

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 2ΑΣ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 1989

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΣΟΛΩΝΟΣ ΚΥΔΩΝΙΑΤΟΥ

ΓΕΩΦΥΣΙΚΗ. — Παλαιογεωγραφικές παρατηρήσεις στην περιοχή ανατολικά του Πολυκάστρου - Κιλκίς, βάσει γεωηλεκτρικής έρευνας, υπό τής κ. 'Αθανασίας Παπαγιαννοπούλου - Οικονόμου*, διὰ τοῦ 'Ακαδημαϊκοῦ κ. 'Αγγ. Γαλανοπούλου.

1. Εἰσαγωγή

Ἡ παροῦσα ἐργασία ἀφορᾷ σὲ ἀνακοίνωση παλαιογεωγραφικῶν συμπερασμάτων, ποὺ ἀναφέρονται στὴν περιοχή ἀνατολικά τοῦ Πολυκάστρου-Κιλκίς.

Τὰ συμπεράσματα αὐτὰ βασίζονται στὰ ἀποτελέσματα γεωηλεκτρικῶν διασκοπήσεων, ποὺ διενεργήθηκαν ἀπὸ τὴν συγγραφέα κατὰ τὸ παρελθὸν γιὰ λογαριασμὸ τοῦ Ἵπουργείου Δημοσίων Ἔργων. Ἡ μελέτη αὐτὴ ἔγινε στὰ πλαίσια ἀντιπλημμυρικῶν-ἀποχετευτικῶν ἔργων καὶ ἀποσκοποῦσε κυρίως στὴν διερεύνηση τῆς λιθολογικῆς συστάσεως καὶ στὸν καθορισμὸ τοῦ πάχους τῶν κλαστικῶν ὕλικῶν τοῦ ὑπεδάφους τῆς περιοχῆς τὸσον κατὰ τὴν ὀριζόντια, ὅσον καὶ κατὰ τὴν κατακόρυφο.

Ἡ γεωφυσικῶς διερευνηθεῖσα περιοχή, ἡ ὁποία εὑρίσκεται νοτίως τῆς ἀπὸ ἐτῶν ἀποξηρανθείσης λίμνης Ἀρτζάν, ἐκάλυψε ἔκταση 35 Km² περίπου, μέχρι βάθους τουλάχιστον 100m.

*Ἐχει ἐπίπεδη μορφολογία καὶ μέσο ὑψόμετρο +25m (βλ. Σχ. 1).

* ATHANASIA PAPAYANNOPOULOU - ECONOMOU, **Paleogeographical remarks concerning the area east of Polycastro - Kilkis, based on geoelectrical survey**

Στην έρευνα αυτή κυρίως ενδιέφερε, αν το υπέδαφος τής περιοχής είχε σε όλη τήν έκταση όμοιογενή σύνθεση, ιδίως σε ό,τι αφορά στην περιεκτικότητά του σε άργιλικά και άμμώδη ύλικά ή αν παρουσίαζε σε όρισμένες θέσεις κάποια διαφοροποίηση πλευρική ή κατά βάθος, λόγω τής εκάστοτε επικρατήσεως λεπτομερών ή άδρομερών σχηματισμών. Ίδιαίτερα ενδιέφερε να διαπιστωθεί ή έκταση τοῦ πάχους τοῦ άργιλικής συστάσεως άλλουβιακοῦ στρώματος, που αναπτύσσεται ανατολικά τής νοητής γραμμής Πολυκάστρου-Λιμνοτόπου και επικαλύπτει τούς άδρομερές σχηματισμούς.

Από τήν γεωλογική έρμηνεία τῶν αποτελεσμάτων τῶν γεωηλεκτρικῶν διασκοπήσεων προέκυψαν και άλλα στοιχεία, πέραν εκείνων που άφοροῦσαν στην αναφερθεῖσα μελέτη αντιπλημμυρικῶν - άποχευτικῶν έργων. Τά στοιχεία αυτά συμβάλλουν στην πληρέστερη γνώση τής Παλαιογεωγραφίας τής περιοχής αυτής, δίδοντας έμμεσα πληροφορίες για μεταβολές τής εντάσεως φυσικῶν φαινομένων στο παρελθόν, που συνδυάζονται με γεωλογικά φαινόμενα.

Τά στοιχεία αυτά δέν είναι εύκολο να άποκτηθοῦν μόνον με τήν γεωλογική έρευνα, ή όποία βασίζεται κυρίως σε υπαίθριες παρατηρήσεις επιφανείας.

2. Γεωηλεκτρική έρευνα

2.1. Διεξαγωγή τῶν μετρήσεων

Στην έρευνα αυτή εφαρμόσθηκε ή μέθοδος τής ειδικής ήλεκτρικής αντίστασεως με τήν τεχνική τῶν γεωηλεκτρικῶν βυθοσκοπήσεων, με συνεχές ρεύμα και διάταξη ήλεκτροδίων κατά Schlumberger. Διεξήχθησαν συνολικῶς 87 γεωηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις, από τις όποιες οι 20 με μεγαλύτερη ήλεκτροδιακή άπόσταση $AB=500m$ και οι υπόλοιπες 67 με $AB=260m$.

Ή διάταξη τῶν βυθοσκοπήσεων αὐτῶν έγινε κατά μήκος 10 άξόνων, όπως φαίνεται στον χάρτη τοῦ σχήματος 1. Οι 9 άξονες είναι παράλληλοι μεταξύ των με ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση, που αντιστοιχεί περίπου στην διεύθυνση τοῦ κάτω πλειοκαινικοῦ τοιχώματος τής παλαιᾶς λίμνης Ἄρτζάν (Mergier 1968), ενώ ο δέκατος άξονας είναι κάθετος στους προηγούμενους. Οι άποστάσεις μεταξύ τῶν βυθοσκοπήσεων, που άνήκουν στον ἴδιο άξονα, κυμαίνονται από 300-800m, ενώ ή άπόσταση μεταξύ τῶν άξόνων είναι 700-1200m. Με τήν διάταξη αυτή τῶν βυθοσκοπήσεων καλύφθηκε ή υπό εξέταση περιοχή με μιá μέση πυκνότητα 2,5 γεωηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, που κρίνεται πολύ ίκανοποιητική για τήν έρευνα αυτή.

Για κάθε γεωηλεκτρική βυθοσκόπηση προσδιορίσθηκε ή μεταβολή τής φαι-

νομένης ειδικής αντίστασης, συναρτήσει τής ηλεκτροδιακής απόστασης AB , δηλαδή ή σχέση $\rho_a = f\left(\frac{AB}{2}\right)$.

2.2. Έπεξεργασία τών μετρήσεων

Στά διλογαριθμικά διαγράμματα B_4 , B_{12} , Γ_2 και H_4 (Σχ. 2) δίδονται ένδεικτικώς χαρακτηριστικές μορφές τής σχέσεως $\rho_a = f\left(\frac{AB}{2}\right)$, πού προσδιορίσθηκαν

στην περιοχή, καθώς και τὸ ἀποτέλεσμα τής ἀναλύσεως τής καμπύλης ὑπὸ μορφήν ὀριζοντίου στήλης, δηλαδή τὰ ὄρια — σὲ λογαριθμικὴ κλίμακα — και ἡ εἰδικὴ ἀντίσταση τῶν προσδιορισθέντων «στρωμάτων».

Τὰ ἐκ τής ἀναλύσεως τής καμπύλης προσδιοριζόμενα στρώματα παριστοῦν κατ' ἀρχὴν ζῶνες διαφορετικῆς ἀγωγιμότητος. Ἡ ταύτιση τῶν στρωμάτων αὐτῶν μὲ ὁμοιογενεῖς λιθολογικοὺς σχηματισμοὺς εἶναι ἐφικτὴ ὑπὸ τὴν προϋπόθεση, ὅτι ἡ διαφορὰ στὴν ἠλεκτρικὴ ἀγωγιμότητα τῶν ἐπὶ μέρους σχηματισμῶν τοῦ ὑπεδάφους εἶναι ἀρκετὰ αἰσθητὴ και τὸ πάχος ἐκάστου σχηματισμοῦ σχετικῶς μεγάλο, ὡς πρὸς στὸ βάθος τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται.

Κατὰ συνέπειαν, ὅταν οἱ σχηματισμοὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ κατ' ἐναλλαγὴ λεπτῆς ἐνστρώσεως διαφορετικῶν λιθολογικῶν ὑλικῶν — συνήθης δομῆ σὲ κλαστικοὺς σχηματισμοὺς, ὅπως οἱ τῆς ὑπὸ μελέτην περιοχῆς — τὰ προσδιοριζόμενα γεωηλεκτρικῶς «στρώματα» δὲν ἀπεικονίζουσι ὁμοιογενεῖς λιθολογικοὺς σχηματισμοὺς, ἀλλὰ «ζῶνες» ἐντὸς τῶν ὁποίων ἐπικρατοῦν ἐνστρώσεις ἀπὸ λιθολογικὸ ὑλικὸ διαφορετικὸ ἐκεῖνου, πού ἐπικρατεῖ στὴν ὑπερκείμενη και ὑποκείμενη «ζώνη».

Ἐξ ἄλλου, εἶναι γνωστόν, ὅτι ἡ τιμὴ τῆς εἰδικῆς ἀντίστασης τῶν κλαστικῶν σχηματισμῶν ἐξαρτᾶται — ὑπὸ τὴν προϋπόθεση ὅτι τὸ περιεχόμενο ἐντὸς αὐτῶν νερὸ δὲν περιέχει μεγάλο ποσοστὸ ἀλάτων — ἀπὸ τὴν περιεκτικότητά τους σὲ ἀργιλικὰ ὑλικά, εἶναι δὲ τόσο μικρότερη, ὅσο ἡ ἀργιλικὴ συνιστώσα εἶναι μεγαλύτερη, δεδομένου ὅτι οἱ μὲν ἀργίλοι ἔχουσι εἰδικὴ ἀντίσταση μικρότερη τῶν $15 \Omega m$, ἐνῶ οἱ ἀμιγεῖς ἀδρομερεῖς σχηματισμοὶ μεγαλύτερη τῶν $100 \Omega m$.

Ἀπὸ τὴν συσχέτιση τῶν ἀποτελεσμάτων τῶν γεωηλεκτρικῶν βυθοσκοπήσεων γειτονικῶν θέσεων προέκυψαν βασικῶς πέντε «στρώματα» (ζῶνες ἀγωγιμότητος).

Ἀπὸ τὴν σύγκριση τῶν γεωηλεκτρικῶς προσδιορισθέντων στρωμάτων πρὸς τὰ ἀποτελέσματα δειγματοληπτικῶν γεωτρήσεων, πού ἀνορύχθηκαν σὲ θέσεις γεωηλεκτρικῶν βυθοσκοπήσεων, προέκυψε ἡ ἀντιστοιχία τοῦ πίνακος Α.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α.
ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΓΕΩΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ
ΠΡΟΣ ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΟΥΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥΣ

$\rho_1 < 15 \Omega\text{m}$	Άργιλικοί σχηματισμοί
$\rho_2 = 15-30 \Omega\text{m}$	Άργιλοαμμώδεις σχηματισμοί
$\rho_3 = 30-60 \Omega\text{m}$	Αμμώδεις σχηματισμοί
$\rho_4 = 60-100 \Omega\text{m}$	Άμμος + χαλικομιγείς σχηματισμοί
$\rho_5 = 250-400 \Omega\text{m}$	Κρυσταλλικό υπόβαθρο

Με βάση τα αποτελέσματα των γεωηλεκτρικών βυθοσκοπήσεων σχεδιάσθηκαν οι γεωηλεκτρικές τομές των σχημάτων 3, 4, 5, 6, 7 και 8 στις όποιες απεικονίζεται ή γενική «λιθολογική» δομή του υπεδάφους της έρευνθείσης περιοχής.

Άπο τις γεωηλεκτρικές αυτές τομές συνάγεται εύχερωδ ή κατά την όριζόντια και σε βάθος ανάπτυξη των επί μέρους κλαστικών σχηματισμών.

2.3. Έρμηνεία των αποτελεσμάτων

Άπο την λεπτομερή επισκόπηση των γεωηλεκτρικών τομών προκύπτουν τα ακόλουθα:

Τό υπεδάφος της έρευνθείσης περιοχής μέχρι βάθους τουλάχιστον 100m δέν έχει όμοιομερή λιθολογική σύσταση σε όλη την έκτασή του. Άποτελείται από κλαστικούς σχηματισμούς με χαμηλή σχετικώς ειδική αντίσταση, $\rho = 8-100 \Omega\text{m}$. Άπο πετρολογική άποψη οι σχηματισμοί αυτοί αντίστοιχούν σε άργιλοαμμώδη και χαλικομιγή πετρώματα. Η περιεκτικότητα των σχηματισμών σε άδρομερή συστατικά και τό πάχος αυτών έλαττοΰται από ΝΔ πρδς ΒΑ, ήτοι από τόν ποταμό Άξιό πρδς την λίμνη Άρτζάν, όπως φαίνεται από τις γεωηλεκτρικές τομές Ζ-Ζ', Β-Β', Γ-Γ', Η-Η', και Ε-Ε' των σχημάτων 3, 4 και 5.

Οί πλέον άδρομερείς σχηματισμοί άπαντώνται στο δυτικό τμήμα της περιοχής μεταξύ του αναχώματος του Άξιοΰ και της ίσοΰψους των +25m. Οί σχηματισμοί αυτοί έξελίσσονται από τό Πολύκαστρο πρδς τόν Λιμνότοπο σε όλιγότερο άδρομερείς (Σχ. 6).

Κάτω από τούς άδρομερείς σχηματισμούς, των όποιων τό πάχος στο ΝΔ τμήμα φθάνει τά 60-70m (Βλ. γεωηλ. τομές Α-Α', Β-Β' και Ε-Ε' των σχημάτων 3, 4 και 5), επικρατούν σχηματισμοί από λεπτόκοκκα ύλικά ($\rho \leq 15 \Omega\text{m}$).

Τό κρυσταλλικό υπόβαθρο στο κέντρο της περιοχής εύρίσκεται σε βάθος άνω των 150m, όπως προκύπτει από τις γεωηλεκτρικές καμπύλες και τομές. Πλη-

σίον και παραλλήλως τῆς ἀνατολικῆς παρυφῆς ἐντοπίζεται κλιμακωτὴ μετάπτωση (Σχ. 4).

Ἀπὸ τὰ γεωηλεκτρικῶς προσδιορισθέντα στρώματα ιδιαίτερο ἐνδιαφέρον παρουσιάζει τὸ κατώτερο στρώμα, μὲ τὴν χαμηλότερη εἰδικὴ ἀντίσταση, $\rho \leq 15 \Omega\text{m}$, πὺ ἀντιστοιχεῖ σὲ ἀργιλικὸ πέτρωμα τύπου ἰλύος, ὅπως οἱ ἀποθέσεις στὸν πυθμένα λιμνῶν, ὅπου ἐπικρατοῦν συνθῆκες ἥρεμης ἰζηματογενέσεως. Τὸ στρώμα αὐτὸ μὲ τὴν χαμηλὴ ἀντίσταση, ὅπως φαίνεται στὸ ΒΑ τμήμα τῶν γεωηλεκτρικῶν τομῶν τοῦ σχήματος 4 ἔχει ἀποθεθεῖ ἐπάνω σὲ κρυσταλλικὸ ὑπόβαθρο, μὲ εἰδικὴ ἀντίσταση $\rho = 250\text{-}400 \Omega\text{m}$.

Ἡ ἐπαφὴ τοῦ στρώματος αὐτοῦ μὲ τὸ ὑπερκείμενό του ἀδρομερὲς βυθίζεται ἀπὸ ΒΑ πρὸς ΝΔ, ὅπως δείχνουν οἱ γεωηλεκτρικὲς τομές Β-Β', Γ-Γ', κ.λπ.

Ἡ ὀριζόντια ἀνάπτυξη τοῦ στρώματος αὐτοῦ αὐξάνει μὲ τὸ βάθος ὅπως φαίνεται στὰ σχήματα 6, 7 καὶ 8, ὅπου δίδεται ἐνδεικτικῶς ἡ ὀριζοντιογραφία τῆς ἐρευνηθείσης περιοχῆς, σὲ βάθη 25, 50 καὶ 80m ἀντιστοίχως.

Ἡ ἀπὸ ΒΑ πρὸς ΝΔ βύθιση τῆς ἄνω ἐπιφανείας τοῦ στρώματος μὲ τὴν μικρὴ εἰδικὴ ἀντίσταση $\rho \leq 15 \Omega\text{m}$, δηλαδὴ τοῦ στρώματος ἀπὸ ἰλὺ καὶ ἡ ἀπόθεση ἐπάνω σὲ αὐτὸ ἐνὸς ἄλλου στρώματος μὲ μεγαλύτερη εἰδικὴ ἀντίσταση $\rho = 30\text{-}100 \Omega\text{m}$ (βλ. γεωηλεκτρικὲς τομές Β-Β', Γ-Γ', Η-Η', Ζ-Ζ') πὺ ἀπὸ γεωηλεκτρικὴ ἀποψη σημαίνει ὀλιγότερο ἀργιλοῦχο στρώμα, δηλαδὴ στρώμα στὴν σύσταση τοῦ ὁποίου συμμετέχουν καὶ μὴ ἀρχιλοῦχα χονδρόκοκκα ὑλικά, ὑποδηλοῖ ὅτι οἱ συνθῆκες τῆς ἥρεμης ἰζηματογενέσεως στὴν περιοχὴ αὐτὴ ἄλλαξαν. Τέτοια φαινόμενα παρουσιάζονται στὶς περιπτώσεις πὺ τὰ νερὰ τῶν ποταμῶν γίνονται πῶ ὀρητικὰ, ὥστε νὰ διαβρῶνουν τὴν κοίτη τους καὶ νὰ μεταφέρουν τὰ ἀδρομερῆ ὑλικά τῆς διαβρώσεως καὶ νὰ τὰ ἐναποθέτουν ἐπάνω σὲ λεπτόκοκκα. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς συνήθως πρόκειται γιὰ ἀνοδικὲς κινήσεις τῆς ξηρᾶς, μὲ τίς ὁποῖες συνδέεται καὶ ὁ σχηματισμὸς ἀναβαθμίδων (terrasses) σὲ ποτάμια (Wooldridge-Morgan 1959 σ. 163, Rogers-Adams 1966 σ. 258 καὶ Ψαριανὸς 1969 σ. 266). Ἀνάλογα φαινόμενα παρατηροῦνται ὅταν γίνονται καταρρακτώδεις βροχές, ἀλλὰ στὶς περιπτώσεις αὐτὲς πρόκειται γιὰ βραχύβια φαινόμενα, ἐνῶ στὴν προκειμένη περίπτωσι γιὰ μακροχρόνια, ὅπως συμπεραίνεται ἀπὸ τὴν μεγάλη διάβρωση τοῦ κάτω στρώματος ($\rho \leq 15 \Omega\text{m}$) ἡ ὁποία σὲ μερικὲς θέσεις φθάνει τὰ 70m πάχους (βλ. νότιο τμήμα γεωηλεκτρικῶν τομῶν Β-Β' καὶ Γ-Γ', τοῦ σχήματος 4).

Ἀνωψωτικὲς κινήσεις στὴν Μακεδονία ἀναφέρονται γιὰ τὴν πεδιάδα τῆς Θεσσαλονίκης κατὰ τὸ Ἀλλοῦβιο (Μητσόπουλος 1938, σ. 8) καὶ γενικότερα σὲ ὅλη τὴν Μακεδονία κατὰ τὸ Διλλοῦβιο, πὺ κατὰ τὸν Osswald (1938 σ. 11) ἀντιστοιχοῦν στὴν ἰσοστατικὴ ἀποκατάσταση τῆς ἰσοροπίας, πὺ διαταράχθηκε ἀπὸ

μία γενική καθίζηση τῆς Βόρειας Αἰγίδος. Ἀργότερα, κατὰ τὸ Ἀνώτερο Πλειστόκαινο, ἀनुψωτικές κινήσεις ἀναφέρονται (Ψιλοβίκος κ.ἄ. 1978) καὶ στὴν περιοχή τῶν Βρωμολιμνῶν - Μυγδονίας (50Km ἀνατολικά τῆς Θεσσαλονίκης) ὅπως καὶ στὴν περιοχή τῆς Σερβομακεδονικῆς μάζας (Ψιλοβίκος καὶ Βαβλιάνης 1982/83).

Ἔτσι μποροῦμε νὰ ποῦμε ὅτι ἐξ αἰτίας ἀνουψωτικῶν κινήσεων στὴν περιοχή τῆς λίμνης Ἀρτζάν, τὰ νερὰ πὺ ἐξέβαλε ἐκεῖ ὁ χεῖμαρρος Ἀγιακ ἐγιναν πιδ ὀρμητικά μὲ ἀποτέλεσμα: 1) νὰ διαβρώσουν τὰ χαλαρὰ ἰζήματα τῶν νοτίων τοιχωμάτων τῆς λίμνης αὐτῆς καὶ ἀμέσως μετὰ τὰ ἰζήματα τοῦ νοτίου τμήματος τοῦ πυθμένος τῆς καὶ 2) νὰ ἀποθέσουν ἐπάνω στὴν διαβρωμένη ἐπιφάνεια τῶν ἰζημάτων μὲ $\rho \leq 15 \Omega m$, πιδ ἀδρομερεῖς σχηματισμοὺς μὲ $\rho = 30-100 \Omega m$.

Ἡ ἀποψη αὐτὴ ἐνισχύεται καὶ ἀπὸ τὴν γεωηλεκτρικὴ διαπίστωση, ὅτι ἡ διαχωριστικὴ ἐπιφάνεια τῶν στρώματων $\rho \leq 15 \Omega m$ καὶ $\rho = 30-100 \Omega m$, πὺ μπορεῖ νὰ χαρακτηρισθεῖ ὡς παλαιὰ ἐπιφάνεια διαβρώσεως, παρουσιάζει κλίση πρὸς νότον. Ἡ βαθμιαία, λόγω διαβρώσεως, μείωση τοῦ πάχους τῶν ἰζημάτων τοῦ κατωτέρου στρώματος ($\rho \leq 15 \Omega m$) πρὸς τὴν κατεύθυνση αὐτὴ φθάνει τὰ 70m, μὲ ἀντίστοιχη αὔξηση τοῦ πάχους τοῦ ἄνω στρώματος ($\rho = 30-100 \Omega m$) πὺ ὅπως ἀναφέρθηκε ἀποτέθηκε σὲ περίοδο, ὅπου τὰ ρέοντα νερὰ στὴν περιοχή αὐτὴ εἶχαν ἀποκτήσει μεγάλη σχετικῶς ὀρμητικὴ ροή. Ἐξ ἄλλου, ἐφ' ὅσον ἀπὸ τὴν γεωηλεκτρικὴ διασκόπηση δὲν διαπιστώθηκαν στὰ ἀλλουβιακὰ στρώματα τῆς περιοχῆς μεταπτώσεις καὶ ρήγματα πὺ θὰ προκαλοῦσαν ἐκροὴ τῶν νερῶν τῆς λίμνης, τοῦτο θὰ ἔγινε μὲ διάβρωση ἐνὸς τμήματος τῶν τοιχωμάτων τῆς, ἀκριβῶς ὅπως γίνεται ἡ διάβρωση τῆς κοίτης τῶν ποταμῶν ὅταν τὰ νερὰ τους γίνουν ὀρμητικά, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ σχηματίζονται ἀναβαθμίδες.

Ἡ παρατήρηση ὅτι οἱ σχηματισμοὶ μὲ εἰδικὴ ἀντίσταση $\rho = 30-100 \Omega m$, πὺ ἀποτέθηκαν ἐπάνω στὸ στρώμα μὲ $\rho \leq 15 \Omega m$, παρουσιάζουν τὸ μεγαλύτερο πάχος στὸ νότιο τμήμα, πὺ ὑπερβαίνει τὰ 70m κατὰ μῆκος τοῦ ἄξονος A-A', ὁ ὁποῖος εἶναι προέκταση τοῦ κεντρικοῦ ἄξονος τῆς λίμνης Ἀρτζάν, ἐνισχύει τὴν ἀποψη, ὅτι ἡ ἀπόθεση τῶν φερτῶν ὑλικῶν ἔχει σχέση μὲ μιὰ βαθμιαία ἐκκένωση τοῦ νεροῦ τῆς λίμνης, λόγω ἀνουψωτικῶν κινήσεων στὴν περιοχή αὐτὴ.

Ἔτσι τὰ νερὰ τοῦ ποταμοῦ Ἀγιακ, πὺ ἐφθάναν στὴν λίμνη, ἐκινοῦντο ὀρμητικά πρὸς νότον καὶ ὑπέσκαπταν τὸν πυθμένα τῆς στὴν διεύθυνση τοῦ ἄξονος A-A', ὅπου στὴν ἀρχὴ δημιούργησαν μιὰ αὐλάκα μέσα στὸ στρώμα ἀπὸ ἴλὺ καὶ κατόπιν ἀπέθεσαν ἐκεῖ τὰ ἀδρομερῆ ὑλικά, πὺ μετέφερε ὁ χεῖμαρρος Ἀγιακ.

Ἡ ἀπόθεση ἐπάνω στὸν σχηματισμὸ μὲ $\rho = 30-100 \Omega m$ ἐνὸς ἄλλου σχηματισμοῦ μὲ $\rho = 14-25 \Omega m$, δηλαδὴ μὲ πιδ λεπτόκοκκα ὑλικά, πὺ παρουσιάζει σχετικὴ ὁμοιομορφία τουλάχιστον σὲ ἔκταση 3Km, ὅπως φαίνεται ἀπὸ τὶς γεωηλεκτρικὲς

τομές B-B' και A-A', σημαίνει ότι κατά την απόθεση των ύλικων αυτών είχαν αλλάξει οι συνθήκες που άφοροῦσαν στην ροή των ποταμῶν, δηλαδή δὲν ἦταν πιὰ ὀρμητικά τὰ νερά τους, πὺ μπορεῖ νὰ ἐξηγηθεῖ μὲ διακοπή τῶν ἀνυψωτικῶν κινήσεων στὴν περιοχὴ αὐτή. Τοῦτο εἶχε ὡς ἀποτέλεσμα νὰ σταματήσει ἡ περαιτέρω απόθεση χονδροκόκκου ὑλικοῦ στὸν πυθμένα τῆς παλαιᾶς λίμνης καὶ νὰ ἀποτεθεῖ ἐκ νέου λεπτόκοκκο ὑλικό.

Οἱ παρατηρήσεις αὐτὲς ἐπιτρέπουν νὰ ὑποθέσουμε ὅτι παλαιότερα, δηλαδή πρὶν ἀπὸ ἑκατοντάδες χιλιάδες χρόνια, ἡ λίμνη Ἀρτζάν εἶχε μεγαλύτερη ἔκταση, ἀπὸ ὅ,τι τὰ τελευταῖα χρόνια πρὶν γίνεῖ ἡ ἀποξήρασή της καὶ μάλιστα ὅτι αὐτὴ ἐπεκτείνετο πρὸς νότον.

Γιὰ τὸν προσδιορισμὸ τῆς ἡλικίας τοῦ σχηματισμοῦ μὲ $\rho \leq 15 \Omega m$ τῆς λίμνης αὐτῆς δὲν ὑπάρχουν ἄλλα στοιχεῖα, ἐκτὸς τοῦ ὅτι σχηματίσθηκε κατὰ τὸ Τεταρτογενές, ἐφ' ὅσον ἔχει πληρωθεῖ ἀπὸ ἀλλουβιακὰ στρώματα. Ἐξ ἄλλου δὲν ὑπάρχουν στοιχεῖα γιὰ τὸ μέσο ἐτήσιο πάχος τῶν ὑλικῶν πὺ ἀποτίθενται στὶς ἑλληνικὲς λίμνες ἀπὸ τὰ ποτάμια, ὥστε ἐκ τοῦ συνολικοῦ πάχους αὐτῶν νὰ ἐξαχθοῦν συμπεράσματα γιὰ τὴν ἡλικία τους.

Σ Υ Μ Π Ε Ρ Α Σ Μ Α Τ Α

Ἀπὸ τὰ ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι ἡ γεωηλεκτρικὴ ἔρευνα, μὲ τὴν διαπίστωση ἀλλαγῶν τῆς λιθολογικῆς συστάσεως, σὲ ὀριζόντια καὶ κατακόρυφη διεύθυνση μιᾶς περιοχῆς, πὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ κλαστικὰ ἰζήματα, μπορεῖ νὰ ἀναγνωρίσει ἔμμεσα μεταβολὲς τῆς ἐντάσεως φυσικῶν φαινομένων στὸ παρελθόν, οἱ ὁποῖες προκάλεσαν τὶς διαπιστωθεῖσες ἀλλαγὲς στὴν λιθολογικὴ σύσταση. Οἱ μεταβολὲς τῆς ἐντάσεως φυσικῶν φαινομένων, στὴν προκειμένη περίπτωση, ἀναφέρονται στὴν ταχύτητα ρεόντων ὑδάτων σὲ χειμάρρους καὶ ποταμούς, πὺ μπορεῖ νὰ ἀποδοθοῦν σὲ γεωλογικὰ καὶ τεκτονικὰ αἰτία. Συνεπῶς, ἡ γεωηλεκτρικὴ ἔρευνα μπορεῖ νὰ συμβάλει στὴν πληρέστερη γνώση τῆς παλαιογεωγραφίας μιᾶς περιοχῆς.

Εἰδικότερα, στὴν περιοχὴ ἀνατολικά τοῦ Πολυκάστρου-Κιλκίς, ὅπου ἄλλοτε ὑπῆρχε ἡ ἀπὸ ἐτῶν ἀποξήραθεισα λίμνη Ἀρτζάν, διαπιστώθηκαν ἀπὸ τὴν γεωηλεκτρικὴ ἔρευνα τὰ ἑξῆς:

— Τὸ ὑπόδαφος τῆς διερευνηθείσης περιοχῆς, μέχρι τοῦ διασκοπηθέντος βάθους τουλάχιστον 100m, ἀποτελεῖται ἀπὸ κλαστικούς σχηματισμούς, κυρίως

ἀργιλοαμμώδεις, πού δὲν ἔχουν ὁμοιογενῆ λιθολογικὴ σύσταση σὲ ὅλη τὴν ἔκτασή τους.

Τὸ κρυσταλλικὸ ὑπόβαθρο τῆς περιοχῆς ἐντοπίσθηκε στὴν ἀνατολικὴ παρυφῆ τῆς, ὅπου διαπιστώθηκε κλιμακωτὴ μετάπτωση.

— Ἰδιαιτέρο ἐνδιαφέρον παρουσιάζει τὸ βαθύτερο στρώμα τῶν κλαστικῶν σχηματισμῶν μὲ τὴν χαμηλότερη εἰδικὴ ἀντίσταση $\rho \leq 15 \Omega\text{m}$, πού ἀντιστοιχεῖ σὲ ἀργιλικὸ πέτρωμα τύπου ἰλύος καὶ ἀποτελοῦσε τὸν πυθμένα παλαιᾶς ἐκτεταμένης λίμνης.

Τὸ στρώμα αὐτὸ ἔχει ὑποστῆ ἐντατικὴ διάβρωση κατὰ μιὰ κύρια ΒΑ-ΝΔ διεύθυνση, δίδοντας γένεση σὲ μιὰ αὐλάκα μὲ αὐξανόμενο βάθος ἀπὸ ΒΑ πρὸς ΝΔ, ἢ ὅποια πληρώθηκε ἀπὸ ἀδρομερέστερα ἰζήματα, $\rho = 30-100 \Omega\text{m}$. Τοῦτο μπορεῖ νὰ ἀποδοθεῖ στὴν λόγῳ ἀνυψωτικῶν κινήσεων τῆς περιοχῆς αὐξήση τῆς ὀρμητικῆς ροῆς τῶν χειμάρρων πού ἐξέβαλλαν στὴν ἀναφερθεῖσα λίμνη, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν διάνοιξη τοῦ ΝΔ τμήματος αὐτῆς, τὴν ἐκσκαφὴ τοῦ πυθμένος τῆς, ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖτο ἀπὸ λεπτόκοκκα ὑλικά ($\rho \leq 15 \Omega\text{m}$) καὶ τὴν ἀπόθεση στὸ ἐναπομεῖναν στρώμα μὲ $\rho \leq 15 \Omega\text{m}$ πῶ ἀδρομερῶν ἰζημάτων.

— Οἱ ἀνυψωτικὲς κινήσεις στὴν περιοχὴ αὐτὴ πρέπει νὰ ἔγιναν στὸ Τεταρτογενές, δηλαδὴ τὴν περίοδο κατὰ τὴν ὅποια καὶ σὲ ἄλλες περιοχὲς τῆς Μακεδονίας παρουσιάσθηκαν παρόμοιες κινήσεις.

— Ἀργότερα ἐπάνω στὸ στρώμα τῶν ἀδρομερῶν ὑλικῶν ($\rho = 30-100 \Omega\text{m}$) ἐναποτέθηκε ἄλλο στρώμα ἀπὸ λεπτόκοκκα ὑλικά ($\rho = 15-25 \Omega\text{m}$), πού σημαίνει ὅτι σταμάτησαν οἱ ἀνοδικὲς κινήσεις στὴν περιοχὴ αὐτὴ καὶ συνεπῶς ἐλαττώθηκε ἡ ὀρμητικὴ ροὴ τῶν ποταμῶν καὶ χειμάρρων τῆς.

SUMMARY

Paleogeographical remarks concerning the area east of Polycastro-Kilkis, based on geoelectrical survey.

Taking into consideration that changes of the lithological constitution of clastic sediments may be established by geoelectrical survey, we suggest that the application of the resistivity method will be useful to recognise indirectly changes of the natural phenomena intensity in the past, responsible for these lithological changes. In this paper the question is of changes concerning the velocity of running waters e.i. of rivers and torrents, due to geological reasons. The geoelectrical investigation has been carried out in the area, lying south of the dried lake Arjan, on nine profiles parallel to the old lake axis and one perpendicular to the others. The results of the geoelectrical measurements are plotted in the form of geoelectrical cross-sections and horizontal sections.

The results of this geoelectrical investigation may be summarized as follows:

— The underground of this area, up to 100m depth, consists of clastic formations, mainly of clay-sandy sediments which may be distinguished in three main layers, characterized by their different resistivity values.

— The thickness of these layers is different in every one and in addition it varies in sections of the same layer.

— The clastic formations' dipper layer, with resistivity $\rho \leq 15 \Omega\text{m}$, is larger and more conductive than the other ones and corresponds to a clay-muddy rock, like to a stratum deposited on a lake's floor.

This low resistivity layer has been eroded in the SW direction, resulting in the excavation of a channel with increasing depth in the same direction. Later, this channel was filled up with more coarse-grained sediments with higher resistivity $\rho = 30-100 \Omega\text{m}$.

The strong erosion mentioned above may be attributed to the impetus increase of rivers flow in this area due to elevation movements, which as it is well known occurred in Macedonian area during the Quarternary.

Thus, the waters running away from the lake produced a continued erosion of the southern lake wall, digged its floor consisted of fine materials and carried the debris away in lower sections of this area.

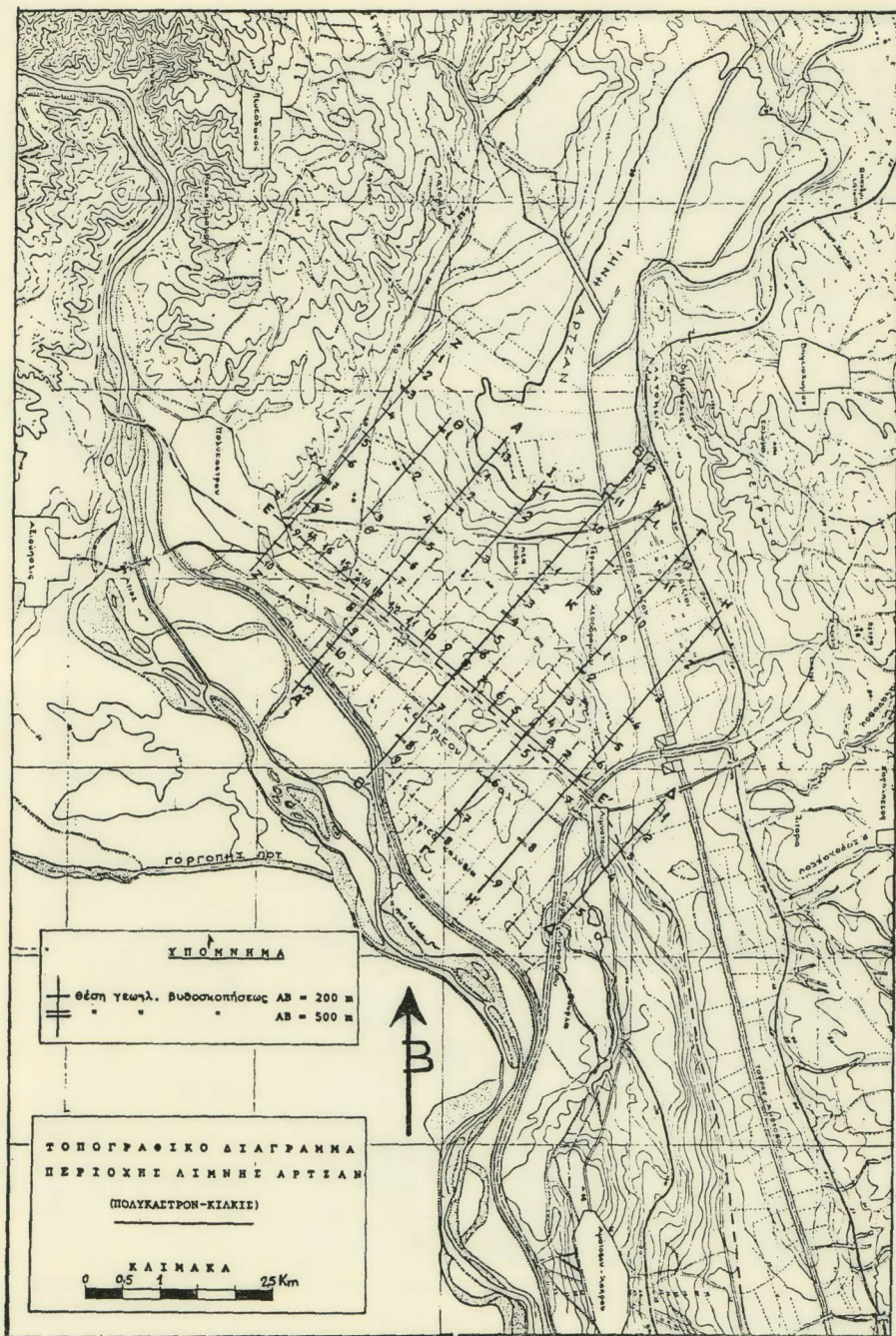
The dipping of the intersurface between these two layers to south may be explained by the above mentioned view of an erosion of the underlying layer before the deposition of the second layer ($\rho=30-100 \Omega\text{m}$).

— Later, another layer with resistivity $\rho=15-25 \Omega\text{m}$, consisted of more argillaceous and less coarse-grained materials has been deposited above the second layer ($\rho=30-100 \Omega\text{m}$) which indicates that the elevation movements, occurred in the under research area have been stopped.

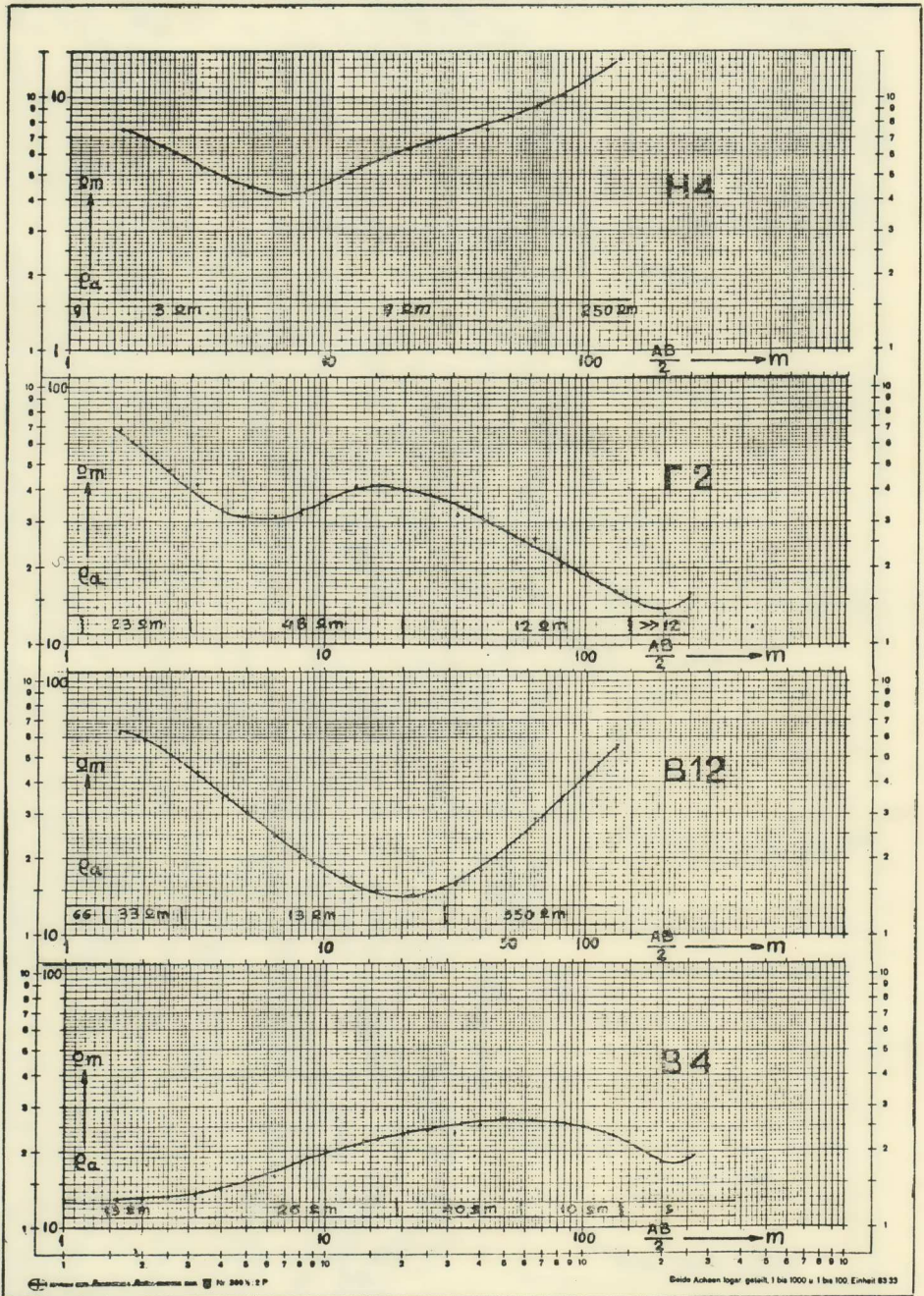
Thus the running waters velocity was decreased resulting in the stopping of the transportation of coarse-grained materials.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

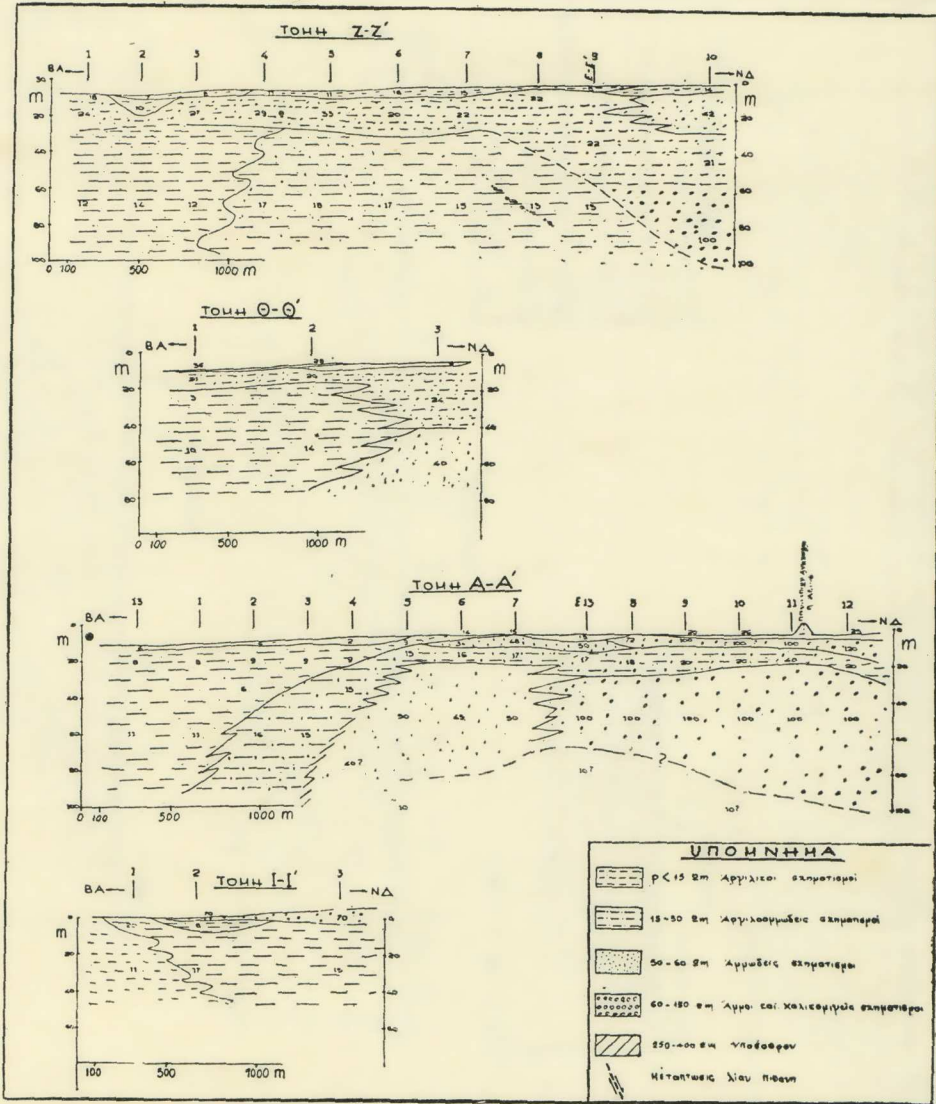
- Bentz A., Lehrbuch der Angewandten Geologie Band 1, Stuttgart, 1961.
- Mercier J., Étude géologique des zones internes des Hellenides en Macédoine central (Grèce) Ann. Geol. des Pays Hellén t. xx 1973, pp. 1-596.
- Μητσόπουλος Μ., Γεωλογικά και παλαιοντολογικά μελέται επί τῶν μετατριτογενῶν ἀποθέσεων τῆς πεδιάδος Θεσσαλονίκης. Διατριβή ἐπὶ Ὑψηγεία, Ἀθήναι, 1938.
- Osswald K., Geologische Geschichte von Griechisch. Nord Makedonien, Athen, National Druckerei pp. 1-141 (Mit 2 geologischen karten 1:300.000 etc.), 1938.
- Οικονομόπουλος Ι., Παπαγιαννοπούλου - Οικονόμου Ἀθ., Εἰσαγωγή στὴν Ἐφηρμοσμένη Γεωφυσική, Ἀθήνα, 1976.
- Παπαγιαννοπούλου - Οικονόμου Ἀθ., Ἀνεύρεση μὲ γεωφυσική ἔρευνα ἑνὸς ὑπογείου ἀργιλικοῦ σχηματισμοῦ στὴν περιοχή Ἀναβύσσου καὶ ἡ παλαιογεωγραφική του σημασία. Γεωλ. καὶ Γεωφ. Μελ. ΠΓΜΕ. Εἰδ. Ἔκδοση, 1986, σ. 303-313.
- Rogers J. - Adams J., Fundamentals of Geology. Harper and Row Publishers New York and London, 1966, pp. 1-424.
- Ψαριανός Π., Ἐπίτομος Φυσική Γεωγραφία, Ἀθήνα, 1969
- Ψιλοβίκος Α. - Βαβλιάνης Ε. Σωτηριάδης Α., Ἐπὶ τῆς παλαιογεωγραφίας τῆς λεκάνης τῶν Βρωμολιμνῶν. Ann. Geol. des Pays Hellen. 1977 (29/1) 1978, σ. 354-372.
- Ψιλοβίκος Α. Βαβλιάνης Ε., Τὸ πρόβλημα τῶν ἐπιφανειῶν ἐπιπέδωσης στὸ χῶρο τῆς Σερβομακεδονικῆς μάζας καὶ τῆς μάζας Ρίλα Ροδόπης. Δελτ. Ἑλλην. Γεωλ. Ἐταιρ. XVI, 1982/83, σσ. 182-195.
- Wooldridge S. and Morgan R., An outline of geomorphology. Longmans, 1959, pp. 1-409.



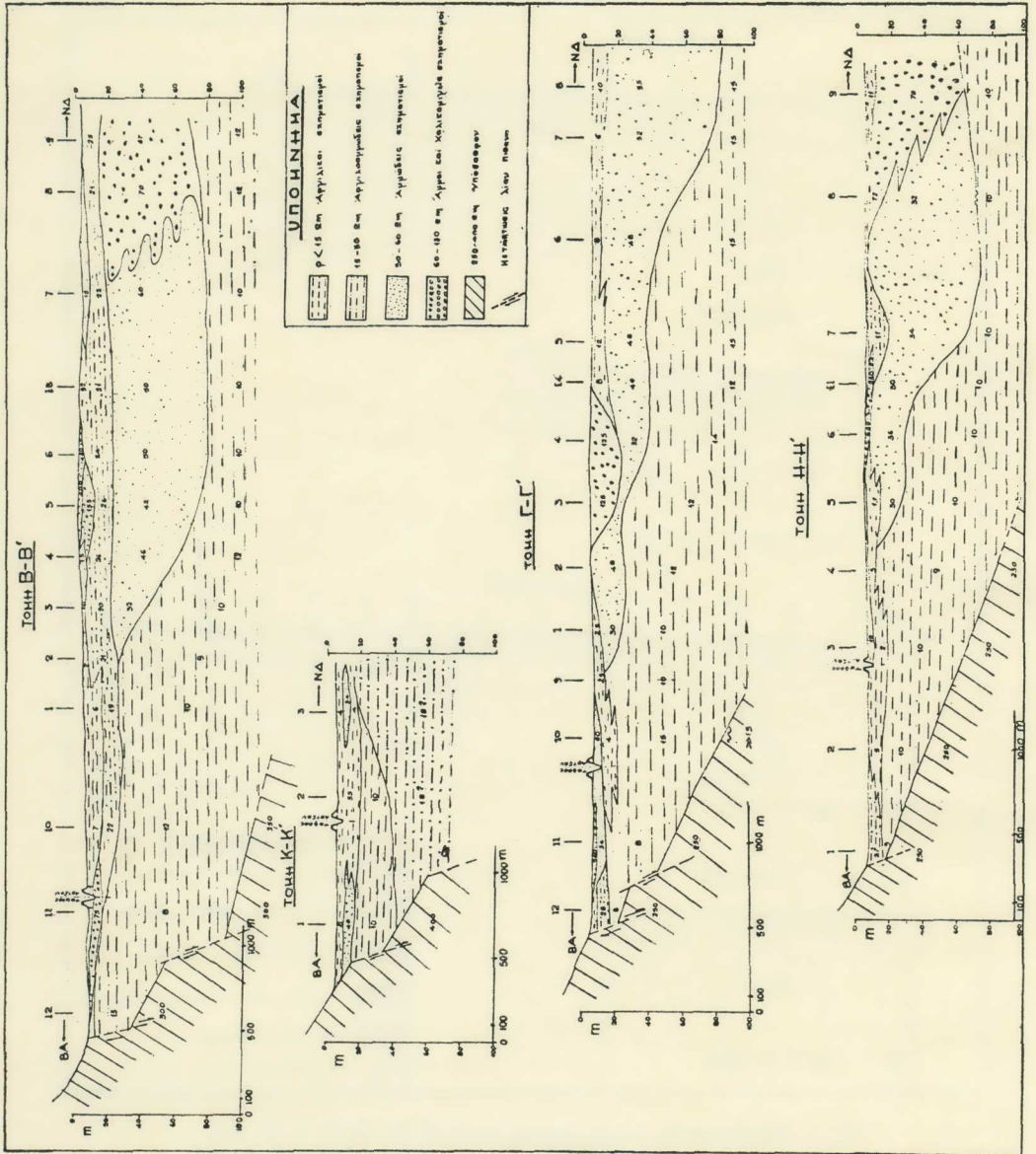
Σχ. 1. Διάταξη γεωηλεκτρικών βυθοσκοπήσεων στην έρευνθηείσα περιοχή.



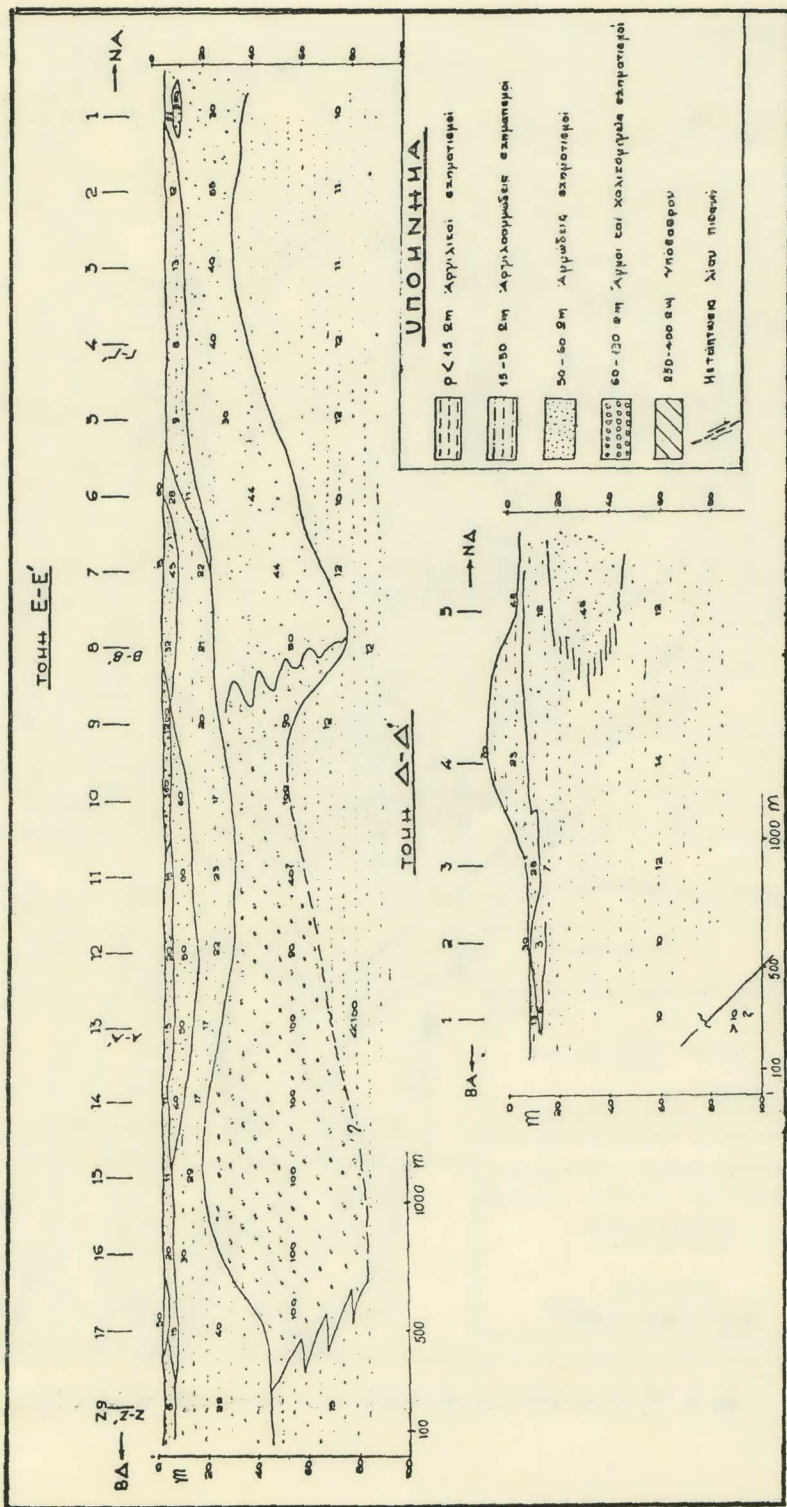
Σχ. 2. Χαρακτηριστικές καμπύλες γεωηλεκτρικών βυθοσκοπήσεων.



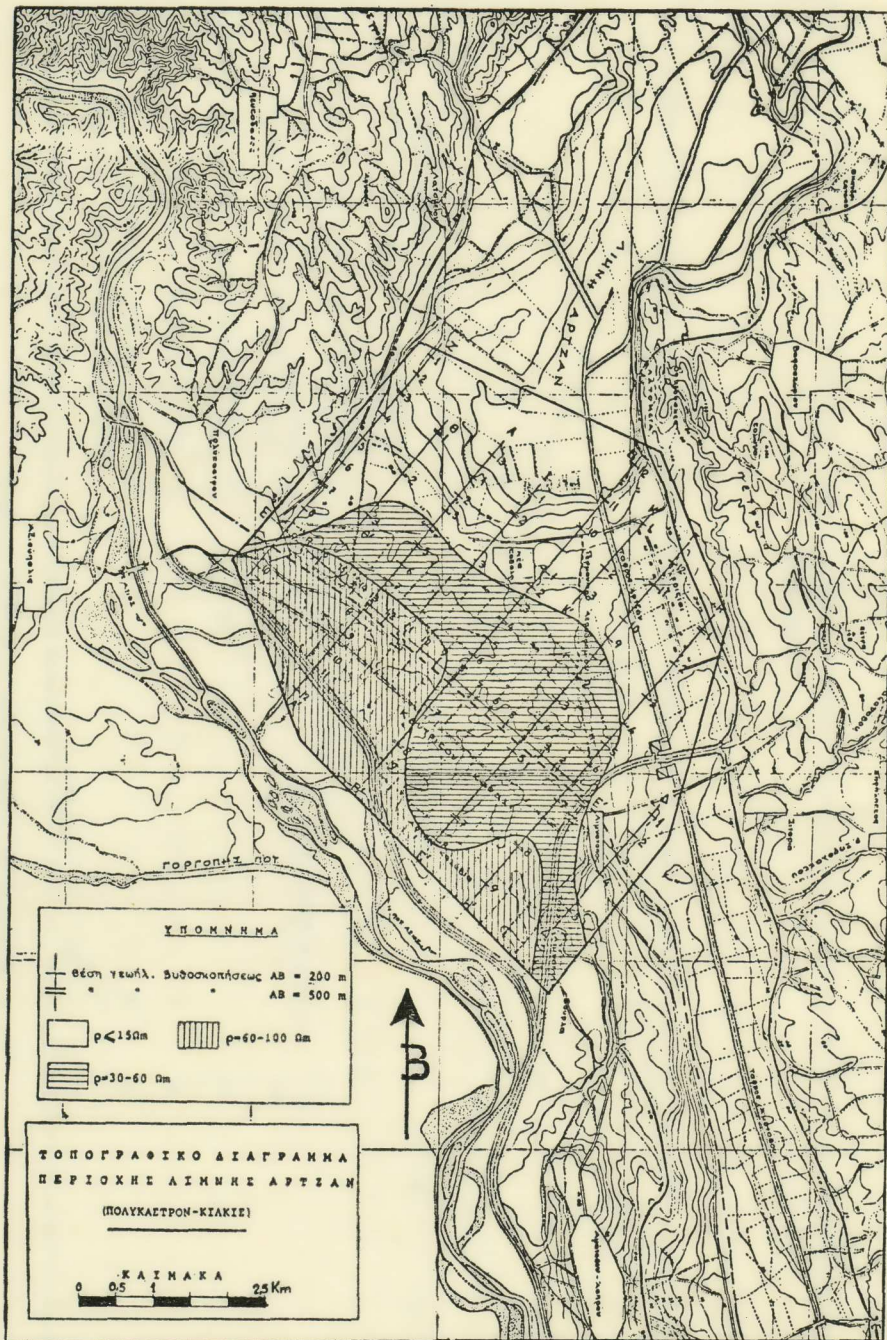
Σχ. 3. Βρμηγνευτικές γεωηλεκτρικές τομές Ζ'-Ζ', Θ-Θ', Α-Α', Ι-Ι'.



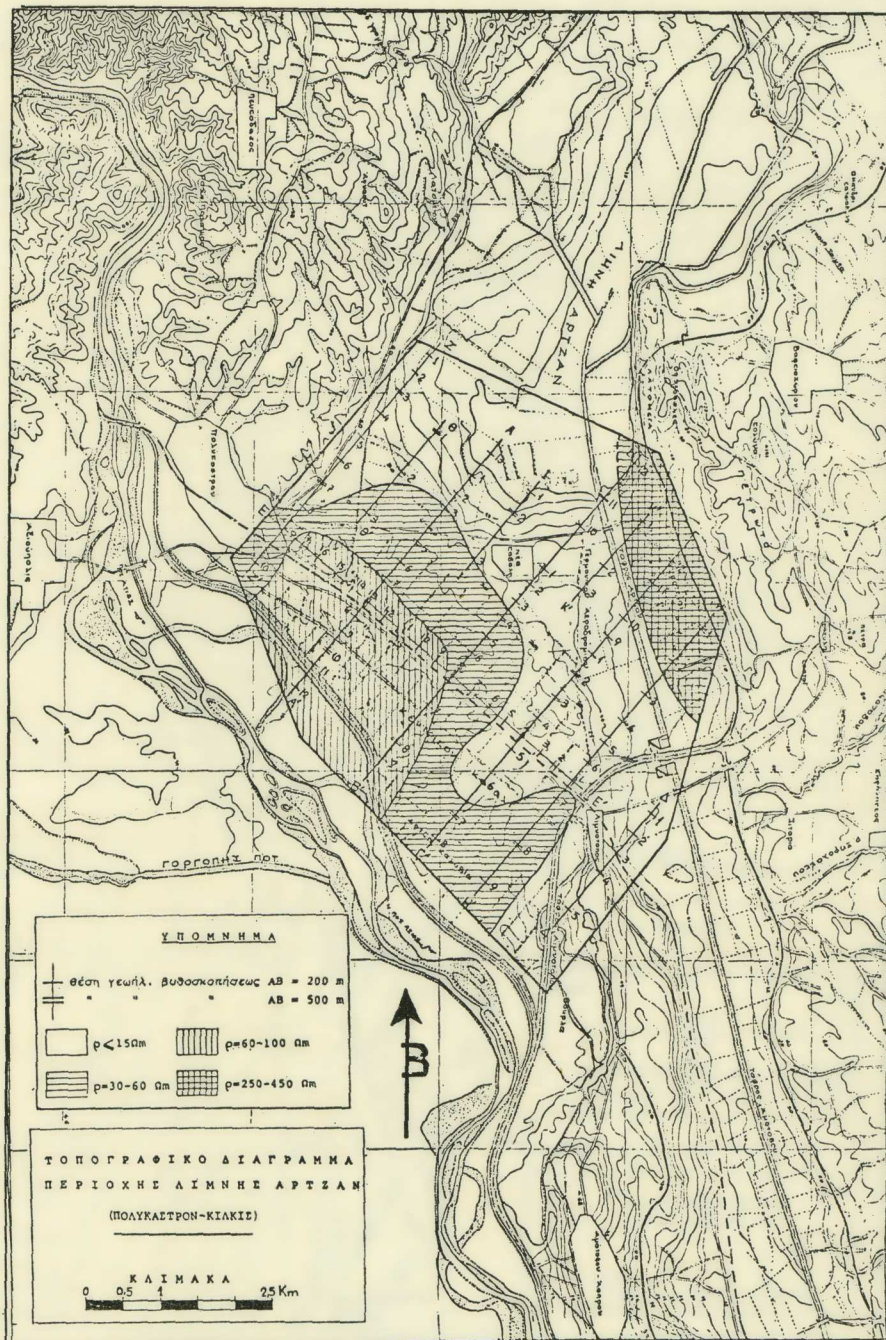
Σχ. 4. Εριμνευτικές γεωηλεκτρικές τομές Β-Β', Κ-Κ', Γ-Γ', Η-Η'.



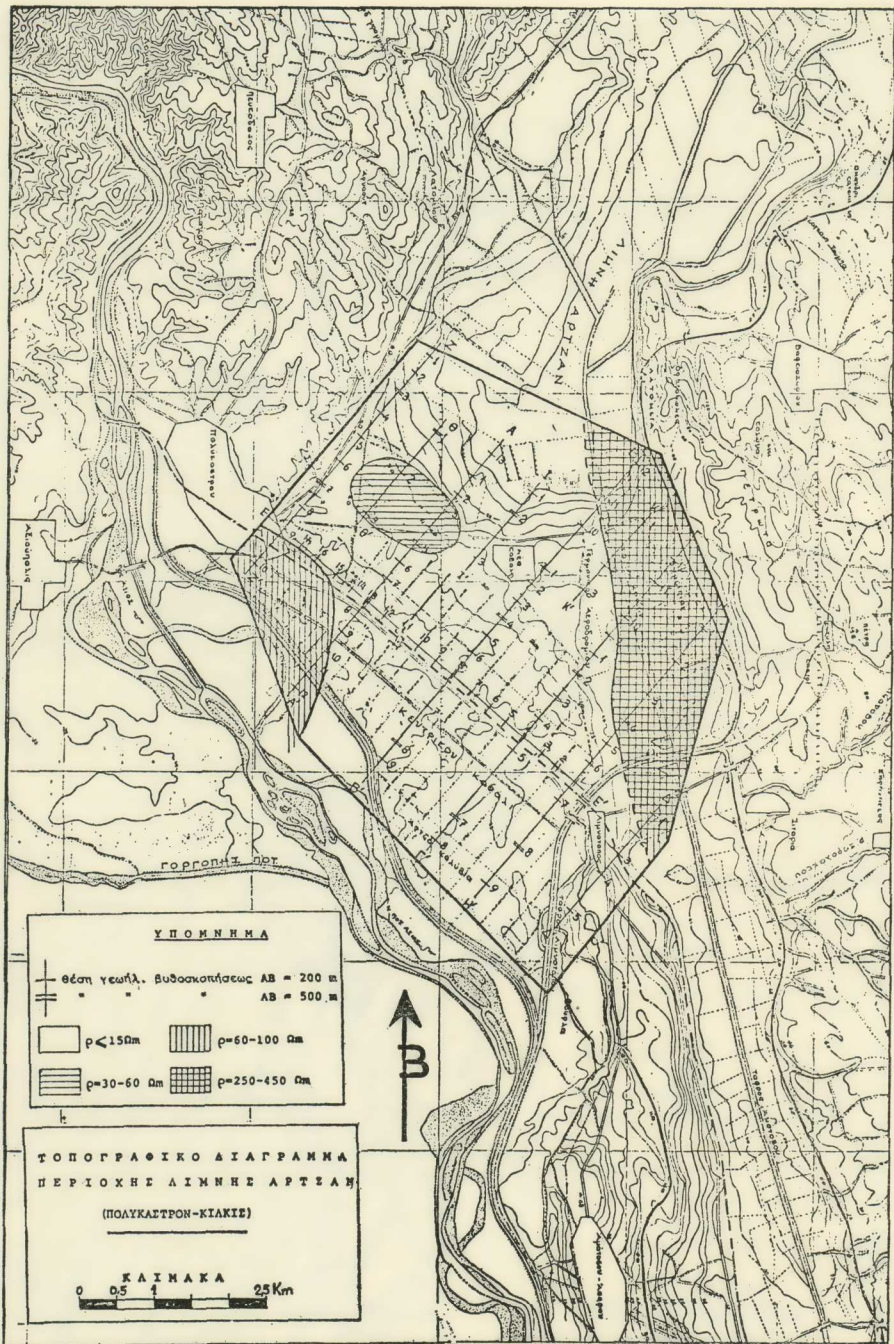
Σχ. 5. Ερμηνευτικές γεωηλεκτρικές τομές Ε-Ε' και Δ-Δ'.



Σχ. 6. 'Οριζόντια ανάπτυξη τῶν σχηματισμῶν τῆς περιοχῆς σὲ βάθος 25m.



Σχ. 7. 'Οριζόντια ανάπτυξη τών σχηματισμών τής περιοχής σε βάθος 50m.



Σχ. 8. 'Οριζόντια ανάπτυξη τών σχηματισμών τής περιοχής σε βάθος 80m.