

**Η ΠΡΟΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΗΣ ΜΑΝΤΙΝΕΙΑΣ  
(Ν. ΑΡΚΑΔΙΑΣ)**

Ι. Αλεξόπουλος\*, Σ. Λέκκας\*\*, & Τ. Παπαδόπουλος\*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η υπόγεια δομή της πόλης της Μαντινείας διερευνήθηκε διεξοδικά στην παρούσα εργασία λαμβάνοντας υπόψη τη γεωλογία, τα υπάρχοντα γεωτρητικά δεδομένα και τα αποτελέσματα των εκτελεσθέντων γεωφυσικών διασκοπήσεων. Η γεωφυσική έρευνα συμπεριέλαβε 79 γεωηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις και 45 επιτόπου μετρήσεις πλησίον υπαρχόντων γεωτρήσεων και σε διαφορετικούς τύπους σχηματισμών του αλπικού υποβάθρου. Με βάση την καλή συσχέτιση μεταξύ των γεωτρητικών στοιχείων και των γεωηλεκτρικών αποτελεσμάτων, δόθηκε μια ικανοποιητική ερμηνεία της υπόγειας δομής της λεκάνης της Μαντινείας. Έτσι, ήταν δυνατόν να χαραχθεί ο γεωλογικός χάρτης του αλπικού υποβάθρου και ο σχετικός μορφολογικός χάρτης. Σύμφωνα με τα προκύπτοντα στοιχεία συμπεραίνεται ότι, το προ-πλειστοκαινικό ανάγλυφο του αλπικού υποβάθρου δεν είναι ομαλό, αλλά παρουσιάζει μικρές εξάρσεις (δυτικά Καρύταινας, βόρεια Μηλιάς) και βυθίσματα (κοιν. Αρτεμισίου. Μαντινείας, Μηλιάς). Νότια, στην περιοχή του Κανατά, παρατηρείται η μεγαλύτερη εξάρση του αλπικού υποβάθρου, η οποία αποτελεί ουσιαστικά το όριο των λεκανών Μαντινείας και Τρίπολης. Γενικά, η δομή της προ-πλειστοκαινικής πόλης αποτελεί μια παλαιο-πόλη που δημιουργήθηκε πάνω στα ανθρακικά πετρώματα της Τρίπολης και της Πίνδου, εφόσον μεταξύ αυτών δεν εντοπίστηκε παρεμβολή φλύσχη. Ο άξονας της πόλης έχει ΒΔ-ΝΑ διεύθυνση και ταυτίζεται με τη διεύθυνση των επικρατούντων ρηγμάτων, τα οποία κατακερμάτισαν τα ανθρακικά πετρώματα, διευκολύνοντας έτσι την καρστικοποίησή τους.

**ABSTRACT**

The subsurface structure of the Mantinea basin was extensively investigated by considering surface geology, borehole data and surface geophysical methods. The geophysical investigation included 79 geoelectrical soundings and 37 in situ measurements at nearby boreholes and various alpine rock-type outcrops. Based on good correlation between borehole data and geoelectrical results, a sound structural interpretation for the Mantinea basin was made. In this way it was possible to draw a subsurface geological map for the alpine basement and the relevant morphological map. According to these structural maps it is concluded that the pre-pleistocene relief of the alpine basement, was dominated by uplifts and grabens. In the southern area, near to Kanata region, a large and elongated rise was revealed, which essentially consists the boundary between Mantinea and Tripolis basins. The structure of pre-pleistocene basin as a whole is similar of a large polje, which was formed in calcite carbonate rocks of Tripolis and Pindos unit, since flysch formation was not detected between them. The NW-SE orientation of polje axis is aligned along the general trend of faults in the area, that intensively broke the calcite carbonate rocks allowing so their karstification.

\* Τομέας Γεωφυσικής-Γεωθερμίας, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών

\*\*Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής & Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Στα πλαίσια της διερεύνησης της προ-πλειστοκαινικής δομής και εξέλιξης της λεκάνης της Μαντινείας, στην κεντρική Πελοπόννησο, μελετήθηκαν οι γεωλογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε λεπτομερής γεωλογική χαρτογράφηση και διεξήχθησαν γεωφυσικές διασκοπήσεις για τη διερεύνηση των αλπικών και μεταλπικών σχηματισμών. Η γεωφυσική έρευνα περιελάμβανε την εκτέλεση γεωηλεκτρικών βυθοσκοπήσεων και επιτόπου μετρήσεων της ειδικής αντίστασης τόσο σε επιφανειακές εμφανίσεις των αλπικών σχηματισμών, όσο και σε γεωτρήσεις της περιοχής.

Η πόλγη καταλαμβάνει το βόρειο-δυτικό τμήμα του οροπεδίου της Τρίπολης. Οριοθετείται από το Λύρκειο όρος βόρεια, τους ορεινούς όγκους Μάλι Θράσι, Μπαρμπέρι, Βουνό, Κοφινάς, Καρακοβούνι ανατολικά, το όρος Μαίναλο δυτικά και το γεωμορφολογικό στένωμα Προφ. Ηλία (Σκοπής)-Καρακοβουνίου νότια. Καλύπτει επιφάνεια 55 km<sup>2</sup> περίπου, με το μεγαλύτερο άξονα μήκους 11,5 χιλιομέτρων σε διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ (Σχήμα 1). Το απόλυτο υψόμετρο της λεκάνης είναι περίπου +625. Στο βόρειο τμήμα (περιοχή κάμπου Καρύταινας-σταθμός Τουρνικιώτη), επικρατούν χαμηλά υψόμετρα (+622) και στα κεντρικά (περιοχή Μαντινείας, Μεγάλης Λίμνης, Αγ. Προκοπίου) +627-628, με εξαίρεση την περιοχή των καταβόθρων Σιμιάδων και Κάψα, όπου το απόλυτο υψόμετρο μειώνεται στο +621. Στα νότια τμήματα απαντούν τα μεγαλύτερα υψόμετρα (+640), με εξαίρεση την δυτική περιοχή της Μηλιάς, όπου αναπτύσσονται και οι ομώνυμες καταβόθρες, με απόλυτο υψόμετρο περίπου +632. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της αποτελεί η εμφάνιση δύο λοφοειδών σχηματισμών στο κεντρικό και βόρειο τμήμα της: ο λόφος Γκορτσούλι, με απόλυτο υψόμετρο +742 και του Προφήτη Ηλία Καρύταινας (+676) (Σχήμα 1).

**ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**

Η πεδινή περιοχή της λεκάνης καλύπτεται από πλειστοκαινικά ιζήματα λιμναίας και ελώδους φάσεως, που αποτελούνται από μάργες και πηλούς (σχηματισμός 'Παλλαντίου' κατά LUTTING, 1976), που διαμορφώνουν τον κάμπο της πόλγης (Σχήμα 1).

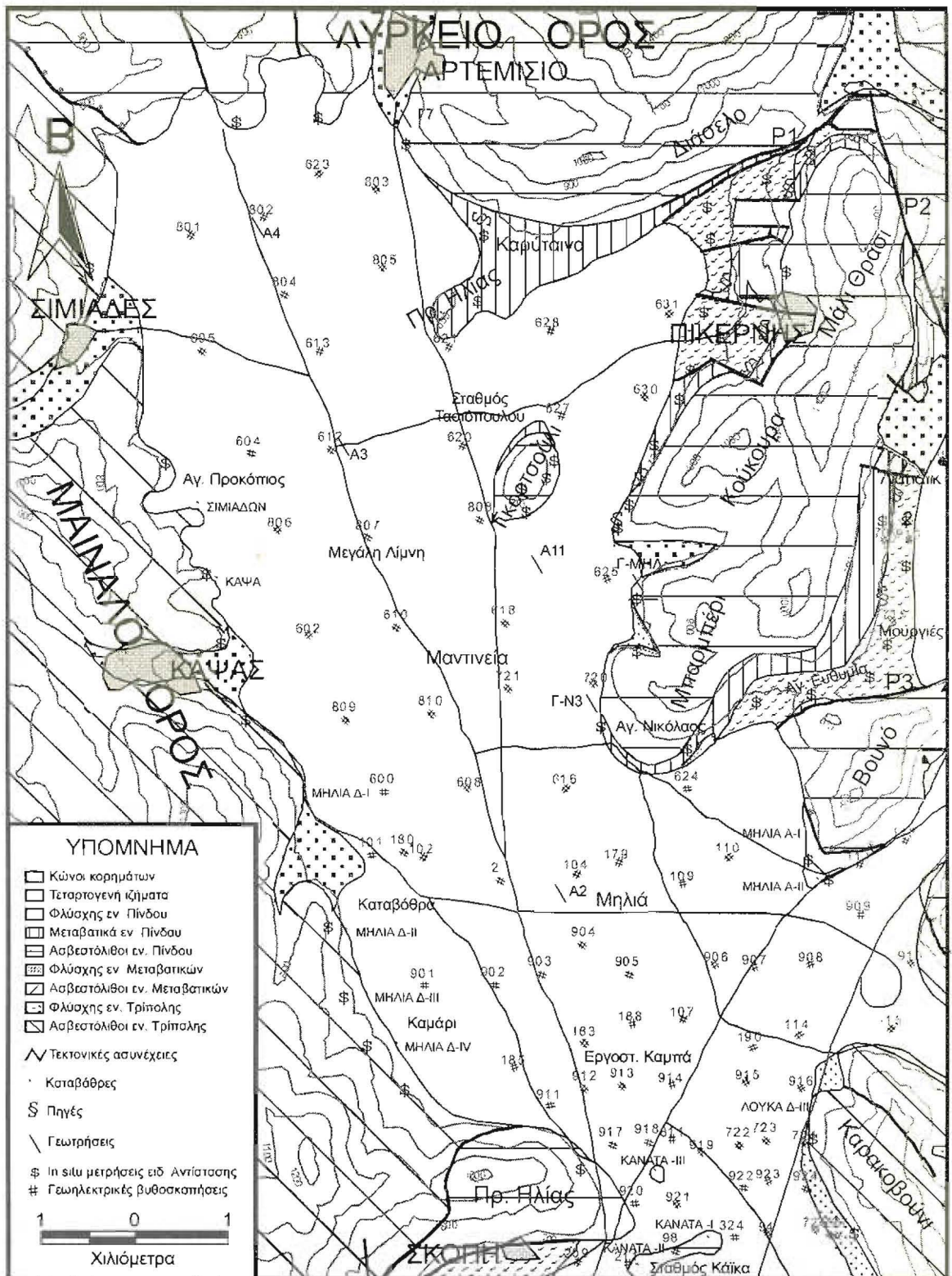
Περιμετρικά της πόλγης απαντούν ιζήματα των ενοτήτων της Τρίπολης και Πίνδου.

Οι σχηματισμοί της ενότητας της Πίνδου, με το φλύσχη, τα μεταβατικά προς το φλύσχη ιζήματα και τους ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους, απαντώνται στα βόρεια και ανατολικά περιθώρια της πόλγης.

Στα βόρεια περιθώρια της λεκάνης (σταθμός Τουρνικιώτη - κοινότητα Αρτεμισίου - περιοχές Καρύταινας και Γαλιώτη Στρούγκα), απαντώνται τα μεταβατικά ιζήματα και οι ασβεστόλιθοι της ενότητας της Πίνδου. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί χαρτογραφήθηκαν και στις περιοχές Βουνό (ανατολικά της Μηλιάς) και Προφήτης Ηλίας Σκοπής στα νοτιοδυτικά κράσπεδα της λεκάνης.

Αντίθετα, στα ανατολικά περιθώρια κυριαρχεί η ανεστραμμένη ακολουθία στρωμάτων της ενότητας της Πίνδου, η οποία αναμένεται να συνεχίζεται και κάτω από τα τεταρτογενή ιζήματα, στα κεντρικά τμήματα της λεκάνης. Η ανεστραμμένη αυτή ακολουθία οριοθετείται από τα ρήγματα P1 στην περιοχή Διάσελο βόρεια και P3 στην περιοχή Μπαρμπέρι-Βουνό νότια (Σχήμα 1).

Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ενότητας της Τρίπολης κυριαρχούν στα δυτικά περιθώρια της πόλγης. Πρόκειται για συμπαγείς άστρωτους ή παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους ή δολομίτες που κατά θέσεις είναι έντονα καρστικοποιημένοι (καταβόθρες Σιμιάδων και Κάψα). Οι σχηματισμοί αυτοί απαντώνται επίσης στο νότιο-ανατολικό περιθώριο της πόλγης στις νότιες απολήξεις του ορεινού όγκου Βουνό, στις δυτικές απολήξεις του Κοφινά και στον ορεινό όγκο Καρακοβούνι. Πρόκειται κυρίως για συμπαγείς γκρίζους βιτουμενιούχους δολομιτικούς ασβεστόλιθους που εμφανίζονται κατά θέσεις καρστικοποιημένοι (καταβόθρες ανατολικής Μηλιάς και Λουκά) (Σχήμα 1).



Σχ. 1: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης στον οποίο απεικονίζονται οι θέσεις των επιτόπιων μετρήσεων και των γεωηλεκτρικών βυθοσκοπήσεων.

**ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

1. Όργανα, μετρήσεις υπαίθρου και επεξεργασία δεδομένων.

Για τη μελέτη κατανομής της ειδικής αντίστασης πλευρικά και σε βάθος, χρησιμοποιήθηκε η συσκευή μέτρησης της ειδικής αντίστασης Terrameter SAS του οίκου ABEM, η οποία αποτελείται από τη βασική μονάδα Terrameter SAS 300 B και τη συμπληρωματική μονάδα ηλεκτρικής πηγής SAS 2000 Booster. Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκε η διάταξη Schlumberger με μέγιστο ανάπτυγμα ηλεκτροδίων ρεύματος 2000 μέτρων και βάθος έρευνας μεγαλύτερο των 300 μέτρων. Εκτελέστηκαν συνολικά 79 γεωηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις, με ικανοποιητική πυκνότητα σημείων (1,4 σημ./Km<sup>2</sup>), που να εξασφαλίζει πολύ καλή κάλυψη της περιοχής έρευνας και την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων. Η επεξεργασία και ερμηνεία των δεδομένων υπαίθρου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση υπολογιστικού προγράμματος που βασίζεται στη μέθοδο αντιστροφής που επινόησε ο Α.Α. ZOHDY (1989). Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα αυτό, καθορίζει τόσα στρώματα όσα είναι τα ψηφιοποιημένα σημεία της καμπύλης υπαίθρου  $\rho_a$  (AB/2). Είναι μία θεωρητικά απλή και ευφυής μέθοδος, η οποία παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα σε περιβάλλοντα ιζηματογενών λεκανών (YUNGUL, 1996)

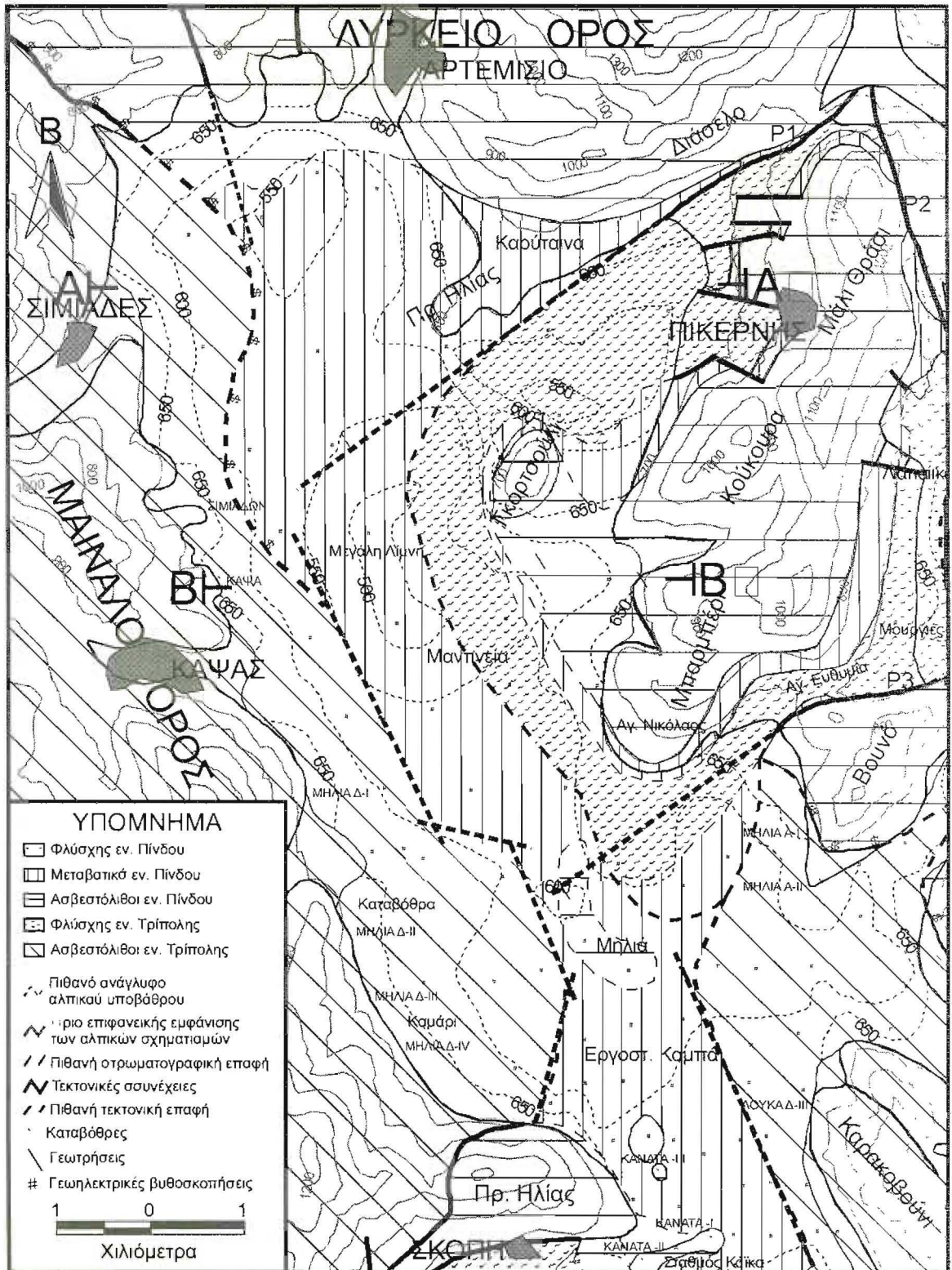
2. Συσχέτιση γεωλογικών-γεωτρητικών στοιχείων και γεωφυσικών αποτελεσμάτων.

Για την ορθή αξιολόγηση των γεωηλεκτρικών αποτελεσμάτων διεξήχθησαν επί τόπου γεωηλεκτρικές μετρήσεις, πλησίον γεωτρήσεων και γεωλογικών εμφανίσεων του αλπικού υποβάθρου. Συνολικά εκτελέστηκαν σαράντα πέντε (45) επιτόπιες μετρήσεις ειδικής αντίστασης. Σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν, υπάρχει σαφής διαχωρισμός μεταξύ των ειδικών αντιστάσεων των μεταλλικών και αλπικών σχηματισμών. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μικρότερες τιμές της ειδικής αντίστασης των ανθρακικών σχηματισμών της ενότητας της Τρίπολης (<400 Ωμ), οι οποίες ερμηνεύονται ότι οφείλονται σε φαινόμενα έντονης καρστικοποίησης ή τεκτονισμού και πλήρωσης ή μη των εγκοίλων με δευτερογενή υλικά αποσάθρωσης. Οι ασβεστόλιθοι της ενότητας της Πίνδου παρουσιάζουν σαφώς μικρότερο εύρος τιμών ειδικής αντίστασης και γενικότερα μικρότερες απόλυτες τιμές ειδικής αντίστασης (μέση τιμή 460 Ωμ), λόγω κυρίως της μικρής ανάπτυξης της καρστικοποίησης και της λιθολογικής ανομοιογένειας του σχηματισμού (μαργαίκες ή πυριτικές ενδιαστρώσεις). Τα μεταβατικά προς το φλύσχη ιζήματα της εν. Πίνδου, παρουσιάζουν εύρος τιμών ειδικής αντίστασης μεταξύ 80-180 Ωμ, ανάλογα με την επικράτηση των ηλιτομαργαϊκών έναντι των ασβεστομαργαϊκών μελών, που στρωματογραφικά προσδιορίζουν ιζήματα πλησιέστερα στο φλύσχη ή τους ασβεστόλιθους, αντίστοιχα. Το εύρος τιμών ειδικής αντίστασης του φλύσχη της εν. Πίνδου είναι 31-38 Ωμ, ανάλογα με την επικράτηση των ηλιτών ή των λεπτών ψαμμιτικών ενδιαστρώσεων, αντίστοιχα. Η διάκριση μεταξύ των ανθρακικών σχηματισμών των ενοτήτων Τρίπολης και Πίνδου, με βάση αποκλειστικά το εύρος τιμών ειδικής αντίστασης, δεν είναι πάντοτε εφικτή, αφού σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει αλληλοεπικάλυψη τιμών. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται μερικώς ή πλήρως, λαμβάνοντας υπόψη, τις τιμές ειδικής αντίστασης των επιτόπιων μετρήσεων (επιφανειακές εμφανίσεις ή γεωτρήσεις), τα στοιχεία των γεωτρήσεων, βιβλιογραφικές αναφορές, την αναμενόμενη γεωλογική δομή και τη χωρική κατανομή των ειδικών αντιστάσεων, σύμφωνα με τις γεωφυσικές τομές και χάρτες που κατασκευάζονται.

3. Αξιολόγηση γεωφυσικών αποτελεσμάτων και γεωλογικών παρατηρήσεων.

Με βάση τα γεωφυσικά αποτελέσματα και σε συνδυασμό με τα γεωτρητικά στοιχεία και τις γεωλογικές παρατηρήσεις:

- Προσδιορίστηκε το πάχος και η λιθολογική σύσταση των πλειστοκαινικών ιζημάτων. Το μεγαλύτερο πάχος ιζημάτων (>150 μ.) υπολογίστηκε στις κεντρικές περιοχές της (περιοχή Μαντινείας) και μειώνεται σταδιακά προς νότο, στην περιοχή του στενώματος Προφ. Ηλία Σκοπής. Στις περιοχές Μαντινείας και Μηλιάς, οι ειδικές αντιστάσεις των πλειστοκαινικών ιζημάτων μειώνονται (<15 Ωμ) κατά θέσεις.
- Σε όλη την έκταση της περιοχής έρευνας εντοπίστηκε και σκιαγραφήθηκε το αλπικό υπόβαθρο και κατασκευάστηκε ο χάρτης του σχήματος 2, στον οποίο απεικονίζονται οι επιφανειακές και υπεδαφικές εμφανίσεις των αλπικών σχηματισμών.



Σχ. 2: Γεωλογικός χάρτης επιφανειακών και υπεδafικών εμφανίσεων των γεωλογικών σχηματισμών.

- Διερευνήθηκε και χαρτογραφήθηκε η τεκτονική δομή του αλπικού υποβάθρου. Με τον τρόπο αυτό προσδιορίστηκε και οριοθετήθηκε ανατολικά η ανεστραμμένη δομή των σχηματισμών της ενότητας της Πίνδου. Στις περιοχές όπου εντοπίστηκε ως αλπικό υπόβαθρο ο ασβεστόλιθος της ανεστραμμένης δομής, η γεωφυσική έρευνα προσδιόρισε ως υποκείμενα στρώματα τους μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και στη συνέχεια το φλύσχη (Σχήμα 2). Περιφερειακά της ζώνης αυτής, κάτω από τους ανεστραμμένους μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, εντοπίστηκε ο επίσης ανεστραμμένος φλύσχος. Αμέσως πιο εξωτερικά (δυτικότερα), όπου ο φλύσχος αποτελεί το υπόβαθρο, εντοπίστηκε η *τεκτονικά διαταραγμένη ζώνη* επαφής της αναστροφής και σε πολλές θέσεις προσδιορίστηκαν βαθύτερα τα μεταβατικά ιζημάτα και οι ασβεστόλιθοι της κανονικής δομής της ενότητας της Πίνδου. Στις κεντρικές περιοχές (ανατολικά της Καρύταινας, Μεγάλη Λίμνη, Μαντινεία, Μηλιά), όπου στο αλπικό υπόβαθρο κυριαρχούν οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι της κανονικής δομής της ενότητας της Πίνδου, στις περισσότερες των θέσεων των γεωηλεκτρικών βυθοσκοπήσεων, προσδιορίστηκαν οι υποκείμενοι ασβεστόλιθοι της ίδιας ενότητας. Στις δυτικές περιοχές, κάτω από τους ασβεστόλιθους της ενότητας της Πίνδου εντοπίστηκαν οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ενότητας της Τρίπολης, και έτσι οριοθετήθηκε το μέτωπο της επώθησης, δυτικά του οποίου το αλπικό υπόβαθρο δομείται αποκλειστικά από τους σχηματισμούς της ενότητας της Τρίπολης. Στην πραγματικότητα, πρόκειται για μία σύνθετη τεκτονική ζώνη που, στα βορειοδυτικά τμήματα της (περιοχή Σιμιιάδων), προσδιορίζεται ως τυπική, μικρής κλίσης, επιφάνεια επώθησης των σχηματισμών της ενότητας της Πίνδου πάνω σε αυτούς της ενότητας της Τρίπολης, ενώ στα κεντρικά και νότια τμήματα της (περιοχή Κάψα, Μηλιάς) προσδιορίζεται ως μία μεγάλης κλίσης τεκτονική επιφάνεια (ρήγμα), με απότομη μετάβαση (Σχήμα 2). Ανατολικά της ζώνης αυτής των ρηξιγενών επαφών, δεν εντοπίστηκε σε καμία θέση η ενότητα της Τρίπολης. Οι ασβεστόλιθοι της ενότητας Τρίπολης επανεντοπίζονται ως υπόβαθρο δυτικά της Μηλιάς, σε απότομη πλευρική ασυνέχεια με τους σχηματισμούς της ενότητας της Πίνδου.

#### ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας καθώς και τη συσχέτιση αυτών με τις γεωλογικές παρατηρήσεις, κατασκευάστηκε ο υπεδαφικός χάρτης απεικόνισης του αναγλύφου του αλπικού υποβάθρου (μαύρη γραμμή), όπως φαίνεται στο χάρτη του σχήματος 3. Η τρισδιάστατη απεικόνιση του ίδιου χάρτη, φαίνεται στο σχήμα 4.

Προκειμένου να καταδειχθεί με σαφήνεια η συμβολή της γεωφυσικής έρευνας στη διερεύνηση των υπεδαφικών συνθηκών της περιοχής, κατασκευάστηκαν οι αντίστοιχες γεωλογικές-γεωφυσικές τομές A-A' και B-B' διεύθυνσης Δ-Α (Σχήματα 5 και 6).

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας καθώς και τη συσχέτιση αυτών με τις γεωλογικές παρατηρήσεις, κατασκευάστηκε ο υπεδαφικός χάρτης απεικόνισης του αναγλύφου του αλπικού υποβάθρου (μαύρη γραμμή), όπως φαίνεται στο χάρτη του σχήματος 3. Η τρισδιάστατη απεικόνιση του ίδιου χάρτη, φαίνεται στο σχήμα 4.

Προκειμένου να καταδειχθεί με σαφήνεια η συμβολή της γεωφυσικής έρευνας στη διερεύνηση των υπεδαφικών συνθηκών της περιοχής, κατασκευάστηκαν οι αντίστοιχες γεωλογικές-γεωφυσικές τομές A-A' και B-B' διεύθυνσης Δ-Α (Σχήματα 5 και 6).

Τα μεγαλύτερα πάχη των πλειστοκαινικών ιζημάτων (150 μ.) εντοπίστηκαν στο κεντρικό τμήμα της πόλης, στην περιοχή των VES 807 και 610. Νοτιότερα, το πάχος των ιζημάτων μειώνεται και φαίνεται να λαμβάνει τη μικρότερη τιμή (15-20 μ.) στην περιοχή Προφ. Ηλία Σκοπής, δυτικά και Καρακοβουνίου, ανατολικά (Σχήμα 1 & 2). Αυτό άλλωστε προσδιορίζει την ανάπτυξη και λειτουργία του βόρειου τμήματος του οροπέδιου της Τρίπολης (λεκάνες Σάγκα-Νεστάνης και Μαντινείας) και της νότιας (λεκάνη Τρίπολης), ως διαφορετικούς χώρους απόθεσης μεταλλικών ιζημάτων και υδρολογικών συνθηκών.

- Διερευνήθηκε και χαρτογραφήθηκε η τεκτονική δομή του αλπικού υποβάθρου. Με τον τρόπο αυτό προσδιορίστηκε και οριοθετήθηκε ανατολικά η ανεστραμμένη δομή των σχηματισμών της ενότητας της Πίνδου. Στις περιοχές όπου εντοπίστηκε ως αλπικό υπόβαθρο ο ασβεστόλιθος της ανεστραμμένης δομής, η γεωφυσική έρευνα προσδιόρισε ως υποκείμενα στρώματα τους μαργαϊκούς ασβεστόλιθους και στη συνέχεια το φλύσχι (Σχήμα 2). Περιφερειακά της ζώνης αυτής, κάτω από τους ανεστραμμένους μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, εντοπίστηκε ο επίσης ανεστραμμένος φλύσχις. Αμέσως πιο εξωτερικά (δυτικότερα), όπου ο φλύσχις αποτελεί το υπόβαθρο, εντοπίστηκε η *τεκτονικά διαταραγμένη ζώνη επαφής* της αναστροφής και σε πολλές θέσεις προσδιορίστηκαν βαθύτερα τα μεταβατικά ιζήματα και οι ασβεστόλιθοι της κανονικής δομής της ενότητας της Πίνδου. Στις κεντρικές περιοχές (ανατολικά της Καρύταινας, Μεγάλη Λίμνη, Μαντινεία, Μηλιά), όπου στο αλπικό υπόβαθρο κυριαρχούν οι μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι της κανονικής δομής της ενότητας της Πίνδου, στις περισσότερες των θέσεων των γεωηλεκτρικών βυθοσκοπήσεων, προσδιορίστηκαν οι υποκείμενοι ασβεστόλιθοι της ίδιας ενότητας. Στις δυτικές περιοχές, κάτω από τους ασβεστόλιθους της ενότητας της Πίνδου εντοπίστηκαν οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ενότητας της Τρίπολης, και έτσι οριοθετήθηκε το μέτωπο της επώθησης, δυτικά του οποίου το αλπικό υπόβαθρο δομείται αποκλειστικά από τους σχηματισμούς της ενότητας της Τρίπολης. Στην πραγματικότητα, πρόκειται για μία σύνθετη τεκτονική ζώνη που, στα βορειοδυτικά τμήματα της (περιοχή Σιμιάδων), προσδιορίζεται ως τυπική, μικρής κλίσης, επιφάνεια επώθησης των σχηματισμών της ενότητας της Πίνδου πάνω σε αυτούς της ενότητας της Τρίπολης, ενώ στα κεντρικά και νότια τμήματα της (περιοχή Κάψα, Μηλιάς) προσδιορίζεται ως μία μεγάλης κλίσης τεκτονική επιφάνεια (ρήγμα), με απότομη μετάβαση (Σχήμα 2). Ανατολικά της ζώνης αυτής των ρηξιγενών επαφών, δεν εντοπίστηκε σε καμία θέση η ενότητα της Τρίπολης. Οι ασβεστόλιθοι της ενότητας Τρίπολης επανεντοπίζονται ως υπόβαθρο δυτικά της Μηλιάς, σε απότομη πλευρική ασυνέχεια με τους σχηματισμούς της ενότητας της Πίνδου.

#### ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

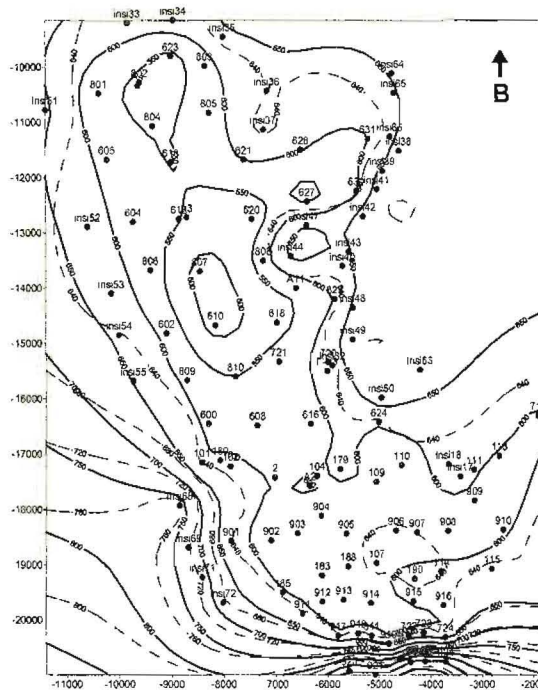
Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας καθώς και τη συσχέτιση αυτών με τις γεωλογικές παρατηρήσεις, κατασκευάστηκε ο υπεδαφικός χάρτης απεικόνισης του αναγλύφου του αλπικού υποβάθρου (μαύρη γραμμή), όπως φαίνεται στο χάρτη του σχήματος 3. Η τρισδιάστατη απεικόνιση του ίδιου χάρτη, φαίνεται στο σχήμα 4.

Προκειμένου να καταδειχθεί με σαφήνεια η συμβολή της γεωφυσικής έρευνας στη διερεύνηση των υπεδαφικών συνθηκών της περιοχής, κατασκευάστηκαν οι αντίστοιχες γεωλογικές-γεωφυσικές τομές A-A' και B-B' διεύθυνσης Δ-Α (Σχήματα 5 και 6).

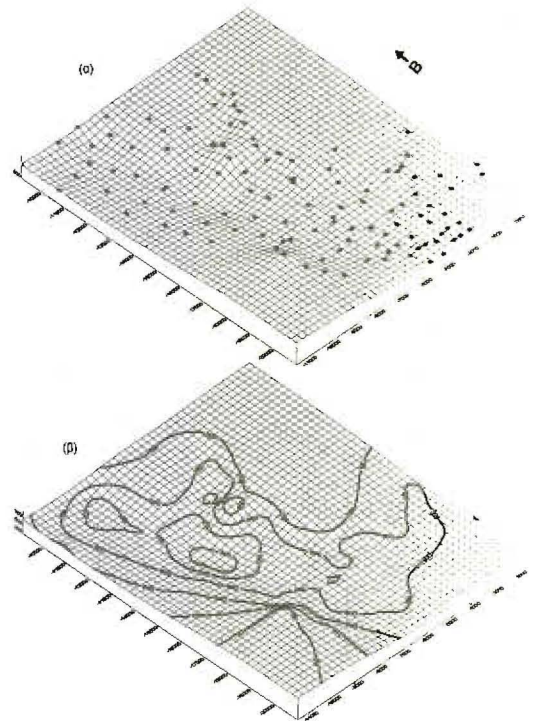
Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της γεωφυσικής έρευνας καθώς και τη συσχέτιση αυτών με τις γεωλογικές παρατηρήσεις, κατασκευάστηκε ο υπεδαφικός χάρτης απεικόνισης του αναγλύφου του αλπικού υποβάθρου (μαύρη γραμμή), όπως φαίνεται στο χάρτη του σχήματος 3. Η τρισδιάστατη απεικόνιση του ίδιου χάρτη, φαίνεται στο σχήμα 4.

Προκειμένου να καταδειχθεί με σαφήνεια η συμβολή της γεωφυσικής έρευνας στη διερεύνηση των υπεδαφικών συνθηκών της περιοχής, κατασκευάστηκαν οι αντίστοιχες γεωλογικές-γεωφυσικές τομές A-A' και B-B' διεύθυνσης Δ-Α (Σχήματα 5 και 6).

Τα μεγαλύτερα πάχη των πλειστοκαινικών ιζημάτων (150 μ.) εντοπίστηκαν στο κεντρικό τμήμα της πόλης, στην περιοχή των VES 807 και 610. Νοτιότερα, το πάχος των ιζημάτων μειώνεται και φαίνεται να λαμβάνει τη μικρότερη τιμή (15-20 μ.) στην περιοχή Πύροφ. Ηλία Σκοπής, δυτικά και Καρακοβουνίου, ανατολικά (Σχήμα 1 & 2). Αυτό άλλωστε προσδιορίζει την ανάπτυξη και λειτουργία του βόρειου τμήματος του οροπεδίου της Τρίπολης (λεκάνες Σάγκα-Νεστάνης και Μαντινείας) και της νότιας (λεκάνη Τρίπολης), ως διαφορετικούς χώρους απόθεσης μεταλλικών ιζημάτων και υδρολογικών συνθηκών.

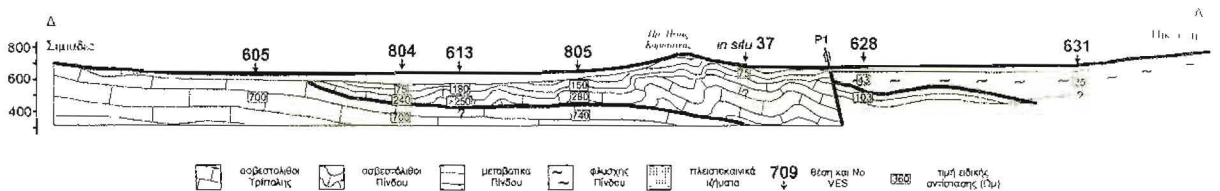


Σχήμα 3: Χάρτης απεικόνισης του τοπογραφικού αναγλύφου (διακεκομμένη γραμμή) και του αναγλύφου του αλπικού υποβάθρου (συνεχής γραμμή), της λεκάνης της Μαντινείας.



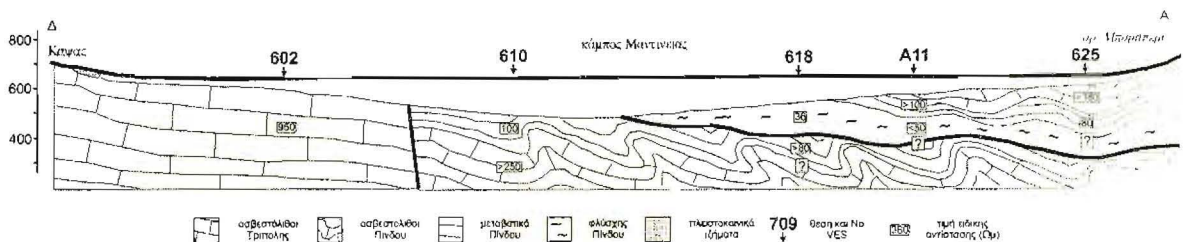
Σχήμα 4: Τρισδιάστατη απεικόνιση αναγλύφου του μορφολογικού (α) και αλπικού υποβάθρου (β), της λεκάνης της Μαντινείας, σε κλίμακα 1:1.3.

Το μέτωπο της επώθησης της ενότητας της Πίνδου οριοθετείται στην δυτική περιοχή (Σιμιδάδες, Κάψα, δυτική Μηλιά) και στην νότιο-ανατολική περιοχή (ανατολική Μηλιά) της λεκάνης, όπως αυτή απεικονίζεται στον χάρτη του σχήματος 2. Η ανεστραμμένη δομή Μπαρμπέρι - Κούκουρα - Μάλι Θράσι οριοθετείται στην βορειο-ανατολική περιοχή (κάμπος Πικέρνη) και στην ανατολική περιοχή (Γκορτσούλι, ανατολική Μαντινεία, βορειοανατολική Μηλιά) της λεκάνης (Σχήμα 2).



Σχήμα 5: Γεωλογική-γεωφυσική τομή Α-Α'.

Στις κεντρικές περιοχές εντοπίζεται η κανονική δομή των σχηματισμών της ενότητας της Πίνδου, με τους μαργαίτους ασβεστόλιθους να υπέρκεινται των ασβεστόλιθων, σε αρκετές θέσεις. Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ενότητας της Τρίπολης φαίνεται να εντοπίζονται και στα βορειο-κεντρικά μόνο τμήματα της λεκάνης, κάτω από αυτούς της Πίνδου.



Σχήμα 6: Γεωλογική-γεωφυσική τομή Β-Β'.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής και τη γεωφυσική έρευνα, διαπιστώθηκαν τα εξής:

- Η προ-πλειστοκαινική πόλη της Μαντινείας δομείται από ανθρακικά ιζήματα της ενότητας της Τρίπολης (δυτικά και νότια κράσπεδα) και από ανθρακικά και κλαστικά ιζήματα της ενότητας της Πίνδου (βόρεια και ανατολικά κράσπεδα).
- Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ενότητας της Τρίπολης έρχονται σε τεκτονική επαφή με αυτούς της ενότητας της Πίνδου, είτε σχεδόν οριζόντια (επώθηση-Σχήμα 2) στις βορειοδυτικές περιοχές, είτε κατακόρυφα (ρήγματα-περιοχές Κάψα, Καταβόθρα, Καμάρι-Σχήμα 2).
- Τα ανατολικά κράσπεδα της λεκάνης, όπου εντοπίζεται η ανεστραμμένη δομή της ενότητας της Πίνδου (Σχήμα 2), έχουν ως υπόβαθρο τους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Πίνδου που απαντούν δυτικότερα και που όπως προαναφέρθηκε, βρίσκονται σε τεκτονική επαφή με αυτούς της Τρίπολης, χωρίς την παρεμβολή φλύσχη.
- Από τον υπεδafικό χάρτη φαίνεται ότι η λεκάνη έχει αρχικά τεκτονική προέλευση και οφείλεται σε συνδυασμό συζυγών ρηγμάτων, τα οποία έχουν διεύθυνση τόσο Β.ΒΔ-Ν.ΝΑ (που είναι και η επικρατούσα διεύθυνση), όσο και Α.ΒΑ-Δ.ΝΔ. Τα επικρατούντα ρήγματα διεύθυνσης Β.ΒΔ-Ν.ΝΑ, που εμφανίζονται επιφανειακά και είναι ορατά τόσο στα κράσπεδα του οροπεδίου της Τρίπολης, όσο και σε άλλες περιοχές της κεντρικής Πελοποννήσου, όπως στο Λεβίδι και στον Ορχομενό (ΚΑΡΟΤΣΙΕΡΗΣ, ΛΕΚΚΑΣ, 1986), εντοπίζονται και κάτω από τα ιζήματα της λεκάνης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των γεωφυσικών διασκοπήσεων. Αξιοσημείωτη είναι η κλιμακωτή διάταξη (en echelon) που παρουσιάζουν αυτά τα κανονικά ρήγματα (Σχήμα 2).
- Η προέκταση των ρηγμάτων P1 και P3, που καλύπτονται από τα αλπικά ιζήματα, σχηματίζουν την αρχική πρό-πλειστοκαινική λεκάνη, προσδίδοντας μία αρχικά ορθογώνια δομή. Η κατασκευή του υπεδafικού χάρτη (Σχήμα 3), δείχνει πράγματι ότι τα μεγαλύτερα βάθη (153 μ.) εντοπίζονται στη συγκεκριμένη περιοχή (περιοχή Μαντινείας). Ο συνδυασμός αυτών των ρηγμάτων, εκτός του ότι διαχωρίζουν τη λεκάνη της Μαντινείας από αυτή της Τρίπολης στο μορφολογικό στένωμα Πρ. Ηλίας Σκοπής- Καρακοβούνι, δημιουργεί επί μέρους ανυψωμένες περιοχές (λοφοειδείς εξάρσεις), όπως ο λόφος Γκορτσούλι (+742 μ.) και Προφ. Ηλίας Καρύταινας (+676 μ.), αλλά και μορφολογικές ταπεινώσεις, όπως εκείνες νότια της κοινότητας Αρτεμισίου (+530 μ.) και Μηλιάς (+545 μ.), εκτός από αυτή της περιοχής της Μαντινείας. Έτσι, η λεκάνη της Μαντινείας είναι διαφορετική από αυτή της Νεστάνης, με σύνθετα μορφολογικά γνωρίσματα και εμφανή σημάδια του τεκτονισμού στη δημιουργία της.
- Η ανεμπόδιστη κατά βάθος διάβρωση των ανθρακικών πετρωμάτων των ενοτήτων της Τρίπολης και της Πίνδου, που έρχονται κατευθείαν σε επαφή, διευκολύνεται από τον ρηματογόνο τεκτονισμό και επιφέρει ένα δεύτερο στάδιο εξέλιξης το οποίο ομαλοποιεί το αρχικά δημιουργημένο ανάγλυφο. Τελικό στάδιο της διεργασίας και της δημιουργίας της σημερινής εμφάνισης της πόλης, είναι η πλήρωση της με πλειστοκαινικά και ολοκαινικά ιζήματα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bogli, A. (1986). Contribution to the geomorphology and karsthydrology of the Tripolis polje. Karst Hydrogeology of the Central and Eastern Peloponnese (Greece), *Proc. 5<sup>th</sup> International Symposium of underground Water Tracing*, Athens.
- Γεωργούλης, Ι. (1984). Γεωλογικές και υδρογεωλογικές έρευνες στην περιοχή Μαντινείας (Κεντρική Πελοπόννησος). *Διδακτορική διατριβή*, 202σ., Αθήνα.
- Dercourt, J. (1964). Contribution a l' etude geologique d' un secteur du Peloponnese septentrional. *Ann. Geol. Pays Hell.*, 15, 408p., Athenes.
- Habic, P. (1986). Morphology. Karst Hydrogeology of the Central and Eastern Peloponnese (Greece). *Proc. 5<sup>th</sup> International Symposium of underground Water Tracing*, Athens.
- Καροτσιέρης, Ζ. (1981). Γεωλογικές έρευνες στην περιοχή Βυτίνας (Κεντρική Πελοπόννησος). *Διδακτορική διατριβή*, 202σ., Αθήνα.
- Καροτσιέρης, Ζ., Λέκκας, Σ. (1986). Η γεωλογική δομή γύρω από το οροπέδιο της Τρίπολης. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, Τ. 20, σ. 53-66.
- Κισκύρας, Δ. (1964). Τεκτονικές έρευνες στην Πελοπόννησο και ιδιαίτερα στη ζώνη Ωλονού-Πίνδου. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Εταιρ.*, 5/2, 1-21.

- Larson, T. H. (1995). Revisiting a 1995 resistivity survey over a buried bedrock valley aquifer. Proc. of the Symp. on the Application of Geophysics to Engin. and Envir. Problems (SAGGEP). April 23-26, Orlando, Florida, pp. 871-875.
- Λέκκας, Σ. (1978α). Συμβολή εις την γεωλογικήν δομήν της περιοχής νοτιοανατολικώς της Τριπόλεως. *Διατριβή επί διδακτορία*, 192σ., Αθήναι.
- Lekkas, S. et Zambetakis-Lekkas, A. (1980). Sur l' existence de la serie de Mangassa en Peloponnese central (Grece). *Ann. Geol. Pays Hell.*, 30/1, 333-341.
- Lekkas, S. et Georgoulis, J. (1985). Couches renversees dans la nappe d' arcadie et leur signification pour l' hydrogeologie (Peloponnese central, Grece). *Ann. Geol. Pays Hell.*, 33/1, 83-91.
- Luttig, G. (1976). Lignite investigation Peloponneses - Euboea 1974-1976. *Report Hanover/Athens*.
- Μαριολάκος, Η. (1975). Σκέψεις και απόψεις επί ορισμένων προβλημάτων της γεωλογικής και τεκτονική δομής της Πελοποννήσου. *Ann. Geol. Pays Hell.*, 27, 215-313.
- Μαριολάκος, Η., Λούης, Ι. & Παπαδόπουλος, Τ. (1987). Γεωμορφολογία του Αλπικού υποβάθρου της νεοτεκτονικής λεκάνης της Άνω Μεσσηνίας & η μορφοτεκτονική της ερμηνεία. *Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Γεωγραφικού Συνεδρίου*. Τόμος Β, σ. 53-67.
- Ντάνος, Χ. & Παναγιωτάκης, Γ. (1993). Γεωλογική δομή βορειοανατολικά της Μαντινείας. Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Γεωλογίας Παν/μιου Αθηνών.
- Παπαδόπουλος, Τ. (1985). "Γεωφυσικές Έρευνες στην Περιοχή της Λεκάνης Μεγαλόπολης" *Διδακτορική διατριβή*, σ. 205, Αθήνα.
- Yungul, S.H. (1996). Electrical Methods in Geophysical Exploration of Deep Sedimentary Basin. Chapman & Hall, 197p..
- Zohdy, A.A.R. (1989). "A new method for the automatic interpretation of Schlumberger and Wenner soundings curves". *Geophysics*, vol. 54, 2: 245-253