



# ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

5ου

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ

ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ

ΑΘΗΝΑ

11, 12, 13 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 1999



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ**  
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΝ ΣΩΜ. ΑΝΕΓΝ. ΑΡΙΘ. 3096/73  
ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΕΩΣ 1901 - ΕΔΡΑ ΑΘΗΝΑΙ 106 71  
ΒΟΥΚΟΥΡΕΣΤΙΟΥ 11 - ΤΗΛ. 36.31.112  
ΜΕΛΟΣ ΤΗΣ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗΣ ΕΝΩΣΕΩΣ  
ΜΕΛΟΣ ΤΟΥ ΔΙΕΘΝΟΥΣ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ

**ΠΡΑΚΤΙΚΑ**  
**5ου ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ**  
**ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΥ**  
**ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ**

*11, 12, 13 Νοεμβρίου 1999*

ΑΘΗΝΑ 1999

**ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΣΑΓΚΑ-ΝΕΣΤΑΝΗΣ  
(Ν. ΑΡΚΑΔΙΑΣ)**

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

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η πόλη Σάγκα-Νεστάνης, η οποία καταλαμβάνει το βορειοανατολικό τμήμα του οροπεδίου της Τρίπολης, παρουσιάζει μία επιμήκη ανάπτυξη Β-Ν που ταυτίζεται με τη διεύθυνση των επικρατούντων ρηγμάτων και αποστραγγίζεται στο νότιο μέρος αυτής από τις καταβόθρες της Νεστάνης. Τα κράσπεδα και το υπόβαθρο της λεκάνης καλύπτονται από ανθρακικά και κλαστικά ιζήματα της ενότητας της Πίνδου. Από τα αποτελέσματα των γεωφυσικών διασκοπήσεων, τις γεωλογικές παρατηρήσεις και τα υπάρχοντα γεωτρητικά στοιχεία, κατασκευάστηκε υπεδαιφικός χάρτης του αλπικού αναγλύφου, όπου διαπιστώθηκε ότι το μεγαλύτερο βάθος της λεκάνης (140 μέτρα) εντοπίζεται στο κεντρικό της τμήμα. Τα πρανή της προ-πλειστοκαινικής λεκάνης είναι ομαλά και αποτελούν συνέχεια των σημερινών, μη καλυπτόμενων από τεταρτογενή ιζήματα. Η ανεστραμμένη δομή της ενότητας της Πίνδου, με υπόβαθρο φλύσχη, περιορίζεται σε μικρή έκταση στα δυτικά κράσπεδα της λεκάνης. Η σημερινή λεκάνη θεωρείται ότι σχηματίστηκε ως εξής: Αρχικά επέδρασε έντονος τεκτονισμός που είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία τάφρου στην κεντρική περιοχή της λεκάνης, την εν συνεχεία διάβρωση και καρστική διάλυση του αναγλύφου και του υποβάθρου, η οποία πρέπει να ευνοήθηκε από τις κλιματικές εναλλαγές του Πλειστοκαίνου και τέλος την πλήρωση του βυθίσματος με πλειστοκαινικά και ολοκαινικά ιζήματα.

**ABSTRACT**

The Saga-Nestani basin that covers the NE part of Tripolis highland, is elongated in a N-S direction along the dominant trend of fault zones in the area and is drained southward to Nestani's sinkholes. Mainly calcite carbonate fragments and clastic sediments of Pindos Unit cover the alpine basement as well as the margins around the basin. Based on geophysical investigations, geological observations and borehole data, a subsurface structural map of alpine relief was drawn. The deepest part of the basin (140 m) is encountered at its central part. Pre-pleistocene basin slopes are generally smooth and follow the today's uncovered with quaternary sediments topographic slopes. The overturned structure of Pindos Unit, with flysch basement, is confined to a small area at the western margins of the basin. The Saga-Nestani basin is considered to be formed as it follows: Originally a intense tectonic activity resulted in the development of a large graben in the central part of the basin, then weathering and intense karstification processes took place, favoured by climatic changes of Pleistocene and finally the area was filled with pleistocene and olocene sediments.

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

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

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η πόλη Σάγκα-Νεστάνης βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα του οροπεδίου της Τρίπολης, δυτικά της νέας εθνικής οδού Κορίνθου-Τριπόλεως, αμέσως μετά τη σήραγγα Αρτεμισίου. Καλύπτει επιφάνεια 8 km<sup>2</sup> περίπου, με το μεγαλύτερο άξονα (μήκους 3,5 χιλ.) να εκτείνεται σε διεύθυνση Β-Ν. Οριοθετείται βόρεια από το Λύρκειο όρος βόρεια, ανατολικά από το Αρτεμίσιο, δυτικά από τον ορεινό όγκο Μάλι Θράσι-Μπαρμπέρι και νότια από το ορεινό όγκο Βουνό (Σχήμα 1). Πρόκειται για μία επίπεδη λεκάνη με μέσο απόλυτο υψόμετρο +628 και με πολύ μικρή κλίση της τάξης του 1,5‰. Τα χαμηλότερα υψόμετρα παρατηρούνται στις νοτιοανατολικές απολήξεις της (+625), στην περιοχή της καταβόθρας Νεστάνη Ι, από όπου και αποστραγγίζεται.

Στα πλαίσια της διερεύνησης της μορφοτεκτονικής εξέλιξης της λεκάνης Σάγκα-Νεστάνης, στην κεντρική Πελοπόννησο, μελετήθηκαν οι γεωλογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Για τον σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε λεπτομερής γεωλογική χαρτογράφηση και διεξήχθησαν γεωφυσικές διασκοπήσεις για τη διερεύνηση των αλπικών και μεταλπικών σχηματισμών, με την εκτέλεση γεωηλεκτρικών βυθοσκοπήσεων και επιτόπου μετρήσεων της ειδικής αντίστασης τόσο σε επιφανειακές εμφανίσεις των αλπικών σχηματισμών, όσο και σε γεωτρήσεις της περιοχής. Από την αξιολόγηση των γεωλογικών και γεωφυσικών δεδομένων, κατέστη δυνατόν να προσδιορισθεί το βάθος και η φύση των σχηματισμών του αλπικού υποβάθρου, να κατασκευασθεί χάρτης του υποβάθρου των μεταλπικών σχηματισμών (Σχήμα 3) και να προσδιοριστούν οι καλυμμένες κατακόρυφες και οριζόντιες ασυνέχειες.

**ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**

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

Περιμετρικά της λεκάνης απαντούν ιζήματα της ενότητας της Πίνδου συνιστάμενα από ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους, μεταβατικά ιζήματα προς φλύσχη και φλύσχη.

Τα ανατολικά κράσπεδα της λεκάνης αποτελούνται από ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους της ενότητας της Πίνδου, οι οποίοι είναι επωθημένοι σε ανθρακικά λατυποπαγή ιζήματα και φλύσχη της μεταβατικής ενότητας από Τρίπολη σε Πίνδο (LEKKAS, S. et al, 1980), καθώς και φλύσχη της ενότητας της Τρίπολης, όπως φαίνεται στο τεκτονικό παράθυρο που σχηματίζεται ανατολικά της Νεστάνης (Σχήμα 1).

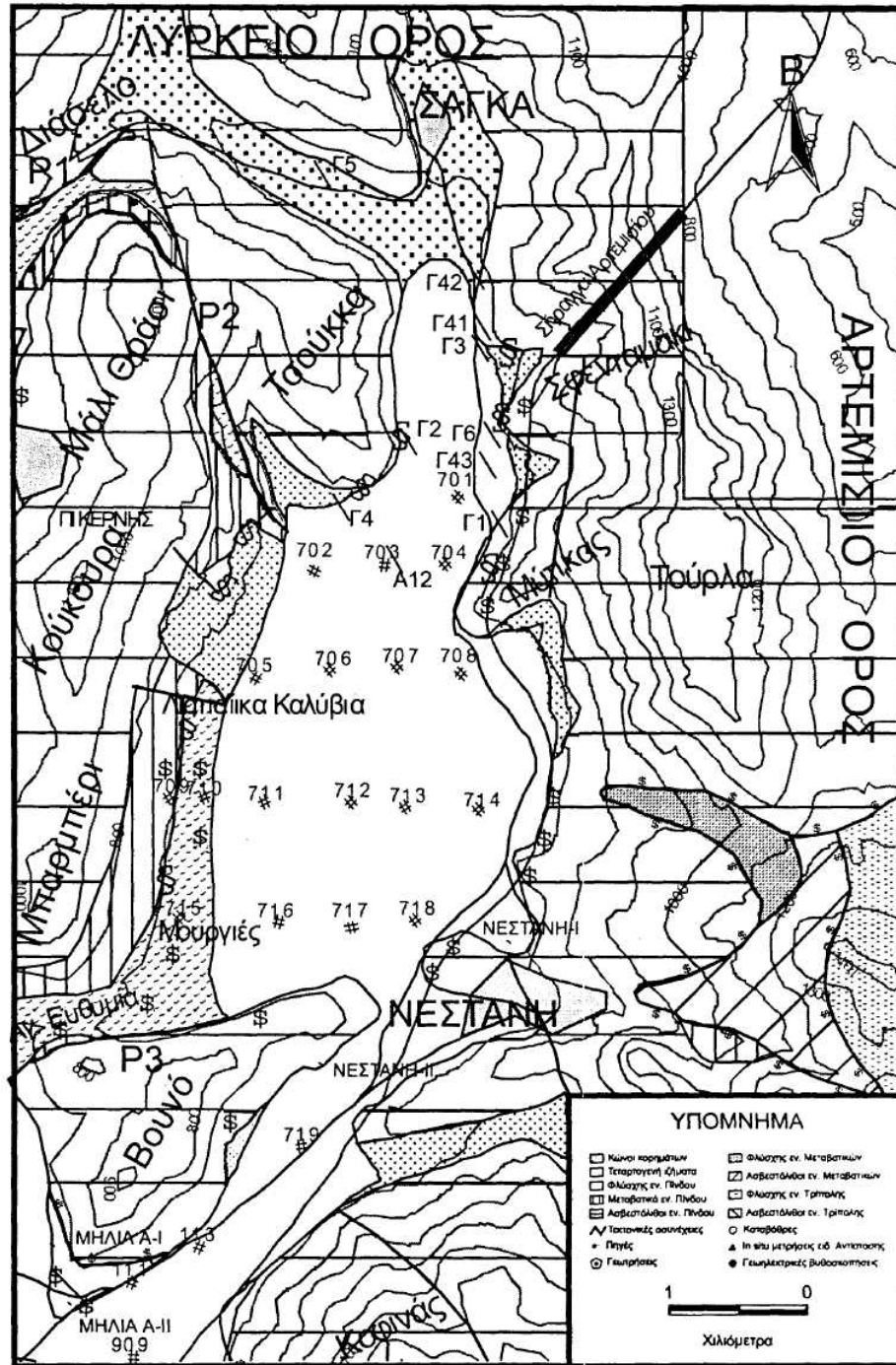
Στη νότια περιοχή της λεκάνης (περιοχή Βουνό) απαντούν ομοίως, οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι της ενότητας της Πίνδου, που είναι επωθημένοι πάνω σε δολομιτικούς ασβεστόλιθους της ενότητας της Τρίπολης (καταβόθρα Νεστάνη ΙΙ).

Στα δυτικά περιθώρια απαντούν ιζήματα της ενότητας της Πίνδου, αποτελούμενα από φλύσχη και ανωκρητιδικούς ασβεστόλιθους σε ανεστραμμένη διάταξη, όπως αποδεικνύεται στρωματογραφικά από διάφορα είδη *Globotruncanidae*, με το φλύσχη να υπόκειται των ανθρακικών. Η ανεστραμμένη αυτή δομή περιορίζεται μέσα σε ένα τεκτονικό βύθισμα που σχηματίζεται από τρία ορατά ρήγματα. Ένα (P3) στο νότιο μέρος, με διεύθυνση περίπου Α-Δ, το οποίο διαχωρίζει τους ορεινούς όγκους Βουνό και Μπαρμπέρι και δύο (P1 και P2) στο βόρειο μέρος σε διάταξη ορθής γωνίας περίπου που διαχωρίζουν τις περιοχές Μάλι Θράσι-Πικερνιώτικο με αυτές των Τσούκκα ανατολικά και Διάσελο βόρεια (Σχήμα 1).

**ΓΕΩΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ**

Η γεωφυσική έρευνα που διεξήχθη, υλοποιήθηκε με την εφαρμογή της γεωφυσικής μεθόδου γεωηλεκτρικής διασκόπησης. Συγκεκριμένα, εκτελέστηκαν δέκα εννέα (19) γεωηλεκτρικές βυθοσκοπήσεις, μέγιστου αναπτύγματος ρεύματος 2000 μέτρα, με ικανοποιητική πυκνότητα σημείων, έτσι ώστε να εξασφαλισθεί η καλύτερη δυνατή κάλυψη της περιοχής και να εξαχθούν αξιόπιστα συμπεράσματα (Σχήμα 1). Ειδικότερα, μελετήθηκε η κατανομή της ειδικής αντίστασης πλευρικά και σε βάθος, έτσι ώστε να προκύψουν στοιχεία σχετικά με τη δομή, το πάχος και τη φύση των γεωλογικών σχηματισμών που συνέρχονται στην περιοχή μελέτης. Ως συσκευή μετρήσεως

αντιστάσεων χρησιμοποιήθηκε το σύστημα *TERRAMETER SAS*, το οποίο αποτελείται από τη βασική μονάδα *Terrameter SAS 300B* και συνοδεύεται από τη μονάδα *SAS 2000 Booster*.



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

Η ηλεκτρική μέθοδος γεωφυσικής διασκόπησης που επελέγη να εφαρμοσθεί, δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα όσον αφορά τη δυνατότητα διερεύνησης και χαρτογράφησης των γεωλογικών σχηματισμών, ιδιαίτερα σε περιοχές ομαλών τοπογραφικών ανάγλυφων και στρωματοποιημένων γεωλογικών συνθηκών. Ευρεία είναι η εφαρμογή της μεθόδου σε αντίστοιχες περιοχές για τον

καθορισμό των υδρογεωλογικών συνθηκών, σύμφωνα με σχετικές βιβλιογραφικές αναφορές (ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ Τ., 1985, ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ κ.α., 1987, STOURNARAS et al., 1990, ΗΑΕΝΙ, 1995, LARSON, 1995, κ.α.). Γενική αποδοχή μεταξύ των γεωεπιστημόνων είναι ότι, τα αποτελέσματα των μεθόδων αυτών αξιοποιούνται κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο, όταν συσχετίζονται με γεωτρητικά στοιχεία και επιτόπου (*in situ*) μετρήσεις της ειδικής αντίστασης σε επιφανειακές εμφανίσεις των σχηματισμών που δομούν το πεδίο ενδιαφέροντος.

Αξιοπίστα γεωτρητικά στοιχεία που απαιτούνται για τη συσχέτιση των γεωηλεκτρικών βυθοσκοπήσεων, προέρχονται από γεωτρήσεις που έχουν εκτελέσει κατά καιρούς σε διάφορα ερευνητικά προγράμματα τους, η Δ.Ε.Η. (1974-76) και το Ι.Γ.Μ.Ε. (1980-81). Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία των παρακάτω γεωτρήσεων (Σχήμα 1):

- Μίας (1) δειγματοληπτικής γεώτρησης, που ανορύχθηκε στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος της Δ.Ε.Η. (Α12). Τα στοιχεία της συγκεκριμένης γεώτρησης, σε συνδυασμό με τα στοιχεία άλλων τεσσάρων (4) σε άλλες περιοχές του οροπεδίου, αξιολογήθηκαν και συνέβαλαν σημαντικά στη συσχέτιση των γεωφυσικών και γεωλογικών δεδομένων, ιδιαίτερα όσον αφορά τους μεταλλικούς σχηματισμούς.
- Τριών (3) δειγματοληπτικών-παραγωγικών υδρογεωτρήσεων στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος του Ι.Γ.Μ.Ε. (Γ7, Γ-N3, Γ4). Τα στοιχεία των γεωτρήσεων αυτών συνέβαλαν σημαντικά στη συσχέτιση των γεωφυσικών και γεωλογικών δεδομένων, ιδιαίτερα όσον αφορά τους υδροφόρους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Πίνδου.

Επειδή τα παραπάνω στοιχεία κρίθηκαν ως ανεπαρκή για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης, κρίθηκε απαραίτητη η διεξαγωγή είκοσι (20) επιτόπου μετρήσεων της ειδικής αντίστασης σε επιφανειακές εμφανίσεις των αλπικών γεωλογικών σχηματισμών, που απαντούν στα κράσπεδα της λεκάνης. Έμφαση δόθηκε στην επιλογή των θέσεων, έτσι ώστε να προκύψουν αξιοπίστα αποτελέσματα για όλους του τύπους λιθολογιών των διαφόρων σχηματισμών. Για τη πληρέστερη σκιαγράφηση των ειδικών αντιστάσεων των αλπικών σχηματισμών ελήφθησαν υπόψη και επιτόπου μετρήσεις που διεξήχθησαν σε άλλες περιοχές του οροπεδίου. Συνολικά αξιολογήθηκαν εβδομήντα δύο (72) μετρήσεις ειδικής αντίστασης.

Από τις παραπάνω εργασίες προέκυψαν τα εξής:

- Στα μεταλλικά ιζήματα, οι τιμές ειδικής αντίστασης κυμαίνονται από 18-24 Ωμ, ανάλογα με την κοκκομετρία των ιζημάτων (επικράτηση αργίλων, πηλών, άμμων) και τις προσμίξεις αδρομερέστερων υλικών (χαλίκων, κορημάτων, κλπ.).
- Στις επιφανειακές εμφανίσεις των αλπικών σχηματισμών, οι τιμές ειδικής αντίστασης παρουσιάζουν μεγάλο εύρος, όπως φαίνεται παρακάτω:
  - Οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ενότητας της Τρίπολης παρουσιάζουν μεγάλο εύρος τιμών ειδικής αντίστασης, γεγονός που αποδίδεται στην ανομοιογένεια των σχηματισμών, λόγω της δολομιτώσης, του τεκτονισμού και της καρστικοποίησης. Οι μικρότερες τιμές ειδικής αντίστασης των σχηματισμών (<400 Ωμ), παρατηρήθηκαν σε θέσεις έντονης καρστικοποίησης (καταβόθρες Μηλιάς Α-I & ΙΙ) ή τεκτονισμού. Η καρστικοποίηση και η πλήρωση δευτερογενώς, μερικώς ή ολικώς, των εγκοίλων από φερτά υλικά, είναι δυνατόν να ελαττώσουν σημαντικά την τιμή της ειδικής τους αντίστασης. Οι υψηλές τιμές ειδικής αντίστασης που παρατηρήθηκαν (>1500 Ωμ), αποδίδονται στην παρουσία συμπαγών άστρωτων-παχυστρωματωδών ασβεστόλιθων και δολομιτών. Η μέση τιμή της ειδικής αντίστασης για τους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Τρίπολης υπολογίσθηκε σε 1850 Ωμ.
  - Οι ασβεστόλιθοι της ενότητας της Πίνδου παρουσιάζουν σαφώς μικρότερο εύρος τιμών ειδικής αντίστασης, καθώς η καρστικοποίηση είναι λιγότερο ανεπτυγμένη λόγω της λιθολογικής ανομοιογένειας του σχηματισμού (μαργαϊκές ή πυριτικές ενδιαστρώσεις). Η μέση τιμή ειδικής αντίστασης των ασβεστόλιθων της ενότητας της Πίνδου υπολογίσθηκε σε 460 Ωμ. Οι χαμηλότερες τιμές που παρατηρήθηκαν (<250 Ωμ) αποδίδονται σε τοπικά τεκτονικά ή καρστικά φαινόμενα, ενώ οι μεγαλύτερες (>500 Ωμ) σε αυξημένη συμμετοχή κερατολιθικών παρά αργιλικών διαστρώσεων. Ένα αξιοσημείωτο στοιχείο, που προέκυψε από την παρούσα γεωφυσική έρευνα, είναι ο διαχωρισμός των ασβεστόλιθων της ενότητας της Πίνδου σε

υδροφόρους και μη υδροφόρους. Συγκεκριμένα, τιμές ειδικής αντίστασης <350 Ωμ που εντοπίζονται σε βάθος, σκιαγραφούν την ύπαρξη υδροφορίας (π.χ. περιοχή δειγματοληπτικών-παραγωγικών υδρογεωτρήσεων Ι.Γ.Μ.Ε.). Αντίθετα, τιμές ειδικής αντίστασης >450 Ωμ σκιαγραφούν την ύπαρξη συμπαγών και άνυδρων ασβεστόλιθων της ενότητας της Πίνδου.

- Τα μεταβατικά προς το φλύσχη ιζήματα της ενότητας της Πίνδου παρουσιάζουν εύρος τιμών ειδικής αντίστασης μεταξύ 80-180 Ωμ, ανάλογα με την επικράτηση των ηλιτομαργαϊκών έναντι των ασβεστομαργαϊκών μελών, που στρωματογραφικά δείχνουν ιζήματα πλησιέστερα στο φλύσχη ή στους ασβεστόλιθους, αντίστοιχα. Η μέση ειδική αντίσταση για το σχηματισμό αυτό υπολογίστηκε σε 95 Ωμ.
- Το εύρος τιμών ειδικής αντίστασης του φλύσχη της ενότητας της Πίνδου είναι 31-38 Ωμ, ανάλογα με την επικράτηση των ηλιτών ή των λεπτών ψαμμιτικών διαστρώσεων, αντίστοιχα.

Η διάκριση μεταξύ των ανθρακικών σχηματισμών των ενότητων Τρίπολης και Πίνδου, με βάση αποκλειστικά το εύρος τιμών της ειδικής τους αντίστασης, δεν είναι πάντοτε εφικτή, αφού σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει αλληλοεπικάλυψη τιμών. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται μερικώς ή πλήρως λαμβάνοντας υπόψη, τις τιμές της ειδικής αντίστασης των επιτόπου μετρήσεων σε παρακείμενες θέσεις (επιφανειακές εμφανίσεις ή γεωτρήσεις), τα στοιχεία των γεωτρήσεων και την αναμενόμενη γεωλογική δομή και την χωρική κατανομή των ειδικών αντιστάσεων, όπως προκύπτει από τις γεωφυσικές τομές και χάρτες που κατασκευάζονται.

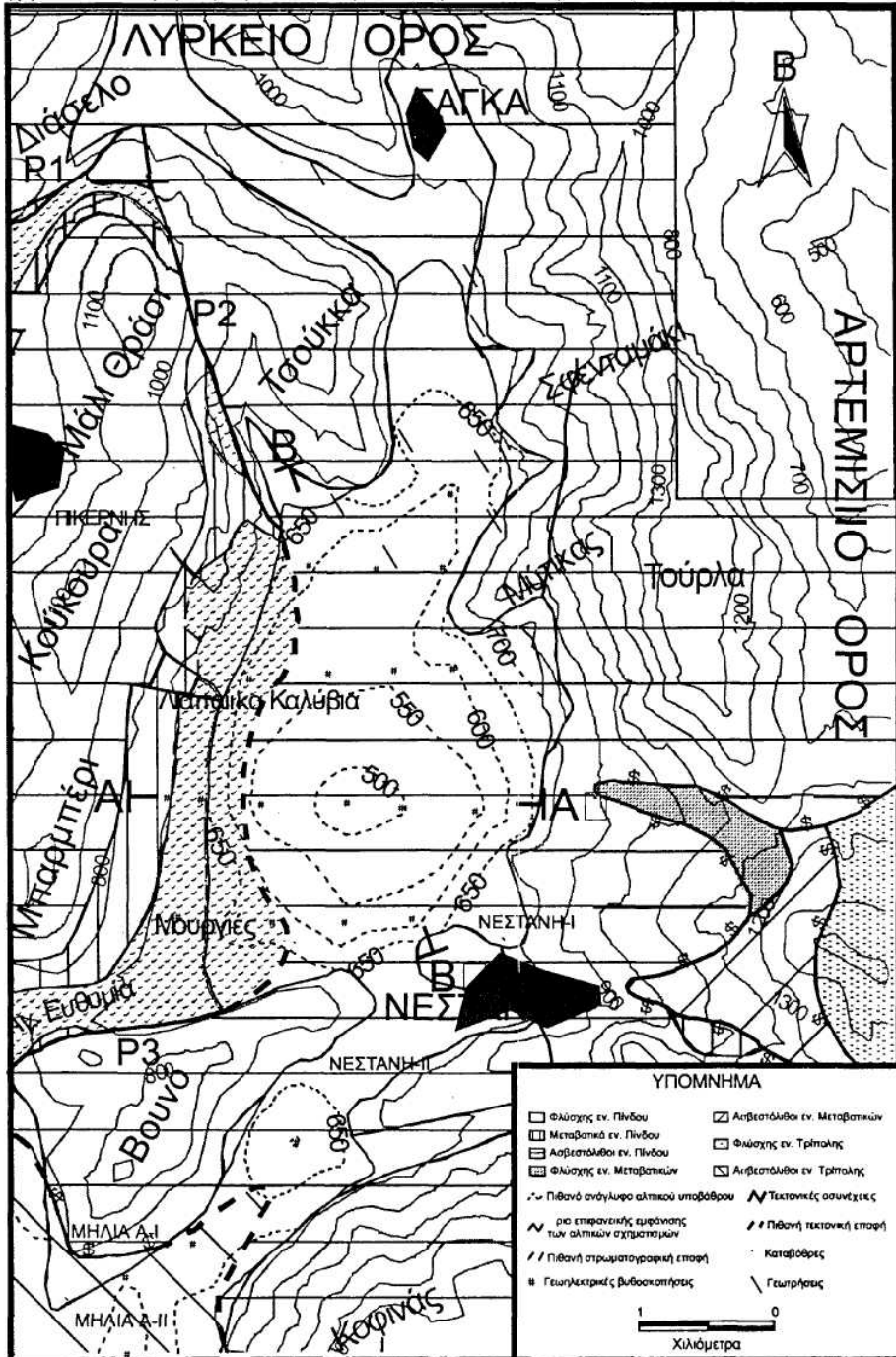
Για τον έλεγχο της πλευρικής ανομοιογένειας των γεωλογικών σχηματισμών σε δύο και τρεις διαστάσεις, κατασκευάστηκαν τομές και χάρτες φαινόμενης ειδικής αντίστασης, αντίστοιχα. Η κατασκευή τέτοιων παραστάσεων από στοιχεία που έχουν προκύψει από την επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων, χωρίς την μεσολάβηση αλγόριθμων ποσοτικής ερμηνείας, που χρησιμοποιούνται στα λογισμικά πακέτα, δίνει μία καλύτερη εικόνα της στρωματογραφικής δομής. Με τον τρόπο αυτό πραγματοποιήθηκε μία πρώτη προσέγγιση (ποιοτική) των γεωηλεκτρικών αποτελεσμάτων και εκτιμήθηκε η αξιοπιστία της ποσοτικής ανάλυσης των βυθοσκοπήσεων, που έχει προκύψει από 1-D επεξεργασία και ερμηνεία.

Για την ποσοτική ερμηνεία των μετρήσεων, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος αντιστροφής που επινόησε ο A. A. R. ZOHDY (1989), η οποία 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). Μετά την ποιοτική παρουσίαση της φαινόμενης ειδικής αντίστασης και την αδρή σκιαγράφιση της στρωματογραφικής δομής, χαράχθηκαν τομές και χάρτες της κατανομής της ειδικής αντίστασης μετά του βάθους, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ποσοτικής ανάλυσης 1-D. Η κατασκευή τέτοιων παραστάσεων έδωσε πληρέστερη εικόνα σε δύο (ψευδο-2D απεικόνιση) ή τρεις (ψευδο-3D απεικόνιση) διαστάσεις, της κατανομής της ειδικής αντίστασης μετά του βάθους και εξήχθησαν συμπεράσματα για τη φύση και τη δομή των υπεδαφικών σχηματισμών.

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

- Προσδιορίστηκε το πάχος και η λιθολογική σύσταση των πλειστοκαινικών ιζημάτων. Το μεγαλύτερο πάχος ιζημάτων (130-150 μ.) υπολογίστηκε στις κεντρικές περιοχές της λεκάνης και μειώνεται σταδιακά προς τα κράσπεδα της.
- 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.  
Διερευνήθηκε και χαρτογραφήθηκε η δομή του αλπικού υποβάθρου. Με τον τρόπο αυτό προσδιορίστηκε και οριοθετήθηκε δυτικά η ανεστραμμένη δομή των σχηματισμών της ενότητας της Πίνδου. Στις περιοχές αυτές, που περιορίζονται στα δυτικά τμήματα της λεκάνης, εντοπίστηκε η *τεκτονικά διαταραγμένη ζώνη* επαφής της αναστροφής και σε πολλές θέσεις προσδιορίστηκαν βαθύτερα οι ασβεστόλιθοι της κανονικής δομής της ενότητας της Πίνδου, που υπόκεινται της ανεστραμμένης δομής. Στις υπόλοιπες περιοχές του πεδίου έρευνας, όπου ως αλπικό υπόβαθρο προσδιορίστηκαν οι ασβεστόλιθοι της κανονικής δομής της ενότητας της

Πίνδου, στις περισσότερες των θέσεων των γεωηλεκτρικών βυθοσκοπήσεων (εκτός των κεντρικών περιοχών, VES 711, 712, 713 & 714), εντοπίστηκαν οι ανθρακικοί σχηματισμοί της ενότητας της Τρίπολης να υπόκεινται των ασβεστόλιθων της Πίνδου, χωρίς την παρεμβολή φλύσχη. Η ίδια δομή στρωμάτων διερευνήθηκε και στις θέσεις των VES 718 και 719.

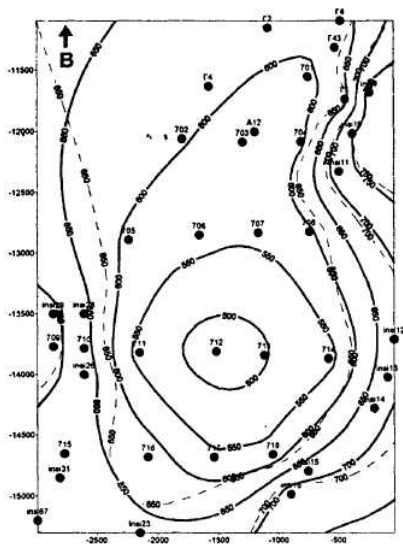


Σχ. 2: Γεωλογικός χάρτης επιφανειακών και υπεδαφικών εμφανίσεων των γεωλογικών σχηματισμών.

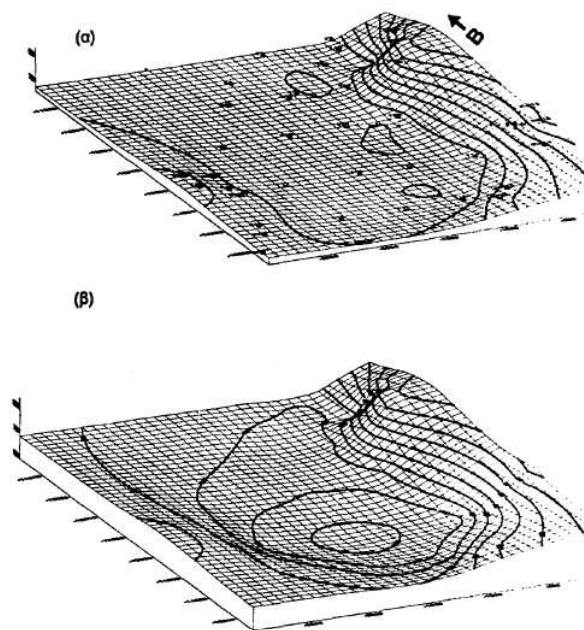


### ΜΟΡΦΟΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Λαμβάνοντας υπόψη τα γεωλογικά δεδομένα και την αξιολόγηση των γεωφυσικών αποτελεσμάτων, κατασκευάστηκε υπεδαφικός χάρτης απεικόνισης του αναγλύφου του αλπικού υποβάθρου, που φαίνεται στο χάρτη του σχήματος 3. Η τρισδιάστατη απεικόνιση του αλπικού υποβάθρου παρουσιάζεται στο σχήμα 4.



Σχ. 3: Χάρτης απεικόνισης του τοπογραφικού αναγλύφου (διακεκομμένη γραμμή) και του αναγλύφου του αλπικού υποβάθρου (συνεχής γραμμή), της λεκάνης Σάνγκα-Νεστάνης.

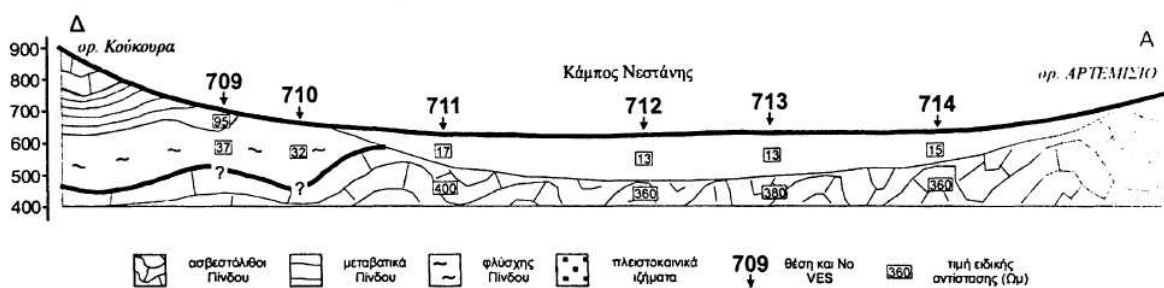


Σχ. 4: Τρισδιάστατη απεικόνιση του αναγλύφου της επιφανειακής μορφολογίας (α) και του αλπικού υποβάθρου (β), της λεκάνης Σάγκα-Νεστάνης, σε κλίμακα 1:1:1.

Με βάση τα υπάρχοντα γεωλογικά, γεωτρητικά και γεωφυσικά στοιχεία, κατασκευάστηκαν οι γεωλογικές-γεωφυσικές τομές Α-Α' (Σχήμα 5) και Β-Β' (Σχήμα 6), διεύθυνσης Δ-Α και Β-Ν, αντίστοιχα.

Η γεωλογική-γεωφυσική τομή Α-Α' δείχνει ότι ο φλύσχος της ενότητας της Πίνδου, που συναντάται στα ανατολικά κράσπεδα του όρους Μπαρμπερί-Κούκουρα, δεν λαμβάνει μεγάλη εξάπλωση ανατολικά, αλλά περιορίζεται μεταξύ των VES 710 και 711. Η γεωφυσική έρευνα έδειξε ότι στο κεντρικό τμήμα της πόλγης, στην περιοχή των VES 712 και 713, το αλπικό υπόβαθρο (ασβεστόλιθοι της ενότητας της Πίνδου κανονικής δομής) συναντάται σε βάθη 130 και 150 μέτρων, αντίστοιχα

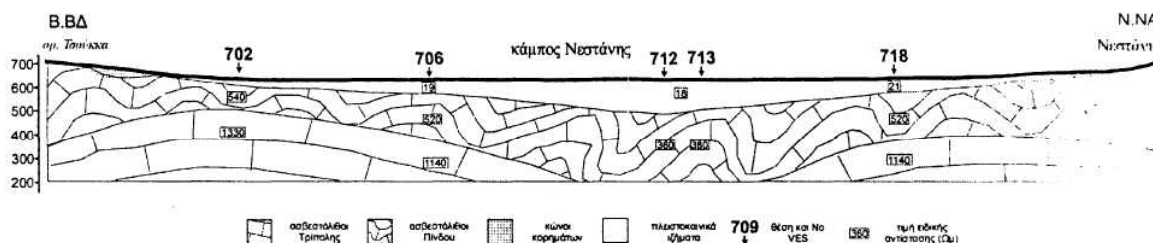
Η γεωλογική-γεωφυσική τομή Β-Β' (Σχήμα 6) δείχνει ότι το αλπικό υπόβαθρο αποτελούν οι ασβεστόλιθοι της ενότητας της Πίνδου (κανονικής δομής). Οι VES 702, 706 και 718 εντοπίζουν τους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Τρίπολης κάτω από αυτούς της Πίνδου. Αντίθετα, κάτω από τις VES 712 και 713 στο κεντρικό τμήμα της πόλγης, δεν εντοπίζονται οι σχηματισμοί της ενότητας της Τρίπολης.



Σχ. 5: Γεωλογική-γεωφυσική τομή Α-Α'.

Όπως φαίνεται και στο χάρτη του σχήματος 2, η ανεστραμμένη δομή Μπαρμπέρι - Κούκουρα - Μάλι Θράσι περιορίζεται στα δυτικά περιθώρια της πόλγης. Από τις βυθοσκοπήσεις που διεξήχθησαν για τη διερεύνηση των τεταρτογενών σχηματισμών, μόνο οι VES 705 και 716 προσδιόρισαν τη δομή αυτή, της οποίας το μεγαλύτερο πάχος της φαίνεται να αναπτύσσεται στο κεντροδυτικό τμήμα της πόλγης και σε βάθος >300 μ.

Οι σχετικά μικρές τιμές των ασβεστόλιθων στα κεντρικά τμήματα της πόλγης αποδίδονται στην καρστικοποίηση και στην συνέχεια πλήρωση λόγω βαρύτητας των εγκοίλων με κλαστικό υλικό και νερό.



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

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την επεξεργασία των γεωλογικών και γεωφυσικών δεδομένων, συμπεραίνονται τα εξής:

- Η επιμήκης ανάπτυξη της πόλγης με άξονα Β-Ν, ταυτίζεται με τη διεύθυνση των επικρατούντων ρηγμάτων της ευρύτερης περιοχής.
- Οι ανωκρητιδικοί ασβεστόλιθοι της ενότητας της Πίνδου που αποτελούν, στο μεγαλύτερο μέρος της πόλγης το υπόβαθρο των μεταλλικών σχηματισμών (Σχήμα 2), είναι επωθημένοι στους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας της Τρίπολης, χωρίς την παρεμβολή φλύσχη που θα εμπόδιζε την κατά βάθος καρστικοποίηση.
- Η ανεστραμμένη δομή της ενότητας της Πίνδου, με υπόβαθρο φλύσχη, περιορίζεται σε μικρή έκταση στα δυτικά κράσπεδα της πόλγης (Σχήμα 2).
- Η ομαλή κλίση και η ταύτιση της σημερινής μορφολογίας με την προ-πλειστοκαινική, όπως αποδεικνύεται από την κατασκευή του υπεδαφικού χάρτη (Σχήμα 3) και την τρισδιάστατη εικόνα του αναγλύφου (Σχήμα 4), προϋποθέτει μία συνεχή και ομαλή εξέλιξη από το ανώτερο Νεογενές έως σήμερα.
- Η μορφή και το βάθος της προ-πλειστοκαινικής πόλγης προδιαγράφουν την παρακάτω εξέλιξη της πόλγης:
  - i. Αρχικά σχηματίστηκε μία προ-πλειστοκαινική τεκτονική τάφρος, που είχε ως αποτέλεσμα τη βύθιση της κεντρικής περιοχής της πόλγης, όπως αποτυπώνεται από τη γεωλογική-γεωφυσική τομή του σχήματος 6.
  - ii. Η τελική διαμόρφωση της προ-πλειστοκαινικής πόλγης πρέπει να οφείλεται σε καρστική διάλυση, η οποία ευνοήθηκε από τις κλιματικές εναλλαγές του Πλειστόκαινου.
  - iii. Τελικό στάδιο αποτελεί η πλήρωση του βυθίσματος 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.
- Haeni, F.P. (1995). Application of surface-geophysical methods to investigations of sand and gravel aquifers in the glaciated northeastern United States. US Geological Survey Professional Paper. 1415(A). 70pp.
- 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., Αθήνα.
- 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 Ιου 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.
- Stournaras, G., Papadopoulou, T., Panagopoulos, T., Sotiropoulou, K. & Alexiadou, Ch. (1990). Aspects hydrogeologiques des bassins fermes karstiques. Le polje de Livadi (Arahova Grece). MEM of 22<sup>nd</sup> Congress of IAH, Vol. XXII, p. 592-602
- 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.