

## ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΥΦΑΛΜΥΡΩΣΗΣ ΣΤΟΥΣ ΚΑΡΣΤΙΚΟΥΣ ΥΔΡΟΦΟΡΕΙΣ ΤΩΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΩΝ ΤΗΣ ΒΑ. ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

Κ. Καντάς\*

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά τη διάρκεια υδρογεωλογικών ερευνών στο Αργολικό πεδίο διερευνήσαμε τα φαινόμενα υφαλμύρωσης των υδροφόρων οριζόντων στους πλειο-πλειστοκαινικούς σχηματισμούς και στους πέριξ του πεδίου μεσοζωϊκούς ασβεστολίθους, επεκτείνοντας την έρευνα γενικά στην ΒΑ. Αργολίδα μέχρι το Σαρωνικό κόλπο. Μετά από μελέτη των στοιχείων γεωτρήσεων στις ανωτέρω περιοχές και των χημικών αναλύσεων των νερών από τις γετρήσεις αυτές, διαπιστώθηκε ότι η υφαλμύρωση στις κοιλάδες Αμυγδαλίτσας - Μηδέας και Προσύμνας δεν υφίσταται σε όλες τις κατηγορίες των ασβεστολίθων, έστω και εάν έχουν προχωρήσει και βρίσκονται σε αρνητικά υψόμετρα όλες οι γεωτρήσεις, αλλά παρουσιάζεται εκλεκτικά στους κατώτερους ορίζοντες από ασβεστολίθους της σειράς Τραπεζώνας (Λιασίου - Δογγερίου). Η υφαλμύρωση αυτή προέρχεται από το Σαρωνικό κόλπο από απόσταση 27,5 km και αυξάνει μετά από αντλήσεις νερού από γεωτρήσεις με βάθη σε αρνητικά υψόμετρα, οι οποίες προκάλεσαν δυναμικές στάθμες σε αρνητικά υψόμετρα.

### HYDROGEOLOGICAL EXPLANATION OF SALT-WATER INTRUSION IN CARSTIC AQUIFERS IN THE NE. ARGOLIS LIMESTONES (PELOPONNESUS, GREECE).

#### ABSTRACT

by Constantin Cantas\*

During hydrogeological investigations in Argolis plain, salt-water encroachment in water-bearing plio-pleistocene series and surrounding mesozoic limestones has been observed. The investigation was extended towards NE. (Saronic Gulf). The evaluation of several well data and chemical components of the subsurface water proved that salt-water encroachment in the Amygdalitsa-Midea and Prosymna valleys is not extended in all kinds of limestones - though water tables are below sea level - but selectively limited to the lower part of the Trapezona-limestones (Lias-Dogger). The salt water encroachment derives from the Saronic Gulf, from a distance of 27,5 km, and increases after pumping in wells with a depth below sea-level.

#### Γενικά:

Στα πλαίσια των υδρογεωλογικών ερευνών μας στην Αργολίδα διαπιστώσαμε ιδιαίζοντα φαινόμενα υφαλμύρωσης των υπογείων υδροφόρων οριζόντων στον τομέα της υψηλής ζώνης του ΒΑ Αργολικού πεδίου και της συνεχόμενης ορεινής μάζας Τραπεζώνας-Προσύμνας.

Η περιοχή των φαινόμενων αυτών εντοπίζεται στην κοιλάδα Αμυγδαλίτσας-Μάνεση-Μηδέα και στη γειτονική κοιλάδα Προσύμνας

\* Geologist, Land Reclamation Service (V.E.R.)  
21, Zaimi str. - Gr-261.10 Patras

και οριοθετείται μεταξύ των χωριών Προσύμμα - Χώνικα - Αλυφή-Πουλακίδα - Αμοριανός - Μηδέα - Αμυγαλίτσα.

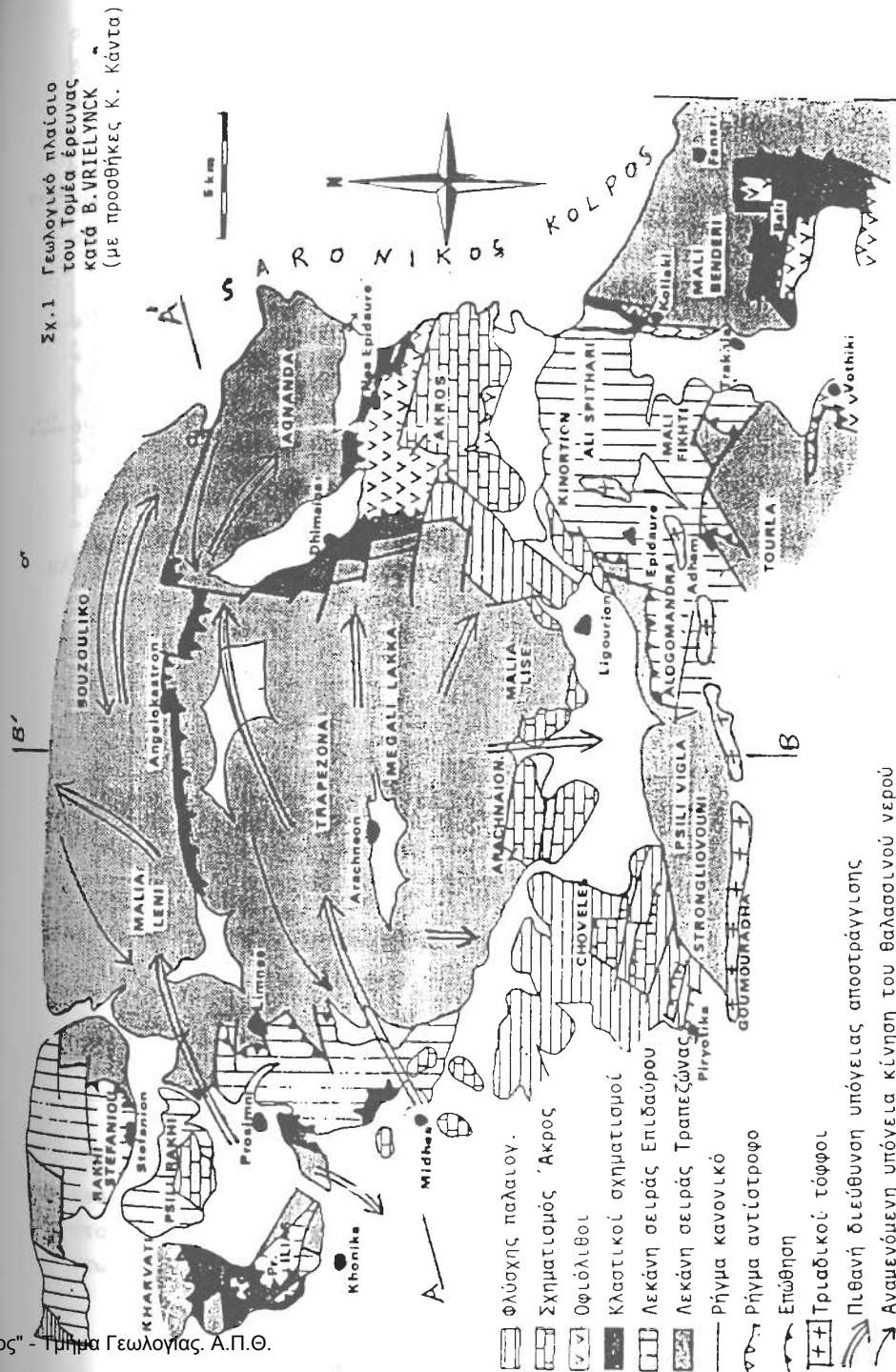
**Γεωλογικά δεδομένα:** Επειδή η Υδρογεωλογία των ερευνημένων κοιλάδων συνδέεται με την ευρύτερη περιοχή της ΒΑ. Αργολίδας θα αναφερθεί και αυτής η γενική γεωλογική δομή [3],[11],[12]. Τις ως άνω κοιλάδες δομούν οι κατωτέρω στρωματογραφικές σειρές και πετρογραφικές ενότητες:

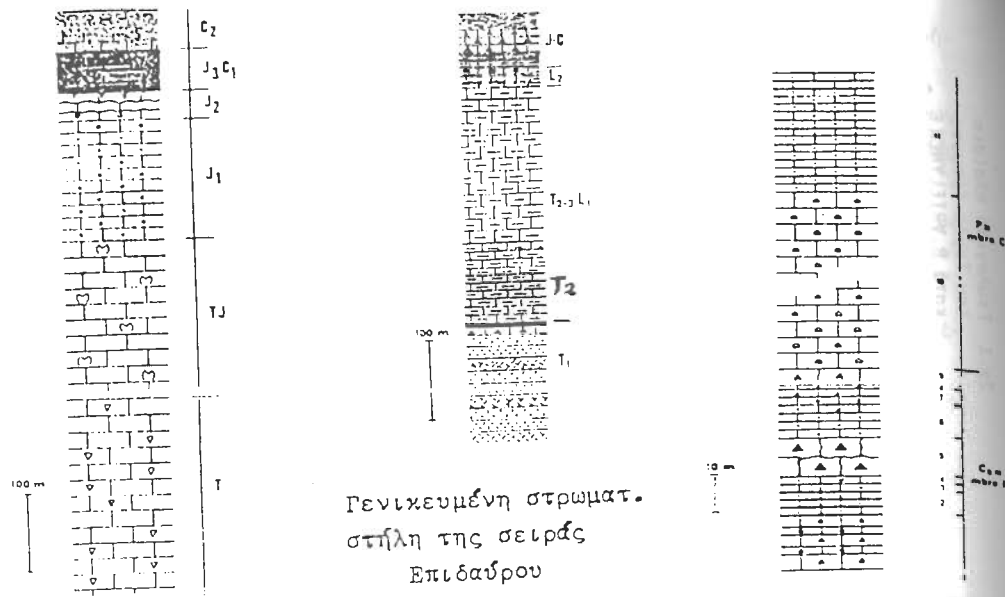
1. Προ-Κενομάνια πετρώματα που περιλαμβάνουν:
    - α) Τη σειρά της Τραπεζώνας που αρχίζει από το Τριαδικό μέχρι το κάτω Κρητιδικό.
    - β) Τη σειρά της Επιδαύρου που εκτείνεται στον ίδιο με την ως άνω σειρά γεωλογικό χρόνο.
  2. Μια σειρά (σχηματισμός Άκρος) που εκτείνεται από το Κενομάνιο μέχρι και το Παλαιόκαινο.
  3. Ο φλύσχος του Παλαιογενούς (Hώκαινο).
  4. Τα μεταλλικά ιζηματα (πλειο-πλειστόκαινο).
- (βλ. Γεωλ. Χάρτες ΓΓΜΕ, φύλλα Ναύπλιο - Λυγουριό και σχ. 1 και 5).

**Σειρά της Τραπεζώνας:** Μέλη της σειράς αυτής παρουσιάζουν επιφανειακή εμφάνιση στις κοιλάδες με τους κλαστικούς ασβεστολίθους με το Νο 3 ( $J_3C_1$ ) Λιασίου - Δογгерίου και τους ραδιο-λαρίτες - ψαμίτες - κροκαλοπαγή με το Νο 9 ( $C_2$ ) κάτω Κρητιδικού. Τα μέλη της σειράς Τραπεζώνας δομούν:

- α) τις ορεινές μάζες των περιοχών Μυκυνών - Προσύμνας - Αγιονορίου - Αγίου Ιωάννη - Αγγελοκάστρου - Σοφικού,
- β) τους ορεινούς όγκους Τραπεζώνας - Αραχναίου,
- γ) τους ορεινούς όγκους νοτιώς της λεκάνης Λυγουριού - Πυργιώτικα,
- δ) ορεινές μάζες Αγνώντα προς Σαρωνικό και
- ε) τη γειτονική Ν.Α. Κορινθία στα Όνια όρη, Αθήκια και Χιλιομόδι (βλ. χάρτες γεωλογ., Σχ. 1 και 5 και Στρωματ. στήλη της ίδιας σειράς, σχ. 2).

**Σειρά Επιδαύρου:** Τα μέλη με Νο 14 από ασβεστόλιθους με πυριτόλιθους Άνω Τριαδικού και Νο 13 με δολομίτες σακχαρώδεις μέσου Τριαδικού συμμετέχουν στη δομή των δυο κοιλάδων. Το σύνολο των μελών της σειράς αυτής παρουσιάζει επιφανειακή εμφάνιση στους ΔΒΔ. και ΝΑΝ. τομείς της ΒΑ. Αργολίδας (βλ. χάρτες Γεωλ. και σχ. 1 και 5 στρωμ. στήλη της ίδιας σειράς, σχ. 2).





Γενικευμένη στρωματ. στήλη της σειράς Επιδαύρου

Στρωματογραφική στήλη της σειράς Άκρος (Μάνεση)

Γενικευμένη στρωματ. στήλη της σειράς Τραπεζώνας

Σχ.: 2 Στρωματογραφικές στήλες του Τομέα έρευνας

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΥ ΧΑΡΤΗ**

- [Pa] πλειο-πλειστόκαινο
- [F] φλύσσης
- Σχηματισμός Άκρος
- [C] μέλος C
- [B] μέλος B
- [A] μέλος A
- Οφιόλιθοι
- [ω]
- Σειρά Επιδαύρου
- Jc [16] Σχιστοψαμμίτες & κερατόλ.
- L2 [15] Πηλίτες & μάργες
- T2-3, L1 [14] ασβεστολιθ.+πυριτολ.
- [13] δολομίτες σακχαροειδ.
- T2 { [12] κερατόλιθος
- [11] AMMONITICO-ROSSO
- T1 [10] Τόφφοι

- Σειρά Τραπεζώνας
- C2 [9] Ψαμμιτοκροκαλοπαγή
- J3C1 [8] Ραδιολαρίτες
- [7] AMMONITICO-ROSSO
- J2 { [6] ασβεστολ. υφαλώδεις
- [5] ασβεστολ. με πυριτολ.
- J1 { [4] ασβεστολ. οωλιθικοί
- [3] ασβεστολ. κλαστικοί
- TJ [2] ασβεστολ. με δολομίτες
- T [1] ασβεστολ. κρυσταλλικοί

- Ρήγμα
- εφίπνευση
- επώθηση (φ)
- όρια γεωλογ.
- όρια υποθετ.
- κλίση-παράταξη
- χωριό
- ισοδιάσταση 100 M.
- θέση ανορυχθείσης γεώτρη-

Φηφιάκη Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

**Σχηματισμός Άκρος:** Δυο μέλη (C και B) του σχηματισμού αυτού παρουσιάζουν επιφανειακή ανάπτυξη υπό μορφή νησίδων στις δυο ως άνω κοιλάδες με ασβεστόλιθους λευκούς ή γκριζούς, πλακώδεις ή μικροχαλικώδεις. Τα μέλη του σχηματισμού αυτού εμφανίζονται επίσης στα δυτικά, βόρεια και ανατολικά υψώματα της λεκάνης Ναυπλίου - Λυγουριού και στο ύψωμα "Άκρος" Επιδαύρου. (βλ. χάρτες γεωλ., σχ. 1,2,5 και στρωμ. στήλη της ίδιας σειράς).

**Φλύσσης:** Με ασβεστιτικούς σχιστολίθους, με μάργες, ψαμμιτομάργες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή, με ενστρώσεις ασβεστολίθων κλαστικών (βλ. Χάρτη Γεωλ. φυλ. Ναυπλίου και σχ. 5) που παρουσιάζουν επιφανειακή ανάπτυξη κυρίως στη λεκάνη Ναυπλίου - Λυγουριού και στους γύρω από αυτήν λόφους. Η φάση του Φλύσχη διαπιστώθηκε σε γεωτρήσεις σε όχι μεγάλο βάθος που έγιναν στο ΒΑ. τομέα του Αργολικού πεδίου (Χώνικα - Μηδέα - Αγία Τριάδα - Πουλακίδα - Παναρίτη - Αμοριανό).

**Πλειοκαινικά ιζήματα:** Παρουσιάζουν επιφανειακή ανάπτυξη υπό μορφή νησίδων στις περιοχές Μοναστηράκι - Αμυδαλίτσα - Πουλακίδα κ.λ.π., συνιστώνται από μάργες που κυριαρχούν στους ανώτερους ορίζοντες, ενώ στους κατώτερους κυριαρχούν τα στρώματα ψαμμιτών, μαργών, ψηφιδοπαγών, κροκαλοπαγών, λιμναίας - ποτάμιας ή χειμαρρώδους προελεύσεως<sup>[4]</sup>. Κάτω από το τεταρτογενές στην περιοχή έχουν συναντηθεί σε γεωτρήσεις τα ανωτέρω μέλη του Πλειοκαίνου (Χωνικά - Ανύφη - Παλακίδα) σε βάθη μετά τα 40-90 μ. Στο δε χωριό Ανύφη γεώτρηση βάθους 617 μ. μετά τα 96 μ. συνάντησε εναλλαγές του πλειοκαίνου από μάργες γκρι, κροκαλοπαγή και ψαμμίτες.

**Τεταρτογενείς αποθέσεις:** Συνίστανται:

- α) Από χειμάρρια - κροκαλοπαγή, παλαιούς και νέους κώνους κορημάτων στις πλαγιές των κοιλάδων,
- β) νεώτερες χειμάρριες αποθέσεις από ερυθρούς αργίλους και
- γ) αλλουβιακές αποθέσεις εξ αργίλων, αργιλομαργών με εναλλαγές από ψαμμίτες, ψηφιδοπαγή ή κροκαλοπαγή.

Οι αποθέσεις αυτές αυξάνουν από Β. προς Ν. του Αργολικού πεδίου με μέγιστο πάχος πάνω από 300 μ. στην ακτή Νέας Κίου στον Αργολικό κόλπο, όπως προέκυψε από τα αποτελέσματα γεωτρήσεων στη Ν. Κίο<sup>[1]</sup>. Σε στερεοδιάγραμμα<sup>[4]</sup> (Θεοδωρόπουλος κλπ.)

εμφαίνεται γενικά στις τεταρτογενείς αποθέσεις μια αποσφήνωση των αργιλικών οριζόντων από δυτικά προς ανατολικά, ως και μια άλλη προς βορρά, που έχουν σαν αποτέλεσμα την επικράτηση στην ανατολική και βόρεια πλευρά του Αργολικού πεδίου των χονδροκλαστικών υλικών με λίγες αργιλικές παρεμβολές.

**Οφιόλιθοι:** Αυτοί αποτελούν σύμπλεγμα διαβασικών - κερατολιθικών - τοφικών πετρωμάτων Ιουρασικής - Κρητιδικής ηλικίας που εμφανίζονται στη λεκάνη Ναυπλίου - Λυγουριού υπό μορφή νησίδων, ενώ στο τρίγωνο Λυγουριού - Π. Επιδαύρου - Δήμαινας παρουσιάζονται σε μεγάλη επιφανειακή ανάπτυξη (βλ. χάρτες γεωλ. κξαι σχ. 1, 5).

**Υπόβαθρο:** Τραχειίτες και τραχειτικοί τόφοι που εμφανίζονται στην ορεινή και λοφώδη ζώνη που κείται αμέσως νότια της λεκάνης Λυγουριού - Πυργιωτικών, σχεδόν καθ' όλο το μήκος της λεκάνης (βλ. Γεωλ. χάρτες φύλλα Ναυπλίου - Λυγουριού Γ.Γ. Μ.Ε.).

**Τεκτονική:** Η σειρά της Επιδαύρου επωθήθηκε σε πολλές περιοχές πάνω στη σειρά της Τραπεζώνας<sup>[3],[11]</sup>. Μια τέτοια επώθηση έχουμε στις πλαγιές των ΒΑ. και Α. ορίων της κοιλάδας Αμυγδαλίτσας. Ιδίας φύσεως επωθήσεις παρουσιάζονται στην περιοχή μεταξύ Αμυγδαλίτσας - Προσύμνας-Διμνών. Άλλη επώθηση είναι των οφιολίθων πάνω στην προς Δ. κείμενη σειρά της Τραπεζώνας, με μέτωπο Αναστοπουλέϊκα - Δήμαινα<sup>[12]</sup>. Το γεγονός αυτό εμποδίζει την κίνηση των υπογείων νερών των ασβετολίθων της Τραπεζώνας και Αραχναίου προς τη θάλασσα Σαρωνικού (βλ. χάρτ. Γεωλ. φυλ. Λυγουριού).

Οι πτυχώσεις των διαφόρων ασβεστολίθων που συμβάλλουν στη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών της ΒΑ. Αργολίδας είναι<sup>[12]</sup>:

1. Αυτή του συγκλίνου Δήμαινας με άξονα από Β. προς Ν. του οποίου το Βόρειο τμήμα του ευνοεί την υπόγεια εκφόρτιση των καρστικών νερών του ορεινού συγκροτήματος Τραπεζώνας προς Αγνώντα και τη θάλασσα,
2. Το σύγκλινο Στεφανίου - Χώνικα με άξονα Β-Ν, του οποίου τα κατώτερα μέλη εξ ασβεστολίθων ευνοούν την υδρογεωλογική επικοινωνία των ασβεστολίθων λεκάνης Προσύμνας με τους ασ-

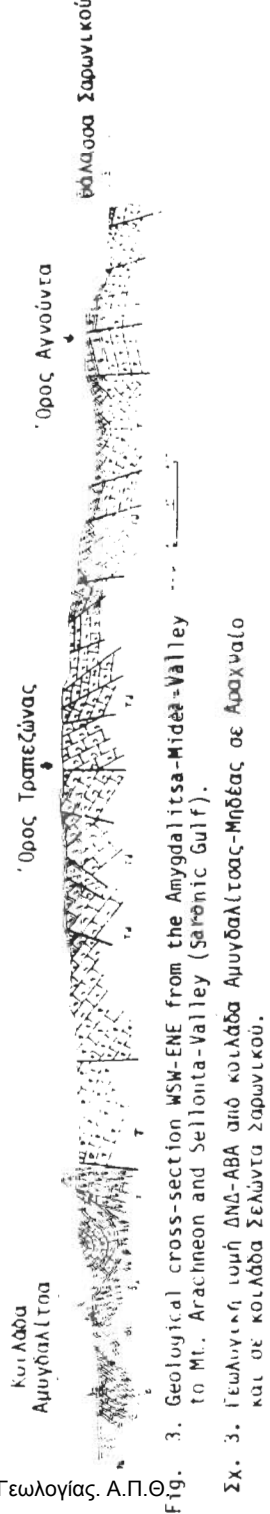


Fig. 3. Geological cross-section WSW-ESE from the Amygdalitsa-Midea Valley to Mt. Arachneon and Sellonta-Valley (Saronic Gulf).

Σχ. 3. Γεωλογική τομή ΔΝΔ-ΑΒΑ από κοιλάδα Αμυγδαλίτσας-Μηδέας σε Αραχναίο και σε κοιλάδα Σελώντα Σαρωνικού.

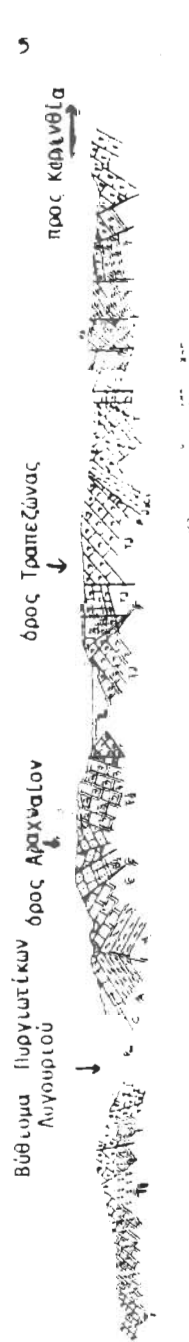


Fig. 4. Geological cross-section S-N from Psili Vigla to Mt. Archneon and Ag. Ioannis.

Σχ. 4. Γεωλογική τομή Ν-Β από ψηλή Βίγκλα-Αραχναίο - Αγ. Ιωάννη κλίμακα

βεστολίθους προς Α. (Αγιονορίου - Αγίου Ιωάννη - Σοφικού).  
 3. Τα αντίκλινα: α) ορεινών μαζών Τραπεζώνας - Μεγάλη Λάκκα - Μαλιά Λίσε - Αραχναίου, β) υψώματος Αγνώντας, γ) της Ράχνης Στεφανίου, δ) της Ψηλής Ράχης - Προσίμνας με άξονα και τα τέσσερα Α-Δ, που επίσης διευκολύνουν την κίνηση των καρστικών νερών από τα δυτικά προς τα ανατολικά και στη συνέχεια στη θάλασσα Σαρωνικού.

4. Το αντίκλινο στο φλύσχη νοτίως του χωριού Αμοριανού με άξονα Α-Δ δεν διευκολύνει την κίνηση προς Ν. των καρστικών νερών των προς Β. αυτού κειμένων ασβεστολίθων. Γενικά οι ανωτέρω πτυχώσεις συνέβαλαν στον κατακερματισμό των ασβεστολίθων και την επικοινωνία των καρστικών νερών από Δ. προς Α. (Σαρωνικό).

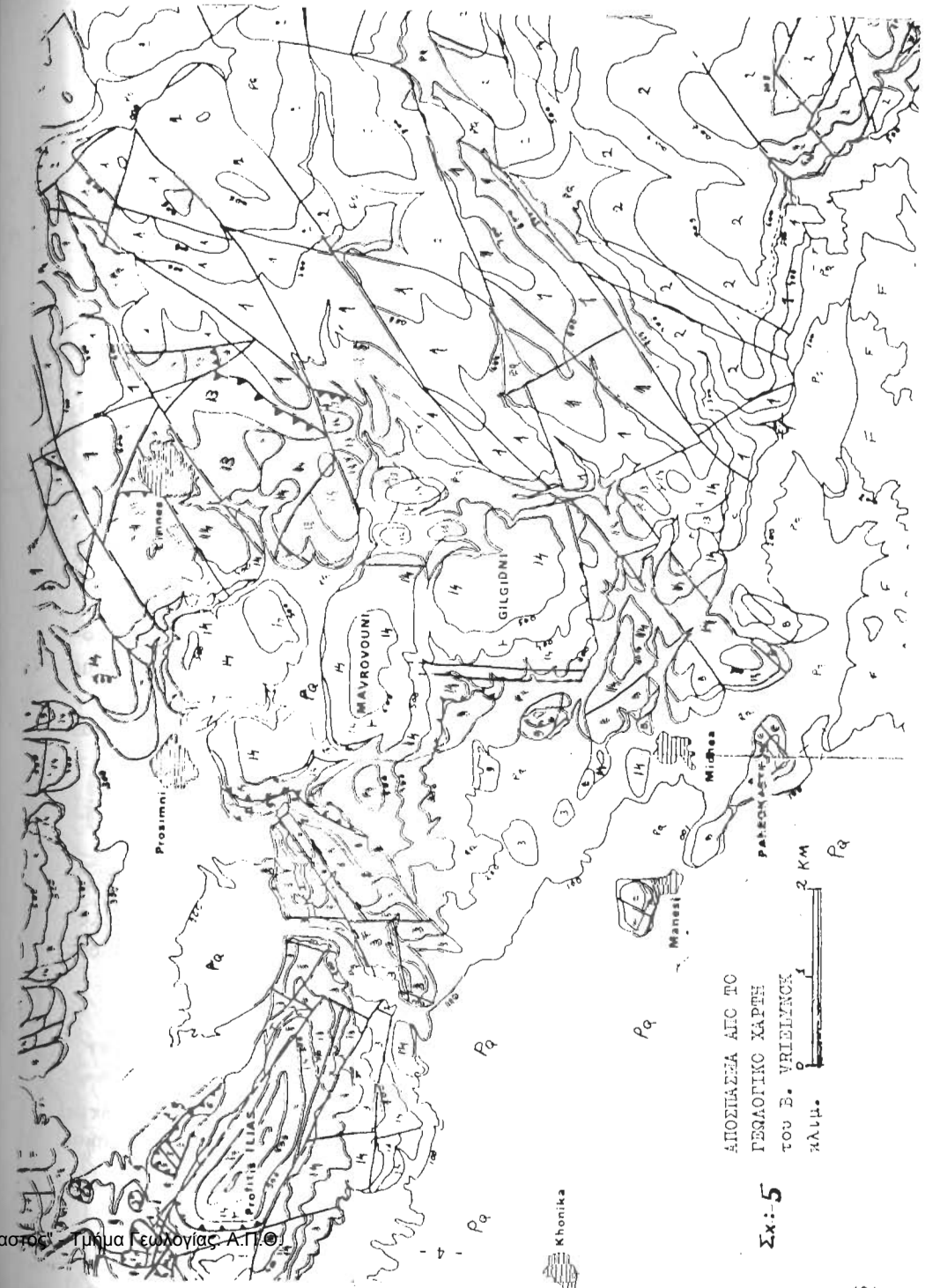
Στη ΒΑ. Αργολίδα σους ασβεστολίθους υπάρχουν δέσμες ρηγμάτων:

1. Αντιστρόφων με γενικές κατευθύνσεις από ΔΒΔ - ΑΝΑ ,
2. Κανονικών με διευθύνσεις είτε ΒΔ. - ΝΑ. είτε Α-Δ είτε ΒΑ.-ΝΔ. Οι δέσμες των κανονικών ρηγμάτων διατέμνουν τις δέσμες των αντιστρόφων (βλ. χάρτες γεωλ. ΙΓΜΕ και σχ. 3,4,5).

Μια μεγάλη μήκους επίπλευση υπάρχει από Αγγελόκαστρο μέχρι τις Λίμνες, όπου οι παλαιότεροι ασβεστολίθοι, της σειράς της Τραπεζώνας επιπλεύουν προς Β. πάνω στους σχιστοκερατολίθους της ίδιας σειράς.

Τα πολυπληθή ρήγματα δημιουργούν τεκτονικές γραμμές βόρεια και νότια της ως άνω γραμμής επίπλευσης, που αρχίζουν από τα δυτικά (περιοχές κοιλάδων Αμυγδαλίτσας και Προσύμνας) και καταλήγουν στα ανατολικά στο Σαρωνικό. Οι ασυνέχειες αυτές ευνοούν την κίνηση των καρστικών νερών από Δ. προς Α.

Στις ΒΑ. περιοχές της Αργολίδας (ακτές Σαρωνικού κόλπου) διαπιστώθηκαν καθοδικές ηπειρογενετικές κινήσεις, εύρους από 200-100 μ. κατά τη χρονική περίοδο από το Πλειόκαινο μέχρι σήμερα<sup>[7]</sup>, παράγοντας που υποδηλώνει ότι το καρστ που έχει δημιουργηθεί κατ' αυτό το χρονικό διάστημα είναι βυθισμένο μέχρι 200 μ. βάθος στο Σαρωνικό. Αντίθετα, την ίδια χρονική περίοδο σημειώθηκαν ανοδικές κινήσεις ύψους μέχρι 400 μ. στις ανατολικές παρυφές της λεκάνης του Αργολικού πεδίου (ορεινές μάζες Προσύμνας - Μηδίας - Τραπεζώνας - Αραχναίου)<sup>[7]</sup>. Οι δυο



ΑΠΟΞΗΜΑΞΑ ΑΠΟ ΤΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ ΧΑΡΤΗ του Β. ΒΡΕΙΛΙΝΣΚ ΚΑΛΙΜ. 2 ΚΜ

Σχ.: 5

αυτές ταυτόχρονες κινήσεις ευνοούν την αποστράγγιση των καρστικών νερών της Β.Α. Αργολίδας προς τα ανατολικά (μεγάλες πηγές παράκτιες Ν. Επιδαύρου - Σελώντα - Κόρφου - Αλμυρής). Στην πεδινή περιοχή του Αργολικού πεδίου κατά την ίδια χρονική περίοδο συνέβησαν καθοδικές κινήσεις της τάξεως των 200 μ. [4]. Αποτέλεσμα των δυο τελευταίων κινήσεων ήταν η δημιουργία και απόθεση αδρομερών κυρίως υλικών στις παρυφές του ΒΑ. Αργολικού πεδίου.

### Υδρογεωλογικές Συνθήκες της Περιοχής

Από τους προαναφερθέντες πετρογραφικούς σχηματισμούς υδροφορία συναντάται:

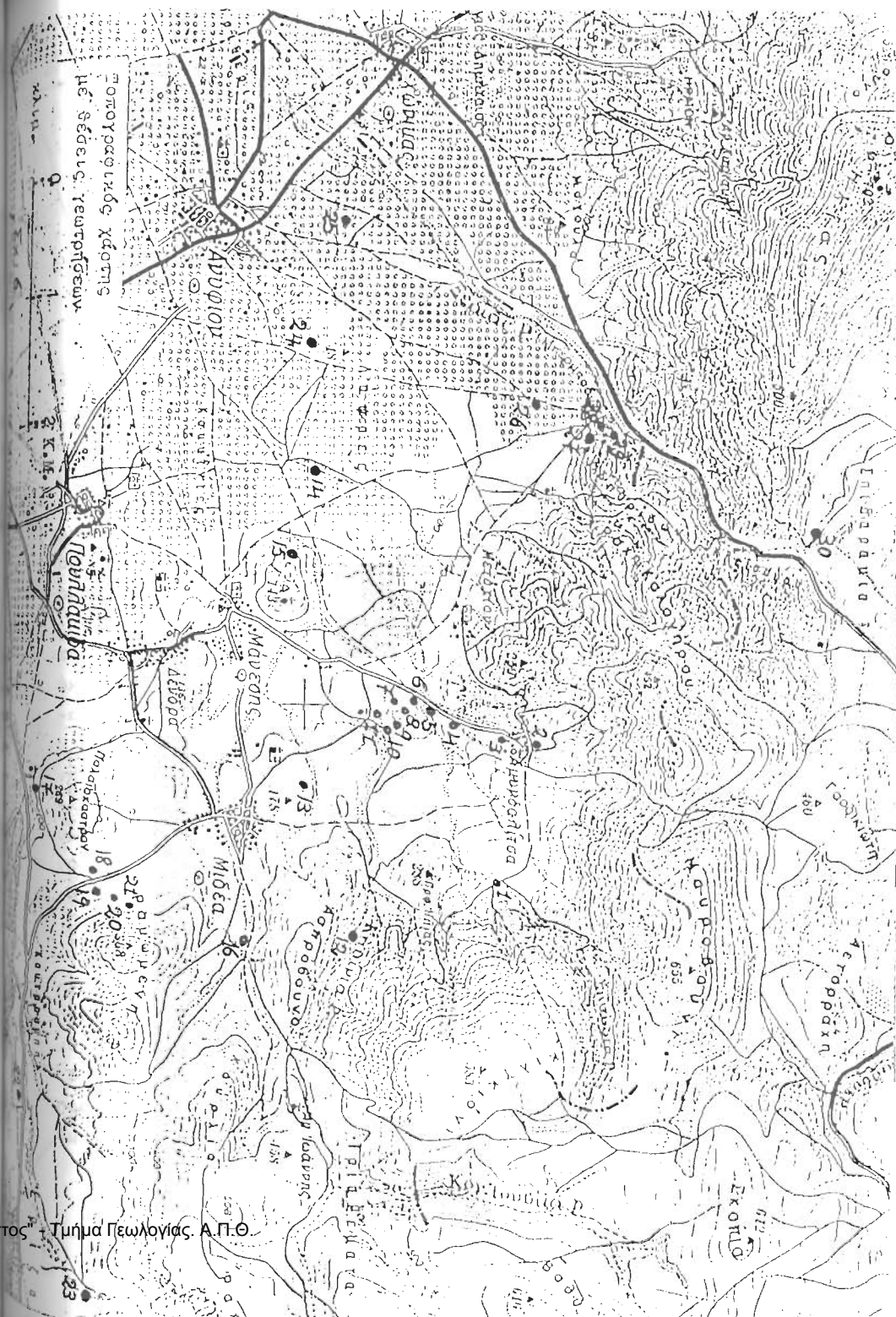
- α) Στις διάφορες κατηγορίες των ασβεστολίθων της σειράς Τραπεζώνας,
- β) σε μια φάση πετρογραφική από ασβεστολίθους της σειράς Επιδαύρου T2-3LI<sup>[14]</sup>,
- γ) κυρίως στα κατώτερα μέλη (B) της σειράς Άκρος εξ ασβεστολίθων,
- δ) στις υδροπερατές εναλλαγές όχι μεγάλου βάθους των Πλειοτεταρτογενών ιζημάτων του Αργολικού πεδίου και της λεκάνης Πυργιωτικών - Λυγουριού<sup>[7]</sup> και
- ε) σε εκλεκτικές ζώνες και σε μέτριο βάθος στα οφιολιθικά και ηφαιστειακά πετρώματα που αναπτύσσονται αντίστοιχα ανατολικά και νότια της ευρύτερης περιοχής.

Οι διάφοροι καρστικοί υδροφόροι εκφορτίζονται:

- α) υπό μορφή μικροπηγών σε θετικά υψόμετρα<sup>[6]</sup>,
- β) περί την ακτή ή κάτω από τη στάση της θάλασσας προς τον Σαρωνικό κόλπο, όπου γίνεται και η μεγαλύτερη εκφόρτιση (μεγάλες πηγές Ν. Επιδαύρου - Σελώντα - Κόρφου - Αλμυρής Σοφικοί, οι οποίες είναι όλες υφάλμυρες) (βλ. σχ. 1).

Νότια της Λεκάνης Πυργιωτικών - Ναυπλίου - Λυγουριού η υπόγεια εκφόρτιση των καρστικών υδροφορέων του ορεινού συγκροτήματος Τραπεζώνας - Αραχναίου φαίνεται, αν όχι αδύνατη,

- α) Παρεμβάλλεται η φάση του φλύσχη κατά το μεγαλύτερο μήκος





της λεκάνης αυτής, του οποίου οι ορίζοντες μετά τα αποτε-  
λέσματα γεωτρήσεων στη λεκάνη διαπιστώθηκε ότι βρίσκονται  
σε θετικά ή αρνητικά υψόμετρα (βλ. σχ. 1).

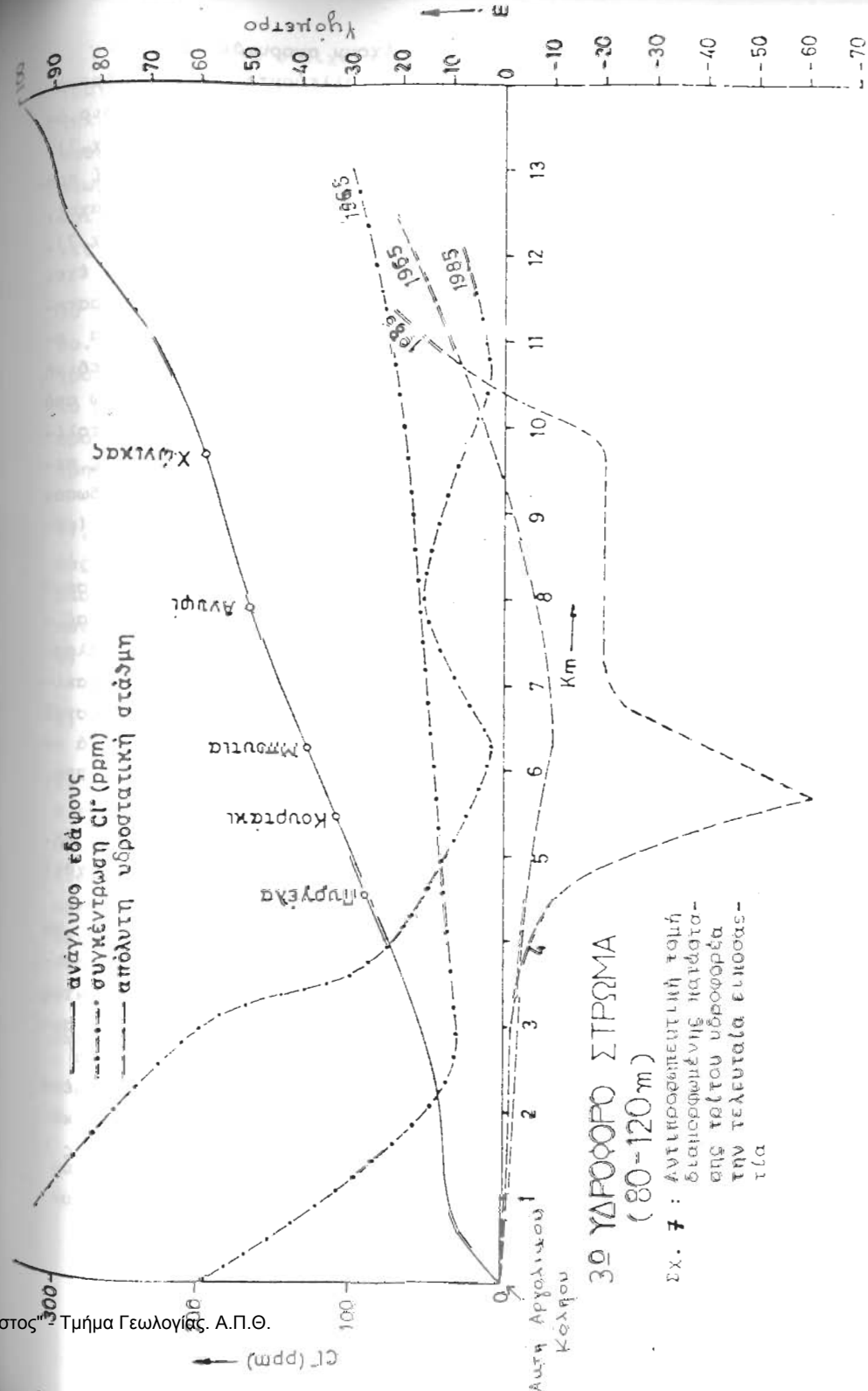
- β) Παρεμβάλλονται τα Νεογενή, τα οποία στους βαθύτερους ορι-  
ζοντές τους είναι στεγανά σε θετικά και αρνητικά υψόμε-  
τρα.
- γ) Υπάρχει ασυνέχεια των ασβεστολιθικών μαζών της σειράς Ά-  
κρος στη λεκάνη αυτή.
- δ) Κατά μήκος της γραμμής Λυγουριού - Μαραθιάς - Δρεπάνου υ-  
πάρχει κατά το μεγαλύτερο διάστημα υπόγεια που προβάλλει  
μέσω των σειρών Τραπεζώνας, Επιδαύρου και Άκρος και επι-  
φανειακά το υπόβαθρο, δηλαδή οι τραχείτες και τραχειακοί  
τόφοι. Τα πετρώματα αυτά δεν επιτρέπουν την κίνηση των υ-  
πόγειων νερών προς Ν. (σχ. 1).

Από το μέτωπο Λυγουριού - Δήμαινας δεν είναι δυνατή η  
κίνηση των καρστικών υπόγειων νερών από τους ασβεστόλιθους Α-  
ραχναίου - Τραπεζώνας προς το Σαρωνικό, λόγω παρεμβολής ζώνης  
φλύσχη - οφιολίθων και οχιστοκερατολίθων σε υψόμετρα θετικά  
και αρνητικά μεγάλου βάθους, όπως προκύπτει από τα αποτελέσμα-  
τα γεωτρήσεων στις περιοχές αυτές (βλ. σχ. 1).

Από το μέτωπο Δήμαινας έως Αγγελόκαστρο είναι δυνατή και  
ευχερής η κίνηση των υπόγειων καρστικών νερών από τα δυτικά  
υψώματα προς το Σαρωνικό λόγω των τεκτονικών συνθηκών που α-  
ναφέρθηκαν.

Από το μέτωπο Αγγελόκαστρου μέχρι Αλμυρή Σοφικού, είναι  
δυνατή και ευχερέστερη από κάθε άλλο μέτωπο η κίνηση και εκ-  
φόρτιση προς τη θάλασσα του Σαρωνικού των υπόγειων καρστικών  
νερών του ορεινού συγκροτήματος Μυκητών - Προσύμνης - Λιμνών  
- Αγίου Ιωάννη και Σοφικού μέσω των τεκτονικών γραμμών και α-  
νωπώς ασυνεχειών που αναφέρθηκαν (βλ. σχ. 1, 3, 4).

Η κίνηση των υπόγειων καρστικών νερών των ασβεστολίθων -  
Αραχναίου - Τραπεζώνας - Προσύμνης και Αμυγδαλίτσας και κυρί-  
ως των κατωτέρων στρωματογραφικών οριζόντων της σειράς Τραπε-  
ζώνας δεν είναι δυνατή προς το Αργολικό πεδίο και από εκεί  
προς τον Αργολικό κόλπο, διότι κάτω από τις τεταρτογενείς α-  
ποθέσεις, πάχους 30-90 μ. στον ΒΑ. τομέα του πεδίου κυριαρ-  
χούν ο φλύσχης, οι μάργες και τα στεγανά κροκαλοπαγή<sup>[4]</sup> με  
πάχος 600 μ. περίπου (βλ. σχ. 1)



30 ΥΔΡΟΦΟΡΟ ΣΤΡΩΜΑ  
(80-120 m)

Σχ. 7 : Αντικροσφαιρική τομή  
διαμορφωμένης κατάστα-  
σης τάλτου υδροφόρα  
την τελευταία εικοσας-  
τία

Στο χώρο του Αργολικού πεδίου έχουν ανορυχθεί χιλιάδες τρήσεις με τις οποίες οι αγρότες εκμεταλλεύονται όλα τα υδροφόρα στρώματα των πλειο-τεταρτογενών αποθέσεων σε βαθμό τέτοιο, ώστε να έχουν υφαλμυρωθεί και τα βαθύτερα υδροφόρα<sup>[9]</sup> (βλ. σχ.7).

Η προέλαση του θαλασσινού νερού στην ενδοχώρα προχωρεί προοδευτικά από Ν. προς Β. και έχει φτάσει μέχρι το χωριό Ίναχος, σε απόσταση 8 χλμ. από την ακτή του Αργολικού κόλπου (βλ. σχ.7).

Η υφαλμύρωση των υδροφόρων στο πλειο-τεταρτογενές δεν έχει προχωρήσει, με δεδομένα 1989, στις κοινοτικές περιοχές Μοναστηρακίου - Χωνικά - Ανυφής - Πουλακίδας - Αμοργάνου (χωρίς να αποκλείεται να συμβεί στο μέλλον λόγω υπεραντλήσεως στην πεδινή περιοχή των τεταρτογενών αποθέσεων). Ούτε τα υδροφόρα κάτω από τις πλειο-τεταρτογενείς αποθέσεις, δηλαδή μέσα στους ασβεστολίθους που συναντήθηκαν σε γεωτρήσεις στις ανωτέρω κοινοτικές περιοχές έχουν υφαλμυρωθεί αν και οι ασβεστόλιθοι αυτοί απέδωσαν νερό πολλές δεκάδες μέτρα κάτω από τη στάθμη της θάλασσας (μέχρι υψόμετρα -120 μέτρα) (βλ. πιν.1).

Υφαλμύρωση των υπογείων νερών στους ασβεστολίθους της σειράς Τραπεζώνας υπάρχει και στις γειτονικές περιοχές Κορινθίας - Χάνι (Άγιος Νικόλαος) Χιλιμοδίου, σε απόσταση από τη θάλασσα Σαρωνικού 13,5 χλμ., Μπαρδάκα Αθηκίων και Μπογδάνη Γαλατακίου<sup>[8]</sup>. Αυτό έχει προκύψει από γεωτρήσεις που έχουν εκτελεστεί στις ανωτέρω περιοχές που έχουν προχωρήσει σε μικρά αρνητικά υψόμετρα και μετά από αντλήσεις έχουν αποδώσει νερό με 310 PPM, 650 PPM και 520 PPM αντίστοιχα των περιοχών.

Στους πίνακες 1 και 2 και στον τοπογραφικό χάρτη (βλ. σχ.6) εμφανίζονται τα στοιχεία των γεωτρήσεων που έχουν ανορυχθεί στην κοιλάδα Αμυδαλίτσα και Προσύμνας.

Από τα ανωτέρω στοιχεία προκύπτει ότι οι γεωτρήσεις με Νο 4,5,6,7,8,9,10 και 11 έχουν ανορυχθεί μέσα σε κλαστικούς ασβεστόλιθους της σειράς της Τραπεζώνας (Λιασίου - Δογγερίου) εκτός των με Νο 4 και 5 όπου για μερικές δεκάδες μέτρα στην αρχή συνάντησαν πλευρικά κορήματα εντός των οποίων υπήρχε υδροφορία. Τελικά όλες οι ανωτέρω γεωτρήσεις συνάντησαν υδροφορία μέσα στους ασβεστόλιθους, και αποδίδουν νερό με αυξημένη περιεκτικότητα χλωριόντων και μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα (βλ. πίνακες 1 και 2).

Τα δυο αυτά στοιχεία (περιεκτικότητα χλωριόντων και ηλεκτραγωγιμότητα) στις ανωτέρω γεωτρήσεις αυξάνουν ανάλογα με: το τελικό αρνητικό βάθος της κάθε γεώτρησης, το αρνητικό βάθος τοποθέτησης της αντλητικής συσκευής, τη διάρκεια συνεχούς αντλήσεως, την εποχή της αυξημένης αντλήσεως (χειμώνας προς θέρος) και το ετήσιο ύψος βροχοπτώσεως, π.χ. ξηρό έτος 1989 (βλ. πίνακες 1,2).

Από τα στοιχεία των γεωτρήσεων της ομάδας Με Νο 27,28,29, 30 προκύπτει ότι έχουν ανορυχθεί στον ίδιο κλαστικό ασβεστόλιθο. Η γεώτρηση Νο 30 παρουσιάζει αυξημένα χλωριόντα, διότι ο χρόνος αντλήσεως και το βάθος τοποθέτησης της αντλίας είναι πολύ μεγαλύτερος από ό,τι στις άλλες γεωτρήσεις της ομάδας. Η υδροστατική στάθμη διατηρείται στα -72 μ. βάθος στη Νο 30 γεώτρηση (1989) (βλ. πίνακες 1, 2).

Από τα στοιχεία των γεωτρήσεων της ομάδας με Νο 12, 16,22, 17, 18, 19,20, 21, 13, 14, 15, 24, 25, 26 και της δεύτερης ομάδας με Νο 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 προκύπτει ότι η πρώτη ομάδα αποδίδει νερό κανονικό με συνηθισμένες περιεκτικότητες χλωριόντων (βλ. πίνακες 1 και 2), παρόλο που:

α) έχουν προχωρήσει στα ίδια ή μεγαλύτερα βάθη απ' ό,τι οι γεωτρήσεις της δεύτερης ομάδας,  
β) οι αντλίες της πρώτης ομάδας έχουν τοποθετηθεί σε μεγαλύτερα βάθη και

γ) ο χρόνος αντλήσεως κυμαίνεται στα ίδια μεγέθη.

Η διαφορά είναι ότι η δεύτερη ομάδα έχει ανορυχθεί στους κλαστικούς ασβεστόλιθους της Τραπεζώνας που πλησιάζουν το υπόβαθρο ενώ οι της πρώτης ομάδας έχουν ανορυχθεί είτε σε επωθημένους ασβεστόλιθους της σειράς της Επιδαύρου είτε σε ασβεστόλιθους της σειράς Άκρος στρωματογραφικά επικείμενους.

### Συμπεράσματα

Από όλα τα ανωτέρω στοιχεία προκύπτει ότι:

α) Προς τα δυτικά, νότια και ΝΑ. των κοιλάδων Αμυδαλίτσας και Προσύμνας δεν είναι πρακτικά δυνατή η εκφόρτιση των υπογείων καρστικών νερών προς τη θάλασσα και συνεπώς και η αντίστροφη κί-



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΚΟΙΛΑΔΩΝ ΑΜΥΓΔΑΛΙΤΣΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΥΜΝΑΣ

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 1

№ Γεωτ. (1)	Υψομ. σε Μ. (2)	Βάθος: Πετρώματα διαστρωθέντα (3)	Βάθος: υδρο-φορών Στ. Ανιγλ. (5)	Σταθ. Υδρο-ανιγλ. (6)	Βάθος: ανιγλ. (7)	Παροχή Μ <sup>3</sup> /Η σε Ρ.Ρ.Μ. (8)	Χλωριότητα σε Ρ.Ρ.Μ. (9)	
1	250	200	Ασβεστολ. με πυριτολιθ. (Επιδαυρ.)			20	50*	
2	220	10	Πλευρικά κορήματα			20	35*	
3	200	28	Πλευρικά κορήματα			35	80-175	
4	140	200	Πλευρ. + αρμ. + ασβεστολ. (Τραπεζών.)			35	70-425	
5	130	180	+ασβεστ. (Τραπεζών.)			30	70-105	
6	121	135	Ασβεστολ. κλαστικός Νο 3 Τραπεζών.	/115	120	50	130-1350	
7	123	220	"	212		40	710-2130	
8	123	200	"	"		50	105-1210	
9	131	180	"	"	150	60	140-2400	
10	130	200	"	"		80	285-1845	
11	123	240	"	"		70	210-1635	
12	230	260	Ασβεστ. με πυριτολ. Νο 14 (Επιδαυρ.)	190/	210	40	30*	
13	120	120	"	105		5	38*	
14	50	230	Προσχώσεις + ασβεστ. Ακρος (B)	80, 100, 140,		45	35-85*	
15	63	280	"	180	40/180	165	10	35-70*
16	169	278	Ασβεστ. με πυριτολ. Νο 14 Επιδαυρ.	173 & 212	273	60	35-70*	
17	120	300	Ασβεστ. Ακρος (B)	80 & 150		40-10	35*	
18	120	250	" + οχλστοκεδ.	175		10	39*	
19	122	340	Ασβεστ. Νο 14 + οχλστοκεδ.	175		10	38*	
20	127	250	"	182		5	37*	
21	150	300	"	197		5	37*	
22	140	300	Ασβεστ. Νο 14	70 & 195	215	25	25*	
23	240	200	Ασβεστ. Νο 3 Τραπεζώνας			0		
24	50	158	Προσχωρ. + Ασβεστολ.	146		22	45*	
25	40	180	" + φάλακας			0	75*	
26	90	180	Προσχώσεις			17	70*	
27	105	270	Ασβεστ. Νο 3 Τραπεζώνας	80 & 100 & 180		50	75*	
28	101	280	"	140	110/130	250	70	93*
29	101	120	"	180 & 90	115	35	70*	
30	160	304	"	1140 & 264	170/232	303	110	300 - 400

\* χωρίς πρόσβαση υφολομίσσης ποδός το παρόν

Σταθ. Υδροστατ./Σταθ. Ανιγλ.σε: ΟΙ αριθμοί σημαίνουν βάθος σε μέτρα

Table 2. Water analysis data of the wells of Amygdalitsa and Prosymna Valley

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΔ ΑΝΑΛΥΣΗ ΝΕΡΩΝ ΤΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΣΤΙΣ ΚΟΙΛΑΔΕΣ ΑΜΥΓΔΑΛΙΤΣΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΥΜΝΑΣ

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2

№ Γεωτ.	Υψομ. σε Μ.	Βάθος: Μ	Βάθος: Ανελλιός Μ	Ιόνια χλωρίου Cl <sup>-</sup> σε PPM / Ηλεκτροαγωγιμότητα σε μS/CM	12-8-87	17-9-87	1-7-88	30-8-88	19-10-88	13-2-89	9-6-89	8-8-89
1	250	200				50/						
2	220	10				35/						
3	200	28				80/	105/	70/1120	105/1200		175/	150/1300
4	140	200				70/	70/	285/1800	210/1360		175/	425/2000
5	120	180				70/	105/	70/1950	105/850		105/	
6	121	135	120			130/	250/	710/2940	460/1910	210/	390/	1350/5700
7	123	220				950/	710/	1880/6200	1635/5900	1030/	990/	2130/8900
8	131	200				105/	140/	675/3000	370/1500	105/	105/	1210/4900
9	130	180	150			285/	675/	1560/5800	1360/5000	140/	1210/	2400/9200
10	130	200				355/	600/	1240/4050		285/	890/	1845/7000
11	123	240				355/	210/	1135/3950	995/3800	460/	710/	1635/5700
12	63	280	275			35/	70/	85/780	70/	70/	35/	70/ 800
13	140	300	275			35/	35/	70/ 780	70/ 800	70/	35/	70/ 900
14	160	304	303									25/ 750
15	230	260	270					30/				300/
16	169	278	273					70/ 450	35/490		35/	70/ 900

νηση των νερών από τη θάλασσα του Αργολικού κόλπου ή νοτιοανατολικού Σαρωνικού προς την ενδοχώρα δεν φαίνεται να είναι δυνατή.

β) Ο μόνος τομέας εκφόρτισης των υπογείων καρστικών νερών των ασβεστολίθων των ανωτέρω δυο κοιλάδων απομένει ο ΒΑ τομέας της Βορειοανατολικής Αργολίδας, δηλαδή από το μέτωπο Νέας Επιδάουρου - Αλμυρής Σοφικού. Δι' αυτού του τομέα είναι δυνατή και η προέλαση του θαλασσινού νερού προς τους καρστικούς υδροφόρους σχηματισμούς σε αρνητικά υψόμετρα. Άρα η υφαλμύρωση στις γεωτρήσεις των κοιλάδων Αμυδαλίτσας και Προσύμνας, γίνεται από απόσταση 27,500 χλμ. περίπου από το σαρωνικό κόλπο μέσω των ασυνεχειών (ρηγμάτων κ.λ.π.).

γ) Ανάλογο φαινόμενο συμβαίνει και στην ασβεστολιθική περιοχή της γειτονικής ΝΑ Κορινθίας σε απόσταση 13,5 χλμ. (Περιοχή Χιλιομοδίου) από το Σαρωνικό κόλπο, όπου η υφαλμύρωση των καρστικών νερών του Χιλιομοδίου λαμβάνει χώρα από απόσταση 13,5 χλμ. (από την ακτή του Σαρωνικού)<sup>[8]</sup>.

Η υδροστατική στάθμη και η απόδοση (παροχή) νερού σε γεωτρήσεις μέσα σε ασβεστολίθους που υπάρχουν σε γειτονικές θέσεις ή και σε μικρές αποστάσεις μεταξύ τους, π.χ. στις γεωτρήσεις με Να 28, 29, 30, διαφέρουν σημαντικά. Το ίδιο συμβαίνει και σε άλλες ομάδες γεωτρήσεων στους ασβεστολίθους της ευρύτερης περιοχής ΒΑ. Αργολίδας. Αυτό ενισχύει την υπόθεση ότι στους ασβεστολίθους της περιοχής φαίνεται να επικρατεί ο τύπος της κυκλοφορίας νερού μέσα σε αυτούς σύμφωνα με την σχετική θεωρία KATZER<sup>[5]</sup>.

Μετά τις ανωτέρω διαπιστώσεις, για βελτίωση της ποιότητας του αντλούμενου νερού από τις ανωτέρω υφάλμυρες γεωτρήσεις πρέπει να γίνουν τα παρακάτω:

1. Περιορισμός: α) του συνεχούς χρόνου αντλήσεως σε κάθε γεώτρηση στη διάρκεια της ημέρας με διακοπές ωρών, β) της αντλούμενης παροχής νερού.
2. Στις γεωτρήσεις που η υδροστατική στάθμη διατηρείται σε μεγάλα αρνητικά υψόμετρα να ελαττωθεί η αντλούμενη παροχή περισσότερο από ό,τι στις άλλες γεωτρήσεις.
3. Να τοποθετηθεί η αντλία όσο το δυνατό ψηλότερα, ιδιαίτερα στις γεωτρήσεις που αποδίδουν νερό με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα χλωριόντων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ΓΑΛΕΟΥ Α. (1967). Μελέτη επί των αλλουβιακών αποθέσεων του Αργολικού πεδίου και των υδροφόρων οριζόντων αυτού. (Υ.Ε. Β.) Υπουργ. Γεωργίας.
- [2] CASTANY G. (1967). *Traité pratique des eaux souterraines*. Dunod, Paris.
- [3] DEFCOURT J. (1964). *Contribution à l'étude géologique d'un secteur du Peloponnèse septentrional*. Ann. Geol. Pays. Hell., t XV, 417 p., Thèse Université de Paris.
- [4] ΘΕΟΔΩΡΟΠΟΥΛΟΣ Δ. και ΠΑΠΑΠΕΤΡΟΥ-ZAMANH A. (1970). Γεωλογική και φυσικογεωγραφική έρευνα επί του Αργολικού πεδίου. Α.5. Ρ. Hel. σελ. 269-294 - Αθήνα.
- [5] ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ Γ. (1980). α) Το καρστικό σύστημα, Περιοδ. Ορυκτός πλούτος Τ. 5; β) Το παράκτιο καρστ. Περιοδ. Μεταλλουργ. Χρονικά Τ. 44.
- [6] ΚΑΝΤΑΣ Κ. (1988). Μηχανισμοί τροφοδοσίας και κινήσεως των υπογείων νερών στα καρστικά συστήματα της λεκάνης Σιγουνίου - Λουσών Ν. Αχαΐας. 4ον Επιστ. Συνέδριο 1988, Ελ. Γεωλ. Εταιρ. Τ. XXIII/3 σελ. 77-86.
- [7] KELLETTAT D. - KOWALCZYK G. - SCHRÖDER B. - WINTER K.P. (1976). A synoptic view on the neotectonic development of the Peloponnesian coastal region. Z. dt. geol. Ges. 127, s. 447-465 Hannover.
- [8] ΜΑΣΤΟΡΗ Κ. - ΜΟΝΟΠΟΛΗ Δ. - ΣΚΑΓΙΑ Σ. (1971). Υδρογεωλογική έρευνα περιοχής Κορίνθου - Λουτρακίου. Ι.Γ.Ε.Υ./Αριθμ. 3/1971.
- [9] ΠΟΥΛΟΒΑΣΙΑΗ Α. - ΜΙΜΙΔΗ Β. - ΣΠΑΝΟΣ Κ. (1986). Το πρόβλημα του Αργολικού πεδίου. Αντwt. Γεωπονική Σχολή Αθηνών.
- [10] ΣΟΥΛΙΟΣ Γ. (1985). Συμβολή στην υδρογεωλογική μελέτη των καρστικών υδροφόρων συστημάτων του ελληνικού χώρου. Θεσσαλονίκη.
- [11] VRIELYNCK B. (1978). *Donnees nouvelles sur les zones internes du Peloponnese. Grece. Les massifs a l'est de la plaine d'Argos*. Thèse Université de Lille.