units that border it. Then the climate of the prefecture is characterized and the average temperature, the average humidity and the rainfall are analyzed. A morphological analysis of the prefecture is made with the help of maps and the mountainous and lowland points of the prefecture are described. The following is the geology of the area where the zones that contribute geologically to the prefecture of Fokida are described, ie the Pindos zone and the Parnassos-Gionas zone and the stratigraphic column of each is described. Then, in the part of tectonics, the creation of the Parnassos-Gionas zone is described and some sections are presented as well as some photos of the area with geological formations. Then, the hydrogeological profile of the area is analyzed, starting with how the tectonics affects the hydrogeology part of the prefecture and has contact sources, what is a hydrographic network and which changes depending on the altitude of an area and the hydrological basins of the prefecture are given. emphasis on those that are most interesting. Also, the three main aquifers that prevail in the hydrolithology of the area and what are their characteristics are mentioned and finally three basic water systems are analyzed, Giona, Amfissa and Parnassos with reference to where they are located, with which sources they are connected, what are the their overlying layers and what their uses are. In conclusion, an analysis is made of three sources, Agios Ioannis Kirras, Mylos and Agios Isidoros as their location is determined, their supply and their hydrochemical data are reported. In the end, the resulting conclusions are analyzed with the geographical-geomorphological data, where an analysis of the geographical location is made, a small report on the climate of the area, the morphology and the mountains of the prefecture are described. Then, the geological and tectonic profile of the area is analyzed as the basic tectonic elements, geology and stratigraphy of the area are mentioned. The following is the hydrogeology of the area where it is mentioned how it is affected by tectonics, the peculiarity of the hydrographic network is explained, the hydrological basins are mentioned and the main basins are highlighted. The hydrogeological systems and the hydrolithology of the area are also mentioned. In addition, the characteristics of three sources are



analyzed, namely the source of Kirra, Mylos and Agios Isidoros. Finally, the conclusions that emerge from the study are presented.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ-ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ

Η Φωκίδα (Εικόνα 1.1) βρίσκεται στο νότιο τμήμα του ηπειρωτικού κορμού της Ελλάδας και αποτελεί γεωγραφική περιοχή και περιφερειακή ενότητα της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας. Έχει έκταση 2.120 km² και ο πληθυσμός της ανέρχεται σε 40.343 κατοίκους σύμφωνα με την απογραφή του 2011.

Συνορεύει ανατολικά με την Περιφερειακή ενότητα Βοιωτίας, δυτικά με την Περιφερειακή ενότητα Αιτωλοακαρνανίας και βόρεια με τη Περιφερειακή ενότητα Φθιώτιδας. Στα νότια βρέχεται από τον Κορινθιακό κόλπο.

Είναι από τους πιο ορεινούς νομούς της Ελλάδας με εναλλασσόμενο γεωμορφολογικό τοπίο, αφού περιλαμβάνει τέσσερα από τα υψηλότερα βουνά της χώρας, την Γκιώνα, τον Παρνασσό, τα Βαρδούσια και την Οίτη, με πετρώδες, αλλά και πολλές φορές κατάφυτο τοπίο, ενώ ταυτόχρονα διαθέτει την Λίμνη του Μόρνου από την οποία υδροδοτείται η Αθήνα και το Κρυσσαίο Πεδίο. Πεδίο. Επιπλέον στη Φωκίδα βρίσκεται, ίσως, η μεγαλύτερη έκταση με ελιές που υπάρχει σήμερα στην Ελλάδα.



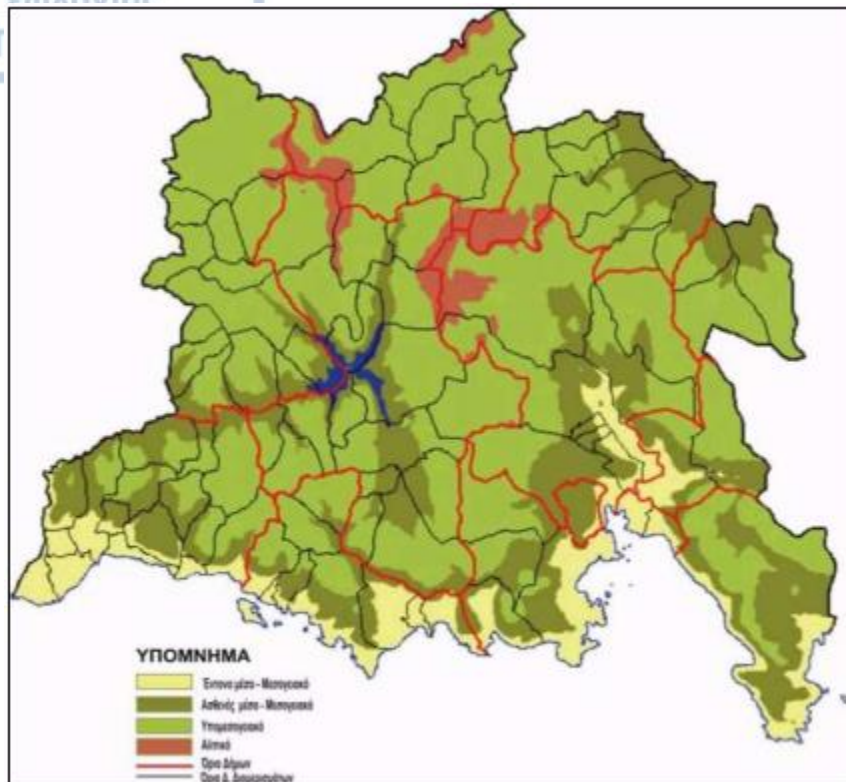
Εικόνα 1.1 Θέση του νομού Φωκίδας στον χάρτη της Ελλάδας. (<https://upload.wikimedia.org>)

1.2 ΚΛΙΜΑ

Το κλίμα της ελληνικής χερσονήσου κατατάσσεται στον τύπο του χερσαίου μεσογειακού κλίματος. Είναι γενικώς ξηρότερο από τους άλλους τύπους μεσογειακού κλίματος, με τον κύριο όγκο των βροχοπτώσεων να πέφτει κατά τα τέλη του φθινοπώρου και κατά την διάρκεια του χειμώνα. (Μπεζές Κ., 2018)

Ο νομός Φωκίδας έχει έντονο ανάγλυφο, γεγονός προκαλεί τη διαφοροποίηση του κλίματος ανάλογα με την περιοχή. Έτσι, στο κεντρικό και βόρειο μέρος του νομού επικρατεί ηπειρωτικό κλίμα με σχετικά δροσερό αλλά ξηρό καλοκαίρι, βροχερό φθινόπωρο και βαρύ χειμώνα. Στις νότιες και παράκτιες περιοχές

επικρατεί μεσογειακό κλίμα με ήπιο χειμώνα και θερμό καλοκαίρι.



Εικόνα 1.2 Κλιματικές ζώνες Νομού Φωκίδας.

(Διερεύνηση περιβαλλοντικών θεμάτων Ν. Φωκίδας, 2010)

Κατά μήκος της παραλιακής ζώνης και σε υψόμετρο έως 200 m συναντάται έντονο μέσο-Μεσογειακό κλίμα με ήπιο χειμώνα, σε περιοχές μέσων υψομέτρων (έως 600 m) ασθενές μέσο-Μεσογειακό με πολύ κρύο χειμώνα. Ενώ σε μεγαλύτερα υψόμετρα στους ορεινούς όγκους της περιοχής (μέχρι 1800 m) το κλίμα χαρακτηρίζεται ως υπομεσογειακό και υποξηρικό με πολύ κρύο χειμώνα. Σε μικρά τμήματα στις κορυφές των βουνών Γκιώνας, Βαρδουσίων και Οίτης το κλίμα είναι αλπικό με πολύ κρύο χειμώνα (Εικόνα 1.2). (Καραϊνδρου, Τρικούζας, Φαρέας, 2010).

Σύμφωνα με αναλύσεις τις ΕΜΥ υπολογίζεται η μέση θερμοκρασία της περιοχής στους 18°C, ενώ τους χειμερινούς μήνες η μέση θερμοκρασία πλησιάζει τους 6°C και τους καλοκαιρινούς τους 30°C (Πίνακας 1.1).

Πίνακας 1.1 Μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας.

Μήνες	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος
Μέση Θερμοκρασία (°C)	9	9.6	12.5	15.6	20.1	24.1
Μήνες	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
Μέση Θερμοκρασία (°C)	26.4	26.7	23.5	18	13.5	10.4

(πηγή: Διερεύνηση περιβαλλοντικών θεμάτων

N. Φωκίδας, 2010)

Οι μέσες μηνιαίες τιμές της σχετικής υγρασίας (Πίνακας 1.2) κυμαίνονται από 59,3% έως 71,2% έχοντας την χαμηλότερη τιμή τους τον Αύγουστο και την υψηλότερη τον Δεκέμβριο. Μέσες μηνιαίες τιμές έχουν παρατηρηθεί στο χρονικό διάστημα από Νοέμβριο μέχρι Ιανουάριο, ενώ μικρότερες από 65% τους μήνες Μάιο μέχρι Σεπτέμβριο.

Πίνακας 1.2 Μέση μηνιαία σχετική υγρασία.

Μήνες	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος
Μέση μηνιαία σχετική υγρασία (%)	69,1	67,4	67,1	66,4	64,5	61,9
Μήνες	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
Μέση μηνιαία σχετική υγρασία (%)	59,8	59,3	63,0	66,9	70,9	71,2

(πηγή: Διερεύνηση περιβαλλοντικών θεμάτων N. Φωκίδας, 2010)

Τέλος, όσον αφορά τις βροχοπτώσεις, κατά μέσο όρο τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Νοέμβριο και Δεκέμβριο βρέχει περίπου το 1/3 των ημερών

(περίπου 11 ημέρες). Σπανίζουν οι βροχές το καλοκαίρι (1 με 2 ημέρες). Χιόνι εμφανίζεται μόνο τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο (Πίνακας 1.3).

Πίνακας 1.3 Χρονική εμφάνιση κατακρημνισμάτων ανά μήνα (σε ημέρες).

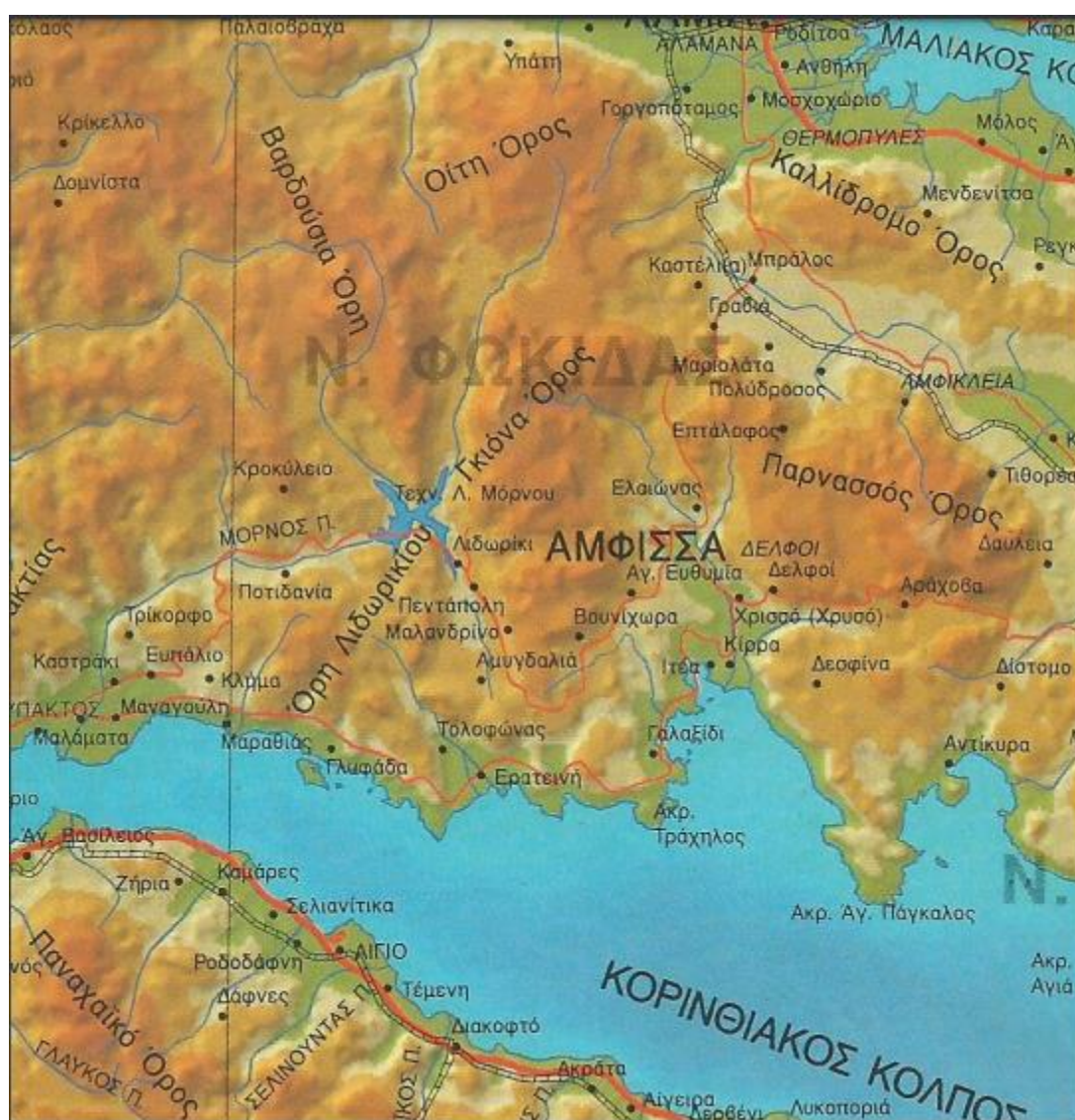
Μήνας	Ημέρες με βροχή	Ημέρες με ομίχλη	Ημέρες με καταγίδα
Ιανουάριος	11,7	0	4
Φεβρουάριος	10,4	0	2,3
Μάρτιος	9,8	0,1	2,1
Απρίλιος	8,4	0,1	1,7
Μάιος	5,3	0	1,5
Ιούνιος	2,2	0	0,8
Ιούλιος	1,0	0	0,4
Αύγουστος	1,0	0	0,4
Σεπτέμβριος	3,6	0	1,7
Οκτώβριος	7,8	0	2,6
Νοέμβριος	11,0	0	3,9
Δεκέμβριος	13,2	0	3,2

(πηγή: Διερεύνηση περιβαλλοντικών θεμάτων Ν. Φωκίδας, 2010)

1.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Ο Νομός Φωκίδας αποτελεί έναν από τους πιο ορεινούς νομούς της Ελλάδος. Από τη συνολική έκταση των 2.121 km², ποσοστό 96,7% (2.051,2 km²) είναι ορεινό, 1,5% (32,3 km²) ημιορεινό και μόλις το 1,8% (37,5 km²) καλύπτεται από πεδινές εκτάσεις. Στο βορειοδυτικό τμήμα του Νομού, με γενική κατεύθυνση ΒΔ – ΝΑ εκτείνονται τα Βαρδούσια Όρη με μέγιστο υψόμετρο 2495 m. Στο βόρειο - κεντρικό τμήμα του Νομού, στα όρια με το Νομό Φθιώτιδας, ορθώνεται το όρος

Οίτη με μέγιστο υψόμετρο 2152 m. Στο κέντρο του Νομού, εκτείνεται το όρος Γκιάνα με διεύθυνση ΒΑ – ΝΔ. Η Γκιάνα είναι το πέμπτο σε ύψος Ελληνικό βουνό και το ψηλότερο στη νότια Ελλάδα (2510 m). Στα δυτικά της Γκιάνας βρίσκονται τα Βαρδούσια, και τα δύο αυτά βουνά χωρίζονται από τον ποταμό Μόρνο, στα νοτιοανατολικά ο Παρνασσός, στα βορειοανατολικά ο Καλλίδρομος και στα βόρεια η Οίτη. Νότια της Γκιάνας, αποτελώντας ουσιαστικά προέκτασή της, συναντώνται τα Όρη Λιδωρικίου με μέγιστο υψόμετρο 1786m. Στο ανατολικό τμήμα του Νομού, στα όρια με το Νομό Βοιωτίας εκτείνονται οι δυτικές απολήξεις του Παρνασσού με υψόμετρο 2457 m (Εικόνα 1.3). (Πασαπόρτης Ε., 2013)



Εικόνα 1.3 Χάρτης του Ν. Φωκίδας
(πηγή: Άτλας της Ελλάδας, 2000)

Οι πεδινές εκτάσεις είναι ελάχιστες. Συναντώνται κυρίως στα παράλια του Κορινθιακού κόλπου και του κόλπου της Ιτέας, καθώς και στην κοιλάδα του Μόρνου. Επίσης στον άνω ρου του ποταμού Κηφισού. Σημαντική πεδινή περιοχή είναι η πεδιάδα της Άμφισσας (Εικόνα 1.4) από την οποία χωρίζονται τα όρη Παρνασσός και Γκιώνα.



Εικόνα 1.4 Η πεδιάδα της Άμφισσας.

(πηγή: <http://www.greekscapes.gr>)

Η μορφολογία αυτή δείχνει ότι η κοιλάδα σχηματίστηκε μέσα σε μια ρηξιγενή περιοχή, μεταξύ Παρνασσού και Γκιώνας.(Μπεζές Κ., 2018)

Στην έξοδο της κοιλάδας, προς τον Κορινθιακό κόλπο, βρίσκεται η πόλη της Ιτέας, που αποτελεί το επίνειο της Άμφισσας, καθώς και το γειτονικό παραθαλάσσιο χωριό της Κίρρας. (Εικόνα 1.3)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

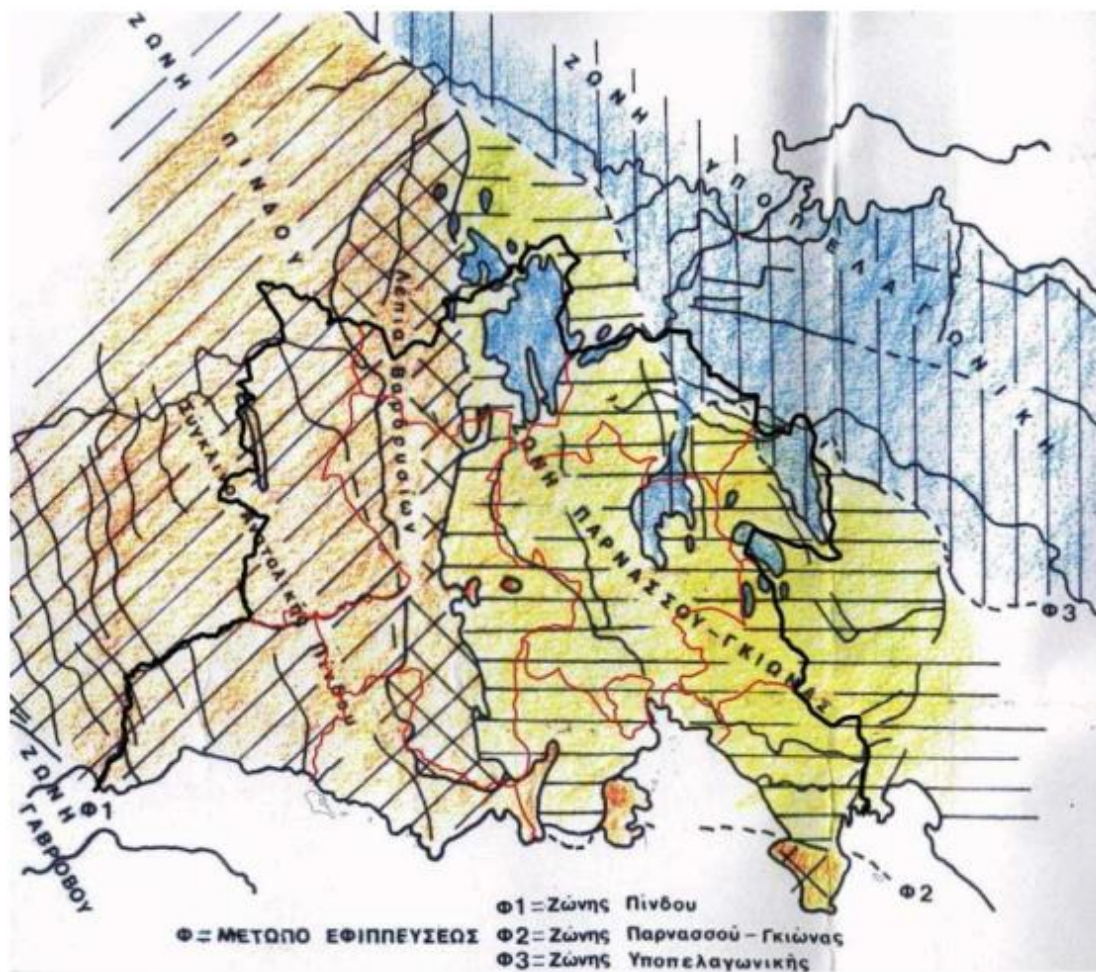
2.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Ο νομός Φωκίδος από γεωλογική άποψη εντάσσεται στις γεωτεκτονικές ζώνες (Μουντράκης Δ., 1985) του Παρνασσού-Γκιώνας με κύριο γεωλογικό υπόστρωμα τον ασβεστόλιθο και στη γεωτεκτονική ζώνη Ωλονού-Πίνδου με κύριο γεωλογικό υπόστρωμα τον ασβεστόλιθο και το φλύσχη (Εικόνα 2.1). (Ι.Γ.Μ.Ε., 1962).

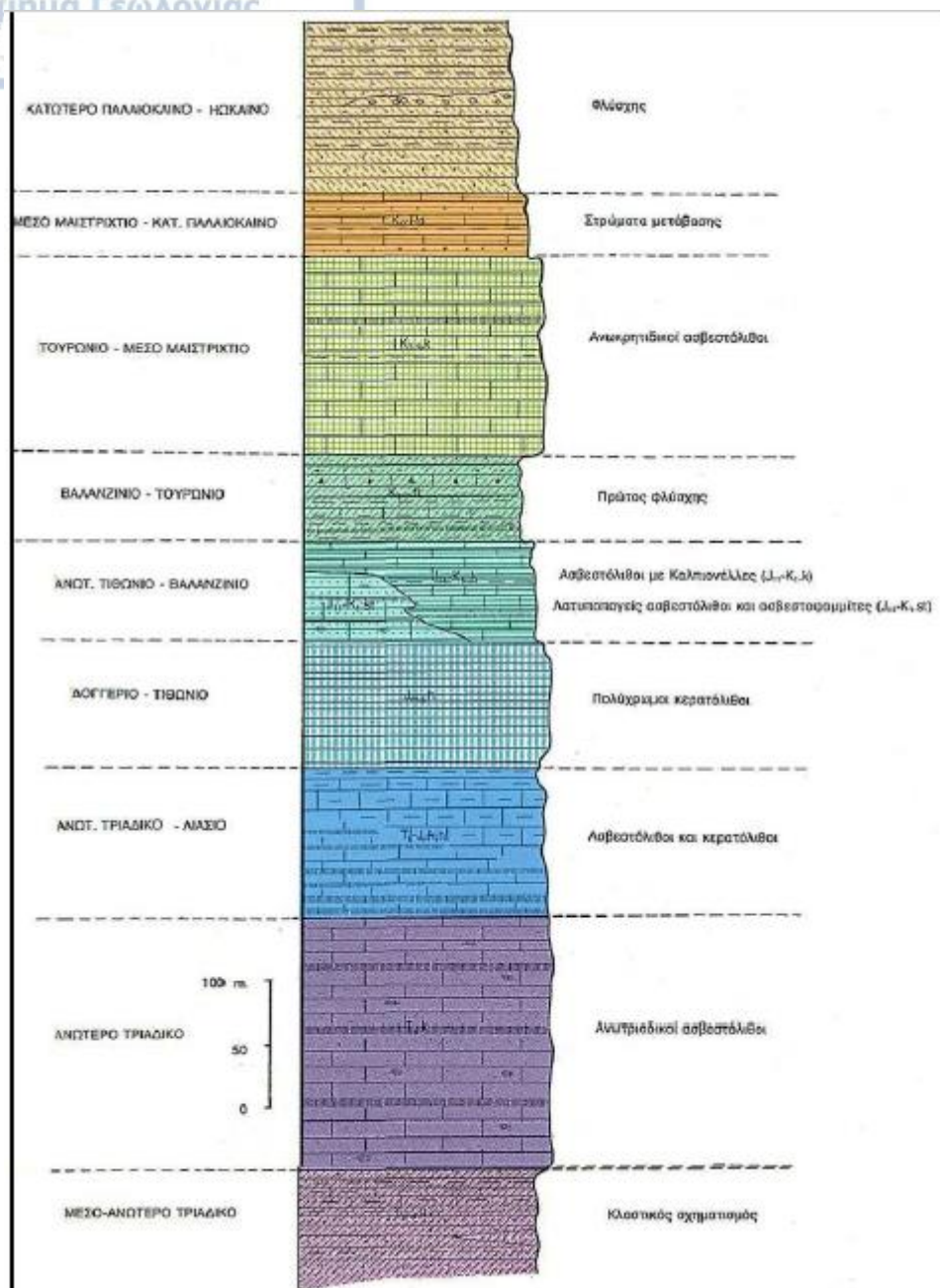
Η ζώνη Ωλονού-Πίνδου (Εικόνα 2.2) καλύπτει το δυτικό τμήμα του νομού (Δήμοι Βαρδουσίων, Ευπαλίου, Τολοφώνος, Λιδωρικίου και Καλλιέων) και περιλαμβάνει ανθρακικά και κλαστικά ιζήματα, ως λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους (Τριαδικό) με ενστρώσεις κερατολίθων και αργιλικών σχιστόλιθων μικρού επιφανειακού αναπτύγματος και ορατού πάχους, ασβεστόλιθους (Ιουρασικό) και σχιστόλιθους σε εναλλαγές, σχιστοκερατόλιθους (Ιουρασικό) με μικρές ασβεστολιθικές ενστρώσεις με πάχος μερικές δεκάδες μέτρα, πλακώδεις ασβεστόλιθους (Κρητιδικό) και περιορισμένες εμφανίσεις φλύσχη. Ακολουθούν τα νεώτερα πλειοκαινικά ιζήματα από μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους κροκαλοπαγή κ.λπ στο πεδινό τμήμα που εκβάλλει ο ποταμός Μόρνος. (Καραϊνδρου κ.α., 2010)

Η ζώνη Παρνασσού – Γκιώνας (Εικόνα 2.3), της οποίας η ονομασία οφείλεται στα βουνά Παρνασσό και Γκίωνα της Στερεάς Ελλάδας που συγκροτούν την κύρια ζώνη (Renz, 1940), καλύπτει το ανατολικό μέρος του νομού με εσωτερικές ζώνες της Υποπελαγονικής Ζώνης. Τα πετρώματα είναι κυρίως αυτόχθονα ανθρακικά ιζήματα (ασβεστόλιθοι και δολομίτες), αβαθών θαλασσών με μεγάλα σχετικά πάχη και κατά δεύτερο λόγο ιζήματα φλύσχη που αφορούν τη περίοδο μέχρι το Ηώκαινο του Παλαιογενούς (τριτογενές του Καινοζωϊκού αιώνα). Επίσης υπάρχουν σχηματισμοί όπως τα κροκαλοπαγή κ.λπ (Μειόκαινο - Πλειστόκαινο). Στο ανατολικό μέρος του νομού (περιοχή Οίτης και Παρνασσού) εμφανίζονται πετρώματα της Υποπελαγονικής ζώνης που έχουν

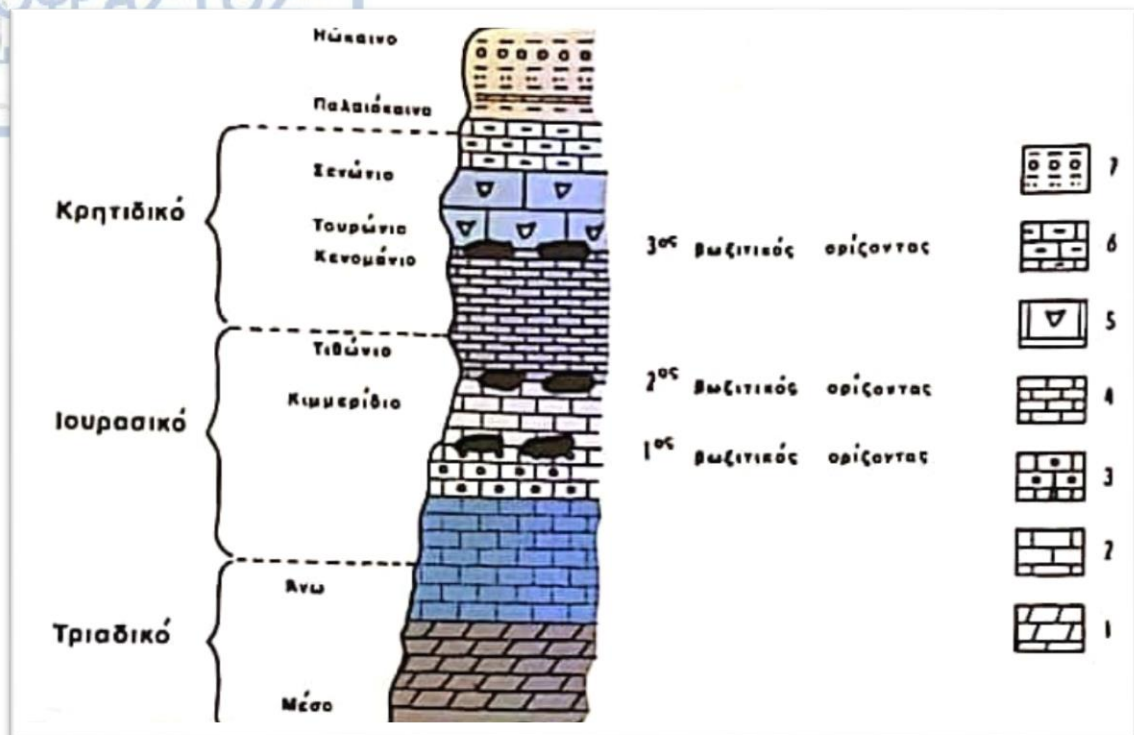
προέλθει απο επώθηση και εν μέρει εφίππευση της Ζώνης αυτής επί της Ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας. (Καραϊνδρου κ.α., 2010)



Εικόνα 2.1 Γεωλογικές Ζώνες του νομού Φωκίδας
(πηγή: Μελέτη Θηραματικής Ανάπτυξης Ν. Φωκίδας)



Εικόνα 2.2 Στρωματογραφική στήλη της ζώνης Ολωνού-Πίνδου
(πηγή: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQOIi59Y-LJvxFE1d46QcMU0a3XVMbbHms1xA&usqp=CAU>)



Εικόνα 2.3 Σχηματική στρωματογραφική στήλη της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας.
(Μουντράκης Δ., 2010)

Στο σχήμα 2.3, διακρίνονται οι παρακάτω σχηματισμοί. Συγκεκριμένα:
1) Δολομίτες, 2) παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθοι τεφρού χρώματος, 3) Ωολιθικοί Ασβεστόλιθοι, 4) Ενδιάμεσοι λευκοί ασβεστόλιθοι, 5) Ρουδιστοφόροι ασβεστόλιθοι, 6) Ασβεστόλιθοι κονδυλώδεις, 7-Φλύσχης. (Μουντράκης Δ., 2010)

2.2 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας, θεωρείται ότι αποτελούσε ένα υφαλώδες φράγμα ή ένα ύβωμα που παρεμβάλλει τοπικά μέσα στον ωκεανό της Νέο-Τηθύος έχοντας γειτονική ζώνη την Υποπελαγονική ζώνη. (Μουντράκης Δ., 2010).

Η ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας βρίσκεται μόνο στη Κεντρική Στερεά Ελλάδα. Η εξαφάνιση της ζώνης στη Θεσσαλία και στη Μακεδονία σχετίζεται με την κάλυψή της από τα καλύμματα των Εσωτερικών Ελληνίδων που έχουν επωθηθεί ανατολικά με αποτέλεσμα το παλιό αυτό ύβωμα φράγμα να εμφανίζεται μόνο στη Γιουγκοσλαβία σαν

ζώνη «Υψηλού Καρστ». Σε αυτό βασίζεται το γεγονός ότι η ζώνη Πάρνασσου-Γκίωνας είναι ανάλογη με τη ζώνη «Υψηλού Κάρστ» της Γιουγκοσλαβίας χωρίς αυτό να έχει διαπιστωθεί πλήρως παρόλο που και στις δύο ζώνες περιλαμβάνονται κοιτάσματα βωξιτών μέσα σε καρστικοποιημένους ασβεστόλιθους. (Μουντράκης Δ., 2010)
Η εξαφάνιση προς βορρά της ζώνης Παρνασσού-Γκίωνας οφείλεται στο μεγάλο ρήγμα της κοιλάδας του Σπερχειού ποταμού.

Κύριο χαρακτηριστικό της ζώνης είναι οι βωξίτες, οι οποίοι βρίσκονται σε τρεις διαδοχικούς στρωματογραφικούς ορίζοντες μέσα στους ασβεστόλιθους. (Σχήμα 2.3)

Σύμφωνα με το σχήμα 2.3 (Μουντάκης Δ., 2010), πρώτο αλπικό ίζημα είναι λευκός δολομίτης που προς τα πάνω εξελίσσεται σε τεφρό και εναλλάσσεται με λεπτές ενστρώσεις ασβεστολίθων. Η σειρά καταλήγει να χαρακτηρίζεται ως παχυστρωματώδης τεφρός ασβεστόλιθος που χρονολογείται στο Άνω Τριαδικό.

Ακολουθεί ασβεστόλιθος σκοτεινού χρώματος που χρονολογείται στο Κάτω Ιουρασικό και μετά ωολιθικοί ασβεστόλιθοι ηλικίας Άνω Ιουρασικού. Πάνω στους ωολιθικούς αυτούς ασβεστόλιθους βρίσκεται ο 1^{ος} βωξιτικός ορίζοντας που καλύπτεται από σκοτεινόχρωμους ασβεστόλιθους του Κιμμεριδίου. (Άνω Ιουρασικό)

Πάνω από τον Κιμμερίδιο ασβεστόλιθο βρίσκεται ο 2^{ος} βωξιτικός ορίζοντας τον οποίο καλύπτουν ασβεστόλιθοι ηλικίας Τιθωνίου (Ανώνατο Κρητιδικό) – Κενομανίου (Μέσο Κρητιδικό). Οι τελευταίοι αυτοί ασβεστόλιθοι ονομάζονται «ενδιάμεσοι ασβεστόλιθοι» επειδή βρίσκονται ανάμεσα σε δύο βωξιτικούς ορίζοντες, στον 2^ο και του 3^ο και είναι κυρίως λευκοί ή τεφροί ασβεστόλιθοι.

Πάνω στους «ενδιάμεσους ασβεστόλιθους» βρίσκεται ο 3^{ος} βωξιτικός ορίζοντας, τον οποίο καλύπτουν μαύροι ρουδιστοφόροι ασβεστόλιθοι ηλικίας Τουρωνίου. (Μέσου Κρητιδικού).

Η ιζηματογένεση συνεχίζεται προς τα πάνω με ασβεστόλιθους ηλικίας Άνω Κρητιδικού όπου αρχικά είναι λευκοί και μετατρέπονται προς τα πάνω σε κοκκινοπράσινους κονδυλώδεις.

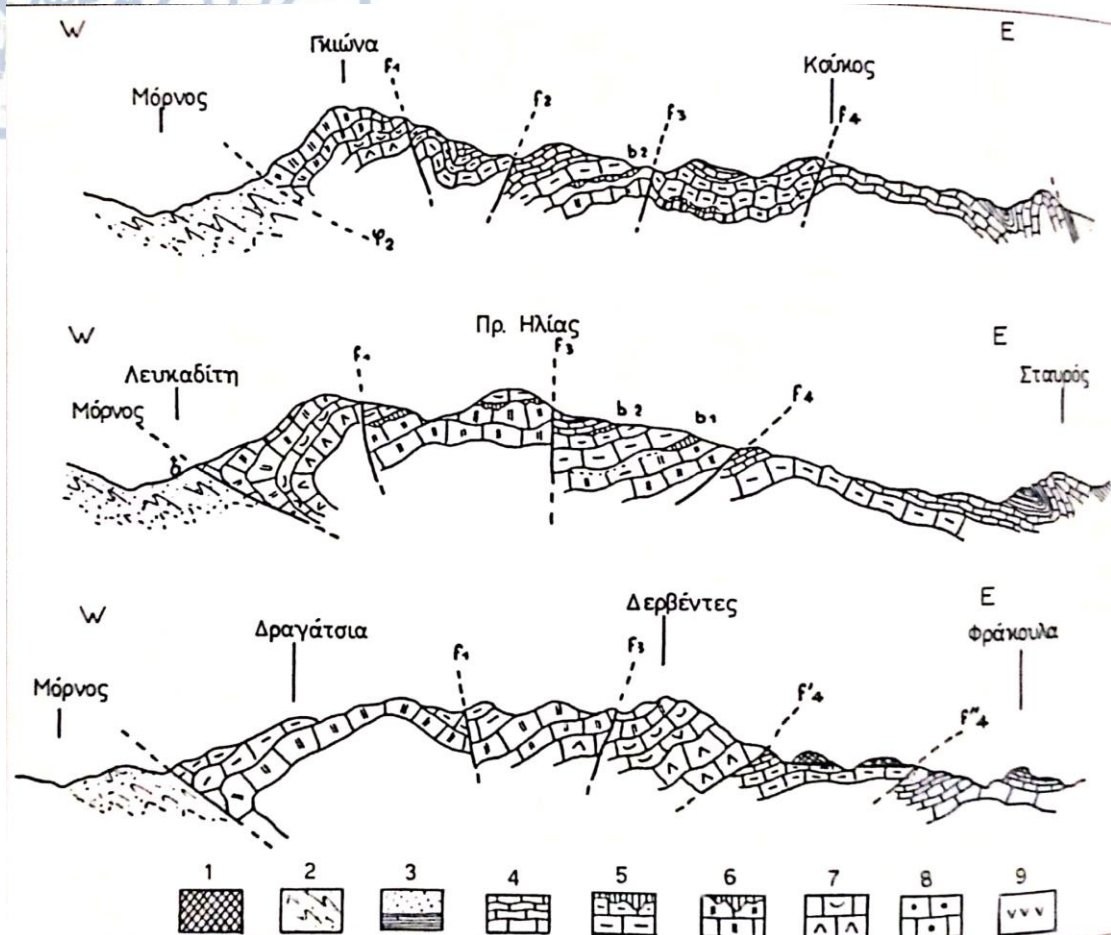
Τέλος γίνεται απόθεση φλύσχη, που έχει ηλικία Παλαιόκαινο-Μέσο Ηώκαινο, και στα κατώτερα στρώματα στην επαφή με τους ασβεστόλιθους ηλικίας Άνω Κρητιδικού χαρακτηρίζεται ως ασβεστομαργαϊκός με ένα χαρακτηριστικό στρώμα ερυθροβυσινής μάργας Παλαιόκαινου και μετατρέπεται σε ψαμμιτοπηλιτικό και κροκαλοπαγή.

Γενικά, ο σχηματισμός βωξιτών πραγματοποιείται σε περιόδους χέρσευσης μια περιοχής. Έτσι, οι τρεις βωξιτικοί ορίζοντες υποδεικνύουν τρεις διαδοχικές χερσεύσεις

της ζώνης και τρεις παύσεις της ιζηματογένεσης, γεγονότα που θα πρέπει να σχετίζονται με τρεις ορογενετικές ανυψώσεις. Εφόσον η ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας δέχτηκε την επίδραση των πρώιμων ορογενετικών κινήσεων θα πρέπει να συμπεριληφθεί στις Εσωτερικές Ελληνικές ζώνες και όχι στις Εξωτερικές όπου πραγματοποιήθηκε ιζηματογένεση. Όμως, δεν υπάρχει στρωματογραφικό κενό στη διαδοχή των ιζημάτων της ζώνης, τα οποία σχηματίζουν συνεχή στρωματογραφική στήλη από το Τριαδικό μέχρι το Μέσο-Άνω Ηώκαινο. Αυτό είναι κύριο χαρακτηριστικό των Εξωτερικών Ελληνικών ζωνών. Έτσι λόγω συνεχούς ιζηματογένεσης η ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας κατατάσσεται στις Εξωτερικές Ελληνίδες αλλά παλαιογεωγραφικά ανήκε στην άμεσο γειτονία των Εσωτερικών ζωνών και έτσι δέχτηκε την επίδραση των πρώιμων ορογενετικών φαινομένων. (Μουντράκης Δ., 2010)

Η επίδραση αυτή οδήγησε ανοδικές κινήσεις που δημιούργησαν το παραλιακό περιβάλλον, κατάλληλο για βωξιτογένεση αλλά και ικανό να σχηματισθούν οι ιζηματολογικές ασυμφωνίες μεταξύ των ασβεστολίθων χωρίς διακοπή της ιζηματογένεσης.

Η τελική ανάδυση της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας έγινε στο Άνω Ηώκαινο (ηλικία του φλύσχη). Τα στρώματα της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας έχουν επωθηθεί πάνω στα στρώματα του φλύσχη της ζώνης Πίνδου στην περιοχή που βρίσκεται το βουνό Βαρδούσια με κατεύθυνση Α-Δ. (Εικόνα 2.4)

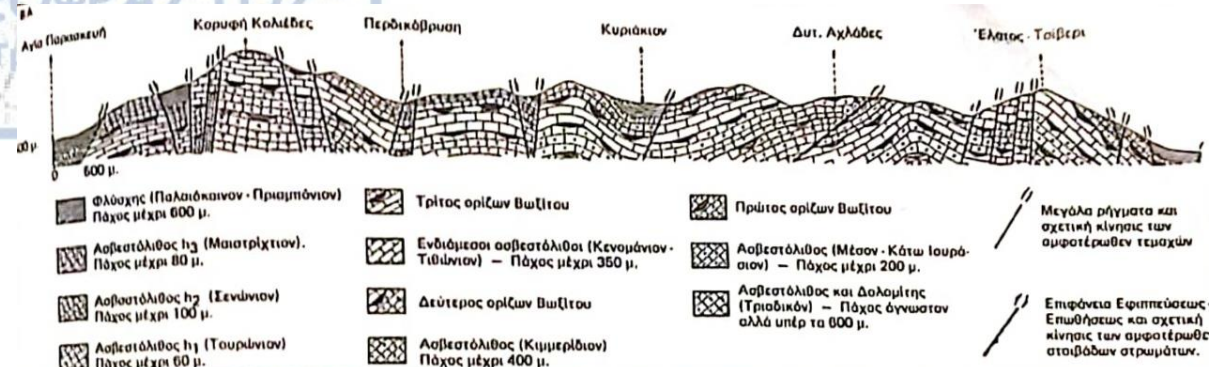


Εικόνα 2.4 Σχηματικές γεωλογικές τομές στην περιοχή Γιάννας -Μόρνου Ποταμού όπου δείχνεται η προς τα δυτικά επώθηση της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας πάνω στον Φλύσχη της ζώνης Πίνδου. (Μουντράκης Δ., 2010)

Στην εικόνα 2.4 υπάρχουν τα εξής πετρώματα: 1-Πλειοτεταρτογενείς αποθέσεις, 2-Φλύσχης της ζώνης Πίνδου, 3- Φλύσχης της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας, 4-Ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι, 5-Ασβεστόλιθοι Τιθωνίου-Κάτω Κρητιδικού και 2^{ος} Βωξιτικός ορίζοντας, 6-Ασβεστόλιθοι Άνω Ιουρασικού και 1^{ος} Βωξιτικός ορίζοντας, 7-Ασβεστόλιθοι Τριαδικού-Λιασίου, 8-Άνω Κρητιδική ασβεστόλιθοι Υποπελαγονικής ζώνης, 9-Οφειόλιθοι, f και φ: ρήγματα, επιπτεύσει, επωθήσεις (Κάτα Celet 1962).

Τα στρώματα της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας χαρακτηρίζονται από πτυχές οι οποίες είναι ανοιχτές και έχουν μεγάλο μήκος κύματος. Οι άξονες των πτυχών έχουν γενική διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. (Μουντράκης Δ., 2010)

Έτσι, δημιουργήθηκε μια σειρά από μέγα-αντίκλινα και μέγα-σύγκλινα στα βουνά Παρνασσό και Γκιώνα (Εικόνες 2.4, 2.5)



Εικόνα 2.5 Γεωλογική τομή κάθετος προς τον άξονα πτύχωσης του Ελικώνα. (Κάτα Μαράτο 1972)



Εικόνα 2.6 Ασβεστόλιθοι της Γκιόνας επωθημένοι πάνω σε βωζίτες (πηγή Μπεζές Κ., 2018)



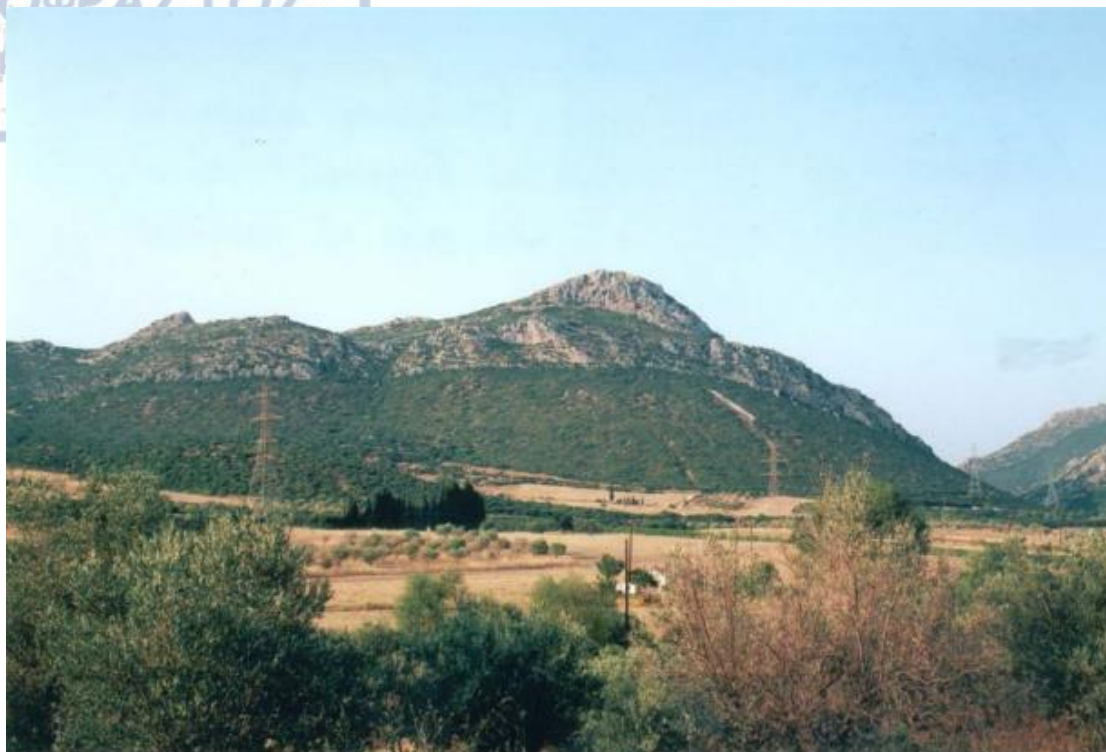
Εικόνα 2.7 Ασβεστόλιθοι Παρνασσού επωθημένοι σε μειοκαινικά κροκαλοπαγή και μάργες. (πηγή: Μπεζές Κ., 2018)



Εικόνα 2.8 Στρογγυλωμένα τεμάχια μυλονίτη στην βάση των επωθημένων ασβεστόλιθων της Γκιώνας επί του φλύσχη της λεκάνης του Μόρνου. (πηγή: Μπεζές Κ., 2018)



Εικόνα 2.9 Ασβεστόλιθοι Παρνασσού επωθημένοι σε μειοκαινικά κροκαλοπαγή και μάργες. (πηγή: Μπεζές Κ., 2018)



Εικόνα 2.10 Ασβεστόλιθοι του Παρνασσού επωθημένοι πάνω σε φλύσχη. (πηγή: Μπεζές Κ., 2018)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

3.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο της Τεκτονικής (2.2) η ζώνη Παρνασσού-Γκίωνας και συγκεκριμένα οι ασβεστόλιθοι βρίσκονται επωθημένοι επάνω στο αδιαπέρατο υπόβαθρο του φλύσχη της ζώνης Πίνδου. Το γεγονός αυτό σε συνδιασμό με το ότι ο Παρνασσός σχηματίζει ένα ευρύ αντίκλινο το οποίο είναι συμμετρικό, με αξονικό επίπεδο περίπου κατακόρυφο και άξονα διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ, (Μπεζές Κ., 2018) σημαίνει ότι η επιφάνεια της επώθησης, που ισοδυναμεί με την επιφάνεια επαφής των καρστικών ασβεστόλιθων με το υποκείμενο αδιαπέρατο υπόβαθρο του φλύσχη, παρουσιάζει κλίση από το κέντρο προς την περιφέρεια του βουνού. Λόγω αυτού του φαινομένου, τα νερά που κατεισδύουν μέσα στους ασβεστόλιθους, αφού συναντήσουν την αδιαπέρατη επαφή, κινούνται πλέον προς την περιφέρεια του βουνού, όπου μετά από διαδρομή αρκετών χιλιομέτρων επανεμφανίζονται στους πρόποδες του ορεινού όγκου με την μορφή πηγών επαφής. Τέτοιες πηγές έχουν καταγραφεί τόσο προς την πλευρά του Κηφισού, όσο και προς την πλευρά της κοιλάδας της Άμφισσας και θα αναλυθούν στο κεφάλαιο 4.

3.2 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ-ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ ΡΟΕΣ

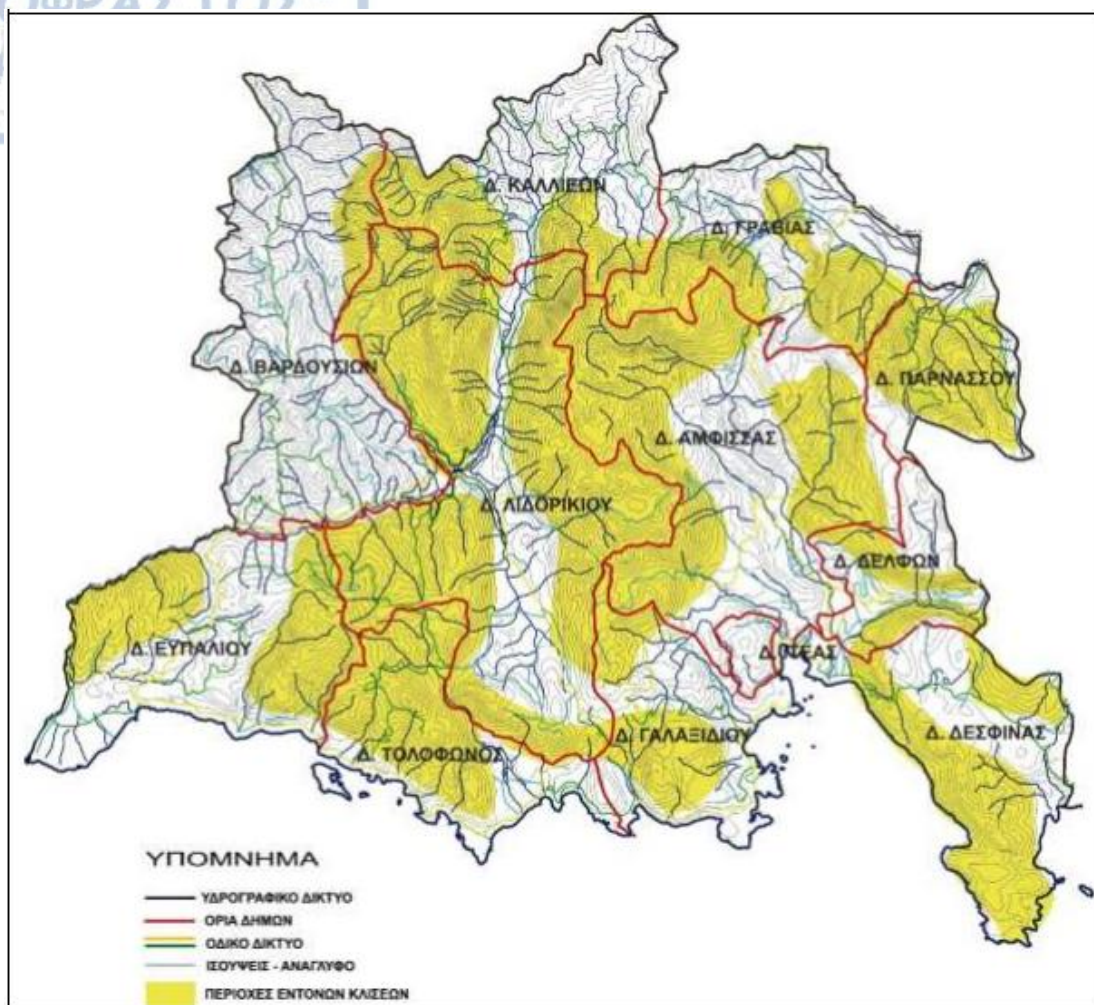
Υδρογραφικό δίκτυο είναι το σύνολο των ρυακίων, χειμάρρων, παραποτάμων και ποταμών που αποστραγγίζουν μία λεκάνη και διαφέρει ανάλογα με τη λιθολογία και τη μορφολογία του αναγλύφου μια περιοχής. (Βουδούρης Κ., 2013)

Έτσι, στις υψηλές περιοχές, όπου τα πετρώματα που κυριαρχούν είναι οι ασβεστόλιθοι, το υδρογραφικό δίκτυο (Εικόνα 3.1) είναι φτωχό. Συχνά παρατηρούνται έντονα καρστικά φαινόμενα, όπως πόλγες και δολίνες ή γενικότερα

κλειστές λεκάνες, στις οποίες η απορροή των νερών γίνεται υπογείως. Αντίθετα, στις χαμηλές περιοχές, όπως είναι οι κοιλάδες της Άμφισσας και των Δελφών, τα επικρατέστερα πετρώματα είναι ο φλύσχη και οι λεπτόκοκκες προσχώσεις, που έχουν δημιουργηθεί από την αποσάθρωση του φλύσχη έχει ως αποτέλεσμα την κυριαρχία της επιφανειακής απορροής και το υδρογραφικό δίκτυο είναι πλούσιο. (Μπεζές Κ., 2018)

Όπως αναφέρθηκε και στο υποκεφάλαιο 3.1, το νερό που κατεισδύει στους ασβεστόλιθους κινείται κατακόρυφα μέχρι να συναντήσει το αδιαπέραστο υπόβαθρο, το οποίο στην περιοχή μας συνήθως αποτελείται από φλύσχη. Οι ασβεστόλιθοι έχουν σχετικά μικρό πάχος, που κυμαίνεται από 200 - 400 m. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα νερά των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, να καταλήγουν σε καρστικούς υδροφόρους ορίζοντες, που εκφορτίζονται ακολούθως από καρστικές πηγές επαφής, που βρίσκονται στην βάση των ασβεστόλιθων. Έτσι, το μεγαλύτερο ποσοστό της επιφανειακής απορροής, που συγκεντρώνεται στους χείμαρρους των κοιλάδων της Άμφισσας και των Δελφών, προέρχεται από τις καρστικές αυτές πηγές. (Μπεζές Κ., 2018)

Επειδή η υπόγεια ροή είναι σχετικά βραδεία, αυτό το φαινόμενο έχει σαν αποτέλεσμα να μη δημιουργούνται έντονα πλημμυρικά φαινόμενα ακόμη και σε περιόδους εντόνων βροχοπτώσεων, ενώ παράλληλα οι υψηλότερες παροχές σημειώνονται κατά την Άνοιξη (τέλη Μαρτίου), όταν λιώνουν τα χιόνια.



Εικόνα 3.1 Το υδρογραφικό δίκτυο του Ν. Φωκίδας.
(πηγή: ΑΝ.ΦΩ.Α.Ε)

3.3 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΛΕΚΑΝΕΣ

Λεκάνη απορροής ή υδρολογική λεκάνη είναι η εδαφική έκταση από την οποία συγκεντρώνεται το σύνολο της απορροής και παροχετεύεται στη θάλασσα ή λίμνη με ενιαίο στόμιο ποταμού, εκβολές ή δέλτα. (Βουδούρης Κ., 2013)

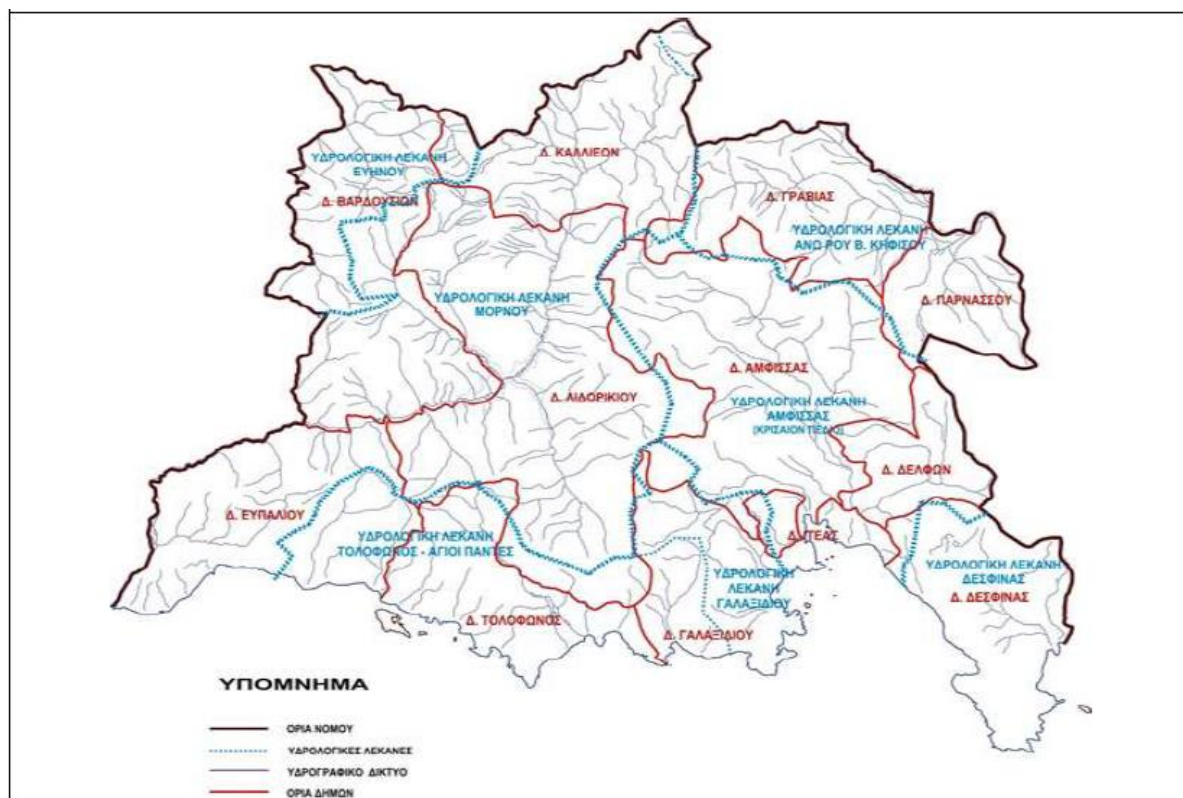
Οι παρακάτω λεκάνες του νομού Φωκίδας (εικόνα 3.2) παρουσιάζουν περιορισμένο ενδιαφέρον, διότι πρόκειται για καρστικές λεκάνες που γειτνιάζουν με την θάλασσα και εκφορτίζονται προς αυτήν μέσω διάσπαρτων ή υφάλμυρων πηγών. (Μπεζές Κ., 2018)

- Οι λεκάνες YD000019 (Τολοφών) (Εικόνα 3.2, Πίνακας 3.1) και YD000018 (Πάνορμος) (Πίνακας 3.1) βρίσκονται στα νότια των ορέων του Λιδορικού, είναι ανοιχτές στην θάλασσα και αποφορτίζονται από παραθαλάσσιες πηγές στην περιοχή της Ερατεινής.
- Η YD000001 (Άγιοι Πάντες) (Εικόνα 3.2) αντιστοιχεί στην υδρολογική λεκάνη που αποφορτίζεται μέσω παραθαλάσσιων πηγών στην Παραλία Αγ. Πάντων.
- Η YD000008 (Άγιος Ισίδωρος) (Πίνακας 3.1) είναι ανοιχτή στην θάλασσα και αποφορτίζεται μέσω των παραθαλάσσιων πηγών Αγίου Ισιδώρου, που βρίσκονται στην νοτιανατολική ακτή της χερσονήσου της Δεσφίνας.
- Η YD000009 (Αντίκυρα) (Πίνακας 3.1) αποτελεί την υδρολογική λεκάνη της περιοχής νότια του Δίστομου, είναι ανοιχτή στη θάλασσα και αποφορτίζεται και αυτή μέσω των παραθαλάσσιων πηγών στον χώρο της Αντίκυρας και της Παραλίας Δίστομου.
- Η λεκάνη YD000015 (Στείριου) (Πίνακας 3.1) αντιστοιχεί στην κλειστή πεδιάδα του χωριού Στείριον και πιθανώς αποφορτίζεται προς την θάλασσα μέσω της γειτονικής της YD000009.
- Οι λεκάνες YD000016 (Κυριάκιου) (Πίνακας 3.1) και YD000017 (Ζάλτσας) (Πίνακας 3.1) είναι παραθαλάσσιες, στην ανατολική πλευρά του κόλπου της Αντίκυρας.
- Η YD000013 (Μόρνου) (Εικόνα 3.2, Πίνακας 3.1) αντιστοιχεί στο δυτικό τμήμα της Γκιόνας και συγκεντρώνει τα νερά της στην τεχνητή λίμνη Μόρνου, άρα αποτελεί τμήμα της υδρολογικής λεκάνης αυτού.
- Η YD000014 (Κηφισού) (Εικόνα 3.2, Πίνακας 3.1) περιλαμβάνει το ΒΑ τμήματος του Παρνασσού και συγκεντρώνει τα νερά της στον Κηφισό ποταμό, άρα αποτελεί τμήμα της ευρύτερης υδρολογικής λεκάνης αυτού του ποταμού.

Αυτές είναι οι υδρολογικές λεκάνες με περισσότερο ενδιαφέρον (Μπεζές Κ., 2018):

- Η λεκάνη της Άμφισσας (YD000006) (Εικόνα 3.2, Πίνακας 3.1), που περιλαμβάνει το νότιο τμήμα του όγκου του Παρνασσού και το πεδινό τμήμα της πεδιάδας της Κίρρας – Ιτέας με άνοιγμα στη θάλασσα. Ο ασβεστολιθικός όγκος του Παρνασσού αποφορτίζεται επιφανειακά και υπόγεια μέσω της λεκάνης αυτής στην θάλασσα (πηγές Κίρρας – Ιτέας).
- Η κλειστή υδρολογική λεκάνη των Καλυβίων Αράχοβας (YD0000011) (Πίνακας 3.1), που αποτελεί τμήμα του νοτιοανατολικού τμήματος του ορεινού όγκου του Παρνασσού. Και αυτή αποφορτίζεται μέσω της λεκάνης της Άμφισσας στην θάλασσα (πηγές Κίρρας – Ιτέας).
- Η YD000007 (Αγ. Μηνά) (Πίνακας 3.1), που αποτελεί στενή παραθαλάσσια ασβεστολιθική λεκάνη στην δυτική πλευρά της χερσονήσου της Δεσφίνας.
- Η κλειστή υδρολογική λεκάνη της Δεσφίνας (YD000010) (Εικόνα 3.2, Πίνακας 3.1) η οποία αποφορτίζεται δια μέσου της λεκάνης του Αγ. Μηνά στη θάλασσα.
- Η υδρολογική λεκάνη της Αγ. Ευθυμίας (YD000005) (Πίνακας 3.1), που περιλαμβάνει μαζί με την λεκάνη της Τριταίας το νοτιοανατολικό χαμηλό τμήμα του ορεινού όγκου της Γκιώνας και είναι ανοιχτή στη θάλασσα στα νότια. Αυτή αποτελεί δίοδο αποφόρτισης για τον ασβεστολιθικό όγκο της Γκιώνας προς τη θάλασσα (πηγές Μύλων).
- Η υδρολογική λεκάνη της Τριταίας (YD000004) (Πίνακας 3.1). Και αυτή, όπως αναφέρθηκε, αποτελεί δίοδο αποφόρτισης για το καρστικό σύστημα της Γκιώνας προς τη θάλασσα (υποθαλάσσιες πηγές μεταξύ Μύλων και Γαλαξιδίου).
- Η κλειστή ορεινή υδρολογική λεκάνη των Καρούτων (YD000012) (Πίνακας 3.1), ανατολικά του Λιδορικού. Αποφορτίζεται υπογείως δια μέσου των λεκάνων Αγ. Ευθυμίας και Τριταίας, προς τα νότια.
- Οι υδρολογικές λεκάνες YD000002 (Κουτσούρια) (Πίνακας 3.1) και YD000003 (Γαλαξιδίου) (Εικόνα 3.2, Πίνακας 3.1)

Αποτελούν και οι δύο νότια παραλιακά τμήματα του ασβεστολιθικού ορεινού όγκου της Γκιώνας, και αποστραγγίζονται στην θάλασσα (παραθαλάσσιες πηγές



Εικόνα 3.2 Υδρολογικές λεκάνες του Ν Φωκίδας
(πηγή ΑΝ.ΦΩ.Α.Ε)

ΛΕΚΑΝΗ	ΟΝΟΜΑ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (km ²)
YD000001	Αγ. Πάντων	41,574
YD000002	Κουτσούρια	17,594
YD000003	Γαλαξιδίου	18,994
YD000004	Τριταίας	56,640
YD000005	Αγ. Ευθυμίας	73,549
YD000006	Άμφισσας	377,991
YD000007	Αγ. Μηνά	39,122
YD000008	Αγ. Ισιδώρου	63,442
YD000009	Αντίκυρας	42,544
YD000010	Δεσφίνας	41,725
YD000011	Καλυβίων	63,838
YD000012	Καρούτων	32,245
YD000013	Μόρνου	330,036
YD000014	Κηφισού	1052,159
YD000015	Στείριου	26,348
YD000016	Κυριάκιου	122,319
YD000017	Ζάλτσας	66,329
YD000018	Πάνορμος	15,026
YD000019	Τολοφών	39,763
YD000020	Ψαρομύτα	5,557
YD000021	Ίναχου	4,259
YD000022	Ασωπού	40,024
YD000023	Βοτανιάς	0,179
YD000024	Λιαπατόρρεμα	41,778
YD000025	Πλατανιά	89,875
YD000026	Αγ. Κωνσταντίνου	9,728
YD000027	Ξεριά	35,805
YD000028	Σαράντη	8,022

Πίνακας 3.1 Υδρογεωλογικές λεκάνες της περιοχής

(πηγή: Μπεζές Κ., 2018)

3.4 ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

Οι υδροφόροι σχηματισμοί της περιοχής (Εικόνα 3.2) αντιστοιχούν σε τρία είδη σχηματισμών:

- Μεσοζωικοί ασβεστόλιθοι
- Νεογενής μολάσσα (κροκαλοπαγή Αγ. Ευθυμίας)
- Τεταρτογενείς προσχώσεις

Οι μεσοζωικοί ασβεστόλιθοι καλύπτουν, μεγάλα τμήματα της ορεινής ζώνης. Οι ασβεστόλιθοι του Κρητιδικού είναι πολύ καρστικοί. Οι τριαδικοί και ιουρασικοί ασβεστόλιθοι εμφανίζονται πλέον δολομιτικοί και λιγότερο καρστικοποιημένοι, όμως διατηρούνται εξαιρετικά υδροπερατά πετρώματα. Έτσι, από υδρογεωλογικής συμπεριφοράς δεν γίνεται καμία διάκριση μεταξύ των μεσοζωικών ασβεστόλιθων. Η βάση των ασβεστόλιθων, κοντά στην επιφάνεια της επώθησης εμφανίζεται πάντα τεκτονισμένη και δολομιτωμένη. Εξαιτίας αυτού ελαττώνεται κατά πολύ η καρστικότητα και η περατότητα των ασβεστόλιθων. (Μπεζές Κ., 2018)

Τα κροκαλοπαγή της Αγ. Ευθυμίας, καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση στην περιοχή νοτίως της Γκιώνας. Πρόκειται για εναλλαγές αδρομερών κροκαλοπαγών - λατυποπαγών με κίτρινες μειοκαινικές μάργες. Εξαιτίας της παρουσίας των μαργών, η περατότητα τους είναι περιορισμένη.

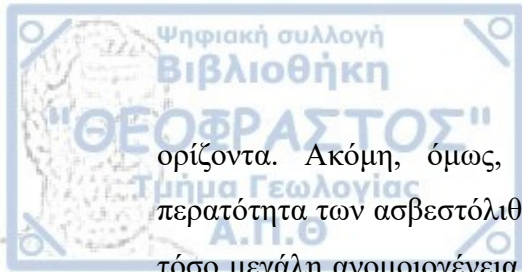
Τεταρτογενείς προσχώσεις υπάρχουν κυρίως στην κοιλάδα της Άμφισσας και ιδίως στη παραλιακή περιοχή της Ιτέας. Το πάχος των προσχώσεων μειώνεται από τον Νότο προς τον Βορρά. Η περατότητα των προσχώσεων είναι πολύ περιορισμένη,

λόγω της μεγάλης ποσότητας αργιλικών υλικών. Πιθανόν, μεγάλο μέρος των προσχώσεων προκύπτει από τη διάβρωση του φλύσχη, που εμφανίζεται τόσο στις ανατολικές όσο και στις δυτικές παρυφές της λεκάνης της Άμφισσας.

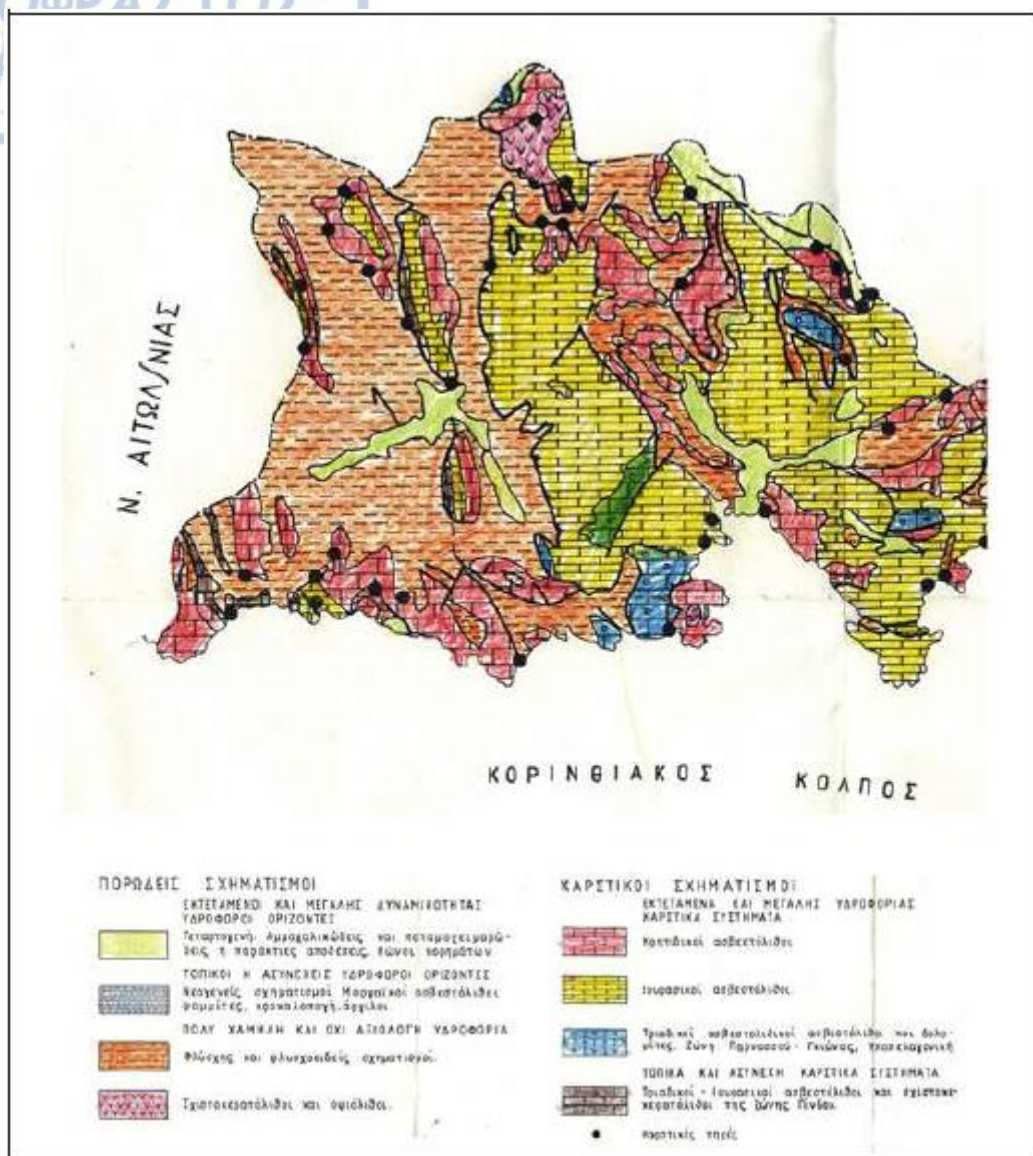
Ο κατ' εξοχήν αδιαπέρατος σχηματισμός της περιοχής είναι ο φλύσχος, ο οποίος υπόκειται των ασβεστόλιθων. Ο ρόλος του είναι καθοριστικός για την διαμόρφωση των υπόγειων ροών. Η επαφή του με τους υπερκείμενους ασβεστόλιθους βρίσκεται σε θετικά υψόμετρα συνήθως. Μόνο στην περιοχή της Ιτέας, φαίνεται ότι η επαφή ασβεστόλιθων - φλύσχου βρίσκεται κάτω από το επίπεδο της θάλασσας. Σε απόσταση 7 km από την θάλασσα, στην περιοχή του Χρισσού, η επαφή αυτή βρίσκεται περίπου σε υψόμετρο μηδέν.

Το υδρογραφικό δίκτυο είναι πολύ πτωχό και παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά:

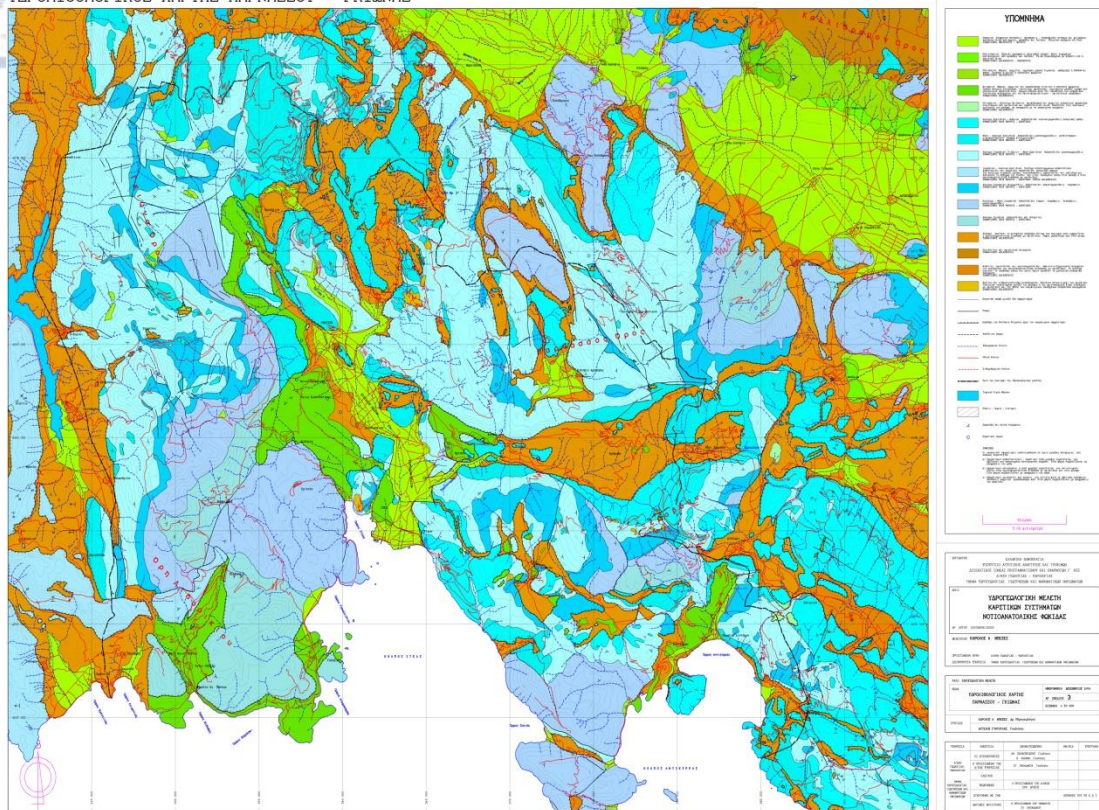
Οι υψηλές περιοχές, που συνήθως καλύπτονται από ασβεστόλιθους, έχουν αραιό υδρογραφικό δίκτυο, διότι η επιφανειακή απορροή είναι ελάχιστη και η αντίσταση των ασβεστόλιθων στην διάβρωση είναι πολύ ισχυρή. Οι χαμηλές περιοχές, που συνήθως καλύπτονται από φλύσχη ή μολάσσα, έχουν μικρή έκταση στην περιοχή μας και δέχονται λίγες σχετικώς βροχοπτώσεις. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μη σχηματίζονται μεγάλα επιφανειακά ρεύματα. Επειδή η κλίση των κοιλάδων ή πεδιάδων είναι πολύ μικρή, η διάβρωση είναι αμελητέα. Γενικά δεν υπάρχουν ρεύματα με μόνιμη ροή, αλλά μόνο χείμαρροι. Λόγω της μεγάλης λιθολογικής ανομοιογένειας και του έντονου τεκτονισμού, το υδρογραφικό δίκτυο αναπτύσσεται ακανόνιστα και αυτό καθιστά προβληματική οποιαδήποτε ανάλυση και την εξ αυτής εξαγωγή κάποιων συμπερασμάτων που να συνδέουν την γεωμορφολογία με την υδρογεωλογία της περιοχής. Το ίδιο συμβαίνει και με το καθορισμό των υδροφόρων οριζόντων, δηλαδή των περιοχών, όπου υπάρχει μόνιμη κορεσμένη ζώνη μέσα στα πετρώματα. Στο ορεινό καρστ, ο σχηματισμός υδροφόρων οριζόντων είναι πολύ απίθανος έως αδύνατος, λόγω της κλίσεως που παρουσιάζει συνήθως η επιφάνεια του υποκείμενου φλύσχη. Στις χαμηλές καρστικές περιοχές, ο σχηματισμός καρστικών υδροφόρων οριζόντων προϋποθέτει την ύπαρξη ενός φραγμού, που να εμποδίζει την διαφυγή των υπόγειων νερών προς την θάλασσα. Κάτι, τέτοιο, όμως δεν υφίσταται. Το καρστ, συνήθως είναι ανοικτό προς την θάλασσα και ο μοναδικός φραγμός είναι το ίδιο το θαλασσινό νερό. Μόνο στην περιοχή που βρίσκεται ανάντη των πηγών της Κίρρας, μπορούμε να μιλάμε για σχηματισμό πραγματικού καρστικού υδροφόρου



ορίζοντα. Ακόμη, όμως, και στην παραπάνω περιοχή, η καρστικότητα και περατότητα των ασβεστόλιθων, ή το πάχος του υδροφόρου στρώματος παρουσιάζουν τόσο μεγάλη ανομοιογένεια, ώστε δεν έχει νόημα η προσπάθεια προσδιορισμού ενός μέσου όρου γεωμετρικών ή υδραυλικών χαρακτηριστικών. Στους προσχωσιγενείς σχηματισμούς των κοιλάδων δεν αναπτύσσονται υδροφόροι ορίζοντες άξιοι λόγου. Στην κοιλάδα της Άμφισσας υπάρχουν ορισμένες ιδιωτικές γεωτρήσεις που έχουν εντοπίσει υδροφόρους ορίζοντες μέσα σε προσχώσεις, όμως τα αποθέματα είναι μικρά και χρησιμοποιούνται κυρίως για οικιακές ανάγκες. Γενικά, δεν υπάρχουν υδροφόροι ορίζοντες κάτω από την κοιλάδα της Άμφισσας, διότι το υπόβαθρό της αποτελείται από φλύσχη, ενώ οι προσχώσεις είναι λεπτόκοκκες και έχουν μικρό πάχος. (Μπεζές Κ., 2018)



Εικόνα 3.3 Υδρολιθολογικός χάρτης Ν Φωκίδα (πηγή: ΑΝ.ΦΩ.Α.Ε)



Εικόνα 3.4 Υδρολιθολογικός χάρτης Παρνασσού-Γκιώνας (πηγή: Μπεζές Κ., 2018)

Σύμφωνα με τον υδρολιθολογικό χάρτη, στη ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας (Εικόνα 3.4), λαμβάνουν χώρα αδιαπερατοί σχηματισμοί, αδιαπερατοί-ημιπερατοί σχηματισμοί, ημιπερατοί-περατοί σχηματισμοί και τέλος πολύ περατοί σχηματισμοί.

3.5 ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

3.5.1 Υπόγειο υδατικό σύστημα Γκιώνας

Οριοθετείται στις μάζες των ανθρακικών πετρωμάτων που αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του βουνού, και εκτείνεται από το Λιδορίκι στα δυτικά μέχρι τον ορεινό όγκο του Παρνασσού και την λεκάνη της Άμφισσας στα ανατολικά. Στα βόρεια ορίζεται από την κορυφογραμμή μεταξύ Γκιώνας και Οίτης, ενώ το

νότιο όριο είναι η ακτογραμμή του Κορινθιακού Κόλπου.

Η υπόγεια υδροφορία του συστήματος της Γκίωνας έχει καρστική προέλευση και η εκβολή της πραγματοποιείται σε διάφορες θέσεις από μια σειρά πηγών που έχουν μεγάλη παροχή. Το σύστημα εκφορτίζεται κατά μήκος πηγών που συναντώνται και στην παράκτια ζώνη στις θέσεις των πηγών Μύλων και του Ανάβαλου στον κόλπο της Ιτέας. Έχουν παρατηρηθεί υπόγειες αναβλύσεις κατά μήκος της ακτογραμμής που εκτείνεται προς τα δυτικά μέχρι την Ερατεινή. Οι παράκτιες αναβλύσεις που είναι υφάλμυρες δείχνουν ότι το νερό της περιοχής του συστήματος αναμιγνύεται με το θαλασσινό νερό.

Τα υπερκείμενα στρώματα του συστήματος είναι τα ανώτερα τμήματα ασβεστόλιθων με υψηλή υδροπερατότητα, ή τεταρτογενείς αποθέσεις με μέτρια υδροπερατότητα. Η μέση ετήσια τροφοδοσία του συστήματος, εκτιμάται ότι μπορεί να ξεπερνά τα $200 \times 10^6 \text{ m}^3$. Παράλληλα, η εκβολή σημαντικών όγκων νερού γίνεται μέσω παράκτιων και υφάλμυρων νερών στη θάλασσα. Οι κυριότερες χρήσεις γης στην περιοχή είναι οι αγροτικές. Επιπλέον, πραγματοποιούνται και αστικές χρήσεις στην περιοχή Ιτέας-Γαλαξειδίου και Ερατεινής. Οι χρήσεις γης της περιοχής σχεστίζονται και με μεταλλευτική δραστηριότητα (εξόρυξη βωξίτη). Στην περιοχή του συστήματος υπάρχουν δύο θέσεις ΧΑΔΑ (Δήμος Γραβιάς και Γαλαξειδίου). Επίσης στην περιοχή λειτουργούν δύο ΕΕΛ, της Ιτέας και του Γαλαξειδίου. Γενικά, οι χρήσεις του υπόγειου υδατικού συστήματος Γκίωνας χρησιμοποιούν περιορισμένο αριθμό γεωτρήσεων. Από τις γεωτρήσεις αυτές, τέσσερις χρησιμοποιούνται για υδρευτικούς σκοπούς. Ποιοτικά το νερό του συστήματος βρίσκεται σε καλή κατάσταση, παρόλο που υπάρχει μια τάση ρύπανσης εξαιτίας της υφαλμύρωσης από υπεραντλήσεις που γίνονται περιοχή Ιτέας – Άμφισσας. Στις παράκτιες αναβλύσεις καρστικών πηγών παρατηρείται φυσική υφαλμύρωση που οφείλεται σε φυσικά αίτια, εξαιτίας της ανάμιξης με το θαλασσινό νερό. (Διαχειριστικό σχέδιο Υ.Δ. Αν.Στερεάς, 2017)

3.5.2 Υπόγειο υδατικό σύστημα Άμφισσας

Οριοθετείται στις αποθέσεις της λεκάνης που αναπτύσσεται στην ευρύτερη περιοχή της Άμφισσας μέχρι και την Ιτέα. (Εικόνα 3.5) Αναπτύσσεται σε κοκκώδεις

υδροφορείς, αλλά η υδροφορία είναι χαμηλή εξαιτίας της ύπαρξης υψηλού ποσοστού λεπτόκοκκων υλικών.

Των προηγούμενων λεπτόκοκκων υπέρκεινται τεταρτογενή υλικά με μέτρια περατότητα. Η τροφοδοσία της υδροφορίας του συστήματος, που είναι της τάξης των $3 \times 10^6 \text{ m}^3$, γίνεται μέσω της κατείσδυσης του μετεωρικού νερού, αλλά και από πλευρικές μεταγίσεις των γύρω σχηματισμών, ενώ εκφορτίζεται προς την θάλασσα. Οι απολήψεις σε ετήσια βάση εκτιμήθηκαν σε $6 \times 10^6 \text{ m}^3$, όπου το 95% είναι για άρδευση. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι απολήψεις γίνονται κατά μεγάλο ποσοστό από τα υδροφόρα του γεωλογικού υποβάθρου του συστήματος, όπου έχει πλεονασματικό ισοζύγιο, και όχι από το ίδιο το προσχωματικό υδατικό σύστημα. Παρατηρείται αύξηση των αντλήσεων στην παράκτια ζώνη κατά την θερινή περίοδο, το οποίο σε συνδυασμό με την μειωμένη υδροπερατότητα της παράκτιας ζώνης συμβάλει στο να υποβιβαστεί η στάθμη και να υποβαθμιστεί η ποιότητα του υδροφόρου συστήματος εξαιτίας της θαλάσσιας διείσδυσης. Οι κυριότερες χρήσεις γης στην περιοχή είναι οι αγροτικές. Εκτιμάται ότι στην περιοχή υπάρχουν πάνω από 300 γεωτρήσεις, από τις οποίες 9 χρησιμοποιούνται για υδρευτικούς σκοπούς. Ποιοτικά το νερό είναι βεβαρημένο λόγω υφαλμύρυνσης κυρίως στο παράκτιο τμήμα. (Διαχειριστικό σχέδιο Υ.Δ. Αν.Στερεάς, 2017)

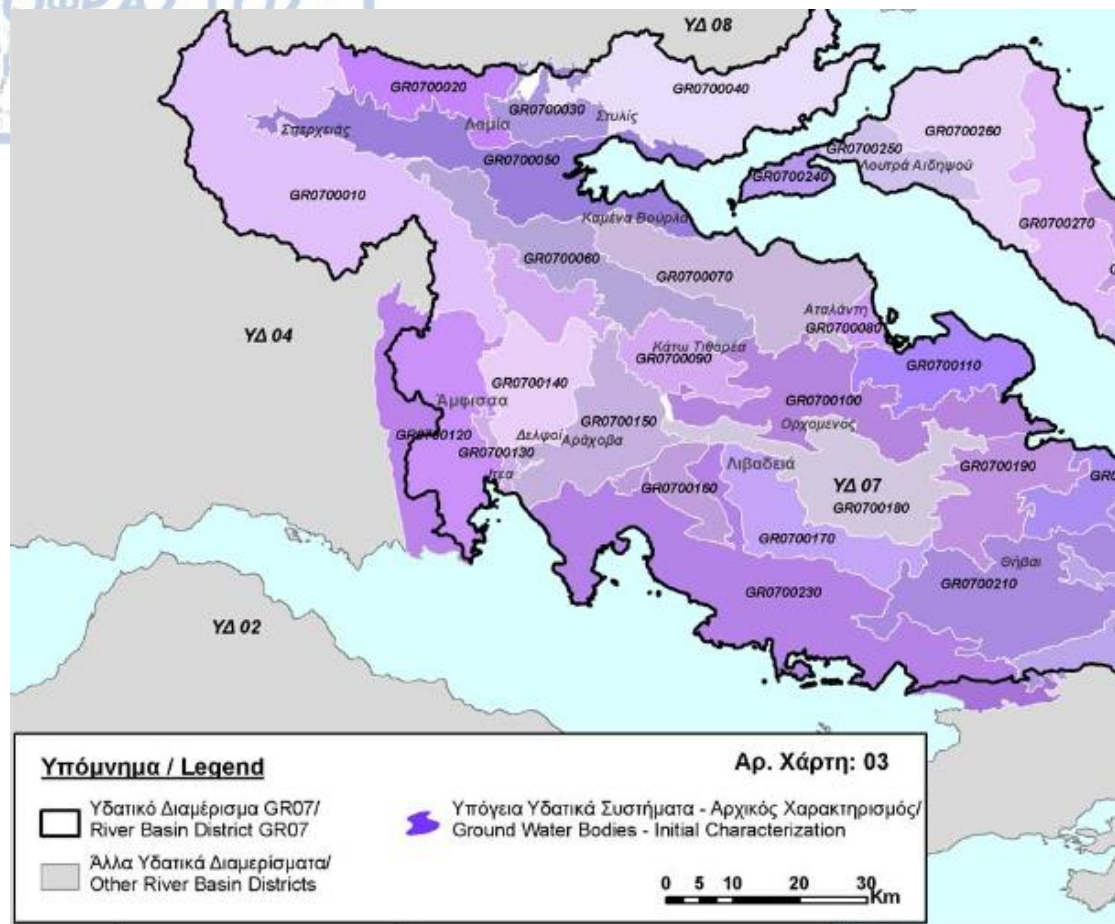
3.5.3 Υπόγειο υδατικό σύστημα Παρνασσού

Οριοθετείται στις μάζες των ανθρακικών πετρωμάτων που σχηματίζουν το μεγαλύτερο μέρος του ορεινού όγκου, από την προσχωματική λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού στα ανατολικά (Δαύλεια, Τιθορέα, Αμφίκλεια), μέχρι την πεδιάδα της Άμφισσας και τον Κόλπο της Ιτέας στα δυτικά. Στο βόρειο τμήμα, έχει οριοθετηθεί άλλο υπόγειο υδατικό σύστημα, το GR0700140, λόγω διαφοροποίησης της γεωλογικής δομής και επομένως και των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής. Διαφορετικό υπόγειο υδατικό σύστημα το GR0700160, έχει οριοθετηθεί και στις νότιες απολήξεις του Παρνασσού μαζί με τμήμα του όρους Ελικώνας, λόγω διαφοροποίησης των υδρογεωλογικών συνθηκών. (Εικόνα 3.5)

Η ανάπτυξη της υδροφορίας του υπόγειου υδατικού συστήματος βρίσκεται στις μάζες πετρωμάτων που γεωλογικά ανήκουν στη ζώνη Παρνασσού-Γκιώνας. Η

υπόγεια υδροφορία λόγω της περιβάλλουσας γεωλογικής σύστασης είναι καρστικής προελεύσεως. Στους ασβεστόλιθους συναντώνται σε πολλές θέσεις επικρεμάμενοι υδροφορείς, κυρίως στο ανατολικό τμήμα του ορεινού όγκου και εκφορτίζονται από πηγές στις παρυφές του στις περιοχές Αμφίκλειας, Τιθορέας, Δαύλειας κ.α.. Οι πηγές αυτές συμμετέχουν στην τροφοδότηση των υπόγειων υδατικών συστημάτων του Βοιωτικού Κηφισού (GR0700090 και GR0700180). (Εικόνα 3.5)

Εκτιμάται πως μέση ετήσια τροφοδοσία του συστήματος, από μελέτες που έχουν γίνει στην περιοχή, είναι κατ' ελάχιστο $150 \times 10^6 \text{ m}^3$, ενώ οι απολήψεις σε ετήσια βάση εκτιμήθηκαν σε $6,3 \times 10^6 \text{ m}^3$. Το υπερετήσιο ισοζύγιο είναι πλεονασματικό. Οι κύριες χρήσεις γης στην περιοχή είναι οι αγροτικές καθώς και οι χρήσεις κατοικίας. Στην περιοχή του συστήματος υπάρχουν τέσσερις ΧΑΔΑ (του δήμου Αράχωβας, Αμφίκλειας και Δελφών). Επίσης στην περιοχή λειτουργούν τέσσερις ΕΕΛ (Δήμος Αράχωβας, Δεσφίνας, Δελφών, Ερυθρών). Οι περισσότερες γεωτρήσεις του συστήματος χρησιμοποιούνται για αρδευτική χρήση αλλά υπάρχουν και κάποιες για υδρευτική χρήση. Αν και στην περιοχή υπάρχουν ορισμένες πηγές ρύπανσης (κυρίως αγροτικών δραστηριοτήτων) οι πιέσεις που αναπτύσσονται διατηρούν το σύστημα γενικά σε καλή ποιοτική κατάσταση, με μοναδική εξαίρεση το παράκτιο τμήμα λόγω της υφαλμύρινσης (γεινίαση με τη θάλασσα). (Διαχειριστικό σχέδιο Υ.Δ. Αν.Στερεάς, 2017)



Εικόνα 3.5 Τα υπόγεια υδατικά συστήματα της Γκιώνας (GR0700120), της Αμφίσσας (GR0700130) και του Παρνασσού (GR0700150)

(πηγή: Διαχειριστικό σχέδιο Υ.Δ. Αν. Στερεάς 2017)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΗΜΕΙΑ ΑΠΟΛΗΨΗΣ ΥΔΑΤΟΣ

Σύμφωνα με την έρευνα του Μπεζέ Κ.(2018) οι γεωτρήσεις, που απογράφηκαν, καλύπτουν την πεδινή περιοχή της κοιλάδας Άμφισσας – Ιτέας. Η καταγραφή τους έδωσε πολλά στοιχεία για την υδρογεωλογία της περιοχής και επιβεβαίωσε ότι δεν υπάρχουν αξιόλογοι υδροφόροι ορίζοντες μέσα στις προσχώσεις και ότι κάτω από αυτές υπάρχει φλύσχη και όχι ασβεστόλιθοι. Αυτό βέβαια δεν αποκλείει το ενδεχόμενο να υπάρχουν μικροί καρστικοί υδροφόροι ορίζοντες στα κράσπεδα της κοιλάδας.

Οι καρστικές πηγές που απογράφηκαν χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις ορεινές πηγές, που κατά κανόνα είναι πηγές επαφής των μεσοζωικών ασβεστόλιθων με τον υποκείμενο φλύσχη.

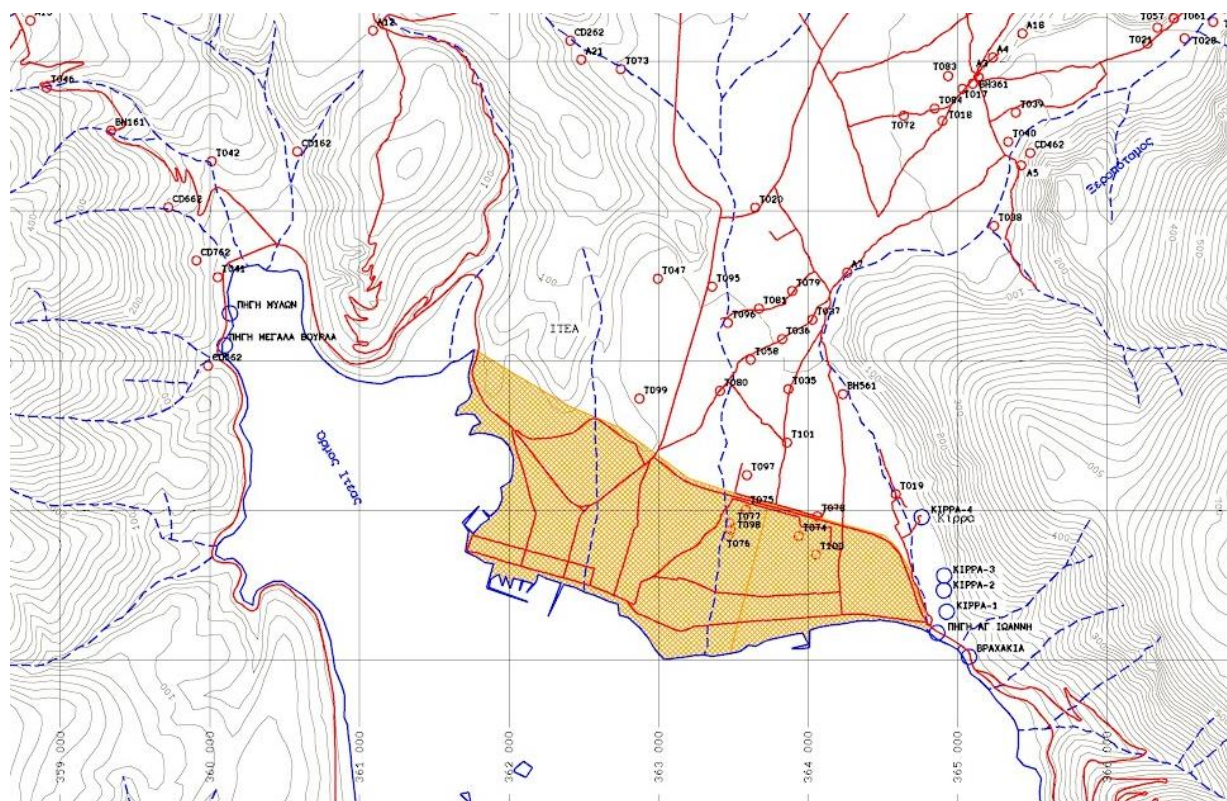
Η δεύτερη κατηγορία είναι οι παράκτιες πηγές, που κατά κανόνα είναι υφάλμυρες, σε βαθμό, που το νερό τους να είναι ακατάλληλο για κάθε χρήση. Οι πηγές αυτές έχουν υδρογεωλογική αξία, διότι δείχνουν τις ζώνες με προνομακές ροές μέσα στο καρστ, οι οποίες παρουσιάζουν και τις μεγαλύτερες πιθανότητες η ποιότητα του νερού να είναι καλή.

Οι ορεινές καρστικές πηγές επαφής δεν παρουσιάζουν υδρογεωλογικό ενδιαφέρον, καθ' όσον είναι πολύ δύσκολο να εντοπισθεί ο υδροφόρος ορίζοντας ανάντη των πηγών. Η εκμετάλλευση αυτών των πηγών δύσκολα βελτιώνεται και συνήθως οι παροχές εκμετάλλευσης ρυθμίζονται από το ίδιο το σύστημα, χωρίς να είναι δυνατή η ανθρώπινη επέμβαση.

Οι παράκτιες υφάλμυρες καρστικές (Εικόνα 4.1) πηγές υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να έχουν ανάντη τους κορεσμένη ζώνη, μέσα στο ασβεστολιθικό πέτρωμα. Συνήθως μεγάλες ζώνες του καρστικού υδροφόρου στρώματος έχουν υφάλμυρο νερό, εξαιτίας της φυσικής διείσδυσης του θαλασσινού νερού. Οι συνθήκες που επιτρέπουν την διείσδυση του θαλασσινού νερού, καθώς και οι συνθήκες ανάμιξης αλμυρού – γλυκού νερού μέσα στο υδροφόρο στρώμα, εξαρτώνται από την γεωλογία της

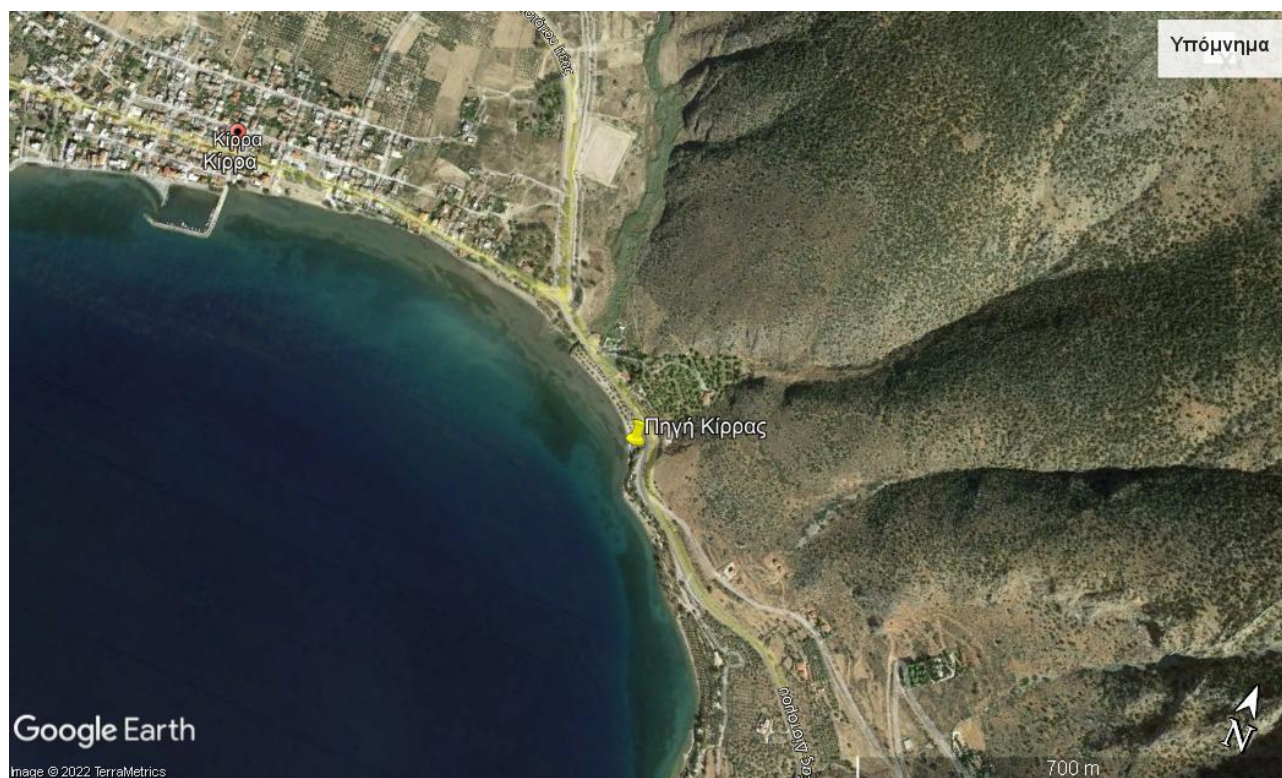
περιοχής, τα χαρακτηριστικά των υδροφόρων στρωμάτων, τις υδρολογικές συνθήκες τροφοδοσίας των υπόγειων νερών και πολλούς άλλους παράγοντες. Συχνά η μελέτη αυτή αναφέρεται σαν έρευνα του μηχανισμού ανάμιξης γλυκού – αλμυρού νερού ή απλώς έρευνα του μηχανισμού μιας υφαλμύρυνσης μιας παράκτιας πηγής. Όπως είναι ευνόητο, εδώ δεν υπάρχουν κανόνες και κάθε πηγή έχει τον δικό της μηχανισμό. Κανόνες υπάρχουν μόνο ως προς την μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθείται για την έρευνα μια υφάλμυρης πηγής. Ο μηχανισμός υφαλμύρυνσης μιας παράκτιας καρστικής πηγής παραμένει τις περισσότερες φορές άγνωστος. Αυτό δεν αποτελεί εμπόδιο, στην περίπτωση που διαπιστωθεί ότι υπάρχει υδροφόρος ορίζοντας ανάντη της πηγής, να ερευνηθεί υδροφόρος ορίζοντας με κλασσικές μεθόδους, όπως είναι οι γεωτρήσεις, η γεωηλεκτρική έρευνα κλπ., ώστε να εντοπισθούν ζώνες με μικρή ή καθόλου διείσδυση του θαλασσινού νερού. (Μπεζές Κ., 2018)

Έτσι και η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε στις μεγάλες παράκτιες καρστικές πηγές, την πηγή Αγ. Ιωάννη Κίρρας και την Μύλων Ιτέας. (Εικόνα 4.1)



4.1 ΠΗΓΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ ΚΙΡΡΑΣ

Πρόκειται για ομάδα υφάλμυρων πηγών, οι οποίες αναβλύζουν σε ένα μέτωπο μήκους μεγαλύτερο των 700 m, στην επαφή των ρουδιστοφόρων ασβεστόλιθων (ηλικίας Σενόνιου – Τουρώνιου) με τις αργιλοαμμώδεις αλλουβιακές αποθέσεις της κοιλάδας Άμφισσας – Ιτέας και σε απόσταση περίπου 700 m περίπου ανατολικά του οικισμού της Κίρρας. Η βορειότερη ανάβλυση βρίσκεται σε απόσταση 500 m περίπου από τη θάλασσα στο εσωτερικό και σε υψόμετρο 3,5 – 5 m περίπου. Η νοτιότερη εμφανής ανάβλυση εμφανίζεται σε απόσταση 40 m από την ακτή και είναι η σημαντικότερη. (Εικόνα 4.2)



Εικόνα 4.2 Πηγή Αγίου Ιωάννου Κίρρας.

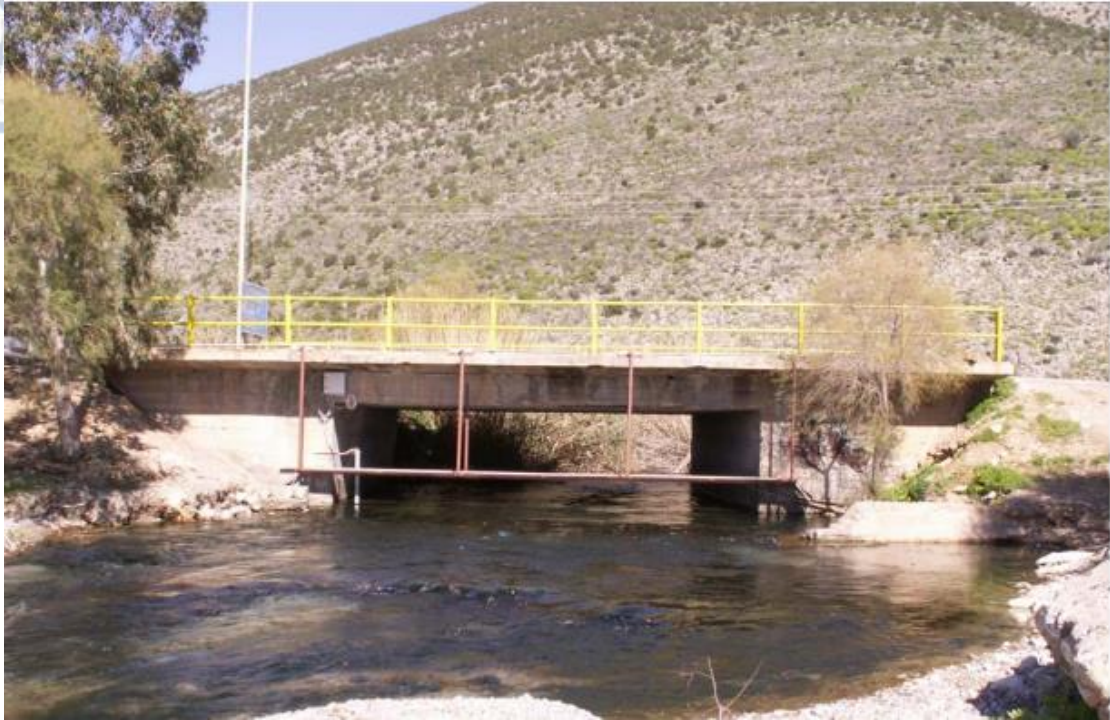
(πηγή: Google earth)

Φαινομενικά τροφοδοτούνται από την ασβεστολιθική μάζα της Δεσφίνας και του Αγ. Μηνά, που εκτείνονται ανατολικότερα, όμως η μεγάλη παροχή τους δείχνει ότι η λεκάνη τροφοδοσίας τους πρέπει να περιλαμβάνει μεγάλο τμήμα του Παρνασσού, που εκτείνεται βορείως των Δελφών.

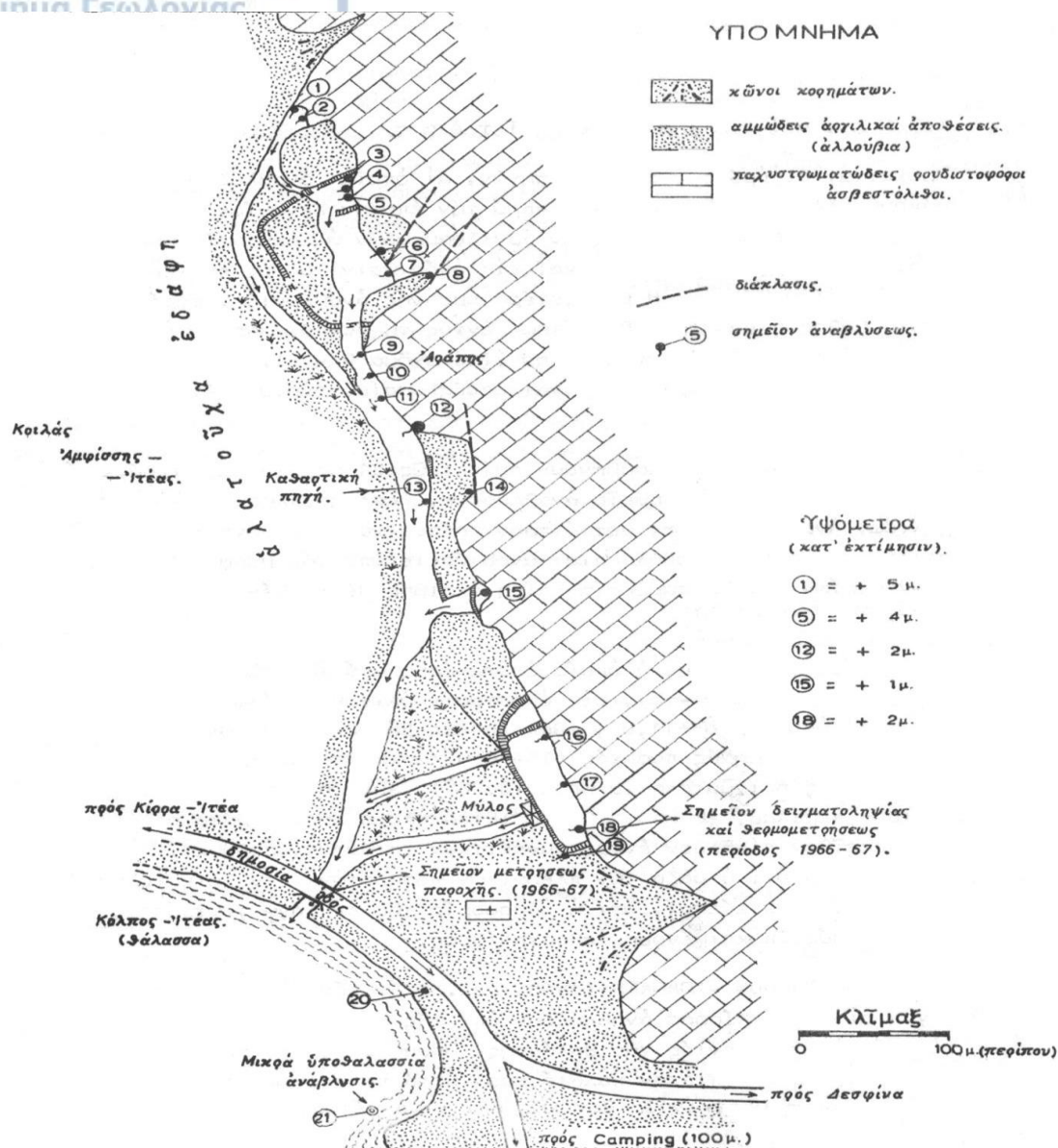
Επίσης διαπιστώθηκαν μερικές παράκτιες και υποθαλάσσιες μικρές αναβλύσεις με

την μορφή διάχυτων πηγών, των οποίων η παρουσία και η ακριβής θέση δεν είναι απολύτως σαφής. Η σπουδαιότερη από αυτές είναι η πηγή στην θέση «Βραχάκια» (No 20 στο σκαρίφημα). (Εικόνα 4.4). Τοπογραφικό σκαρίφημα των πηγών της Κίρρας (Δ. Μονόπωλης, 1971). Κατά τους BURDON – ΠΑΠΑΚΗ (1963) δεν είναι γνωστό για ποιο λόγο οι πηγές της Κίρρας αναβλύζουν στην ξηρά και όχι απευθείας στην ακτή ή και εντός της θάλασσας. Κατά τον ΜΟΝΟΠΩΛΗ (1971) οι αναβλύσεις αυτές συνέπιπταν παλαιότερα με την θέση της ακτογραμμής (παλαιοακτή) η οποία απλώς μετακινήθηκε μερικά μετρά προς την θάλασσα. Οι μεγαλύτερες αναβλύσεις είναι οι σημειούμενες με τα σύμβολα 16, 17, 18, 19 στο σκαρίφημα, που τροφοδοτούσαν παλαιότερα τον υδρόμυλο. Σήμερα βρίσκονται μέσα σε ιδιωτικό χώρο και δεν είναι προσπελάσιμες. Από τις θέσεις αυτές αναβλύζει το 90% περίπου της παροχής της πηγής. Το υψόμετρο ανάβλυσης των πηγών κυμαίνεται από 3,5 έως 6 m περίπου. Η νοτιότερη ανάβλυση είναι στο σημείο 20, δηλαδή τα «Βραχάκια». Η ανάβλυση 15 ονομάστηκε «Κίρρα-1», η ανάβλυση 13 ονομάστηκε «Κίρρα-2», η ανάβλυση 12 ονομάστηκε «Κίρρα-3» και οι αναβλύσεις 1 και 2 ονομάστηκαν «Κίρρα-4». Η ποσότητα νερού που αναβλύζει από τις πηγές αυτές είναι μικρή, περίπου 10 lt/s. Η ποιότητα του νερού των παραπάνω σημείων διαφέρει ελάχιστα μεταξύ τους. Έτσι προκύπτει το συμπέρασμα ότι η διεύδυση του θαλασσινού νερού στην περιοχή των πηγών είναι γενικευμένη και επηρεάζει με τον ίδιο τρόπο όλες τις αναβλύσεις. (Μπεζές Κ., 2018)

Όλη η ποσότητα του νερού του μετώπου των πηγών συγκεντρώνεται και περνά κάτω από την γέφυρα του δημόσιου δρόμου. (Εικόνα 4.3)



Εικόνα 4.3 Γέφυρα δημόσιου δρόμου κάτω από την οποία περνάει το νερό της πηγής Κίρρας (πηγή: Μπεζές Κ., 2018)



Εικόνα 4.4 Τοπογραφικό σκαρίφημα των πηγών Κίρρας (ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ 1971)

4.1.1 Παροχή πηγής Κίρρας

Η παροχή της πηγής κυμαίνεται μεταξύ ελαχίστου $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ κατά το θέρος και μεγίστου $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$ κατά τον χειμώνα. Δηλαδή το εύρος της διακύμανσης είναι περίπου 1 προς 2. Η απόκριση αυτή είναι πολύ συνηθισμένη μεταξύ των παράκτιων καρστικών πηγών και χαρακτηριστική των καρστικών συστημάτων, που είναι ανοικτά προς την θάλασσα. Η μέση ετήσια παροχή των πηγών είναι $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ και ο μέσος ετήσιος όγκος εκροής $50,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

ΔΕΛΤΙΟ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ ΠΗΓΗΣ

ΠΗΓΗ ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ

Α.Μ. 07 / 33

ΗΜΕΡ. 29 - 06 - 76

ΣΕΙΣΗ: Συγκρότημα πηγών που εμφανίζονται 700 μ. ανατολικά της Κοιν. Κίρρας σε υψόμετρο = 2 μ.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ: Είναι καρστικές παράκτιες και υποθαλάσσιες πηγές που αναβλύζουν από κρητιδικούς ασβεστολίθους.

ΑΝΑΒΛΗΣΗ	ΡΟΗ	ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΣΗ	ΧΡΗΣΗ
Μεταβλητή	Συνεχής	Ανύπαρκτη	Ανεκμε-τάλλευτη

ΠΑΡΟΧΗ (l/h) 55350 ΘΕΡΜΟΚΡΑΤΙΑ (°C) 16.5 ΝΕΡΟΣ 22 - 24 ΑΕΡΑ 21 - 25

Χημική ανάλυση

Ca ⁺⁺ 240	Mg ⁺⁺ 540	Na ⁺ 3351	K ⁺ 28 (ppm)
HCO ₃ ⁻ 253	SO ₄ ⁻ 791	Cl ⁻ 5603	NO ₃ ⁻ 6.8 (ppm)
pH 7.3	TDS 10450	M 76 - 78 mm	

ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ
ΝΔ - ΒΑ

① Αλλουβιακές αποθέσεις
② Ασβεστολιθοί Κρητιδικοί

Εικόνα 4.5 Απογραφικό δελτίο πηγής Αγ. Ιωάννη Κίρρας (Ν. Κουρμούλης, 1987)

Εάν γίνει αποδεκτό, ότι η πηγή τροφοδοτείται από τμήμα της υδρολογικής λεκάνης της Άμφισσας, που έκταση 378 km² και ολική ετήσια απορροή 198.106 m³, τότε μπορούμε να εκτιμήσουμε, ότι στην πηγή αναλογεί μια λεκάνη τροφοδοσίας έκτασης 97,0 km², ίση περίπου με το 1/4 της υδρολογικής λεκάνης της Άμφισσας. Αυτή η υπολεκάνη λεκάνη βρίσκεται, προφανώς, στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης της Άμφισσας, δηλαδή στο τμήμα που αντιστοιχεί στις δυτικές και νότιες πλαγιές του Παρνασσού. Μια πρόχειρη εμβαδομέτρηση των ασβεστολιθικών εμφανίσεων του Παρνασσού στην περιοχή αυτή, δείχνει ότι έχουν έκταση της τάξης των 130 km². Επομένως, μπορούμε να συμπεράνουμε, ότι οι πηγές της Κίρρας αποστραγγίζουν το 75% της απορροής (κατείσδυσης), που σημειώνεται στην ορεινή ζώνη την

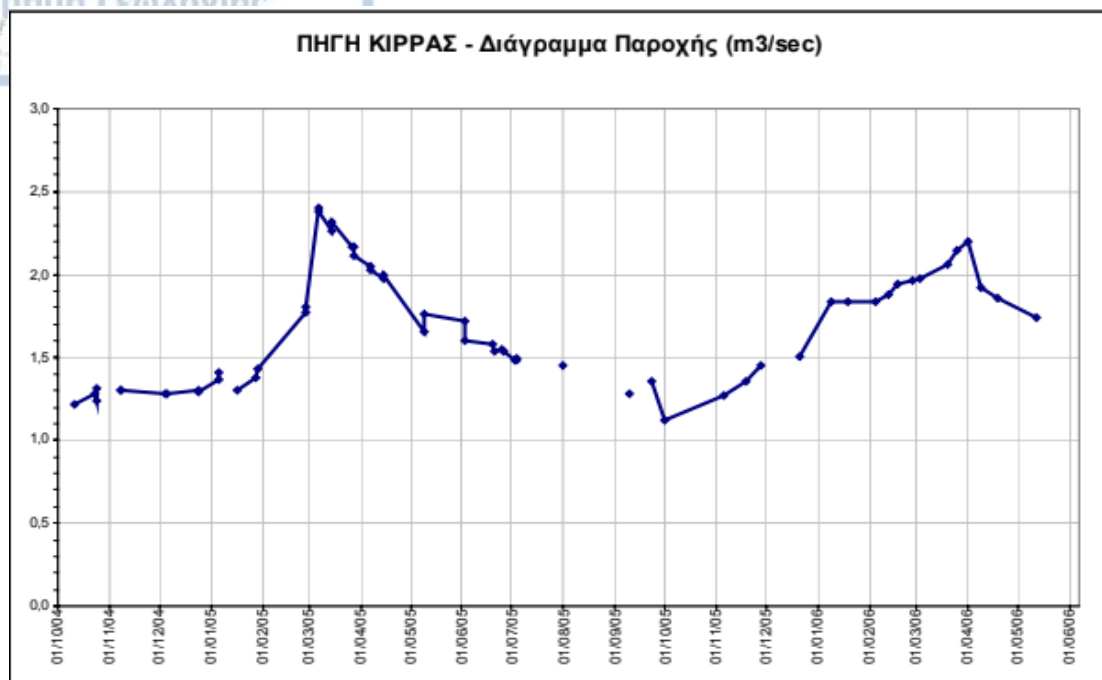
νοτιοδυτικής πλευράς του Παρνασσού. Το υπόλοιπο 25% αποστραγγίζεται από ορεινές μικρές πηγές, που βρίσκονται στην Αράχοβα, τους Δελφούς, τον Ελαιώνα κλπ. (Μπεζές Κ., 2018)

Πίνακας 4.1 Υδρομετρήσεις στην πηγή Κίρρας (2004-2006)

Ημερομηνία	Ωρα	Παροχή (m3/sec)	Ημερομηνία	Ωρα	Παροχή (m3/sec)
07/08/04	15:50	1,2846	09/05/05	18:35	1,7655
10/10/04	12:00	1,2191	02/06/05	13:35	1,7188
23/10/04	17:00	1,2765	02/06/05	18:35	1,6063
24/10/04	12:50	1,2376	19/06/05	20:00	1,5789
24/10/04	17:28	1,3093	20/06/05	20:25	1,5348
07/11/04	12:34	1,3017	25/06/05	19:20	1,5510
07/11/04	17:50	1,3037	26/06/05	19:50	1,5343
04/12/04	17:00	1,2787	02/07/05	20:20	1,4799
05/12/04	10:15	1,2829	03/07/05	11:40	1,4842
05/12/04	16:20	1,2517	03/07/05	19:22	1,4948
24/12/04	13:35	1,3018	31/07/05	20:02	1,4478
24/12/04	17:02	1,2932	09/09/05	12:35	1,2843
05/01/05	14:10	1,3619	23/09/05	15:58	1,3567
05/01/05	17:02	1,4103	30/09/05	14:18	1,1256
16/01/05	11:55	1,3046	05/11/05	18:30	1,2696
28/01/05	17:04	1,3723	18/11/05	14:44	1,3524
29/01/05	11:12	1,4258	27/11/05	15:40	1,4554
27/02/05	12:10	1,7749	21/12/05	17:05	1,5090
27/02/05	17:30	1,8058	08/01/06	13:00	1,8355
06/03/05	12:45	2,3968	26/02/06	14:30	1,9669
06/03/05	17:00	2,3856	03/03/06	13:00	1,9733
14/03/05	12:05	2,2657	19/03/06	14:20	2,0631
14/03/05	18:20	2,3177	08/04/06	16:00	1,9253
26/03/05	17:57	2,1652	19/04/06	18:00	1,8539
27/03/05	13:23	2,1666	12/05/06	13:00	1,7444
27/03/05	17:40	2,1126	03/09/06	16:30	1,4029
07/04/05	14:09	2,0505	18/10/06	15:35	1,5798
07/04/05	19:13	2,0261	02/11/06	14:00	1,5832
14/04/05	13:19	1,9749			
14/04/05	18:55	1,9937			
09/05/05	14:00	1,6530			

(πηγή: Μπεζές Κ., 2018)

Οι τιμές αυτές μεταφέρθηκαν στο διάγραμμα του επόμενου σχήματος. (Εικόνα 4.6)



Εικόνα 4.6 Διάγραμμα διακύμανσης της παροχής της πηγής Κίρρας

(πηγή: Μπεζές Κ., 2018)

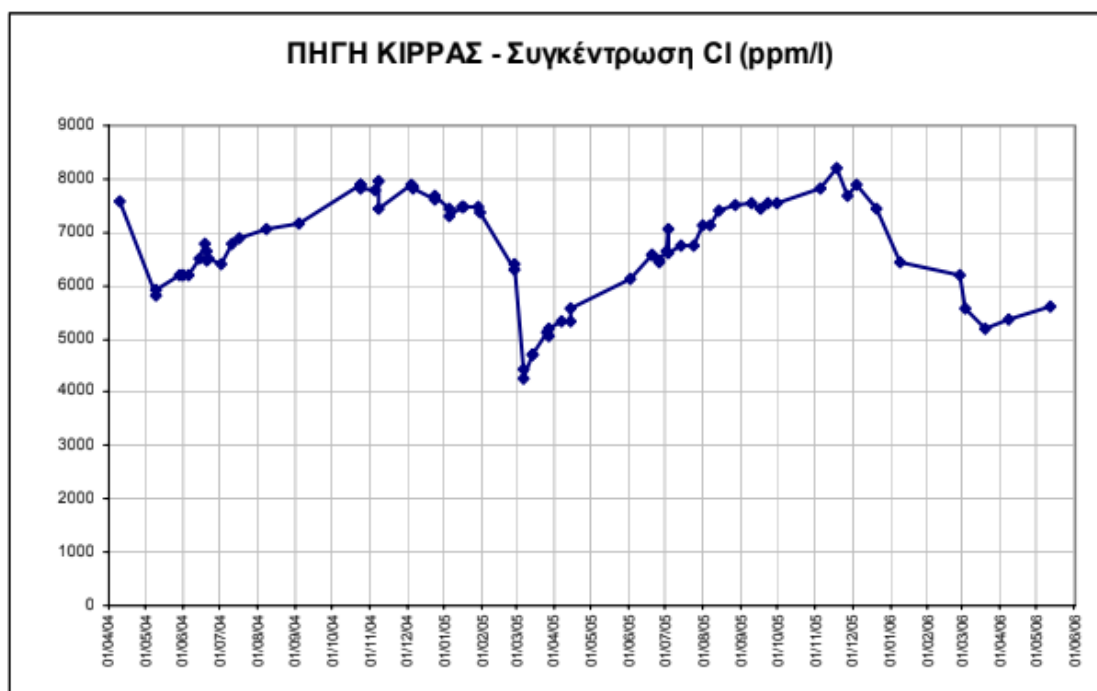
Παρατηρούμε ότι η δίαιτα της πηγής παρουσιάζει μια κανονικότητα, δηλαδή η παροχή της εμφανίζει ένα μέγιστο κατά τα τέλη Μαρτίου και ένα ελάχιστο κατά τα τέλη Σεπτεμβρίου εκάστου έτους. Η συμπεριφορά αυτή είναι σύμφωνη με την δίαιτα των βροχοπτώσεων. Το εύρος της ετήσιας διακύμανσης είναι περίπου $1,25 \text{ m}^3/\text{s}$ και η ελάχιστη παροχή $1,25 \text{ m}^3/\text{s}$.

Το καρστικό σύστημα παρουσιάζει μεγάλη ικανότητα απόσβεσης των βροχοπτώσεων και της κατείσδυσης. Δηλαδή είναι ανεπαίσθητη, στην πηγή, η επίδραση των εντόνων ή μεμονωμένων βροχοπτώσεων που σημειώνονται στην λεκάνη τροφοδοσίας της και δεν εμφανίζονται πλημμυρικά φαινόμενα. Η συμπεριφορά αυτή είναι συνηθισμένη στις παράκτιες καρστικές πηγές, όταν ανάντη τους σχηματίζεται εκτεταμένος υδροφόρος ορίζοντας, ο οποίος έρχεται σε άμεση επαφή με την θάλασσα, στο κατάντη τμήμα του. (Μπεζές Κ., 2018)

4.1.2 Χημική σύσταση του νερού της πηγής Κίρρας

Η πηγή της Κίρρας είναι ισχυρώς υφάλμυρη. Η αγωγιμότητα του νερού

παρουσιάζει μια ετήσια διακύμανση με μέγιστο το φθινόπωρο (23.000 mS/cm) και ελάχιστο την άνοιξη (18.000 mS/cm). Η αντίστοιχη τιμή των χλωριόντων είναι 8.000 και 6.000 ppm. Δεδομένου ότι το θαλασσινό νερό περιέχει περίπου 21.000 ppm χλωριόντων, είναι φανερό ότι το νερό της πηγής περιέχει 28 - 38% θαλασσινό νερό. Είναι προφανές ότι υπό τις συνθήκες αυτές το νερό της πηγής είναι ακατάλληλο για κάθε χρήση. Η ετήσια διακύμανση των χλωριόντων παρουσιάζει ένα ελάχιστο κατά τις αρχές Απριλίου, που αντιστοιχεί στην εποχή που λιώνουν τα χιόνια και αυξάνει η τροφοδοσία σε γλυκό νερό. Η μέγιστη περιεκτικότητα σε χλωριόντα εμφανίζεται περί τα τέλη Δεκεμβρίου, και συμπίπτει με την εποχή κατά την οποία έχει κορεσθεί το έλλειμμα υγρασίας του εδάφους και αρχίζει ουσιαστικά η κατείσδυση. Στο διάγραμμα (Εικόνα 4.7) παρατηρείται επίσης ότι η μείωση των χλωριόντων, κατά την υγρή εποχή γίνεται μάλλον απότομα. Το φαινόμενο αυτό είναι πιθανόν να οφείλεται σε διηθήσεις γλυκού επιφανειακού νερού προερχόμενες από τον χείμαρρο Ξεροπόταμο, που έρχεται σε επαφή με το καρστ νοτίως του Χρισσού. Οι τιμές αυτές δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την εκτίμηση της διακύμανσης των χλωριόντων. (Μπεζές Κ., 2018)



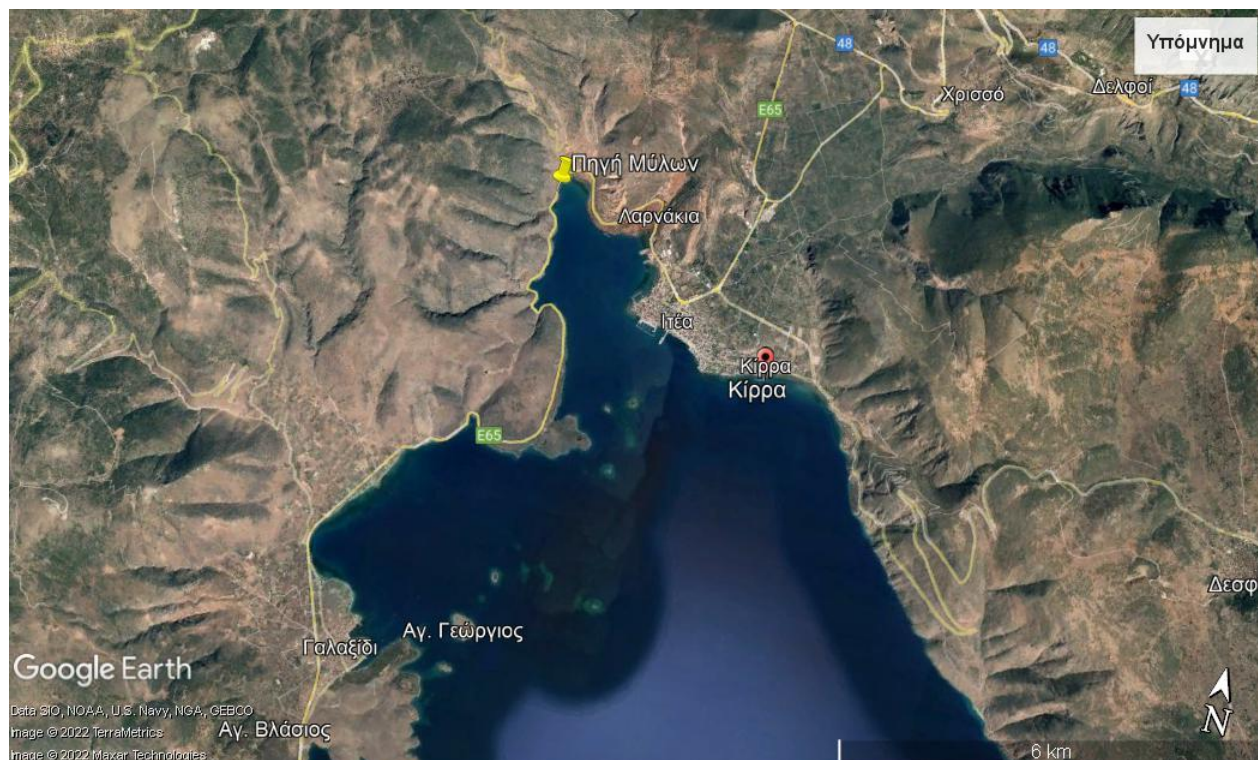
Εικόνα 4.7 Διάγραμμα διακύμανσης των χλωριόντων της πηγής Κίρρας (πηγή Μπεζές Κ., 2018)



Εικόνα 4.8 Πηγή Αγίου Ιωάννου Κίρρας.
(πηγή: Μπεζές Κ., 2018)

4.2 ΠΗΓΗ ΜΥΛΩΝ

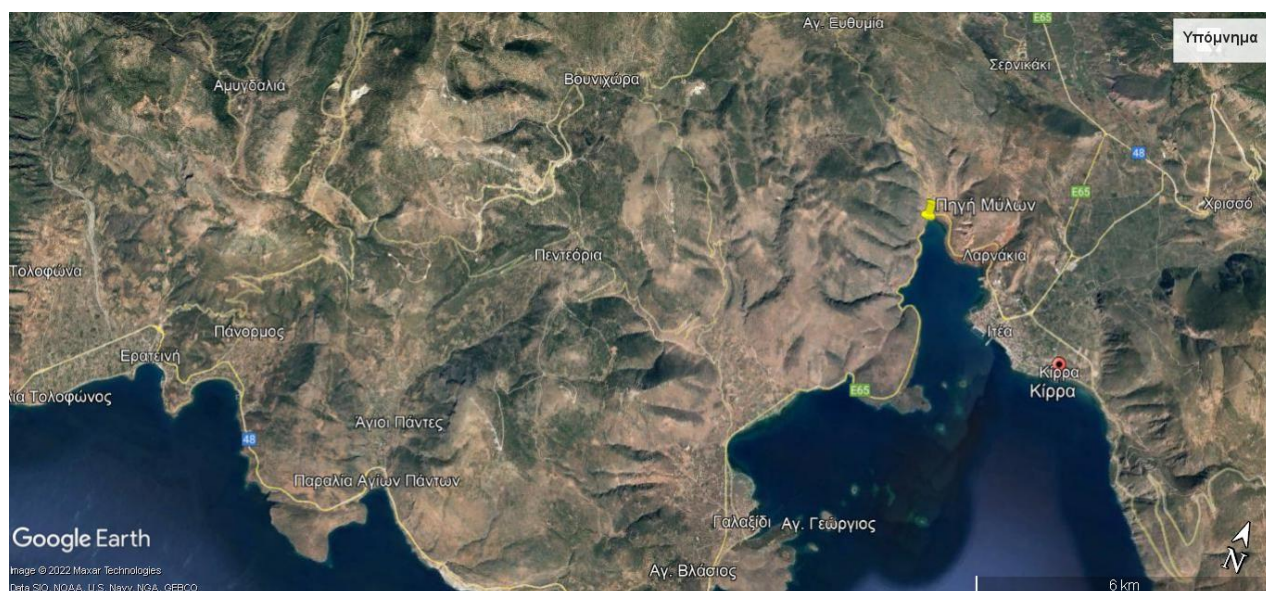
Η πηγές των Μύλων (Εικόνα 4.9) είναι οι σπουδαιότερες παράκτιες πηγές, στα παράλια του Κορινθιακού Κόλπου, που εκτείνονται από το Γαλαξίδι μέχρι την Ιτέα.



Εικόνα 4.9 Πηγή Μύλων
(πηγή: Google earth)

Δυτικά από το Γαλαξίδι, προς την Ερατεινή, όπου οι ασβεστόλιθοι φτάνουν μέχρι τη θάλασσα, δεν εμφανίζεται καμία αξιόλογη παράκτια πηγή. Στην περιοχή αυτή απαντώνται ασβεστόλιθοι της ζώνης της Πίνδου και τριαδικοί δολομίτες και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι της ζώνης Παρνασσού – Γκιώνας. Η απουσία πηγών κατά μήκος της ακτής αυτής οφείλεται σε ένα βαθμό στην αντίσταση καρστικοποίησης των δολομιτών και κυρίως στην παρουσία του υποκείμενου φλύσχη. Ο τελευταίος, στην παραλιακή περιοχή μεταξύ Ερατεινής – Πάνορμου – Άγιοι Πάντες (Εικόνα 4.10),

περιβάλλει την ασβεστολιθική μάζα και έχει μεγάλο πάχος που προεκτείνεται και κάτω από το υψόμετρο μηδέν, εμποδίζοντας έτσι τη ροή του καρστικού νερού προς τη θάλασσα. Οι πηγές των Μύλων αναβλύζουν στην δυτική πλευρά του κόλπου της Ιτέας. Στην περιοχή αυτή εμφανίζονται κροκαλοπαγή της Αγ. Ευθυμίας, πολύ ασβεστολιθικά και συμπαγή, που μοιάζουν με τους μεσοζωικούς ασβεστόλιθους. (Μπεζές Κ., 2018)



Εικόνα 4.10 Η Πηγή Μύλων σε σχέση με τις περιοχές Ερατεινή, Άγιοι Πάντες, Πάνορμος και Αγία Ευθυμία. (πηγή: Google earth)

Βόρεια της πηγής των Μύλων επί της ακτής και σε αποστάσεις 10, 20, 25, 30 και 50 m αναπτύσσονται μικρότερες πηγές συνολικής παροχής περίπου $0,4 \text{ m}^3/\text{sec}$. Η ποιότητα του ύδατος και οι εποχιακές μεταβολές τους είναι περίπου οι ίδιες με την ποιότητα και τις εποχιακές μεταβολές της πηγής των Μύλων. Στο σημείο της ανάβλυσσης της πηγής των Μύλων έχει σχηματιστεί μια λιμνούλα η οποία μέσο ενός στενού περάσματος, πλάτους 2,15 m, αποφορτίζεται στη θάλασσα. Οι μετρήσεις παροχής της πηγής πραγματοποιήθηκαν με την μέθοδο της κατακόρυφης ολοκλήρωσης κατά μήκος του στενού αυτού περάσματος πριν από την έξοδο των υδάτων στη θάλασσα. Στο σημείο αυτό έγιναν και οι δειγματοληψίες νερού για χημική ανάλυση. Η πηγή των Μύλων αναβλύζει ακριβώς στο υψόμετρο της θάλασσας. Η παροχή της, καθώς και η υφαλμύρυνση του νερού παρουσιάζουν μεγάλη ευαισθησία στις διακυμάνσεις της στάθμης της θάλασσας.

ΔΕΛΤΙΟ ΑΠΟΓΡΑΦΗΣ ΠΗΓΗΣ

Α.Μ. / ΠΗΓΗ:

ΗΜΕΡ: - -

ΘΕΣΗ: Αναβλύζει 3,5 χλμ. ΒΔ/κά της Γτάας σε υψόμετρο 0 μ.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΗΓΗΣ: Συγκρότημα καρστικών παρόκτων και υποθαλάσσιων πηγών που αναβλύζουν από θουραστικούς ασβεστολίθους.

ΑΝΑΒΛΥΣΗ	ΡΟΗ	ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΣΗ	ΧΡΗΣΗ
Διάσπαρτη	Συνεχής	Ανύπαρκτη	Ανεκμε-τάλλευση

ΒΑΡΟΣ/όγκον/γρ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C) ΑΕΡΑ

Χημική ανάλυση

Ca ⁺⁺ 124 30 37	Mg ⁺⁺ 119 34 35	Na ⁺ 1081 35 40 42	K ⁺ 39 44 46	εργσι
HCO ₃ ⁻ 233 48 50	SO ₄ ⁻ 260 52 54	Cl ⁻ 1515 56 58	NO ₃ ⁻ 74 68 62	εργσι
PH 80 64 64	PH 75 68 70	TDS 8779 72 74	N 74 78	mg/l

ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ

① Ασβεστολίθοι θουραστικοί

NA - ΒΔ

ΕΒ Πηγή

Εικόνα 4.11 Απογραφή Καρστικών Πηγών Ελλάδας, Χ – Ανατολική Στερεά Ελλάδα Ν.Κουρμούλης, ΙΓΜΕ, Αθήνα 1987.

4.2.1 Παροχή πηγής Μύλων

Η μέση παροχή της πηγής παρουσιάζει μεγάλη σταθερότητα ετησίως και είναι περίπου 0,9 m³/s το φθινόπωρο και 1,1 m³/s την άνοιξη, δηλαδή η διαφορά μεταξύ υγρής και ξηρής περιόδου είναι ελάχιστη. (Μπεζές Κ., 2018)

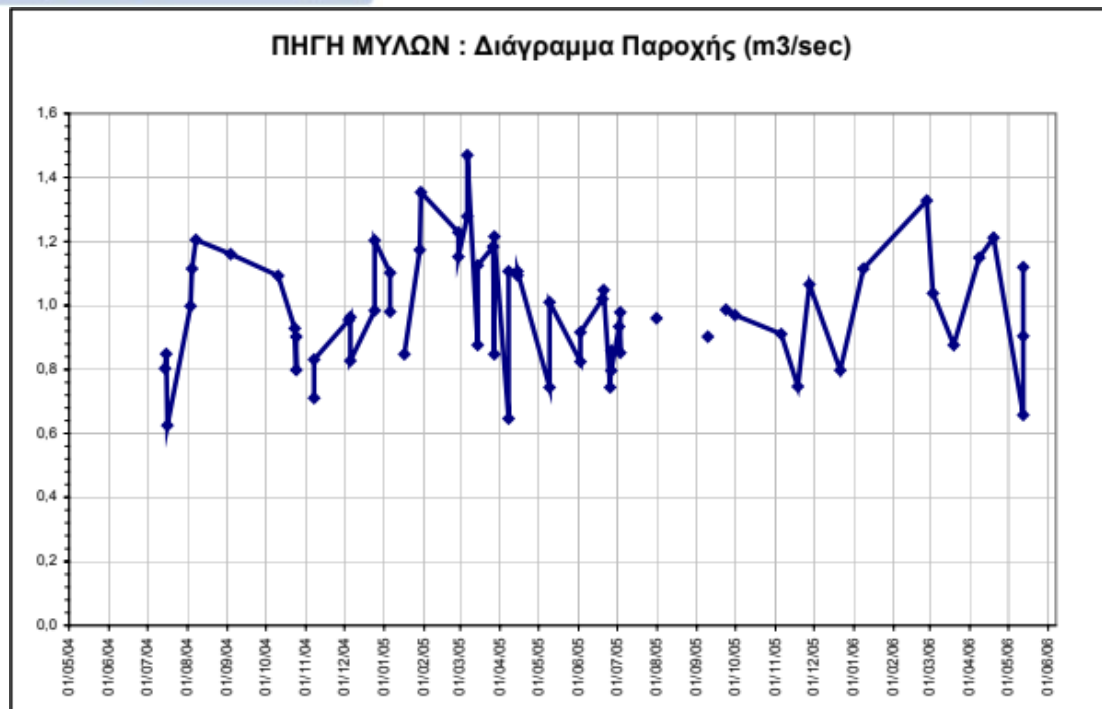
Πίνακας 4.2 Υδρομετρήσεις πηγής Μύλων.

Ημερομηνία	Ωρα	Παροχή (m ³ /sec)	Ημερομηνία	Ωρα	Παροχή (m ³ /sec)
14/07/04	19:00	0,8034	14/04/05	18:28	1,1065
15/07/04	17:00	0,8491	09/05/05	13:30	0,7435
16/07/04	12:00	0,6245	09/05/05	18:05	1,0101
03/08/04	17:25	0,9984	02/06/05	13:05	0,8245
04/08/04	9:35	1,1150	02/06/05	18:04	0,9161
07/08/04	15:00	1,2053	19/06/05	19:30	1,0206
03/09/04	11:20	1,1610	20/06/05	18:52	1,0486
10/10/04	13:00	1,0930	25/06/05	19:15	0,7441
23/10/04	18:00	0,9290	26/06/05	12:30	0,8591
24/10/04	12:06	0,7984	26/06/05	19:20	0,7965
24/10/04	16:51	0,9029	02/07/05	20:00	0,9338
07/11/04	12:00	0,7100	03/07/05	11:15	0,8528
07/11/04	17:16	0,8309	03/07/05	18:53	0,9786
04/12/04	16:00	0,9544	31/07/05	19:29	0,9602
05/12/04	9:45	0,9640	09/09/05	12:25	0,9027
05/12/04	17:00	0,8273	23/09/05	16:46	0,9873
24/12/04	13:00	0,9839	30/09/05	13:50	0,9701
24/12/04	16:24	1,2038	05/11/05	17:00	0,9110
05/01/05	13:25	1,1025	18/11/05	14:00	0,7466
05/01/05	16:30	0,9805	27/11/05	15:05	1,0659
16/01/05	11:28	0,8474	21/12/05	16:25	0,7974
28/01/05	16:24	1,1738	08/01/06	12:30	1,1154
29/01/05	10:40	1,3542	26/02/06	14:00	1,3280
27/02/05	11:40	1,2281	03/03/06	12:20	1,0386
27/02/05	17:00	1,1528	19/03/06	14:00	0,8769
06/03/05	12:15	1,2784	08/04/06	14:00	1,1496
06/03/05	16:34	1,4696	19/04/06	18:25	1,2116
14/03/05	11:30	0,8768	12/05/06	12:27	0,6575
14/03/05	18:00	1,1258	12/05/06	15:22	0,9048
26/03/05	17:30	1,1844	12/05/06	19:17	1,1196
27/03/05	12:53	0,8476	24/05/06	13:41	0,9074
27/03/05	18:20	1,2154	03/09/06	13:30	0,8219
07/04/05	13:38	0,6464	18/10/06	14:40	1,0383
07/04/05	18:44	1,1066	02/11/06	13:20	1,1928
14/04/05	12:49	1,0935			

(πηγή: Μπεζές Κ., 2018)

Η παροχή επηρεάζεται σημαντικά από την παλίρροια της θάλασσας, με αποτέλεσμα να σημειώνονται απότομες αυξομειώσεις της παροχής μέσα στην ίδια ημέρα. Έτσι, σε περιόδους υψηλής στάθμης της θάλασσας, η παροχή της πηγής ανέρχεται σε 1,4 m³/s, ενώ αντίθετα, σε περιόδους χαμηλής στάθμης της θάλασσας, η παροχή της πηγής μειώνεται σε 0,65 m³/s. Υπό αυτές τις συνθήκες είναι αδύνατο να μετρήσει κανείς την πραγματική παροχή της πηγής. Το γεγονός αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά στο

επόμενο διάγραμμα. (Εικόνα 4.12)



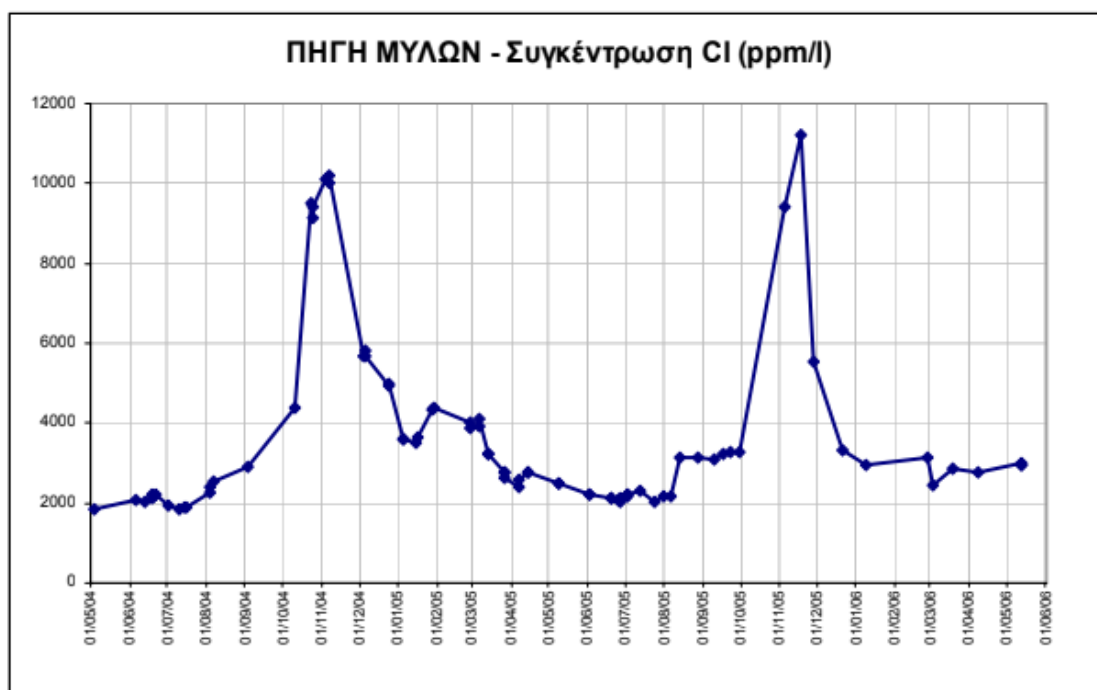
Εικόνα 4.12

Διάγραμμα διακύμανσης της παροχής της πηγής Μύλων
(πηγή: Μπεζές Κ., 2018)

4.2.2 Χημική σύσταση του νερού της πηγής Μύλων

Η πηγή των Μύλων είναι ισχυρώς υφάλμυρη και το νερό της ακατάλληλο για κάθε χρήση. Η αγωγιμότητα του νερού παρουσιάζει μια ιδιόμορφη ετήσια διακύμανση. Κατά την εαρινή και θερινή περίοδο παρουσιάζει κανονική πτωτική τάση από 15.000 mS/cm σε 7.000 mS/cm. Όμως, μετά τον Σεπτέμβριο και ιδίως κατά τον Οκτώβριο, εμφανίζεται μια απότομη αύξηση της αγωγιμότητας, που συνεχίζεται και φθάνει τα 30.000 mS/cm κατά τον Δεκέμβριο. Ακολούθως, η αγωγιμότητα πέφτει και πάλι κατακόρυφα, προφανώς λόγω της αφίξεως νέων μαζών γλυκού νερού από την λεκάνη τροφοδοσίας. Παρόμοια πορεία ακολουθούν και τα χλωριόντα, τα οποία κυμαίνονται μεταξύ 4.200 ppm και 2.100 ppm, όμως κατά την περίοδο Οκτωβρίου - Δεκεμβρίου αυξάνονται απότομα σε 10.500 ppm περίπου. Θα ανέμενε κανείς, ότι σε μια παράκτια πηγή, οι τιμές αγωγιμότητας να παρουσιάζουν ένα ελάχιστο την άνοιξη, όταν λιώνουν τα χιόνια και η τροφοδοσία της πηγής σε γλυκό νερό είναι αυξημένη, και ένα μέγιστο

κατά το Δεκέμβριο – Ιανουάριο, όταν η τροφοδοσία γλυκού νερού είναι ελάχιστη, λόγω καθυστέρησης της διήθησης των βροχοπτώσεων. Όμως, στην προκειμένη περίπτωση, ναι μεν η αγωγιμότητα παρουσιάζει διακύμανση με ένα ετήσιο ελάχιστο και ένα μέγιστο, αλλά το μέγιστο παρουσιάζεται κατά τους μήνες Νοέμβριο – Δεκέμβριο. Από το διάγραμμα (Εικόνα 4.13) που παρατίθεται, φαίνεται ότι η αύξηση αυτή συντελείται πολύ απότομα και το ίδιο απότομα εξασθενεί. Αντίθετα η περαιτέρω μείωση προς το ετήσιο ελάχιστο, που σημειώνεται τον Αύγουστο είναι ομαλή. Παρόμοιες μεταβολές παρατηρούνται και στις συγκεντρώσεις όλων των άλλων ιόντων. Η απότομη αύξηση των χλωριόντων κατά την περίοδο Οκτώβριος – Νοέμβριος οφείλεται στην άφιξη στην πηγή νέων ποσοτήτων θαλασσινού νερού, που προέρχεται από υποθαλάσσια στόμια, τα οποία λειτουργούν σαν εσταβέλλες (αναρρόφηση νερού), όταν τα φορτία του υδροφόρου ορίζοντα πέσουν σε πολύ χαμηλά επίπεδα. (Μπεζές Κ., 2018)



Εικόνα 4.13 Διάγραμμα διακύμανσης των χλωριόντων της πηγής Μύλων (πηγή: Μπεζές Κ., 2018)



Εικόνα 4.14 Πηγή Μύλων.
(πηγή Μπεζές Κ., 2018)

4.3 ΠΗΓΕΣ ΑΓΙΟΥ ΙΣΙΔΩΡΟΥ

Πρόκειται για καρστικές πηγές που αναβλύζουν στον παραλιακό οικισμό του Αγ. Ισιδώρου, δυτικά της Αντίκυρας.

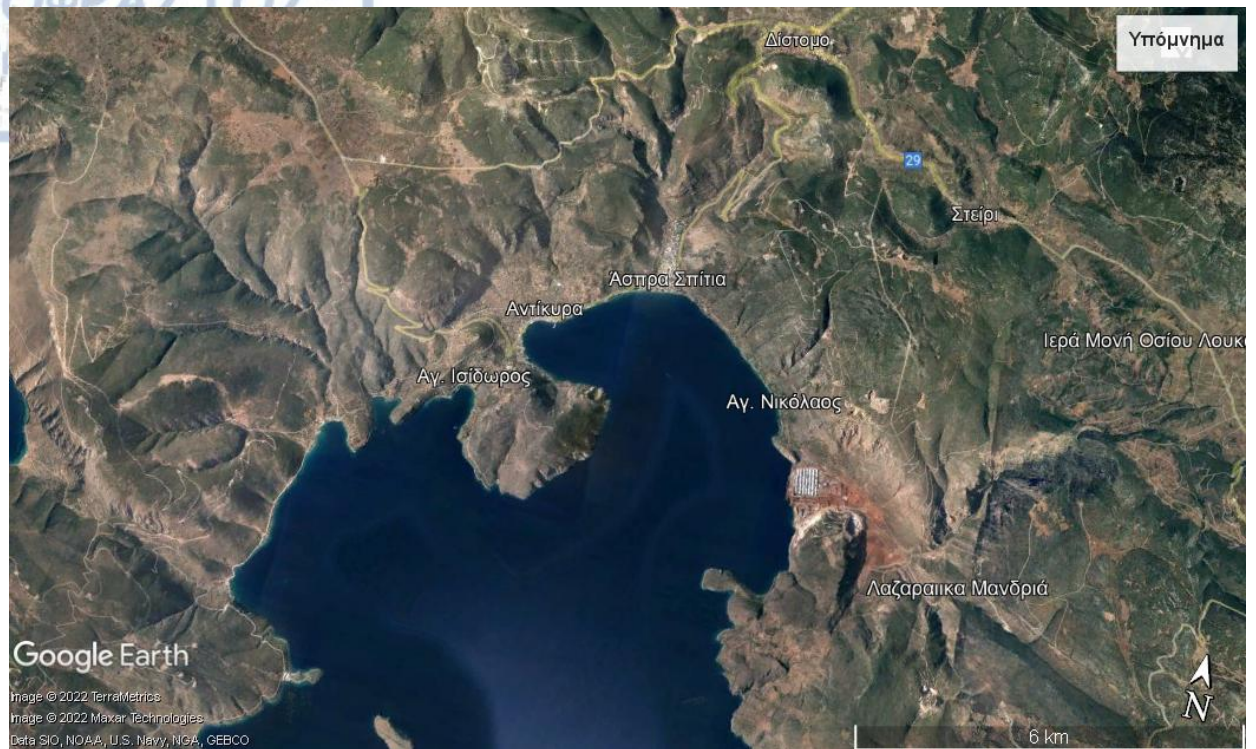
Στα απογραφικά δελτία αναφέρονται με τα στοιχεία:

T054 - Πηγή Βολικού

T055 - Πηγή Αγ. Νικολάου

T056 - Πηγή Αντίκυρας

Οι δύο πρώτες είναι παράκτιες υφάλμυρες, ενώ η τρίτη είναι μικρή πηγή επαφής των ασβεστόλιθων επί του υποκείμενου φλύσχη, που υδροδοτεί την Αντίκυρα. Η πηγή του Αγ. Νικολάου έχει παροχή της τάξης του $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Προφανώς τροφοδοτείται από την υδρολογική λεκάνη της Δεσφίνας. Λόγω της έντονης υφαλμύρυνσης δεν χρησιμοποιείται. (Μπεζές Κ., 2018)



Εικόνα 4.15 Οι περιοχές Άγιος Ισίδωρος, Αντίκυρα και Άγιος Νικόλαος
(πηγή: Google earth)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο νομός Φωκίδας αποτελεί έναν από τους πιο ορεινούς νομούς της Ελλάδας. Το κλίμα χαρακτηρίζεται ως χερσαίο μεσογειακό (Μπεζές Κ., 2018), παρουσιάζοντας ορισμένες διαφορές από περιοχή σε περιοχή. Σύμφωνα με την Εθνική Μετεωρολογική υπηρεσία η μέση θερμοκρασία τον χειμερινούς μήνες είναι 6°C και τους καλοκαιρινούς 30°C, οι μέσες τιμές υγρασίας κυμαίνονται από 59,3% έως 71,2% και η βροχόπτωση είναι υψηλή τους χειμερινούς μήνες (βρέχει το 1/3 των ημερών) και αρκετά χαμηλή τους καλοκαιρινούς μήνες (1 με 2 μέρες). Όσον αφορά την μορφολογία, στο βορειο-δυτικό τμήμα του νομού εκτείνονται τα Βαρδούσια Όρη, στο βόρειο-κεντρικό ορθώνεται το όρος Οίτη και στο κέντρο του νομού εκτείνεται το όρος Γκίωνα. Στα δυτικά της Γκίωνας βρίσκονται τα Βαρδούσια, όπου αναμεσά τους βρίσκεται ο ποταμός Μόρνος, νοτιοανατολικά ο Παρνασσός, βορειοανατολικά ο Καλλίδρομος και βόρεια η Οίτη. Από τις ελάχιστες πεδιάδες η μοναδική αξιόλογη είναι η πεδιάδα της Άμφισσας που χωρίζει τον Παρνασσό με την Γκίωνα. Από αυτό προκύπτει το συμπέρασμα ότι η πεδιάδα αυτή σχηματίστηκε μέσα σε μια ρηξιγενή περιοχή μεταξύ Παρνασσού και Γκίωνας. (Μπεζές Κ., 2018). Τέλος στην έξοδο της κοιλάδας προς τον Κορινθιακό κόλπο βρίσκονται η πόλη της Ιτέας και το γειτονικό χωριό Κίρρα.

Γεωλογικά, ο νομός Φωκίδας εντάσσεται σε δύο γεωτεκτονικές ζώνες (Μουντράκης Δ., 2010), του Παρνασσού-Γκίωνας όπου συγκροτεί την κύρια ζώνη (Renz, 1940), με υπόστρωμα τον ασβεστόλιθο, και της Ωλονού-Πίνδου που καλύπτει το δυτικό τμήματος νομού, με υπόστρωμα τον ασβεστόλιθο και τον φλύσχη.

Η ζώνη Παρνασσού-Γκίωνας ανήκει στις Εξωτερικές Ελληνίδες λόγω συνεχούς ιζηματογένεσης και παλαιογεωγραφικά άνηκε στις Εσωτερικές Ελληνίδες. Η οριστική ανάδυση της ζώνης έγινε στο Άνω Ηώκαινο που είναι η ηλικία του φλύσχη. Τα στρώματα της ζώνης Παρνασσού-Γκίωνας έχουν επωθηθεί πάνω σε στρώματα του φλύσχη της ζώνης Πίνδου με κατεύθυνση Α-Δ.

Όσον αφορά το υδρογεωλογικό προφίλ της περιοχής, το υδρογραφικό δίκτυο είναι φτωχό στις υψηλές περιοχές και πλούσιο στις χαμηλές. Επίσης η επιφάνεια επώθησης που ισοδυναμεί με την επιφάνεια επαφής των καρστικών ασβεστολίθων με το

υποκείμενο αδιαπερατό υπόβαθρο του φλύσχη παρουσιάζει κλίση από το κέντρο προς την περιφέρεια του βουνού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα νερά που κατεισδύουν μέσα στους ασβεστόλιθους όταν συναντήσουν την αδιαπέρατη επαφή να κινούνται προς την περιφέρεια του βουνού και να επανεμφανίζονται στους πρόποδες του ορεινού όγκου με τη μορφή πηγών επαφής. Έτσι, το μεγαλύτερο ποσοστό της επιφανειακής απορροής που συγκεντρώνεται στους χειμάρρους πορεύεται από καρστικές πηγές επαφής. Εξαιτίας αυτού δεν παρουσιάζονται πλημμυρικά φαινόμενα. (Μπεζές Κ., 2018)

Οι υδρολογικές λεκάνες του νομού που είναι πιο ενδιαφέρουσες είναι η λεκάνη της Άμφισσας όπου μέσω αυτής ο ασβεστολιθικός όγκος του Παρνασσού αποφορτίζεται επιφανειακά και υπόγεια στη θάλασσα (πηγές Κίρρας-Ιτέας), η κλειστή υδρολογική λεκάνη των Καλυβίων Αράχοβας που και αυτή αποφορτίζεται μέσω της λεκάνης της Άμφισσας. Επίσης, η υδρολογική λεκάνη του Αγίου Μηνά, η υδρολογική λεκάνη της Δεσφίνας που αποφορτίζεται δια μέσου της λεκάνης του Αγίου Μηνά στη θάλασσα, η υδρολογική λεκάνη της Αγίας Ευθυμίας και η υδρολογική λεκάνης της Τριταίας όπου αποτελούν δίοδο φόρτισης για το καρστικό σύστημα της Γκιώνας. Τέλος, η υδρολογική λεκάνη των Καρουτών που αποφορτίζεται δια μέσου της λεκάνης της Αγίας Ευθυμίας και οι υδρολογικές λεκάνες Κατσούρια και Γαλαξειδίου.

Οι υδροφόροι σχηματισμοί της περιοχής αντιστοιχούν σε τρία είδη σχηματισμών, στους μεσοζωικούς ασβεστόλιθους που καλύπτουν μεγάλα τμήματα ορεινής ζώνης, στη νεογενή μολάσση που καταλαμβάνει μεγάλη έκταση στη περιοχή νοτίως της Γκιώνας και στις τεταρτογενείς προσχώσεις που υπάρχουν κυρίως στη κοιλάδα της Άμφισσας και ιδίως στην παραλιακή πόλη της Ιτέας. (Μπεζές Κ., 2018)

Επιπλέον, τρία σημαντικά υπόγεια υδατικά συστήματα είναι το υπόγειο υδατικό σύστημα της Γκιώνας, της Άμφισσας και του Παρνασσού. Το υπόγειο υδατικό σύστημα της Γκιώνας οριοθετείται στις μάζες ανθρακικών που σχηματίζουν το μεγαλύτερο μέρος του βουνού και εκφορτίζεται σε μεγάλο βαθμό από το παράκτιο σύστημα πηγών που αναπτύσσονται εντός του κόλπου της Ιτέας. Τα υπερκείμενα στρώματα του συστήματος είναι τα ανώτερα τμήματα ασβεστόλιθων με υψηλή υδροπερατότητα, ή τεταρτογενείς αποθέσεις με μέτρια υδροπερατότητα. Η ποιοτική κατάσταση του νερού είναι σχετικά καλή, με φαινόμενα υφαλμυρινσης στην παράκτια ζώνη.

Το υπόγειο υδατικό σύστημα Άμφισσας αναπτύσσεται στις τεταρτογενείς

αποθέσεις της λεκάνης Άμφισσας – Ιτέας. Στα ανώτερα στρώματα του συστήματος είναι υλικά των τεταρτογενών αποθέσεων με μέτρια περατότητα. Το σύστημα κατά κύριο λόγο τροφοδοτείται από την κατείσδυση και η γενική κατεύθυνση ροής είναι προς τη θάλασσα. Τους θερινούς μήνες έχουμε αύξηση των αντλήσεων για την κάλυψη των αναγκών (άρδευση, ύδρευση), γεγονός που σε συνδυασμό με την σχετικά χαμηλή υδροπερατότητα της παράκτιας ζώνης, συμβάλλει στην πτώση της στάθμης αλλά και την ποιοτική υποβάθμιση της ποιότητας του υδροφόρου λόγω θαλάσσιας διείσδυσης.

Το υδατικό σύστημα Παρνασσού, οριοθετείται στις μάζες των ανθρακικών πετρωμάτων που σχηματίζουν το μεγαλύτερο μέρος του ορεινού όγκου, από την λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού στα ανατολικά, μέχρι την λεκάνη της Άμφισσας έως τον Κόλπο της Ιτέας στα δυτικά. Η υδροφορία του υπόγειου υδατικού συστήματος Παρνασσού αναπτύσσεται κατά κύριο λόγο στις μάζες πετρωμάτων της ζώνης Παρνασσού-Γκιώνας και είναι καρστικής προέλευσης με μεγάλο υδατικό δυναμικό. Σε αυτό το σύστημα συναντώνται και επικρεμάμενοι υδροφορείς. Οι πηγές από αυτούς τους υδροφορείς συμβάλλουν στην τροφοδοσία του Βοιωτικού Κηφισού. Η τροφοδοσία του συστήματος προέρχεται από απευθείας κατείσδυση και εμφανίζει θετικό υδρολογικό ισοζύγιο. Οι κύριες χρήσεις γης στην περιοχή είναι οι αγροτικές. Η ποιοτική κατάσταση του νερού είναι καλή κατάσταση αν και υπάρχουν περιορισμένου εύρους εστίες ρύπανσης. Υφαλμύριση παρατηρείται κατά μήκος της παράκτιας ζώνης. (Διαχειριστικό σχέδιο Υ.Δ. Αν. Στερεάς)

Η πηγή Αγίου Ιωάννου Κίρρας αποτελεί υφάλμυρη πηγή που αναβλύζει στο μέτωπο επαφής των ρουδιστοφόρων ασβεστολίθων με τις αργιλοαμμώδεις αλλουβιακές αποθέσεις κοιλάδας Άμφισσας-Ιτέας σε απόσταση περίπου 700 m ανατολικά του οικισμού Κίρρας. Η παροχής της κυμαίνεται από 1,2 m³/s κατά το θέρος και 2,4 m³/s κατά τον χειμώνα. Αποστραγγίζει το 75% της απορροής της ορεινής ζώνης στη νοτιοδυτική πλευρά του Παρνασσού.

Η πηγή των Μύλων εκτείνεται από το Γαλαξείδι μέχρι την Ιτέα. Από την παρουσία των μεταλλείων βωξίτη, που βρίσκονται σε μικρή απόσταση από την πηγή, προκύπτει το συμπέρασμα ότι σε πολύ μικρή απόσταση πρέπει να βρίσκεται η βάση του ασβεστολιθικού μεσοζωικού καλύμματος, ενώ σε μικρό βάθος κάτω από την πηγή να βρίσκεται το υπόβαθρο, που αποτελείται από φλύσχη. Η πηγή των Μύλων έχει παροχή 0,9 m³/s φθινόπωρο και 1,1 m³/s την άνοιξη, δηλαδή υπάρχει ελάχιστη

διαφορά μεταξύ υγρής και ξηρής περιόδου. Επίσης, η παροχή επηρεάζεται σημαντικά από την παλίρροια της θάλασσας, με αποτέλεσμα να σημειώνονται απότομες αυξομειώσεις της παροχής μέσα στην ίδια ημέρα. Τέλος, η πηγή των Μύλων είναι ισχυρώς υφάλμυρη.

Τέλος, οι πηγές Άγιου Ισιδώρου, είναι καρστικές και αναβλύζουν στον παραλιακό οικισμό του Άγιου Ισιδώρου. Δυτικά της Αντίκυρας. Αναφέρονται με τα στοιχεία: πηγή Βολικού, πηγή Αγίου Νικολάου και πηγή Αντίκυρας. Οι δύο πρώτες είναι υφάλμυρες ενώ η Τρίτη είναι μικρή πηγή επαφής των ασβεστολίθων επί του φλύσχη που υδροδοτεί την Αντίκυρα. Η πηγή Αγίου Νικολάου έχει παροχή της τάξης $1\text{m}^3/\text{s}$ και τροφοδοτείται από την υδρολογική λεκάνη της Δεσφίνας. (Μπεζές Κ., 2018)



ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΚΗΣ Ι.Γ, ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗΣ Κ.Ν., ΔΑΜΠΡΗΣ, 2000 «ΑΤΛΑΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ», Εκδόσεις ΠΑΤΑΚΗ

Βουδούρης Στ. Κ., 2013, «ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΥΠΟΓΕΙΑ ΝΕΡΑ», Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ

Καραϊνδρου, Τρικούζας, Φαρέας, 2010 «Διευρέυνση Περιβαλλοντικών θεμάτων Ν. Φωκίδας»

Κορμούλης, Ν., 1987

ΜΟΝΟΠΩΛΗΣ, Δ., 1971

Μπεζές, Κάρολος, 2018 «Υδρογεωλογική μελέτη της ΝΑ Φωκίδας», *Θέματα υδρογεωλογίας της Ελλάδας*, Τεύχος Α' «Γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες»

Μουντράκης, Δημοσθένης, 2010 «ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ», Εκδόσεις UNIVERSITY STUDIO PRESS

Πασαπόρτης Γ.Ε. 2013, «ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ ΤΩΝ ΔΕΛΤΑΪΚΩΝ ΡΙΠΙΔΙΩΝ ΤΡΑΝΟΡΕΜΑ, ΣΕΡΓΟΥΛΑ ΚΑΙ ΧΟΥΡΟΥΣ»

Διαδικτυακές πηγές

(1^η) Αναθεώρηση σχεδίου διαχείρισης λεκανών απορροής ποταμών υδατικού συστήματος Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας, 2017
http://wfdver.ypeka.gr/wp-content/uploads/2017/12/EL07_SDLAP_APPROVED.pdf

Αναπτυξιακή Φωκική Α.Ε 2016,
http://www.anfok.gr/attachments/article/97/%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%9C%CE%9F%CE%A1%CE%A6%CE%A9%CE%9C%CE%95%CE%9D%CE%97%20%CE%A6%CE%91%CE%9A%CE%95%CE%9B%CE%9F%CE%A3%20%CE%91%20%CE%9C%CE%95%20%CE%A0%CE%99%CE%9D%CE%91%CE%9A%CE%91%202_1.pdf

Η κοιλάδα της Άμφισσας, <http://www.greekscapes.gr>



«Νομός Φωκίδας», Βικιπαίδεια,

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%BF%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CE%A6%CF%89%CE%BA%CE%AF%CE%B4%CE%B1%CF%82

Σχέδια διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών

<http://wfdver.ypeka.gr/el/management-plans-gr/1revision-approved-management-plans-gr/approved-1revision-el07-gr>

Σχέδια διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών

<http://wfdver.ypeka.gr/el/management-plans-gr/1revision-approved-management-plans-gr/approved-1revision-el07-gr>

<https://www.e-ea.gr/wp-content/uploads/2020/09/%CF%85%CE%B4%CF%89%CF%81.jpg>

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/61/Nomos_Fokidas.png/250px-Nomos_Fokidas.png

<https://earth.google.com>