

# ΤΑ ΥΠΟΓΕΙΑ ΥΔΑΤΑ ΚΕΦΑΛΟΒΡΥΣΟΥ ΚΑΙ Η ΕΞ ΑΥΤΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΙΣ ΤΟΥ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟΥ ΤΗΣ ΠΟΛΕΩΣ ΖΑΚΥΝΘΟΥ

ὕ π ὀ

ΣΟΦ. ΣΤΡΑΤΗΓΟΠΟΥΛΟΥ \*

Εἰς τὴν γραφικὴν πόλιν τῆς Ζακύνθου, ἀπὸ τῆς ἀνοικοδομήσεώς της, μετὰ τοὺς καταστρεπτικοὺς σεισμοὺς τοῦ 1953, ἀνεζητεῖτο λύσις διὰ τὴν ἀντιμετώπισιν τοῦ προβλήματος τῆς πλημμυλοῦς ὑδρεύσεως τῶν 10.000 κατοίκων της. Καὶ ἐνῶ διάφοροι σχετικαὶ προτάσεις, αἱ ὁποῖαι διευτυοῦντο κατὰ καιροὺς, ἀνεφέροντο εἰς τὴν ὑδροδότησιν τῆς πόλεως εἴτε δι' ἀφαλατώσεως τοῦ θαλασσίου ὕδατος εἴτε δι' ἀφαλατώσεως τοῦ ὑφαλμύρου ὕδατος τῆς λίμνης Κερίου εἴτε καὶ εἰς τὴν δημιουργίαν τεχνητῆς λίμνης, τελικῶς προεκρίθη ἡ ἄποψις τῆς μεταφορᾶς τῶν καρστικῶν ὑδάτων τῶν γεωτρήσεων Λιθακιᾶς καὶ ἐτέθη εἰς ἐφαρμογὴν σχετικὴ μελέτη. Ἡ χρονικὴ ὅμως διάρκεια διὰ τὴν ὀλοκλήρωσιν τοῦ ἔργου αὐτοῦ ἦτο ἐκτὸς τῶν ὀρίων τῆς ἀμέσου ἐξασφαλίσεως τῶν ὑδρευτικῶν ἀπαιτήσεων τῆς Πόλεως, ὅπως εἶχον διαμορφωθεῖ αὐταὶ λόγῳ τῆς ἀνοβρίας.

Κατὰ τὸ ἔτος 1974 ἡ πόλις τῆς Ζακύνθου ὑδρεύετο βασικὰ ἀπὸ δύο περιοχὰς μετὰ τῶν ὁποίων συνεδέετο διὰ δύο ἀντιστοίχως ὑδραγωγείων. Διὰ τοῦ ἑνὸς ἐξ αὐτῶν μετεφέροντο ὕδατα ἐκ τῆς χερσονήσου τοῦ Σκοποῦ, ἀπὸ ΝΑ. τῆς Πόλεως καὶ διὰ τοῦ ἑτέρου, ἐκ τῆς περιοχῆς Κεφαλοβρύσου, ἀπὸ ΒΔ. αὐτῆς.

Εἰς τὴν χερσονήσιν τοῦ Σκοποῦ τὰ ἔργα συλλήψεως ἦσαν δύο. Τὸ μὲν, πεπαλαιωμένον ἔργον τῆς περιοχῆς Ἀργασίου, χρονολογούμενον τουλάχιστον ἀπὸ τὴν ἐποχὴν τῆς Ἐνετοκρατίας ἦτοι πρὸ τοῦ 1797, ὑδρομαστεῦον τοὺς πλειοκαινικοὺς ψαμμίτας καὶ τὸ ἕτερον, εἰς τὴν περιοχὴν Καλαμακίου, ἐκμεταλλεῦόμενον τὰς ὁμωνύμους πηγὰς τῶν Τριαδικῶν ἀσβεστολίθων. Δι' ἑνὸς κοινοῦ τελικῶς, ὑδραγωγείου ἡ πόλις τῆς Ζακύνθου ἐδέχετο ἐξ ἀμφοτέρων αὐτῶν περίπου 300 m<sup>3</sup> ὕδατος, ἡμερησίως.

Εἰς τὴν περιοχὴν Κεφαλοβρύσου Κυψέλης, ἡ ὁποία εἰς εὐθείαν ἀπόστασιν ἀπέχει 6 χιλιόμετρα ἐκ τῆς Πόλεως, ὑδροληψία πραγματοποιουμένη ἐξ ἑνὸς φρέατος τροφοδοτοῦσε τὸ ΒΔ. ὑδραγωγεῖον. Εἰς τὴν περιοχὴν αὐτὴν, διὰ τῆς

---

\* S. Stratigopoulos: Les eaux souterraines de Kephalovrissos et en l'alimentation en ceux-ci de la ville de Zante.

κατασκευής νέων υδροληπτικών έργων, κατά τὸ ἔτος 1975, ἐπετεύχθη ἡ ἐνίσχυσις τοῦ ὑδραγωγείου διὰ ποσότητος ὑπογείων ὑδάτων 1.800 μ<sup>3</sup>. ἡμερησίως.

Ἡ γεωλογικὴ ἔρευνα τῶν ὑφισταμένων συνθηκῶν ὑδροφορίας τῆς ὡς ἄνω περιοχῆς καὶ ἡ παρουσίαισις τῶν χαρακτηριστικῶν τῆς νέας ὑδροληψίας συνθέτουν τὸ θέμα τῆς παρούσης ἀνακοινώσεως.

## ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ.

Ἡ περιοχὴ Κεφαλοβρύσου κεῖται ἐπὶ μιᾶς σαφῶς διακρινομένης, ὡς ἐκ τῆς μορφολογίας τῆς, τραπεζοειδοῦς λωρίδος, ἡ ὁποία καταλαμβάνει ἕκτασιν ἀπὸ τῆς Πόλεως καὶ τοῦ ἀκρωτηρίου Κρυονερίου πρὸς ΒΔ. μέχρι τὸ ΝΑ. ἄκρον τοῦ ὄρους Ἀλυκῶν, ἐπὶ μήκους 11 χιλιομέτρων καὶ πλάτους περίπου 3 χιλιομέτρων. Τὸ ἀνάγλυφον τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς χαρακτηρίζεται εἰς κατὰ πλάτους τομὴν ἀπὸ τὰ ὑπερυψωμένα μέρη τὰ ὁποία σχηματίζουν λοφώδη σειρὰν δεσπόζουσαν τοῦ πεδινοῦ τμήματος τῆς νήσου καὶ ἀπὸ μίαν ἐπικρατοῦσαν κλίσιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους πρὸς ΒΑ. διὰ τῆς ὁποίας ἡ ὄλη μορφολογικὴ ἐπιφάνεια ὁδηγεῖται πρὸς τὴν θάλασσαν ὅπου βυθιζομένη διαγράφει τὴν κεντρικὴν πρὸς ἀνατολὰς παραλίαν τῆς νήσου.

Αἱ διάφοροι μορφαι τοῦ ἀναγλύφου, ὅπως αἱ χαραδρώσεις καὶ αἱ κοιλάδες, παρουσιάζουν κατευθύνσεις καθοριζομένας ὑπὸ ἑνὸς κλιμακωτοῦ συστήματος ἀναβαθμῶν, ρηγματογενοῦς προελεύσεως, ἐνῶ ἡ ἐπενέργεια τῶν παραγόντων διαβρώσεως ἔρχεται εἰς δευτέραν μοῖραν. Ἐπίσης ἡ πρὸς ΒΑ. κεκλιμένη μορφολογία ἐμφανίζει κλιμακοειδεῖς ἀναβαθμοὺς προερχομένους ἀπὸ οἰκογένειαν ἐγκαρσίων μεταπτώσεων καθέτων πρὸς τὴν κατεύθυνσιν αὐτήν.

Εἰς τὴν περιοχὴν Κεφαλοβρύσου συστήματα τῶν ὡς ἄνω ἐγκαρσίου μεταπτώσεων συνέρχονται καὶ διαμορφώνουν ἓν χοανοειδὲς βύθισμα, διαμέτρου περίπου 500 μέτρων. Πρὸς τὴν ἀκτὴν τὸ βύθισμα αὐτὸ παρουσιάζει ἀνοιγμα πλάτους περίπου 100 μέτρων ἐνῶ εἰς τὸν ἀντίποδά του καταλήγει μία κοιλὰς ΒΑ-ΝΔ. κατευθύνσεως, ἀναγνωριζομένη ὡς ρηγματογενοῦς προελεύσεως (βλ. εἰκ. 1).

## ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ.

Ἡ ἕκτασις ἡ ὁποία ὀριοθετήθη ὡς ἡ εὐρύτερα περιοχὴ τῆς γεωμορφολογικῆς περιγραφῆς ἀναφέρεται, κατὰ κύριον λόγον βάσει τῶν βιβλιογραφικῶν δεδομένων, εἰς τὴν στρωματογραφικὴν ἐνότητα τοῦ θαλασσίου Πλειοκαίνου. Εἰδικότερα αἱ G. Bizou καὶ R. Μίρκου 1969, διὰ τῆς μελέτης τῶν τρηματοφόρων, εἰς μίαν γεωλογικὴν τομὴν τοῦ Ἀλικανᾶ, διαπιστώνουν τὸ μέσον καὶ τὸ ἀνώτερον Πλειόκαινον.

Εἰς τὴν περιοχὴν Μπελουσίου, ἡ ὁποία εἶναι γνωστὴ καὶ ὡς Κεφαλόβρυσον ἀπὸ τὰς ὁμωνύμους πηγὰς, ἡ Ρ. Μίρκου 1974 καὶ πάλιν διὰ τῆς μελέτης τῶν τρηματοφόρων, πιστοποιεῖ τὸ κατώτερον Πλειόκαινον τὸ ὁποῖον διακρίνει εἰς δύο λιθολογικοὺς ὀρίζοντας. Τὸν ἀνώτερον ἐξ ἀσβεστικῶν ψαμμιτῶν κιτρινωπῆς

χροιάς και τόν κατώτερον ἐκ κυανῶν μαργῶν καὶ δευτερευόντως ἐκ μαργαϊκῶν ψαμμιτῶν.

Εἰς τὴν θέσιν Α τῆς περιοχῆς Κεφαλοβρύσου (βλ. εἰκ. 1), ἀπὸ τὴν μακροσκοπικὴν ἐξέτασιν τῶν διατεταραγμένων δειγμάτων ἐκτελεσθείσης γεωτρήσεως,



Εἰκ. 1. Τοπογραφικὸς χάρτης 1 : 10.000 τῆς περιοχῆς Κεφαλοβρύσου.  
Σμίκρυνσις ἐκ τοῦ φύλλου Ζακύνθου 1 : 5.000. Q — θήσεις πηγῶν,  
Φ<sub>1</sub> — Φ<sub>2</sub> φρέατα, Α — Β γεωτρήσεις.

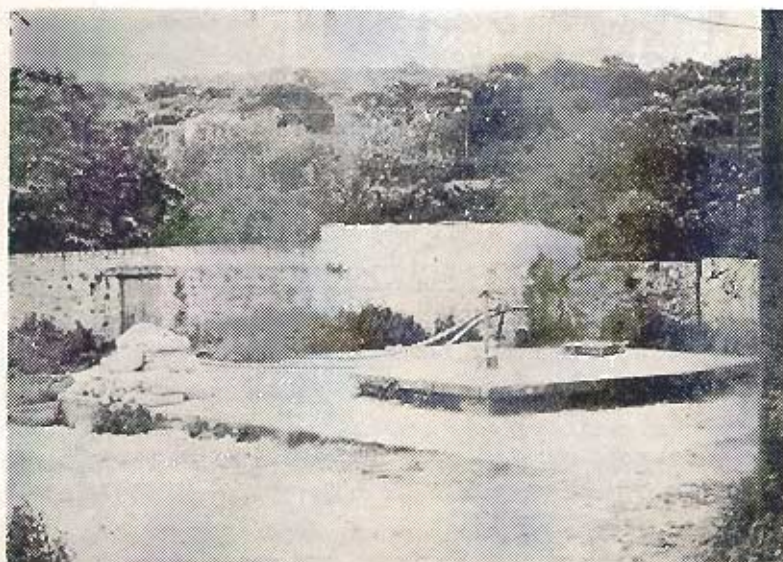
ἐν συνδυασμῷ καὶ πρὸς τὴν ταχύτητα διατρήσεως ὑπὸ τοῦ γεωτρύπανου, διαπιστοῦται ἀνάπτυξις στρωμάτων μετὰ τὴν ἀκόλουθον σειρὰν ἐκ τῆς ἐπιφανείας πρὸς τὸ βάθος:

— Μέχρι βάθους 11 μέτρων: Στρώματα ἀργίλων καὶ μαργῶν φαιοπρασίνων μετὰ παρεμβολὰς σκωριοκιτρίνης ἀργιλοῖλους. Ἀπὸ βάθους 7,50 μ. ἡ ἀργίλος ἐμφανίζεται φαιομέλαινα, βιτουμενιοῦχος μετὰ ἀρκετὸν ποσοστὸν ἰλύος.

— Από 11 μ. έως 18,50 μ.: Σχηματισμός λεπτοκόκκου άμμου, κιτρίνης, περικλειούσης κονδύλους ή φακούς άσβεστοψαμμίτου.



Είκ. 2. Ή νέα γεώτρησης Α του δημοτικού ύδραγωγείου Ζακύνθου εις τήν περιοχήν Κεφαλοβρύσου. Εις τό βάθος τό οίκημα του κοινοτικού πλυντηρίου και άριστερά ή δεξαμενή τής αποξηρανθείσης πηγής.



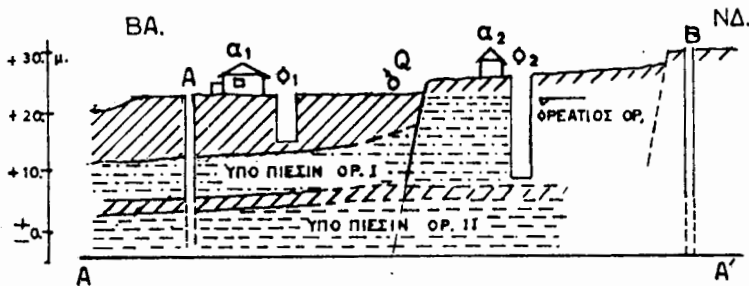
Είκ. 3. Ή δεξαμενή ύδρομαστεύσεως τής αποξηρανθείσης κοινοτικής πηγής. Ρωγμαί εκ καθιζήσεων διακρίνονται επί του όπισθεν αύτης τοίχου.  
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

—'Από 18,50 μ. έως 20,00 μ.: Στρώμα φαιοπρασίνης άργιλου.

—'Από 20 μ. έως 31,5 μ.: Ψαμμίτης κυανόφαιος συνεκτικός. Είς τήν διάτρησιν παρουσιάζεται συμπαγής ή τεθραυσμένος είς συνεχή έναλλαγήν πλακών και τραπεζών μεγίστου πάχους 40 έκ. και κενών ή σπηλαιωδών κοιλοτήτων. Είς βάθος περίπου 23 μ. διαπιστοῦται ένα στρώμα άμμου με μέγαν αριθμόν τεθραυσμένων όστράκων. Παρομοία έμφάνις παρατηρείται και είς βάθος 26 μέτρων.

—'Αργίλος έως άργιλοίλος είς έναλλαγάς μετά άμμοίλους, συνεχίζεται μέχρι τοῦ έρευνηθέντος βάθους τών 36 μέτρων.

Διά τοῦ συσχετισμοῦ τῆς λιθολογικῆς συστάσεως τών ως άνωτέρω στρωμάτων πρὸς τά βιβλιογραφικά δεδομένα πρέπει τοῦλάχιστον ή κυανόφαιος ψαμμιτική έμφάνις νά χαρακτηρισθῆ ως κάτω Πλειοκαινική.



Είκ. 4. Τομή τών ύδροφόρων στρωμάτων Κεφαλοβρύσου διά τών θέσεων τών ύδροληπτικῶν έργων. Ἡ κοινωτική πηγή Q έν προβολῇ. A και B αί νέαι γεωτρήσεις. Φ<sub>1</sub> και Φ<sub>2</sub> τά φρέατα τοῦ δημοτικοῦ ύδραγωγείου, α<sub>1</sub> και α<sub>2</sub> άντλιοστάσια. Διά διαγραμμίσεως άργιλοι, μάργαι. Διακεκομμένη στίξιν άμμος λεπτόκοκκος με κονδύλους άσβεστοψαμμίτου. Διοκεκομμένη ψαμμίτης.

Ἔσαστως, είς τήν άλληλουχίαν τών σχηματισμών, έπισημαίνεται χαρακτηριστική ή έναλλασσομένη παρουσία άδιαπεράτων και ύδροπερατῶν στρωμάτων είς ανάπτυξιν τοιαύτην, ώστε νά δημιουργοῦνται συνθηκαι δύο άνεξαρτήτων ύδροφόρων. (βλ. είκ. 4).

#### ΑΙ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ ΥΔΡΟΦΟΡΙΑΣ.

Ἡ ύδροφορία τοῦ ύπεδάφους τῆς περιοχῆς Κεφαλοβρύσου έκδηλοῦται διά τῆς παρουσίας πηγῶν και διά τών άνορυχθέντων κατά καιρούς φρεάτων.

Αί πολυάριθμοι πηγαί τῆς περιοχῆς κατανέμονται μεταξύ τών άπολύτων ύσομέτρων +36 και +23 μ. και άντιπροσωπεύουν δύο διαφορετικούς τύπους έκροῆς. Ὁ είς έξ αὐτῶν παρατηρείται είς τήν πηγῆν τῆς κοινότητος Κεφαλοβρύσου, ύσομετρικῆς θέσεως +23 μέτρων. Αὕτη, καίτοι έμφανίζεται άνυδρος, άπό

τά τέλη τοῦ ἔτους 1974, ὑπῆρξεν συνεχοῦς ἔκροψις καὶ ὡς ἐκ τούτου ζωτικῆς σημασίας κατὰ τὴν περίοδον τῆς λειτουργίας της. Ὁ δεύτερος τύπος ἔκροψις ἐντοπίζεται εἰς ὑψομετρικὰς θέσεις μεγαλύτερας τῶν +23 μ. καὶ περιλαμβάνει πηγὰς περιοδικῆς λειτουργίας.

Εἰς τὰ φρέατα τῆς περιοχῆς ὑφίστανται συνθῆκαι ὑδροφορίας, αἱ ὁποῖαι ἀντιπροσωπεύονται χαρακτηριστικὰ ἀπὸ τὰ δύο φρέατα, τὰ διανοιχθέντα μὲ σκοπὸν τὴν ὑδρευσιν τοῦ δήμου Ζακυνθίων. Τὸ ἐν ἐξ αὐτῶν ἔχει διανοιγῆ εἰς ὑψόμετρον +26 μ. σχεδὸν ἀπ' εὐθείας ἐπὶ τοῦ σχηματισμοῦ ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἀναπτύσσεται ἐλεύθερος ὑδροφόρος ὀρίζων (εἰκ. 4, Φ<sub>2</sub>) καὶ τὸ ἕτερον εἰς ὑψόμετρον +23 μ. καθ' ὀλοκληρίαν ἐντὸς τῶν μαργῶν καὶ ἀργίλων, τῶν ἀναπτυσσομένων εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν, ὑπεράνω τοῦ ὑδροφόρου σχηματισμοῦ. (εἰκ. 4, Φ<sub>1</sub>). Τὸ δεύτερον αὐτὸ φρέαρ ἀρχικῶς ἐνεφάνιζεν πλουσίαν ὑδροφορίαν, προφανῶς ὡς ἐκδήλωσιν ὑποκειμένου ὑπὸ πίεσιν ὑδροφόρου, κατέστη ὅμως ἄνυδρον μετὰ ἀπὸ περίοδον ἐντατικῶν ἀντλήσεων.

Ἀπὸ τὸν συσχετισμὸν τῶν ὡς ἀνωτέρω δεδομένων, ἐκ τῶν πηγῶν καὶ τῶν φρεάτων, εὐλόγα ὀδηγοῦμεθα εἰς τὴν διάκρισιν, ἐντὸς τῆς περιοχῆς Κεφαλοβρύσσου, συνθηκῶν διαμορφώσεως ἀφ' ἐνὸς μὲν ἐλευθέρου ὑδροφόρου ὀρίζοντος μὲ ἐκδηλώσεις ὑδροφορίας χαρακτηριζομένας ἀπὸ ἐποχικῶς κυμαινομένην στάθμην, ὅπως τῶν πηγῶν ὑπερπληρώσεως καὶ τῶν φρεάτων μὲ ὑδροφορίαν ἐλευθέρως στάθμης καὶ ἀφ' ἑτέρου συνθηκῶν διαμορφώσεως ὑπὸ πίεσιν ὑδροφόρου ὀρίζοντος μὲ χαρακτηριστικὰς ἐκδηλώσεις ὅπως τῆς ἀποξηρανθείσης κοινοτικῆς πηγῆς καὶ τοῦ παλαιότερου πλουσίας ὑδροφορίας φρέατος Φ<sub>1</sub>, τοῦ δημοτικοῦ ὑδραγωγείου.

Τὰ αἷτια τῆς ἀνακοπῆς τῶν ἐκδηλώσεων τοῦ ὑπὸ πίεσιν ὑδροφόρου ὀρίζοντος εἰς τὴν κοινοτικὴν πηγὴν καὶ τὸ δημοτικὸν φρέαρ εἶναι κοινά. Σχετίζονται, ὅπως ἐν συνεχείᾳ ἀποδεικνύεται, μὲ σειρὰν ἐνεργειῶν αἱ ὁποῖαι ἀπέβλεπον εἰς τὴν αὐξήσιν τῆς δυναμικότητός των καὶ ὡς ἐκ τούτου εἶναι λογικὸν νὰ ἀναζητηθοῦν εἰς τὰ φυσικὰ χαρακτηριστικὰ τοῦ σχηματισμοῦ τοῦ ὑπερκειμένου τοῦ ὑδροφόρου, ἐν προκειμένων εἰς τὰ ἀργιλικὰ καὶ μαργαϊκὰ στρώματα, τῶν ὁποίων ἡ παρουσία καὶ ἡ ἀνάπτυξις εἰς βάθος εἶναι πλήρως ἐξακριβωμένα ἀπὸ τὴν ἐκτελεσθεῖσαν γεώτρησιν. Α. Εἶναι ὅμως σκόπιμος ἡ παράθεσις συνοπτικῶν ἱστορικῶν, τῶν δύο αὐτῶν ὑδροληψιῶν, καθ' ὅσον αὐταὶ περικλείουν καὶ στοιχεῖα πείθοντα περὶ τῆς διόδου τοῦ ὕδατος μέσω τῶν ἀργιλικῶν καὶ μαργαϊκῶν στρωμάτων.

Ἡ διάνοιξις τοῦ δημοτικοῦ φρέατος Φ<sub>1</sub>, ἀπὸ ἀπόλυτον ὑψόμετρον τῆς ἐπιφανείας +23 μ. μέχρι βάθους 8 μ. ἠκολούθησεν τὴν πορείαν ἐμφανίσεως μικρᾶς πηγῆς. Ἡ ἀρχικὰ σημαντικὴ ὑδροφορία τοῦ φρέατος ἐνεθάρρυνεν εἰς αἰσιοδόξους προβλέψεις αἱ ὁποῖαι εἶχον ὡς ἀποτέλεσμα ἀρχικῶς νὰ κτισθῆ, παραπλεύρως τοῦ φρέατος, οἶκημα διὰ τὴν στέγασιν ντιζελοκινήτου ἀντλητικοῦ συγκροτήματος καὶ μιᾶς συσκευῆς διύλισεως μὲ χαλαζιακὴν ἄμμοι καὶ ἀκολούθως τὴν ἐπέκτασιν τοῦ οἰκήματος διὰ τὴν στέγασιν μονάδος χλωρίσεως. Τὸ τελικὸν



ὅμως ἀποτέλεσμα, τοῦ σημαντικοῦ αὐτοῦ ἔργου, ἦτο ἡ ἐξασθένισις τῆς παροχῆς τοῦ φρέατος μέχρι τῆς τελείας ἀποξηράνσεώς του.

Ἡ κοινοτική πηγή Κεφαλοβρύσου ἐμφανίζεται εἰς τὸ ὑψόμετρον τῶν +23 μέτρων, ὅπως καὶ τὸ φρέαρ καὶ ἐπὶ τῶν αὐτῶν σχηματισμῶν. Παλαιότερον διὰ τῶν συνεχοῦς ροῆς ὑδάτων τῆς, ἀφ' ἐνὸς μὲν ἀρδεύετο μεγάλη ἔκτασις τῆς περιοχῆς καὶ ἀφ' ἑτέρου ἐλειτούργουν δύο ὑδρόμυλοι, τὰ ἐρείπια τῶν ὁποίων διατηροῦνται ἀκόμη. Κατὰ καιροῦς, ἐπὶ τῆς πηγῆς, ἐγένοντο διάφορα ἔργα ὑδρομαστεύσεως διὰ τὴν ἐνίσχυσιν τῆς ἀποδοτικότητός τῆς. Τὸ πρῶτον ἔργον, δεξαμενὴ μὲ στόμια ὑπερχείλισεως, μεταγενέστερα ἐπεκτείνεται ἀλλὰ καὶ ἀκολουθεῖται ἀπὸ ἐμφάνισιν πηγαίων ὑδάτων εἰς κατάντη θέσιν. Ἐπὶ τῆς νέας αὐτῆς ἐκροῆς ὑδάτων, κατὰ τὸ ἔτος 1938, ἐκτίσθη κοινοτικὸν πλυντήριον τὸ ὁποῖον ἐλειτούργησεν περιορισμένον χρονικὸν διάστημα.

Κατὰ τὰς ἀρχὰς τοῦ ἔτους 1975 ἡ δεξαμενὴ ἐπὶ τῆς πηγῆς ἐξηκολούθει νὰ διατηρῆ στάθμην καὶ δι' ἀντλήσεως ἐνισχύετο τὸ δημοτικὸν ὑδραγωγεῖον Ζακύνθου διὰ ποσότητος ὕδατος φθινούσης σὺν τῷ χρόνῳ μέχρι τῆς ὀριστικῆς ἐξαντλήσεως αὐτοῦ.

Ἡ ἀνακοπὴ τῆς ὑδροφορίας εἰς τὰς ἀνωτέρω δύο περιπτώσεις, προφανῶς, ὀφείλεται εἰς ἔμφραξιν τῶν διόδων τοῦ ὕδατος αἱ ὁποῖαι κεῖνται εἰς τὸν ὑπερκεῖμενον σχηματισμὸν τοῦ ὑπὸ πίεσιν ὑδροφόρου, ὅπως δὲ προκύπτει ἀπὸ τὰ ἤδη ἐκτεθέντα, σχετίζεται μὲ τὴν ἀντλησιν καὶ ταπείνωσιν τῆς ὑδροστατικῆς στάθμης. Ὅμως, ἡ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον μείωσις τῆς ὑδατικῆς πίεσεως ἢ συνδέεται μὲ αὐξησιν τῆς ἐνεργοῦ ἔδαφικῆς τάσεως  $\sigma$  καθ' ὅτι ἡ συνολικὴ τάσις εἰς θεωρούμενον βάθος εἶναι  $\sigma_{\text{ολ}} = \sigma + u$ . Ἐφ' ὅσον ὅμως πρὸ τῆς ἀντλήσεως ἔχομεν στάθμην εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐδάφους, ἡ ἐνεργὸς ἔδαφικὴ τάσις περὶ τὸν πυθμένα τοῦ φρέατος καὶ τῆς πηγῆς, θὰ ἰσοῦται πρὸς τὸ «βεβυθισμένον βάρος τῶν γαιῶν» καθ' ὅσον αὐταὶ εἶναι κεκορεσμένοι. (βλ. Τάσιος Θ.).

$$\text{ἦτοι: } \sigma = \sigma_{\text{ολ}} - u = (\gamma + \eta)$$

ὅπου ἡ ἐνεργὸς τάσις  $\sigma = \tau / \nu \mu^2$  ὅταν τὸ βάθος  $Z =$  μέτρα,  $\gamma =$  φαινόμενον βάρος ἐπὶ ξηροῦ καὶ  $\eta =$  πορώδες. Ἐκ τούτου προκύπτει ὅτι ἐὰν λάβωμεν ὡς  $\gamma = 1,70$  καὶ  $\eta = 0,40$ , εἰς τὸ βάθος  $Z = 8 \mu$ . τοῦ φρέατος καὶ  $Z = 2,5 \mu$ . τῆς πηγῆς ἡ ἐνεργὸς τάσις  $\sigma$  πρὸ τῆς ἀντλήσεως ἦτο ἴση πρὸς  $8,8 \tau / \mu^2$  καὶ  $2,7 \tau / \mu^2$  ἀντιστοίχως.

Μετὰ τὴν ἀντλησιν καὶ ταπείνωσιν τῆς ὑδροστατικῆς στάθμης ἡ αὐξησις τῆς ἐνεργοῦ τάσεως  $\sigma$  λόγω μειώσεως τῆς ὑδατικῆς πίεσεως  $u$  θὰ εἶναι:

$$\sigma = \gamma (I + W) Z$$

ὅπου  $W =$  φυσικὴ ὑγρασία. Λαμβάνοντες  $\gamma = 1,7$  καὶ  $W = 0,17$  ὡς μέσην τιμὴν ἐξ ἔδαφικῶν δειγμάτων, ὑπολογίζομεν τὴν ἐνεργὸν ἔδαφικὴν τάσιν εἰς  $15,8 \tau / \mu^2$  διὰ τὸ βάθος  $Z = 8 \mu$ . τοῦ φρέατος καὶ εἰς  $4,9 \tau / \mu^2$  διὰ τὸ βάθος  $Z = 2,5 \mu$ . τῆς πηγῆς.

Κατὰ τὰ ἀνωτέρω ὡς αἴτιον τῆς ἀνακοπῆς τῶν ἐκδηλώσεων τῆς ὑπογείου ὑδροφορίας προβάλλεται ἡ ἄποψις τῆς συμπίεσεως τῶν ἔδαφικῶν στρωμάτων

ἐξ ἰδίου βάρους. Ἐνίσχυσιν δὲ αὐτῆς τῆς ἀπόψεως συνιστᾶ καὶ ἡ διαπίστωσις ρωγμῶν ἐκ καθιζήσεων ἐπὶ τοῦ τοιχίου ὀπισθεν τῆς δεξαμενῆς τῆς πηγῆς, ὅπως παρουσιάζει ἡ εἰκὼν 3.

#### ΤΑ ΥΔΡΙΦΟΡΑ ΣΤΡΩΜΑΤΑ

Ὁ ἐλεύθερος ὑδροφόρος ὀρίζων, ὅπως προκύπτει ἐκ τοῦ ἐν ἐνεργείᾳ φρέατος  $\Phi_2$  τοῦ δημοτικοῦ ὑδραγωγείου τῆς Πόλεως διαμορφώνεται ἐντὸς στρώματος λεπτοκόκκου κιτρίνης ἄμμου μετὰ ἀσβεστοψαμμιτικῶν φακῶν ἢ κονδύλων. Ὁ σχηματισμὸς αὐτὸς διαπιστοῦται μέχρι βάθους 18 μ. εἰς τὴν ὑψομετρικὴν θέσιν +26 μ. τοῦ φρέατος  $\Phi_2$  καὶ συνεχίζεται πρὸς ΒΑ ὅπου μεταπίπτει εἰς ὑπὸ πίεσιν ὑδροφόρου στρῶμα λόγῳ ἀναπτύξεως ἐπ' αὐτοῦ ἀργιλικῶν καὶ μαργαϊκῶν στρωμάτων, ὅπως ἤδη ἔχει λεχθεῖ. (βλ. εἰκ. 4).

Διὰ τῆς ἐκτελεσθείσης γεωτρήσεως Α διεισιτώθη ὅτι ἀργιλικὸν στρῶμα πάχους 1,5 μ. παρεμβάλλεται ἐν συνεχείᾳ καὶ διαχωρίζει ὑποκείμενον ὑδροφόρον σχηματισμὸν ἐκ μελανοφαίων ψαμμιτῶν, ὁ ὁποῖος διατρηθεὶς παρουσίασεν αὐτόματον ροὴν καὶ ἀνάπτυξιν μέχρι βάθους 30 μέτρων, ἀπετέλεσεν δὲ τελικῶς τὸ ὑδροφόρον στρῶμα ἐκμεταλλεύσεως.

Προφανῶς ἡ ἀνωτέρω λιθολογικὴ σειρὰ ὑφίσταται καὶ εἰς τὴν θέσιν τοῦ ἀνύδρου δημοτικοῦ φρέατος  $\Phi_1$ , τὸ ὁποῖον κεῖται εἰς τὸ αὐτὸ ὑψόμετρον καὶ εἰς ἀπόστασιν περίπου 10 μ. ἐκ τῆς γεωτρήσεως. Ἡ διάνοιξις ὅμως αὐτοῦ διεκόπη, περίπου 3 μ. πρὸ τῆς συναντήσεως τοῦ πρώτου ὑπὸ πίεσιν ὑδροφόρου στρώματος, ἐντὸς τοῦ ἀργιλικοῦ ὑπερκειμένου αὐτοῦ.

#### ΤΟ ΝΕΟΝ ΥΔΡΟΛΗΠΤΙΚΟΝ ἜΡΓΟΝ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟΥ

Τὰ πορίσματα ἐκ τῶν δεδομένων τῶν ἐκδηλώσεων τῆς ὑδροφορίας κατηύθυναν εἰς τὴν προδιαγραφὴν νέου ὑδροληπτικοῦ ἔργου προσηρμοσμένου εἰς ὑδροληψίαν ἀπὸ βαθυτέρους ὀρίζοντας, τὸν ὁποῖον ἡ ἐκμετάλλευσις δι' ἀβαθῶν ἔργων, ὅπως τὰ ὑφιστάμενα φρέατα, εἶναι ἀτελής.

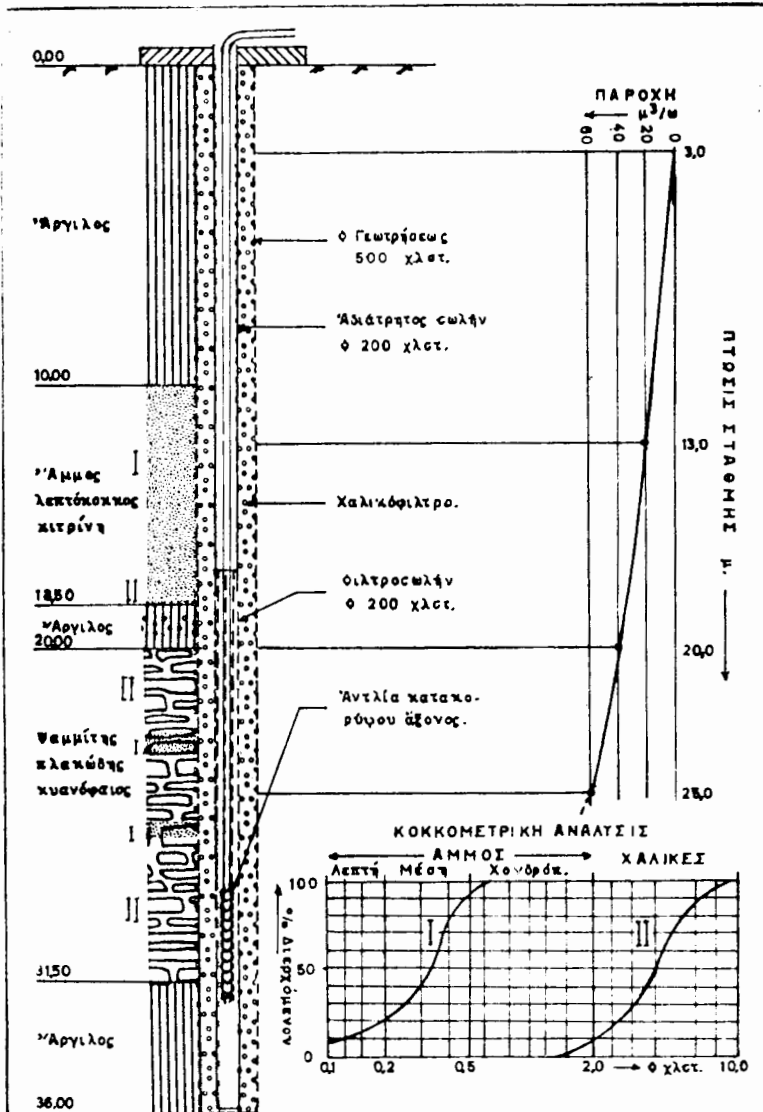
Ἀποδειχθέντος ὅτι ὄντως εἰς βαθύτερα στρώματα, ὑποκείμενα τοῦ σχηματισμοῦ τοῦ φρεατίου ὀρίζοντος ἢ τοῦ ἀνωτέρου ὑπὸ πίεσιν, ὑφίσταται πλουσία ὑδροφορία ἐκδηλωθεῖσα δι' αὐτομάτου ροῆς, ἀπεφασίσθη ὑδροληψία ἐκλεκτικῶς ἀπὸ τὸν σχηματισμὸν αὐτόν. Καὶ τοῦτο διότι ἡ λεπτοκόκκος σύστασις τοῦ ἀνωτέρου ὑδροφορέως ἀφ' ἑνὸς μὲν θὰ περιώριζε τὴν παροχὴν τῆς γεωτρήσεως, ἀφ' ἑτέρου δὲ θὰ ἠμπόδιζε τὴν ταπεινώσιν τῆς στάθμης κατὰ τὴν ἀντλησιν χωρὶς τὰ δυσμενῆ ἐπακόλουθα τῆς ἀντλήσεως λεπτοκόκκου ἄμμου.

Ἡ διάτρησις ἐγένετο μὲ διάμετρον 500 χλστ. καὶ τὸ ἐγκατασταθὲν σύστημα σωλῆνων καὶ φίλτρων ἦτο 8'. Αἱ διάμετροι αὐταὶ ἐπελέγησαν μὲ σκοπὸν τὴν δημιουργίαν παχέως στρώματος χαλικοφίλτρου πρὸς ἀποτελεσματικὴν ἀντιμετώπισιν τοῦ ἐνδεχομένου τῆς ἀντλήσεως ἄμμου, καίτοι ἡ ἐφαρμογὴ τοῦ συστήματος αὐτοῦ ἀπέβαιεν εἰς βάρος τῆς δυναμικότητος τῆς γεωτρήσεως.



Ἡ ἀπεικόνισις τῶν τεχνικῶν χαρακτηριστικῶν τῆς γεωτρήσεως Α συνοψίζεται εἰς τὴν εἰκόνα 5 ἀπὸ κοινοῦ μετὰ τῆς λιθολογικῆς τομῆς.

Ἡ εὐστοχος ἐπιλογή τῆς διατάξεως τοῦ ὑδροληπτικοῦ συστήματος καὶ ἡ ἀκρίβεια ἐφαρμογῆς αὐτοῦ εἰς τὰς ἐκτελεσθείσας τελικῶς δύο γεωτρήσεις (βλ. εἰκ. 1 καὶ 4), ἀπεδείχθη διὰ τῆς κανονικῆς λειτουργίας αὐτῶν ἐπὶ 20 μῆνον διά-



Εἰκ. 5. Λιθολογικὴ τομὴ τῆς γεωτρήσεως Α καὶ παράλληλος παρουσιάσις ἐγκατασταθέντος συστήματος σωλήνων—φίλτρων, ἀντλίας καὶ διηγραμματος παροχῆς—πτώσεως στάθμης. (Ἡ στάθμη ἡρεμίας μετὰ ἀπὸ πολυήμερον ἄντλησιν.

στημα, τὸ ὁποῖον ἀπετέλεσεν τὸν χρόνον ἐγγυήσεως τοῦ ἔργου. Διὰ τῶν δύο



Εἰκ. 6. Τελικὴ σωλήνωση τῆς γεωτρήσεως.

αὐτῶν γεωτρήσεων προσετέθη εἰς τὸ δημοτικὸν ὑδραγωγεῖον Ζακύνθου, ἀπὸ τοῦ ἔτους 1975, ποσότης  $1.800 \mu^3$  ὕδατος διὰ 20ῶρου ἡμερησίας ἀντλήσεως.

#### Η ΠΟΙΟΤΗΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

Περὶ τῆς ποιότητος τοῦ ὕδατος τῶν γεωτρήσεων ἐκτὸς ἀπὸ τὰς ἐργαστηριακὰς ἐξετάσεις τῶν Ὑγειονομικῶν Ἀρχῶν, λεπτομερῶς ἀναφέρεται καὶ ἡ ὕδατοχημικὴ ἔκθεσις τοῦ Δρος Γ. Σιγάλου τῆς 11.5.1975.

Εἰς τὴν ἔκθεσιν τὸ ὕδωρ χαρακτηρίζεται ὡς μαλακόν, ἔχον ἀρνητικὸς τοὺς



Εικ. 7. Έγκατάσταση άντλιας κατακορύφου άξονος.

δείκτας πιθανής ρυπάνσεως. Ειδικότερα δέ αναφέρεται εις τὰ φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά ως εξής:

Χροία	: Άνευ		
Όψις	: Άνευ		
P.H.	: 7,7		
Άμμωνία	: 0	Άσβέστιον	: 0,102 ‰
Νιτρικά	: Εις φυσικήν αναλογίαν	Μαγνήσιον	: 0,05 ‰
Νιτρώδη	: 0	Κάλιον	: 0,003 ‰
Θειικά	: 35 PPM Έλαχιστη αύξησης	Πυρίτιον	: 5 mg/l
Χλωριούχα	: 23,4 mg/l	Φωσφόρος	: Normal 8 - 10χιλ.
Άνθρακικών όξυ	: Ίχνη		
Σκληρότης	: Γερμανικοί βαθμοί 11		
	Γαλλικοί » 19,6		

Η αύτη έργαστηριακή εξέταση εμφανίζεται άρνητική ως προς την άνίχνευσιν τών κάτωθι ούσιών:

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

Σιδήρου, χαλκού, όξυγόνου, μεθανίου, ύδροθείου, άζώτου, ψευδαργύρου, ιωδίου, βρωμίου, μολύβδου μαγγανίου, βαρίου και στροντίου.

## Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Ι Σ

Η πόλις της Ζακύνθου, κατά τó έτος 1974, πλημμελώς έκάλυπτεν τās ανάγκας ύδρευσεως τών 10.000 κατοίκων της. Η άνεπάρκεια τών δύο ύδραγωγείων τά όποία διέθετε, έντονωτέρα παρά ποτέ λόγω της άνομβρίας, είχεν ως έπακόλουθον τήν άναζήτησιν λύσεως άμέσου ίκανοποιήσεως τών ύδρευτικών άπαιτήσεων.

Πρός τόν σκοπόν αυτόν διερευνήθη ή γεωμορφολογική ένότης και ή γεωλογική δομή της περιοχής Κεφαλοβρύσου, όπου έπραγματοποιείτο ή άνεπαρκής ύδροληψία του ΒΔ. ύδραγωγείου της Πόλεως, μετά δέ και από τήν μελέτην τών έκδηλώσεων ύδροφορίας τών Πλειοκαινικών σχηματισμών εις τήν περιοχην αυτήν συμπεραίνεται ή ύπαρξις άνεκμεταλλεύτου ύπογείου ύδροφορίας.

Η εκτέλεσις δύο γεωτρήσεων εις Κεφαλόβρυσον, κατά τó έτος 1975, επιβεβαιώνει τās προβλέψεις περί της ύδροφορίας και ούτω έπιτυγχάνεται ή έξασφάλισις 1.800 μ<sup>3</sup> ύδατος εις ήμερησίαν 20ωρον άντλησιν.

Ο εκμεταλλευόμενος ύδροφόρος όρίζων ένετοπίσθη έντός ψαμμιτικού ύδροφορέως, ύποκειμένος του γνωστού μέχρι τότε φρεατίου, ό όποιος μετά τήν διάτρησιν παρουσίασεν αυτόματον ροην εις ύψόμετρον +23 μέτ.ύ.θ.

Ως χαρακτηριστικά εκ της άντλήσεως προέκυψαν, ή σταθερότης της παροχής και ή άμετάβλητος άρίστη ποιότης του ύδατος, εις διάστημα 20 μηνών συνεχούς λειτουργίας τών γεωτρήσεων.

## R E S U M E

La ville de Zante, en 1974, n'a pas pu couvrir ces besoins en eau par les captages des deux conduits qu'elle dispose. L'alimentation qui devint défectueuse, à cause de la sécheresse, à conduit à la décision de prendre dans l'immediat une solution.

Pour cette raison, l'examen des données géologiques dans l'unité geomorphologique de la region de Kephalovrissos, oùs'est implanté le captage de la N.W. conduite de la ville, est l'étude ses ressources en eau sur le terrain précédent, nous a conduit de présumer la possibilité de l'existence des nappes profondes captives, inexploitées.

L'exécution de deux forages, A et B respectivement à 36 et 60 mètres de profondeur et à l'altitude de E23 et +30 mètres. affirment les prévision de la présence d'une nappe importante avec cours artésien à l'altitude de +23 mètres.

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας. Α.Π.Θ.

La nappe captée par les forages, circule dans une formation des grès du Pliocène qui relève les sables de la nappe superficielle (nappe libre), séparée d'eux par des intercalations argileuses.

Le débit total de l'ouvrage est de 90 m<sup>3</sup>/h par niveau dynamique de 0 mètres (rapport à la mer) et reste constant pendant 20 mois de pompage continu.

#### B I B Λ Ι Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

- BIZON, G. - ΜΙΡΚΟΥ, R. (1969): Les foraminifères du Pliocène de l'île de Zante. (Grèce Occidentale). — Proc. First Intern. Conf. on Plankt. Microf. (Geneva 1967) 1, 179 - 189, Leiden.
- DAVIS, E. (1959): Die stratigraphische Gliederung der erdölführenden Schichten der Insel, Zante. — Πρακτ. Ἀκαδ. Ἀθηνῶν, 34, 120 - 129.
- ΜΙΡΚΟΥ - ΠΕΡΙΠΟΠΟΥΛΟΥ, Μ. (1974): Στρωματογραφία και γεωλογία τοῦ βορείου τμήματος τῆς νήσου Ζακύνθου. — Γεωλ. Χρον. Ἑλλ. Χωρῶν, 26, 35 - 108.
- ΤΑΣΙΟΣ, Θ. Συνεπτυγμένα μαθήματα στοιχείων Ἐδαφομηχανικῆς, Θεμελιώσεων καὶ Σηράγγων. Ε.Μ.Π. Τεύχος VI.
- ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ, Γ. (1971): Περὶ τῶν νεογενῶν ἀποθέσεων τῆς περιοχῆς Κυλλήνης - ΒΔ. Πελοπόννησος. Εἰδικαὶ μελέται ἐπὶ τῆς γεωλογίας τῆς Ἑλλάδος. Ι.Γ.Ε.Υ., 11.

Διὰ γενικωτέραν βιβλιογραφίαν περὶ τῆς γεωλογίας καὶ στρωματογραφίας τῆς νήσου Ζακύνθου, ἴδε «Μίρκου - Περιπόπουλου, Ρ.Μ. 1974, ὡς ἀνωτέρω.