

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (Ο.Α.Σ.Π.)

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ,
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΧΑΡΤΩΝ ΤΗΣ
ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΩΝ ΠΑΤΡΩΝ

- ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ

Επιστημονικός Υπεύθυνος : Γ. ΚΟΥΚΗΣ, Καθηγητής

ΠΑΤΡΑ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 1996

**ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (Ο.Α.Σ.Π.)**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ,
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΧΑΡΤΩΝ ΤΗΣ
ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΩΝ ΠΑΤΡΩΝ**

- **ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ**

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Επιστημονικός Υπεύθυνος : Γ. ΚΟΥΚΗΣ, Καθηγητής

Κύριοι Ερευνητές: Δρ. Δ. Ρόζος, Δρ. Γ. Τσιαμπάος, Δρ. Ν. Σαμπατακάκης,
Δρ. Ι. Χατζηνάκος, Ε. Βασιλειάδης, Ν. Νικολάου

Βοηθοί Ερευνητές: Λ. Πυργιώτης, Ν. Κατριβέσης, Τ. Χριστοδουλοπούλου, Π.
Μποσινάκου, Ν. Δετσουντής

Βοηθητικό Προσωπικό: Α. Σπυρόπουλος, Κ. Μενζελόπουλος

**ΠΑΤΡΑ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 1996
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ, ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	2
2.1. Γενικά.....	2
2.2. Νεογενείς - τεταρτογενείς αποθέσεις.....	3
α. Πλειο-πλειστοκαινική σειρά.....	3
β. Πρόσφατες αποθέσεις.....	5
2.3. Τεκτονικά στοιχεία.....	5
2.3.1 Γενικές αναφορές	5
2.3.2 Μελέτη Φωτογραμμώσεων και πρόσφατων ρηγμάτων	7
2.3.3 Σύνταξη του τεκτονικού - νεοτεκτονικού χάρτη.....	7
2.4 Σεισμικότητα.....	9
3. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.....	11
3.1. Γενικά.....	11
3.2. Γεωτρήσεις.....	11
3.3. Δοκιμές Πενетроμετρήσεων.....	13
3.4. Δοκιμές CROSS-HOLE	13
3.5. Εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών.....	13
3.6. Σύνταξη του τεχνικογεωλογικού χάρτη.....	17
4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	21
4.2. Αρχική επεξεργασία υπάρχοντων γεωτεχνικών πληροφοριών.....	22
4.3. Αξιολόγηση και καταγραφή γεωτεχνικών στοιχείων από γεωτεχνικές έρευνες	22
5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	24
5.1. Ταξινόμηση Γεωτεχνικών Ενοτήτων.....	24
5.1.1. Επιχωματώσεις και πρόσφατες αποθέσεις	24
5.1.2. Ενότητα I : Παράκτια, τεφρή μαλακή ιλύς ή άργιλος.....	27
5.1.3. Ενότητα II : Αλλουβιακές - Διλουβιακές αποθέσεις μικτής φάσης... ..	27
5.1.4. Ενότητα III : Τεφρές - καστανότεφρες σιφρές άργιλοι και ιλύες του Πλειστοκαίνου.	31
5.1.5. Ενότητα IV : Μαργαϊκό υπόβαθρο (Πλειοπλειστόκαινο).	33
5.2. Κατανομή ταχυτήτων διάδοσης διατμητικών κυμάτων στο έδαφος.....	33
5.3. Σύνταξη Γεωτεχνικών Χαρτών.....	36
5.3.1. Χάρτης ισοπαχών "μαλακών αποθέσεων", κλίμακας 1 : 5.000	36

5.4. Γεωτεχνικές Τομές.....	38
5.5. Συσχετισμοί μηχανικών χαρακτηριστικών εδαφικών σχηματισμών	41
5.5.1. Γενικά	41
5.5.2. Αστράγγιστη διατμητική αντοχή αργιλικών εδαφών.....	41
5.5.2.1. Από δοκιμές πενетроμέτρησης (CPT).....	41
5.5.2.2. Από δοκιμές Cross-Hole (CH).....	46
5.5.3. Μέτρο διάτμησης ή ταχύτητα διάδοσης διατμητικών κυμάτων	46
5.5.3.1. Από δοκιμές Πρότυπης Διείσδυσης (SPT)	46
5.5.3.2. Από δοκιμές (CPT).....	46
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	49

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΑΞΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΧΑΡΤΩΝ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΩΝ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Γεωτεχνική Έρευνα που έγινε στην ευρύτερη περιοχή της πόλης των Πατρών περιέλαβε 1) την εκτέλεση γεωτρήσεων, πενетроμετρήσεων, ειδικών γεωφυσικών δοκιμών Cross-Hole και εργαστηριακών δοκιμών (κλασσικών και ειδικών), 2) αξιολόγηση των στοιχείων αυτών σε συνδυασμό με δεδομένα παλαιότερων γεωτρήσεων και εργαστηριακών δοκιμών που είχαν εκτελεσθεί στην περιοχή από διάφορους φορείς, 3) δημιουργία βάσης δεδομένων όλων των γεωτεχνικών στοιχείων.

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, έγινε διαχωρισμός των εδαφικών σχηματισμών της πόλης σε γεωτεχνικές ενότητες και συντάχθηκε σειρά τεχνικογεωλογικών χαρτών (εντοπισμού των γεωτεχνικών δεδομένων, ισοπαχών "μαλακών αποθέσεων", βάθους μαργαϊκού υποβάθρου, γεωτεχνικός κ.λ.π.) καθώς και οι αντίστοιχες γεωτεχνικές τομές.

Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατός ο σχεδιασμός τοπικών γεωτεχνικών τομών κατά περιοχή της πόλης, με αρκετή αξιοπιστία, που αποτελούν τη βάση για την εκτίμηση της δυναμικής συμπεριφοράς του εδάφους.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ακριβής γνώση των γεωλογικών-γεωτεχνικών συνθηκών μιας συγκεκριμένης περιοχής, εκτός από τη βασική πληροφόρηση σχετικά με τη διαστασιολόγηση θεμελιώσεων που παρέχει στον τοπικό μελετητή ή κατασκευαστή συμβατικών τεχνικών έργων, αποτελεί τη βάση για την εκτίμηση της δυναμικής απόκρισης του εδάφους και συνεπώς της επίδρασής του, σε περίπτωση έντονης σεισμικής δραστηριότητας, στην καταπόνηση των κατασκευών.

Η ακρίβεια της εκτίμησης ενός εδαφικού μοντέλου εξαρτάται κύρια από την έκταση και την πληρότητα των γεωτεχνικών ερευνών που έχουν εκτελεστεί στη συγκεκριμένη περιοχή και προφανώς από τη σχετική ομοιομορφία και στρωματογραφία των εδαφικών σχηματισμών. Η δυνατόν πληρέστερη καταγραφή και απεικόνιση των υπεδαφικών συνθηκών, αποτελούν τη βάση για τη σύνταξη μιας αξιόπιστης Μικροζωνικής Μελέτης.

Η περιοχή της πόλης της Πάτρας, που αποτελεί το αντικείμενο έρευνας, παρουσιάζει ως γνωστόν έντονη σεισμική δραστηριότητα, με πρόσφατους τους σεισμούς του 1989 και 1993 που προκάλεσαν και αρκετές ζημιές σε παλιά κυρίως κτίρια σε συγκεκριμένες περιοχές της πόλης.

Ειδικότερα ο σεισμός του 1989 ($M_s = 4.8$) προκάλεσε εμφάνιση επιφανειακής διάρρηξης στην περιοχή της Αγ. Τριάδας και σοβαρές βλάβες κτιρίων σε ζώνη πλάτους 50 περίπου μέτρων κατά μήκος του ρήγματος (Kalteziotis, et al, 1991). Το φαινόμενο αυτό αποτέλεσε και το "έναυσμα" της προσπάθειας για τη διερεύνηση των γεωτεχνικών εδαφικών συνθηκών στη συγκεκριμένη αυτή αστική περιοχή από το ΚΕΔΕ που στη συνέχεια, έπειτα από πρόταση του

Τομέα Εφαρμοσμένης Γεωλογίας και Γεωφυσικής του Τμήματος Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών (Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας) προς το Δήμο Πατρέων, επεκτάθηκε σε ολόκληρη την πόλη.

Οι διαθέσιμες από παλιά γεωτεχνικές πληροφορίες για την πόλη της Πάτρας ήταν περιορισμένες σε αριθμό και αφορούσαν γεωτρήσεις μικρού βάθους σε συγκεκριμένες θέσεις της πόλης που είχαν εκτελεστεί στα πλαίσια της μελέτης θεμελίωσης κυρίως δημόσιων κτιρίων.

Μία ολοκληρωμένη όμως γεωτεχνική έρευνα για την πόλη απαιτούσε ένα σημαντικό αριθμό σχετικά βαθιών γεωτρήσεων και επί τόπου δοκιμών που θα καλύπτουν όλη την αστική περιοχή. Έτσι, στα πλαίσια της έρευνας εκτελέστηκαν από το Τμήμα Γεωτεχνικής του ΚΕΔΕ σε συνεργασία με το Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών 25 δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, 42 στατικές πενετρομετρήσεις και δοκιμές Cross-Hole σε (8) επιλεγμένες θέσεις.

Από την αξιολόγηση όλων των παραπάνω ερευνητικών εργασιών έγινε εκτίμηση του γεωτεχνικού μοντέλου για τις υπεδαφικές συνθήκες της πόλης (τεχνικογεωλογικοί χάρτες, ταξινομήσεις εδαφών κλπ.) με την καλύτερη δυνατή προσέγγιση.

2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ, ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

2.1. Γενικά

Η πόλη της Πάτρας, είναι κτισμένη κατά το μεγαλύτερο μέρος της πάνω σε προσχλωσιγενείς αποθέσεις ολοκαινικής ηλικίας καθώς και στα νεογενή ιζήματα. Οι πρώτες συνίστανται από αργιλοαμμώδη κυρίως υλικά με διάσπαρτες κροκάλες και λατύπες, το δε πάχος τους φθάνει κατά θέσεις τα 70 μέτρα.

Το τμήμα βόρεια της πόλης καλύπτεται από υλικά κώνων κορημάτων, όπως άμμους και ασύνδετα αποστρογγυλευμένα τεμάχια ασβεστολιθικής σύστασης, τα οποία σχηματίζονται στις εξόδους των μεγάλων χειμάρρων που διασχίζουν την ευρύτερη περιοχή.

Στα Ανατολικά της πόλης επικρατούν τα παραπάνω νεογενή ιζήματα Άνω Πλειοκαινικής - Πλειστοκαινικής ηλικίας με μεγάλη εξάπλωση και συνολικό πάχος που φθάνει τα 1.200 μέτρα. Οι αποθέσεις αυτές είναι εναλλαγές λιμναίων, υφάλμυρων και θαλάσσιων ιζημάτων αποτελούμενων από κροκαλοπαγή, αμμούχες μάργες, αμμούχους πηλούς και αργίλους.

Οι νεογενείς και τεταρτογενείς αυτές αποθέσεις, που θα αναφερθούν με λεπτομέρεια παρακάτω, καλύπτουν τους προνεογενείς σχηματισμούς των γεωτεκτονικών ζωνών Ιονίου, Γαβρόβου - Τριπόλεως και Ωλονού Πίνδου που συνιστούν το γεωλογικό υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής του νομού Αχαιάς. Οι σχηματισμοί αυτοί έχουν μελετηθεί λεπτομερώς από γεωλογικής, τεχνικογεωλογικής και γεωτεχνικής πλευράς στη διδακτορική διατριβή του Δ. Ρόζου (1989).

2.2. Νεογενείς - τεταρτογενείς αποθέσεις

α. Πλειο-πλειστοκαινική σειρά

Οι νεογενείς - τεταρτογενείς σχηματισμοί τόσο στην πόλη της Πάτρας, όσο και στην ευρύτερη περιοχή καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση. Αποτελούνται από ποταμοχερσαίες αποθέσεις μεγάλου πάχους, που μεταβαίνουν πλευρικά σε λιμναία ιζήματα, που με τη σειρά τους εναλλάσσονται με θαλάσσιες και υφάλμυρες αποθέσεις.

Χαρακτηριστικό για την περιοχή είναι το πολύ έντονο ανάγλυφο. Τα Πλειο-Πλειστοκαινικά ιζήματα φθάνουν σε υψόμετρο μέχρι τα 600 μέτρα. Αυτό είναι αποτέλεσμα των έντονων ανοδικών κινήσεων που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια του Πλειστόκαινου μέχρι και σήμερα. Τα βαθύτερα μέλη των ποταμοχερσαίων αποθέσεων είναι κροκαλοπαγή, που έχουν μεγάλη εξάπλωση.

Ανάλογα με την απόσταση από το προνεογενές υπόβαθρο, το οποίο είναι και η κύρια πηγή τροφοδοσίας τους, τα κροκαλοπαγή αυτά έχουν διαφορετική λιθολογική σύσταση. Κύρια, αποτελούνται από ασβεστολιθικές κροκάλες (σε ποσοστό 60% περίπου), ψαμμιτικές και σε πολύ μικρό ποσοστό κερατολιθικές. Στα βαθύτερα μέλη των κροκαλοπαγών οι κροκάλες είναι μεγαλύτερες και λιγότερο αποστρογγυλεμένες. Μέσα σ' αυτά παρεμβάλλονται φακοί ή ενστρώσεις από άμμους, πηλούς ή αργίλους που το πάχος τους φθάνει κατά θέσεις και τα 20 μέτρα (Μέππος κ. ά., 1987).

Στην περιοχή των χωριών Άνω Καστρίτσι και Μπάλα τα κροκαλοπαγή έχουν χαρακτηριστικό χρώμα καστανό και περιέχουν διαστρώσεις από καστανοκίτρινους αμμούχους αργίλους πάχους μέχρι 1 μέτρο. Στη περιοχή του Κάτω Καστρισιού τα κροκαλοπαγή φέρουν επίσης συχνές ενστρώσεις από άμμους και είναι λιγότερο συνεκτικά. Το μέγεθος των κροκαλών εδώ είναι μικρότερο (2-10 εκ.), ενώ το ποσοστό των ανθρακικών και ψαμμιτικών κροκαλών είναι περίπου το ίδιο. Τα κροκαλοπαγή αυτά μεταβαίνουν πλευρικά και προς τα πάνω σε λιμναίες αποθέσεις που αποτελούνται από μαργοαμμούχα υλικά υπόλευκου χρώματος και φέρουν μικρές ενστρώσεις τεφρών αργίλων με melaporsis.

Οι λιμναίες αποθέσεις στη συνέχεια εξελίσσονται σε θαλάσσιες, που αποτελούνται από καστανούς άμμους και τεφρές αμμούχους αργίλους με πλήθος θαλάσσιων απολιθωμάτων. Πάνω από τις θαλάσσιες αποθέσεις βρίσκονται πάλι κροκαλοπαγή, με μικρό σχετικό πάχος (μέχρι 70 μέτρα). Το υλικό των κροκαλών είναι κύρια ανθρακικό και σε λιγότερο ποσοστό ψαμμιτικό ή κερατολιθικό. Οι κροκάλες δεν είναι καλά αποστρογγυλωμένες και το μέγεθός τους φθάνει τα 30 εκατοστά.

Στην κορυφή της σειράς απαντούν ταχύτερες εναλλαγές λιμναίων, θαλάσσιων-υφάλμυρων αποθέσεων. Τα υλικά των αποθέσεων αυτών είναι υπόλευκες αμμούχες μάργες σε εναλλαγές με αργιλούχες-πηλούχες μάργες και καστανές άμμους που καλύπτουν μεγάλη έκταση μέχρι τα χωριά Κάτω και Άνω Συχαινά. Ακόμα δυτικότερα έχουμε λιμναίες αποθέσεις που περιέχουν στρώματα λιγνίτη μικρού πάχους.

Το συνολικό πάχος των σχηματισμών αυτών υπολογίζεται σε 1.200 μέτρα περίπου. Σε γεώτρηση πετρελαίου που έγινε στον Πατραϊκό κόλπο βρέθηκε

όμως ότι το πάχος τους είναι μεγαλύτερο από 1.800 μέτρα (Zelilidis et al. 1988).

Οι σχηματισμοί που αναφέρονται παραπάνω, λόγω της εξάπλωσης, του μεγάλου πάχους τους αλλά και της ποικιλίας στη λιθοφασική τους σύσταση παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον και γι'αυτό έχουν γίνει το αντικείμενο πολλών ερευνών, συνοπτική παρουσίαση των οποίων περιλαμβάνεται στη διδακτορική διατριβή του Δ. Ρόζου (1989), όπως δίνεται στα επόμενα.

Ο Philippson (1892) στη μονογραφία του για την Πελοπόννησο διακρίνει τους Νεογενείς σχηματισμούς σε δύο βαθμίδες: την κατώτερη των μαργών, αργίλων, άμμων πάχους 600 μ. και την ανώτερη των κροκαλοπαγών πάχους 800 μ. χωρίς όμως ακριβή προσδιορισμό της ηλικίας τους.

Ο Mitzoroulos (1940) περιγράφει εναλλαγές θαλασσίων υφάλμυρων και λιμναίων οριζόντων σε γεωτρήσεις πετρελαίου στην Ηλεία και τους αποδίδει Κάτω Πλειοκαινική ηλικία. Επίσης ο Χαραλαμπάκης (1951) αποδίδει Κάτω Πλειοκαινική ηλικία στους νεογενείς σχηματισμούς της Αχαΐας.

Ο Ψαριανός (1951) δέχεται για μεν τους μαργαϊκούς σχηματισμούς Κάτω Πλειοκαινική ηλικία, για δε τα υπερκείμενα κροκαλοπαγή Καλάβρια, έχοντας ίδια άποψη με τον Deperet (1913) που είχε μελετήσει την περιοχή στις αρχές του αιώνα.

Ο Dercourt (1964) αναφερόμενος στα κροκαλοπαγή που εμφανίζονται μεταξύ Παναχαϊκού και Ερύμανθου, σημειώνει την ηπειρωτική τους προέλευση με πολύ σπάνιες λιμνοθαλάσσιες παρεμβολές, Πλειοκαινικής ηλικίας. Με την άποψη αυτή συμφωνεί και ο Τσόφλιας (1970), ο οποίος επίσης θεωρεί ότι οι ορίζοντες του Νεογενούς της Αχαΐας, είναι Πλειστοκαινικής ηλικίας. Ο συγγραφέας αυτός διακρίνει μια φάση μαργαϊκών ιζημάτων θαλάσσιας προέλευσης, την οποία διαδέχονται λιμνοθαλάσσιες αποθέσεις, ενώ τα ανώτερα μέλη της σειράς είναι ηπειρωτικά κροκαλοπαγή.

Αλλά και οι νεώτερες έρευνες συμφωνούν για την ηλικία των παλιότερων ιζημάτων της περιοχής της Αχαΐας. Έτσι ο Frydas (1987) δέχεται ότι τα ιζήματα στον Πατραϊκό αποτέθηκαν κατά το Άνω Πλειόκαινο, ενώ οι Symeonidis κ.ά. (1987) μελετώντας απολιθώματα θηλαστικών στα νεώτερα ιζήματα της ίδια περιοχής διαπιστώνουν Πλειστοκαινική ηλικία, και για τα υποκείμενα στρώματα Άνω Πλειοκαινική.

Ο Zelilidis et al. (1988) διαχωρίζουν τα ιζήματα της λεκάνης του Πατραϊκού σε τρεις ενότητες από τις οποίες η βαθύτερη είναι θαλάσσιας προέλευσης, η ενδιάμεση λιμναίας και η ανώτερη ποταμοχερσαίας φάσης.

Ο Δ. Ρόζος (1989) διακρίνει τα ίδια ιζήματα σε δύο ορίζοντες, τον κατώτερο πάχους 110 m περίπου από ιλυώδεις αργίλους, αργιλοϊλύες και αμμοϊλύες και τον ανώτερο μέγιστου πάχους 100 m από αργιλλομάργες, ψηφιδοκροκαλοπαγή και άμμους. Τέλος, οι Δ. Ρόζος και Γ. Κούκης (1991) δίνουν τη λιθοστρωματογραφική διάρθρωση και γεωμηχανική συμπεριφορά των παραπάνω ιζημάτων για ολόκληρο το νομό Αχαΐας (λεκάνες Κορινθιακού, Πατραϊκού και Λεοντίου).

β. Πρόσφατες αποθέσεις

Το πρόσφατο τεταρτογενές αντιπροσωπεύεται κύρια από ποταμοχειμάρειες αποθέσεις και πλευρικά κορήματα. Εκτεταμένοι κώνοι κορημάτων αναπτύσσονται στις εξόδους των χειμάρρων. Τα υλικά των κώνων προέρχονται από τη διάβρωση των αλπικών και μεταλπικών σχηματισμών, που με τη δράση των διαβρωσιγενών παραγόντων, αποτίθενται στα χαμηλότερα σημεία. Η μεγαλύτερη ανάπτυξή τους εμφανίζεται από το Προάστιο μέχρι το Πλατάνι.

Το μέγεθος των κροκαλών εξαρτάται από τη θέση απόθεσης. Έτσι στους μεγάλους χειμάρρους βλέπουμε να έχουν αποθεθεί σε υψηλότερες μορφολογικά περιοχές μεγάλα ασβεστολιθικά τεμάχια, ενώ στην έξοδο των χειμάρρων το μέγεθος των κροκαλών ποικίλει από 5 - 10 εκατ. Σε ελάχιστες περιπτώσεις φθάνει τα 20 εκατ. Η σύσταση των κροκαλών είναι κύρια ασβεστολιθική και δευτερευόντως ψαμμιτική ή κερατολιθική. Στις πλαγιές των λόφων αναπτύσσονται πλευρικά κορήματα αποτελούμενα από γωνιώδη κυρίως υλικά, ελαφρά συνεκτικά, ποικίλου μεγέθους, μικρού πάχους.

Τέλος το Ολόκαινο αντιπροσωπεύεται από:

- Σύγχρονες προσχώσεις, αποτελούμενες από αποθέσεις κοιλάδων και ποταμοχειμαρρώδεις αποθέσεις. Περιλαμβάνουν αργιλοαμμώδη κυρίως υλικά, ερυθρογή, χάλικες και κροκάλες ασύνδετες ή με ασθενή συγκόλληση. Έχουν πάχος αρκετά μέτρα.
- Πλευρικά κορήματα, κυρίως ασβεστολιθικά που αναπτύσσονται στους πρόποδες πρηνών με ισχυρή κλίση.
- Ελουβιακό μανδύα από πηλούς ή αργιλοαμμώδη υλικά με πάχος λίγα μέτρα.
- Λιμνοθαλάσσιες, περιλίμνιες και αποθέσεις τελμάτων, αποτελούμενες από ιλύ και αργιλοαμμώδη υλικά με πάχος αρκετά μέτρα.
- Παράκτιους σχηματισμούς από άμμους οι οποίοι στο ΒΔ/κό όριο του νομού σχηματίζουν θίνες ύψους πολλές φορές μέχρι 10 μέτρα και εύρους από 50 μέχρι 2.000 μέτρα.

2.3. Τεκτονικά στοιχεία

2.3.1 Γενικές αναφορές

Η πόλη της Πάτρας βρίσκεται σε μία περιοχή του Ελληνικού χώρου, που χαρακτηρίζεται από πρόσφατες τεκτονικές δομές. Το πλήθος και το μέγεθος των ρηγμάτων που απαντούν στην ευρύτερη περιοχή, μαρτυρούν μια έντονη νεοτεκτονική δραστηριότητα που συνεχίζεται μέχρι σήμερα με την εκδήλωση μεγάλης σεισμικότητας.

Οι Doutsos κ.ά. (1988) αναφέρουν ότι το σύστημα των τεκτονικών βυθισμάτων Κορίνθου - Πάτρας σχηματίστηκε κατά το Μέσο Πλειόκαινο, με διαφορετικό τρόπο από γεωδυναμική άποψη. Κατ' αυτούς η διαμόρφωση του Πατραϊκού κόλπου οφείλεται στη δράση προϋπαρχόντων ρηγμάτων διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ που επαναδραστηριοποιήθηκαν κατά τη σύμπτυξη της Προαπούλιας ζώνης κάτω από την Πελοπόννησο, ενώ ο Κορινθιακός δημιουργήθηκε από τη δράση παλαιών ρηγμάτων που ανέδρασαν κάτω από

έναν εφελκυσμό διεύθυνσης BBA-NNΔ, που επηρέασε όλη την περιοχή του Αιγαίου. -

Υποθαλάσσιες έρευνες στον Πατραϊκό κόλπο (Feredinos κ.ά. 1985) έδειξαν την ύπαρξη δύο συστημάτων ρηγμάτων, με κύριες διευθύνσεις ΔΒΔ-ΑΝΑ και ΒΑ-ΝΔ. Το πρώτο σύστημα είναι αυτό που ελέγχει τη βαθυμετρία του κόλπου. Κατά τους ίδιους ερευνητές, ο θαλάσσιος πυθμένας στο στενό Ρίου - Αντιρρίου, δεν φαίνεται να επηρεάζεται από ενεργά ρήγματα.

Οι Mariolakos κ.ά. (1985) διαπιστώνουν ότι στη ΒΔ/κή Πελοπόννησο, η νεοτεκτονική δράση χαρακτηρίζεται από σεισμικώς ενεργά ρήγματα μέσης διεύθυνσης Α-Δ με υψηλό βαθμό παραμόρφωσης, που διαμορφώνουν παράλληλα κέρατα και βυθίσματα, τα οποία κλίνουν προς νότον.

Οι Περισοράτης κ.ά. (1986) που πραγματοποίησαν λεπτομερείς υποθαλάσσιες έρευνες στο στενό Ρίου - Αντιρρίου το θεωρούν τεκτονικό βύθισμα, που δημιουργήθηκε κατά το Τεταρτογενές. Τα πρόσφατα ιζήματα (εκτός από τα Ολοκαινικά) έχουν επηρεαστεί από ρήγματα διεύθυνσης Α-Δ και ΒΔ-ΝΑ.

Σύμφωνα με τους Doutsos κ.ά. (1987, 1988) το βύθισμα της Πάτρας συνδέεται με μια ρηξιγενή ζώνη μήκους 40 χιλμ. και πλάτους 5 περίπου χιλμ., που εκτείνεται από το ακρωτήριο του Άραξου μέχρι το χωριό του Ελληνικού. Τα πρόσφατα ιζήματα της περιοχής είναι διευθετημένα σε τεκτονικά τεμάχια που προήλθαν από μια σειρά λιστρικών ρηγμάτων που επηρεάζουν και τη βαθυμετρία του Πατραϊκού κόλπου.

Η ύπαρξη επίσης κανονικών ρηγμάτων με κύρια διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ και δευτερεύουσες ΒΒΔ και ΒΒΑ έχει σαν αποτέλεσμα μια επέκταση της περιοχής περίπου 10%. Απαντούν επίσης πρόσφατα ρήγματα διεύθυνσης ΑΒΑ που έχουν μετατοπίσει ποτάμιες αναβαθμίδες.

Σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς, οι μικρού πάχους ποταμολιμναίες και παράκτιες αποθέσεις του βυθίσματος της Πάτρας έχουν παρόμοια λιθοστρωματογραφική ανάπτυξη με τις μεγάλου πάχους Πλειο-Πλειστοκαινικές αποθέσεις της περιοχής του Κορινθιακού κόλπου.

Τα περισσότερα ρήγματα που επηρεάζουν την περιοχή του Ρίου ειδικότερα, έχουν διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ μέχρι ΑΒΑ-ΔΝΔ, ενώ απαντούν και ρήγματα ΒΒΔ και ΔΒΔ διεύθυνσης. Τα ρήγματα αυτά είναι κανονικά, και προκαλούν επέκταση της τάξεως του 30%. Τα ρήγματα διεύθυνσης ΔΒΔ και ΑΒΑ πρέπει να είναι σύγχρονα αφού και τα δύο μετατοπίζουν θαλάσσιες αναβαθμίδες.

Οι ίδιοι συγγραφείς αναφέρουν τέλος ότι πολλά από τα ρήγματα της περιοχής του Ρίου διεύθυνσης ΑΒΑ και ΔΒΔ βαθμιαία κάμπτονται και αποκτούν διεύθυνση Α-Δ, όπως αυτή που έχουν τα ρήγματα βόρεια και νότια από την Πανεπιστημιούπολη της Πάτρα.

Σε εργασία των Καρφάκη-Μουγιάρη (1988) αναφέρεται ότι ο Κορινθιακός κόλπος ελέγχεται από κανονικά ρήγματα Δ.ΒΔ διεύθυνσης καθώς και Α.ΒΑ διεύθυνσης, τα οποία παρουσιάζουν και οριζόντια συνιστώσα της κίνησης.

Τέλος, ο Ρόζος (1989) αναφέρει για τη λεκάνη του Κορινθιακού την παρουσία τριών κύριων συστημάτων ρηγμάτων. Στο πρώτο με δ/ση σχεδόν Α-Δ εντάσσονται τα κανονικά ρήγματα που διαμορφώνουν την παράκτια περιοχή

ενώ τα δύο αλλά με ΒΔ/κή και ΒΑ/κή δ/ση αντίστοιχα διαμορφώνουν ορθογώνιο σύστημα ρηγμάτων.

2.3.2 Μελέτη Φωτογραμμώσεων και πρόσφατων ρηγμάτων

Ο τεκτονισμός που έχει επηρεάσει την ευρύτερη περιοχή της Πάτρας αντανακλάται στην έντονη μορφολογία, με τις βαθιές χαραδρώσεις που διασχίζουν εκτός από το προνεογενές υπόβαθρο και τους Πλειο-Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς. Οι σχηματισμοί αυτοί που καλύπτουν το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής που μελετήθηκε έχουν επηρεαστεί κύρια από αρκετά κανονικά ρήγματα, μερικά από τα οποία είναι συνιζηματογενή, γεγονός που δείχνει την τεκτονική αστάθεια κατά τη διάρκεια της απόθεσής τους.

Μια γενική εικόνα της διεύθυνσης των ρηγμάτων δίνεται από τη μελέτη των αεροφωτογραφιών της περιοχής καθώς και από διαγράμματα της συχνότητας και του μήκους των φωτογραμμώσεων όπου βλέπουμε επικρατούσα διεύθυνση διαρρήξεων είναι η ΒΑ μέχρι ΑΒΑ.

Συγκεκριμένα, στην ευρύτερη περιοχή της Πάτρας, το διάγραμμα μήκους των ρηγμάτων στους Πλειο-Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς δίνει μέγιστο Β45°, παρόμοιο με το μέγιστο της συχνότητάς τους που είναι Β50°. Διαφορά παρουσιάζει το μέγιστο του μήκους των φωτογραμμώσεων στους σχηματισμούς του υποβάθρου που είναι Β75°.

Τα ρήγματα που έχουν επηρεάσει τις αμμούχες μάργες και τα κροκαλοπαγή (το άλμα των οποίων σε πολλές περιπτώσεις λόγω της έλλειψης χαρακτηριστικών οριζόντων δεν μπορεί να υπολογισθεί) είναι δύο κυρίως διευθύνσεων: ΒΔ-ΝΑ (Β130°-15°) και ΒΑ-ΝΔ (Β30°-50°). Ίδιες διευθύνσεις έχουν και τα κύρια συστήματα των διακλάσεων, που σε ορισμένες θέσεις παρουσιάζουν μεγάλη συχνότητα. Σπανιότερα είναι τα ρήγματα και οι διακλάσεις διεύθυνσης περίπου Α-Δ (Β80°-100°).

2.3.3 Σύνταξη του τεκτονικού - νεοτεκτονικού χάρτη

Στο χάρτη διαρρήξεων - ρηγμάτων της ευρύτερης περιοχής της πόλης των Πατρών (Εικόνα 1) παρατηρούμε τα εξής:

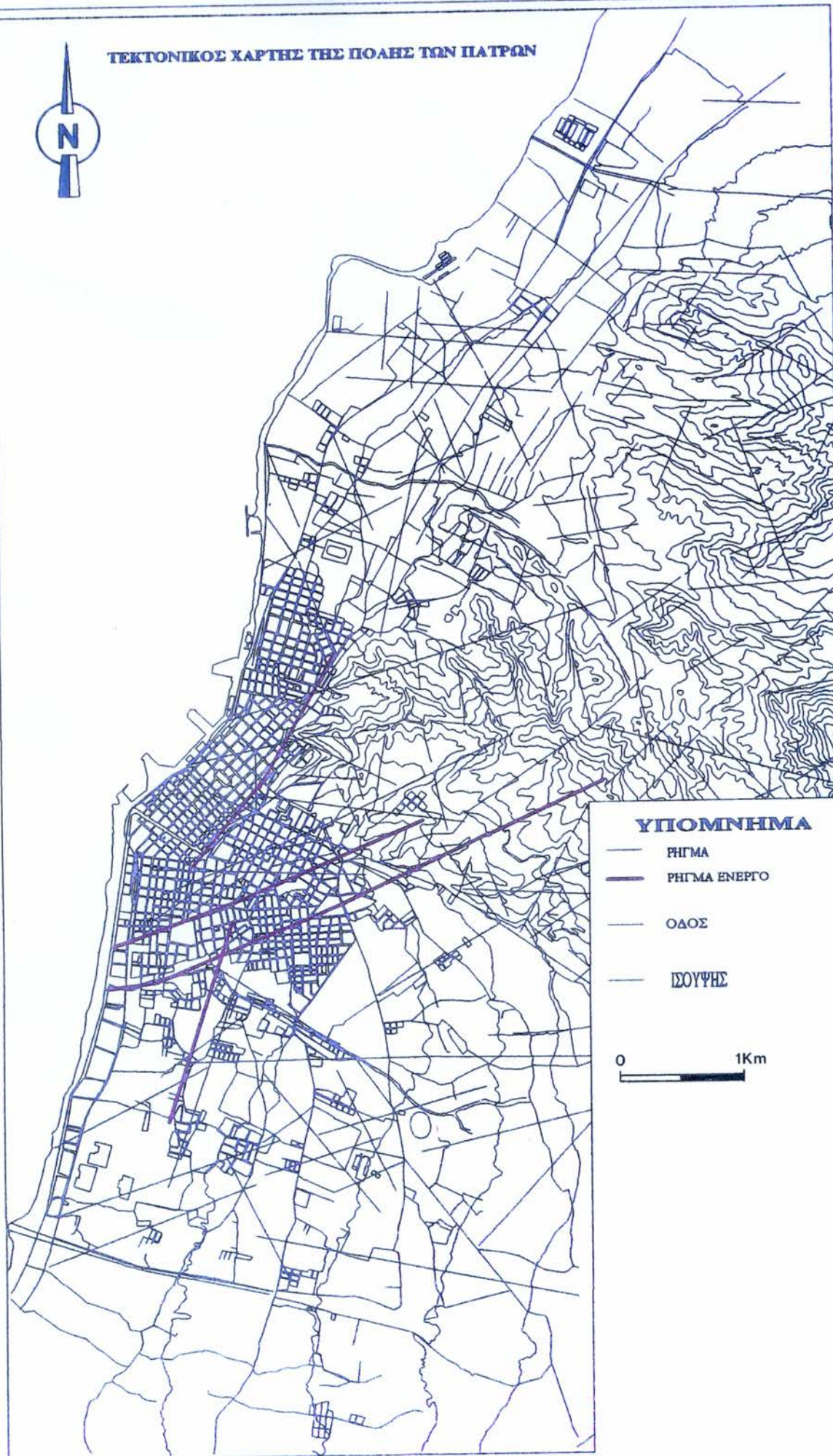
- Υπάρχει ένα δίκτυο ρηγμάτων και διαρρήξεων με επικρατούσα διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ. Η διεύθυνση αυτή ελέγχει αφενός την επαφή μεταξύ του υποβάθρου (στα ΝΑ της πόλης) με τα νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα της λεκάνης. Διαρρήξεις ίδιας διεύθυνσης επικρατούν και μέσα στις νεογενείς και τεταρτογενείς αποθέσεις.

Χαρακτηριστική είναι η ομάδα παράλληλων ρηγμάτων στην περιοχή μεταξύ του λιμανιού της πόλης και του Γλαύκου ποταμού η οποία ξεκινά από την παραλιακή ζώνη, διασχίζει κατοικημένη περιοχή και φθάνει μέχρι τους λόφους που υψώνονται ανατολικά της πόλης (Β του Διάκου).

Στην ομάδα αυτή ανήκει και το γνωστό ρήγμα που περνά από την Αγ. Τριάδα και που ανέδρασε πρόσφατα (με τους σεισμούς του 1987) προξενώντας ζημιές τόσο στους δρόμους όσο και στα κτίρια που έχουν κτιστεί κατά μήκος του ίχνους του και σε στενή ζώνη εκατέρωθεν αυτού.

Άλλη επικρατούσα διεύθυνση που διασχίζει την περιοχή είναι η ΒΔ-ΝΑ. Πολλά από τα ρήγματα της διεύθυνσης αυτής εμφανίζονται τόσο το

ΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΩΝ ΠΑΤΡΩΝ



Εικόνα 1. Χάρτης διαρρήξεων της ευρύτερης περιοχής της πόλης των Πατρών

υπόβαθρο όσο και στα ιζήματα της λεκάνης τα περισσότερα των οποίων ελέγχουν την διεύθυνση της κοίτης των μεγάλων ρεμάτων, καθώς και την έντονη τοπογραφική διαφορά που φαίνεται στην περιοχή της Εγλυκάδας η οποία συμπίπτει με το όριο των νεογενών σχηματισμών και της αλλουβιακής πεδιάδας.

Μία δέσμη τέτοιων ρηγμάτων διασχίζει επίσης την κατοικημένη περιοχή μεταξύ του Γλαύκου ποταμού και του ρέματος του Διακονιάρη.

- Τέλος υπάρχει ένα σύστημα ρηγμάτων αποτελούμενο από ομάδες διεύθυνσης A-Δ και B-N περίπου. Από τα ρήγματα αυτά αναφέρεται η διάρρηξη διεύθυνσης A-Δ, μήκους περίπου 7 χλμ. που διασχίζει την Πάτρα από την περιοχή του Πτωχοκομείου μέχρι το Ρωμανό, καθώς και η διάρρηξη διεύθυνσης BBD-NNA και μήκους περίπου 5.5 χλμ που ξεκινά από τα Κάτω Συχαινά (ΒΑ των Πατρών) και καταλήγει στην Εγλυκάδα.

2.4 Σεισμικότητα

Η περιοχή της Πάτρας, όπως και όλη η βόρεια Πελοπόννησος επηρεάζεται από σύγχρονες γεωδυναμικές διεργασίες οι οποίες έχουν σαν αποτέλεσμα την εκδήλωση έντονης σεισμικής δραστηριότητας.

Οι σεισμοτεκτονικές έρευνες στην ευρύτερη περιοχή της Πάτρας δείχνουν τη σύνδεση της σεισμικής αυτής δραστηριότητας, με την ύπαρξη κανονικών ρηγμάτων τα οποία συνδέονται με εφελκυστικές τάσεις διεύθυνσης B-N που επηρεάζουν την περιοχή.

Η δυναμική φόρτιση που επιφέρουν οι αβαθείς και μεγάλοι μεγέθους σεισμοί στους διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς που δομούν την Αχαΐα, εκτός από τα άμεσα αποτελέσματα στις κατασκευές, προκαλεί συχνά και την εκδήλωση δευτερογενών φαινομένων (κατολισθήσεις, καταπτώσεις, ρευστοποιήσεις κ.λ.π.) που ενδιαφέρουν από γεωτεχνικής πλευράς, καθώς πλήττουν οικισμούς και διάφορα τεχνικά έργα (Ρόζος, 1989).

Σαν παράδειγμα αναφέρονται οι σεισμοί του 1965-1966 στην ευρύτερη περιοχή, που προκάλεσαν την εκδήλωση σημαντικής έκτασης δευτερογενών φαινομένων. Στα φαινόμενα αυτά αποδίδεται το μέγιστο ποσοστό των ζημιών που προκλήθηκαν από τους σεισμούς αυτούς σε περιοχές του νομού, όπως η περιοχή των Πατρών, Αιγίου και γενικά τα παράλια του Κορινθιακού.

Παλαιότεροι σημαντικοί σεισμοί συνέβησαν κατά το :

1714 (27 Ιουλίου), όπου ισχυρός σεισμός επέφερε μεγάλες ζημιές στα κτίρια των Πατρών

1821 (9 Ιανουαρίου) όπου η πόλη της Πάτρας αλλά και ολόκληρη η ακτή του Πατραϊκού και Κορινθιακού κόλπου υπέστη πολλές καταστροφές από θαλάσσιο σεισμικό κύμα

Επίσης κατά το 1947 (16 Απριλίου), ισχυρός σεισμός στον Πατραϊκό κόλπο προκάλεσε καταστροφές στο Ρίο και το Αντίρριο, καθώς και στην Πάτρα, όπου έπαθαν ζημιές η Νομαρχία, το Δημαρχείο και αρκετά άλλα κτίρια.

Η πόλη της Πάτρας πλήγηκε τον Αύγουστο του 1989 από ένα επιφανειακό σεισμό μεγέθους $M_s = 4.8$ που προκάλεσε επιφανειακή διάρρηξη και σοβαρές καταστροφές στα κτίρια που βρίσκονται σε μια στενή ζώνη πλάτους 50 μέτρων κατά μήκος του ρήγματος του Διακονιάρη. Η χαρτογράφηση της

περιοχής και η λεπτομερής καταγραφή της διάρρηξης περιλαμβάνονται σε σχετική έκθεση του ΙΓΜΕ (Ελευθερίου, Ρόζος, 1990).

Ο Kalteziotis κ. ά. (1991) αναφέρουν ότι η επιφανειακή αυτή εκδήλωση οφείλεται σε ανάδραση παλαιότερου κανονικού ρήγματος όπως διαπιστώθηκε από τις λεπτομερείς έρευνες που πραγματοποιήσαν στην περιοχή. Η σεισμική διάρρηξη με μήκος 1.500 μέτρα περίπου αποτελείτο από ένα κύριο κλάδο διεύθυνσης Β 70° καθώς και μικρότερες υποπαράλληλες ρωγμές. Οι διαρρήξεις αυτές ακολουθούν ένα παλαιότερο ρήγμα με ορατό μήκος μεγαλύτερο από 3 χιλμ. που με την ίδια διεύθυνση παρατηρείται από την ακτή μέχρι τους πρόποδες των βουνών, και ανήκει σε μια από τις κύριες ομάδες ρηγμάτων που επηρεάζουν τις Πλειο-Πλειστοκαινικές αποθέσεις στην ευρύτερη περιοχή της Πάτρας.

Τέλος, ο σεισμός της 14.7.93 ήταν μετρίως ισχυρός, μεγέθους 5.4 R, (πολύ μικρού εστιακού βάθους) και έπληξε κυρίως την μείζονα περιοχή της πόλης των Πατρών (τα αποτελέσματά του αναπτύχθηκαν από την περιοχή του Ρίου έως το Κάτω Σαραβάλι). Η μορφολογία των ζημιών ήταν βασικά ρωγμές στην ανωδομή και πτώση των ακραίων τμημάτων της οροφής παλαιών κατασκευών. Ειδικότερα, η μεγάλη πυκνότητα των ζημιών παρουσιάστηκε σε ζώνες, όπου συνδυάζονταν τα χαρακτηριστικά του σεισμού, οι συνθήκες θεμελίωσης (χαλαρές, μικρού πάχους αποθέσεις) και η ποιότητα της κατασκευής.

Ο Feredinos κ.ά. (1985), μελετώντας σεισμούς μεγέθους μικρότερους των 4,0 Richter στην περιοχή Ρίου - Αντιρρίου, καταλήγουν ότι οι ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνσης τάφροι του Πατραϊκού και του Κορινθιακού, ενώνονται διαγώνια με την ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης Πλειο-Πλειστοκαινική τάφρο του Ρίου-Αντιρρίου, όπου τα υπόκεντρα των σεισμών που μελετήθηκαν, διαμορφώνουν επίπεδο ΔΒΔ-ΑΝΑ διεύθυνσης και ΒΑ κλίσης. Το επίπεδο αυτό θεωρούν ότι αποτελεί πιθανότατα προέκταση του ενεργού ρήγματος της Κορινθιακής τάφρου. Στον Πατραϊκό διαπιστώνουν σεισμικό κενό.

Οι Δράκοπουλος κ.ά. (1987), αναλύοντας στατιστικά τους σεισμούς της περιόδου 1900-1986 με μέγεθος 4,0 R, που εντοπίζονται σε ακτίνα 110 χλμ. γύρω από τη θέση ζεύξης Ρίου - Αντιρρίου, δέχονται ότι η περίοδος επανάληψης σεισμού μεγέθους $M = 6,2$ είναι 50 χρόνια, ενώ αυτή σεισμού μεγέθους $M > 7,0$ 65 χρόνια. Ακόμα, με βάση τις διαστάσεις των ρηγμάτων της περιοχής ζεύξης και τη χρήση εμπειρικών μεθόδων, καταλήγουν ότι το αναμενόμενο μέγιστο μέγεθος σεισμού, σε περίπτωση ενεργοποίησης της κύριας ρηξιγενούς γραμμής της περιοχής, είναι 6,6 R. Τέλος, αναμενόμενη μέγιστη μακροσεισμική ένταση στην περιοχή που αναπτύσσεται με κέντρο το δίαυλο Ρίου-Αντιρρίου και ακτίνα 130 χλμ. γύρω από αυτόν τα επόμενα 100 χρόνια, αναφέρουν αυτήν των 8 βαθμών της τροποποιημένης κλίμακας Mercalli.

Έτσι, λόγω της υψηλής σεισμικότητας και της γεωλογικής της δομής η περιοχή Πατρών στο χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας του ΟΑΣΠ, καθώς και στον Νέο Αντισεισμικό Κανονισμό κατατάσσεται στη ζώνη III .

3. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

3.1. Γενικά

Το πρόγραμμα των ερευνητικών γεωτεχνικών εργασιών, που εκτελέστηκε στα πλαίσια της έρευνας αυτής, περιέλαβε :

- είκοσι πέντε (25) δειγματοληπτικές γεωτρήσεις
- πεντακόσιες (500) περίπου επιτόπου δοκιμές πρότυπης διείσδυσης (SPT)
- σαράντα δύο (42) στατικές πενетроμετρήσεις (CPT)
- οκτώ (8) ειδικές επιτόπου γεωφυσικές δοκιμές CROSS-HOLE
- εργαστηριακές δοκιμές σε διαταραγμένα και αδιατάρακτα εδαφικά δείγματα γεωτρήσεων για τον προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών τους χαρακτηριστικών.

Οι γεωτεχνικές έρευνες έγιναν κατά το χρονικό διάστημα από το Σεπτέμβριο 1989 μέχρι τον Οκτώβριο του 1993 και κάλυψαν την πυκνοδομημένη περιοχή της πόλης από την περιοχή νότια των εκβολών του Διακονιάρη και βόρεια μέχρι την περιοχή Τερψιθέας. Έμφαση δόθηκε στη διερεύνηση των γεωτεχνικών συνθηκών της κεντρικής και παραλιακής ζώνης της πόλης και της περιοχής εμφάνισης του ρήγματος της Αγ. Τριάδας.

3.2. Γεωτρήσεις

Στον Πίνακα 1 δίνονται αναλυτικά στοιχεία των 25 γεωτρήσεων που εκτελέστηκαν και αφορούν τη θέση τους, το χρονοδιάγραμμα εκτέλεσής τους, το βάθος διάτρησης, την εκτιμώμενη μέση στάθμη του υπόγειου νερού, όπου εντοπίστηκε, καθώς και η επισήμανση των γεωτρήσεων εκείνων μέσα στις οποίες έγινε η εγκατάσταση ειδικού σωλήνα για την εκτέλεση της ειδικής γεωφυσικής δοκιμής CROSS-HOLE.

Κατά την διάρκεια εκτέλεσης των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, έγινε σε κάθε γεώτρηση ανά 1.5 - 2.5 μ. περίπου προχώρησης δοκιμή πρότυπης διείσδυσης (SPT) με το δειγματολήπτη Terzaghi. Κατά τη δοκιμή αυτή μετρήθηκε ο αριθμός κρούσεων N_{SPT} , ο οποίος απαιτείται ώστε να διεισδύσει κατά 30 cm μέσα στο έδαφος ο πρότυπος δειγματολήπτης Terzaghi με μέγιστο αριθμό κρούσεων 50.

Τα ημιδιαταραγμένα δείγματα που λήφθηκαν με το δειγματολήπτη εφόσον το ύψος τους ήταν ικανοποιητικό (διπλάσιο της διαμέτρου), παραφινώθηκαν και υποβλήθηκαν σε δοκιμές ανεμπόδιστης θλίψης.

Κατά την εκτέλεση των γεωτρήσεων έγιναν μετρήσεις της στάθμης των νερών εντός αυτών το πρωί και το απόγευμα, πριν την έναρξη και μετά το τέλος της ημερήσιας εργασίας αντίστοιχα για κάθε γεώτρηση. Σαν στάθμη αναφοράς λαμβάνεται η επιφάνεια του εδάφους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Γεώτρηση	Θέση	Χρόνος εκτέλεσης	Βάθος (m)	Μέση στάθμη νερού (m)	Εγκατάσταση ειδικού σωλήνα CROSS-HOLE
Γ1	Οδός Αργυροκάστρου 48 - 50	23.9.89 - 12.10.89	63.0	24.0	NAI
Γ2	Αργυροκάστρου και Νικαίας	2.10.89 - 17.10.89	62.8	21.3	
Γ3	Αργυροκάστρου	19.10.89 - 14.11.89	332.0	21.3	
Γ4	Λασκάρεως	19.10.89 - 10.11.89	113.0	30.0	NAI
Γ5	Αργυροκάστρου	22.11.89 - 13.12.89	81.0	14.0	NAI
Γ6	Αγ. Ιωάννης Πράτσικα	21.11.89 - 15.12.89	102.0	21.3	
Γ7	Ναυαρίνου και Χαρ. Τρικούπη	24.1.91 - 5.2.91	50.3	8.5	
Γ8	Παρνασού 15 και Κορίνθου	7.2.90 - 12.3.90	150.0	10.5	
Γ9	Γ. Φραντή III	30.1.90 - 6.3.90	112.0	32.5	
Γ10	Γούναρη και Αμαλίας(Τελωνεία)	24.5.90 - 15.6.90	121.3	0.7	NAI
Γ11	Γούναρη (Δικαστήρια)	12.7.90 - 20.7.90	67.0	4.3	
Γ12	Πλατεία Νόρμαν	11.2.91 - 19.2.91	41.2	6.1	NAI
Γ13	Κανακάρη και Κολοκοτρώνη	25.2.91 - 1.3.91	40.1	11.0	
Γ14	Ελλ. Στρατιώτη και Ελ. Στρατηγού	4.3.91 - 19.3.91	74.1	2.10	
Γ15	Πραξιτέλους και Μηλίου	1.4.91 - 25.4.91	96.0	6.2	
Γ16	Παραλία (Αγ. Γεράσιμος)	23.3.92 - 10.4.92	74.5	2.2	
Γ17	Αγ. Διονύσιος Αρεοπαγίτης	1.4.92 - 14.5.92	61.5	27.0	NAI
Γ18	Παραλία (Αγ. Απόστολοι)	14.4.92 - 15.5.92	94	0.8	NAI
Γ19	Αγ. Γεώργιος Λάγκουρας	21.5.92 - 28.5.92	32.5	-	
Γ20	Λοχαγού Μενούνου (Παιδική Χαρά)	22.5.92 - 28.5.92	38.5	>20	
Γ21	Κομνηνών (Αγ. Ιωάννης)	9.6.92 - 12.6.92	37.0	-	
Γ22	Αγ. Παρασκευή	1.6.92 - 8.6.92	30.5	-	
Γ23	Θερμοπυλών και Μηλίου	17.6.92 - 26.6.92	42.5	-	
Γ24	Αυστραλίας (τέρμα)	22.6.92 - 30.6.92	50.0	>30	
Γ25	Αγ. Δημητρίου και Ρούφου	21.9.93 - 1.10.93	53.0	18.0	NAI

Με βάση τα στοιχεία αυτά έγινε εκτίμηση της μέσης στάθμης του υπόγειου νερού κατά τη χρονική περίοδο εκτέλεσης της κάθε γεώτρησης, που δίνεται στον Πίνακα 1.

3.3. Δοκιμές Πενетроμετρήσεων

Ένας σημαντικός αριθμός πεντρομετρήσεων (σύνολο 42), εκτελέστηκε μέσα στην πόλη της Πάτρας με το στατικό πεντροόμετρο τύπου GOUDA ικανότητας 200 kN. Τα βάθη των δοκιμών κυμαίνονταν από 20 έως 60 περίπου μέτρα. Από αυτές οι 23 δοκιμές έγιναν με τον κλασσικό κοινό Ολλανδικό κώνο οι δε υπόλοιπες 19 με κώνο και μανδύα τριβής τύπου Begemann. Η επιφάνεια διείσδυσης του κώνου είναι 10 cm^2 με γωνία κορυφής κώνου 60° .

Ο μανδύας τριβής έχει την ίδια διάμετρο με τον κώνο και πρότυπη επιφάνεια 150 cm^2 . Η ίδια πρότυπη ταχύτητα διείσδυσης διατηρήθηκε σε όλες τις δοκιμές, 2 cm/sec , και οι αναγνώσεις της αντοχής αιχμής του κώνου, (q_c) καθώς και της τοπικής πλευρικής τριβής, (f_s) έγιναν σε διαστήματα των 20 cm.

Από τις 42 συνολικά πεντρομετρήσεις οι 21 (από Π1 μέχρι Π23) έγιναν στην περιοχή της Αγίας Τριάδας με σκοπό την διερεύνηση της συμπεριφοράς του εδάφους και τις επιπτώσεις του στο γνωστό πρόβλημα των πληγέντων οικοδομημάτων της περιοχής (οδός Αργυροκάστρου κ.λ.π.) οι 8 (από Π24 μέχρι Π31) στην περιοχή εκβολών του Διακονιάρη και οι υπόλοιπες 13 (από Π32 μέχρι Π57) κατά μήκος της παραλιακής ζώνης της Πόλης των Πατρών.

Τα στοιχεία σχετικά με την θέση, το βάθος και τον τύπο των πεντρομετρήσεων δίνονται στον Πίνακα 2.

3.4. Δοκιμές CROSS-HOLE

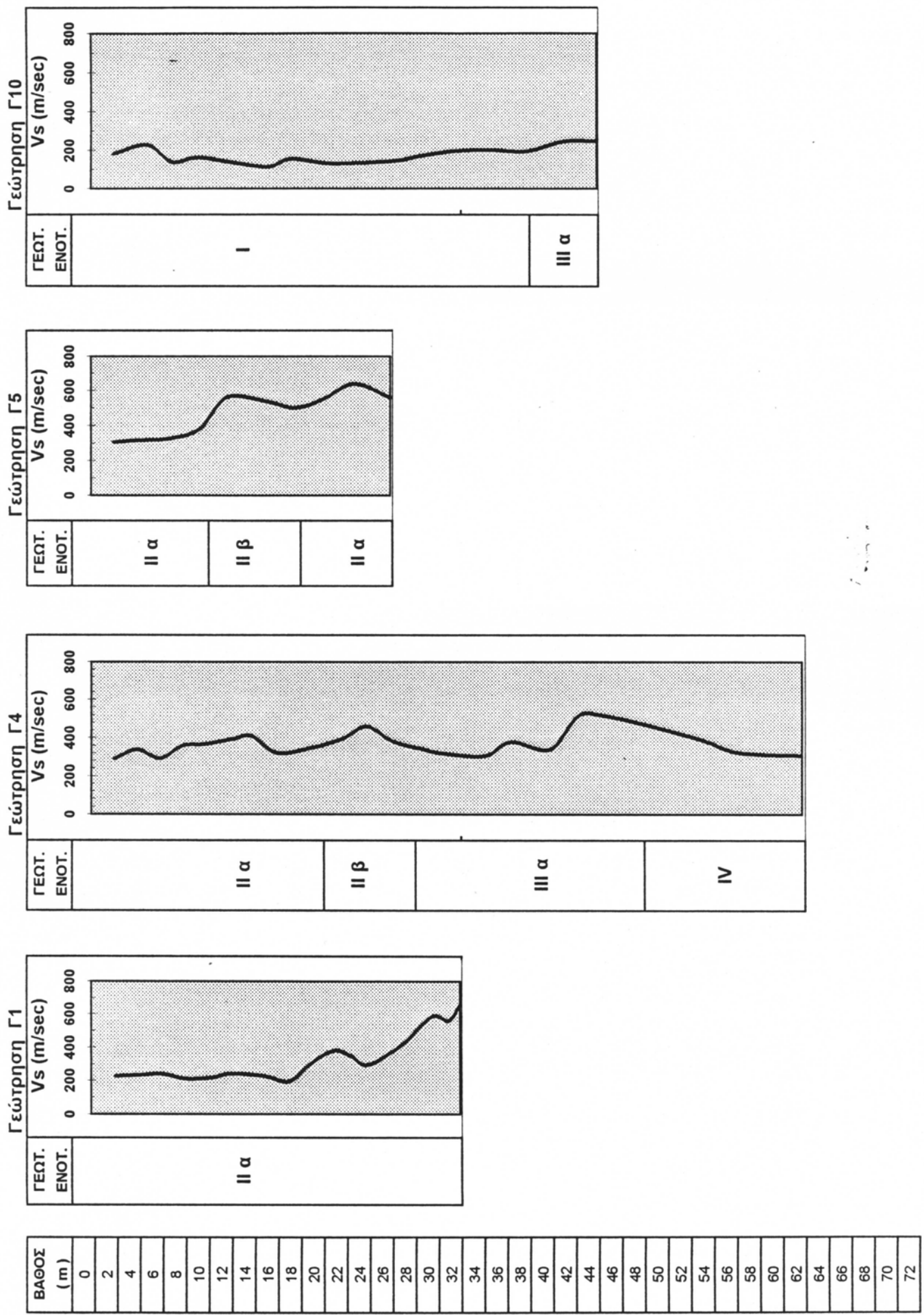
Στις γεωτρήσεις Γ1, Γ4, Γ5, Γ10, Γ12, Γ17, Γ18 και Γ25 τοποθετήθηκαν ειδικοί σωλήνες για την εκτέλεση των ειδικών γεωφυσικών δοκιμών CROSS-HOLE, για τον προσδιορισμό των δυναμικών παραμέτρων των εδαφικών σχηματισμών. Η εκτέλεση των δοκιμών έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες της προδιαγραφής ASTM D 4428/D4428M-84 με την εκτέλεση μίας γεώτρησης λήψης και μίας εκπομπής. Τα αποτελέσματα των δοκιμών ανά γεώτρηση δίνονται γραφικά στις Εικόνες 2α και 2β, όπου αναφέρεται και το είδος των εδαφών που διατρήθηκε ταξινομημένα κατά γεωτεχνική ενότητα (σύμφωνα με την § 4.1).

3.5. Εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών

Εδαφικά δείγματα προερχόμενα από τις ερευνητικές γεωτρήσεις, υποβλήθηκαν σε δοκιμές κατάταξης κατά το ενοποιημένο σύστημα (A.U.S.C.S.). Συγκεκριμένα έγινε κοκκομέτρηση χονδρόκοκκου και λεπτόκοκκου κλάσματος με τη χρήση κόσκινων και αραιομέτρων καθώς και προσδιορισμός ορίων Atterberg. Τα ημιδιαταραγμένα δείγματα Terzaghi καθώς επίσης και ορισμένα δείγματα προερχόμενα από φραγμούς παραφινώθηκαν και υποβλήθηκαν σε δοκιμές προσδιορισμού φυσικής υγρασίας, ξηρού και υγρού φαινομένου βάρους και ανεμπόδιστης θλίψης. Στα αδιατάρακτα δείγματα Shelby έγιναν δοκιμές υπολογισμού φυσικής υγρασίας,

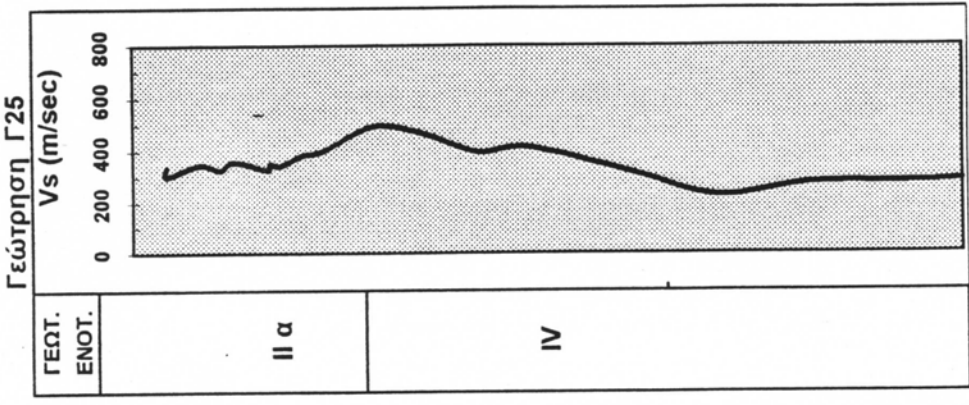
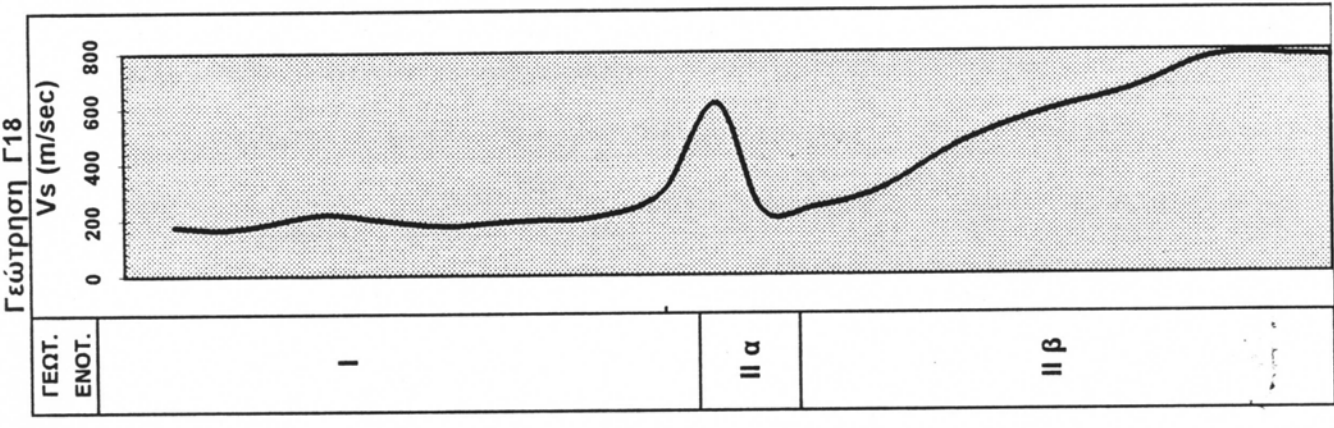
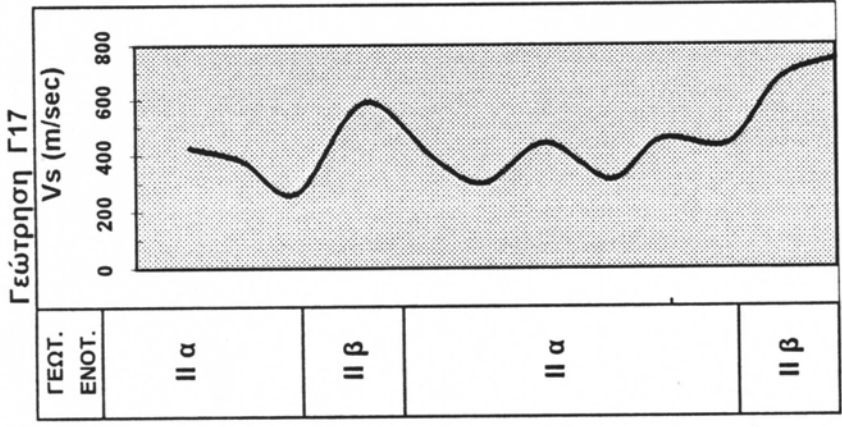
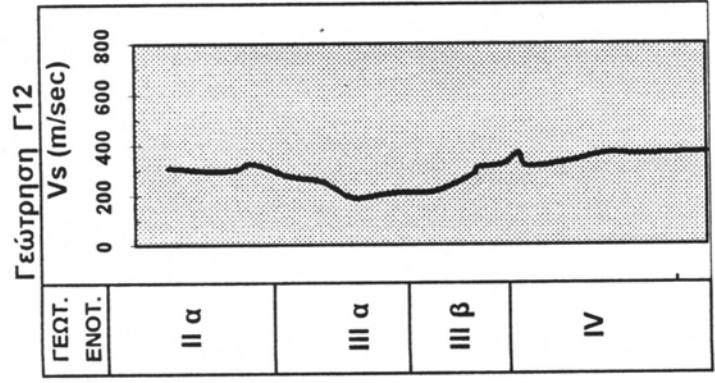
ΠΙΝΑΚΑΣ 2

	Τύπος Κώνου	Βάθος (m)	Θέση
Π1	Begemann	17	Βύρωνος
Π2	Κοινός	29	"
Π3Α	Begemann	30	"
Π4	Κοινός	32	"
Π5	Begemann	24	" (Προέκταση)
Π6	Κοινός	15	Νικαίας
Π7	Begemann	20	Αργυροκάστρου
Π8	Κοινός	28	Ελλησπόντου
Π9	Begemann	31	Αγ. Τριάδος
Π10	Κοινός	32	"
Π11	Κοινός	22	Βορ. Ηπείρου - Παναχαϊκού
Π12	Begemann	21	Παναχαϊκού (Προέκταση)
Π13	Κοινός	31	"
Π14	Begemann	32	"
Π15	Κοινός	22	Βορ. Ηπείρου - Μεσολογγίου
Π16	Κοινός	22	Μεσολογγίου (Προέκταση)
Π17	Begemann	30	"
Π20	Κοινός	29	Αργυροκάστρου
Π21	Begemann	24	"
Π22	Κοινός	24	"
Π23	Begemann	20	"
Π24	Κοινός	26	Ρέμμα Διακονιάρη
Π25	Begemann	31	"
Π26	Κοινός	24	"
Π27	Begemann	28	"
Π28	Κοινός	32	"
Π29	Κοινός	30	"
Π30	Κοινός	31	"
Π31	Begemann	28	"
Π32	Begemann	36	Πατρών - Πύργου & Αγ. Ανδρέας (Παραλία)
Π33	Κοινός	41	Πατρών - Πύργου & Τεροθέου (Παραλία)
Π34	Κοινός	58	Τελωνείο (Παραλία)
Π35	Begemann	38	Αγ. Νικολάου - Όθωνος Αμαλίας (Μώλος)
Π36	Κοινός	44	Όθωνος Αμαλίας - Άστιγγος (Μύλοι)
Π37	Begemann	43	Όθωνος Αμαλίας - Νόρμαν (Σταθμός Υποδοχής)
Π38	Κοινός	40	Ηρώων Πολυτεχνείου - Λευκωσίας
Π39	Begemann	48	Ηρώων Πολυτεχνείου - Σοφοκλέους
Π40	Begemann	40	Μαιζώνος - Γούναρη
Π46	Κοινός	36	Κορίνθου - Αράτου
Π49	Κοινός	34	Κορίνθου - Τριών Ναυάρχων
Π52	Κοινός	44	Φαβιέρου (Παραλία)
Π57	Begemann	42	Κύπρου (Παραλία)



Εικόνα 2α. Αποτελέσματα δοκιμών Cross-Hole.

ΒΑΘΟΣ
(m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
50
52
54
56
58
60
62
64
66
68
70
72



Εικόνα 2β. Αποτελέσματα δοκιμών Cross-Hole.

ξηρού και υγρού φαινομένου βάρους, λόγου κενών, ανεμπόδιστη θλίψη καθώς και ταχείες τριαξονικές δοκιμές (UU).

Σε έναν περιορισμένο αριθμό δειγμάτων (10 δείγματα), αντιπροσωπευτικών των εδαφικών σχηματισμών, εκτελέστηκαν ειδικές δοκιμές Στήλης Συντονισμού (Resonant Column Test) για την εκτίμηση της μεταβολής του μέτρου διάτμησης G και του λόγου υστερητικής απόσβεσης D των εδαφικών υλικών.

Τα δείγματα ήταν άργιλοι χαμηλής - μέσης πλαστικότητας (CL) και τα αποτελέσματα των δοκιμών ταξινομημένα κατά γεωτεχνική ενότητα (όπως αναφέρεται στην § 5.1) φαίνεται συγκεντρωτικά στην Εικόνα 3.

3.6. Σύνταξη του τεχνικογεωλογικού χάρτη

Στα πλαίσια της έρευνας κρίθηκε επίσης αναγκαία η σύνταξη του τεχνικογεωλογικού χάρτη της πόλης σε μεγάλη κλίμακα με σκοπό να αποτελέσει χρήσιμο οδηγό, σε συνδυασμό με τα δεδομένα της υπεδαφικής έρευνας, στον αστικό σχεδιασμό της ευρύτερης ζώνης και τη σωστή θεμελίωση διαφόρων τεχνικών έργων και κατασκευών.

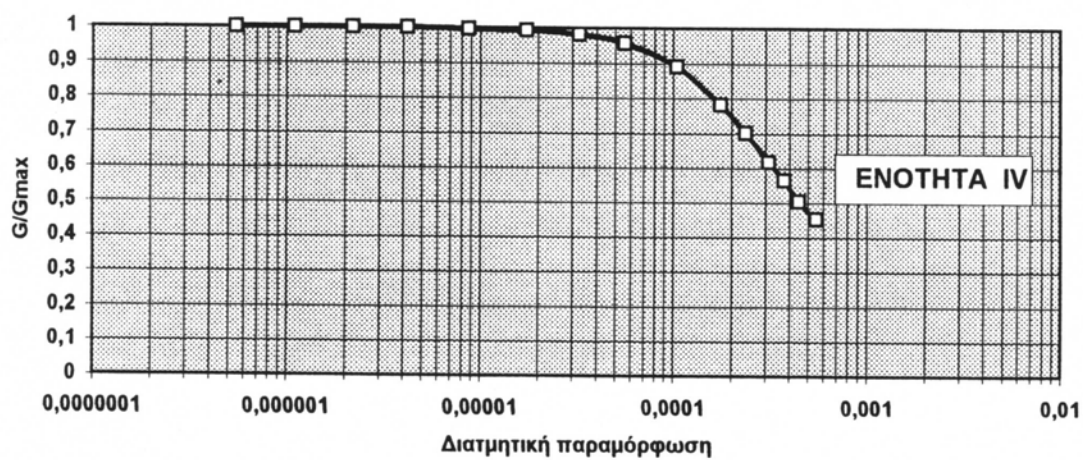
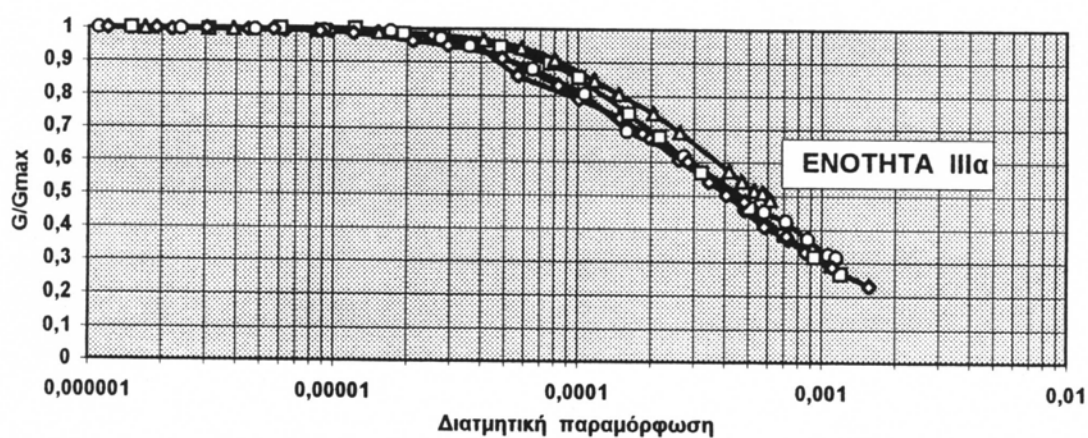
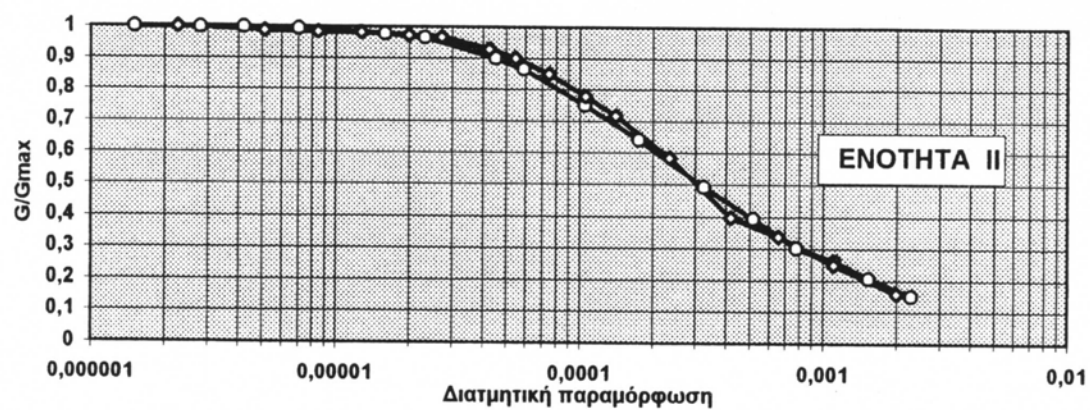
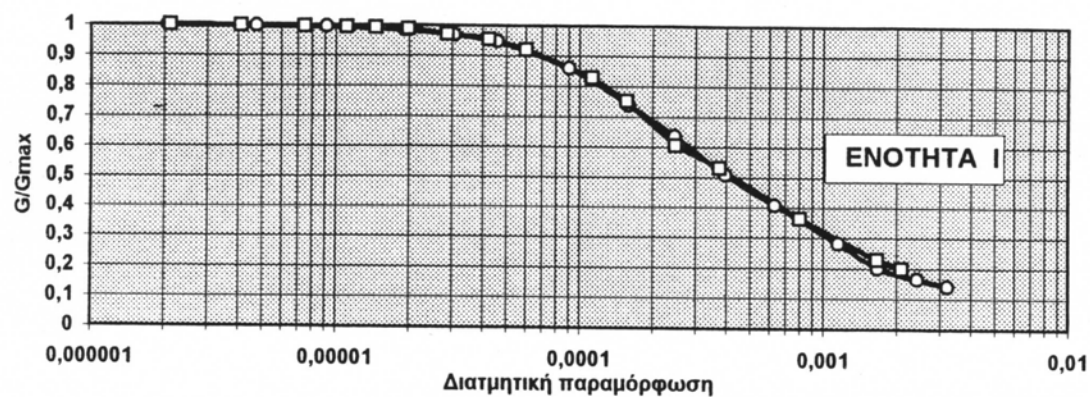
Σύμφωνα με το χάρτη αυτό (Εικόνα 4) που βασίστηκε σε υπαίθρια λεπτομερή έρευνα καθώς και στα αποτελέσματα της γεωτρητικής έρευνας, οι αποθέσεις και σχηματισμοί που δομούν την περιοχή μελέτης διαχωρίζονται στις παρακάτω γεωτεχνικές ενότητες.

Πρόσφατες, ιστορικές (παλαιές) και νεώτερες επιχωματώσεις (μπάζα), από εκσκαφές οικοπέδων, διαμορφώσεις χώρων και κατεδαφίσεις οικοδομών, που έχουν αποθεθεί σε συγκεκριμένες περιοχές ή χρησιμοποιήθηκαν για τη διαμόρφωση τμημάτων της παράκτιας ζώνης, καθώς και μπάζα από φυσικές ή τεχνητές καταστροφές οικιστικών τμημάτων της πόλης από θραύσματα δομικών λίθων, κεράμους, επιχρίσματα και λοιπά κατασκευαστικά υλικά, ανάμικτα με εδαφικούς σχηματισμούς ιλυοαμμώδους κύριας σύστασης. Υλικά ασύνδετα, ιλυοαμμώδους κυρίως σύστασης, με αδρομερή ποικίλης προέλευσης και με κυμαινόμενο σε ευρέα όρια πάχος από θέση σε θέση (0.5 - 5 m). Καλύπτουν : Αλλουβιακές αποθέσεις, πλειστοκαινικούς σχηματισμούς και πλειοκαινικά ιζήματα.

Τεναγώδεις αποθέσεις, από αμμοϊλυώδη έως αργιλοϊλυώδη υλικά με φυτικά υπολείμματα και οργανικά. Γενικά σχηματισμός πολύ χαμηλής φέρουσας ικανότητας, υψηλής συμπιεστότητας, σε υδαρή κατάσταση, λόγω υψηλής στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Το πάχος του εκτιμάται ότι δεν υπερβαίνει τα 5 - 10 m.

Παράκτιες άμμοι. Άμμοι, ψηφίδες, χάλικες ποικίλου μεγέθους και κροκάλες, που καλύπτουν την παράκτια ζώνη της περιοχής του χάρτη σε σημαντική έκταση και σε εύρος 20 - 60 m. Χαλαρός σχηματισμός, συνήθως πτωχά διαβαθμισμένος, με μεγάλο πορώδες, μηδενική έως πολύ χαμηλή συνοχή και μικρού γενικά πάχους 7 - 15 m.

Αποθέσεις κοίτης ποταμών και χειμάρρων, από αδρομερή χαλαρά έως ημισυνεκτικά υλικά, κύρια χάλικες ποικίλων διαστάσεων, άμμους, ψηφίδες,



Εικόνα 3. Συγκεντρωτικά αποτελέσματα δοκιμών στήλης συντονισμού.

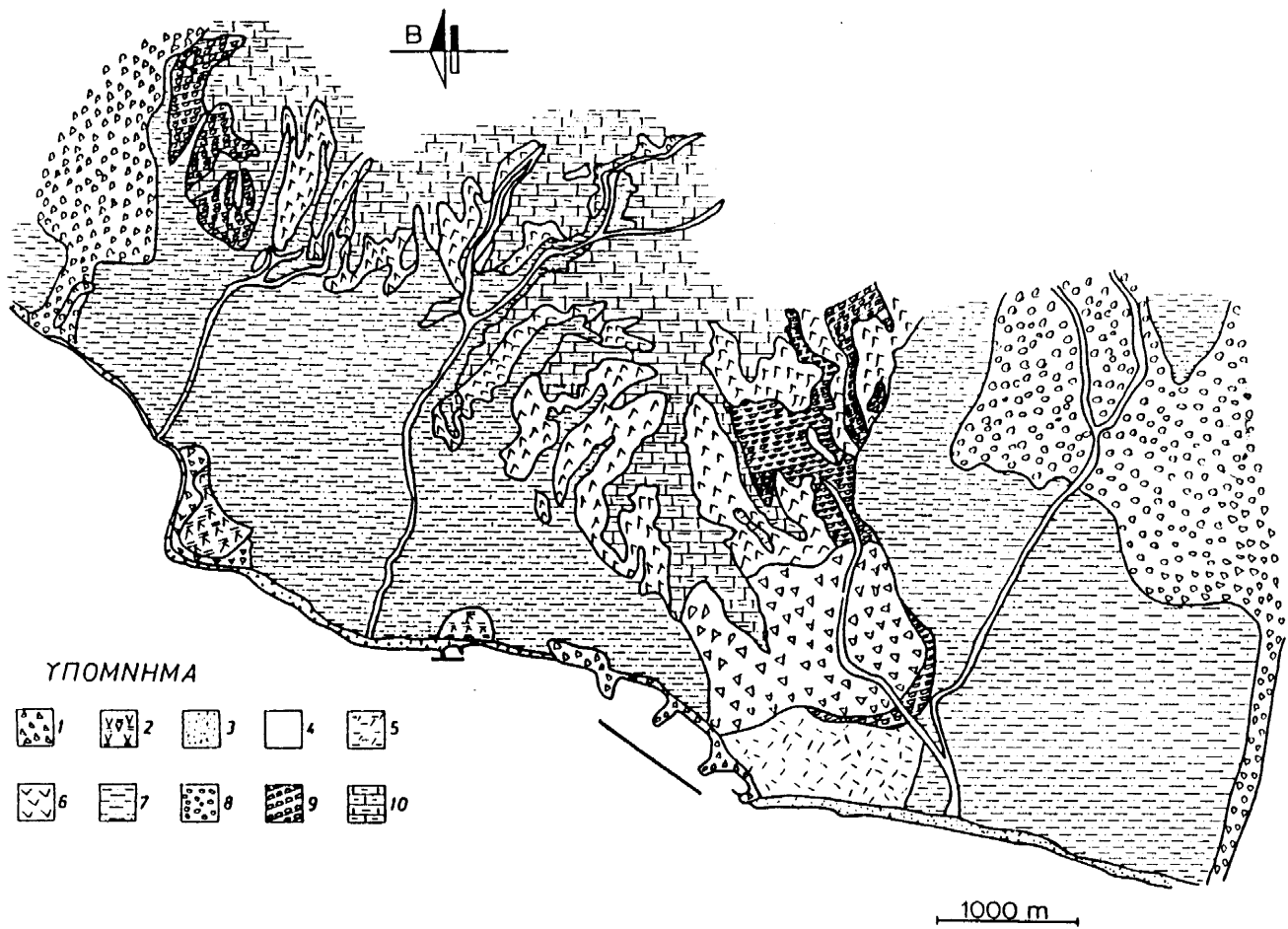
κροκάλες και αργιλοϊλυώδους σύστασης λεπτομερή υλικά. Το πάχος τους κυμαίνεται ανάλογα με την τάξη του υδρογραφικού άξονα που τα φιλοξενεί, δηλαδή είναι μικρό στους χείμαρρους και σημαντικό στους ποταμούς (π.χ. Γλαύκος), όπου εκτιμάται ότι υπερβαίνει τα 10 - 20 m.

Ολοκαινικές αποθέσεις, λιμνοθαλάσσιας πιθανότατα προέλευσης από αργιλοϊλυώδους σύστασης υλικά με μικρό ποσοστό άμμου και ελάχιστες ψηφίδες. Σχηματισμός σε υδαρή κατάσταση, μέτριας συμπιεστότητας, χαμηλής φέρουσας ικανότητας και μειωμένων γεωμηχανικών χαρακτηριστικών, που απαιτεί βελτιώσεις για οικιστική ανάπτυξη. Το ορατό πάχος των αποθέσεων αυτών εκτιμάται της τάξεως των 2 - 3 m, ενώ το πραγματικό φαίνεται να υπερβαίνει τα 12 m, ενώ σε μερικές περιπτώσεις φθάνει τα 80 m.

Μανδύας αποσάθρωσης και μετακινήμενες, λόγω ολισθήσεων, μάζες νεογενών ιζημάτων. Ο μανδύας αποτελείται από αργιλοϊλυώδη έως αμμοϊλυώδη υλικά, άμμο και μικρά θραύσματα μαργαϊκής και ψαμμικής σύστασης, με αραιές ψηφίδες και χάλικες, ενώ οι ολισθημένες μάζες των νεογενών είναι αργιλομαργαϊκής ή και αμμώδους κυρίως προέλευσης που είχαν αρχικά ποικίλο βαθμό διαγένεσης αλλά στη σημερινή τους θέση εμφανίζονται χαλαρωμένες και με υποβαθμισμένα γεωμηχανικά χαρακτηριστικά λόγω μετακίνησης. Γενικά είναι υλικά επιδεκτικά στην εκδήλωση σοβαρών αστοχιών με τη μορφή περιστροφικών ολισθήσεων, ερπυσμών ή και εδαφικών ρωών. Το πάχος του μικτού αυτού σχηματισμού κυμαίνεται από 1- 3 m, στις θέσεις παρουσίας καθαρού μανδύα αποσάθρωσης έως 15 - 20 m, σε θέσεις με αυξημένη την παρουσία των ολισθημένων μαζών.

Αλλουβιακές αποθέσεις, σύγχρονες προσχώσεις ή και αποθέσεις κοιλάδων, που παρουσιάζουν εκτεταμένη επιφανειακή ανάπτυξη στο πεδινό τμήμα της περιοχής και συνίστανται από αργιλοϊλυώδη υλικά, πηλούς, άμμους λεπτόκοκκες έως μεσόκοκκες, ψηφίδες και χάλικες με ποσοστά που κυμαίνονται από θέση σε θέση. Γενικά παρουσιάζουν ταχείες μεταβολές της λιθολογικής σύστασης τόσο κατά την οριζόντια όσο και κατά την κατακόρυφο ανάπτυξη, γεγονός που προσδίδει έντονη ετερογένεια και δικαιολογεί ανομοιόμορφη γεωμηχανική συμπεριφορά. Η έντονη ετερογένεια και η επακόλουθη ευρεία κύμανση των γεωμηχανικών χαρακτήρων του σχηματισμού, σε συνδυασμό με την ενεργό τεκτονική και την ανθρώπινη δραστηριότητα, οδηγούν στην εκδήλωση αστοχιών είτε με τη μορφή τοπικών εδαφικών υποχωρήσεων (φαινόμενα απόπλυσης και εσωτερικής διάβρωσης), είτε με τη μορφή ευρέων καθιζήσεων της τάξης των 0.5 m. Τέλος, το πάχος τους κυμαίνεται στην ευρύτερη περιοχή, από 5 m μέχρι 80 m.

Διλουβιακές αποθέσεις ριπιδίων. Εντοπίζονται στα άκρα της περιοχής που χαρτογραφήθηκε (περιοχές Χάραδρου από ανατολικά, Διακονιάρη και Γλαύκου από δυτικά) και αποτελούνται από μικτές φάσεις κροκαλών-χαλίκων, ψηφίδων και λεπτομερών. Τα τελευταία (αργιλοϊλύες με άμμους), που αλλού είναι σε ανάμιξη με τα αδρομερή, ενώ αλλού ταξινομούνται σε διακριτούς ορίζοντες πάχους 4 - 6 m, συνήθως συμμετέχουν με χαμηλότερο ποσοστό και παρουσιάζουν χαμηλή πλαστικότητα και μέτρια συνεκτικότητα. Οι κροκάλες και οι χάλικες που εμφανίζονται συνήθως καλά



Εικόνα 4. Γεωτεχνικός χάρτης της πόλης των Πατρών

1. Πρόσφατες και ιστορικές επιχωματώσεις.
2. Τεναγώδεις αποθέσεις.
3. Παράκτιες άμμοι.
4. Αποθέσεις κοίτης ποταμών & χειμάρρων.
5. Ολοκαινικές αποθέσεις.
6. Μανδύας αποσάθρωσης & μετακινημένες μάζες νεογενών ιζημάτων.
7. Αλλουβιακές αποθέσεις.
8. Διλουβιακές αποθέσεις.
9. Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί.
10. Πλειστοκαινικά ιζήματα.

αποστρογγυλεμένες, είναι κύρια ασβεστολιθικής και σπανιότερα κερατολιθικής προέλευσης, ενώ το μέγεθός τους φθάνει τα 15 - 20 cm. Στους ανώτερους οριζόντες επικρατούν τα αδρομερή στοιχεία (χάλικες - κροκάλες). Συχνές αποσφηνώσεις των οριζόντων αυτών σημειώνονται κατά την οριζόντια και κατακόρυφο. Τέλος, το πάχος των ριπιδίων είναι σημαντικό και κυμαίνεται από 6 m έως μερικές δεκάδες μέτρων (>6 m).

Πλειστοκαινικοί σχηματισμοί, από ερυθροκάστανες έως τεφροκάστανες, ή και κιτρινοκάστανες αμμοιλύες με άργιλο και φακοειδείς παρεμβολές αδρομερών στοιχείων (ψηφίδες, χάλικες, κροκάλες) με ή χωρίς συνεκτικότητα. Συνήθως εμφανίζονται με μέτρια έως χαμηλή συνεκτικότητα και μόνο κατά θέσεις (στις υψηλότερες μορφολογικά περιοχές, όπως στη περιοχή του Γηροκομείου) οι αδρομερείς φάσεις επικρατούν και αποκτούν ισχυρή συγκόλληση, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται με τη μορφή συνεκτικών έως πολύ συνεκτικών κροκαλοπαγών πάγκων με κυμαινόμενο αλλά γενικά σημαντικό πάχος (4-10 m). Το πάχος τους εκτιμάται από 6 m έως 40 m και τοπικά μεγαλύτερο των 100 m.

Πλειοκαινικά ιζήματα. Ποταμολιμναία, λιμναία, λιμνοθαλάσσια και σπανιότερα θαλάσσια ιζήματα από αργιλομάργες, μάργες, άμμους λεπτόκοκκες έως μεσόκοκκες και με ποικίλο βαθμό διαγένεσης, ή και οριζόντες από μικτές φάσεις αυτών. Ακόμα στους ανώτερους οριζόντες, όπως στη περιοχή του Ασυρμάτου, του Κάστρου ή και των Συχαινών, συμμετέχουν ενστρώσεις ή και φακοί κροκαλοπαγών πάχους μέχρι 5 m, ενώ στους υποκείμενους οριζόντες απαντούν διάσπαρτες κροκάλες ή και χάλικες σε ποσοστά που μειώνονται με το βάθος. Στο σύνολό τους χαρακτηρίζονται σαν ευαποσάθρωτοι σχηματισμοί, μέτρια συνεκτικοί ή και συνεκτικοί σπανιότερα, με χαμηλό συντελεστή υδροπερατότητας. Το πάχος τους εκτιμάται ότι υπερβαίνει τα 400 m.

4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η αρχειοθέτηση και επεξεργασία γεωτεχνικών πληροφοριών από γεωτρήσεις ή και άλλες ερευνητικές εργασίες υπεδάφους, έχει αρχίσει να εφαρμόζεται στο διεθνή χώρο από τις αρχές της δεκαετίας του 1970.

Γενικά έχουν αναπτυχθεί αρκετές τεχνικές για την αποθήκευση και ανάκτηση γεωτεχνικών πληροφοριών που κυρίως εξαρτώνται από τον τρόπο που αυτές προβλέπεται να αξιολογηθούν. Βέβαια οι τεχνικές αυτές βελτιώνονται συνέχεια, ενώ διατίθενται έτοιμες («πακέτα») στο εμπόριο. Οι βασικές διεργασίες που εκτελούνται στα πλαίσια της αρχειοθέτησης και επεξεργασίας των γεωτεχνικών δεδομένων είναι :

- Αποθήκευση στοιχείων - Δημιουργία Τράπεζας Πληροφοριών.
- Συσχετισμοί - στατιστική επεξεργασία γεωτεχνικών παραμέτρων.
- Σχεδίαση διαφόρων τεχνικογεωλογικών τομών και χαρτών.

Κύριος σκοπός της δημιουργίας μία τράπεζας γεωτεχνικών πληροφοριών είναι η γρήγορη ανάκτηση στοιχείων από επιτόπου έρευνες (γεωτρήσεις, φρεάτια κ.λ.π.) και η λεπτομερειακή πληροφόρηση σχετικά με τις εδαφικές συνθήκες για μία συγκεκριμένη περιοχή.

4.2. Αρχική επεξεργασία υπαρχόντων γεωτεχνικών πληροφοριών

Η συγκέντρωση και επεξεργασία των στοιχείων για την περιοχή της έρευνας αφορούσε γεωτεχνικές πληροφορίες που προέρχονταν από δειγματοληπτικές γεωτρήσεις και ερευνητικά φρεάτια που έχουν εκτελεστεί στην πόλη της Πάτρας.. Οι ερευνητικές αυτές εργασίες περιέχονται στο αρχείο του Τμήματος Γεωτεχνικής Μηχανικής του ΚΕΔΕ για την συγκεκριμένη περιοχή, καθώς επίσης και στο αρχείο της «ΓΕΩΕΡΕΥΝΑΣ» ΕΠΕ για την ίδια περιοχή και καλύπτουν το σύνολο των εργασιών που εκτελέστηκαν μέχρι και το έτος 1987. Μικρός μόνο αριθμός γεωτρήσεων από αυτές που χρησιμοποιήθηκαν, προέρχεται από διάφορες ιδιωτικές τεχνικές εταιρείες.

Επειδή ο σκοπός της εκτέλεσης των εργασιών αυτών και κυρίως των γεωτρήσεων ήταν να μελετηθεί το είδος και η μηχανική συμπεριφορά του εδάφους για τη θεμελίωση κάποιου τεχνικού έργου (κυρίως κτιριακού), το βάθος τους σπάνια υπερβαίνει τα 30 μ.

4.3. Αξιολόγηση και καταγραφή γεωτεχνικών στοιχείων από ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Η κάθε γεώτρηση ή ερευνητικό φρεάτιο ή ομάδα γειτονικών γεωτρήσεων ή φρεατίων (εφόσον βέβαια έχουν εκτελεστεί σε πολύ μικρή μεταξύ τους απόσταση - μικρότερη των 50 μ. - και δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στις εδαφικές τομές τους), μετά από αξιολόγηση όλων των γεωτεχνικών πληροφοριών που περιέχουν, παρουσιάζονται σαν μία γεωτεχνική τομή που αντιπροσωπεύει τη συγκεκριμένη θέση. Στη γεωτεχνική αυτή τομή φαίνεται :

- Αύξοντας αριθμός
- Κωδικός αριθμός που έχει σχέση με την μετέπειτα κωδικοποίηση της γεωτεχνικής τομής.
- Θέση που αναφέρεται, συνήθως σαν συμβολή συγκεκριμένων οδών.
- Περιοχή που αναφέρεται με βάση τις τοπικές ονομασίες.
- Υψόμετρο από τη θάλασσα που εκτιμήθηκε με τη χρήση τοπογραφικών διαγραμμάτων κλίμακας 1 : 5.000 της Δ/σης Χαρτογραφείων του ΥΠΕΧΩΔΕ.
- Βάθος της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα (Σ.Υ) (σε περίπτωση που υπάρχει και έχει καταγραφεί). Η χρονική περίοδος που αναφέρεται η στάθμη δεν ήταν δυνατό να προσδιοριστεί καθόσο στις περισσότερες γεωτρήσεις κάτι τέτοιο δεν αναγραφόταν και ο χρόνος που μεσολαβούσε από την εκτέλεση της επιτόπου έρευνας μέχρι τη σύνταξη της αντίστοιχης μελέτης ήταν άγνωστος (κυρίως κυμαίνεται από 3 μέχρι και 10 μήνες). Αυτό βέβαια έχει σαν αποτέλεσμα της περιορισμένη αξία των μετρήσεων και την αδύνατη συσχέτισή τους.
- Βάθος που συναντιέται το «βραχώδες» υπόβαθρο (Β.Υ) και το είδος αυτού.
- Συντεταγμένες της θέσης της γεωτεχνικής τομής. Η εκτίμηση των συντεταγμένων έγινε υπολογιστικά μετά από τοποθέτηση κάθε θέσης στο αντίστοιχο τοπογραφικό διάγραμμα κλίμακας 1 : 5.000 του ΥΠΕΧΩΔΕ

- Στη συνέχεια περιγράφονται οι εδαφικές στρώσεις με το βάθος και δίνονται αντιπροσωπευτικές τιμές, αν βέβαια υπάρχουν, φυσικών-μηχανικών χαρακτηριστικών για κάθε εδαφική στρώση.

Έγινε προσπάθεια να ακολουθηθεί μία τυποποιημένη μεθοδολογία περιγραφής των εδαφικών και βραχωδών σχηματισμών, αν και οι δυσκολίες που συναντήθηκαν ήταν σημαντικές κυρίως λόγω του απλού και συχνά μονολεκτικού τρόπου περιγραφής πολλών εδαφικών τομών γεωτρήσεων ή φρεατίων που εξετάστηκαν εκτός βέβαια από τις γεωτρήσεις και δοκιμές που εκτελέσθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος αυτού. Η μεθοδολογία αυτή ήταν σε γενικές γραμμές σύμφωνη με τα διεθνώς παραδεκτά για τους εδαφικούς και βραχώδεις σχηματισμούς (B.S. 5930 1981, Geological Society 1970, DEARMAN 1974, κ.λ.π.) αλλά και προσαρμοσμένη επίσης στα Ελληνικά δεδομένα, καθώς και στον τρόπο παρουσίασης και περιγραφής των τομών γεωτρήσεων που εξετάστηκαν.

Οι τιμές των φυσικών-μηχανικών χαρακτηριστικών που αναφέρονται κατά εδαφική στρώση, αφορούν όπως προαναφέρθηκε, όλες τις κλασσικές συμβατικές εργαστηριακές δοκιμές υπολογισμού μηχανικών παραμέτρων, φυσικών σταθερών, κατάταξης και χαρακτηρισμού εδαφών κατά το ενοποιημένο σύστημα (USCS) καθώς επίσης και επιτόπου δοκιμές πρότυπης διείδυσης με το δειγματολήπτη Terzaghi (S.P.T.). Οι τιμές αυτές των παραμέτρων συμβολίζονται σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα 3. Στην περίπτωση που στην ίδια εδαφική στρώση έχει εκτελεστεί κάποιος αριθμός ίδιου τύπου δοκιμών, η χαρακτηριστική τιμή που τοποθετείται, αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Συμβολισμός γεωτεχνικών παραμέτρων

ΣΥΜΒΟΛΑ	ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ
WL	Όριο υδαρότητας (%)
IP	Δείκτης πλαστικότητας (%)
N	S.P.T. (Αριθμός κρούσεων για διείδυση 30 cm)
W	Φυσική υγρασία (%)
E	Λόγος κενών
Γ	Υγρό φαινόμενο βάρος (ton/m ³)
Cc	Δείκτης συμπίεστότητας
Cu	Συνοχή αστράγγιστη (kPa)
QU	Αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη (kPa)
Φ1	Γωνία τριβής δρώσα (μοίρες)
C1	Συνοχή δρώσα (kPa)
Φ	Γωνία τριβής ολική (μοίρες)
C	Συνοχή ολική (kPa)

Διαμορφώθηκαν συνολικά 153 αξιόπιστες γεωτεχνικές τομές, με τον τρόπο που περιγράφηκε παραπάνω.

Οι γεωτεχνικές αυτές τομές αποτέλεσαν την βάση δεδομένων σε Η/Υ με τη χρήση ειδικών προγραμμάτων που σχεδιάστηκαν επί τούτου. Προβλέπεται

μελλοντικά η ανάπτυξη της βάσης να γίνει με την χρήση σχετικά σύγχρονων πακέτων (π.χ. Access).

5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

5.1. Ταξινόμηση Γεωτεχνικών Ενοτήτων

Η λεπτομερής μακροσκοπική εξέταση των δειγμάτων των γεωτρήσεων που εκτελέστηκαν, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα των εργαστηριακών και επιτόπου δοκιμών, επέτρεψαν τη διάκριση των εδαφικών σχηματισμών της πόλης των Πατρών σε τέσσερις (4) γεωτεχνικές ενότητες. Αυτό ήταν αποτέλεσμα της ταξινόμησης και αξιολόγησης όλων των γεωλογικών και γεωτεχνικών πληροφοριών κατά τέτοιο τρόπο ώστε τελικά να ομαδοποιηθούν σε συγκεκριμένες ζώνες (γεωτεχνικές ενότητες), όπου κάθε ζώνη να εκφράζει ποιοτικά ή και ποσοτικά ένα ορισμένο πλαίσιο ομοιογένειας ως προς τη μηχανική συμπεριφορά του εδάφους.

Η ταξινόμηση των γεωτεχνικών ενοτήτων έχει ως εξής :

Ενότητα I : Τεφρή μαλακή ιλύς & ιλυώδης άργιλος, παράκτιας φάσης.

Ενότητα II : Αλλουβιακές - Διλουβιακές αποθέσεις μικτής φάσης.

Υποενότητα IIα : Καστανές, καστανότεφρες, τεφροκίτρινες, καστανοκίτρινες, καστανέρυθρες ιλύες και άργιλοι.

Υποενότητα IIβ : Καστανές, καστανότεφρες κ.λ.π., ιλυώδεις - αργιλώδεις άμμοι και αμμοχάλικα.

Υποενότητα IIγ : Ελώδεις αποθέσεις και οργανικές αλλουβιακές αποθέσεις.

Ενότητα III : Τεφρές - καστανότεφρες σπιφρές άργιλοι και ιλύες Πλειστοκαινικής ηλικίας

Υποενότητα IIIα : Τεφρές - καστανότεφρες άργιλοι και ιλύες.

Υποενότητα IIIβ : Τεφρά - καστανότεφρα ιλυώδη αμμοχάλικα και άμμοι.

Ενότητα IV : Μαργαϊκό υπόβαθρο (Πλειοπλειστόκαινο).

Οι επιχωματώσεις και οι τελείως πρόσφατες αποθέσεις έχουν ληφθεί υπόψη, αλλά δεν έχουν ενταχθεί σε κάποια γεωτεχνική ενότητα.

Στον Πίνακα 4 δίνονται τα βάθη κάθε γεώτρησης στα οποία απαντούν οι ενότητες και υποενότητες που αναφέρθηκαν προηγούμενα καθώς και το πάχος των επιχωματώσεων και πρόσφατων αποθέσεων όπου εντοπίστηκαν.

5.1.1. Επιχωματώσεις και πρόσφατες αποθέσεις

Εντοπίζονται σχεδόν στις μισές των γεωτρήσεων και το πάχος τους κυμαίνεται μέχρι το μέγιστο των 8.0 μ. Πρόκειται για μπάζα (αναμεμειγμένα αμμοχάλικα με τεχνητά υλικά), υλικά οδοστρωσίας ή πρόσφατες λεπτομερείς ή αδρομερείς

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Α/Α Γεώτρηση	Επιχωματώσεις πρόσφατα	Ενότητα I	Ενότητα II	Ενότητα III	Ενότητα IV
Γ1	-	-	0 - 32 IIα 32-38 IIβ 38 - 45 IIα	45 - 63 IIIα	-
Γ2	0 - 0.8	-	0.8 - 27 IIα 27 - 38 IIβ 38 - 42 IIα	42 - 62 IIIα	-
Γ3	-	-	0- 14 IIα 14 - 41 IIβ	41 - 58 IIIα	58 - 332
Γ4	-	-	0 - 20 IIα 20 - 28 IIβ	28 - 48 IIIα	48 - 113
Γ5	-	-	0 - 10 IIα 10 - 19 IIβ 19 - 36 IIα	36 - 51 IIIα 51 - 62 IIIβ	62 - 81 51 - 62 IIIβ
Γ6	0 - 1	-	1 - 45 IIα 45 - 57 IIβ 57 - 87 IIα 87 - 96 IIβ	-	96 - 97
Γ7	0 - 0.8	-	0.8 - 11 IIγ 11 - 31 IIβ	31 - 45 IIα 45 - 50 IIβ	-
Γ8	-	-	0 - 14 IIγ 14 - 42 IIα	42 - 59 IIIβ	59 - 132
Γ9	-	-	0 - 45 IIα 45 - 63 IIβ	63 - 100 IIIα	100 - 112
Γ10	0 - 3.5	3.5 - 39	-	39 - 87 IIIα	87 - 121
Γ11	0 - 7.0	7.0 - 18	-	18 - 37 IIIα	37 - 67
Γ12	0 - 2.5	-	2.5 - 9 IIα	9 - 17 IIIα 17 - 21 IIIβ	21 - 41
Γ13	0 - 1	-	1 - 7.05 IIα 7.05 - 10 IIβ	10 - 11.5 IIIα	10 - 11.5 IIIα
Γ14	-	-	0 - 12 IIα	12 - 22 IIIβ 22 - 69.5 IIIα	69.5 - 75
Γ15	-	-	0 - 20 IIα 20 - 24 IIβ	24 - 35 IIIβ 35 - 96 IIIα	-
Γ16	0 - 3	33 - 19	19 - 30 IIβ 30 - 35 IIα	35 - 49 IIIα	49 - 73
Γ17	-	-	0 - 11 IIα 11 - 15 IIβ 15 - 36 IIα 36 - 61 IIβ	-	-
Γ18	0 - 4	4 - 34	34 - 41 IIα 42 - 77 IIβ 77 - 80 IIα 80 - 86 IIβ	-	-
Γ19	0 - 2	-	2 - 20 IIα 20 - 32 IIβ	-	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. (συνέχεια)

Α/Α Γεώτρηση	Επιχωματώσεις πρόσφατα	Ενότητα I	Ενότητα II	Ενότητα III	Ενότητα IV
Γ20	-	-	0 - 36 IIα	-	36 - 38.5
Γ21	0 - 5	-	5 - 29 IIγ 29 - 37 IIβ	-	-
Γ22	0 - 3	-	3 - 30 IIα	-	-
Γ23	0 - 1.5	-	1.5 - 12 IIα 12 - 21 IIβ 21 - 26 IIα 26 - 29 IIβ 29 - 37 IIα	-	37 - 42
Γ24	0 - 3	-	3 - 39 IIβ	-	40 - 50
Γ25	0 - 4.75	-	4.75 - 14.60 IIα	-	14.6 - 53

αποθέσεις (άργιλος, ιλύς, άμμος με χαλίκια και κροκάλες που περιέχουν κεραμμύδια).

5.1.2. Ενότητα I : Παράκτια, τεφρή μαλακή ιλύς ή άργιλος

Η ενότητα αυτή συναντάται στις γεωτρήσεις Γ10 (βάθος 3.5 - 39 m), Γ11 (βάθος 7.0 - 18 m), Γ16 (βάθος 3 - 19 m) και Γ18 (από τα 4 m μέχρι 34 m). Οπου δεν συναντιέται επιφανειακά, καλύπτεται από επιχωματώσεις ή πρόσφατες αποθέσεις (Πίνακας 4).

Με βάση τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης το ποσοστό της περιεχόμενης άμμου κυμαίνεται από 0 - 49%, της ιλύος 44 - 80% και της αργίλου 8 - 50%.

Το όριο υδαρότητας, W_L , κυμαίνεται από 23.2 - 50.1% και ο δείκτης πλαστικότητας, I_p , 8 - 32.1%, ενώ μερικά μέλη δεν έχουν πλαστικότητα. Με βάση το Ένοποιημένο Σύστημα Ταξινόμησης, τα μέλη της Ενότητας I, ταξινομούνται σαν ιλύες χαμηλής συμπίεστότητας (ML) και άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας (CL). Εντός της ενότητας αυτής συναντώνται και λίγες λεπτές ενστρώσεις ιλυώδους αμμοχάλικου (GW-GM), αργιλώδους αμμοχάλικου (GC) και ιλυώδους άμμου (SM).

Στην Εικόνα 5 δίνεται μία γραφική στατιστική προσέγγιση των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών της Ενότητας I.

Οι τιμές του N_{SPT} κυμαίνονται από 2 - 28, ενώ οι αδρομερείς ενστρώσεις εμφανίζουν υψηλότερες τιμές. Η πλειονότητα των μελών της ενότητας αυτής έχουν τιμές N_{SPT} μικρότερες του 10.

Η φυσική υγρασία των δειγμάτων που εξετάστηκαν κυμαίνεται από 24.8 - 36.7% & το υγρό φαινόμενο βάρος από 1.83 - 2.01 t/m³.

Η αστράγγιστη διατμητική αντοχή, c_u , κυμαίνεται από 24 - 80 kPa, ενώ ο δείκτης συμπίεσης, C_c , από 0.111 - 0.261 με αρχικό λόγο κενών 0.641 - 1.028.

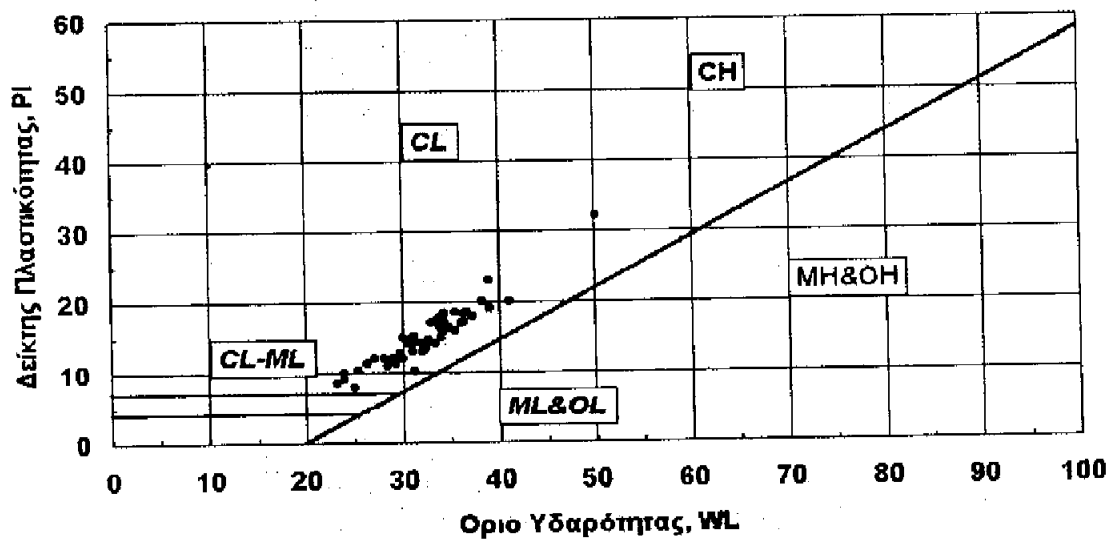
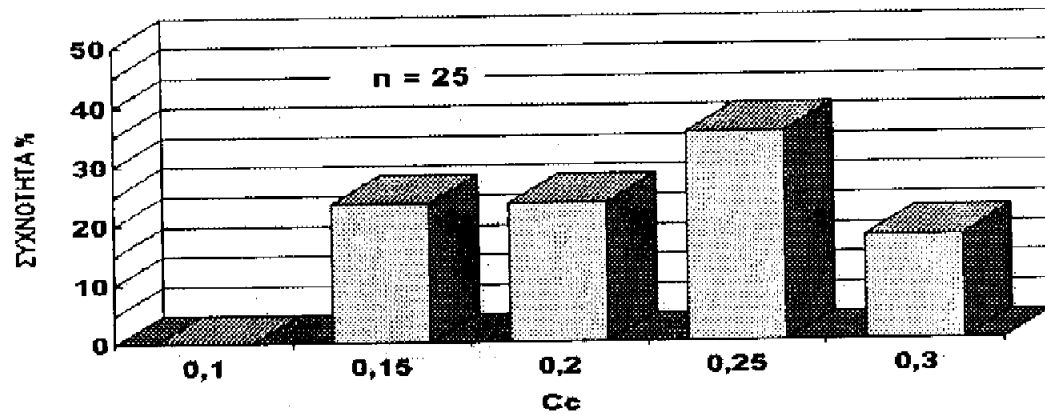
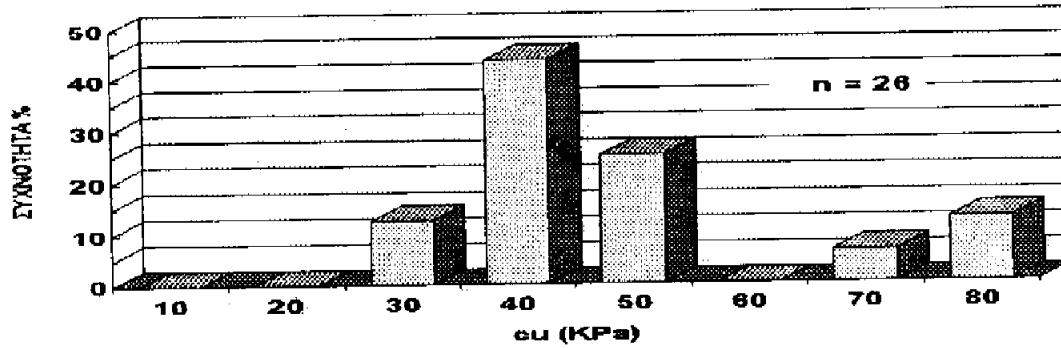
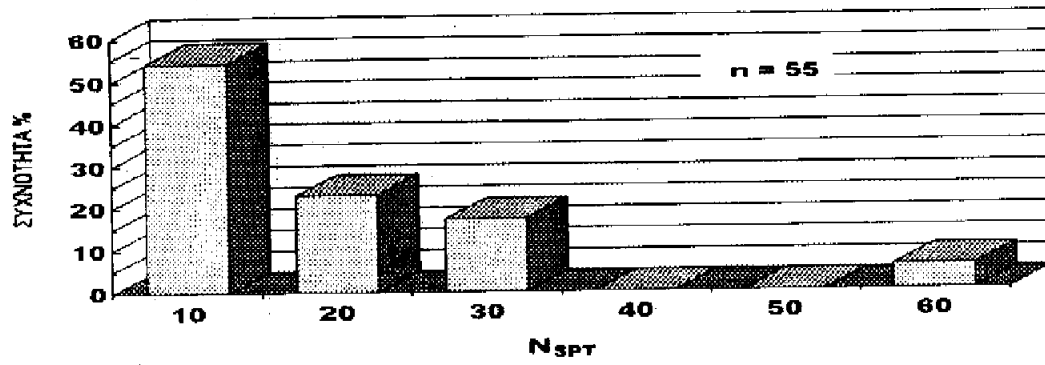
5.1.3. Ενότητα II : Αλλουβιακές - Διλουβιακές αποθέσεις μικτής φάσης.

Υποενότητα IIa: *Καστανές, καστανότεφρες, τεφροκίτρινες, καστανοκίτρινες, καστανέρυθρες ιλύες και άργιλοι.*

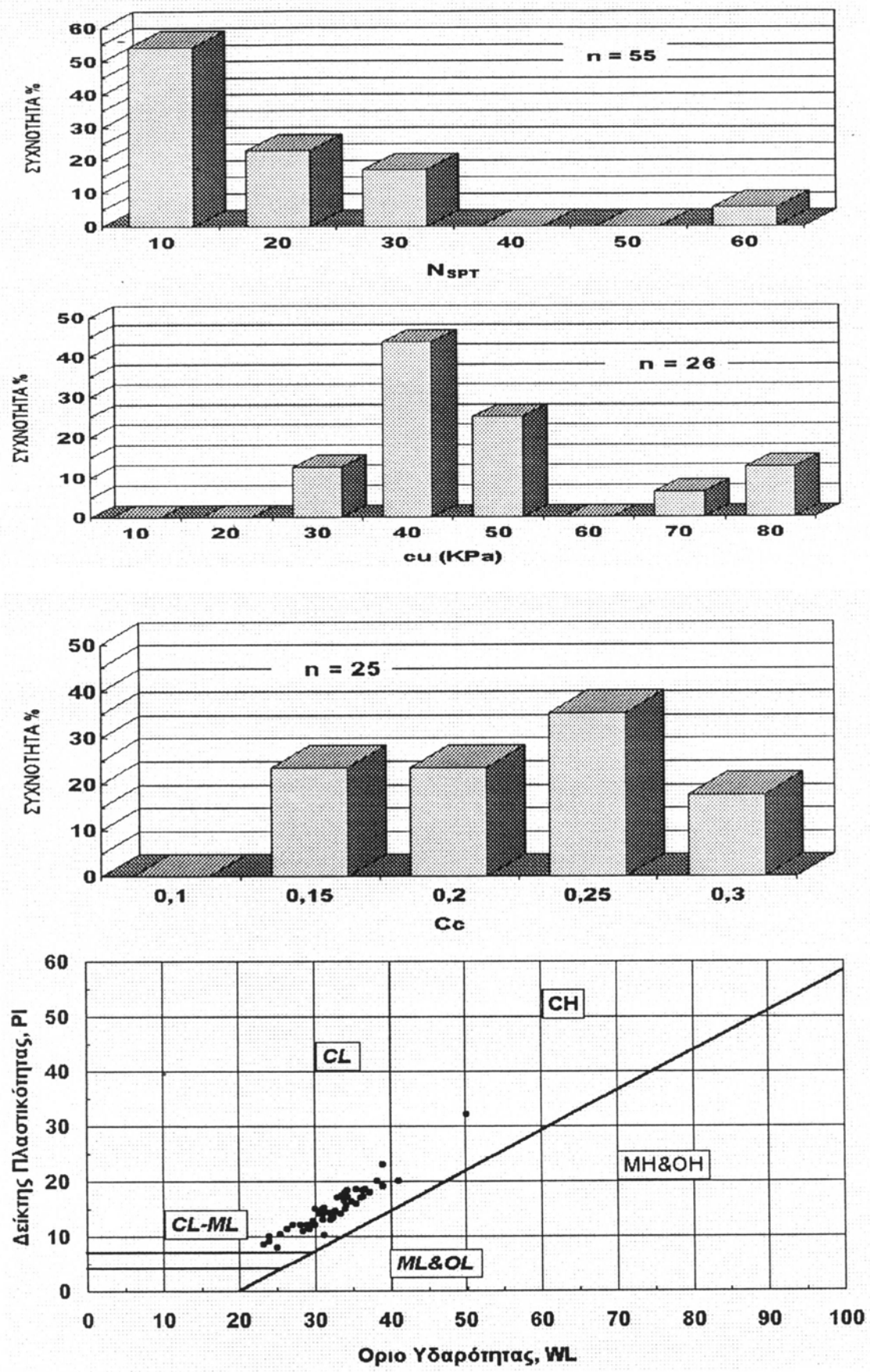
Η υποενότητα αυτή εμφανίζεται γενικά από την επιφάνεια ή από μικρό βάθος σε όλες σχεδόν τις γεωτρήσεις (εκτός των Γ7, Γ10, Γ11, Γ21, Γ24).

Με βάση τα αποτελέσματα της κοκκομετρικής ανάλυσης το ποσοστό της άμμου κυμαίνεται από 0 - 65%, της ιλύος 10 - 74% και της αργίλου 7 - 46%.

Το όριο υδαρότητας κυμαίνεται από 20 - 52.2% και ο δείκτης πλαστικότητας από 4.5 - 33.4%, ενώ ελάχιστα μέλη παρουσιάζουν πολύ χαμηλή πλαστικότητα ή καθόλου. Γενικά τα μέλη της υποενότητας αυτής ταξινομούνται σαν άργιλοι χαμηλής - υψηλής πλαστικότητας (CL, CH) ή σαν ιλύες χαμηλής συμπίεστότητας (ML) ή ιλυώδεις άργιλοι (ML-CL). Μερικά μόνο



Εικόνα 5. Γεωτεχνικά χαρακτηριστικά ενότητας I.



Εικόνα 5. Γεωτεχνικά χαρακτηριστικά ενότητας Ι.

μέλη είναι αργιλώδεις άμμοι (SC) ή ιλυώδεις άμμοι (SM, SM-SC), που παρουσιάζονται σαν λεπτές ενστρώσεις.

Με βάση τα αποτελέσματα των επιτόπου δοκιμών διεξόδου του πρότυπου δειγματολήπτη TERZAGHI, οι τιμές του N_{SPT} παρουσιάζουν υψηλή διακύμανση από 4 μέχρι και άρνηση (>50).

Το υγρό φαινόμενο βάρος κυμαίνεται από 1.858 - 2.171 t/m³ και η φυσική υγρασία από 11.8 - 32.4%.

Η αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη κυμαίνεται περίπου από 30 - 700 kPa αν και η πλειονότητα των δειγμάτων έχει αντοχή μικρότερη των 400 kPa.

Η αστράγγιστη διατμητική αντοχή, c_u , των δειγμάτων κυμαίνεται από 15 - 203 kPa, ενώ ο δείκτης συμπίεσης C_c , από 0.087 - 0.220 με αρχικό λόγο κενών 0.387 - 0.870.

Στην Εικόνα 6 δίνονται σε ιστογράμματα συχνότητας τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά της Ενότητας IIα.

Υποενότητα IIβ: *Καστανές, καστανότεφρες, κ.λ.π. ιλυώδεις - αργιλώδεις άμμοι και αμμοχάλικα.*

Η υποενότητα IIβ εμφανίζεται συνήθως κάτω από την υποενότητα IIα στις γεωτρήσεις Γ1, Γ2, Γ3, Γ4, Γ5, Γ6, Γ7, Γ8, Γ9, Γ13, Γ15, Γ16, Γ17, Γ18, Γ19, Γ21, Γ23 και Γ24.

Από τις κοκκομετρικές αναλύσεις προκύπτει ότι το ποσοστό των χαλίκων κυμαίνεται από 0 - 74%, της άμμου από 2 - 78% και της αργιλοίλου από 7 - 85% (τα υψηλότερα ποσοστά για τις αργιλικές ενστρώσεις).

Υψηλή πλαστικότητα παρουσιάζουν μόνο οι αργιλικές ενστρώσεις ενώ τα βασικά μέλη είτε είναι μη πλαστικά είτε παρουσιάζουν χαμηλή πλαστικότητα.

Γενικά τα μέλη της υποενότητας IIβ ταξινομούνται σαν αργιλώδη αμμοχάλικα (GC), ιλυώδη αμμοχάλικα (GM, GP-GM, GW-GM, GM-GC) και αργιλώδεις ή ιλυώδεις άμμοι (SC, SM), ενώ συχνή είναι η παρουσία ενστρώσεων μελών της υποενότητας IIα.

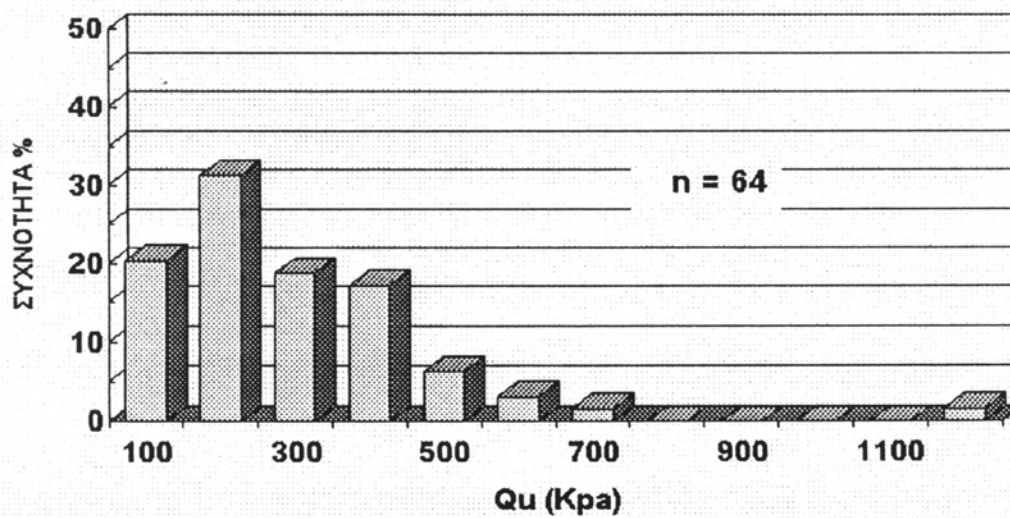
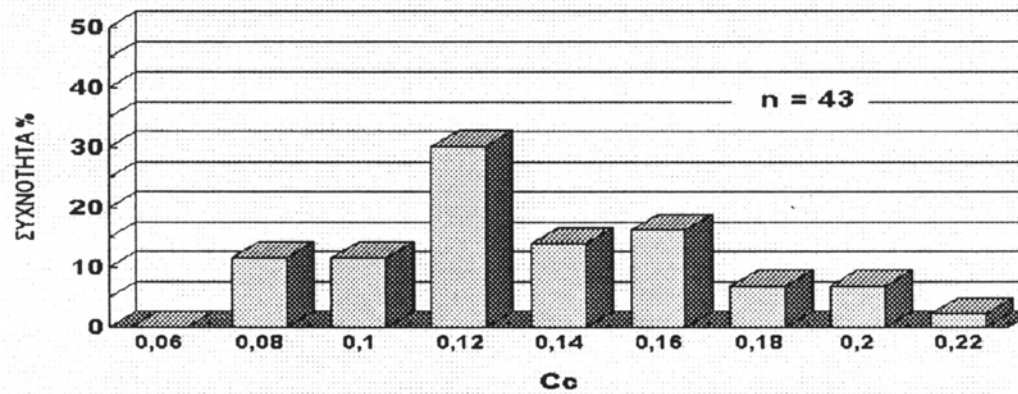
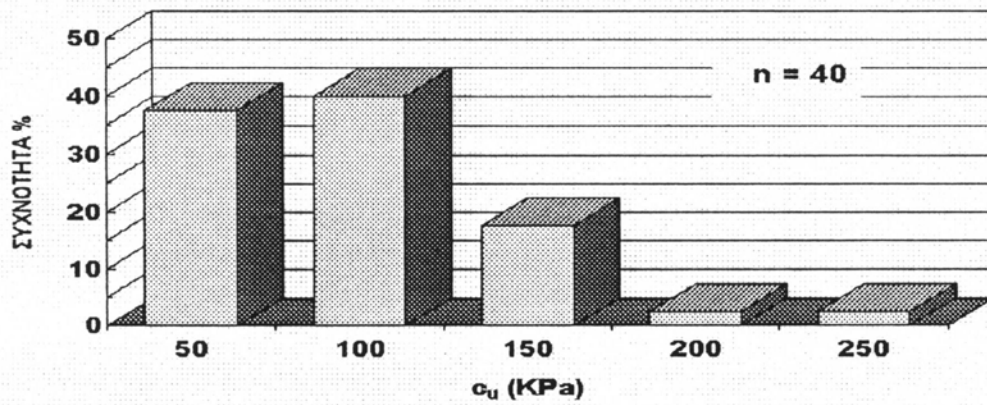
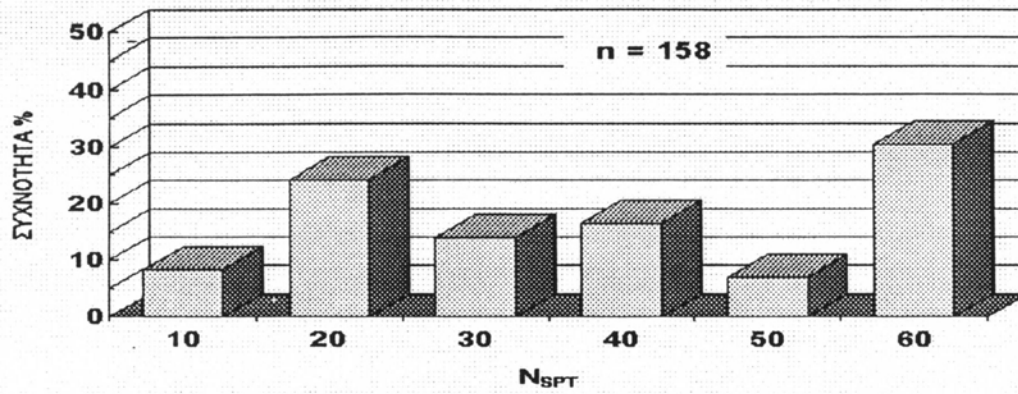
Οι τιμές N_{SPT} για την υποενότητα αυτή κυμαίνονται από 10 μέχρι και άρνηση (>50), ενώ η πλειονότητα των δοκιμών έδειξε τιμές μεγαλύτερες του 50.

Το υγρό φαινόμενο βάρος κυμαίνεται από 1.98 - 2.57 t/m³ και η φυσική υγρασία από 16.7 - 27.0%.

Η αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη κυμαίνεται από 80 - 400 kPa περίπου.

Υποενότητα IIγ: *Ελώδεις αποθέσεις και οργανικές αλλουβιακές αποθέσεις*

Η υποενότητα αυτή εμφανίζεται σε πολύ μικρή έκταση στις γεωτρήσεις Γ7, Γ8 και Γ21. Από τις κοκκομετρικές αναλύσεις προκύπτει ότι το ποσοστό της άμμου κυμαίνεται από 1 - 76%, της αργίλου 6 - 32% και της ιλύος 14 - 81%. Μερικά από τα μέλη της υποενότητας δεν έχουν πλαστικότητα, ενώ στα υπόλοιπα ο δείκτης πλαστικότητας κυμαίνεται από 6.6 - 21%.



Εικόνα 6 . Γεωτεχνικά χαρακτηριστικά ενότητας Ια.

Ταξινομούνται σαν άργιλοι χαμηλής πλαστικότητας (CL), ιλύες ή αργιλοϊλύες (ML, ML-CL) ή αμμοιλυώδεις (SM).

Οι τιμές N_{SPT} κυμαίνονται από 4 - 51, ενώ το υγρό φαινόμενο βάρος κυμαίνεται από 1.24 - 2.057 t/m³. Η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη ενός δείγματος είναι 47 kPa, ενώ η αστράγγιστη διατμητική αντοχή, c_u , κυμαίνεται από 28-80 kPa. Τέλος, ο δείκτης συμπίεσης κυμαίνεται από 0.120 - 0.344 για αρχικό λόγο κενών.

5.1.4. Ενότητα III : Τεφρές - καστανότεφρες σπιφρές άργιλοι και ιλύες του Πλειστοκαίνου.

Υποενότητα IIIα : Τεφρές - καστανότεφρες άργιλοι και ιλύες

Τα μέλη της υποενότητας αυτής έχουν συναντηθεί στις γεωτρήσεις Γ1 (βάθος 45.00 - 63.00), Γ2 (42.00 - 62.50), Γ3 (41.00 - 58.00), Γ4 (28.00 - 48.00), Γ5 (36.00 - 51.00), Γ7 (31.00 - 45.00), Γ9 (63.00 - 100.00), Γ10 (39.00 - 87.00), Γ11 (18.00 - 37.00), Γ12 (9.00 - 17.00), Γ13 (10.00 - 11.50), Γ14 (22.00 - 69.50), Γ15 (35.00 - 96.00) και Γ16 (35.00 - 49.00).

Με βάση τις κοκκομετρικές αναλύσεις το ποσοστό της άμμου κυμαίνεται από 0 - 45%, της ιλύος 42 - 77% και της αργίλου 7 - 51%.

Το όριο υδαρότητας κυμαίνεται από 18.9 - 52.0% και ο δείκτης πλαστικότητας από 4.4 - 32.1%, ενώ μερικά μέλη καθώς και οι λεπτές ενστρώσεις άμμου δεν παρουσιάζουν πλαστικότητα.

Γενικά τα μέλη της υποενότητας αυτή χαρακτηρίζονται σαν ιλύες χαμηλής συμπίεσότητας (ML), αργιλοϊλύες (CL-ML) και άργιλοι χαμηλής - υψηλής πλαστικότητας (CL-CH), ενώ οι αμμώδεις ενστρώσεις σαν καθαρές άμμοι (SP), και ιλυώδεις ή αργιλώδεις άμμοι (SC, SM, SM-SC).

Οι τιμές του N_{SPT} για την υποενότητα αυτή κυμαίνονται από 8 μέχρι και μεγαλύτερες του 50 (άρνηση).

Η φυσική υγρασία των δειγμάτων κυμαίνεται από 14.3 - 35.5% και το υγρό φαινόμενο βάρος από 1.85 - 2.23 t/m³.

Η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη κυμαίνεται γενικά από 23 - 450 kPa (μόνο ένα δείγμα έχει δείξει αντοχή μεγαλύτερη των 450 kPa).

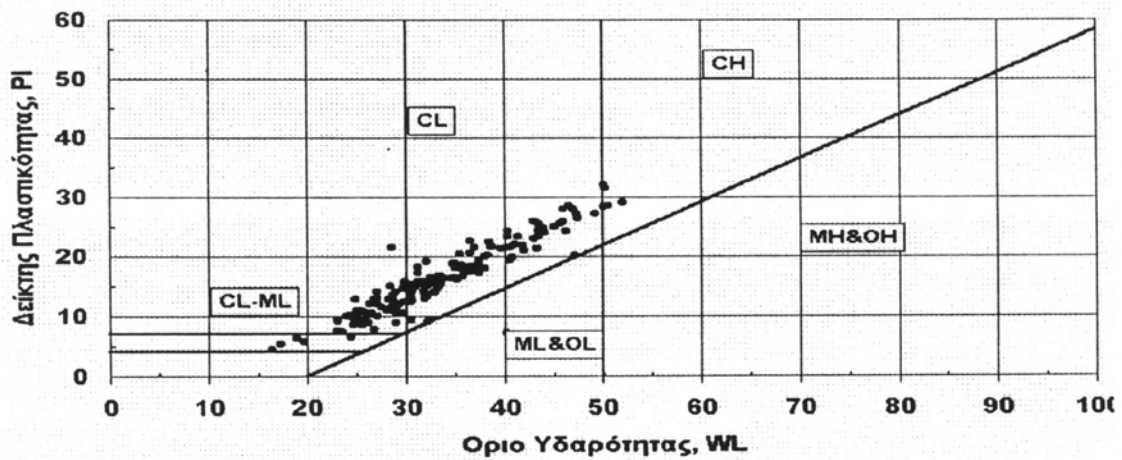
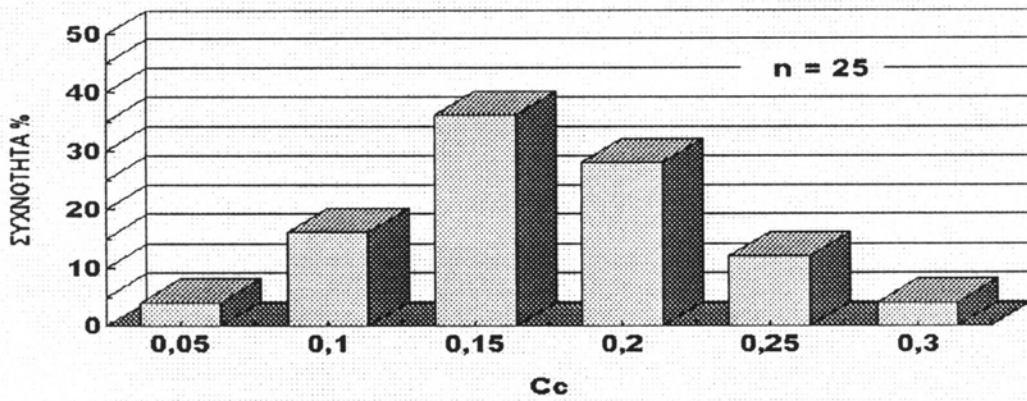
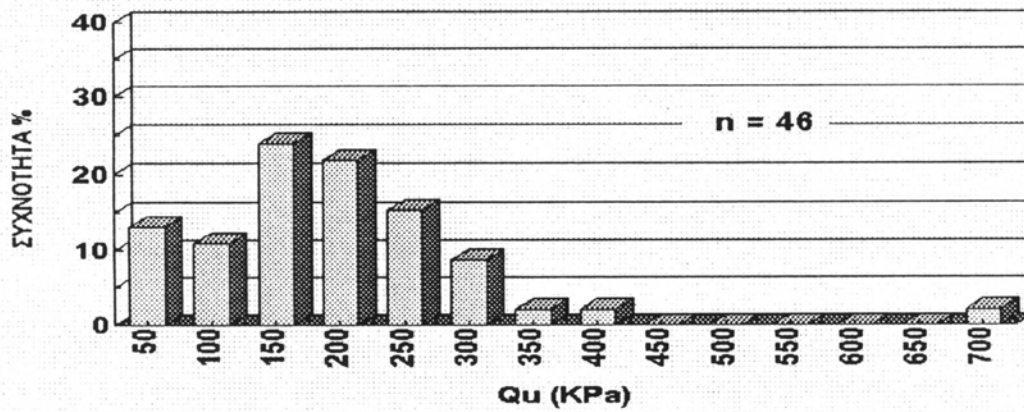
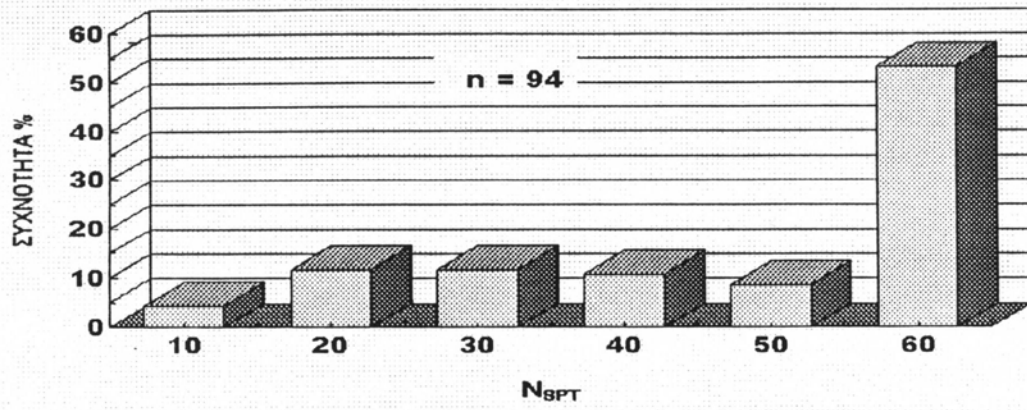
Η αστράγγιστη διατμητική αντοχή c_u , κυμαίνεται από 17 - 240 kPa, ενώ ο δείκτης συμπίεσης, C_c , από 0.050 - 0.287 με αρχικό λόγο κενών 0.560 - 0.976.

Στην Εικόνα 7 δίνονται τα ιστογράμματα συχνότητας των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών της Ενότητας IIIα.

Υποενότητα IIIβ : Τεφρά - καστανότεφρα ιλυώδη αμμοχάλικα και άμμοι

Η υποενότητα αυτή εμφανίζεται στις γεωτρήσεις Γ5 (βάθος 51 - 62 m), Γ7 (45 - 50 m), Γ8 (42 - 59 m), Γ12 (17 - 21 m), Γ14 (12 - 22 m) και Γ15 (24 - 35 m).

Από τα αποτελέσματα των δοκιμών κατάταξης μικρού αριθμού δειγμάτων φαίνεται ότι τα μέλη της υποενότητας αυτή κατατάσσονται σαν ιλυώδεις άμμοι (SM) ή ιλυώδη αμμοχάλικα (GM, GP-GM). Σε ελάχιστες περιπτώσεις ο



Εικόνα 7. Γεωτεχνικά χαρακτηριστικά ενότητας IIIa.

αριθμός κρούσεων N_{SPT} είναι μικρός (π.χ. 10 ή 14) για τις ιλύες, ενώ γενικά τόσο οι άμμοι όσο και τα αμμοχάλικα παρουσιάζουν υψηλές τιμές $N_{SPT} > 50$.

5.1.5. Ενότητα IV : Μαργαϊκό υπόβαθρο (Πλειοπλειστόκαινο).

Το μαργαϊκό υπόβαθρο εντοπίζεται στις γεωτρήσεις Γ3 (βάθος 58 - 332 m), Γ4 (48 - 113), Γ5 (62 - 81), Γ6 (96 - 97), Γ8 (59 - 132), Γ9 (100 - 112), Γ10 (87 - 121), Γ11 (37 - 67), Γ12 (21 - 41), Γ13 (11.5 - 40), Γ14 (70 - 75), Γ16 (49 - 73), Γ20 (36 - 38.5), Γ23 (37 - 42), Γ24 (40 - 50) και Γ25 (14.60 - 53.00).

Με βάση τα αποτελέσματα των κοκκομετρικών αναλύσεων, για τα λεπτομερή υλικά (αμιγείς μαργαϊκοί σχηματισμοί) το ποσοστό της άμμου κυμαίνεται από 0 - 33%, της ιλύος 42 - 78% και της αργίλου 16 - 54%.

Το όριο υδαρότητας κυμαίνεται από 23.3 - 74.7% και ο δείκτης πλαστικότητας από 6.3 - 56%, ενώ μερικές λεπτές ενστρώσεις αμμοιλύων και αμμοχαλικών δεν παρουσιάζουν πλαστικότητα. Γενικά τα μέλη της ενότητας αυτής ταξινομούνται σαν άργιλοι και ιλυώδεις άργιλοι χαμηλής - υψηλής πλαστικότητας (CL, CH, CL-ML).

Οι τιμές N_{SPT} κυμαίνονται από 20 μέχρι και μεγαλύτερες του 50 (άρνηση) και οπωσδήποτε οι μάργες αυτές είναι σφιγρές μέχρι πολύ σκληρές.

Η φυσική υγρασία των δειγμάτων που υποβλήθηκαν σε εργαστηριακές δοκιμές κυμαινόταν από 17.1 - 33.3% και το υγρό φαινόμενο βάρος 1.88 - 2.21 t/m³.

Τέλος, η αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη των μαργών αυτών κυμαίνεται από 53 - 758 kPa (μόνο ένα δείγμα έδειξε αντοχή μεγαλύτερη των 550 kPa). Η πλειονότητα των δειγμάτων έχει αντοχή από 100 - 350 kPa.

Τοπικά, και κυρίως στην ευρύτερη περιοχή εκβολής του Διακονιάρη, (Γ16, Γ8) παρατηρούνται στους ανώτερους ορίζοντες του μαργαϊκού υποβάθρου ενστρώσεις και φακοί αδρομερών υλικών χερσαίας προέλευσης (πυκνά αμμοχάλικα πάχους μέχρι και 15 περίπου μέτρων) λόγω έντονης αλλαγής των συνθηκών ιζηματογένεσης.

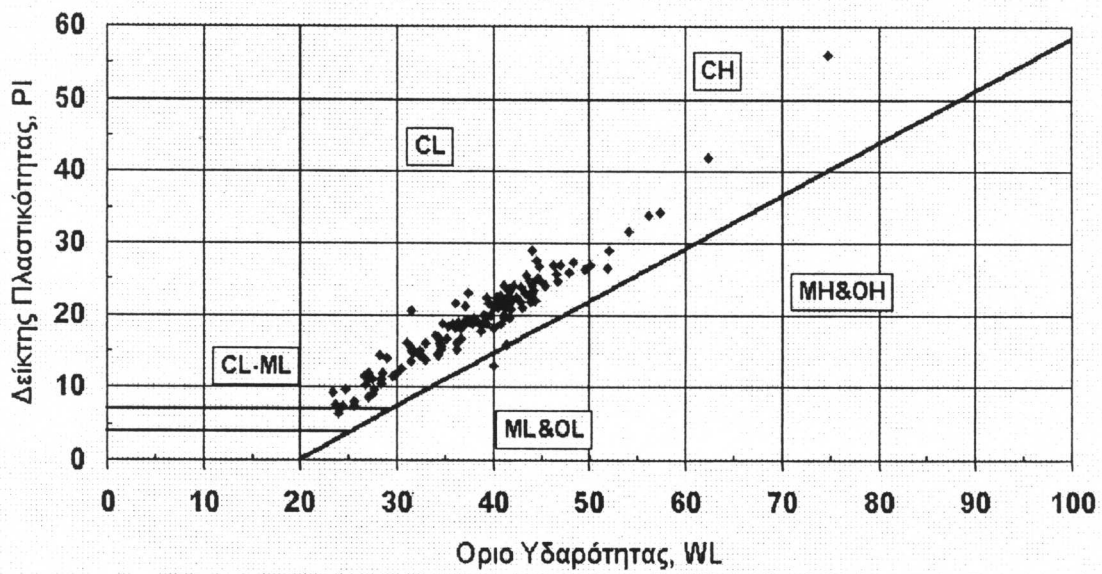
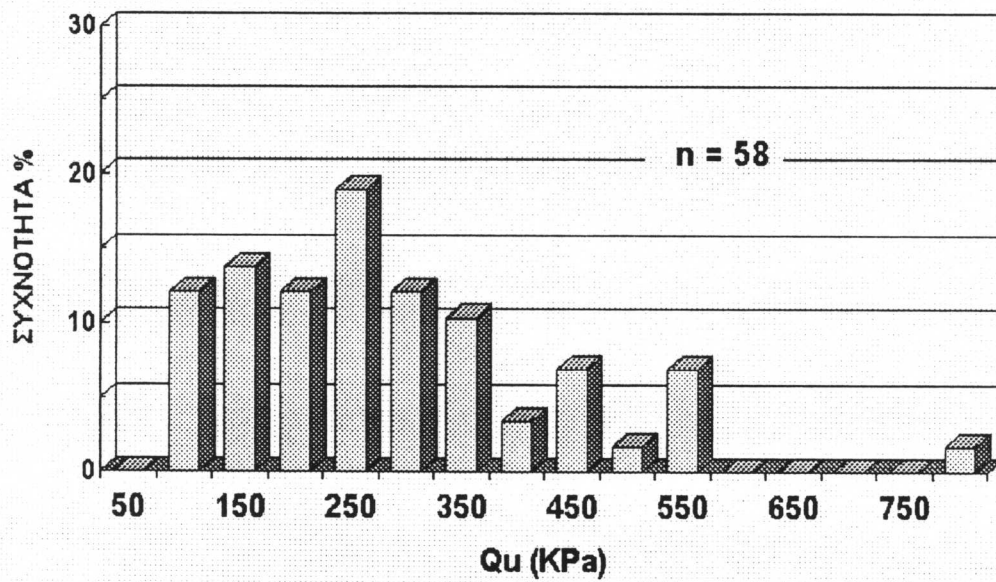
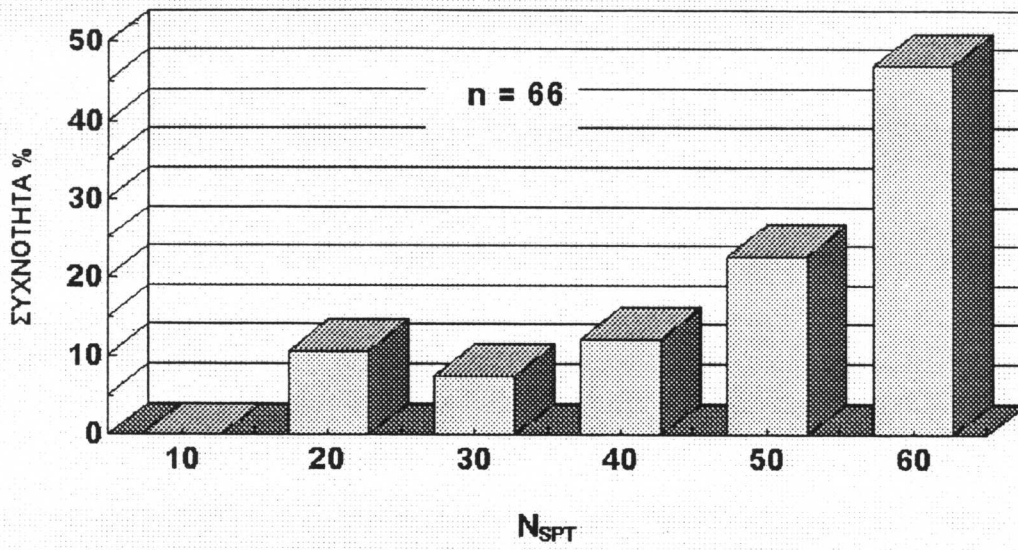
Στην Εικόνα 8 δίνονται γραφικά τα αποτελέσματα απλής στατιστικής επεξεργασίας των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών της Ενότητας IV.

5.2. Κατανομή ταχυτήτων διάδοσης διατμητικών κυμάτων στο έδαφος

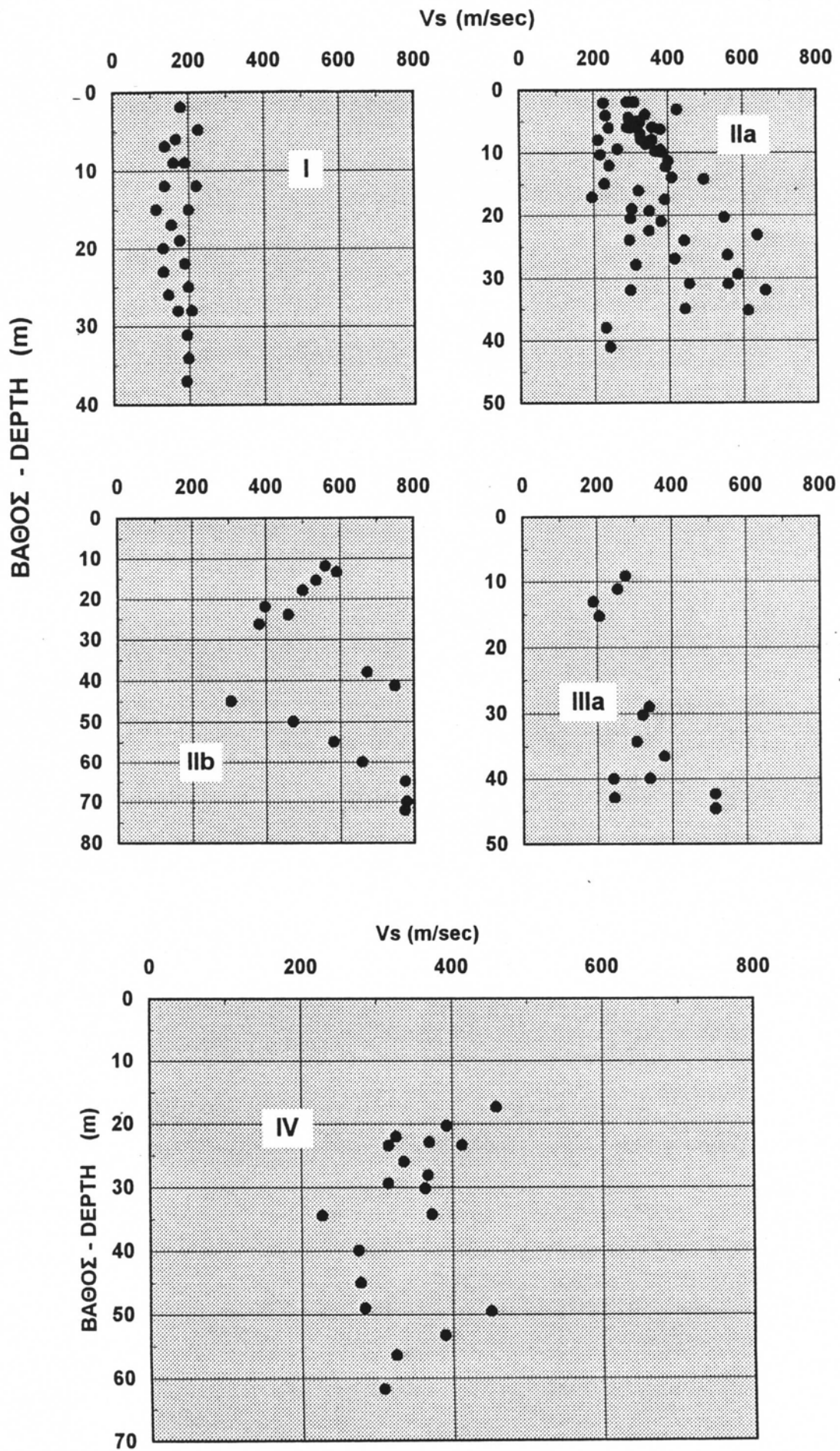
Μία βασική παράμετρος στην ανάλυση της σεισμικής απόκρισης του εδάφους είναι η ταχύτητα διάδοσης διατμητικών κυμάτων μέσα στο έδαφος (V_s) που μετριέται κατά την εκτέλεση δοκιμών Cross - Hole. Μία πρώτη επεξεργασία και ταξινόμηση των αποτελεσμάτων των παραπάνω δοκιμών σχετικά με το εύρος τους και την κατανομή τους με το βάθος ξεχωριστά για κάθε γεωτεχνική ενότητα φαίνεται στην Εικόνα 9.

ΕΝΟΤΗΤΑ I : Οι τιμές του V_s κυμαίνονται από 120 - 230 m/sec χωρίς να παρατηρείται κάποια σαφής αύξησή τους με το βάθος.

ΕΝΟΤΗΤΑ II : *Υποενότητα IIα :* Οι τιμές του V_s κυμαίνονται από 200 - 650 m/sec με ένα ποσοστό 75% περίπου των τιμών μεταξύ 200



Εικόνα 8. Γεωτεχνικά χαρακτηριστικά ενότητας IV.



Εικόνα 9 . Κατανομή Vs με το βάθος για κάθε γεωτεχνική ενότητα.

και 400 m/sec. Γενικά όμως παρατηρείται μια εμφανής αύξηση των τιμών με το βάθος.

Υποενότητα IIβ : Οι τιμές κυμαίνονται από 300 - 700 m/sec με το 70 % περίπου από αυτές μεγαλύτερες των 500 m/sec. Παρατηρείται κάποια γενική προοδευτική αύξηση των τιμών με το βάθος. Στη νότια περιοχή του Διακονιάρη όπου η ενότητα αυτή παρουσιάζει σημαντικό πάχος παρατηρούνται τιμές V_s συστηματικά μεγαλύτερες των 700 m/sec τιμή που συνήθως ορίζει το σεισμικό βραχώδες υπόβαθρο μιας θέσης σε αναλυτικούς υπολογισμούς της σεισμικής απόκρισης του εδάφους.

ΕΝΟΤΗΤΑ III : Για την υποενότητα IIIα οι τιμές του V_s κυμαίνονται από 200 - 520 m/sec.

ΕΝΟΤΗΤΑ IV : Οι τιμές του V_s κυμαίνονται από 220 - 460 m/sec και παρουσιάζουν έντονη διασπορά χωρίς κάποια εμφανή προοδευτική αύξηση με το βάθος. Σε καμμία περίπτωση η ενότητα αυτή δεν αποτελεί "σεισμικό υπόβαθρο" για τα βάθη τουλάχιστον που διερευνήθηκε.

5.3. Σύνταξη Γεωτεχνικών Χαρτών

Με βάση το είδος των εδαφικών σχηματισμών που διατρήθηκαν και το διαχωρισμό τους σε γεωτεχνικές ενότητες καθώς επίσης και από την αξιολόγηση των στοιχείων παλαιότερων γεωτρήσεων και την επιτόπου γεωλογική αναγνώριση, συντάχθηκαν οι παρακάτω γεωτεχνικοί χάρτες και γεωτεχνικές τομές.

5.3.1. Χάρτης ισοπαχών "μαλακών αποθέσεων", κλίμακας 1 : 5.000

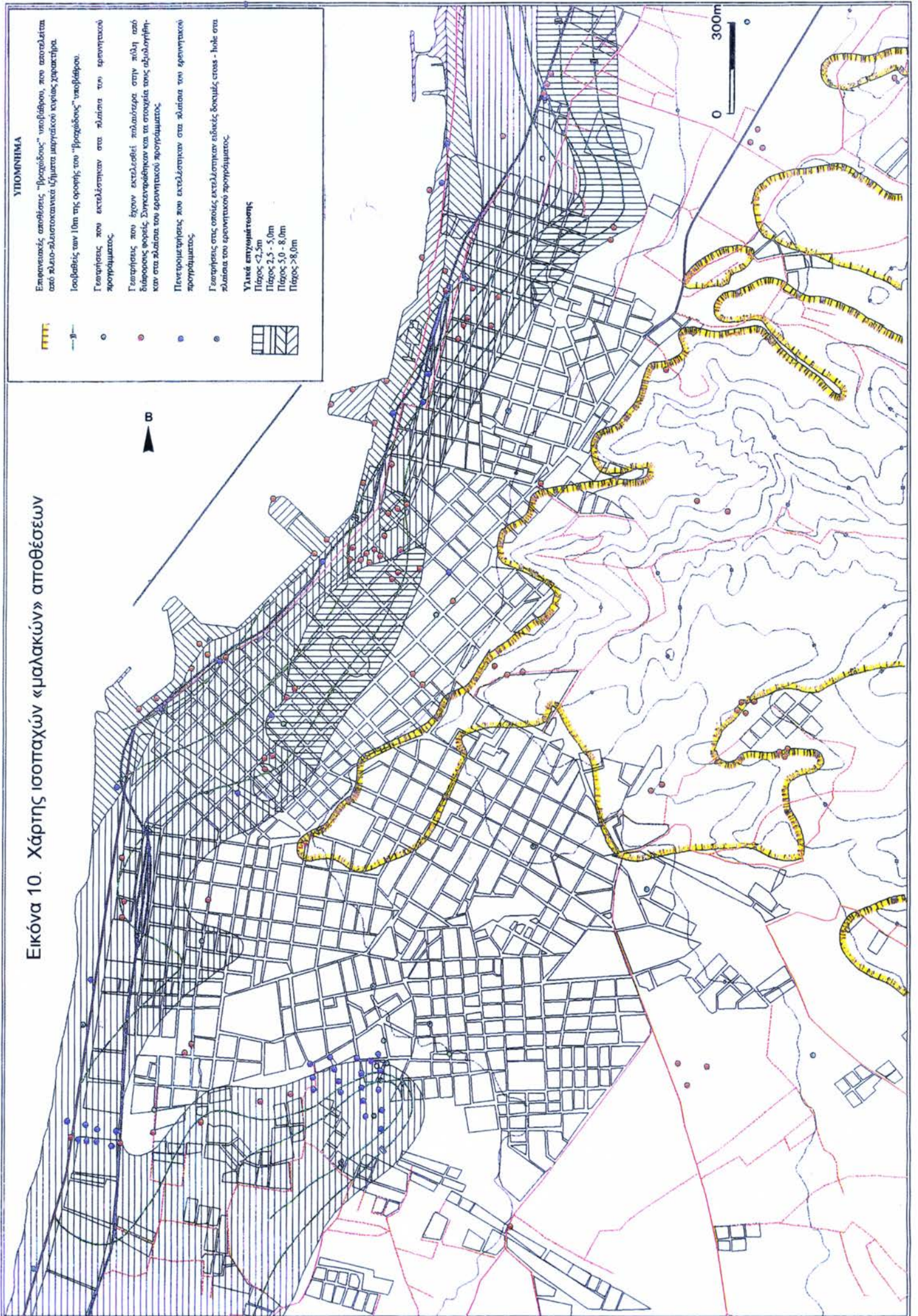
Σ' αυτό το γεωτεχνικό χάρτη (Εικόνα 10) φαίνονται οι ισοπαχείς καμπύλες, ανά δέκα μέτρα πάχους, των «μαλακών» αποθέσεων που καλύπτουν την πόλη.

Με τον όρο «μαλακές» αποθέσεις εννοούνται αυτές που παρουσιάζουν N_{SPPT} μικρότερο των 15 κρούσεων για 30 cm διείσδυση του πρότυπου δειγματολήπτη Terzaghi και εντάσσονται αδιαίρετα στις γεωτεχνικές ενότητες I, IIα, IIγ, IIIα και πρόκειται κυρίως για λεπτομερείς αργιλώδεις ή ιλυώδεις αποθέσεις.

Οι αποθέσεις αυτές καλύπτονται επιφανειακά από πρόσφατες επιχωματώσεις (μπάζα) πάχους από 0 - 12 m περίπου, όπως φαίνεται και στον γεωτεχνικό χάρτη.

Διαπιστώνεται μια αύξηση του πάχους των "μαλακών" αποθέσεων προς την παραλιακή ζώνη με μέγιστη τιμή που υπερβαίνει τα 40 μέτρα στην περιοχή Σταδίου Παναχαϊκής, Εργοστασίου ΜΙΣΚΟ - παραλίας, όπου και παρουσιάζεται το μεγαλύτερο πάχος των πρόσφατων επιχωματώσεων (στην παραλιακή ζώνη υπερβαίνει τα 8 m).

Εικόνα 10. Χάρτης ισοπαχών «μαλακών» αποθέσεων



5.3.2. Χάρτης ισοβαθών μαργαϊκού υποβάθρου.

Ο γεωτεχνικός αυτός χάρτης (Εικόνα 11) απεικονίζει τις ισοβαθείς καμπύλες των μαργαϊκών σχηματισμών (γεωτεχνική ενότητα IV) στην πόλη των Πατρών, ανά δέκα μέτρα βάθος εμφάνισης.

Το υπόβαθρο εμφανίζεται επιφανειακά στο ανατολικό τμήμα της πόλης, στις λοφώδεις περιοχές. Το όριο εμφάνισής του έχει διεύθυνση ΒΑ - ΝΔ μέχρι την περιοχή των Υψηλών Αλωνιών, και μετά μέση διεύθυνση ΒΑ.

Το μεγαλύτερο βάθος όπου εντοπίζεται το μαργαϊκό υπόβαθρο παρατηρείται προς την πλευρά της παραλιακής ζώνης, όπου το βάθος υπερβαίνει τα 50 μέτρα (Στάδιο Παναχαϊκής 70 μέτρα, Τελωνείο 87 μέτρα, Άγιοι Απόστολοι > 90 μέτρων).

Στην ευρύτερη περιοχή των εκβολών του Διακονιάρη το αμιγές μαργαϊκό υπόβαθρο εμφανίζεται σε βάθη της τάξεως των 100 m περίπου και περισσότερο.

Κύριο χαρακτηριστικό του γεωτεχνικού αυτού χάρτη είναι η ασυνέχεια που εμφανίζουν οι ισοβαθείς καμπύλες κατά μήκος του διαπιστωμένου ενεργού ρήγματος της Αγίας Τριάδας διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ.

Εκατέρωθεν του ρήγματος αυτού παρατηρείται μία σχετική κατακόρυφη μετακίνηση του μαργαϊκού υποβάθρου που φθάνει τα 40 μέτρα περίπου στο Βόρειο τμήμα και τα 15 - 20 μέτρα στην παραλιακή ζώνη. Η μεγαλύτερη βύθιση του μαργαϊκού υποβάθρου στο Βόρειο τμήμα μπορεί να οφείλεται όχι μόνο στη μετακίνηση του ρήγματος αλλά και στο παλαιό ανάγλυφο.

5.4. Γεωτεχνικές Τομές

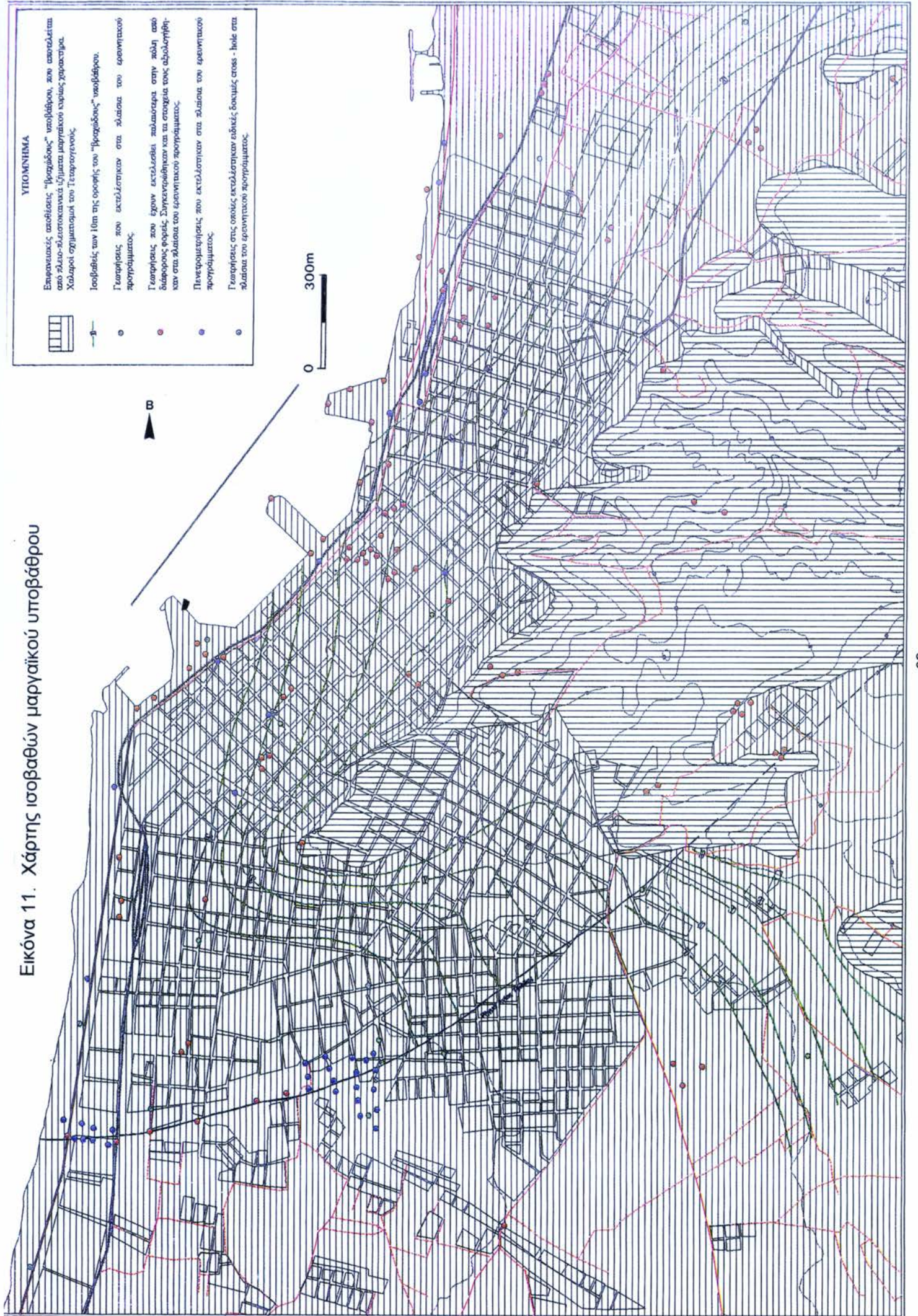
Από τη σχεδίαση πλήθους γεωτεχνικών τομών στην πόλη των Πατρών συμπεραίνονται τα παρακάτω σχετικά με την κατανομή και το πάχος των γεωτεχνικών ενότητων :

Ενότητα I : Εμφανίζεται στη παράκτια ζώνη της πόλης κάτω από πρόσφατες επιχωματώσεις πάχους μέχρι 8 m και μεγαλύτερο στις παράκτιες περιοχές όπου έχει γίνει πρόσφατη τεχνική επέκταση της ξηράς. Επεκτείνεται προς το μέρος της ξηράς (Ανικά) σε ζώνη που συνήθως δεν ξεπερνά τα 250 m από την ακτή (αποσφηνώνεται γρήγορα), εκτός της περιοχής μώλου Γούναρη - Τριών Ναυάρχων - Αγίου Ανδρέου που φαίνεται να επεκτείνεται σε ζώνη της τάξεως των 400 m.

Κατά μήκος της παραλιακής ζώνης παρουσιάζει μέγιστο πάχος της τάξεως των 35 m στην περιοχή μώλου Γούναρη, μειώνεται στη περιοχή Σ.Σ.- Αγίου Ανδρέα στα 7 - 10 m και στη συνέχεια αυξάνεται πάντα προσδευτικά μέχρι τα 30 m στη περιοχή Αγίων Αποστόλων. Αύξηση του πάχους παρατηρείται επίσης προς την πλευρά της θάλασσας, όπου σε απόσταση της τάξεως των 150 περίπου m από την ακτή φαίνεται ότι το πάχος της ενότητας I κατά θέσεις υπερβαίνει τα 50 m.

Ενότητα II : Εμφανίζεται σε όλες σχεδόν τις περιοχές της πόλης επιφανειακά ή κάτω από πρόσφατες επιχωματώσεις περιορισμένου πάχους

Εικόνα 11. Χάρτης ισοβαθών μαργαϊκού υποβάθρου



μέχρι 5 m) ή στην παράκτια ζώνη σε βάθος μέχρι 35 m κάτω από την ενότητα I.

Κατά μήκος μιας διατομής με μέση διεύθυνση Β-Ν σε απόσταση 300 - 400 m από την παραλία και παράλληλα αυτής (Εικόνα 10), φαίνεται ότι στη περιοχή των δικαστηρίων (Γ11) παρουσιάζει ελάχιστο πάχος (πρακτικά ελλείπει) και στη συνέχεια : α) προς Νότο το πάχος της αυξάνεται σε 30 m (ανατολική περιοχή Σ.Σ.-Αγίου Ανδρέου, Γ7) 40 m (περιοχή Διακονιάρη) και μεγαλύτερο των 50 m Νότια του Διακονιάρη, με επικρατούσα φάση την αδρομερή IIβ ενώ η IIα εμφανίζεται ελάχιστα. β) προς Βορρά παρουσιάζει σχεδόν σταθερό πάχος μέχρι την περιοχή του Σταδίου Παναχαϊκής, (8 - 12 m) και στη συνέχεια αυξάνει στα 20 περίπου m στη Γ15, με επικρατούσα τη λεπτομερή φάση IIα. Το μέγιστο πάχος της ενότητας II εμφανίζεται στη περιοχή της Αγίας Τριάδας και συγκεκριμένα στο Νότιο μέρος της εδαφικής διάρρηξης (Γ9), περίπου 65 m και στη συνέχεια μειώνεται ανατολικά στα 20 m (περιοχή Νοσοκομείου) και επίσης Δυτικά στα 30 m στη περιοχή Σ.Σ. Αγίου Ανδρέου (Γ7). Και οι δύο φάσεις (α και β) είναι γενικά όμοια κατανομημένες με μία σχετική επικράτηση της α στην Αν/ική περιοχή της Αγ. Τριάδας και μια αισθητή επικράτηση της β, Δ/ικά προς τη θάλασσα.

Στην περιοχή της πόλης που περικλείεται γενικά από Τριών Ναυάρχων και Νότια σε ζώνη 700 - 1000 m από την παραλία, αμέσως μετά τη ζώνη εμφάνισης της ενότητας I (δηλαδή 250 - 400 m) Αν/ικά της ακτής εμφανίζεται η ενότητα IIγ που είναι ελώδους - τεναγώδους φάσεως με μέγιστο πάχος της τάξεως των 20 m στη περιοχή της Γ21, Νότια του Διακονιάρη.

Ενότητα III : Εμφανίζεται σε βάθος στην πόλη και συγκεκριμένα στη περιοχή που περικλείεται από τη Ε.Ο. Αθηνών - Πατρών, Κορίνθου, Υψηλών Αλωνιών, Αγίας Τριάδος, Χειμάρρου Διακονιάρη και επεκτείνεται προς την πλευρά της θάλασσας. Στη Νότια περιοχή του Διακονιάρη φαίνεται ότι η ενότητα αυτή αποσφηνώνεται γρήγορα ή βυθίζεται σε βάθος μεγαλύτερο των 100 m από την επιφάνεια του εδάφους.

Κατά μήκος μιας διατομής με μέση διεύθυνση Β-Ν σε απόσταση 300 - 400 m από την παραλία και παράλληλα αυτής (Εικόνα 10), παρατηρείται ότι στην περιοχή μεταξύ πλατείας Νόρμαν και Βασιλίσσης Όλγας (Γ12-Γ13) η ενότητα III συναντάται σε βάθος 10 περίπου m και στη συνέχεια : α) προς Νότο έχουμε μία προοδευτική αύξηση του βάθους εμφάνισης μέχρι το Διακονιάρη (από 10 - 40 m) και μετά (Νότια) τον Διακονιάρη το βάθος εμφάνισης φαίνεται ότι υπερβαίνει τα 100 m. Το πάχος της επίσης αυξάνει από 3 m (περιοχή πλατείας Βασιλίσσης Όλγας - Γ13) σε > 20 m μέχρι το Διακονιάρη. β) προς Βορρά παρουσιάζει επίσης μία προοδευτική αύξηση του βάθους εμφάνισής της από 10 m στην περιοχή πλατείας Νόρμαν - Βασιλίσσης Όλγας σε 25 m στη περιοχή Μειλίχου και σιδηροδρομικών γραμμών (Γ15). Μεγαλύτερη αύξηση

- παρουσιάζει το πάχος της ενότητας III προς Βορρά από 3 περίπου m στη Βασιλίσσης Όλγας, σε 12 m στη Νόρμαν, σε 58 m στη περιοχή του Σταδίου της Παναχαϊκής (Γ14) και σε > των 90 m στη Μειλίχου (Γ15). Επικρατεί κυρίως η λεπτομερής φάση IIα ενώ η αδρομερής IIIβ εμφανίζεται μεταξύ Σταδίου Παναχαϊκής - Μειλίχου σε πάχος 10 περίπου m σαν πάνω ορίζοντας της ενότητας.

Στην Εικόνα 12 δίνεται γεωτεχνική τομή κατά μήκος της πόλης και παράλληλα στην παραλιακή ζώνη (κατά μήκος των γεωτρήσεων Γ15 - Γ14 - Γ12 - Γ13 - Γ11 - Γ7 - Γ8 - Γ18), στην Εικόνα 13 κατά μήκος των Γ19 - Γ17 - Γ21 - Γ18, στην Εικόνα 14, κατά μήκος των Γ22 - Γ25 - Γ11 - Γ10 και στην Εικόνα 15 κατά μήκος των Γ10 - Γ16 - Γ18.

5.5. Συσχετισμοί μηχανικών χαρακτηριστικών εδαφικών σχηματισμών

5.5.1. Γενικά

Αποτέλεσμα της αξιολόγησης των γεωτεχνικών ερευνών ήταν η διατύπωση εμπειρικών σχέσεων μεταξύ των αποτελεσμάτων των διαφόρων επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών.

Η διατύπωση τέτοιων σχέσεων λόγω του σημαντικού αριθμού των μετρήσεων πιστεύεται ότι περιέχει ένα αρκετά σημαντικό βαθμό αξιοπιστίας σε σχέση με ανάλογες που έχουν κατά καιρούς δημοσιευθεί διεθνώς, καθόσο είναι αποτέλεσμα εντόπιας εμπειρίας και αξιολόγησης για τη συγκεκριμένη περιοχή της πόλης των Πατρών.

5.5.2. Αστράγγιστη διατμητική αντοχή αργιλικών εδαφών

5.5.2.1. Από δοκιμές πενετρομέτρησης (CPT)

Η εκτίμηση της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής των αργιλικών εδαφών από αποτελέσματα στατικών πενετρομετρήσεων (CPT) βασίζεται στη γνωστή σχέση που είναι αποδεκτή από πολλούς ερευνητές και έχει τη μορφή :

$$q_c = N_k \cdot c_u + p \quad (1)$$

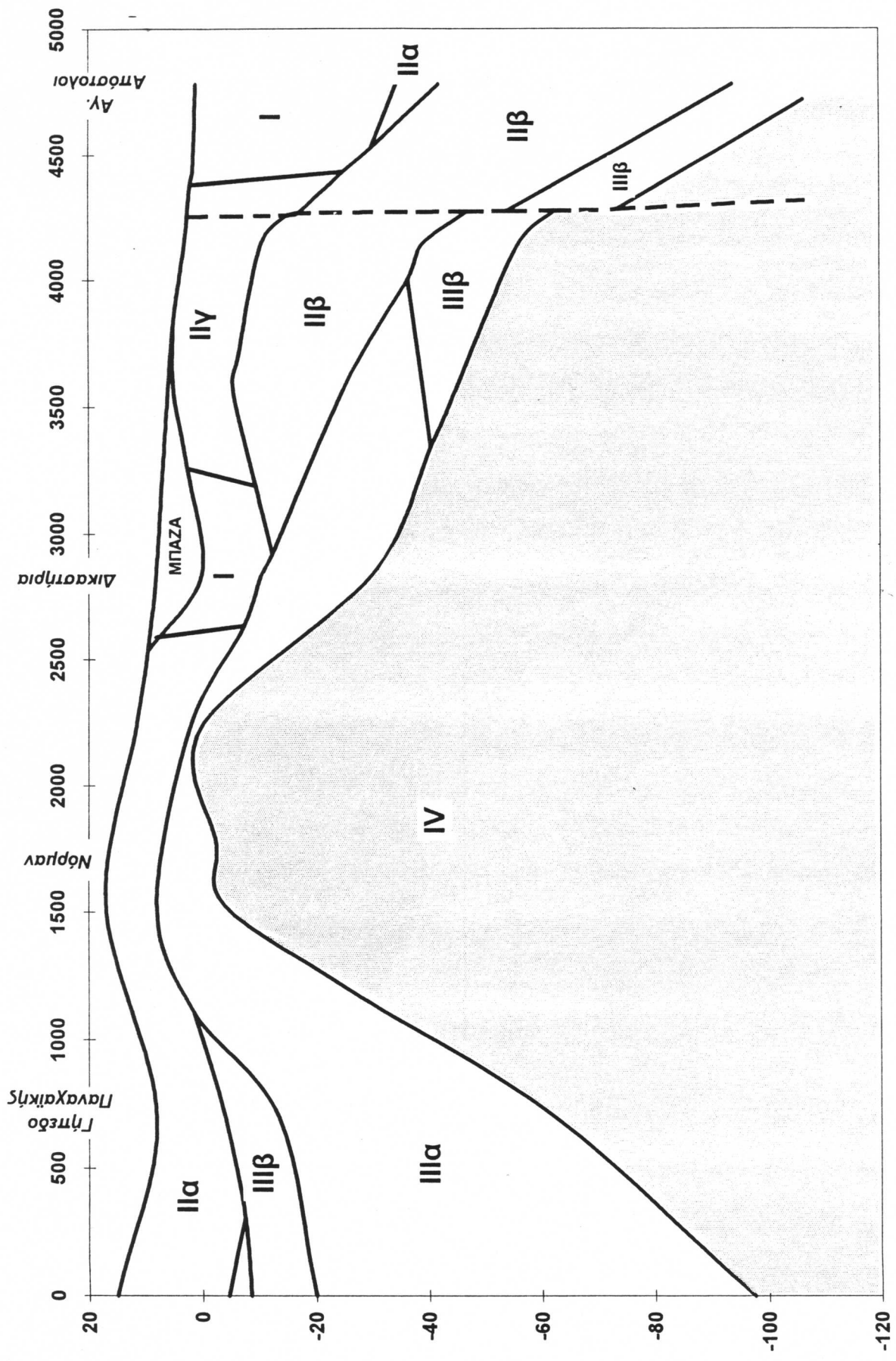
όπου : N_k αδιάστατος "συντελεστής κώνου" που επηρεάζεται από το είδος των αργιλικών αποθέσεων, τον τύπο του πενετρομέτρου και τις συνθήκες εκτέλεσης των δοκιμών.

c_u η αστράγγιστη διατμητική αντοχή.

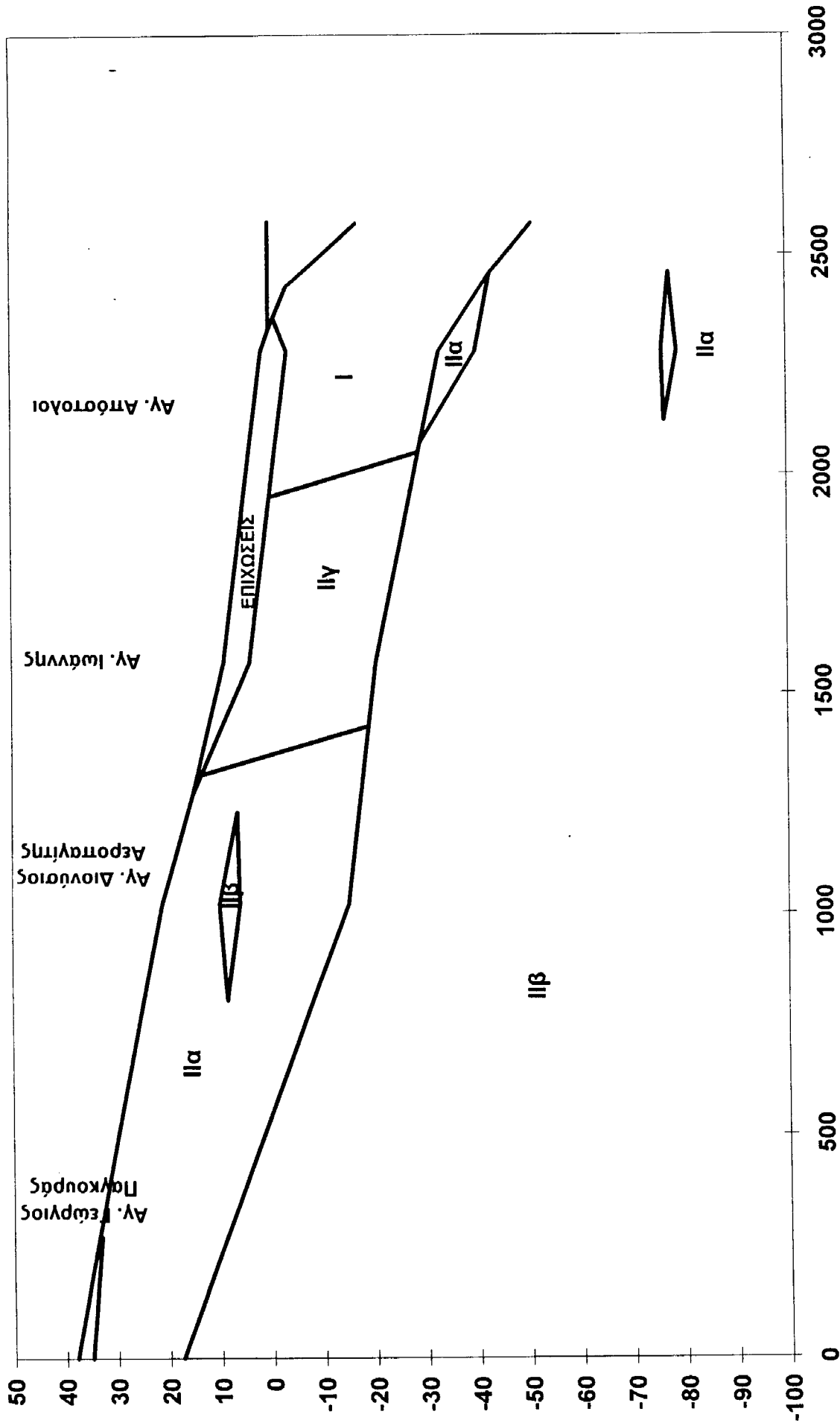
p η έκφραση της ολικής υπερκείμενης κατακόρυφης τάσης = p_o .

Στην Εικόνα 16 φαίνονται τα αποτελέσματα των δοκιμών CPT με τη μορφή $q_c - p_o$ σε συνάρτηση με την αστράγγιστη διατμητική αντοχή c_u όπως αυτή προσδιορίστηκε από τριαξονικές εργαστηριακές δοκιμές UU. Διαπιστώνεται ότι υπάρχει μια πολύ καλή γραμμική σχέση που συνδέει τα δύο αυτά μεγέθη με συντελεστή συσχέτισης $r = 0.89$ για την τιμή $N_k = 19$.

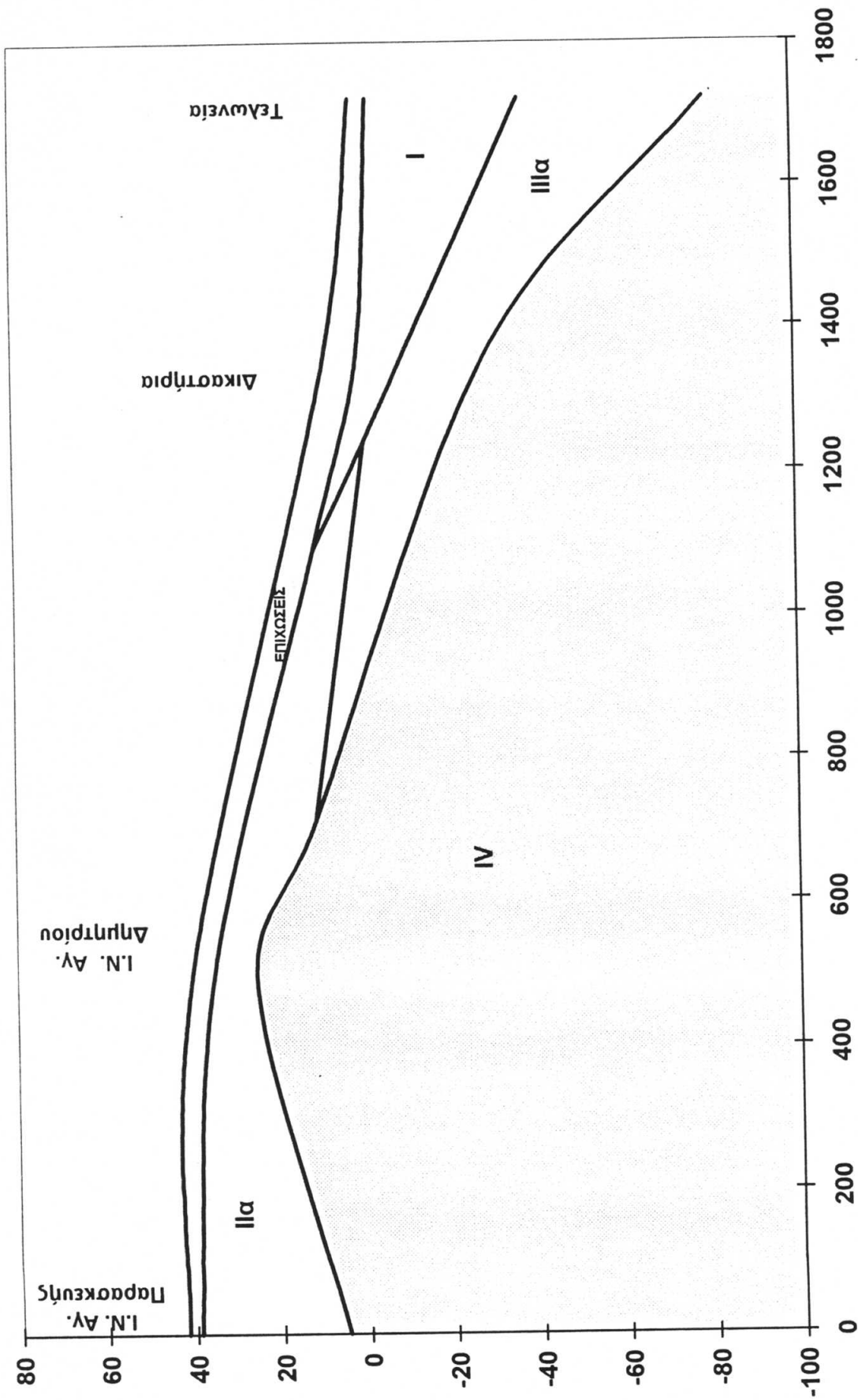
Η τιμή του N_k είναι μέσα στα πλαίσια τιμών που προτείνονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Είναι επίσης ανάλογη με αντίστοιχα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν από τον Anagnostopoulos (1974) για τις αλλουβιακές αποθέσεις των Πατρών ($N_k = 17$) και τον Ζερβογιάννη κ.ά. (1987) για



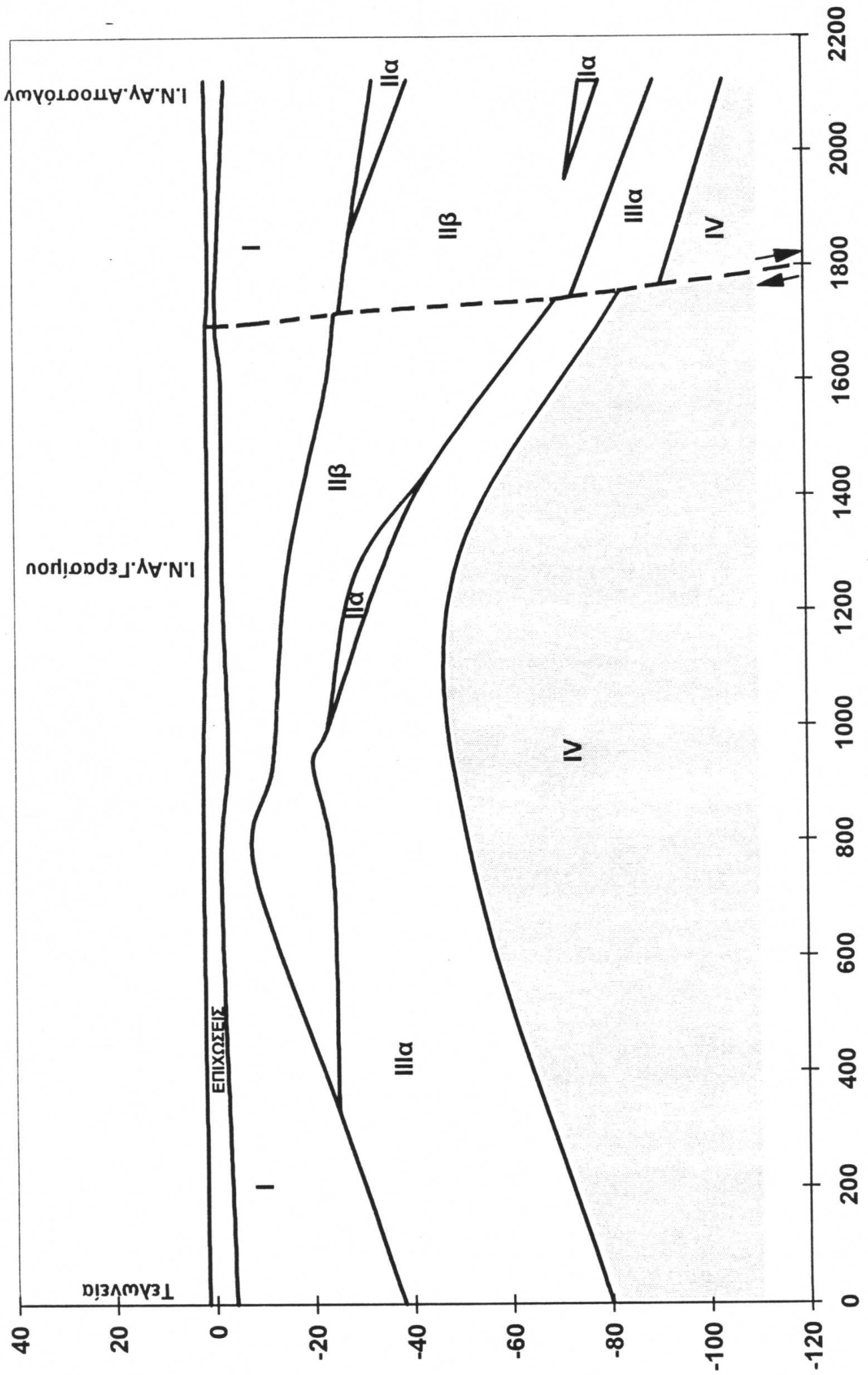
Εικόνα 12. Γεωτεχνική τομή κατά μήκος της παραλιακής ζώνης της πόλης των Πατρών (Γ15-Γ14-Γ12-Γ13-Γ11-Γ7-Γ8-Γ18)



Εικόνα 13. Γεωτεχνική τομή κατά μήκος των γεωτρήσεων Γ19-Γ17-Γ21-Γ18



Εικόνα 14. Γεωτεχνική τομή κατά μήκος των γεωτρήσεων Γ22 - Γ25 - Γ11 - Γ10.



Εικόνα 15. Γεωτεχνική τομή κατά μήκος των γεωτρήσεων Γ10 - Γ16 - Γ18.

τις αλλουβιακές αποθέσεις της Καλαμάτας ($N_k = 18$) με χρησιμοποίηση του ίδιου τύπου Ολλανδικού κώνου.

5.5.2.2. Από δοκιμές Cross-Hole (CH)

Συσχέτιση της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής των αργιλικών εδαφών όπως αυτή προσδιορίστηκε από εργαστηριακές τριαξονικές δοκιμές UU με το μέτρο διάτμησης G_o όπως προσδιορίζεται από επιτόπου δοκιμές Cross-Hole (CH) φαίνεται στην Εικόνα 17.

Με βάση την παραδοχή ότι υπάρχει μια γραμμική συσχέτιση μεταξύ των c_u και G_o εκτιμήθηκε η σχέση :

$$G_o \text{ (MPa)} = 1550 c_u \text{ (MPa)} \quad (2)$$

με συντελεστή συσχέτισης $r \approx 0.94$

Η σχέση (2) βρίσκεται μέσα στα όρια διακύμανσης ανάλογων σχέσεων που έχουν δημοσιευθεί στον Ελληνικό χώρο (Bouckovalas et al, 1989, Καλτεζιώτης κ.ά., 1992).

Η διασπορά των σημείων που παρατηρείται στις Εικόνες 16 και 17 οφείλεται κυρίως στον τρόπο δειγματοληψίας των αργιλικών εδαφών, που είχε σαν αποτέλεσμα το διαφορετικό βαθμό διατάραξης των δειγμάτων.

5.5.3. Μέτρο διάτμησης ή ταχύτητα διάδοσης διατμητικών κυμάτων

5.5.3.1. Από δοκιμές Πρότυπης Διείσδυσης (SPT)

Στις Εικόνες 18 και 19 παρουσιάζονται συσχετίσεις της ταχύτητας διατμητικών κυμάτων V_s και του μέτρου διάτμησης G_o , όπως υπολογίστηκαν από δοκιμές Cross-Hole, με τον αριθμό των κρούσεων N_{SPT} αντίστοιχα και αφορούν δοκιμές που έγιναν σε όλα τα εδαφικά υλικά της πόλης των Πατρών (συνεκτικά και μη συνεκτικά). Οι καλύτερες δυνατές συσχετίσεις $V_s - N_{SPT}$ και $G_o - N_{SPT}$ περιγράφονται από τις εξισώσεις (3) και (4).

$$V_s = 115 N_{SPT}^{0.29} \quad (r = 0.80 \text{ και } n = 134) \quad (3)$$

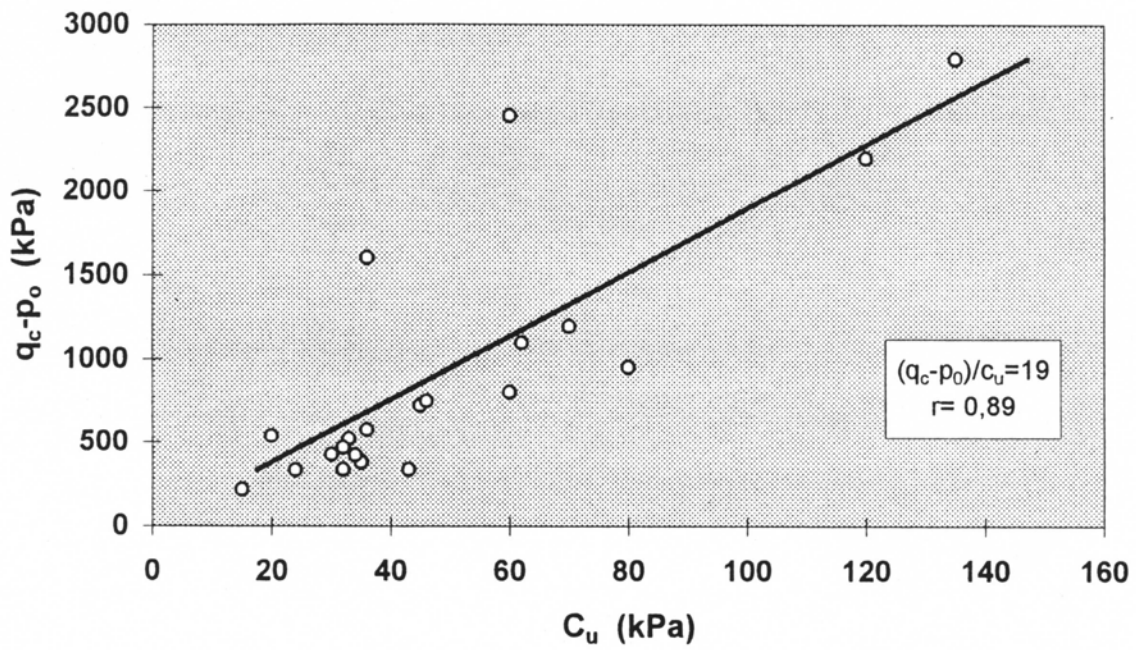
$$G_o = 25 N_{SPT}^{0.60} \quad (r = 0.80 \text{ και } n = 134) \quad (4)$$

όπου n είναι ο αριθμός των μετρήσεων.

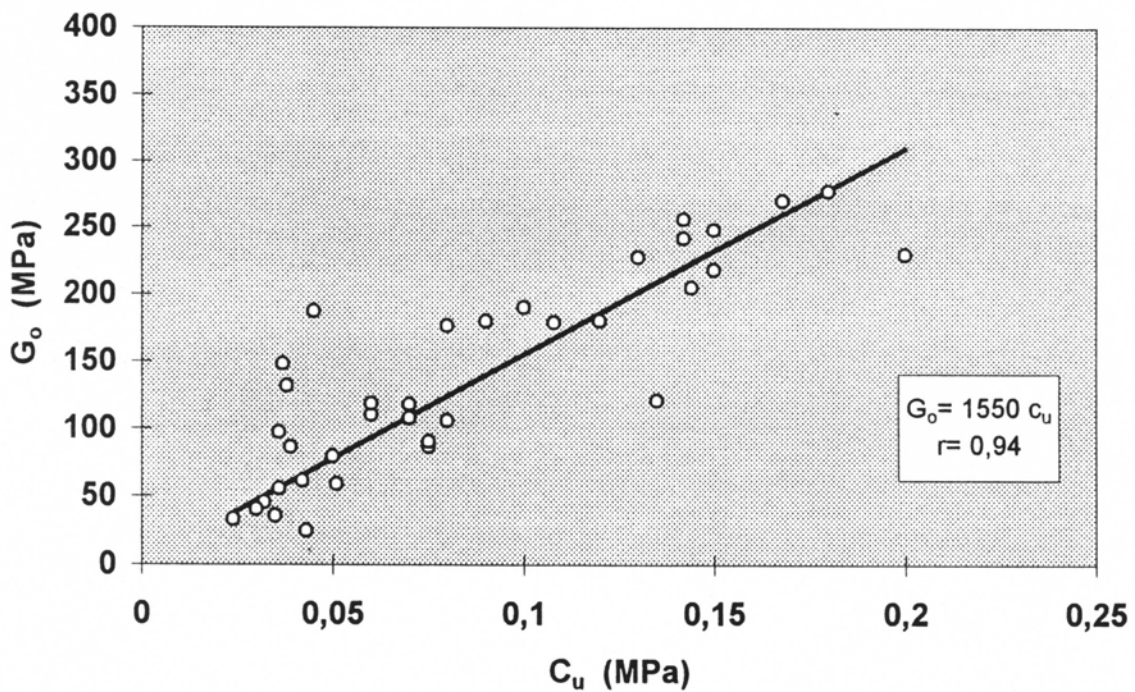
Η αρκετά σημαντική διαφορά που παρατηρείται μεταξύ των σχέσεων (3), (4) και αυτών που έχουν κατά καιρούς προταθεί (Ζερβογιάννης κ.ά. 1987, Καλτεζιώτης κ.ά. 1992) οφείλεται κατά κύριο λόγο στη φύση των αντίστοιχων υλικών που διερευνήθηκαν καθώς βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές και ειδικότερα στην αλλοίωση των αποτελεσμάτων της δοκιμής SPT λόγω της παρουσίας χονδρόκοκκων υλικών στο έδαφος (χαλικιών, κροκαλών κ.λ.π.). Ανάλογη σχέση που έχει προταθεί από τον Αθανασόπουλο (1993) για την πόλη των Πατρών βρίσκεται μέσα στα όρια διακύμανσης της (3).

5.5.3.2. Από δοκιμές (CPT).

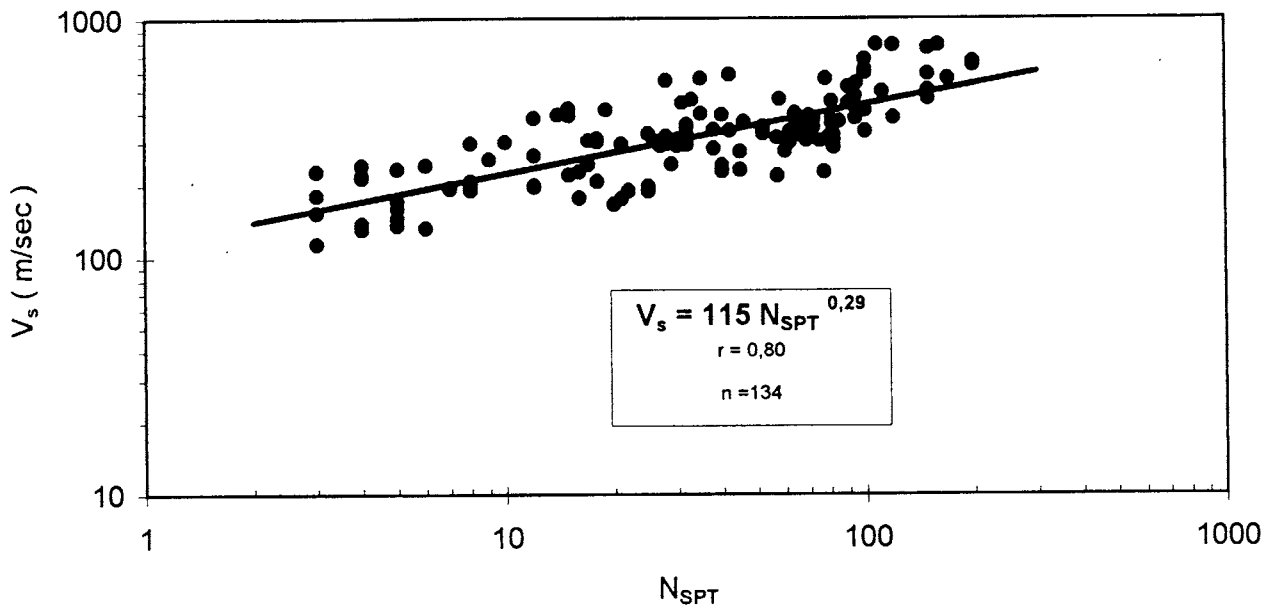
Η συσχέτιση του q_c από δοκιμές CPT με το G_o από δοκιμές CH. φαίνεται, μετά από επεξεργασία των στοιχείων, ότι είναι γραμμική της μορφής :



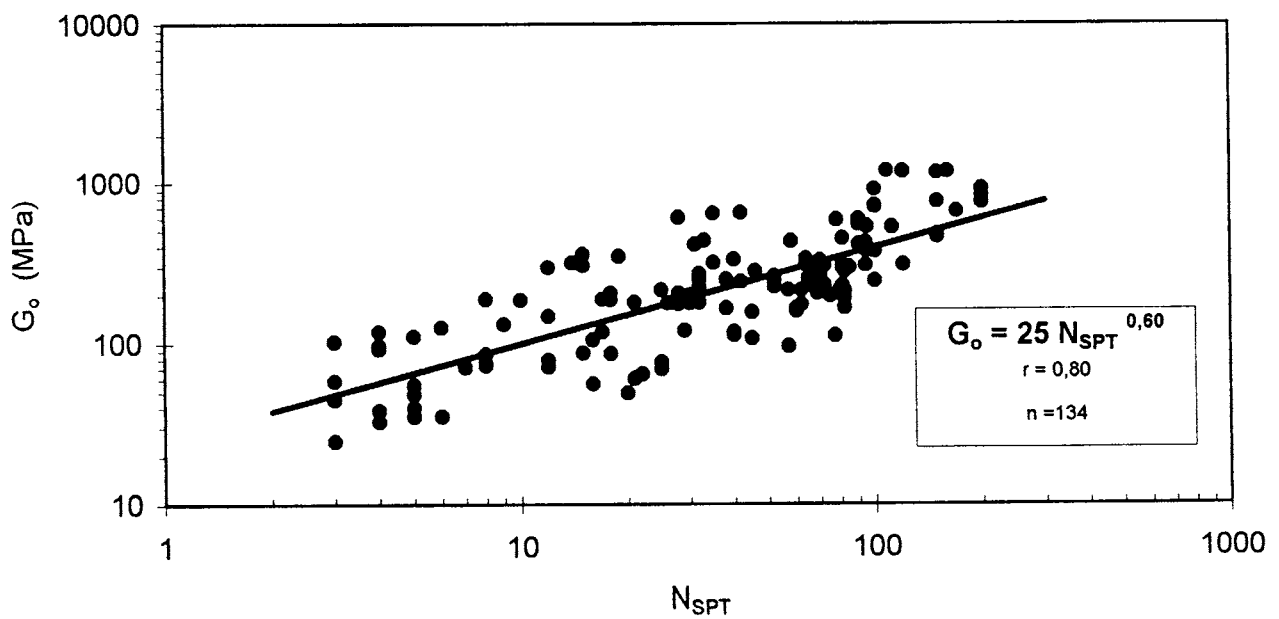
Εικόνα 16. Αστράγγιστη διατμητική αντοχή c_u (από δοκιμές UU) σε σχέση με την τιμή $q_c - p_0$



Εικόνα 17. Σχέση $G_0 - c_u$ για συνεκτικά εδάφη



Εικόνα 18. Σχέση $V_s - N_{SPT}$ για όλα τα εδάφη



Εικόνα 19. Σχέση $G_o - N_{SPT}$ για όλα τα εδάφη

$$G_0 = 40 q_c \quad (\text{MPa}) \quad (5)$$

με συντελεστή συσχέτισης $r \approx 0,90$.

Σύγκριση των αποτελεσμάτων με αντίστοιχη σχέση για σπιφρά και μέσης αντοχής αργιλικά Ελληνικά εδάφη (Bouckovalas et al. 1989, Καλτεζιώτης κ.ά. 1992). δείχνει μια υπερεκτίμηση του G_0 μέχρι και 50% με χρήση της σχέσης (5) και για μικρές τιμές του G_0 .

Η σχέση (5) λόγω του μικρού αριθμού των μετρήσεων και του σχετικά μικρού εύρους διακύμανσης των τιμών G_0 και q_c δεν κρίνεται ιδιαίτερα αντιπροσωπευτική.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αθανασόπουλος, Γ. (1993) "Η επίδραση των εδαφικών συνθηκών στη σεισμική απόκριση ορισμένων περιοχών της Πάτρας". Ενημερωτικό Δελτίο Τ.Ε.Ε., Τεύχος 1776. σ. 106 - 109.

Anagnostopoulos, A. (1974). "Evaluation of the undrained shear strength from static cone penetration test in a soft silty clay in Patras, Greece". Proc. European Symposium on Penetration Testing, Stockholm, Vol. 2.2., pp. 13 - 14.

Bouckovalas, G., Kalteziotis, N., Sabatakakis, N. and Zervogiannis, H. (1989). "Shear wave velocity in a very soft clay - Measurements and correlations". Proceed. of the Twelfth Intern. Confer. on Soil Mechan. and Found. Engin., Rio de Janeiro, 13 - 18 August, p. 191 - 194.

Deperet, Ch. (1913). "Observations sur l'histoire geologique pliocene et quaternaire du golfe et de l'isthme de Corinth". C.R. Acad. Sc 156, pp 427 - 431, 659 - 663, 1048 - 1052, Paris.

Dercourt, J. (1964). "Contibution a l'etude geologique d'un secteur du Peloponnese septentrional". Ann. Geol. d. Pays Hell. Vol. XV, pp 418, Athens.

Doutsos, T., Kontopoulos, N., Frydas, D. (1987). "Neotectonic evolution of northwestern - continental Greece". Geologische Rundschau 76/2, pp 433-450, Stuttgart.

Doutsos, T., Kontopoulos, N., Poulimenos, E. (1988). "The Corinth-Patras rift as the initial stage of continental fragmentation behind an active island arc (Greece)". Basin Research 1, 177-190.

Δρακόπουλος, Ι., Μακρόπουλος, Κ., Λατουσάκης, Ι., Τσελέντης, Α. (1987). "Σεισμολογική μελέτη περιοχής Ρίου - Αντιρρίου". Αδημοσίευτη έκθεση (3 τόμοι). Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αστεροσκοπείου Αθηνών, Αθήνα.

Ελευθερίου, Α., Ρόζος, Δ. (1990). "Γεωλογικός - τεχνικογεωλογικός χάρτης και μακροσεισμικές παρατηρήσεις στην ευρύτερη περιοχή Αγίας Τριάδας Πατρών". ΙΓΜΕ, αδημοσίευτη έκθεση, Αθήνα.

Feredinos, G., Brooks, M., Doutsos, T. (1985). "Quaternary tectonics in the Gulf of Patras, Western Greece". Journal of Structural geology, Vol. 7, No 6, pp 713 - 717, London.

- Frydas, D. (1987). "Kalkiges Nannonplankton aus dem Neogen der NW-Peloponnes, Griechenland". N. jb. Geol. Palaont. Mh, H.5, pp 274 - 286, Stuttgart.
- Ζερβογιάννης, Χ., Μπουκοβάλας, Γ. και Χριστούλας, Στ. (1987). "Συσχετισμοί μηχανικών χαρακτηριστικών και ταξινόμηση εδαφικών σχηματισμών". Δελτίο ΚΕΔΕ, τεύχος 4, Οκτώβριος - Δεκέμβριος, σ. 255 - 265.
- Kalteziotis, N., Tsiambaos, G., Sabatakakis, N. and Zervogiannis, H. (1990). "Prediction of Soil dynamic parameters from pressuremeter and other in situ tests". Proc. of the III Intern. Sympos. on Pressuremeters, Oxford, pp. 391 - 401.
- Kalteziotis, N., Koukis, G., Tsiambaos, G., Sabatakakis, N., Zervogiannis, H., (1991). "Structural damage in a populated area due to an active fault". Proceedings 2nd Int. Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, St. Louis, Missouri, No LP28, pp. 1709 - 1716.
- Καλτεζιώτης, Ν., Παχάκης, Μ., Ζερβογιάννης, Χ., Τσιαμπάος, Γ. και Σαμπατακάκης, Ν. (1992). "Εκτίμηση δυναμικών εδαφικών παραμέτρων από στατικές επιτόπου δοκιμές". Πρακτικά 2ου Πανελ. Συνεδρ. Γεωτεχν. Μηχαν., Θεσσαλονίκη, σ. 189 - 196.
- Καλτεζιώτης, Ν., Σαμπατακάκης, Ν. και Βασιλείου, Ι. (1992). "Εκτίμηση των δυναμικών χαρακτηριστικών των εδαφών στον Ελληνικό χώρο". Πρακτικά 2ου Πανελλ. Συνεδρ. Γεωτεχν. Μηχαν., Θεσ/νίκη, σ. 239 - 246.
- Karfakis, Y., Mouyiaris, N. (1988). "Remote sensing and seismotectonic inspection of the West Corinthian Gulf - Disasters during ancient times and seismic hazard". Proc. Intern. Symp. «The engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites», Athens, Balkema, Vol. 3, 1291 - 1299.
- Koukis, G., Rontoyanni, T. and Delibasis, N. (1990). Surface seismic strike-slip fault motions related to the 1983 Akarnania (Western Greece) earthquakes of small magnitude. Annales Tecton, I V/1, 43-51.
- Koukis, G. and Sabatakakis, N. (1991). Index properties and their correlations for the marly and dolomitic limestones of the Athens basin, Greece. Mineral Wealth 72/1991 p.27-33.
- Koukis, G., and Rozos, D. (1990). Geotechnical properties of the Neogene sediments in the NW Peloponnesus, Greece. Proceedings of the 6th International I.A.E.G. Congress, 1, 405-412, Amsterdam,(A.A. Balkema).
- Κούκης, Γ., Τσιαμπάος, Γ. και Σαμπατακάκης, Ν. (1994). "Τεχνικογεωλογικές - Γεωτεχνικές συνθήκες της πόλης των Πατρών". Δελτίο ΚΕΔΕ, τ. 121 - 124, σ. 3 - 23.
- Koukis, G. and Rozos, D. (1993). Mineralogical composition and texture of the NW Peloponnesus, Greece. Proceedings of the Inter. Symposium on Geotechnical Engineering of Hard Soils-Soft Rocks, Greece, Anagnostopoulos et al. (eds), 1, 195-202, A.A. Balkema, Rotterdam.
- Mariolakos, I., Papanikolaou, D., Lagios, E. (1985). "A neotectonic Geodynamic Model of Peloponnesus, based on Morphotectonics,

- Repeated Gravity Measurements and Seismicity". *Geol. j.*, B 50, pp 3-17.
- Marinos, P., Koukis, G., Sabatakakis, N. and Tsiambaos, G. (1994). Laboratory testing aspects of the Athenian Schist. *Proceedings of 7th international I.A.E.G. Congress, 975-981, Lisboa - Portugal (Balkema).*
- Μέττος, Α., Ροντογιάννη, Θ., Παπαδάκης, Γ. (1987). "Γεωλογική μελέτη περιοχής Ρίου - Αντιρρίου". ΙΓΜΕ, αδημοσίευτη έκθεση, σελ. 27, Αθήνα.
- Mitzopoulos, M. (1940). "Uber das Alter und die Fauna des Neogens in Elis (Peloponnes)". *Πρακτικά Ακαδ. Αθηνών*, τεύχ. 15, σελ. 1 - 28, Αθήνα.
- Περισωράτης, Κ., Μητρόπουλος, Δ., Αγγελόπουλος, Ι. (1986). "Υποθαλάσσιες γεωλογικές έρευνες στην περιοχή Ρίου - Αντιρρίου". *Αδημοσίευτη έκθεση ΙΓΜΕ*, σελ. 31, Αθήνα.
- Philipson, A. (1982). "Der Peloponnes - Verlag Friedlander", 642 p. Berlin.
- Ρόζος, Δ. (1989). "Τεχνικογεωλογικές συνθήκες στο νομό Αχαΐας - Γεωμηχανικοί χαρακτήρες των Πλειοπλειστοκαινικών ιζημάτων". *Διδακτορική διατριβή. Παν/μιο Πατρών, Τμήμα Γεωλογίας*, σελ. 453, Πάτρα.
- Ρόζος, Δ., Κούκης, Γ. (1991). "Γεωλογική δομή και γεωμηχανικοί χαρακτήρες των Πλειοπλειστοκαινικών ιζημάτων του νομού Αχαΐας". *Δελτίο ΕΓΕ*, τόμ. XXV/4, 389 - 404.
- Rozos, D. and Koukis, G. (1993). Slake-durability and geomechanical behaviour of the fine-grained neogene sediments of the NW Peloponnesus, Greece. *Proceedings of the International Symposium on Geotechnical Engineering of Hard Soils-Soft Rocks, Greece, Anagnostopoulos et al. (eds), 1, 261 -268, A. A. Balkema, Rotterdam.*
- Sabatakakis, N., Tsiambaos, G. and Koukis, G. (1993). Index properties of soft marly rocks of the Athens basin, Greece. *Proceedings of the Inter. Symposium on Geotechnical Engineering of Hard Soils-Soft Rocks, Greece, Anagnostopoulos et al. (eds), 1, 275-279, A. A. Balkema, Rotterdam.*
- Symeonidis, N., Theodorou, G., Schutt, H., Velitzelos, E. (1987). "Paleontological and stratigraphical observations in the area of Achaia and Etoloakarnania (W. Greece)". *A.G.P.H.*, 38, 317 - 353.
- Tsiambaos, G. and Koukis, G. (1990). Geotechnical conditions of the Iraklion city, Greece. *Proceedings of the 6th International I.A.E.G. Congress, 3, 2037-2042, Amsterdam, (A.A. Balkema).*
- Τσόφλιας, Π., (1970). "Γεωλογική κατασκευή του βορειότερου τμήματος της Πελοποννήσου (νομού Αχαΐας)". *Ann. Geol. des Pays Hell.* τόμος XXI, σελ. 554 - 651, Αθήνα.
- Χαραλαμπάκης, Σ. (1951). "Συμβολή εις την γνώση του Νεογενούς της Αττικής". *Ειδ. Μελέται επί της γεωλογίας της Ελλάδος. Υπηρ. Ερευνών υπεδάφους*, No 4, σελ. 156, Αθήνα.
- Ψαριανός, Π.Σ. (1951). "Αι Πλειοκαινικά αποθέσεις της Αχαΐας". *Annal. Geol. des pays Hell., le serle, Τόμος III*, σελ. 193 - 214, Αθήνα.

Zelilidis, A., Koukouvelas, I., Doutsos, T. (1988). "Neogene paleostress changes behind the forearc fold belt in the Patraikos Gulf area, western Greece". *N. Jb. Geol. Palaont. Mh.*, H. 5, pp 311 - 325, Stuttgart.