

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Αρ. Πρωτ. $\frac{1154}{29-6-87}$

ΜΙΚΡΟΖΩΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΕΙΔΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

1. Επί-Τόπου Δοκιμές Cross-Hole
2. Εργαστηριακές Δοκιμές Συντονισμού

Τπό

Γ. Α. ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΥ
Επίκουρον Καθηγητή

ΠΑΤΡΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 1987

30/α

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Μετά τους καταστρεπτικούς σεισμούς της Καλαμάτας του Σεπτεμβρίου 1986 ο ΟΑΣΠ ζήτησε την 6 Οκτωβρίου 1986 από όλους τους αρμόδιους φορείς της χώρας μας την υποβολή προτάσεων για τη δυνατότητα συμβολής τους στη σύνταξη Μικροζωνικής Μελέτης της Καλαμάτας. Η ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Γεωτεχνικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου Πατρών, αποτελούμενη από τους:

Γ. ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟ: Επίκ. Καθηγητή, Επιστημονικό Υπεύθυνο

Δ. ΧΡΥΣΙΚΟ : Επιστημονικό Συνεργάτη

Π. ΜΠΟΥΣΙΑ : Ειδικό Μεταπτυχιακό Υπότροφο

υπέβαλε την 8 Οκτωβρίου 1986 πρόταση για την εκτέλεση ειδικών δοκιμών για τον προσδιορισμό των δυναμικών ιδιοτήτων των εδαφικών σχηματισμών της περιοχής Καλαμάτας. Ο ΟΑΣΠ αποφάσισε την 5 Νοεμβρίου 1986 την έγκριση και χρηματοδότηση της πρότασης και η σχετική σύμβαση, εξάμηνης διάρκειας, υπογράφηκε την 11 Δεκεμβρίου 1986.

Η εκτέλεση των ειδικών δοκιμών έγινε σε απόλυτη συμφωνία με την αρχική πρόταση του Εργαστηρίου Γεωτεχνικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου Πατρών και περιέλαβε τη διεξαγωγή επί-τόπου δοκιμών Cross-Hole στην πόλη της Καλαμάτας καθώς και εργαστηριακών δοκιμών συντονισμού σε αδιατάρακτο δείγμα προερχόμενο από μια από τις γεωτρήσεις των δοκιμών Cross-Hole.

Η παρούσα τεχνική έκθεση που υποβάλλεται στον ΟΑΣΠ, προετοιμάστηκε από τον επιστημονικό υπεύθυνο, Επίκ. Καθηγητή Γ. Αθανασόπουλο, με τη συνδρομή και των δύο άλλων μελών της ερευνητικής ομάδας. Η έκθεση, περιγράφει τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, παρουσιάζει και αναλύει τα αποτελέσματα των δοκιμών που διεξήχθησαν από την ερευνητική ομάδα, στα διαθέσιμα χρονικά και οικονομικά περιθώρια της σχετικής σύμβασης, και καταλήγει σε συμπεράσματα και προτάσεις για την αξιοποίησή τους κατά τη σύνταξη της Μικροζωνικής Μελέτης της Καλαμάτας.

Η ερευνητική ομάδα εκφράζει τις ευχαριστίες της προς τον ΟΑΣΠ για την οικονομική υποστήριξη του έργου και προς τη Διεύθυνση Ερευνών Εδαφών (τέως ΚΕΔΕ) της Γενικής Γραμματείας Δημοσίων Έργων του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. για τη συνεισφορά της στη διάνοιξη και προετοιμασία των γεωτρήσεων των δοκιμών Cross-Hole, τη λήψη των αδιατάρακτων δειγμάτων των δοκιμών συντονισμού και την πρόθυμη και άμεση παροχή όλων των γεωτεχνικών στοιχείων και πληροφοριών που κρίθηκαν αναγκαία κατά την προετοιμασία και σύνταξη της παρούσας τεχνικής έκθεσης.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Ω Ν

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	i
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΕΠΙ-ΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ CROSS-HOLE	3
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ	21
Σύγκριση επί-τόπου και εργαστηριακών μετρήσεων	32
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	33
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : Μετρήσεις Cross-Hole	35
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : Μετρήσεις Συντονισμού	97
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	104

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τη σύνταξη της Μικροζωνικής Μελέτης Καλαμάτας είναι απαραίτητη η επιλογή ορισμένων χαρακτηριστικών εδαφικών τομών της περιοχής και η διεξαγωγή υπολογισμών των θεμελιωδών ιδιοπεριόδων ή της γενικότερης δυναμικής απόκρισης καθώς και της δυναμικής αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής κάτω από την ενέργεια τόσο των σεισμών σχεδιασμού όσο και των συγκεκριμένων σεισμών του Σεπτεμβρίου 1986. Ενδιάμεσο βήμα κατά τη διεξαγωγή των υπολογισμών αυτών αποτελεί η μελέτη των διαθέσιμων επιταχυνσιογραφημάτων των σεισμών του Σεπτεμβρίου 1986 και ο προσδιορισμός της κίνησης του γεωλογικού υποβάθρου της περιοχής.

Για τη διεξαγωγή όλων των υπολογισμών και αναλύσεων που αναφέρθηκαν πιο πάνω, είναι απαραίτητη η γνώση των τιμών των δυναμικών ιδιοτήτων των εδαφικών σχηματισμών της Καλαμάτας. Οι δυναμικές ιδιότητες που χρησιμοποιούνται συνήθως σε τέτοιου είδους αναλύσεις είναι (3,23):

- Ελαστικά Μέτρα (κυρίως το μέτρο διάτμησης, G)
- Λόγος Απόσβεσης, D (ποσοστό κρίσιμης απόσβεσης εδαφικού υλικού)
- Δείκτης Poisson
- Κυκλική Αντοχή (διατμητική αντοχή κάτω από συνθήκες κυκλικής φόρτισης)

Εφόσον στις αναλύσεις λαβαίνεται υπόψη η μη-γραμμική και μη-ελαστική συμπεριφορά του εδαφικού υλικού, είναι απαραίτητη και η γνώση της επίδρασης του πλάτους της διατμητικής παραμόρφωσης, γ , πάνω στις τιμές των δυναμικών ιδιοτήτων του εδαφικού υλικού (1).

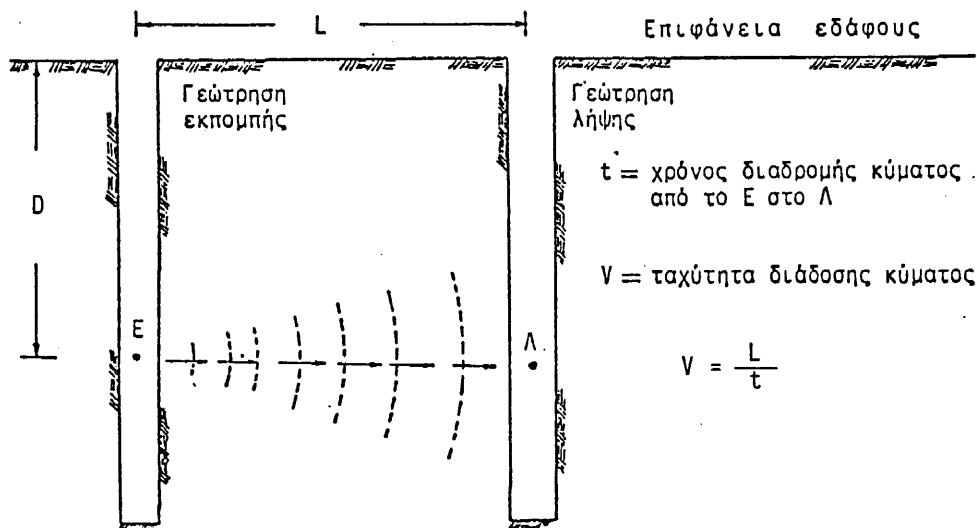
Για τον προσδιορισμό των δυναμικών ιδιοτήτων των εδαφών είναι διαθέσιμες σήμερα επί-τόπου και εργαστηριακές μέθοδοι καθώς και ορισμένες εμπειρικές σχέσεις και συσχετίσεις με άλλες ιδιότητες του εδαφικού υλικού (1,2,3,18,23). Σημαντικό πλεονέκτημα των επί-τόπου μεθόδων είναι ότι αποφεύγεται το γνωστό πρόβλημα της διαταραχής των εδαφικών δειγμάτων που συνοδεύει τη δειγματοληψία και προετοιμασία των εδαφικών δοκιμών για τις εργαστηριακές δοκιμές. Από τις επί-τόπου μεθόδους προσδιορισμού του μέτρου διάτμησης μικρού πλάτους, G_0 , του εδάφους, ως πλέον αξιόπιστη θεωρείται η μέθοδος Cross-Hole. Για το λόγο αυτό κατά την εκτέλεση των ειδικών δοκιμών που περιγράφονται στην παρούσα έκθεση το κύριο βάρος δόθηκε στη διεξαγωγή επί-τόπου δοκιμών Cross-Hole σε επιλεγμένες θέσεις της πόλης της Καλαμάτας.

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα των εργαστηριακών δοκιμών για τον προσδιορισμό των δυναμικών ιδιοτήτων των εδαφών είναι ότι επιτρέπουν τη μελέτη της επίδρασης σημαντικών παραμέτρων, όπως η τάση συμπίεσης, σ'_0 , και η διατμητική παραμόρφωση, γ , του εδαφικού στοιχείου, πάνω στην τιμή του μέτρου διάτμησης, G , και του λόγου απόσβεσης, D (1,2). Οι σημαντικότερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται γι' αυτόν τον

σκοπό είναι η μέθοδος συντονισμού και η μέθοδος της κυκλικής φόρτισης (3), η κάθε μία από τις οποίες παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα (1,2). Κατά την εκτέλεση των ειδικών δοκιμών του παρόντος προγράμματος εφαρμόστηκε η μέθοδος συντονισμού με χρήση της Συσκευής Συντονισμού Εδαφικών Δοκιμών (ΣΣΕΔ) του Εργαστηρίου Γεωτεχνικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου Πατρών. Ο αριθμός των δοκιμών συντονισμού που εκτελέστηκαν ήταν μικρός γιατί πολλά από τα είδη εδαφών που περιλαμβάνει το υπέδαφος της Καλαμάτας (αμμοχάλικα, αμμοίλες, κλπ.) δεν επιτρέπουν την προετοιμασία αδιατάρακτων δοκιμών για τη διεξαγωγή της δοκιμής συντονισμού. Στα κεφάλαια που ακολουθούν δίνονται πληροφορίες για τον τρόπο εκτέλεσης των ειδικών δοκιμών καθώς και τα σχετικά αποτελέσματα.

ΕΠΙ-ΤΟΠΟΥ ΔΟΚΙΜΕΣ CROSS-HOLE

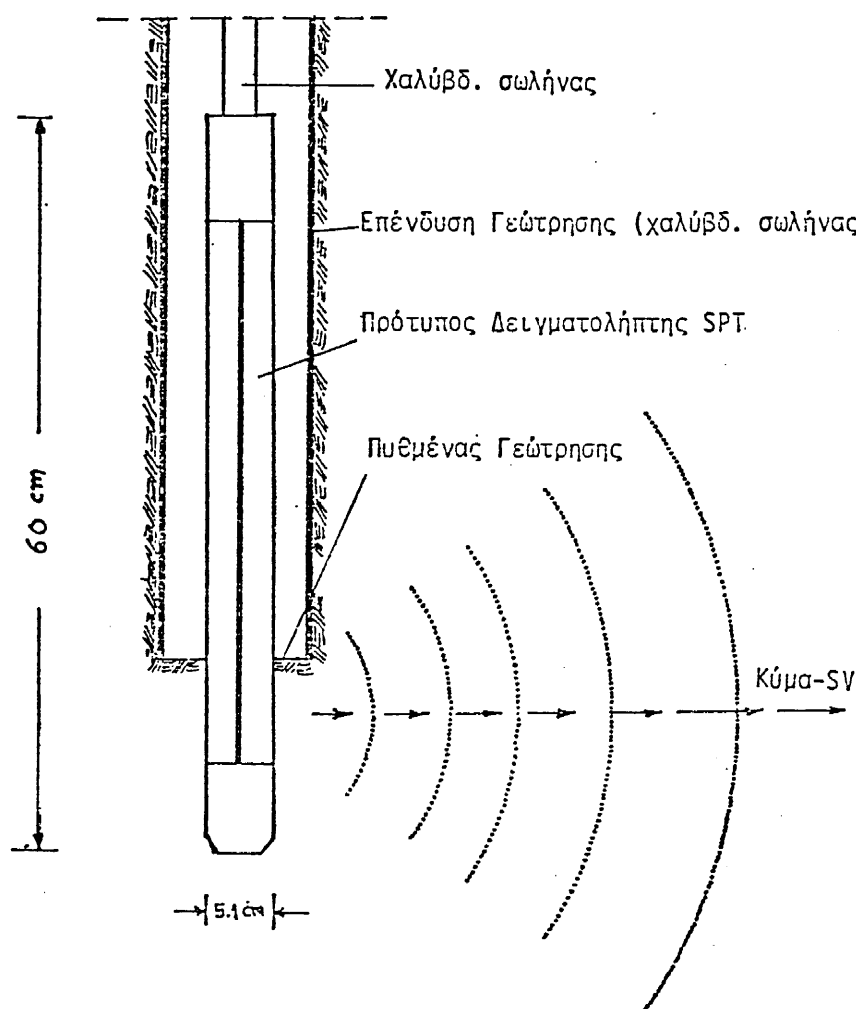
Η αρχή της μεθόδου Cross-Hole φαίνεται στο Σχ. 1. Για τη διεξαγωγή της δοκιμής απαιτείται η διάνοιξη δύο κατακόρυφων γεωτρήσεων σε απόσταση L ή μία από την



Σχ. 1 Αρχή της Μεθόδου Cross - Hole

άλλη. Μέσα στη γεώτρηση εκπομπής και στο επιθυμητό βάθος, D , δημιουργείται διαταραχή που προκαλεί τη διάδοση σεισμικών κυμάτων προς όλες τις διευθύνσεις. Η άφιξη των κυμάτων στη γεώτρηση λήψης ανιχνεύεται με κατάλληλο σύστημα που πακτώνεται μέσα στη γεώτρηση λήψης στο ίδιο βάθος, D . Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων, V , υπολογίζεται από τις γνωστές τιμές της οριζόντιας απόστασης, L , και του χρόνου διαδρομής t .

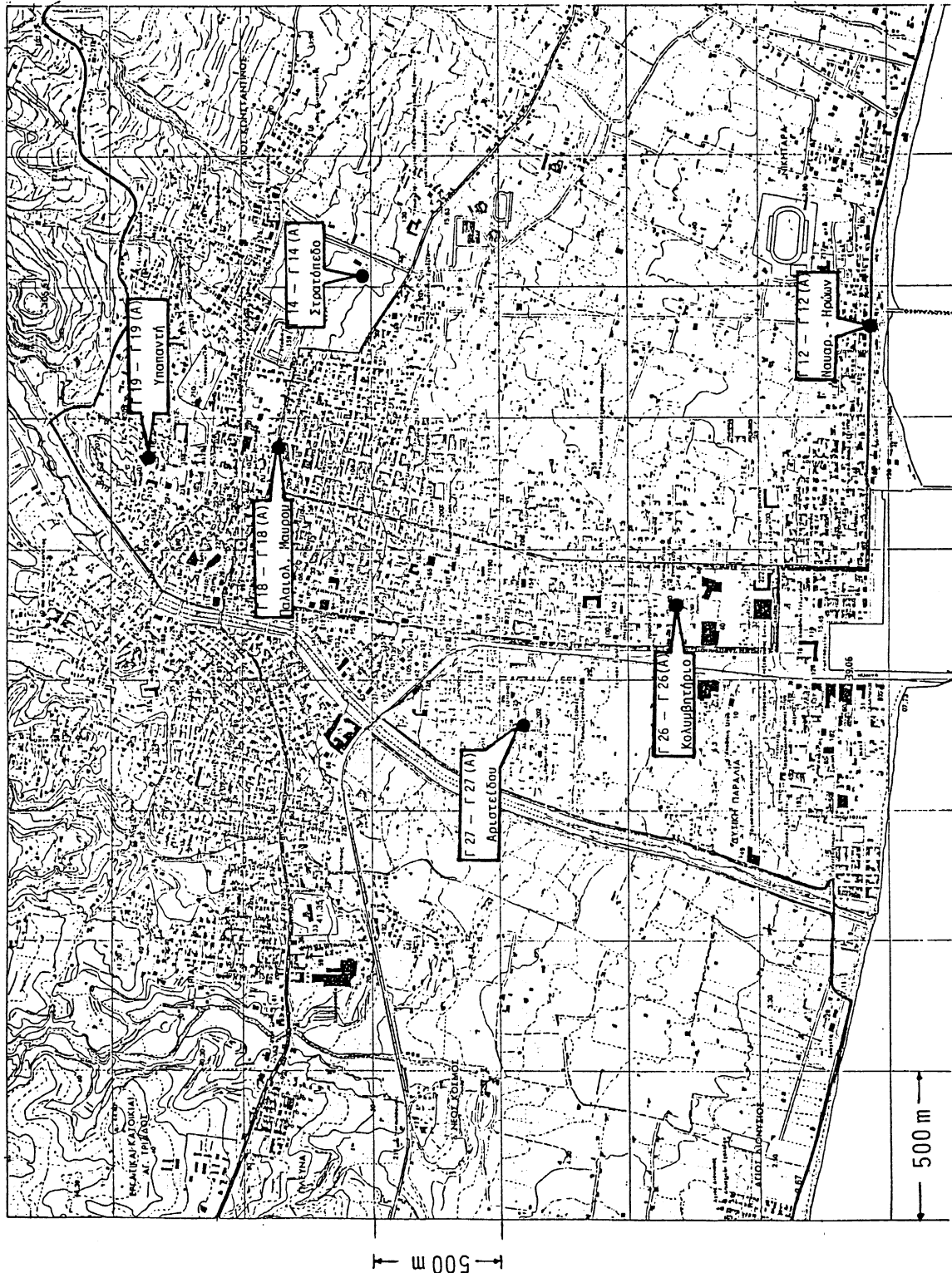
Η μέθοδος Cross-Hole αναπτύχθηκε κατά τη δεκαετία του 1970 (16,17,19,20,15,8, 10). Ως πηγές της διαταραχής στη γεώτρηση εκπομπής έχουν χρησιμοποιηθεί, απλές ή σύνθετες μηχανικές διατάξεις, η διείσδυση του πρότυπου δειγματολήπτη του Terzaghi καθώς και εκρηκτικά. Έχει γίνει βαθμιαία φανερό ότι για εδαφοδυναμικές αναλύσεις είναι προτιμότερη η χρήση πηγών που ευνοούν την παραγωγή εγκάρσιων κυμάτων (23). Πολλά από τα προβλήματα που σχετίζονται με την αξιοπιστία της μεθόδου καθώς και σχετικές λύσεις έχουν συζητηθεί εκτενώς (21) και οι δυνατότητες της μεθόδου, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με ηλεκτρονικό υπολογιστή για την απόκτηση γεωτομογραφίας, έχουν παρουσιαστεί πρόσφατα (24). Η δυνατότητα χρήσης της διείσδυσης του δειγματολήπτη της Πρότυπης Δοκιμής Διείσδυσης (SPT) για την παραγωγή κατακόρυφα πολωμένων εγκάρσιων κυμάτων, Σχ. 2, έχει διερευνηθεί πρόσφατα με ευνοϊκά συμπεράσματα για την αξιοπιστία των αποτε-



Σχ. 2 Δημιουργία Χωρικών Κυμάτων - SV Κατά τη Διείσδυση του Δειγματολήπτη Terzaghi στον Πυθμένα Γεώτρησης

λεσμάτων (22). Για την ανίχνευση των κυμάτων στη γεώτρηση λήψης χρησιμοποιούνται συνήθως απλά ή τριαξονικά γεώφωνα ή επιταχυνσιόμετρα που πακτώνονται κατάλληλα στο επιθυμητό βάθος (23). Η καταγραφή των σημάτων άφιξης των σεισμικών κυμάτων γινόταν παλαιότερα με τη χρήση παλμογράφων μνήμης, τελευταία όμως η χρήση σειсмоγράφων ενίσχυσης σήματος έχει συντελέσει σημαντικά στη βελτίωση της ποιότητας των σημάτων άφιξης (3, 10).

Η επιλογή των θέσεων της διεξαγωγής δοκιμών Cross-Hole στην Καλαμάτα έγινε σε συνεργασία με το ΚΕΔΕ, λαβαίνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες των εδαφικών τομών της περιοχής, τις θέσεις των καταρρεύσεων κατασκευών κατά τους σεισμούς του Σεπτεμβρίου 1986, το συντονισμό με το πρόγραμμα εργασιών του ΚΕΔΕ στην Καλαμάτα και τα διαθέσιμα χρονικά και οικονομικά περιθώρια. Με βάση τα πιο πάνω κριτήρια επιλέχθηκαν τελικά οι 6 θέσεις που φαίνονται στο χάρτη της Καλαμάτας του Σχ. 3. Η αρίθμηση των έξι ζευγών γεωτρήσεων (που συμπίπτει με το σύστημα αρίθμησης του ΚΕΔΕ) και τα αντίστοιχα βάθη δίνονται στον Πίν. Ι. Το βάθος των γεω-



Σχ. 3 Θέσεις Διεξαγωγής Δοκιμών Cross - Hole στην Πόλη της Καλαμάτας

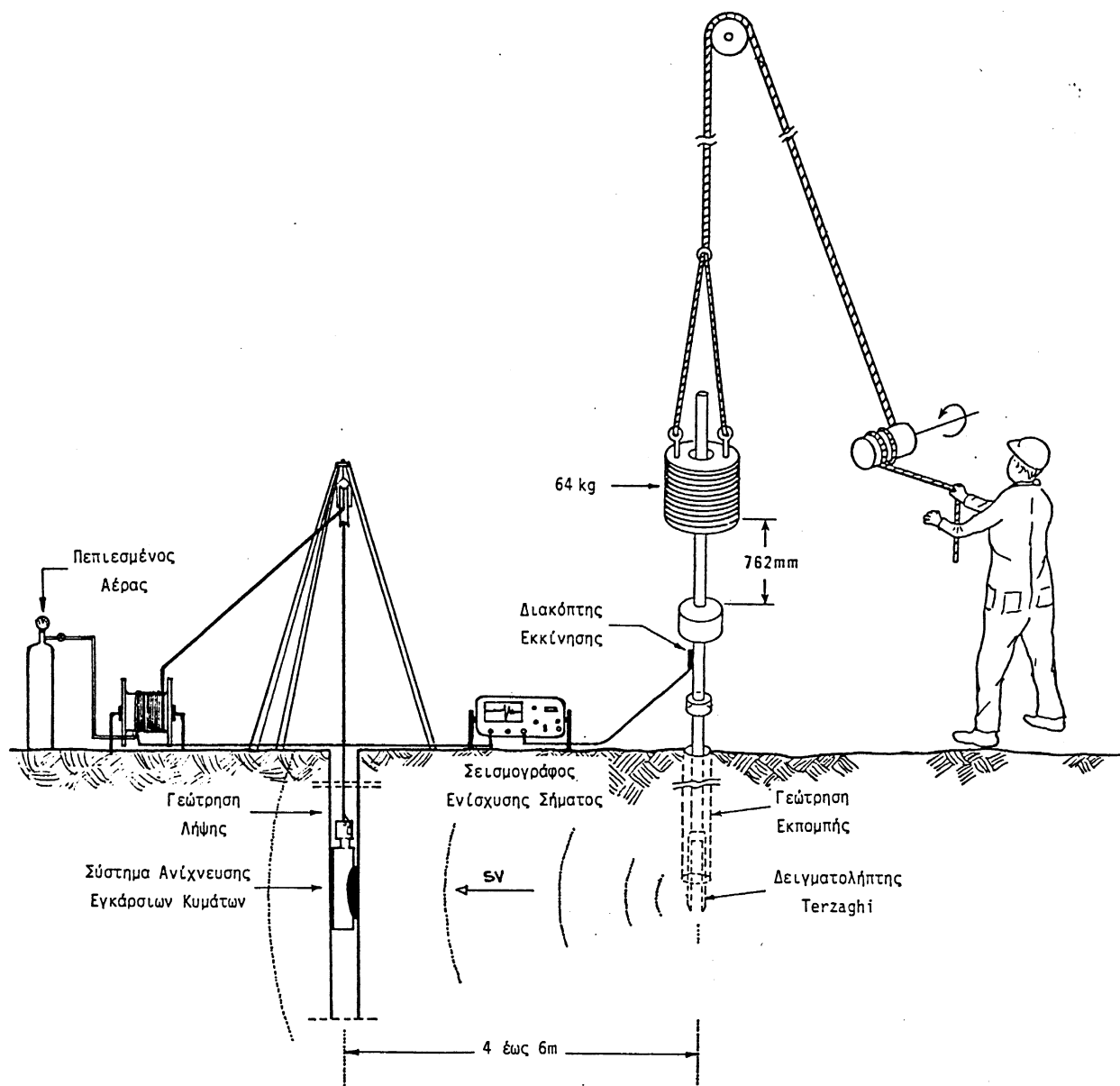
Πίνακας Ι. Γεωτρήσεις Δοκιμών Cross - Hole

Αρίθμηση Γεωτρήσεων	Βάθος (m)
Γ 12 — Γ 12 (Α) (Ναυαρ. - Ηρώων)	51
Γ 14 — Γ 14 (Α) (Στρατόπεδο)	40
Γ 18 — Γ 18 (Α) (Παλαιολ. - Μαυρομ.)	50
Γ 19 — Γ 19 (Α) (Υπαπαντή)	20
Γ 26 — Γ 26 (Α) (Κολυμβητήριο)	42
Γ 27 — Γ 27 (Α) (Αριστείδου)	7

τρήσεων, λαβαίνοντας υπόψη και το διαθέσιμο τεχνικό εξοπλισμό του Εργαστηρίου Γεωτεχνικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου Πατρών, ορίστηκε ίσο με 50m. Εν τούτοις, η έμφραξη της γεώτρησης λήψης στις περιπτώσεις των γεωτρήσεων Γ 14, Γ 26 και Γ 27 δεν επέτρεψε την ολοκλήρωση των μετρήσεων μέχρι του προκαθορισμένου αυτού βάθους όπως φαίνεται από τα δεδομένα του Πίν. Ι.

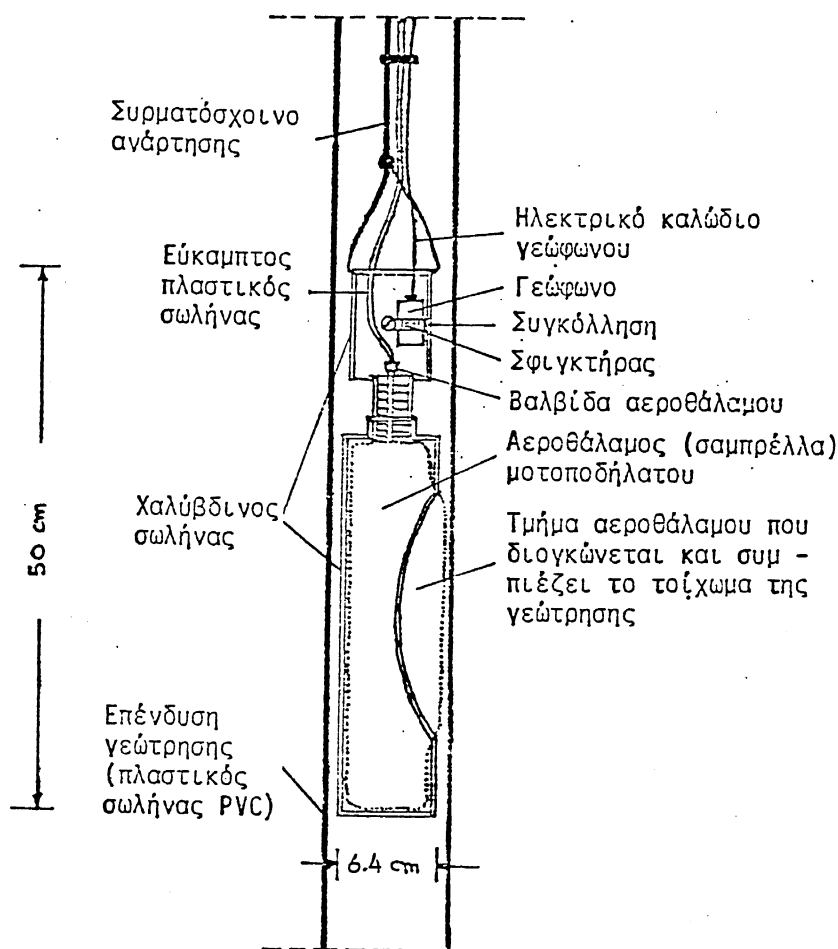
Οι δοκιμές Cross-Hole στις έξι θέσεις της πόλης της Καλαμάτας έγιναν με χρήση ζεύγους γεωτρήσεων και της διείσδυσης του δειγματολήπτη της Πρότυπης Δοκιμής Διείσδυσης ως πηγής της διαταραχής στη γεώτρηση εκπομπής, όπως φαίνεται στο Σχ. 4. Σε κάθε θέση η διαδικασία άρχιζε με τη διάνοιξη της γεώτρησης λύψης, κατά την πρόοδο της οποίας γίνονταν από το ΚΕΔΕ κλασσικές γεωτεχνικές δοκιμές (SPT κλπ.) καθώς και λήψη αντιπροσωπευτικών, και όπου οι εδαφικές συνθήκες το επέτρεπαν, "αδιατάρακτων" δειγμάτων. Όταν η γεώτρηση λήψης έφθανε το επιθυμητό βάθος, ακολουθούσε επένδυση (σωλήνωση) σε όλο το βάθος της με λεπτότοιχο σωλήνα PVC εξωτερικής διαμέτρου 75 mm. Στη συνέχεια ακολουθούσε πλήρωση του διακένου μεταξύ των τοιχωμάτων της γεώτρησης και της εξωτερικής επιφάνειας του σωλήνα PVC με υδαρές τσιμεντοκονίαμα, ο βαθμός πήξης του οποίου εθεωρείτο ως ικανοποιητικός, για τις ανάγκες της δοκιμής, μετά από 4 έως 5 ημέρες.

Μετά τη συμπλήρωση της γεώτρησης λήψης και σε απόσταση 4.0 έως 6.0m από αυτήν άρχιζε η διάνοιξη της γεώτρησης εκπομπής. Κατά την πρόοδο της γεώτρησης αυτής και ανά διαστήματα βάθους 2.0m διεκόπτετο η διάνοιξη και εχρησιμοποιείτο η διείσδυση του δειγματολήπτη Terzaghi για τη δημιουργία χωρικών κυμάτων - SV, όπως φαίνεται στο Σχ. 2. Η άφιξη των κυμάτων αυτών στη γεώτρηση λήψης ανιχνευόταν με κατάλληλο σύστημα λήψης που έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί από τον Επίκ. Καθηγητή Γ. Αθανασόπουλο και φαίνεται σε τομή στο Σχ. 5. Το σύστημα λήψης περιέχει κατακόρυφο γεώφωνο, Σχ. 6, και είναι δυνατό να πακτώνεται στο επιθυμητό βάθος μέσα στη γεώτρηση λήψης με τη βοήθεια διογκώμενου αεροθαλάμου, Σχ. 7. Κατά



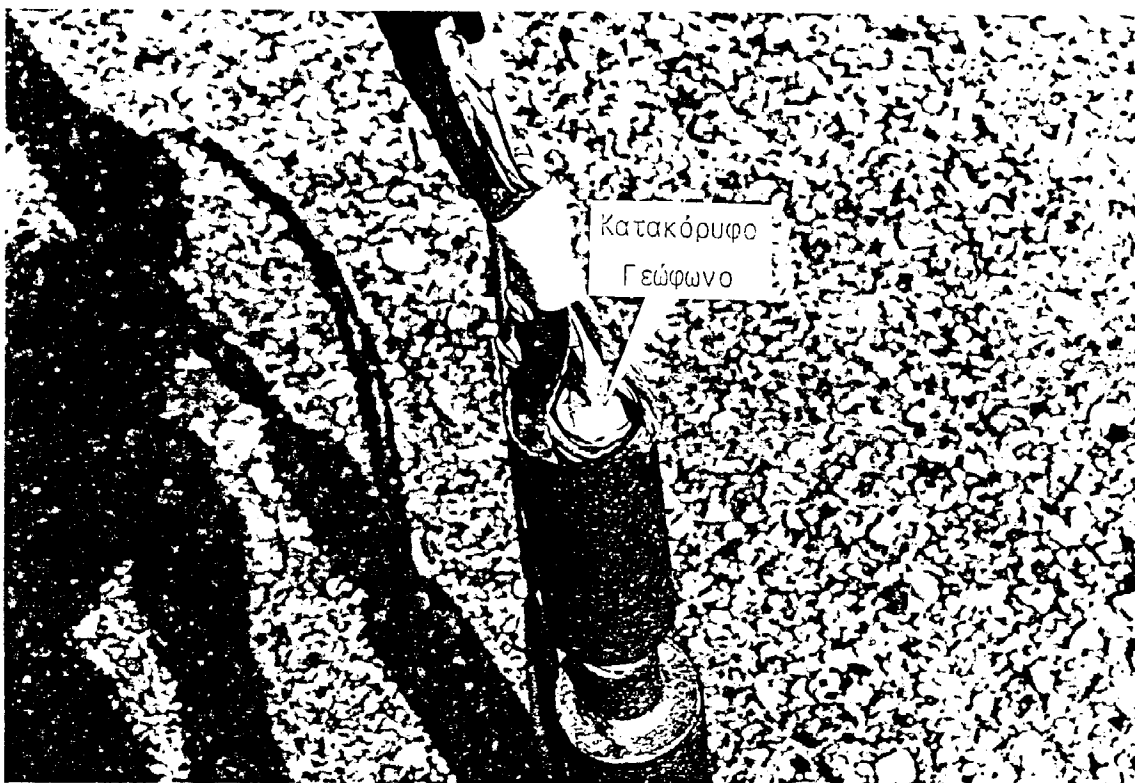
Σχ. 4 Εφαρμογή της Μεθόδου Cross-Hole με Χρήση της Διείσδυσης του Δειγματολήπτη Terzaghi σαν Πηγής Διέγερσης

την πρόοδο της γεώτρησης εκπομπής το σύστημα λήψης κατεβαζόταν μέσα στη γεώτρηση λήψης, Σχ. 8 και όταν έφθανε στο βάθος στο οποίο γίνονταν η διείσδυση του διεγματολήπτη Terzaghi στη γεώτρηση εκπομπής, προκαλείτο διόγκωση του αεροθαλάμου με τη διοχέτευση πεπιεσμένου αέρα από κατάλληλο δοχείο, Σχ. 9, που βρισκόταν στην επιφάνεια του εδάφους. Η διόγκωση του αεροθαλάμου είχε σαν αποτέλεσμα τη σύσφιξη του συστήματος στα τοιχώματα της γεώτρησης λήψης και την απρόσκοπτη άφιξη των σεισμικών κυμάτων στο ενσωματωμένο γεώφωνο. Για το κατέβασμα του συστήματος λήψης σε μεγαλύτερο βάθος προκαλείτο διαφυγή αέρα από κατάλληλη βαλβίδα και συρρίκνωση του αεροθαλάμου.

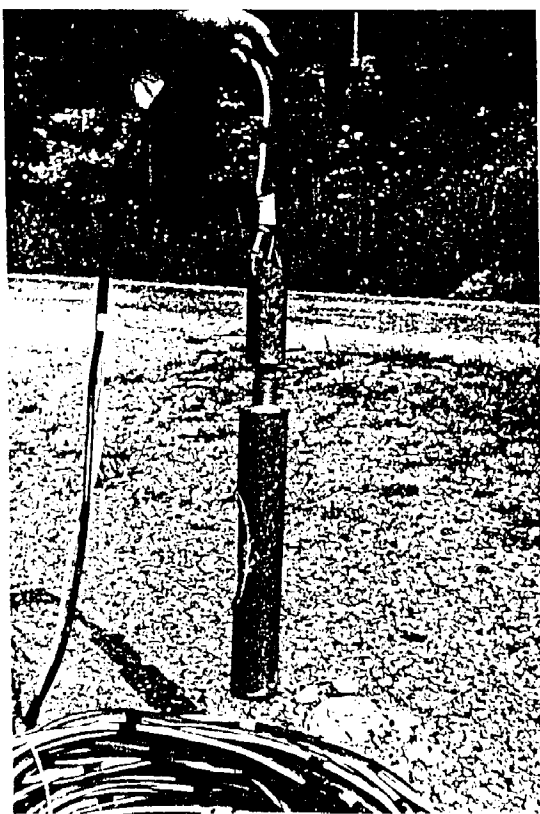


Σχ. 5 Σύστημα Λήψης Εγκάρσιων Κυμάτων Μέσα στη Γεώτρηση Λήψης (Τομή)

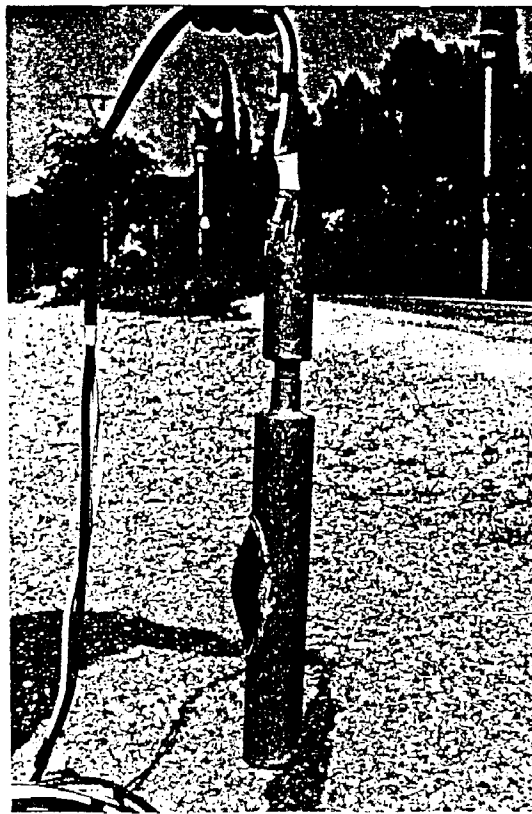
Το ηλεκτρικό σήμα της άφιξης των σεισμικών κυμάτων στο γεώφωνο καταγραφόταν προσωρινά στην οθόνη του σειсмоγράφου ενίσχυσης σήματος ES-125, EG & G Geometrics και μόνιμα στο ειδικό χαρτί του ηλεκτρονικού καταγραφέα ESR-100, EG & G Geometrics, Σχ. 10. Τα όργανα αυτά έχουν τη δυνατότητα επιλογής τόσο της χρονικής κλίμακας όσο και του πλάτους του σήματος. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη δυνατότητα της αλγεβρικής πρόσθεσης των σημάτων από πολλαπλές επαναλήψεις της διέγερσης (1), επέτρεψε την απόκτηση σημάτων άφιξης καλής ποιότητας στα οποία η άφιξη των εγκάρσιων κυμάτων μπορούσε να αναγνωριστεί πάντοτε με βεβαιότητα. Σε αρκετές μάλιστα περιπτώσεις ήταν δυνατό να αναγνωριστεί και η άφιξη των διαμήκων κυμάτων τα οποία δημιουργούνται και αυτά (σε μικρό όμως ποσοστό) κατά τη διείσδυση του δειγματολήπτη. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ποιότητα των σημάτων άφιξης εξαρτήθηκε και από το είδος του εδάφους και αυτή η παρατήρηση συμφωνεί με εντελώς πρόσφατα αποτελέσματα για την επίδραση του είδους του εδάφους πάνω στην ενέργεια που εκλύεται κατά την Πρότυπη Δοκιμή Διείσδυσης (11). Η διακύμανση της ποιότητας των σημάτων άφιξης φαίνεται στο Σχ. 11, όπου το σήμα (α) αντιπροσωπεύει πο-



Σχ. 6 Το Κατακόρυφο Γεώφωνο του Συστήματος Λήψης

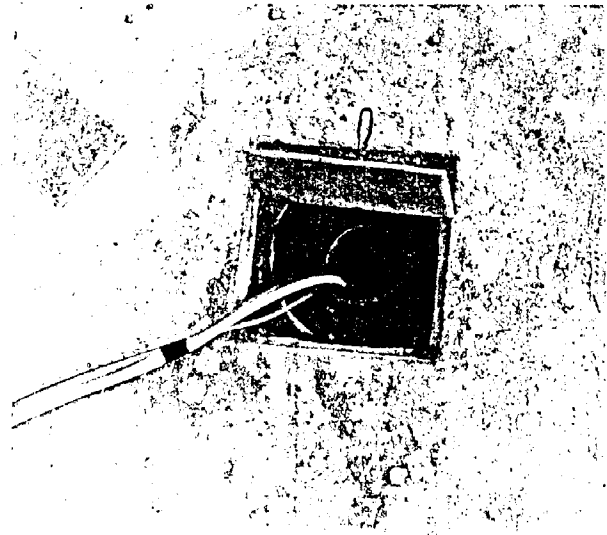
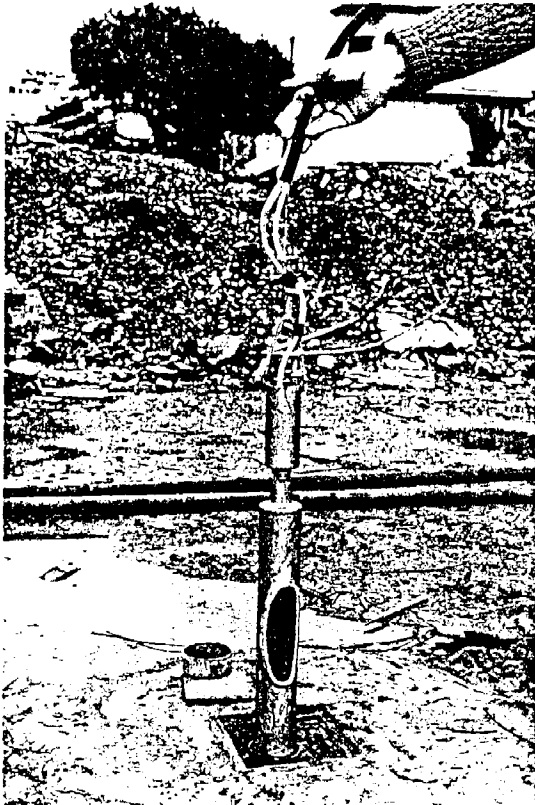


(α)

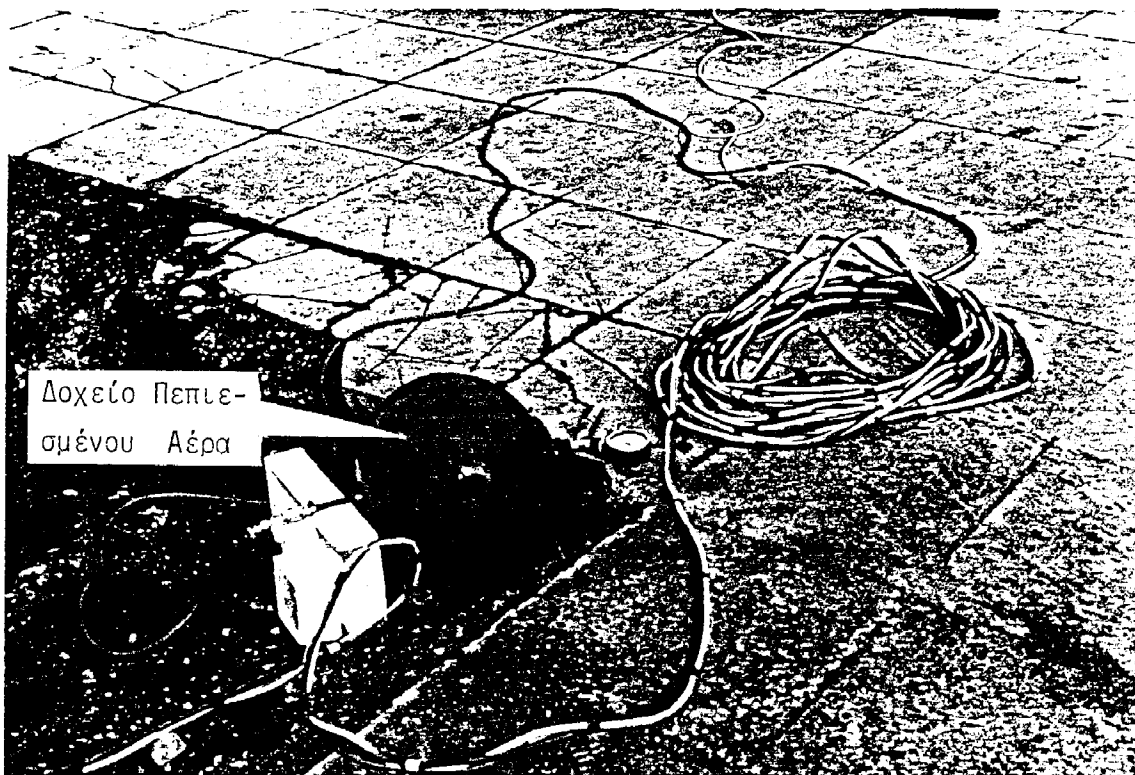


(β)

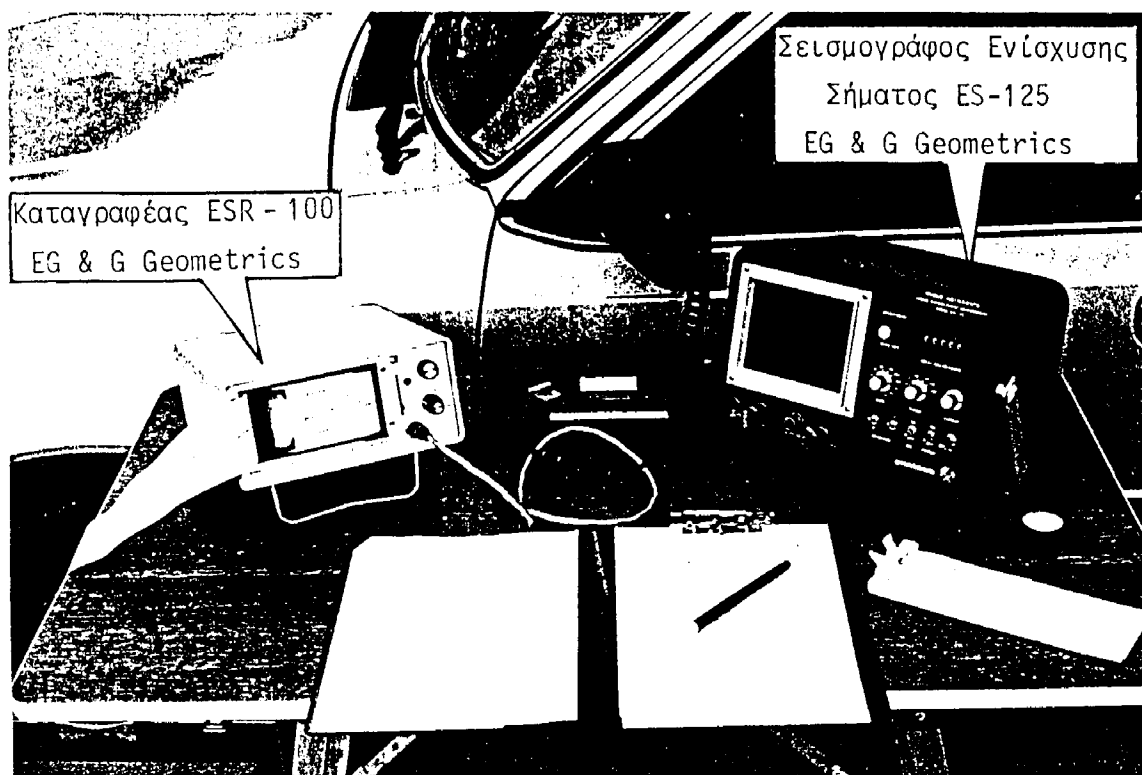
Σχ. 7 Σύστημα Λήψης με (α) Συρρικνωμένο και (β) Διογκωμένο Αεροθάλαμο



Σχ. 8 Κατέβασμα του Συστήματος Λήψης στο Επιθυμητό Βάθος Γεώτρησης

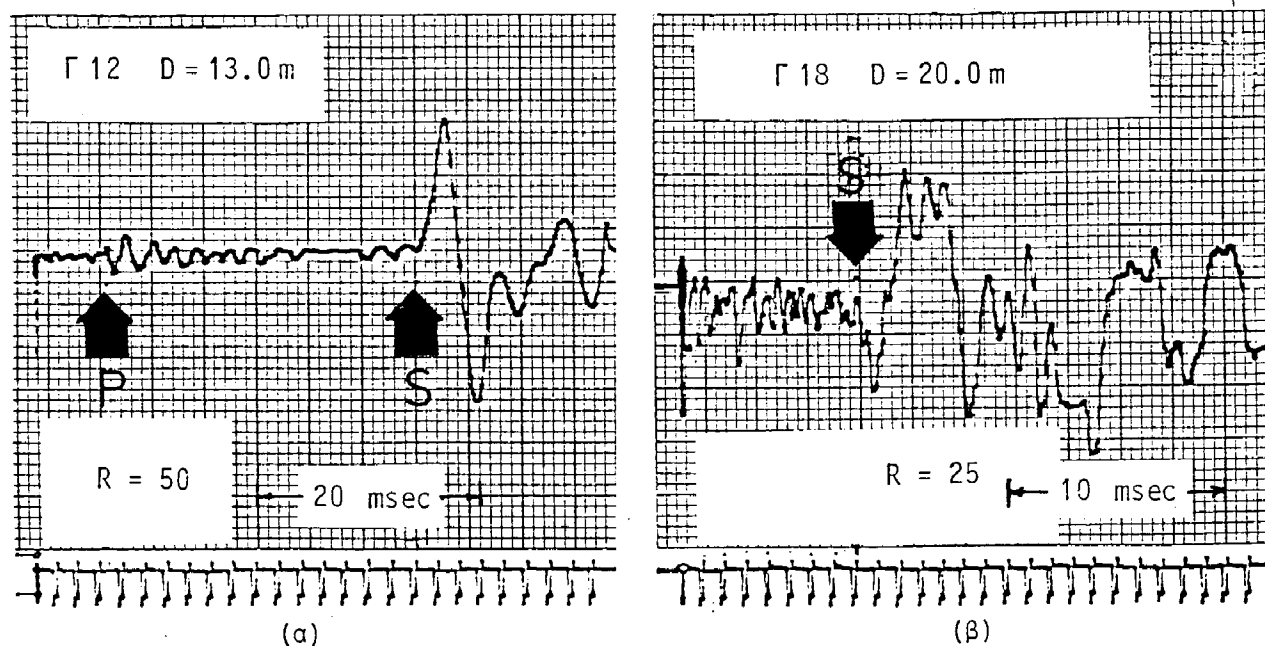


Σχ. 9 Δοχείο Πεπιεσμένου Αέρα για τη Διόγκωση του Αεροθάλαμου του Συστήματος Λήψης



Σχ. 10 Σεισμογράφος Ενίσχυσης Σήματος και Καταγραφέας που Χρησιμοποιήθηκαν Κατά τις Δοκιμές Cross-Hole στην Καλαμάτα

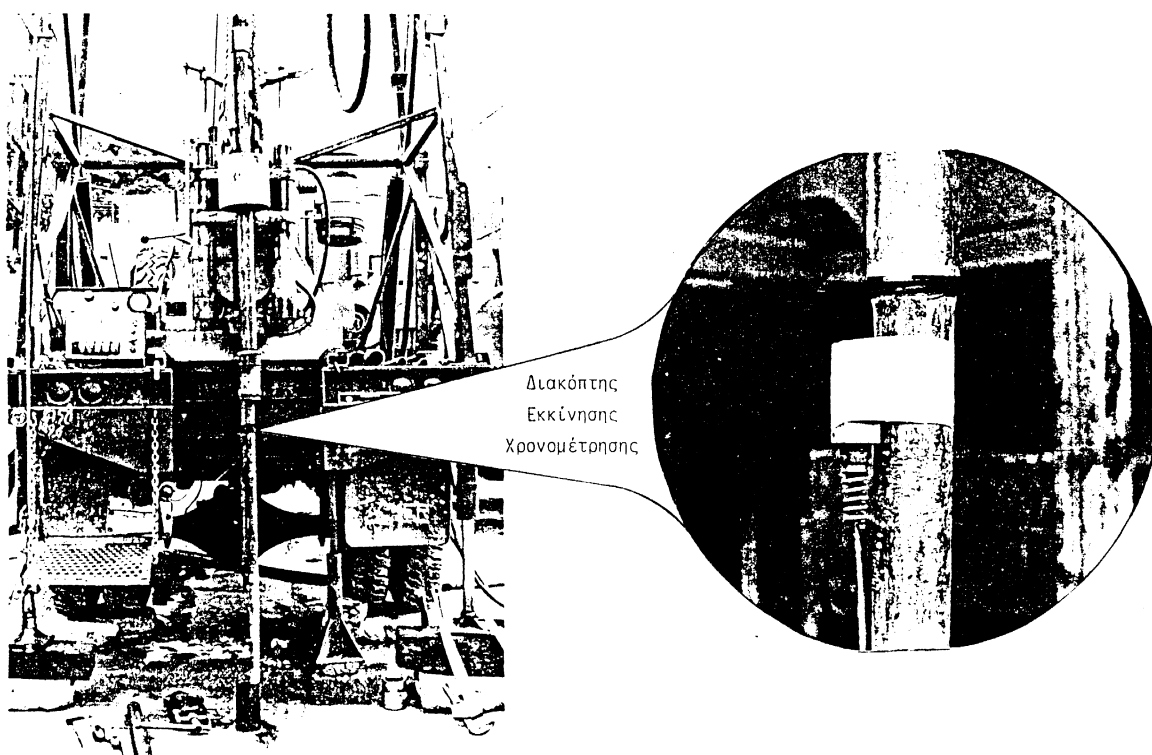
λύ καλή ποιότητα ενώ το σήμα (β) την κατώτερη ποιότητα που παρατηρήθηκε κατά τις μετρήσεις. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι ακόμη και στην περίπτωση του σήματος (β) η άφιξη των εγκάρσιων κυμάτων είναι αναγνωρίσιμη. Στο Παράρτημα Α της παρούσας έκθεσης περιέχονται όλα τα σήματα άφιξης που αποκτήθηκαν κατά την εφαρμογή της



Σχ. 11 Ποιότητα Σημάτων Άφιξης Κατά την Εφαρμογή της Μεθόδου Cross-Hole
(α) Καλή Ποιότητα - (β) Κακή Ποιότητα

μεθόδου Cross-Hole στην Καλαμάτα.

Για τον υπολογισμό της ταχύτητας διάδοσης των σεισμικών κυμάτων είναι απαραίτητη η τιμή του χρόνου διαδρομής, t , των κυμάτων από το δειγματολήπτη μέχρι το σύστημα λήψης. Η εκκίνηση του χρονομετρικού συστήματος του σειсмоγράφου ενίσχυσης σήματος γίνεται με την ενεργοποίηση του ειδικού διακόπτη εκκίνησης του οργάνου που περιέχει ένα ευαίσθητο επιταχυνσιόμετρο. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου Cross-Hole ο διακόπτης εκκίνησης ετοποθετείτο σε επαφή με τα γεωτρητικά στελέχη, σε ύψος $h \approx 1.5 \text{ m}$ από την επιφάνεια του εδάφους, όπως φαίνεται στο Σχ.12 και ενεργοποι-



Σχ. 12 Θέση του Διακόπτη Εκκίνησης Χρονομέτρησης του Σεισμογράφου Ενίσχυσης Σήματος

είτο κατά την πτώση της σφύρας της Πρότυπης Δοκιμής Διείσδυσης. Επομένως οι χρόνοι t' που μετρώνται από τις καταγραφές των σημάτων άφιξης περιλαμβάνουν και το χρόνο διαδρομής των διαμήκων κυμάτων (που δημιουργούνται κατά την κρούση της σφύρας στο άνω άκρο των στελεχών) κατά μήκος των χαλύβδινων στελεχών που μεσολαβούν μέχρι το δειγματολήπτη. Η τιμή του πραγματικού χρόνου διαδρομής, t , υπολογίζεται από τη σχέση:

$$t = t' - \Delta t \quad (1)$$

όπου: t' = χρόνος μετρούμενος από την καταγραφή των σημάτων

$\Delta t = (D + h)/V_p$ = διόρθωση

D = βάθος στο οποίο γίνεται η μέτρηση

h = ύψος διακόπτη εκκίνησης από την επιφάνεια του εδάφους

V_p = ταχύτητα διαμήκων κυμάτων στα χαλύβδινα γεωτρητικά στελέχη.

Η ταχύτητα διάδοσης των διαμήκων κυμάτων κατά μήκος των χαλύβδινων παχύτοιχων σωληνωτών γεωτρητικών στελεχών παίρνεται ίση με την ταχύτητα διάδοσης κατά μήκος συμπαγούς ράβδου (13) και για τους υπολογισμούς της παρούσας έκθεσης έγινε δεκτό ότι για χαλύβδινη ράβδο είναι (14): $V_p = 5200 \text{ m/sec}$.

Το πλάτος, γ , των διατμητικών παραμορφώσεων που αναπτύσσονται στο έδαφος κατά τη διάδοση των εγκάρσιων κυμάτων υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\gamma = \frac{\dot{u}}{V_S} \quad (2)$$

όπου: \dot{u} = ταχύτητα ταλάντωσης σωματιδίου

V_S = ταχύτητα διάδοσης εγκάρσιων κυμάτων

Η ταχύτητα σωματιδίου, \dot{u} , μπορεί να προσδιοριστεί με σχετική αξιοπιστία μόνον όταν το γεώφωνο λήψης βρίσκεται σε άμεση επαφή με το εδαφικό υλικό, συνθήκη που δεν ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί κατά τις μετρήσεις των δοκιμών Cross-Hole που εκτελέστηκαν στην Καλαμάτα. Με βάση τις περιορισμένες πληροφορίες της βιβλιογραφίας (8,9,22) εκτιμάται ότι κατά την εφαρμογή της μεθόδου στην Καλαμάτα, αναπτύχθηκαν διατμητικές παραμορφώσεις των οποίων το πλάτος κυμάνθηκε από $\gamma = 10^{-7}$ έως 10^{-6} . Είναι γνωστό ότι για τόσο μικρές διατμητικές παραμορφώσεις οι τιμές των δυναμικών μέτρων είναι ανεξάρτητες του πλάτους της διατμητικής παραμόρφωσης, χαρακτηρίζονται ως "δυναμικά μέτρα μικρού πλάτους" και συμβολίζονται με G_0 και E_0 . Όταν οι ταχύτητες διάδοσης των διαμήκων και εγκάρσιων κυμάτων είναι γνωστές οι τιμές των ελαστικών μέτρων και του δείκτη Poisson υπολογίζονται από τις σχέσεις:

$$G_0 = \rho \cdot V_S^2 \quad (3)$$

$$E_0 = \frac{(1-2\nu)(1+\nu)}{(1-\nu)} \cdot \rho \cdot V_p^2 \quad (4)$$

$$\nu = \frac{0.5(V_p/V_S)^2 - 1}{(V_p/V_S)^2 - 1} \quad (5)$$

όπου: V_S = ταχύτητα διάδοσης εγκάρσιων κυμάτων

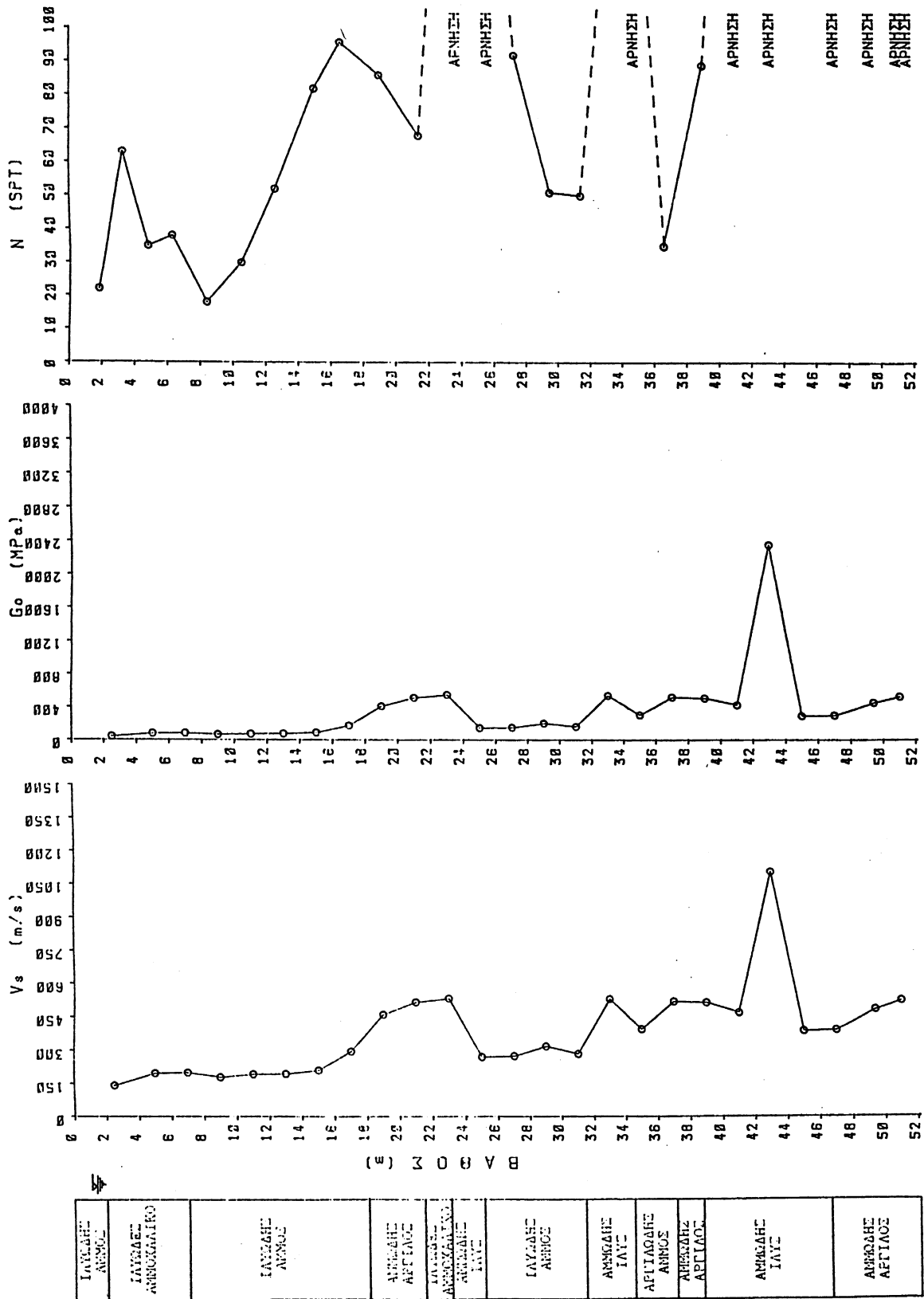
V_p = ταχύτητα διάδοσης διαμήκων κυμάτων

ρ = πυκνότητα του εδάφους

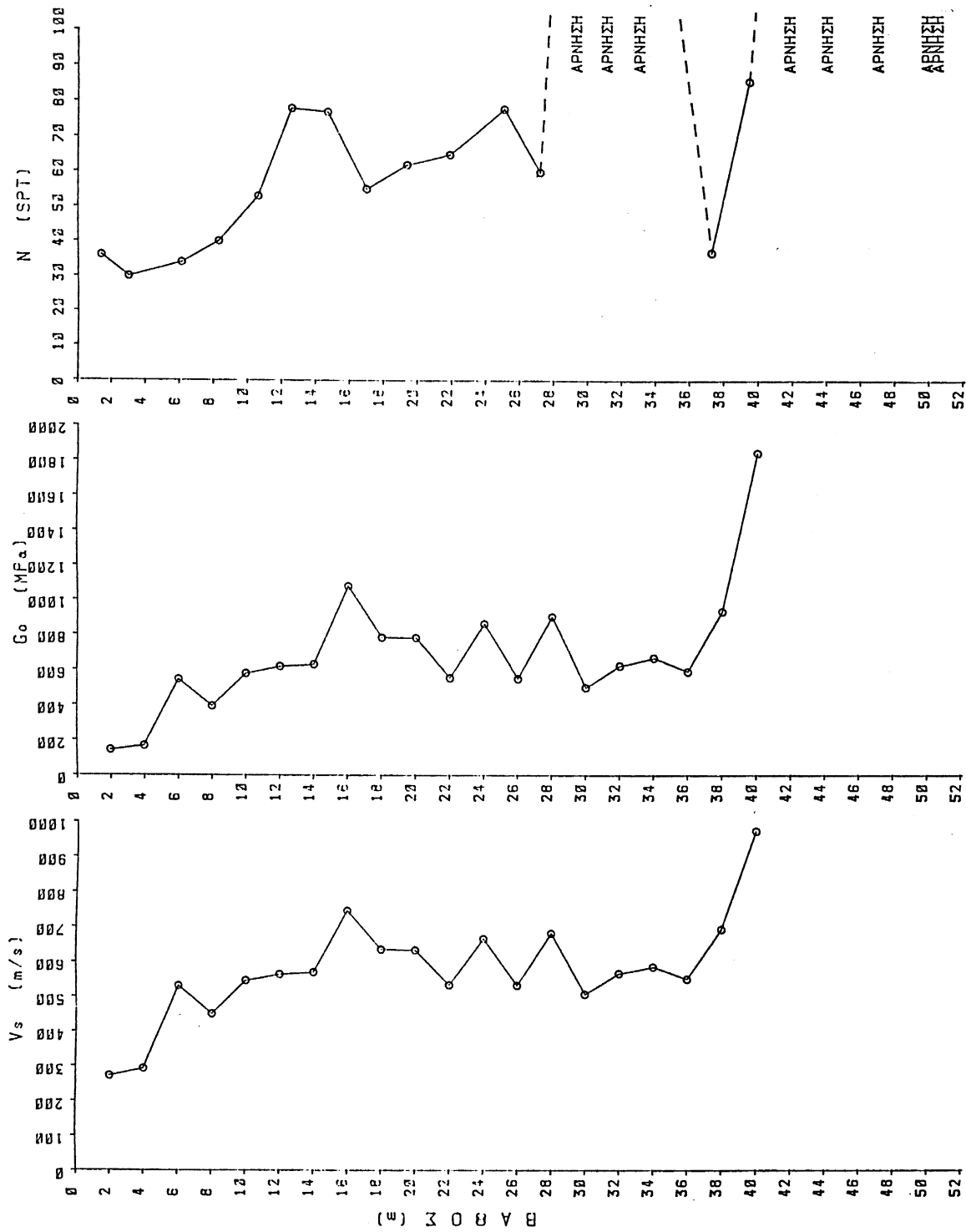
Το Παράρτημα Α της παρούσας έκθεσης περιέχει όλους τους υπολογισμούς των ελαστικών μέτρων και του δείκτη Poisson για όλες τις μετρήσεις που εκτελέστηκαν κατά τη διεξαγωγή των δοκιμών Cross-Hole στην Καλαμάτα.

Η εφαρμογή της μεθόδου Cross-Hole, με τον τρόπο που περιγράφηκε στα προηγούμενα, στις έξι τοποθεσίες της Καλαμάτας, επέτρεψε την απόκτηση τιμών της ταχύτητας διάδοσης των εγκάρσιων κυμάτων, V_S , και του δυναμικού μέτρου διάτμησης μικρού πλάτους, G_0 , ως συναρτήσεων του βάθους. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συνοπτικά στα Σχ. 13 έως Σχ. 18. Το κάθε ένα από τα σχήματα αυτά παρουσιάζει την εδαφική τομή της συγκεκριμένης τοποθεσίας, τη μεταβολή της ταχύτητας V_S και του μέτρου διάτμησης G_0 με το βάθος καθώς και τον αριθμό κρούσεων N της Πρότυπης Δοκιμής Διείσδυσης. Με βάση τα διαγράμματα των Σχ. 13 έως 18 μπορούν να γίνουν οι εξής παρατηρήσεις: 1) το κροκαλλοπαγές στρώμα μικρού πάχους που υπέρκειται της μάργας σε αρκετές από τις εδαφικές τομές που εξετάστηκαν προκαλεί έντονη αύξηση των τιμών της ταχύτητας διάδοσης των εγκάρσιων κυμάτων σε σχέση με τα υπερκείμενα και υποκείμενα εδαφικά στρώματα, 2) σε όλες τις εδαφικές τομές που εξετάστηκαν παρατηρείται η γενική τάση της αύξησης των τιμών V_S ή G_0 με το βάθος. Η αύξηση αυτή σε πρώτη προσέγγιση μπορεί να αντικατασταθεί με μια γραμμική μεταβολή που μπορεί να χρησιμεύσει για την προέκταση των αποτελεσμάτων σε βάθη μεγαλύτερα αυτών που έφθασαν οι μετρήσεις, 3) αν γίνει δεκτό ότι εδαφικό υλικό με τιμές $V_S \geq 750 \frac{m}{sec}$ ή $G_0 \geq 1000 \text{ MPa}$ αποτελεί "ισοδύναμο βραχώδες υπόβαθρο, H , του βραχώδους υπόβαθρου (ή άκαμπτης βάσης) για τις τοποθεσίες που εξετάστηκαν έχει τις πιο κάτω τιμές:

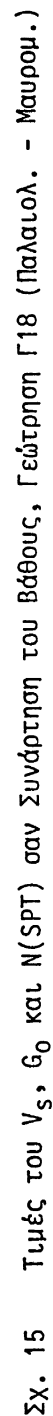
Υπαπαντή	:	$H = 37 \text{ m}$
Στρατόπεδο	:	$H = 45 \text{ m}$
Παλαιολ. Μαρ.	:	$H = 54 \text{ m}$
Κολυμβητ.	:	$H = 65 \text{ m}$
Ναυαρίνου	:	$H = 83 \text{ m}$



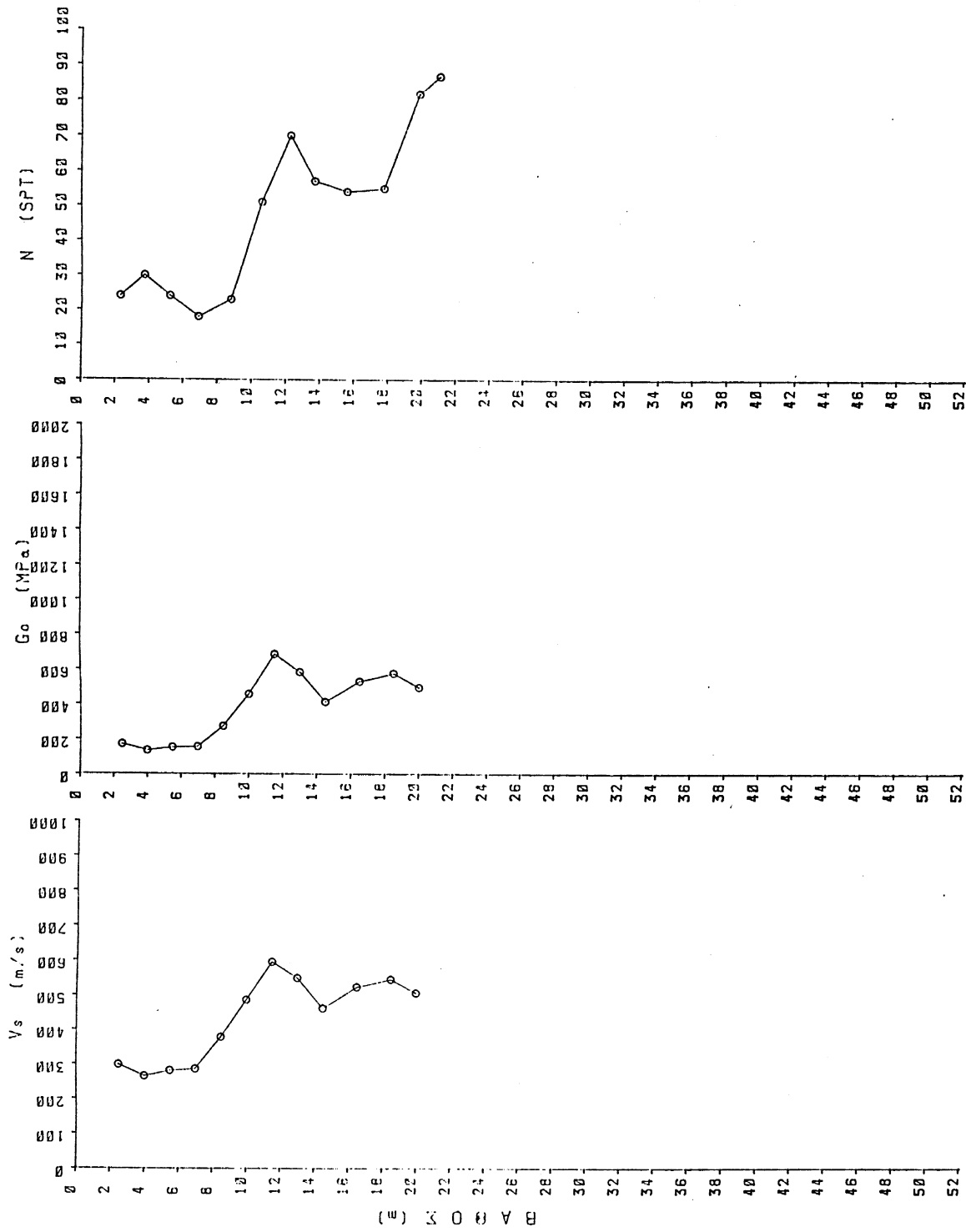
Σχ. 13 Τιμές του V_s, G₀ και N(SPT) σαν Συνάρτηση του Βάθους, Γεώτρηση Γ12 (Ναυαρ. - Ηρώων)



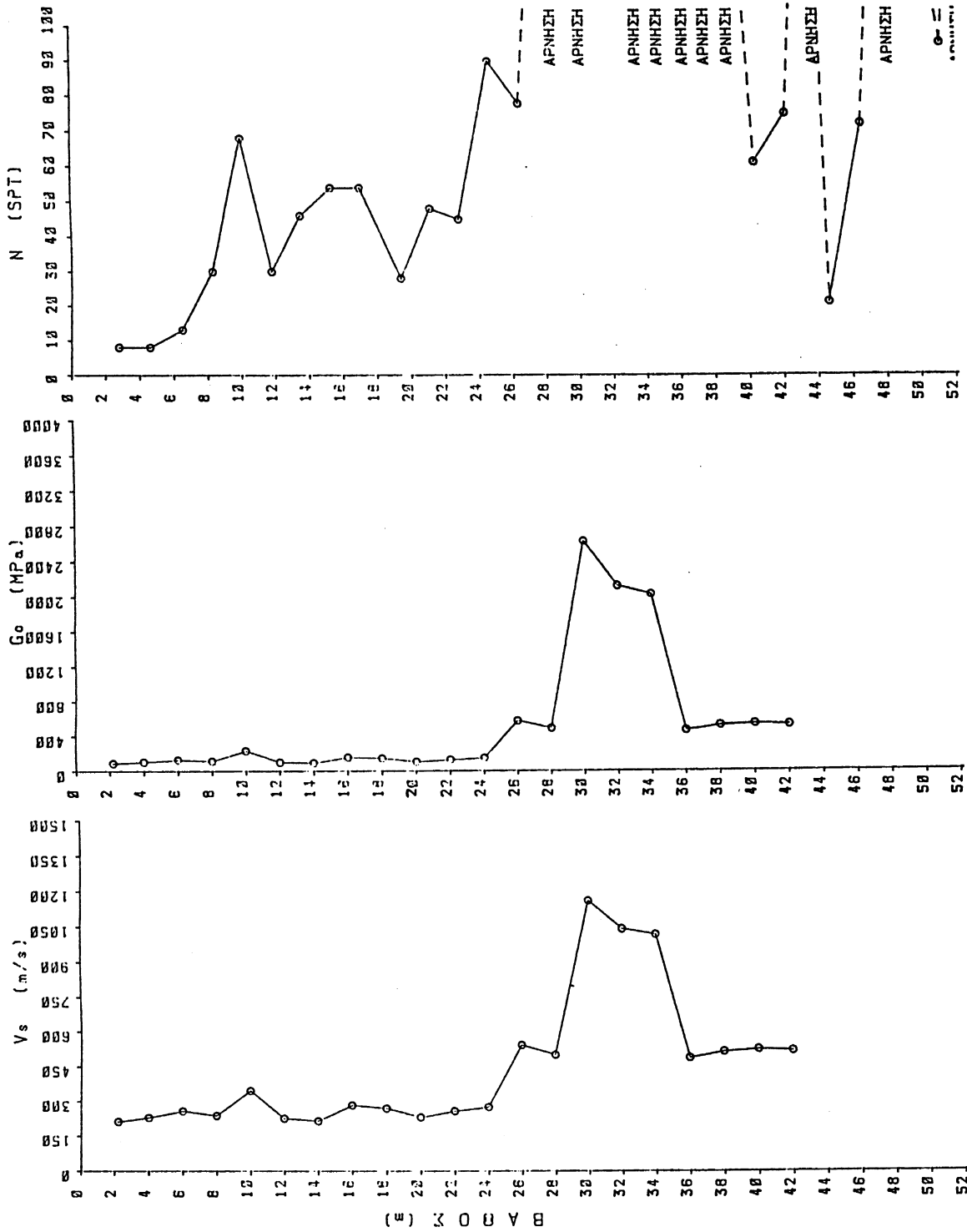
Σχ. 14 Τιμές του V_s , G_0 και $N(SPT)$ σαν συνάρτηση του βάθους, Γεώτρηση Γ14 (Στρατόπεδο)



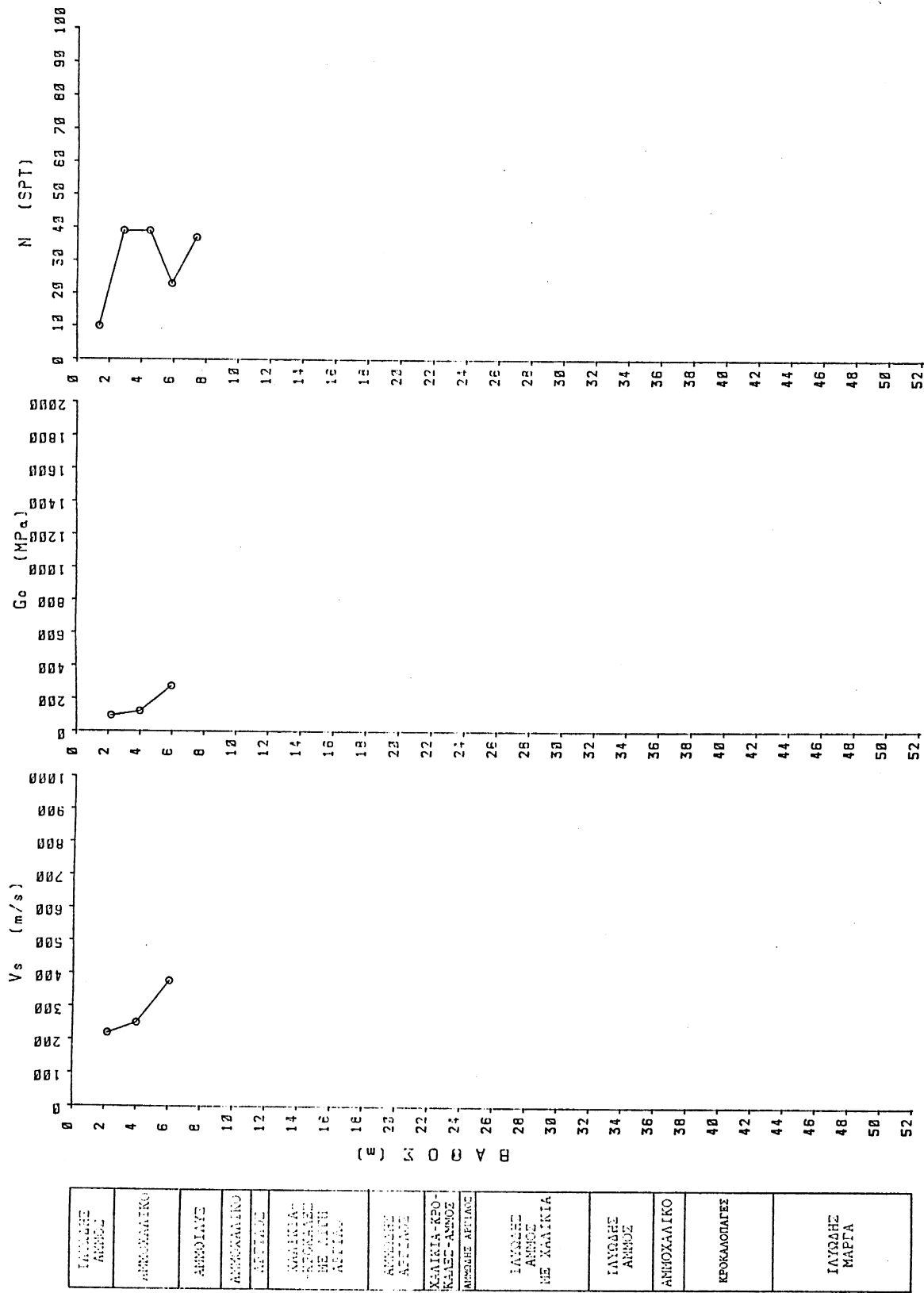
ΣΧ. 15 Τιμές του V_s , G_0 και $N(SPT)$ σαν Συνάρτηση του Βάθους, Γεώτρηση Γ18 (Παλαιολ. - Μαυρομ.)



Σχ. 16 Τιμές του V_s, G₀ και N(SPT) σαν Συνάρτηση του Βάθους, Γεώτρηση Γ19 (Υπαπαντή)



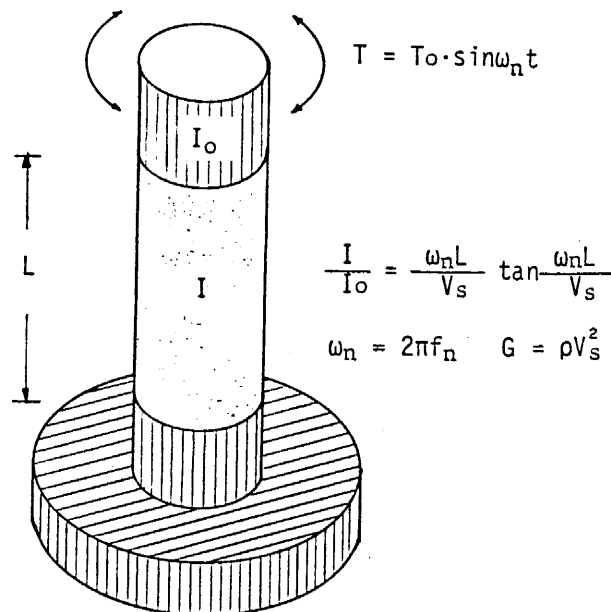
Σχ. 17 Τιμές του V_s , G_0 και $N(SPT)$ σαν Συνάρτηση του Βόθους, Γεώτρηση Γ26 (Κολυμβητήριο)



Σχ. 18 Τιμές του Vs, Go και N(SPT) σαν Συνάρτηση του Βάθους, Γεώτρηση Γ27 (Αριστείδου)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ

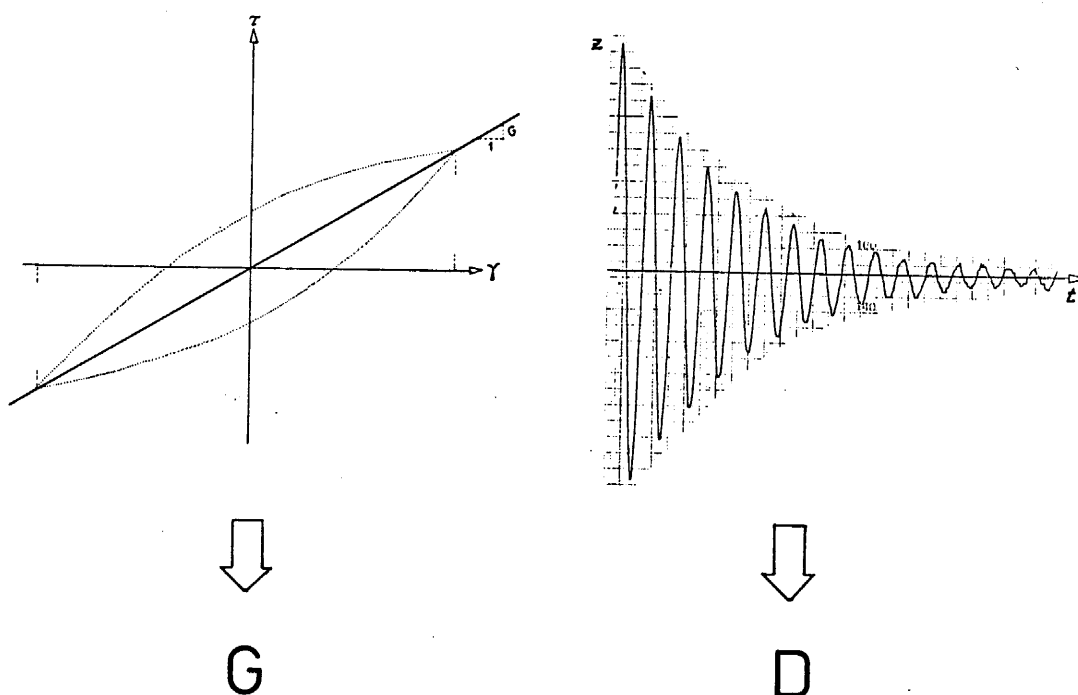
Η αρχή της δοκιμής συντονισμού εδαφικών δοκιμών φαίνεται στο Σχ. 19 (1,2,16, 23). Κυλινδρικό εδαφικό δοκίμιο μικρών διαστάσεων, με συνήθεις συνθήκες άκρων



Σχ. 19 Αρχή της Μεθόδου Συντονισμού

"πακτωμένο-ελεύθερο", τοποθετείται σε κατάλληλη συσκευή συντονισμού κάτω από συνθήκες ισότροπης ή ανισότροπης συμπίεσης. Στην κορυφή του δοκιμίου επιβάλλονται στρεπτικές αρμονικές ταλαντώσεις και εντοπίζεται η συχνότητα συντονισμού, f_n , του δοκιμίου. Η γνώση των διαστάσεων και της μάζας του δοκιμίου σε συνδυασμό με τη συχνότητα συντονισμού επιτρέπει τον υπολογισμό της ταχύτητας διάδοσης των εγκάρσιων κυμάτων, V_s , και στη συνέχεια του μέτρου διάτμησης, G , Σχ. 20(α). Η καταγραφή των ελεύθερων φθινουσών ταλαντώσεων του εδαφικού δοκιμίου επιτρέπει επίσης τον προσδιορισμό του λόγου απόσβεσης, D , του εδαφικού υλικού, Σχ. 20(β).

Η μέθοδος συντονισμού εδαφικών δοκιμών επινοήθηκε στο τέλος της δεκαετίας του 1930, άρχισε όμως να αναπτύσσεται μετά το 1960(23). Ο βαθμός εξέλιξης της μεθόδου επέτρεψε την επίσημη προτυποποίηση της αντίστοιχης δοκιμής το 1981 από την Αμερικανική Ένωση Δοκιμών και Υλικών (ASTM) με κωδικό αριθμό D 4015-81 (7). Πολλά από τα προβλήματα της μεθόδου μαζί με προτεινόμενες λύσεις και βελτιώσεις έχουν συζητηθεί εκτενώς στο παρελθόν (2) ενώ νέες δυνατότητες και προοπτικές της μεθόδου έχουν παρουσιαστεί πρόσφατα (12). Ένα από τα πλεονεκτήματα της δοκιμής συντονισμού είναι ότι επιτρέπει τη μελέτη της επίδρασης σημαντικών παραμέτρων όπως το μέγεθος της διατμητικής παραμόρφωσης, γ , το μέγεθος της τάσης συμπίεσης,

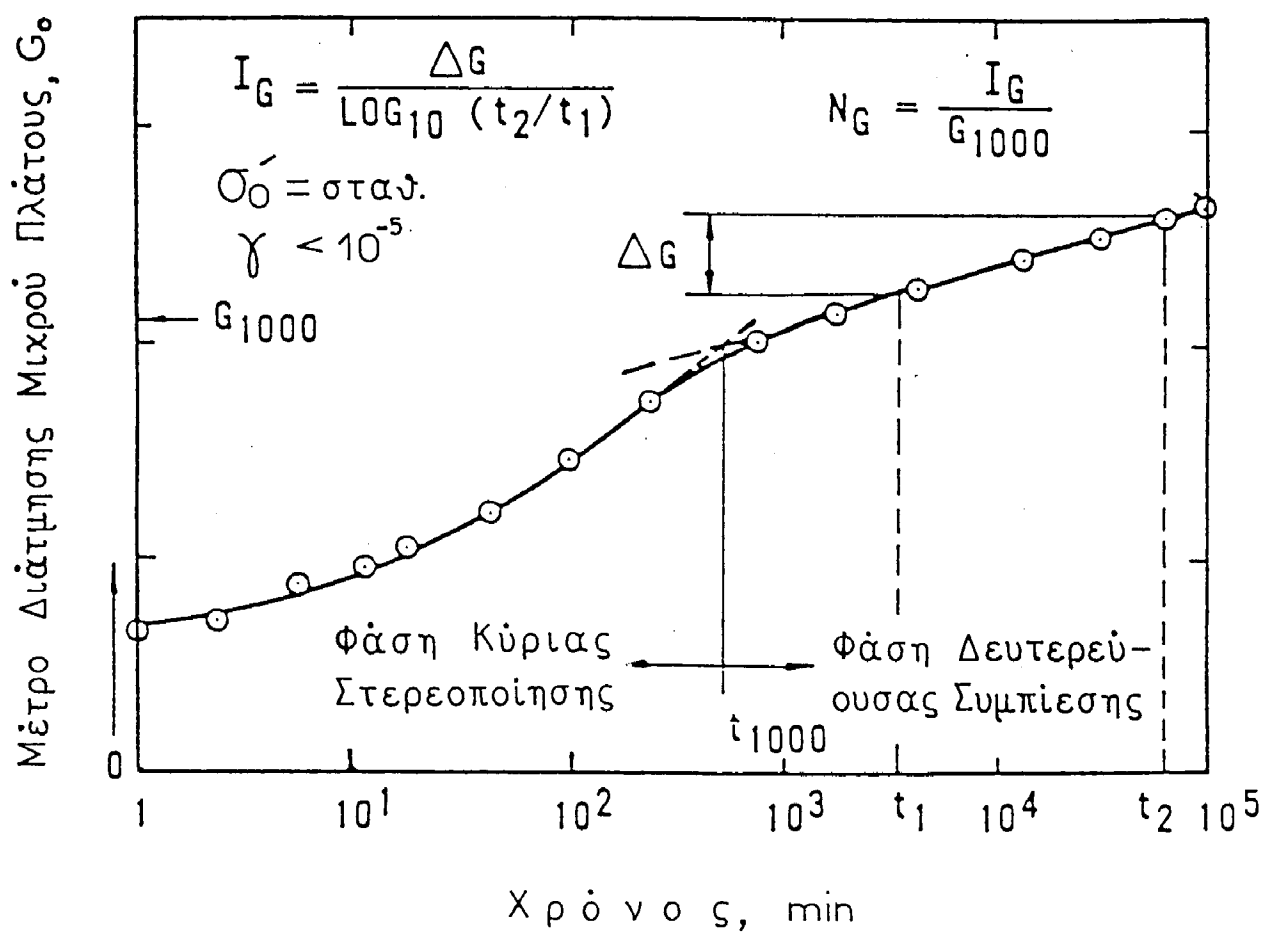


Σχ. 20 Δυναμικές Ιδιότητες του Εδάφους που Προσδιορίζονται
Κατά τη Δοκιμή Συντονισμού

σ₀, και η διάρκεια συμπίεσης, t , του εδαφικού στοιχείου. Η επίδραση της διάρκειας συμπίεσης κατά τη δοκιμή συντονισμού επηρεάζει σημαντικά την τιμή των δυναμικών ιδιοτήτων των συνεκτικών εδαφών (5). Στην περίπτωση του μέτρου διάτμησης μικρού πλάτους, G_0 , η επίδραση του χρόνου περιγράφεται ποσοτικά με το ρυθμό δευτερεύουσας αύξησης, I_G , ή N_G , όπως φαίνεται στο Σχ. 21.

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, κατά τη διάνοιξη της γεώτρησης λήψης των δοκιμών Cross-Hole στην πόλη της Καλαμάτας από το ΚΕΔΕ έγινε δειγματοληψία "αδιατάρακτων" δειγμάτων από διάφορα βάθη. Μερικά από τα αδιατάρακτα αυτά δείγματα τέθηκαν στη διάθεση του Εργαστηρίου Γεωτεχνικής Μηχανικής του Πανεπιστημίου Πατρών για τη διεξαγωγή δοκιμών συντονισμού. Κατάλογος των διαθέσιμων αυτών δειγμάτων με τα βάθη από τα οποία προέρχεται το κάθε δείγμα δίνεται στον Πίν. II. Η σύσταση των δειγμάτων της γεώτρησης Γ 26 (Κολυμβητήριο) ήταν τέτοια (αμμοίλυς) ώστε δεν έγινε δυνατή η προετοιμασία αδιατάρακτων δοκιμών για τη δοκιμή συντονισμού. Το δείγμα της γεώτρησης Γ 27 (Αριστείδου) δεν κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί, επειδή οι μετρήσεις Cross-Hole στη γεώτρηση αυτή περιορίστηκαν μόνο στα πρώτα επτά μέτρα βάθους λόγω τεχνικών προβλημάτων. Από τα δείγματα των γεωτρήσεων Γ 14 και Γ 19 που είναι της ίδιας σύστασης (αμμώδης ή ιλυώδης μάργα) αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί για τις δοκιμές συντονισμού το δείγμα Γ 14 (14.0-14.40 m).

Η διεξαγωγή των δοκιμών συντονισμού έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές D 4015-81



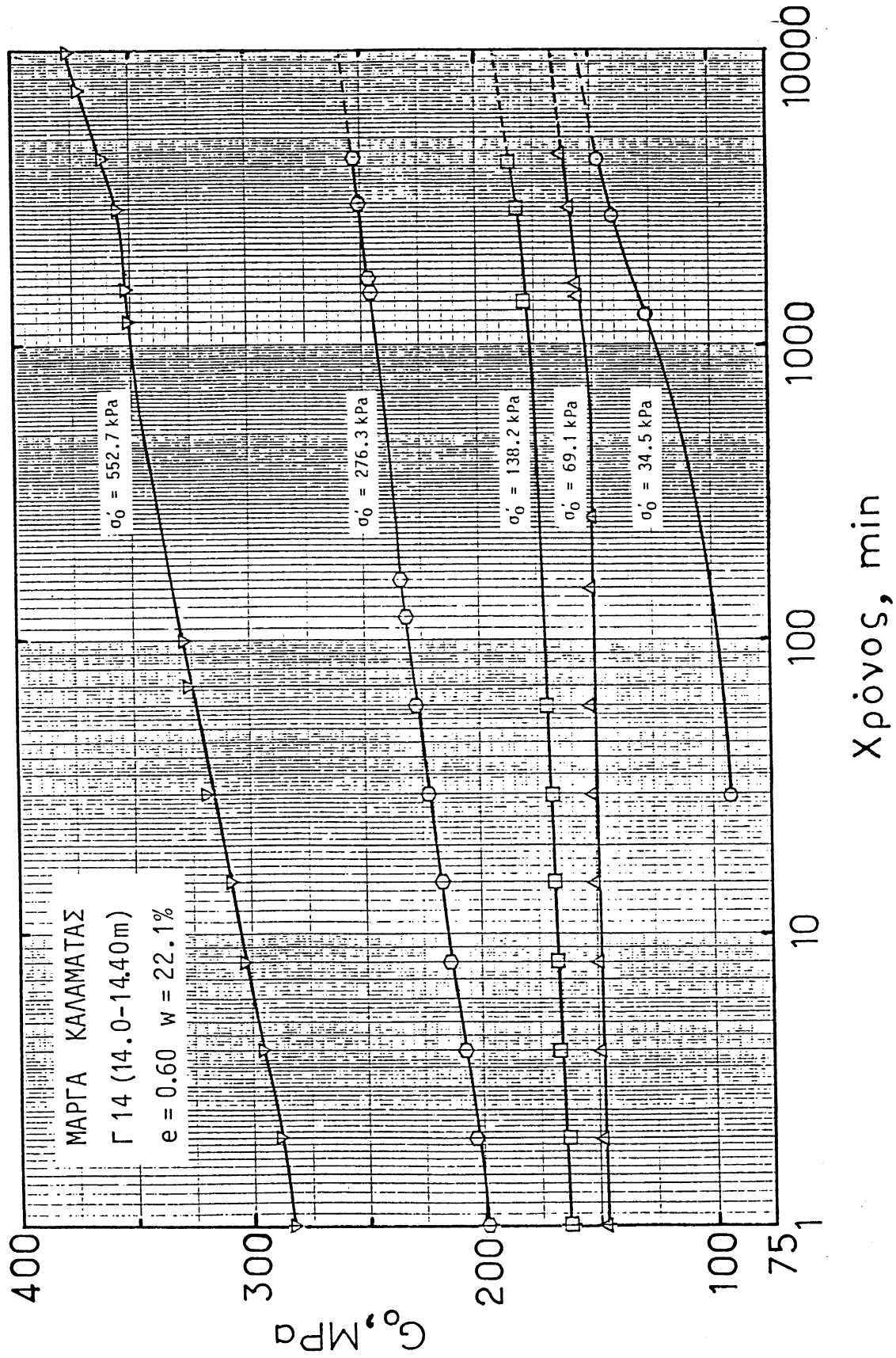
Σχ. 21 Επίδραση της Διάρκειας Συμπίεσης στην Τιμή του G_0 που Προσδιορίζεται από Δοκιμή Συντονισμού

Πίνακας II. Διαθέσιμα Εδαφικά Δείγματα

Γεώτρηση	Βάθος Αδιατάρακτου Δείγματος (m)
Γ 14 (Στρατόπεδο)	7.40 - 8.00 14.00 - 14.40 24.20 - 24.80
Γ 19 (Υπαπαντή)	6.00 - 6.60
Γ 26 (Κολυμβητήριο)	7.40 - 8.00 20.20 - 20.80
Γ 27 (Αριστείδου)	2.00 - 2.60

Σκοπός των δοκιμών συντονισμού που διεξήχθησαν στα πλαίσια της Εκτέλεσης των Ειδικών Δοκιμών ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της διάρκειας συμπίεσης, του μεγέθους της συμπίεσης και του μεγέθους της διατμητικής παραμόρφωσης πάνω στις δυναμικές ιδιότητες του "αδιατάρακτου" μαργαϊκού δείγματος Γ 14(14.0-14.40 m). Το διάγραμμα του Σχ. 25 παρουσιάζει την επίδραση της διάρκειας συμπίεσης πάνω στην τιμή του μέτρου διάτμησης μικρού πλάτους, G_0 , του συνεκτικού δοκιμίου, για αυξανόμενες τιμές της τάσης συμπίεσης, σ'_0 . Η διάρκεια της δοκιμής συντονισμού για κάθε φορτιοβαθμίδα ήταν μεγαλύτερη των 4000 min (και για την τελευταία φορτιοβαθμίδα μεγαλύτερος των 10000 min) ώστε ο ρυθμός δευτερεύουσας αύξησης του G_0 να μπορεί να προσδιοριστεί με βεβαιότητα. Οι τιμές του ρυθμού δευτερεύουσας αύξησης, I_G , και του κανονικοποιημένου ρυθμού δευτερεύουσας αύξησης, N_G , που προσδιορίστηκαν από το διάγραμμα του Σχ. 25 δίνονται στον Πίν. ΙΙΙ. Για τιμές της $\sigma'_0 < 200$ kPa, η τιμή του N_G είναι μικρότερη του 10%, μέγεθος χαρακτηριστικό των προστερεοποιημένων αργίλων (5). Αντίθετα για τιμές της $\sigma'_0 > 276$ kPa, η τιμή του N_G γίνεται ίση με 13%, που χαρακτηρίζει κανονικά στερεοποιημένες αργίλους (5). Το διάγραμμα του Σχ. 26 παρουσιάζει την επίδραση της τάσης συμπίεσης, σ'_0 , πάνω στην τιμή του G_0 . Στο ίδιο διάγραμμα δίνεται και η περιοχή τιμών της σ'_0 που εκτιμάται ότι ισχύει στο βάθος από το οποίο προέρχεται το εδαφικό δείγμα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές του G_0 του Σχ. 26 αντιστοιχούν σε διάρκεια συμπίεσης ίση με 4000 min.

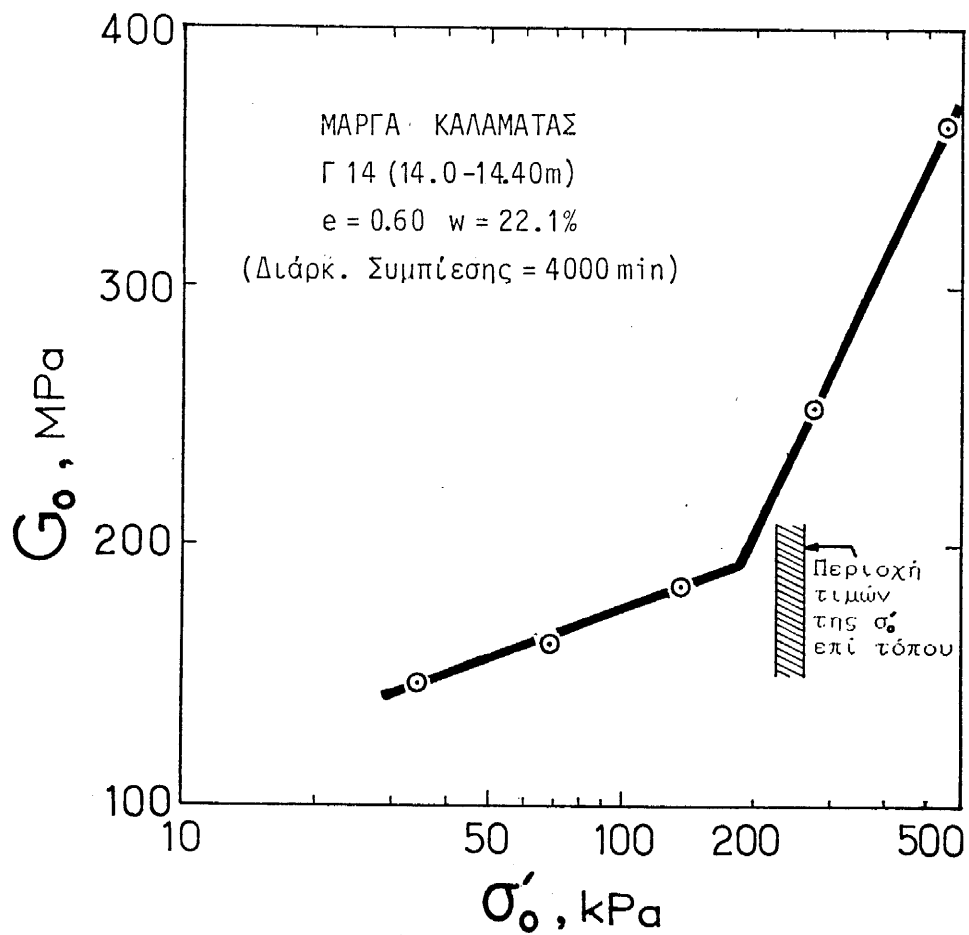
Η επίδραση του πλάτους της διατμητικής παραμόρφωσης, γ , πάνω στο δυναμικό μέτρο διάτμησης και το λόγο απόσβεσης παρουσιάζεται στα διαγράμματα των Σχ. 27 και 28. Ας σημειωθεί ότι η τιμή του γ που χρησιμοποιείται στα διαγράμματα αυτά είναι η μέση τιμή που αντιστοιχεί σε απόσταση από το κέντρο του εδαφικού δοκιμίου ίση με τα 2/3 της ακτίνας του. Σύμφωνα με το Σχ. 27, η τιμή του μέτρου διάτμησης, G_0 , μειώνεται κατά 20% περίπου όταν το γ αυξάνεται από 10^{-5} σε 1.5×10^{-4} ενώ η τιμή του λόγου απόσβεσης, D , αυξάνεται από την τιμή $D \approx 2\%$ στην τιμή $D \approx 8\%$ για την ίδια αύξηση της τιμής του γ . Ο προσδιορισμός των τιμών του λόγου απόσβεσης έγινε κατά τη διάρκεια των δοκιμών συντονισμού με χρήση της μεθόδου καταγραφής των φθινουσών ταλαντώσεων του εδαφικού δοκιμίου. Στο Σχ. 29 φαίνεται η οθόνη του παλμογράφου ψηφιακής μνήμης με τα σήματα διέγερσης και απόκρισης κατά τη διάρκεια ενός προσδιορισμού της απόσβεσης του μαργαϊκού δοκιμίου, ενώ στο Σχ. 30 φαίνεται μόνιμη φωτογραφική καταγραφή των σημάτων της οθόνης. Στο Παράρτημα Β δίνονται τα αποτελέσματα όλων των δοκιμών συντονισμού.



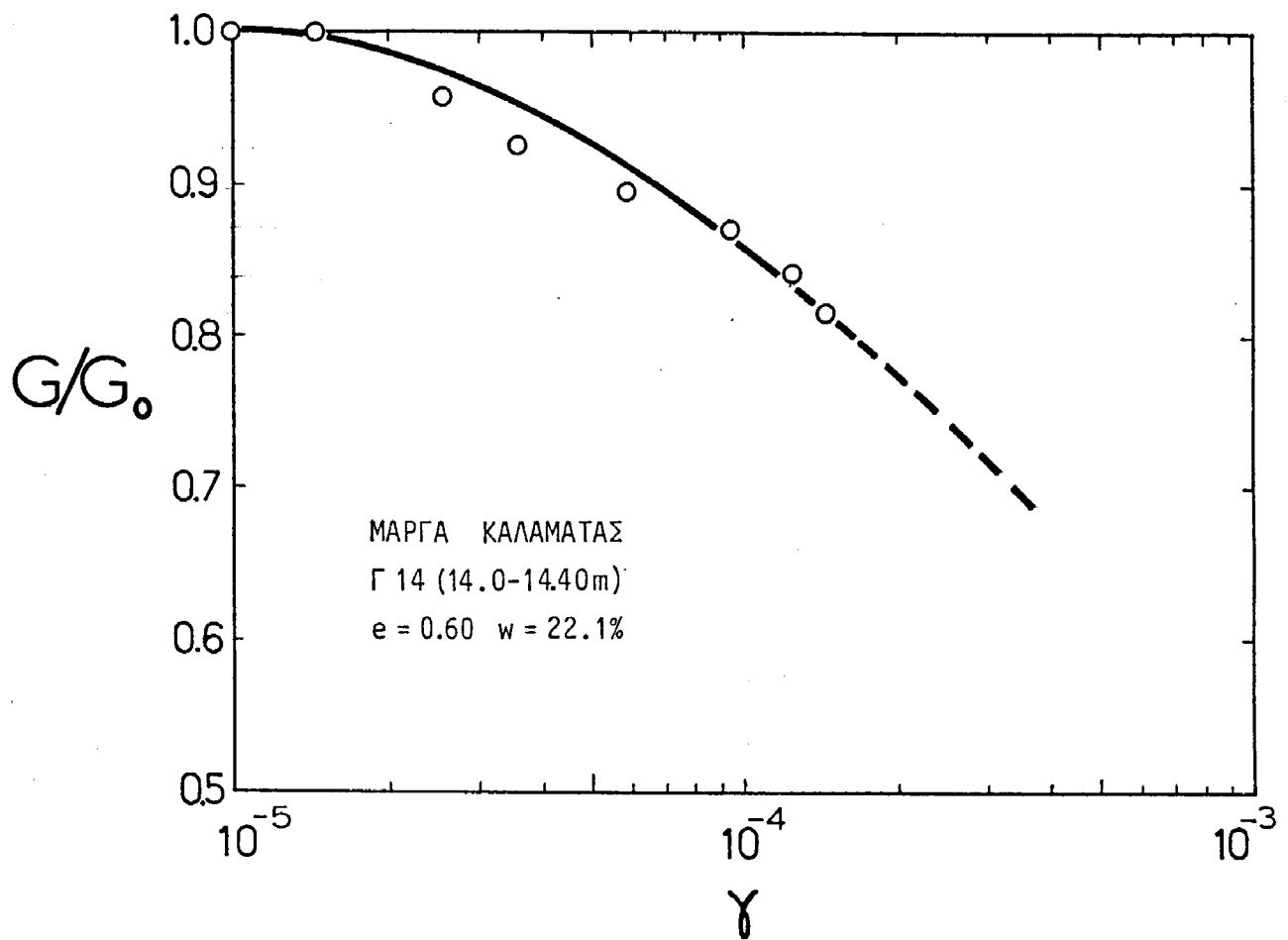
ΣΧ. 25 Επίδραση της Διόγκειας Συμπύεσης στην Τιμή του G_0 του Δείγματος της Μάρνας Καλαμάτας

Πίνακας III. Ρυθμοί Δευτερεύουσας Αύξησης του G_0

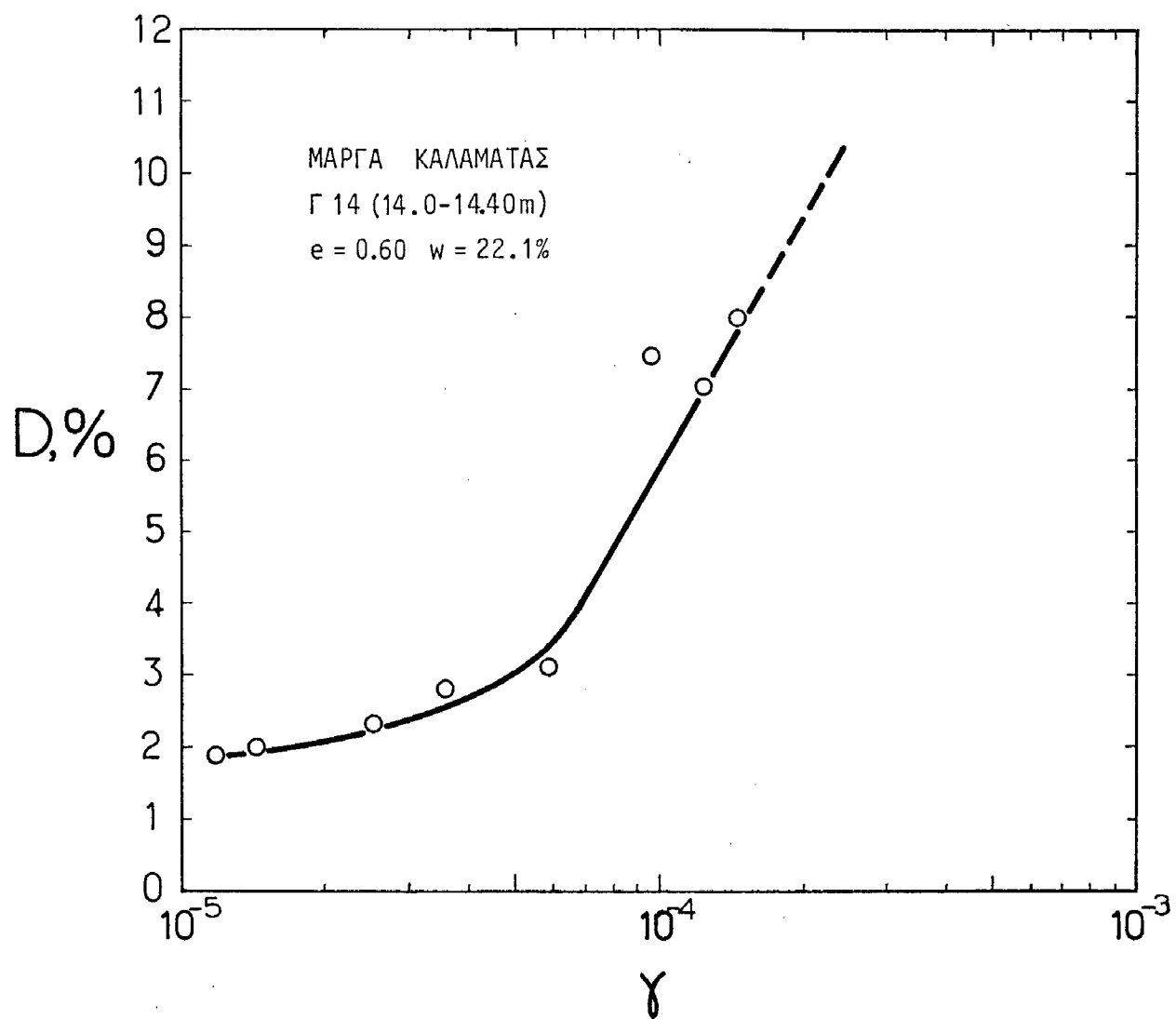
σ'_0 (kPa)	I_G (MPa/λογ.κύκλ.)	N_G (%)
34.5		
69.1	13.5	8.8
138.2	18.0	10.2
276.3	15.0	6.1
552.7	45.5	13.0



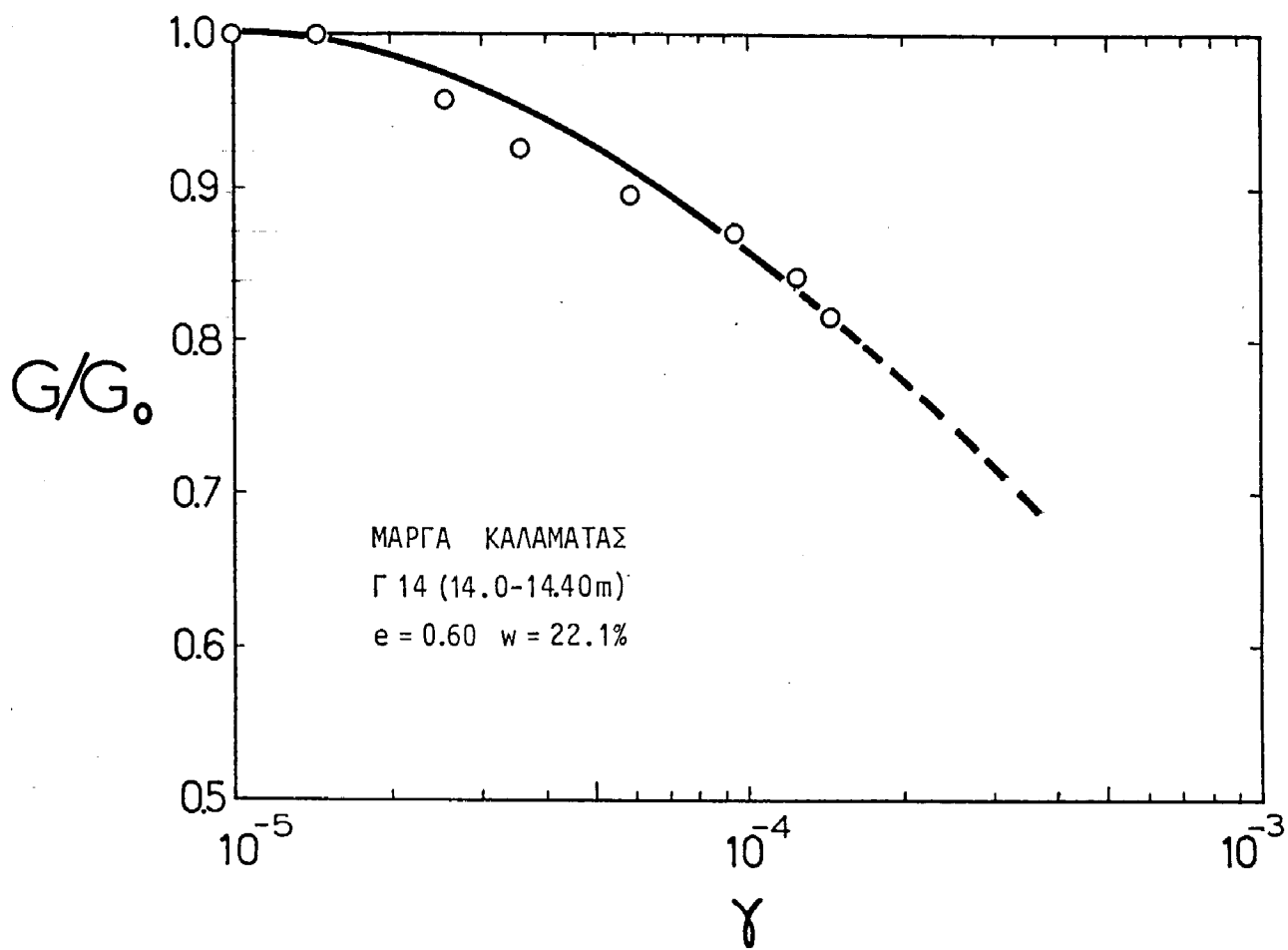
Σχ. 26 Επίδραση του Μεγέθους της Ισότροπης Συμπίεσης Πάνω στην Τιμή του G_0 της Μάργας Καλαμάτας



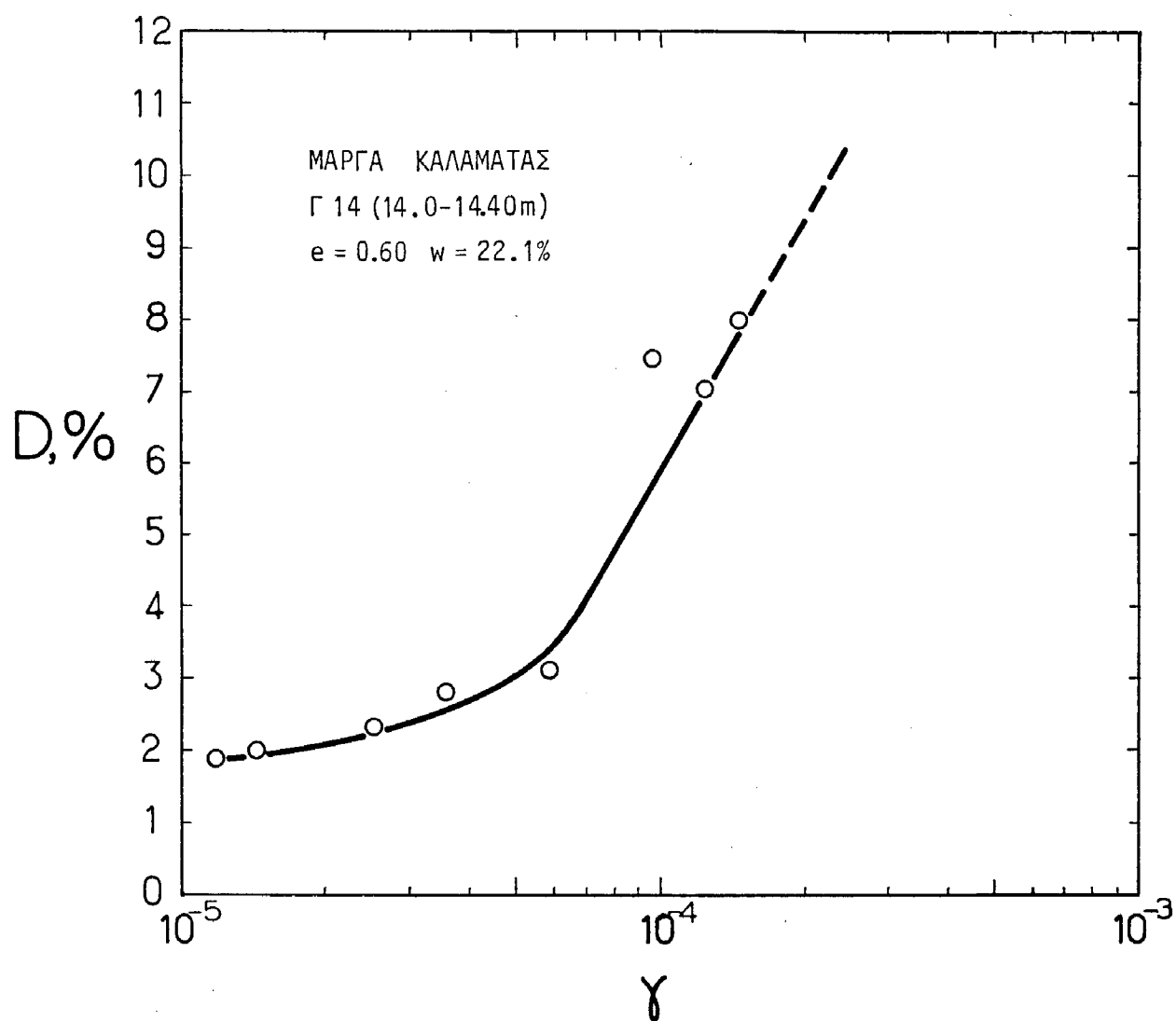
Σχ. 27 Επίδραση της Διατμητικής Παραμόρφωσης Πάνω στην Τιμή του Μέτρου Διάτμησης της Μάργας Καλαμάτας



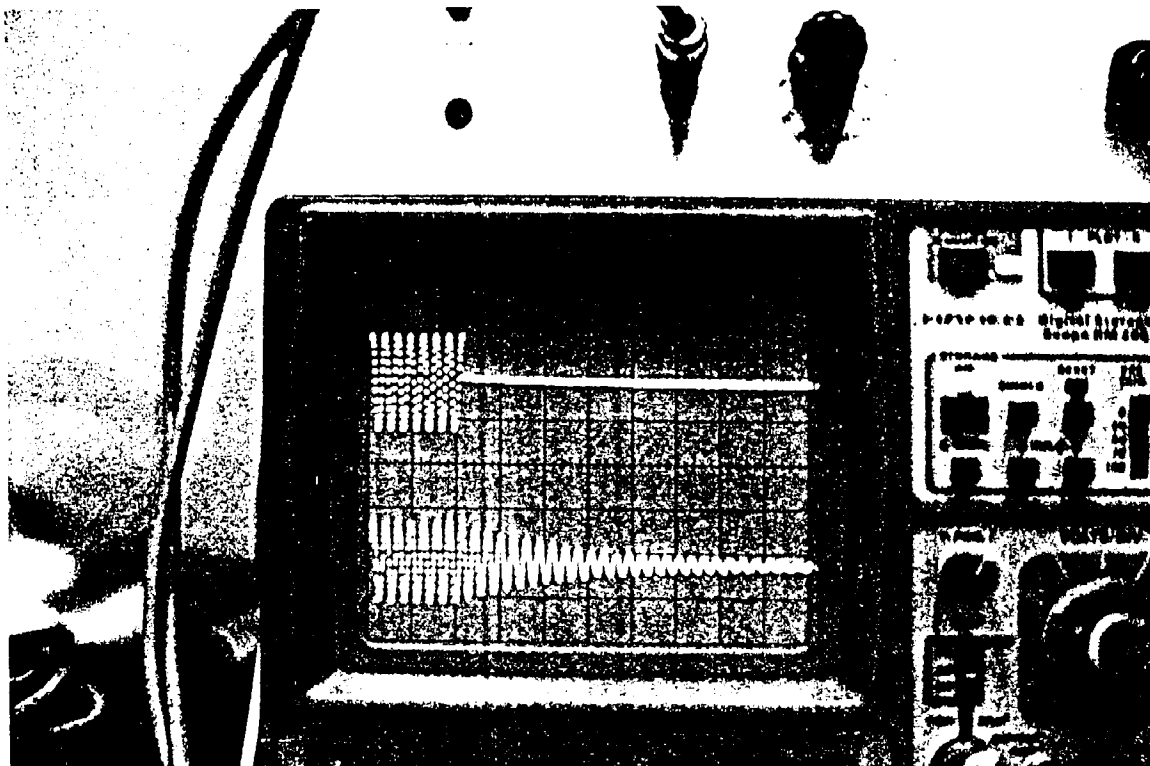
Σχ. 28 Επίδραση της Διατμητικής Παραμόρφωσης Πάνω στην Τιμή του Λόγου Απόσβεσης της Μάργας Καλαμάτας



Σχ. 27 Επίδραση της Διατμητικής Παραμόρφωσης Πάνω στην Τιμή του Μέτρου Διάτμησης της Μάργας Καλαμάτας



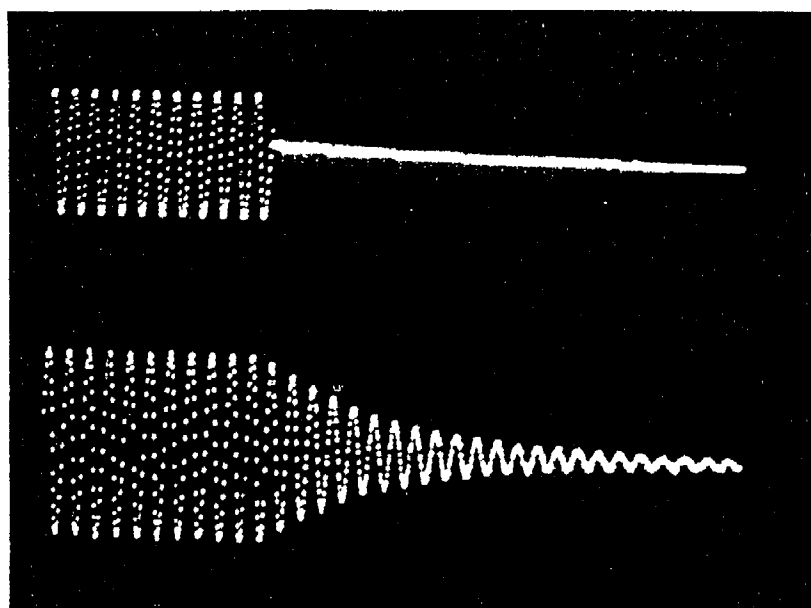
Σχ. 28 Επίδραση της Διατμητικής Παραμόρφωσης Πάνω στην Τιμή του Λόγου Απόσβεσης της Μάργας Καλαμάτας



Σχ. 29 Καταγραφή των Σημάτων Διέγερσης και Απόκρισης στην Οθόνη Παλμογράφου Ψηφιακής Μνήμης Κατά τον Προσδιορισμό της Απόσβεσης Εδαφικού Δοκιμίου

Σήμα Διέγερσης
Εδαφικού Δοκιμίου

Σήμα Απόκρισης
Εδαφικού Δοκιμίου



Σχ. 30 Φωτογραφική Αποτύπωση των Σημάτων του Σχ. 29

Σύγκριση Επί-Τόπου και Εργαστηριακών Μετρήσεων

Η διεξαγωγή μετρήσεων Cross-Hole και δοκιμών συντονισμού σε δείγματα προερχόμενα από τις γεωτρήσεις των δοκιμών Cross-Hole, κάνει δυνατή τη σύγκριση των τιμών του μέτρου διάτμησης, G_0 , που αποκτήθηκε από τις δύο μεθόδους. Η εργαστηριακή τιμή του G_0 που αντιστοιχεί στην τιμή του σ'_0 που εκτιμάται ότι ισχύει σε βάθος 14.0m στη γεώτρηση Γ 14, προκύπτει από το διάγραμμα του Σχ. 26, ως:

$$G_{0\text{ΕΡΓ}} \approx 234 \text{ MPa}$$

Η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε πλάτος διατμητικής παραμόρφωσης $\gamma \approx 10^{-5}$. Η επί-τόπου τιμή του G_0 προκύπτει από το διάγραμμα του Σχ. 14 ίση με:

$$G_{0\text{ΠΕΔ}} \approx 629 \text{ MPa}$$

Η τιμή αυτή αντιστοιχεί σε πλάτος διατμητικής παραμόρφωσης $\gamma \approx 10^{-7}$ έως 10^{-6} . Σύγκριση των δύο τιμών δείχνει ότι η επί-τόπου τιμή είναι περίπου 2.6 φορές μεγαλύτερη της εργαστηριακής τιμής. Παρόμοια αποτελέσματα συγκρίσεων έχουν παρουσιαστεί αρκετές φορές στην βιβλιογραφία (4,6,20). Τα αίτια της διαφοράς των δύο τιμών είναι τα εξής: 1) το πλάτος της διατμητικής παραμόρφωσης που αντιστοιχεί στην επί-τόπου τιμή είναι 10 έως 100 φορές μικρότερο σε σχέση με το αντίστοιχο της εργαστηριακής τιμής, με αποτέλεσμα την αυξημένη τιμή του $G_{0\text{ΠΕΔ}}$ σε σχέση με το $G_{0\text{ΕΡΓ}}$, 2) η διαταραχή που συνοδεύει τη δειγματοληψία και την προετοιμασία του εδαφικού δοκιμίου έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της τιμής του $G_{0\text{ΕΡΓ}}$. Η μείωση αυτή γίνεται εντονότερη όσο μεγαλύτερη είναι η "ηλικία" του εδαφικού στρώματος και όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του G_0 , 3) η προσωρινή αποφόρτιση και επαναφόρτιση που συνεπάγεται η δειγματοληψία έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της τιμής του $G_{0\text{ΕΡΓ}}$ και η μείωση αυτή γίνεται εντονότερη όσο μεγαλύτερη είναι η "ηλικία" του εδαφικού στρώματος.

Είναι γνωστό (1) ότι οι μειώσεις της τιμής του $G_{0\text{ΕΡΓ}}$ με αριθμούς (2) και (3), όπως αναφέρθηκαν πιο πάνω δεν είναι μόνιμες αλλά κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών δοκιμών παρατηρείται βαθμιαία ανάκτηση των απωλειών ακαμψίας του εδαφικού δοκιμίου. Η βαθμιαία αυτή ανάκτηση ακαμψίας αποτελεί την επίδραση του χρόνου πάνω στην τιμή του G_0 , όπως παρουσιάζεται στο Σχ. 25, και περιγράφεται με τους ρυθμούς δευτερεύουσας αύξησης, I_G και N_G που ορίστηκαν στο Σχ. 21. Λαβαίνοντας υπόψη τη μέση τιμή $I_G = 30 \text{ MPa/λογ.κύκλ.}$, υπολογίζεται ότι απαιτούνται 12.3 λογαριθμικοί κύκλοι χρόνου στο εργαστήριο ώστε η τιμή του $G_{0\text{ΕΡΓ}}$ να συμπίψει με την τιμή $G_{0\text{ΠΕΔ}}$. Χρησιμοποιώντας εμπειρική σχέση που έχει καταρτίσει ο συγγραφέας (1) για αργίλους με δείκτη πλαστικότητας $I_p = 18$, μπορεί να υπολογιστεί η "ηλικία" του συγκεκριμένου μαργαϊκού δείγματος. Οι υπολογισμοί οδηγούν σε ηλικία της τάξης των 500 000 ετών, γεγονός που είναι ενδιαφέρον να

εξεταστεί και από γεωλογική σκοπιά.

Συμπερασματικά παρατηρείται ότι για να υπάρξει συμφωνία μεταξύ επί-τόπου και εργαστηριακής τιμής του G_0 θα πρέπει η τελευταία να διορθωθεί λαβαίνοντας υπόψη τις επιδράσεις του χρόνου κατά τη διάρκεια της δοκιμής συντονισμού καθώς και την ηλικία του εδαφικού στρώματος.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με βάση τα αποτελέσματα των επί-τόπου και εργαστηριακών δοκιμών που περιγράφονται στα προηγούμενα κεφάλαια συνάγονται τα ακόλουθα συμπεράσματα:

1. Οι επί-τόπου μετρήσεις Cross-Hole επέτρεψαν την απόκτηση τιμών της ταχύτητας διάδοσης των εγκάρσιων κυμάτων, V_s , και του μέτρου διάτμησης μικρού πλάτους, G_0 , ως συναρτήσεων του βάθους, σε έξι χαρακτηριστικές εδαφικές τομές του υπεδάφους της Καλαμάτας, μέχρι ένα μέγιστο βάθος ίσο με 51 m. Οι τιμές αυτές των V_s και G_0 μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα στους εδαφοδυναμικούς υπολογισμούς που απαιτούνται για τη σύνταξη της Μικροζωνικής Καλαμάτας.
2. Λαβαίνοντας υπόψη τη σχετικά ομαλή τάση αύξησης των τιμών του V_s και G_0 με το βάθος, είναι δυνατή η προσεγγιστική επέκταση των αποτελεσμάτων σε μεγαλύτερα βάθη και μέχρι το βάθος της "άκαμπτης βάσης" που είναι απαραίτητο στους εδαφοδυναμικούς υπολογισμούς. Αν γίνει δεκτό ότι το εδαφικό υλικό της "άκαμπτης βάσης" χαρακτηρίζεται από τις τιμές: $V_s \geq 750 \text{ m/sec}$ ή $G_0 \geq 1000 \text{ MPa}$, τότε τα βάθη, H , της άκαμπτης βάσης υπολογίζονται σε πρώτη προσέγγιση ως:

Γ 19 — Υπαπαντή :	$H = 37 \text{ m}$
Γ 14 — Στρατόπεδο:	$H = 45 \text{ m}$
Γ 18 — Παλ. Μαρμ.:	$H = 54 \text{ m}$
Γ 26 — Κολυμβητ. :	$H = 65 \text{ m}$
Γ 12 — Ναυαρίνου :	$H = 83 \text{ m}$
3. Οι εργαστηριακές δοκιμές συντονισμού επέτρεψαν την απόκτηση τιμών για το λόγο απόσβεσης, D , και το λόγο G/G_0 του μαργαϊκού στρώματος που συναντάται σε κυμαινόμενα βάθη στο υπέδαφος της Καλαμάτας, για τιμές της διατμητικής παραμόρφωσης από $\gamma = 10^{-5}$ έως $\gamma = 1.5 \times 10^{-4}$. Οι τιμές αυτές του D και G/G_0 μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα σε εδαφοδυναμικούς υπολογισμούς που απαιτούν μη-γραμμική και μη-ελαστική συμπεριφορά του εδαφικού υλικού, κατά τη σύνταξη της Μικροζωνικής της Καλαμάτας.

4. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της δοκιμής Cross-Hole και της δοκιμής συν-

τονισμού έδειξε ότι συμφωνία επιτυγχάνεται μόνον όταν ληφθεί υπόψη η διάρκεια της συμπίεσης κατά τη δοκιμή συντονισμού σε συνδυασμό με την ηλικία του εδαφικού στρώματος.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΩΝ CROSS - HOLE

Γεωτρήσεις : Γ 12 Ναυαρίνου - Ηρώων
Γ 14 Στρατόπεδο
Γ 18 Παλαιολόγου - Μαυρομιχάλη
Γ 19 Υπαπαντή
Γ 26 Κολυμβητήριο
Γ 27 Αριστείδου

1. Καταγραφές Σημάτων Άφιξης

Κλίμακα Χρόνου : $R = 10 \rightarrow 0.5 \text{ msec/mark}$
 $25 \rightarrow 1.0$
 $50 \rightarrow 2.0$
 $100 \rightarrow 4.0$
 $200 \rightarrow 8.0$

2. Υπολογισμοί Ταχυτήτων Διάδοσης

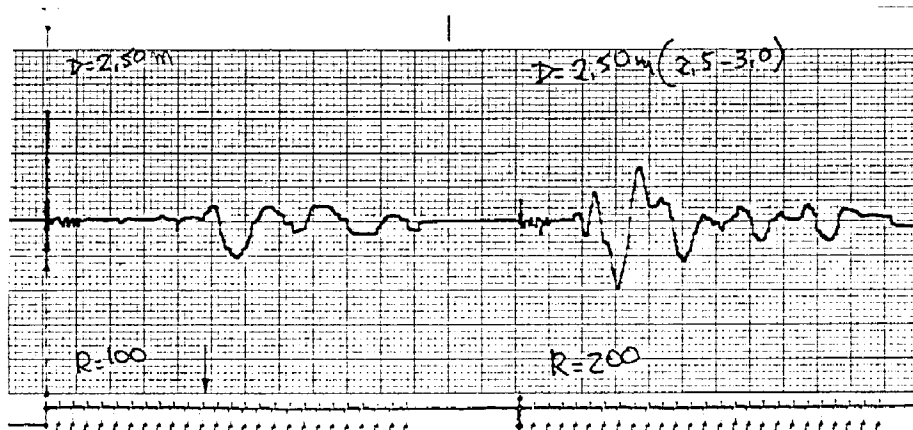
3. Διαγράμματα Μεταβολής V_s και G_0 με το Βάθος

ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE

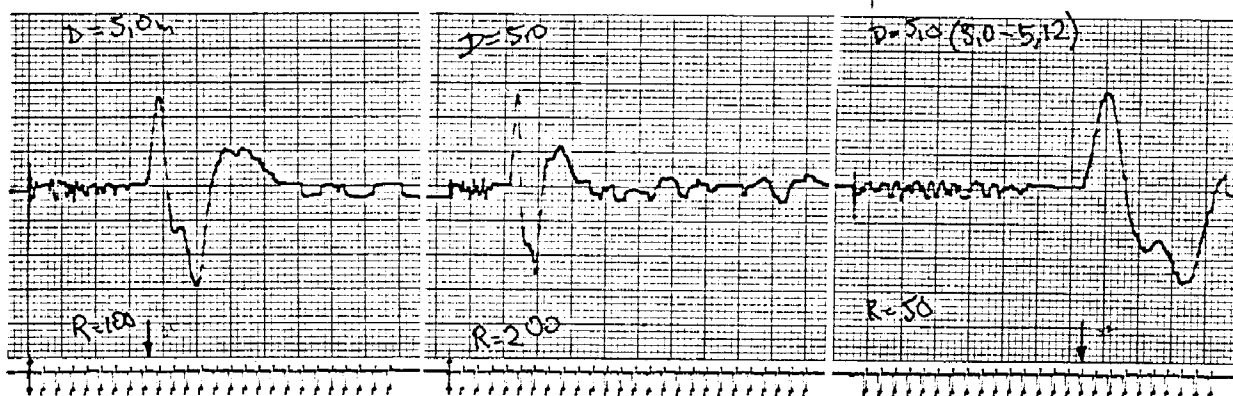
ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ : Γ12 - Γ12 (Α) (ΝΑΥΑΡΙΝΟΥ - ΗΡΩΩΝ)

Οριζόντια Απόσταση Γεωτρήσεων : $L = 6 \text{ m}$

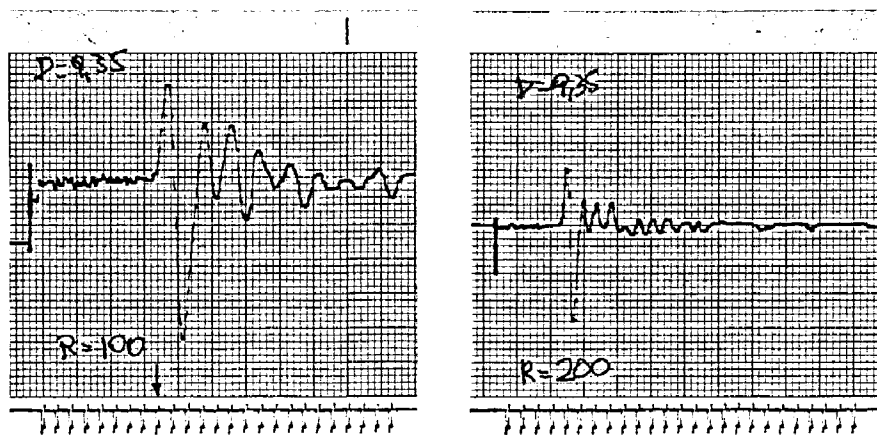
Βάθος $D = 2.50 \text{ m}$



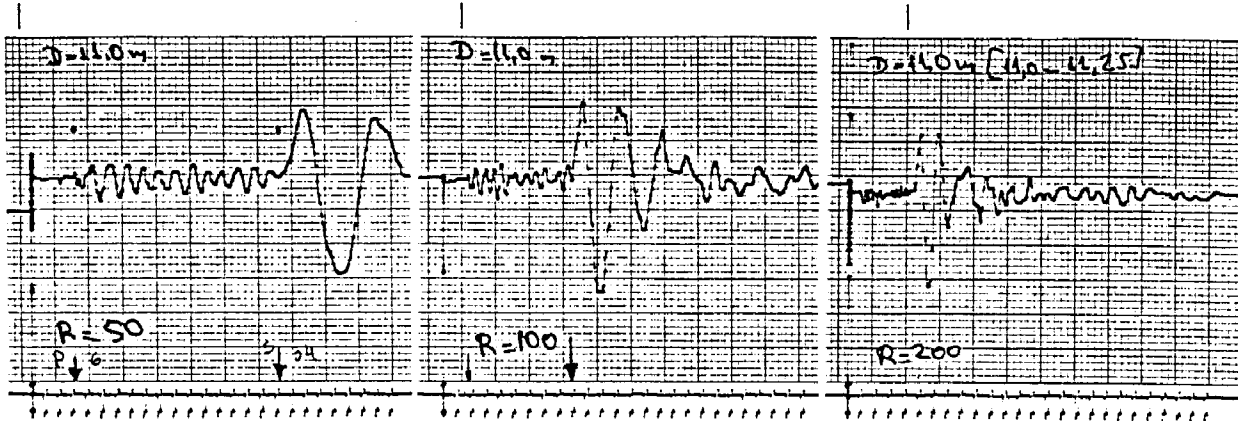
Βάθος $D = 5.0 \text{ m}$



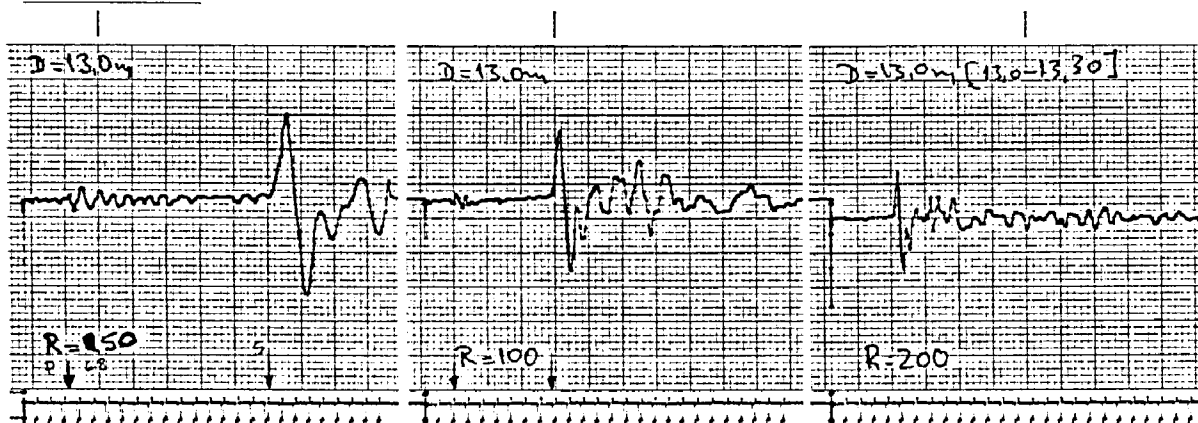
Βάθος $D = 9.35 \text{ m}$



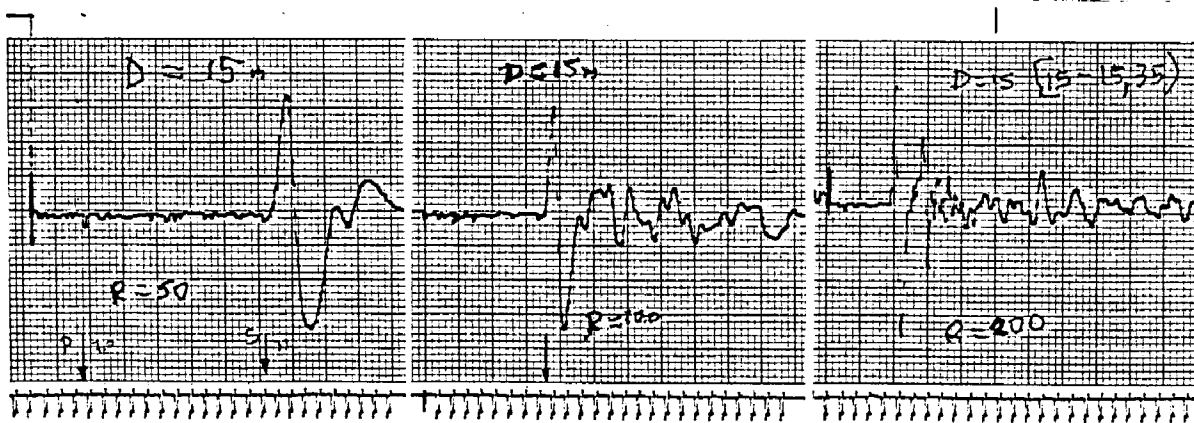
Βάθος $D = 11.0 \text{ m}$



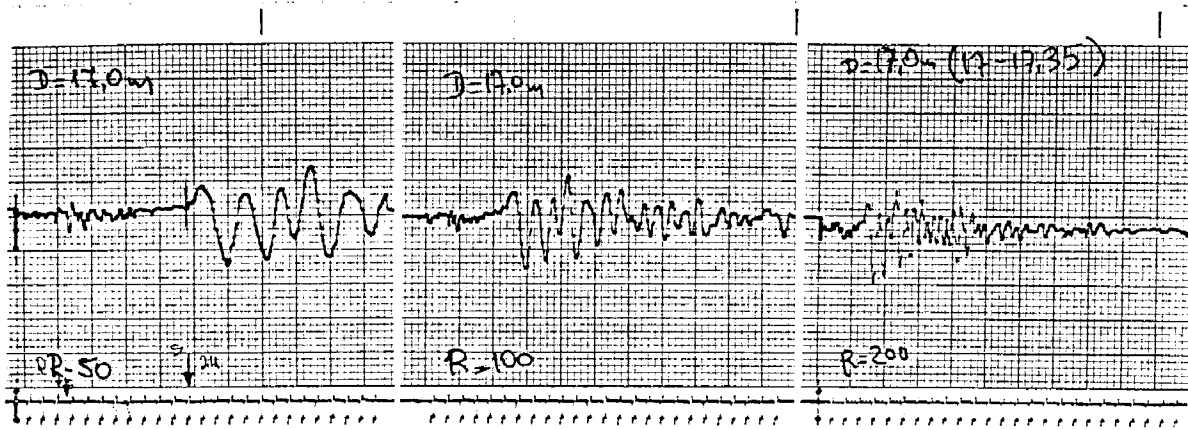
Βάθος $D = 13.0 \text{ m}$



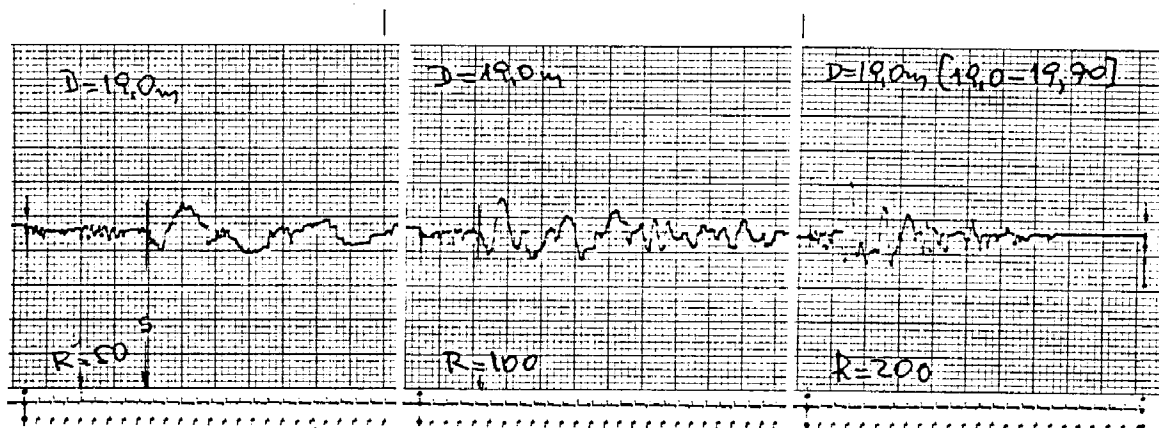
Βάθος $D = 15.0 \text{ m}$



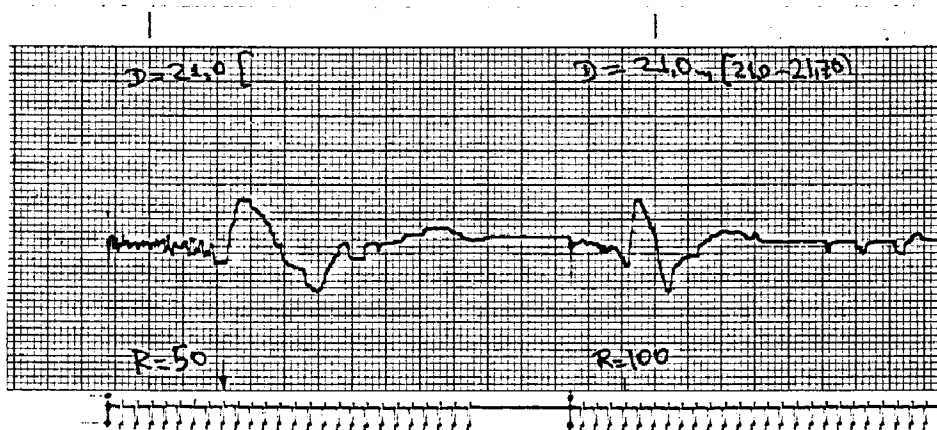
Βάθος $D = 17.0 \text{ m}$



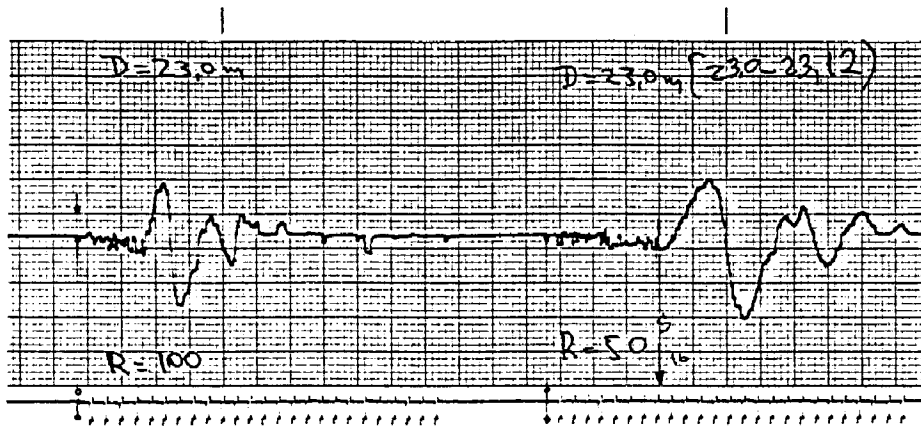
Βάθος $D = 19.0 \text{ m}$



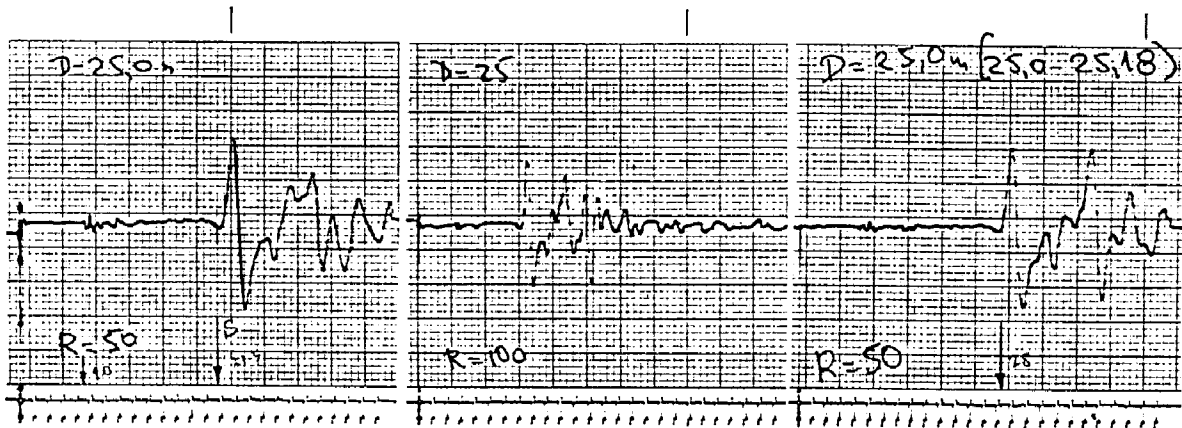
Βάθος $D = 21.0 \text{ m}$



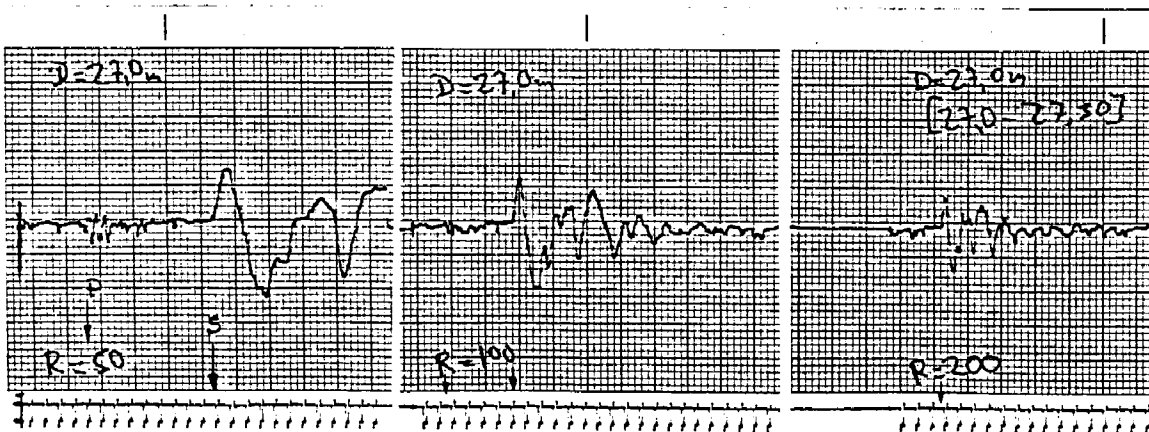
Bãθος D = 23.0 m



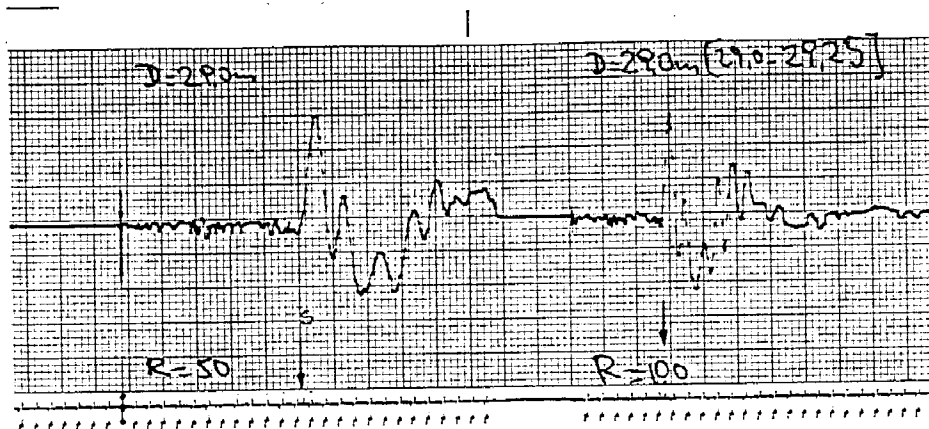
Bãθος D = 25.0 m



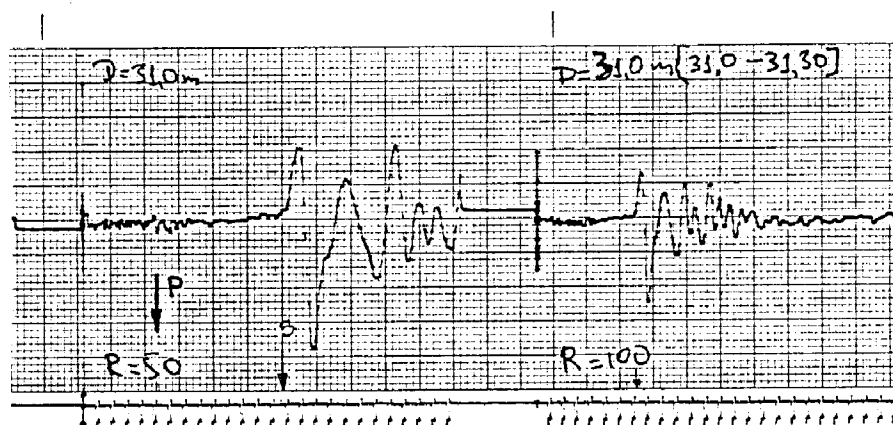
Bãθος D = 27.0 m



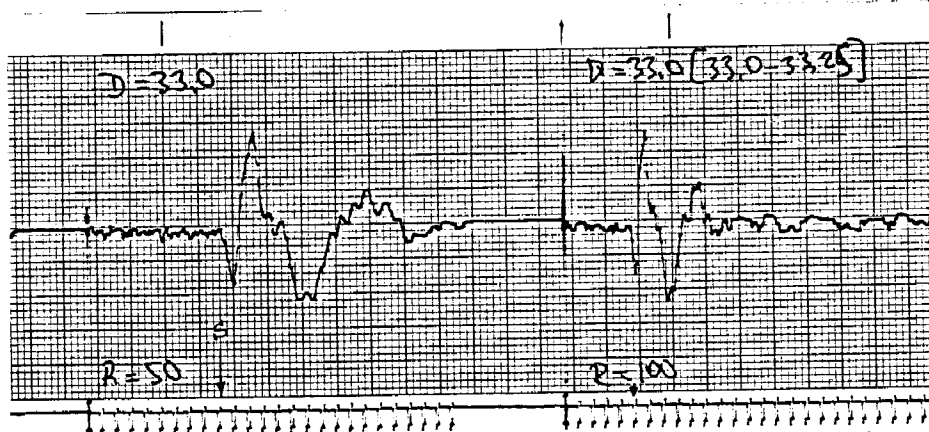
Bãθos D = 29.0 m



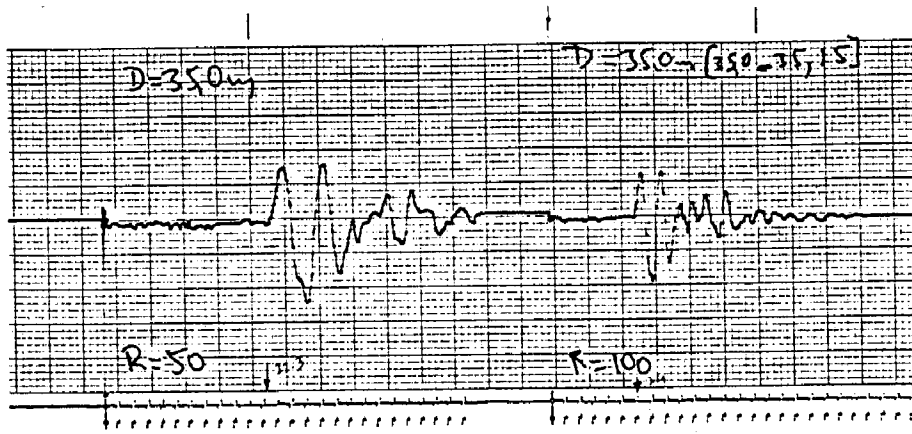
Bãθos D = 31.0 m



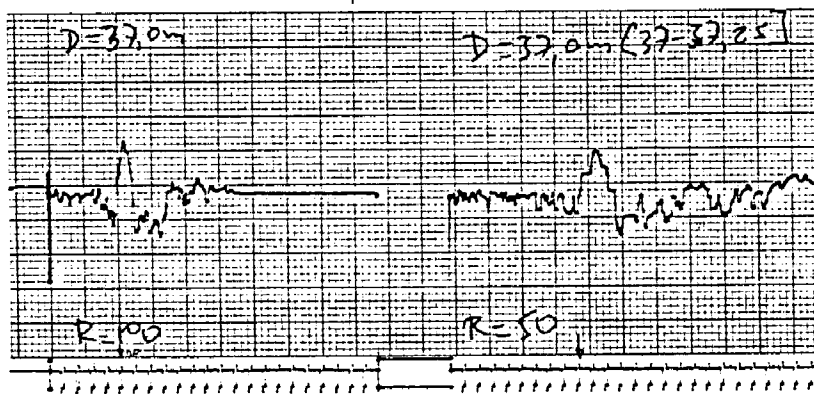
Bãθos D = 33.0 m



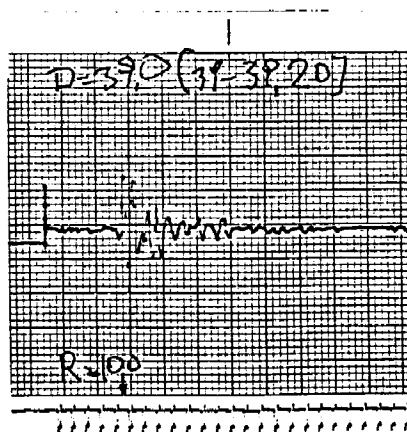
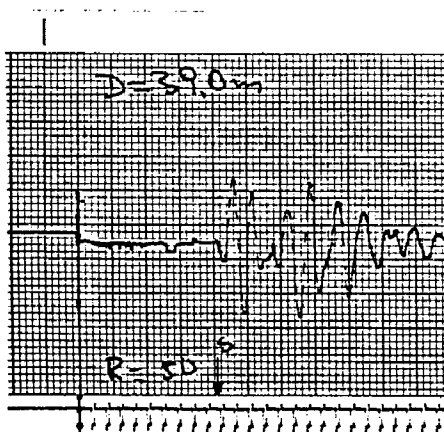
Bağos D = 35.0 m



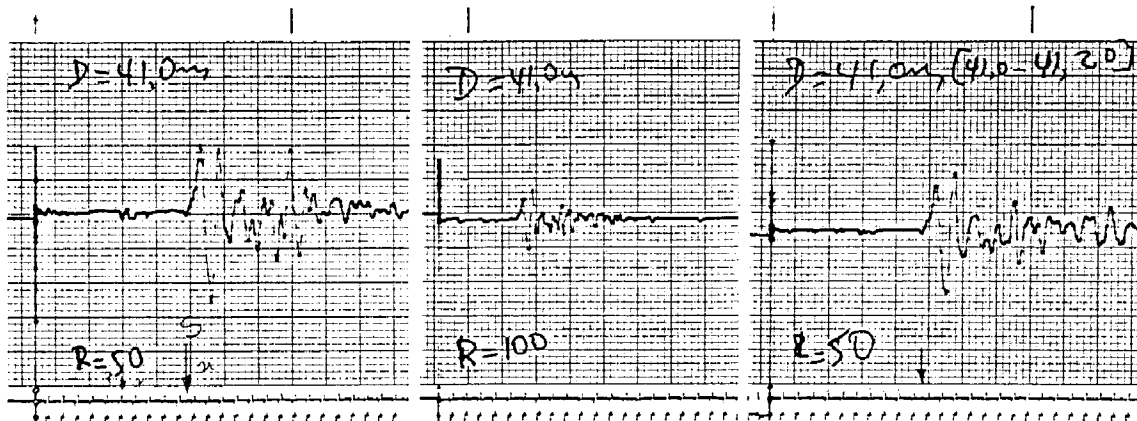
Bağos D = 37.0 m



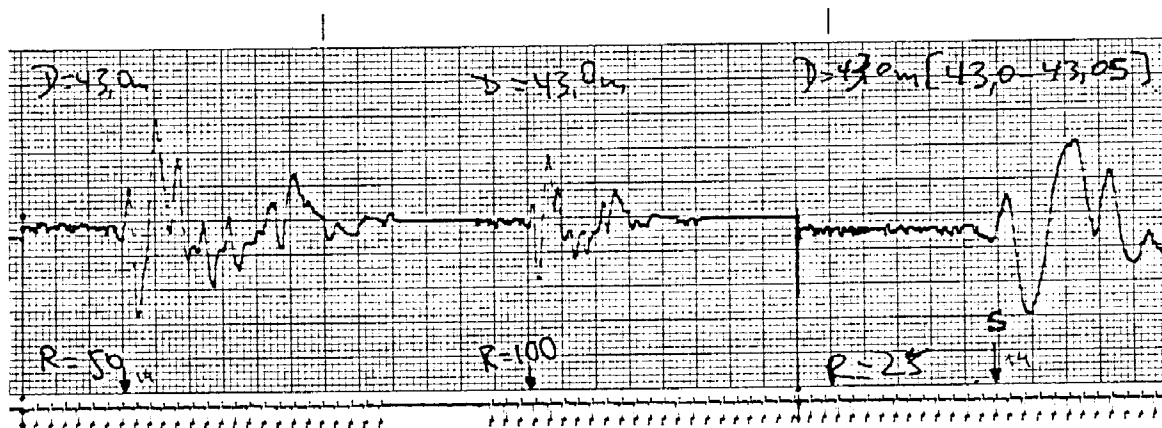
Bağos D = 39.0 m



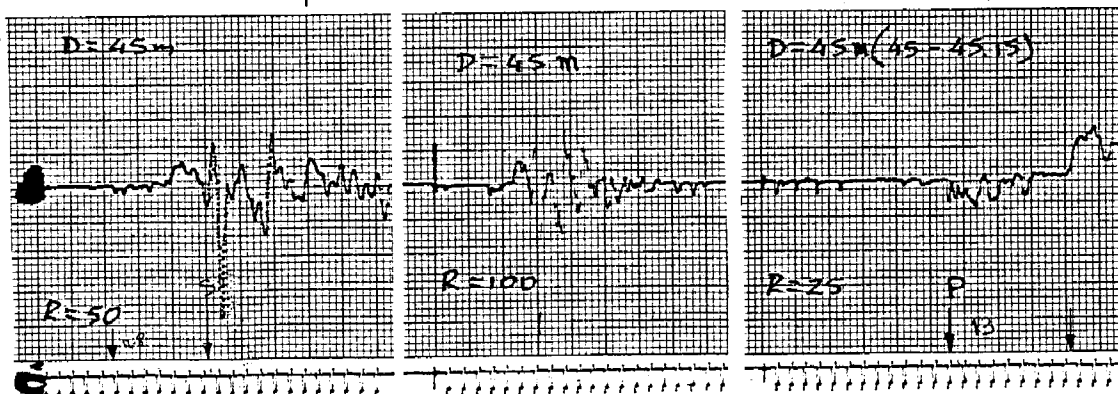
Bãthos D = 41.0 m



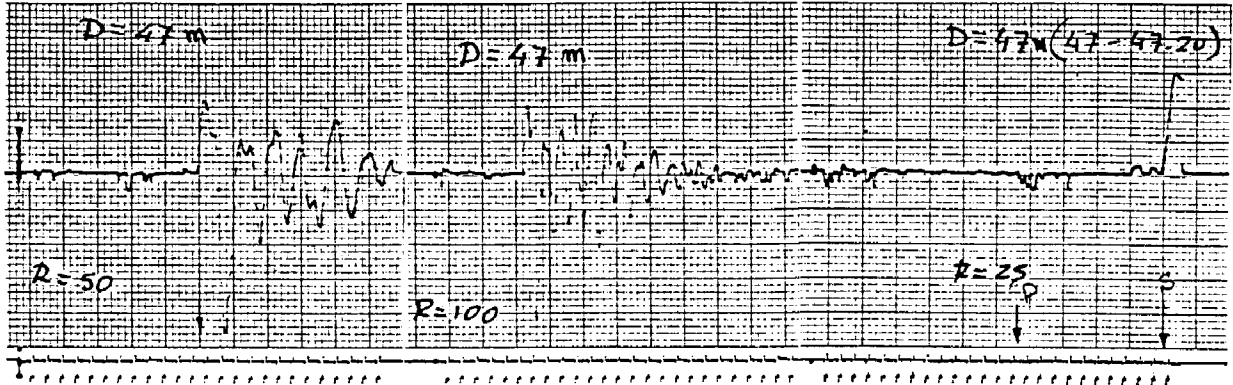
Bãthos D = 43.0 m



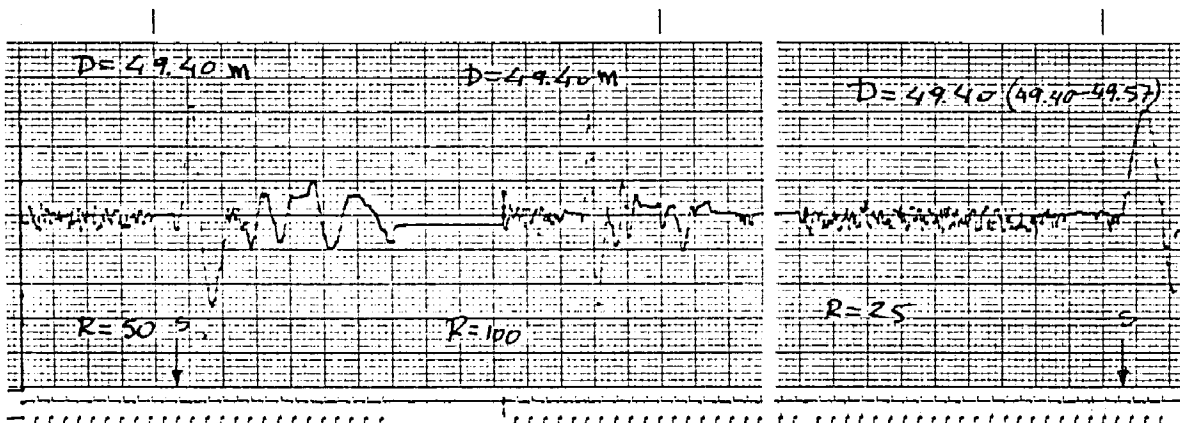
Bãthos D = 45.0 m



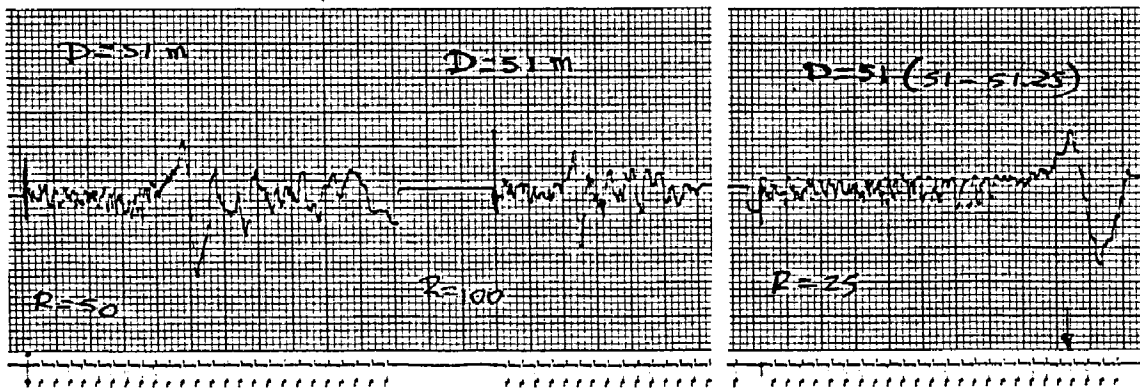
Bağos D = 47.0 m



Bağos D = 49.40 m



Bağos D = 51.0 m



Δ Ο Κ Ι Μ Η C R O S S - H O L E

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ 12 - Γ 12 (Α)

NAYAFINOY-HPΩΩN

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ L= 6 m
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΜΗΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ Vx= 5200 m/s

ΒΑΘΟΣ (m)	Ts (msec)	Tp (msec)	γt (KN/m ³)	ΔΟΚΙΜΗ SPT ΒΑΘΟΣ (m)	N
2.50	44.00		19.00	1.80	22
5.00	32.00		19.00	3.30	63
7.00	32.00		19.00	4.80	35
9.00	36.00		19.00	6.30	38
11.00	34.00	6.00	19.00	8.40	18
13.00	34.00	6.80	19.00	10.50	30
15.00	32.00	7.00	19.00	12.60	52
17.00	24.00	6.00	19.00	15.00	82
19.00	17.00		19.00	16.60	96
21.00	16.00		19.00	19.00	86
23.00	16.00		19.00	21.40	68
25.00	27.50	9.00	19.00	23.30	(ΑΡΝΗΣΗ)
27.00	27.50	10.00	19.00	25.25	(ΑΡΝΗΣΗ)
29.00	24.80		19.00	27.30	92
31.00	27.50	10.00	19.00	29.50	51
33.00	18.00		19.00	31.40	50
35.00	22.30		19.00	34.40	(ΑΡΝΗΣΗ)
37.00	19.00		19.00	36.60	35
39.00	19.50		19.00	39.00	89
41.00	21.00	12.00	19.00	40.60	(ΑΡΝΗΣΗ)
43.00	14.00		19.00	42.80	(ΑΡΝΗΣΗ)
45.00	24.50	13.00	19.00	46.70	(ΑΡΝΗΣΗ)
47.00	24.70	14.20	19.00	48.90	(ΑΡΝΗΣΗ)
49.40	22.20		19.00	51.20	(ΑΡΝΗΣΗ)
51.00	21.60		19.00		

ΒΑΘΟΣ (m)	V _s (m/s)	V _p (m/s)	G _o (MPa)	E (MPa)	ν
2.50	139	-	37.31	-	-
5.00	195	-	73.74	-	-
7.00	198	-	75.62	-	-
9.00	177	-	60.38	-	-
11.00	190	1668	69.84	208.61	0.49
13.00	192	1496	71.57	213.52	0.49
15.00	208	1568	83.91	250.21	0.49
17.00	294	2457	166.85	498.14	0.49
19.00	459	-	408.93	-	-
21.00	514	-	511.70	-	-
23.00	532	-	547.16	-	-
25.00	268	1537	138.91	412.39	0.48
27.00	272	1328	143.81	425.10	0.48
29.00	317	-	194.48	-	-
31.00	282	1600	154.41	458.26	0.48
33.00	528	-	539.78	-	-
35.00	393	-	298.60	-	-
37.00	517	-	518.51	-	-
39.00	512	-	508.35	-	-
41.00	468	1568	423.78	1229.94	0.45
43.00	1102	-	2354.08	-	-
45.00	386	1479	288.07	843.18	0.46
47.00	390	1231	295.03	852.13	0.44
49.40	483	-	452.62	-	-
51.00	522	-	526.87	-	-

ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE

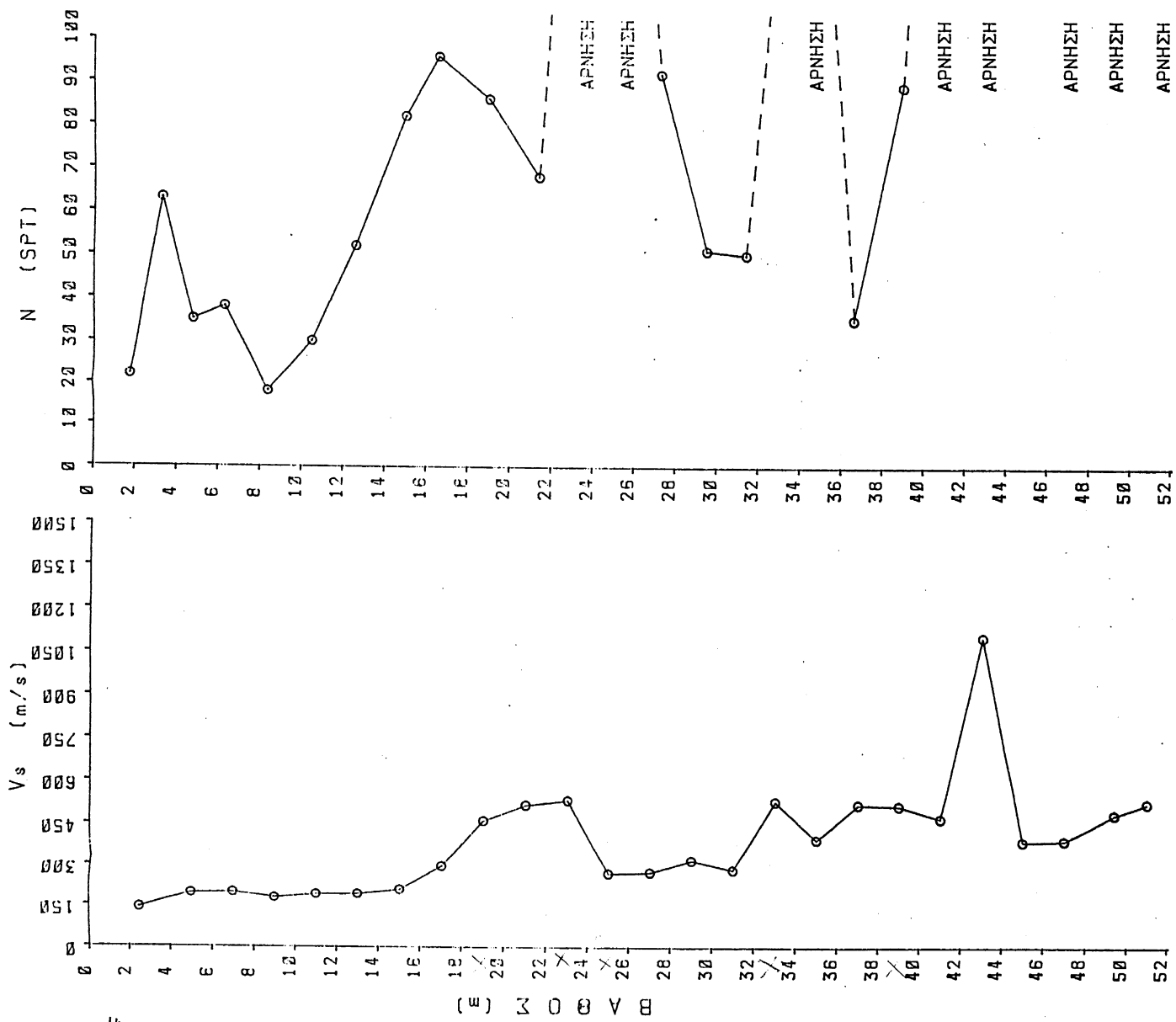
ΓΕΝΤΕΡΗ Γ 12 - Γ 12 (Α)
ΠΑΤΙΝΙΟΥ-ΗΡΩΝ

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ L= 6 m
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΠΗΚΗΣ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΚΑΛΥΜΜΕΝΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ Vx= 5200 m/s

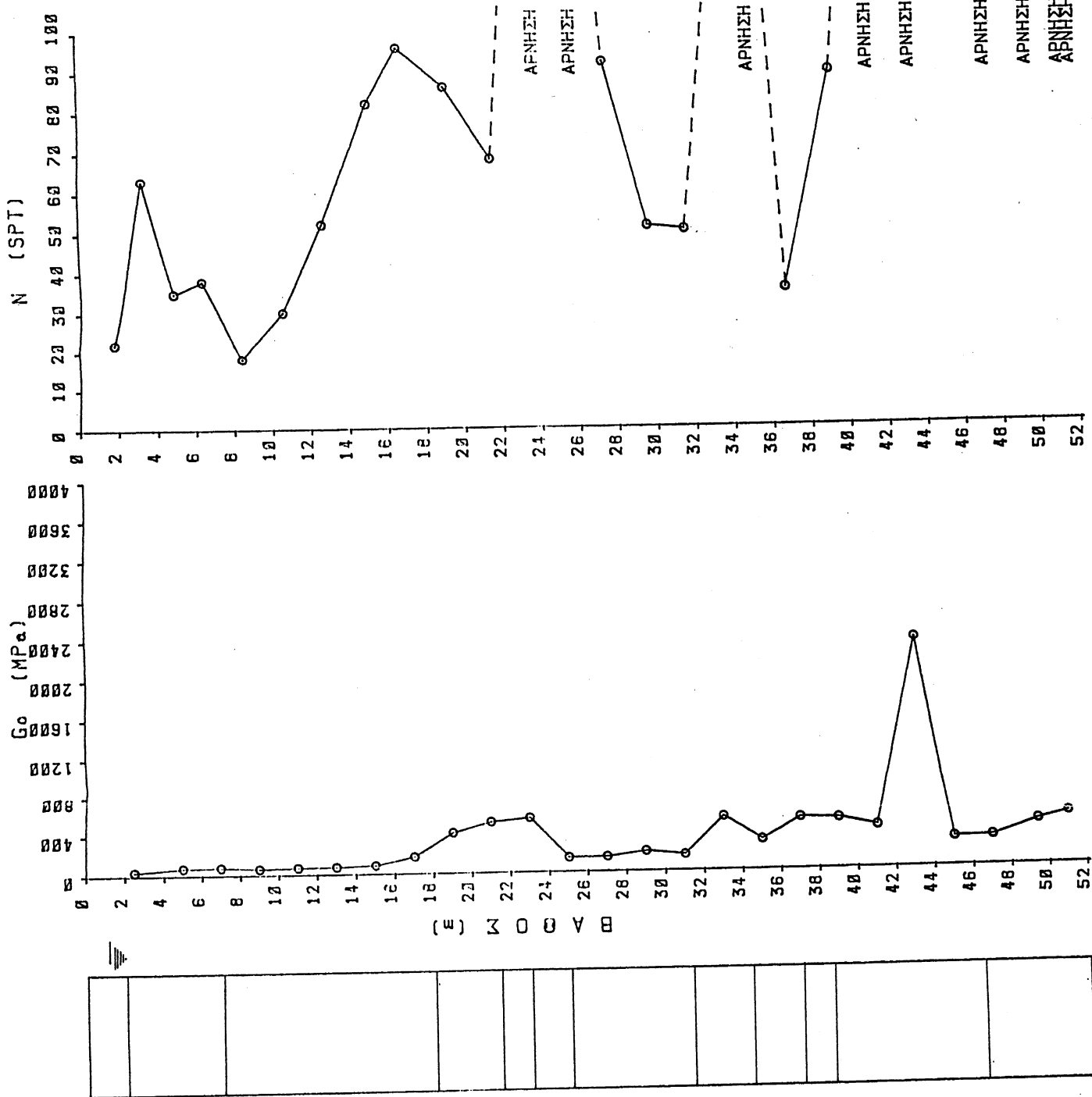
ΒΑΘΟΣ (m)	Ts (msec)	Tp (msec)	PL (KI/m ³)	ΔΟΚΙΜΗ SPT ΒΑΘΟΣ (m)	N
2.50	44.00	-	13.00	1.80	22
5.00	32.00	-	13.00	3.30	63
7.50	29.00	-	13.00	4.80	35
10.00	29.00	-	13.00	6.30	38
12.50	29.00	6.00	13.00	7.80	18
15.00	34.00	6.50	13.00	9.30	52
17.50	32.00	7.00	13.00	10.80	82
20.00	24.00	6.00	13.00	12.30	96
22.50	17.00	-	13.00	13.80	86
25.00	16.00	-	13.00	15.30	96
27.50	16.00	9.00	13.00	16.80	68
30.00	27.50	10.00	13.00	18.30	23.30 (APNHZH)
32.50	27.00	10.00	13.00	19.80	25.25 (APNHZH)
35.00	24.30	-	13.00	21.30	27.30 92
37.50	27.50	10.00	13.00	22.80	29.50 51
40.00	13.00	-	13.00	24.30	31.40 50
42.50	12.50	-	13.00	25.80	34.10 (APNHZH)
45.00	19.50	-	13.00	27.30	36.60 35
47.50	21.00	12.00	13.00	28.80	39.00 89
50.00	41.00	-	13.00	30.30	41.80 (APNHZH)
52.50	43.00	-	13.00	31.80	42.80 (APNHZH)
55.00	45.00	13.00	13.00	33.30	46.70 (APNHZH)
57.50	47.00	14.20	13.00	34.80	48.90 (APNHZH)
60.00	49.40	-	13.00	36.30	51.20 (APNHZH)
62.50	51.00	-	13.00	37.80	-

ΒΑΘΟΣ (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Go (MPa)	E (MPa)	ν
2.50	139	-	37.31	-	-
5.00	185	-	73.74	-	-
7.50	198	-	75.62	-	-
10.00	177	-	60.38	-	-
12.50	190	1660	69.84	208.61	0.49
15.00	192	1436	71.57	213.52	0.49
17.50	204	1657	82.81	250.21	0.49
20.00	459	-	168.93	496.14	0.49
22.50	514	-	511.70	-	-
25.00	532	-	547.16	-	-
27.50	268	1537	139.91	412.39	0.49
30.00	272	1328	143.81	425.10	0.48
32.50	317	-	194.48	-	-
35.00	282	1600	154.41	458.26	0.48
37.50	526	-	539.78	-	-
40.00	393	-	298.60	-	-
42.50	517	-	518.51	-	-
45.00	412	-	404.35	-	-
47.50	1568	1568	2154.78	1229.94	0.45
50.00	1102	1479	288.07	843.18	0.46
52.50	386	1479	285.03	852.13	0.44
55.00	47.00	1231	452.62	-	-
57.50	49.40	-	526.87	-	-
60.00	522	-	-	-	-

ΙΑΥΔΑΗΣ ΑΜΜΟΣ
ΙΑΥΔΑΗΣ ΑΜΟΧΑΛΙΚΟ
ΙΑΥΔΑΗΣ ΑΜΜΟΣ
ΑΜΜΟΔΗΣ ΑΡΓΙΛΟΣ
ΙΑΥΔΑΗΣ ΑΡΓΙΛΟΣ
ΑΜΜΟΔΗΣ ΙΑΥΔ
ΑΡΓΙΛΟΔΗΣ ΑΜΜΟΣ
ΑΜΜΟΔΗΣ ΑΡΓΙΛΟΣ
ΑΜΜΟΔΗΣ ΙΑΥΔ
ΑΜΜΟΔΗΣ ΑΡΓΙΛΟΣ



ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE
ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ12 - Γ12 (Α)

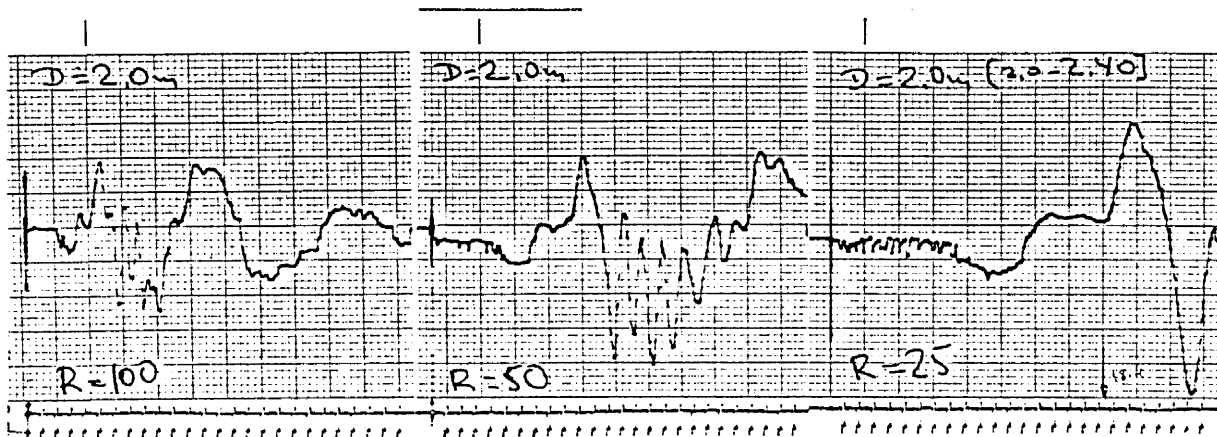


ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE

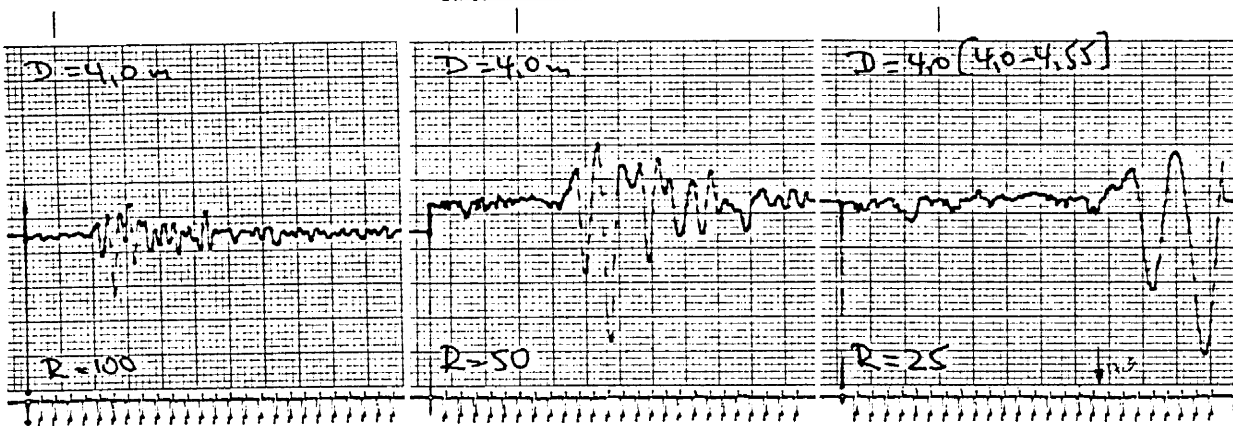
Γεωτρήσεις : Γ14 και Γ14(A) (Στρατόνησο)

Οριζόντια Απόσταση Γεωτρήσεων : $L = 4.80 \text{ m}$

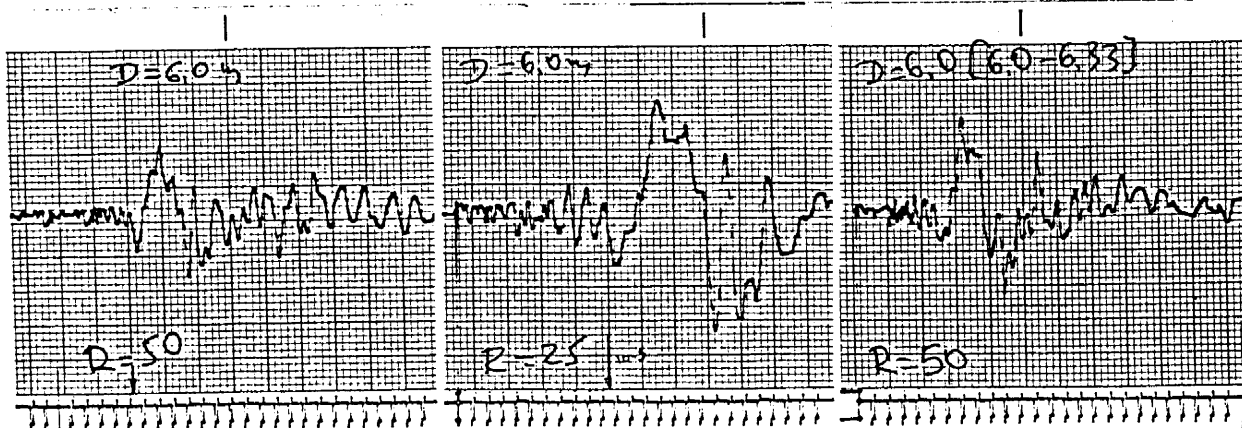
Βάθος $D = 2.0 \text{ m}$



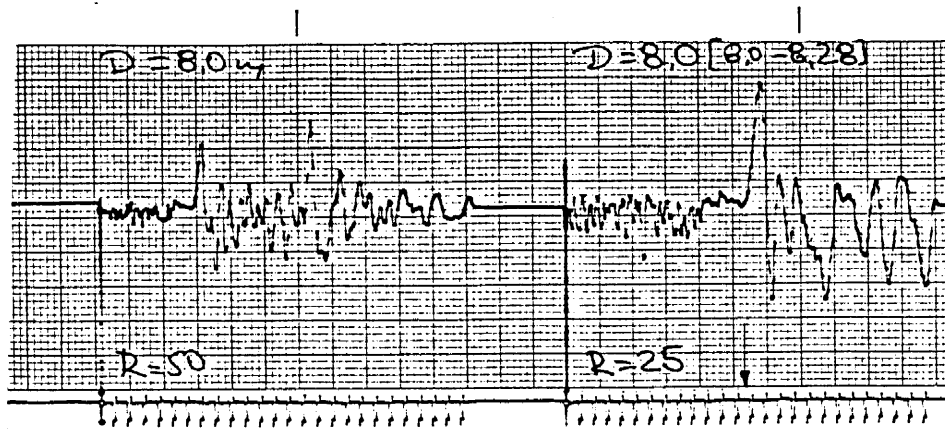
Βάθος $D = 4.0 \text{ m}$



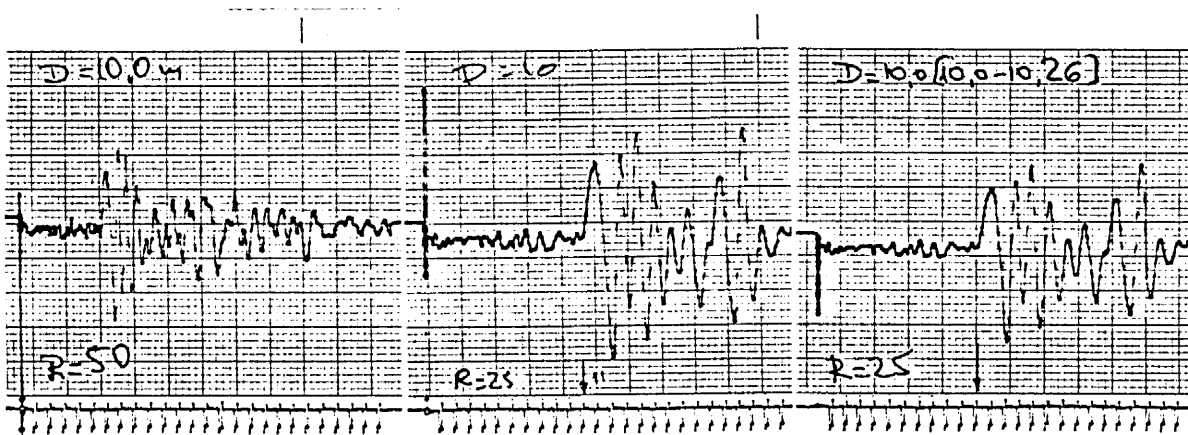
Βάθος $D = 6.0 \text{ m}$



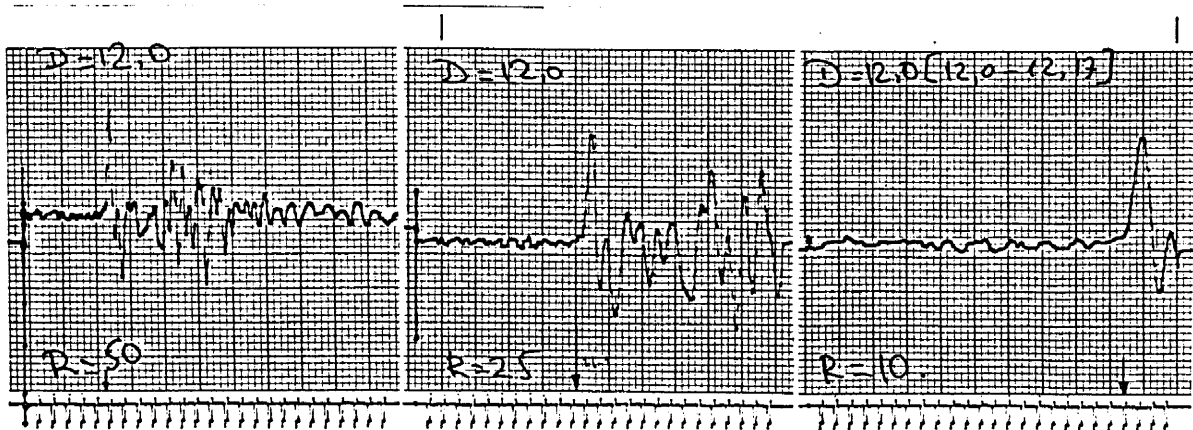
Βάθος $D = 8.0\text{ m}$



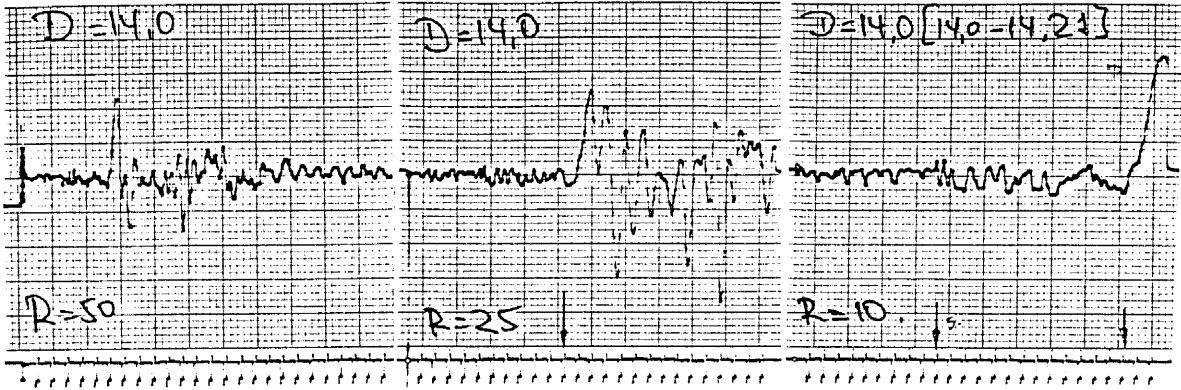
Βάθος $D = 10.0\text{ m}$



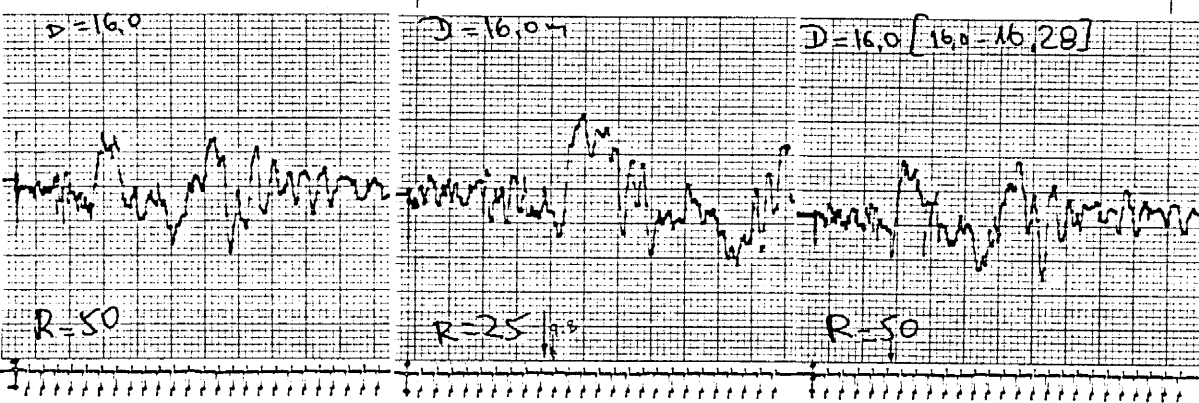
Βάθος $D = 12.0\text{ m}$



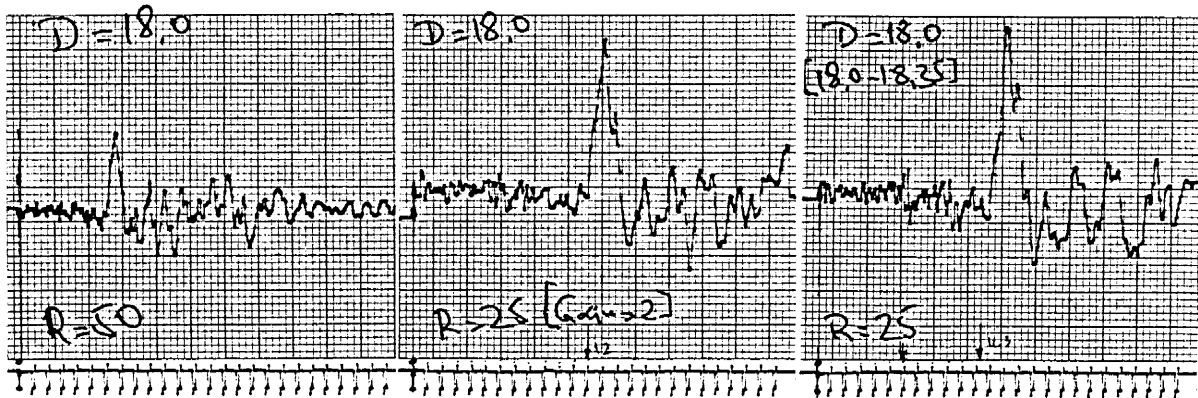
Bağos D = 14.0 m



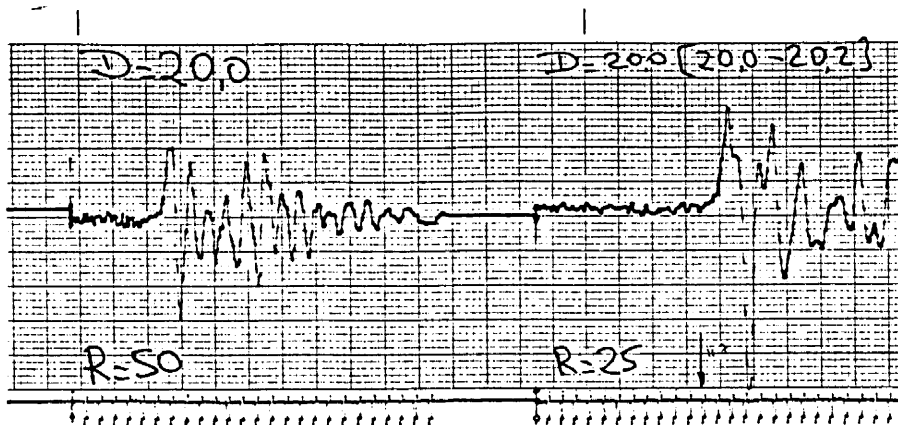
Bağos D = 16.0 m



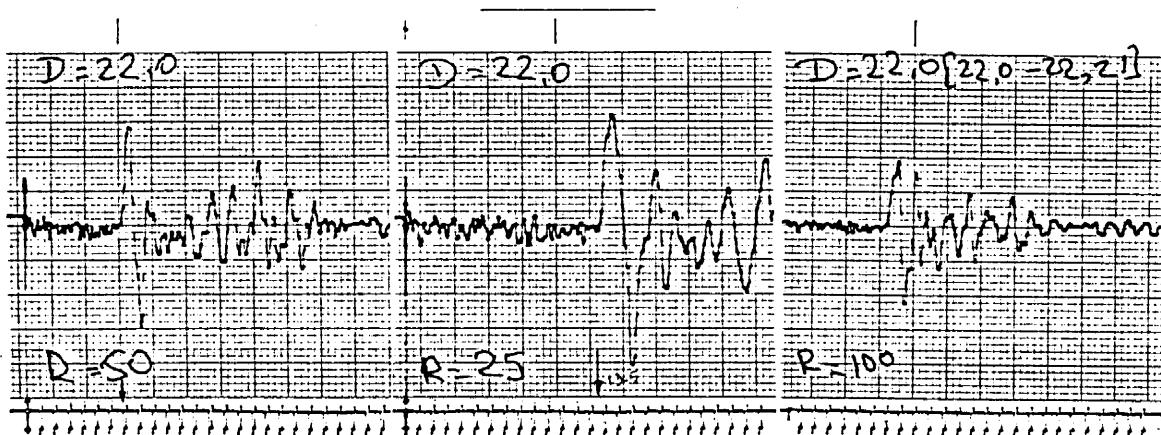
Bağos D = 18.0 m



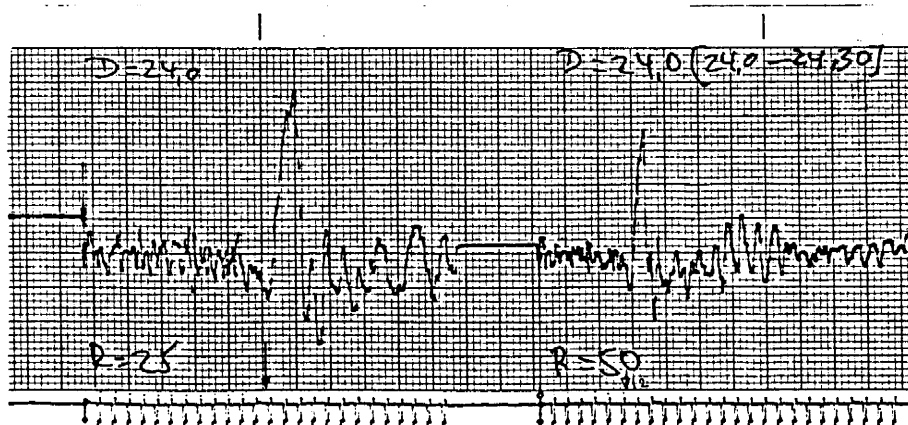
Bάθος D = 20.0 m



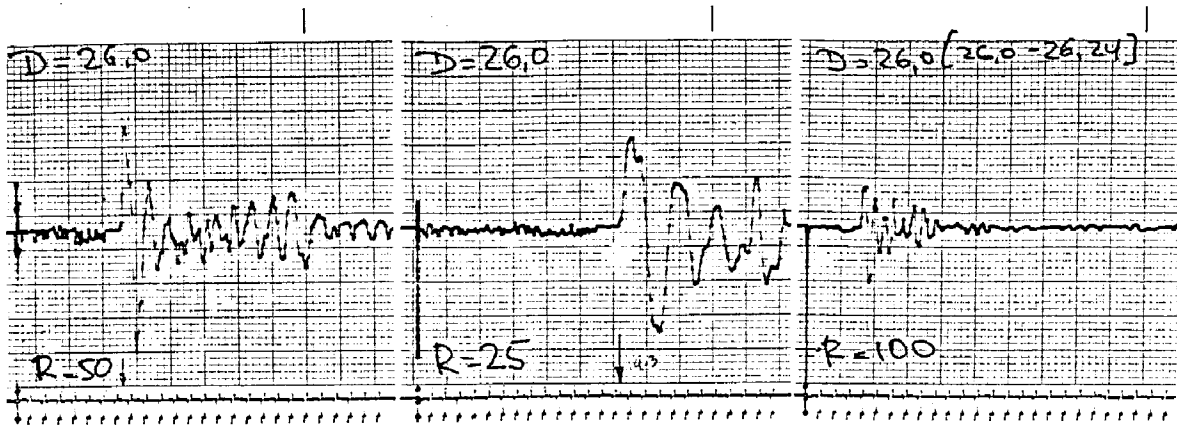
Bάθος D = 22.0 m



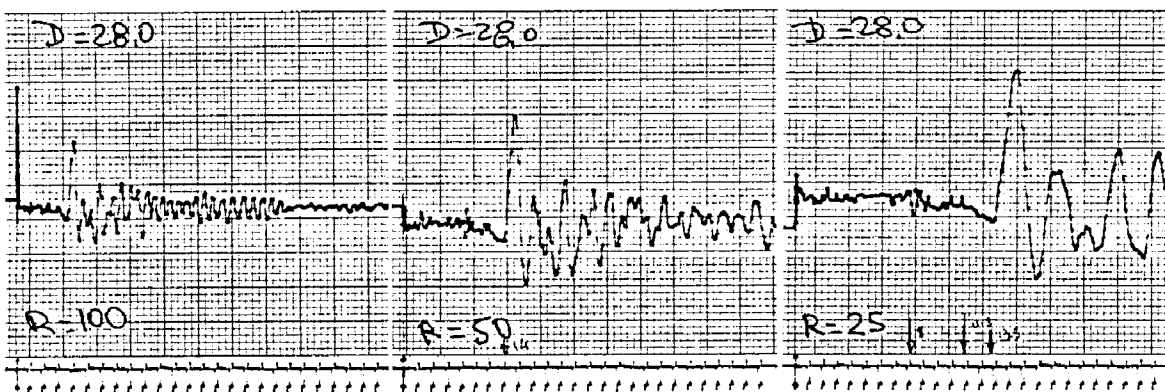
Bάθος D = 24.0 m



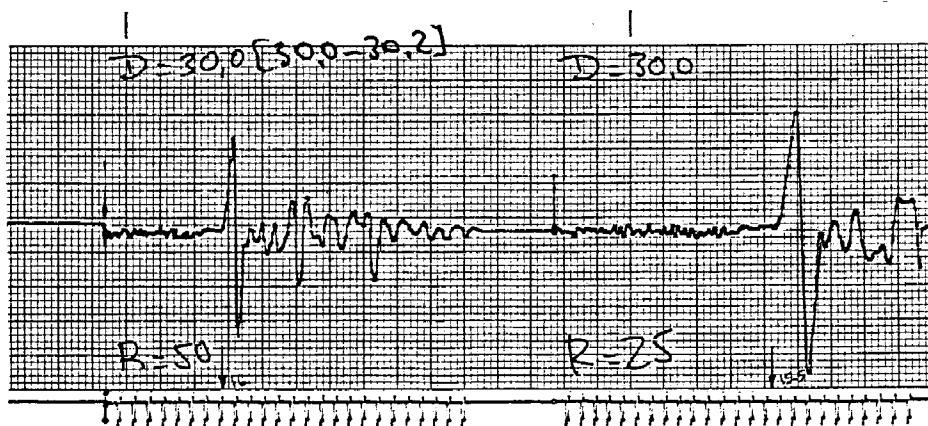
Βάθος D = 26.0 m



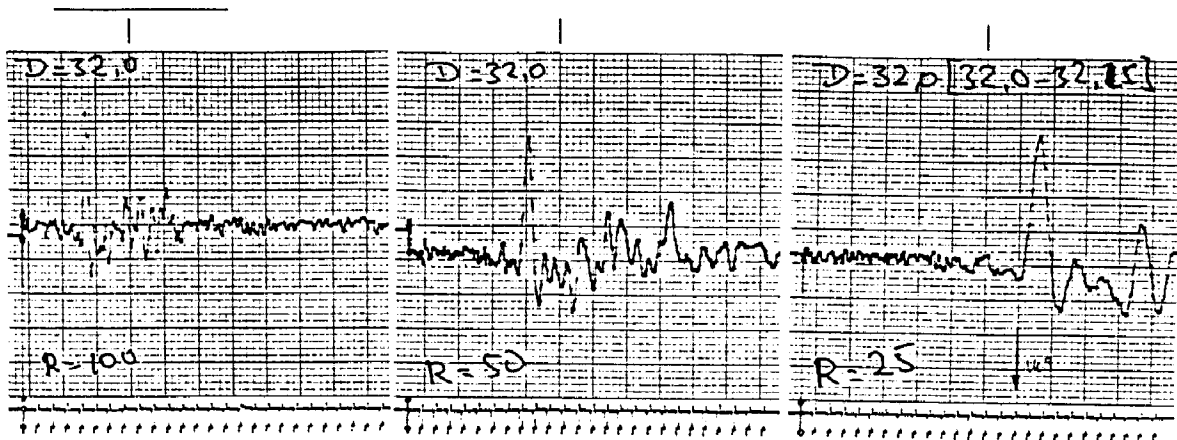
Βάθος D = 28.0 m



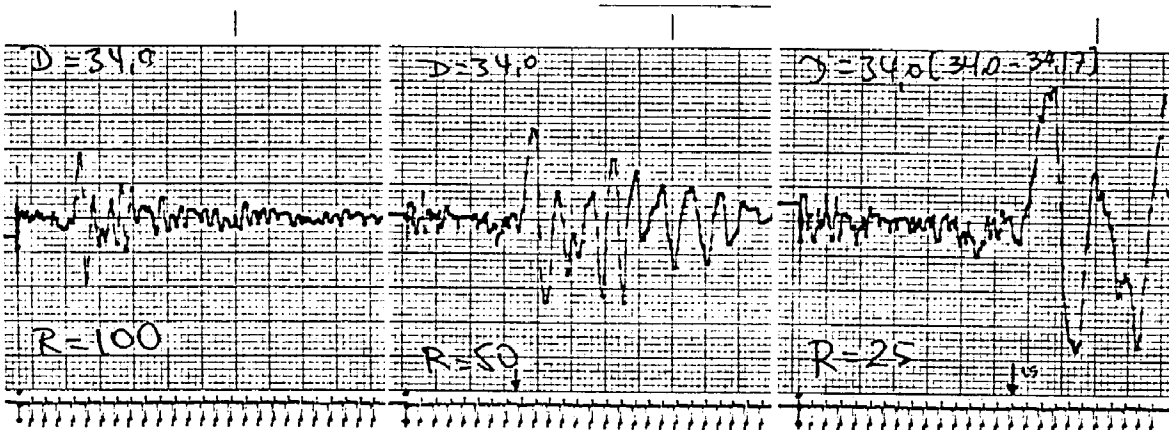
Βάθος D = 30.0 m



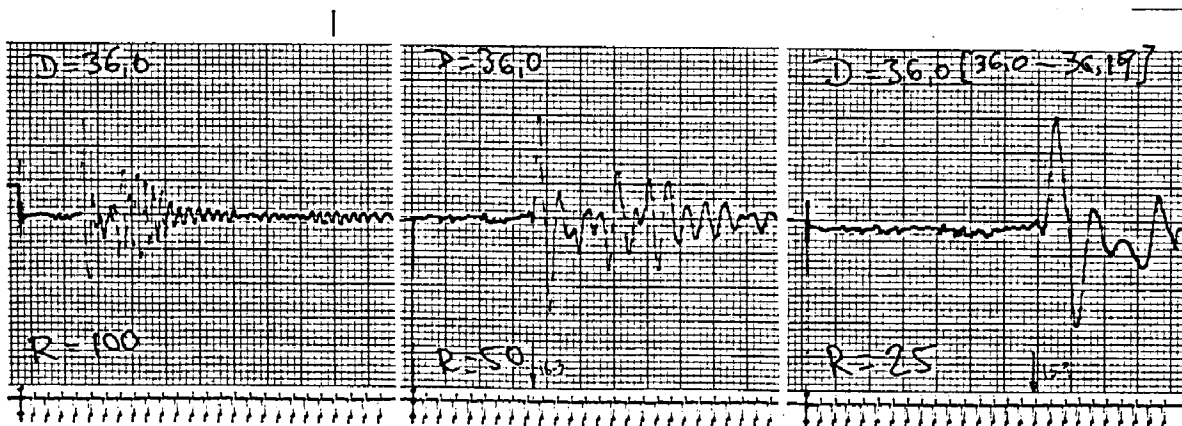
Βάθος D=32.0 m



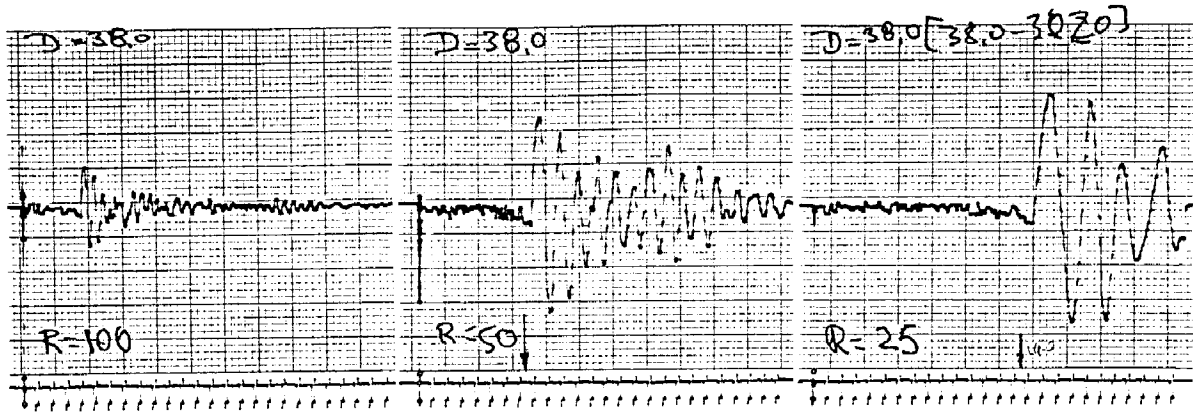
Βάθος D=34.0 m



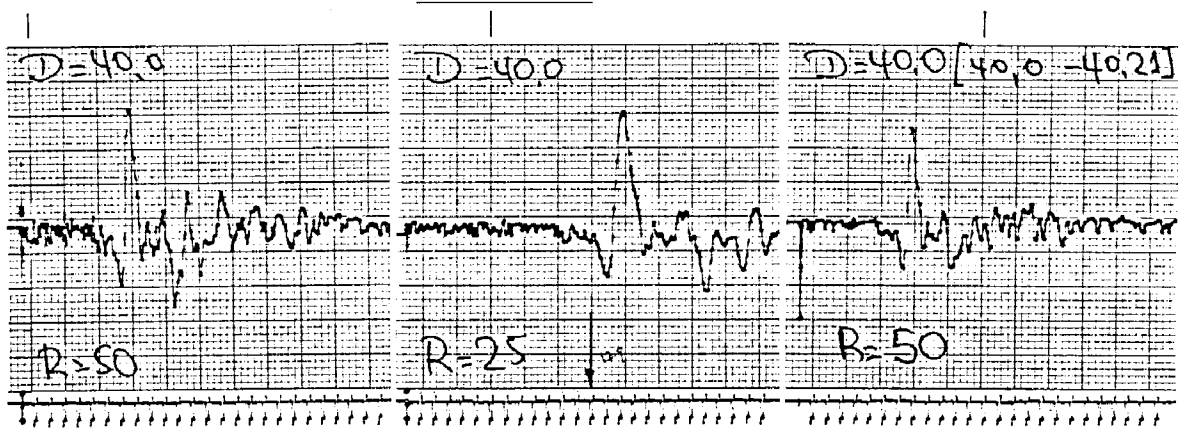
Βάθος D=36.0 m



Băgus D = 38.0 m



Băgus D = 40.0 m



Δ Ο Κ Ι Μ Η C R O S S - H O L E

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ 14 - Γ 14 (Α)

ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΟ

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ L= 4.8 m
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΜΗΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΧΑΛΥΒΑΙΝΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ V_x= 5200 m/s

ΒΑΘΟΣ (m)	T _s (msec)	T _p (msec)	γ _t (KN/m ³)	ΔΟΚΙΜΗ SPT ΒΑΘΟΣ (m)	N
2.00	18.40		19.00	1.40	36
4.00	17.50		19.00	3.00	30
6.00	10.50		19.00	6.10	34
8.00	12.50		19.00	8.30	40
10.00	11.00		19.00	10.60	53
12.00	11.10		19.00	12.60	78
14.00	11.40	5.00	19.00	14.70	77
16.00	9.80		19.00	17.00	55
18.00	11.30	6.00	19.00	19.40	62
20.00	11.70		19.00	21.90	65
22.00	13.50		19.00	25.10	78
24.00	12.10		19.00	27.20	60
26.00	14.30		19.00	29.00	(ΑΡΝΗΣΗ)
28.00	12.70	8.00	19.00	30.80	(ΑΡΝΗΣΗ)
30.00	15.50		19.00	32.70	(ΑΡΝΗΣΗ)
32.00	14.90		19.00	37.30	37
34.00	15.00		19.00	39.50	86
36.00	15.90		19.00	41.50	(ΑΡΝΗΣΗ)
38.00	14.50		19.00	43.70	(ΑΡΝΗΣΗ)
40.00	12.90		19.00	46.70	(ΑΡΝΗΣΗ)
				50.20	(ΑΡΝΗΣΗ)

BAΘOZ (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Go (MPa)	E (MPa)	ν
2.00	271	-	142.00	-	-
4.00	292	-	165.06	-	-
6.00	530	-	543.92	-	-
8.00	450	-	391.73	-	-
10.00	546	-	577.75	-	-
12.00	564	-	617.07	-	-
14.00	570	2377	629.54	1850.19	0.47
16.00	746	-	1077.76	-	-
18.00	636	2133	782.84	2272.22	0.45
20.00	634	-	779.66	-	-
22.00	534	-	553.27	-	-
24.00	667	-	861.72	-	-
26.00	533	-	549.50	-	-
28.00	683	2063	903.73	2599.87	0.44
30.00	508	-	500.51	-	-
32.00	568	-	623.83	-	-
34.00	587	-	668.03	-	-
36.00	552	-	591.13	-	-
38.00	695	-	936.24	-	-
40.00	976	-	1844.05	-	-

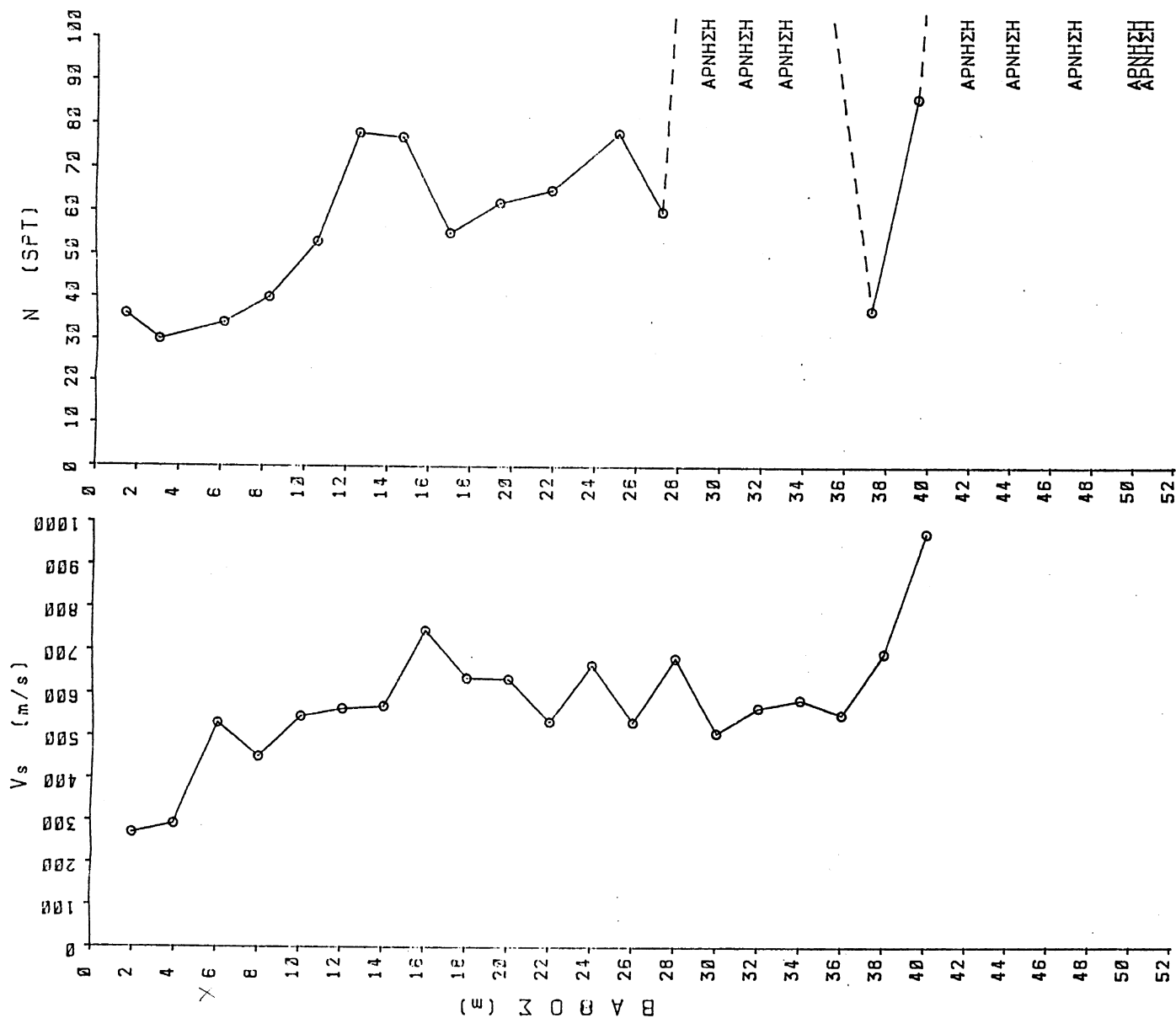
ΓΕΛΤΡΗΝ Γ 14 - Γ 14
ΖΤΡΑΤΟΠΕΔΟ

OFIZIONTIA ANGETACH TANTPIZEEN L= 4.9 m
TAXYTYHTA ΔIAMIKON KYMATON ETO XANYBAINO Σ AEXOE Vx= 5200 m/s

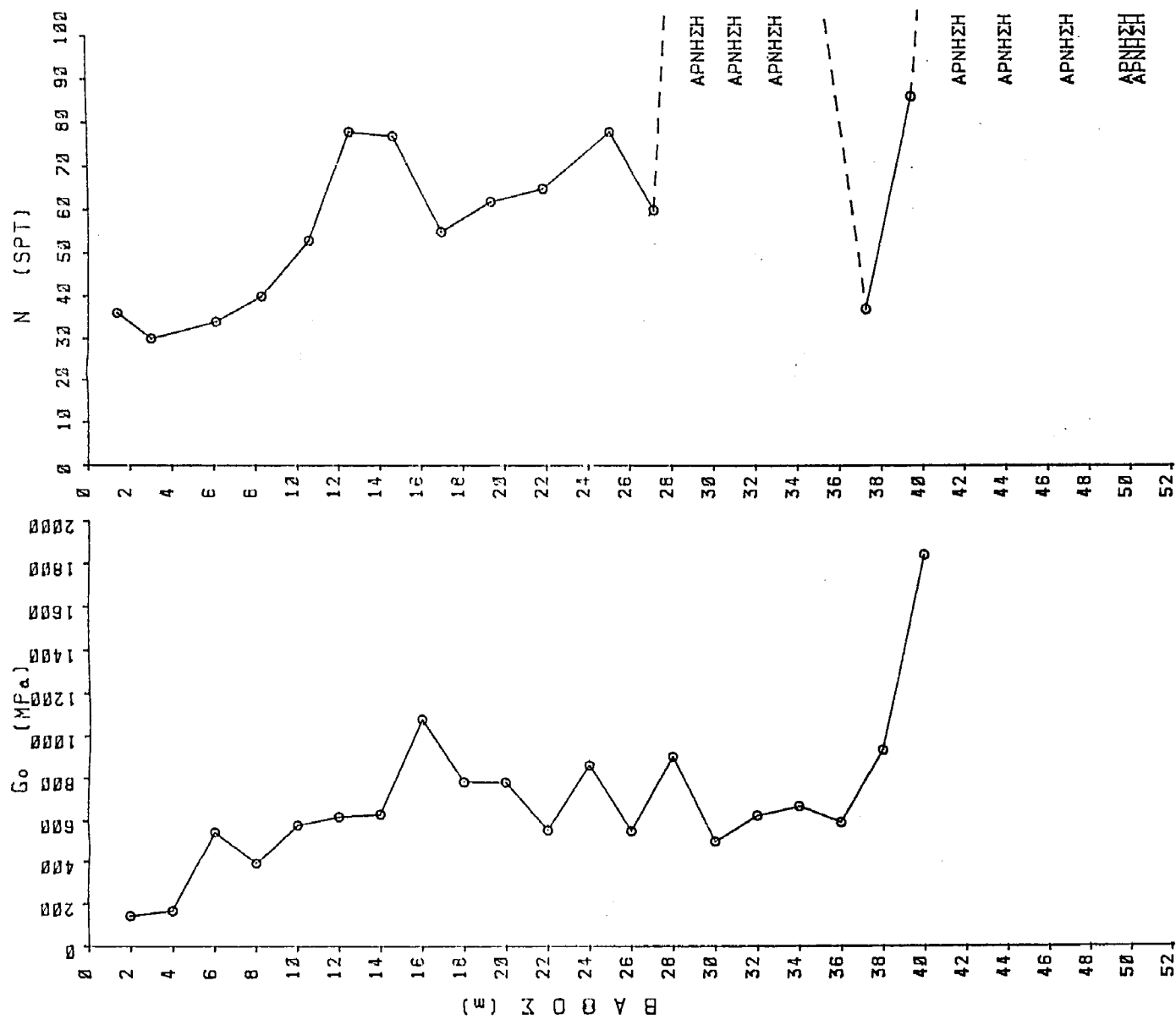
EWAGE	T ₂ (msec)	T _p (msec)	ΔT ₂ (°C)	ΔOKINH SPT 902 (m)	N
2.00	15.40	19.00		1.40	36
4.00	17.50	19.00		3.00	30
6.00	19.50	19.00		6.10	34
8.00	12.50	19.00		8.30	40
10.00	11.00	19.00		10.60	53
12.00	11.10	19.00		12.60	78
14.00	11.10	19.00	5.00	14.70	77
16.00	9.20	19.00		17.00	62
18.00	11.36	19.00		19.00	55
20.00	11.70	19.00	6.00	21.90	65
22.00	12.50	19.00		25.10	78
24.00	12.10	19.00		27.20	60
26.00	14.30	19.00		29.00	(APNHZH)
28.00	12.70	19.00	8.00	30.80	(APNHZH)
30.00	11.50	19.00		32.70	(APNHZH)
32.00	11.50	19.00		34.70	37
34.00	15.00	19.00		38.50	36
36.00	15.90	19.00		40.50	(APNHZH)
38.00	14.50	19.00		43.70	(APNHZH)
40.00	12.90	19.00		46.70	(APNHZH)
				50.20	(APNHZH)

Δt_{60-2} (m)	v_{21} (m/s)	v_p (m/s)	GP_2 (MPa)	ν
2.00	271	-	142.00	-
4.00	232	-	165.06	-
6.00	530	-	543.92	-
8.00	450	-	331.73	-
10.00	584	-	617.07	-
12.00	584	-	617.07	-
14.00	570	2377	629.54	0.47
16.00	748	-	1077.76	-
18.00	636	2133	782.84	0.45
20.00	634	-	779.66	-
22.00	534	-	583.27	-
24.00	534	-	583.27	-
26.00	533	-	549.50	-
28.00	683	2063	903.73	0.44
30.00	508	-	500.51	-
32.00	569	-	623.83	-
34.00	587	-	669.03	-
36.00	626	-	756.24	-
38.00	635	-	756.24	-
40.00	978	-	1844.05	-

AMQDAHZ APGIAOZ	AMQDAHE H IAYQDAHE NAEFA	IAYQDAHE AMQOZ	IAYQDAHE MAPTA
--------------------	-----------------------------------	-------------------	-------------------



ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE
ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ14 - Γ14 (Α)

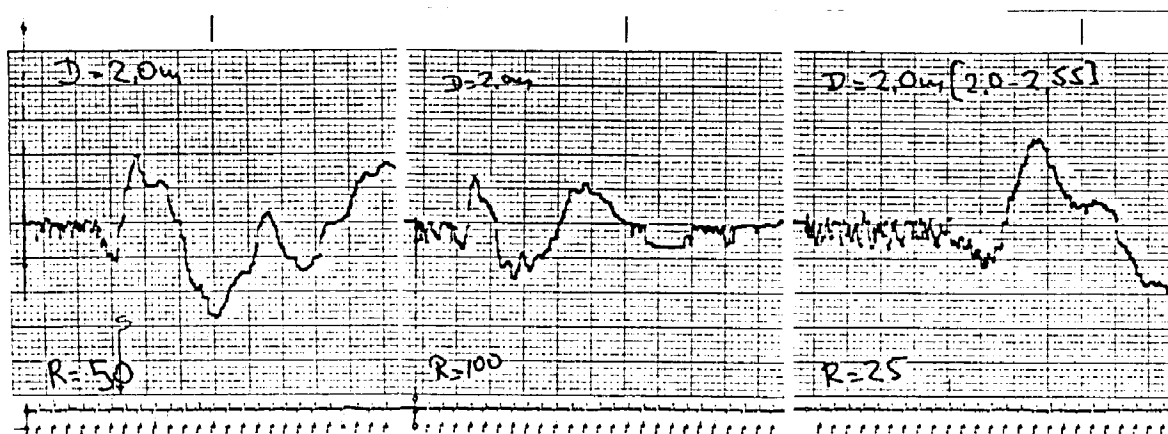


ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE

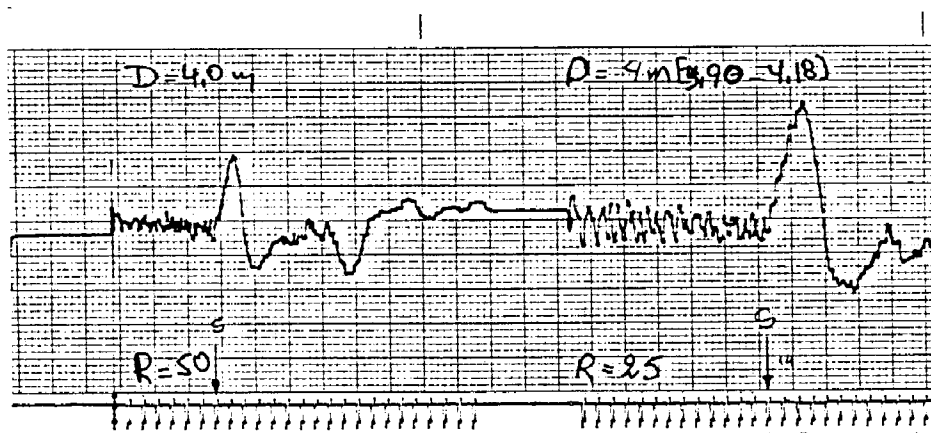
Γεωτρήσεις : Γ 18 - Γ 18(A) (Παλαιολόγου-Μαυρομικάλη)

Οριζόντια Απόσταση Γεωτρήσεων : $L = 4.80\text{m}$

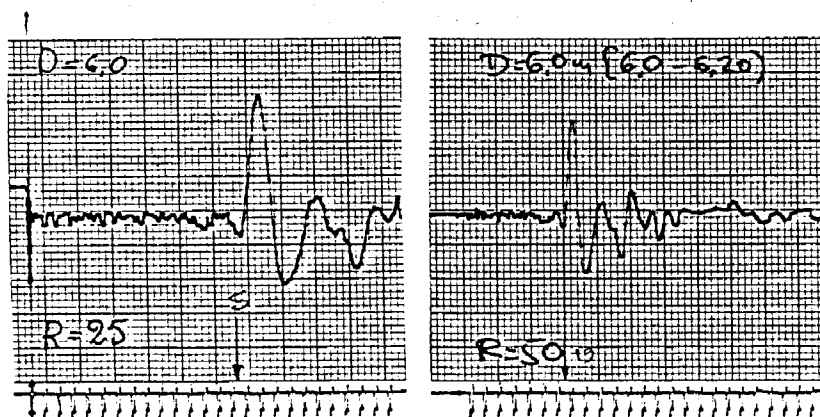
Βάθος $D = 2.0\text{m}$



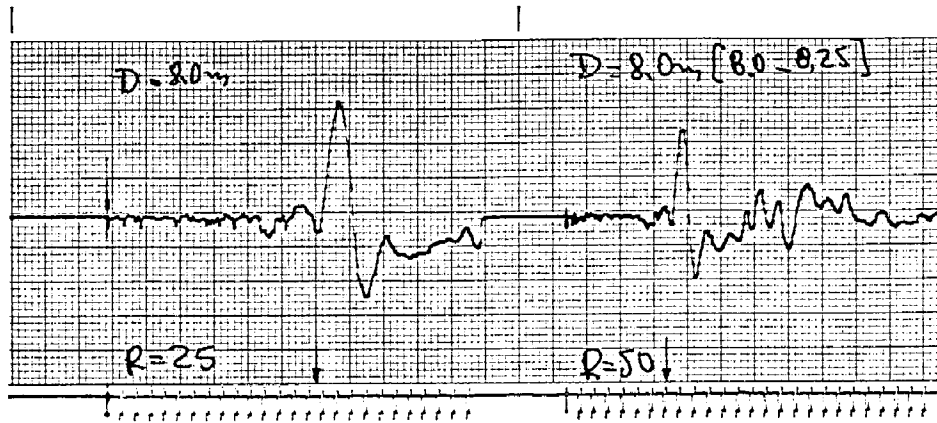
Βάθος $D = 4.0\text{m}$



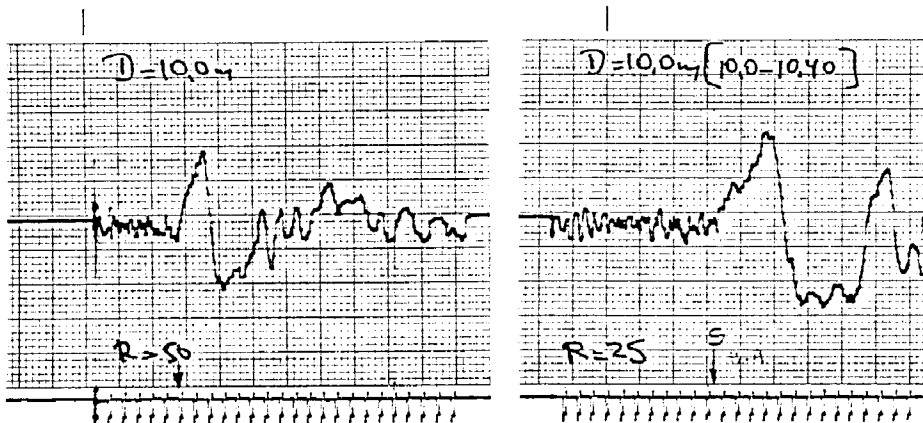
Βάθος $D = 6.0\text{m}$



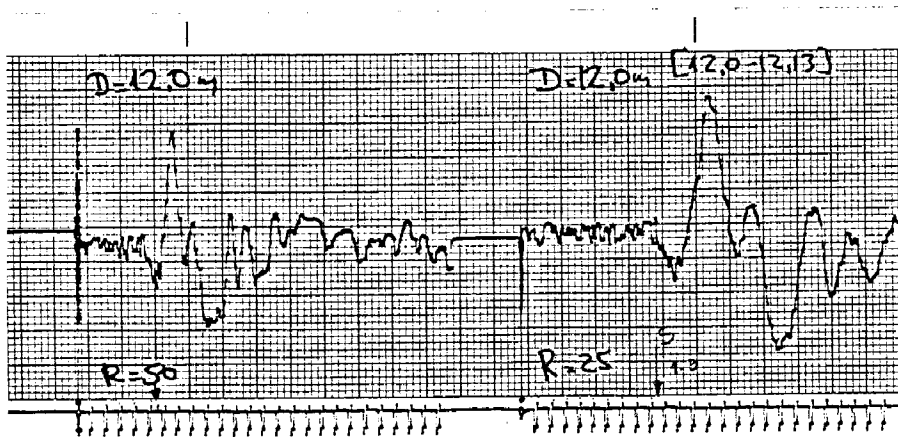
Bağos D=8.0m



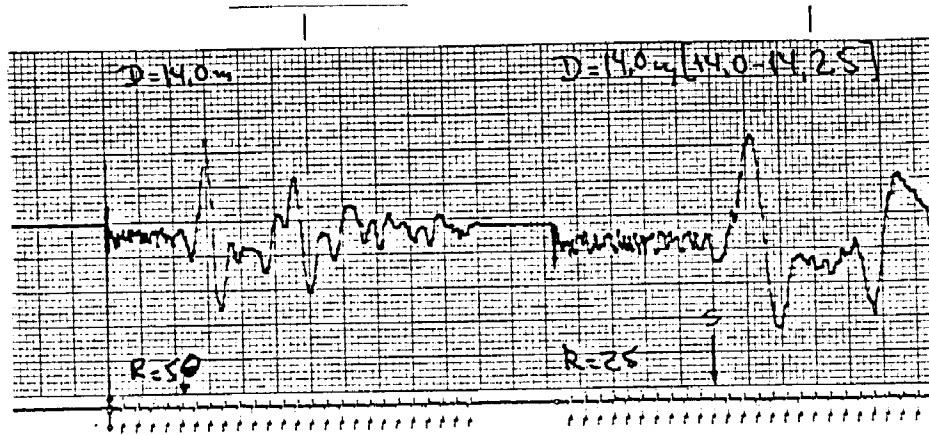
Bağos D=10.0m



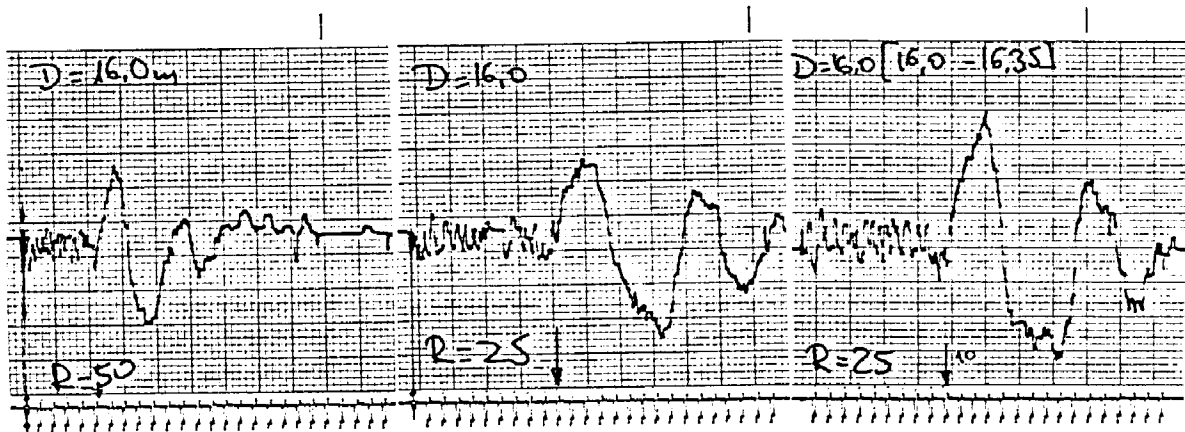
Bağos D=12.0m



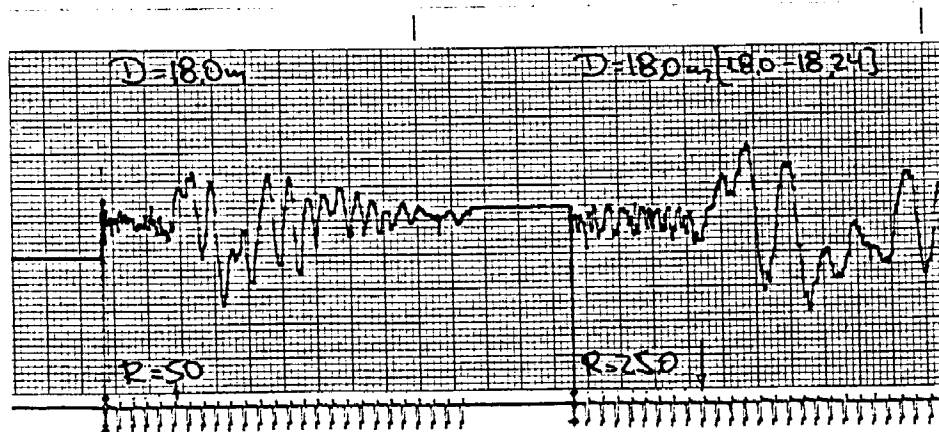
Baθos D = 14.0 m



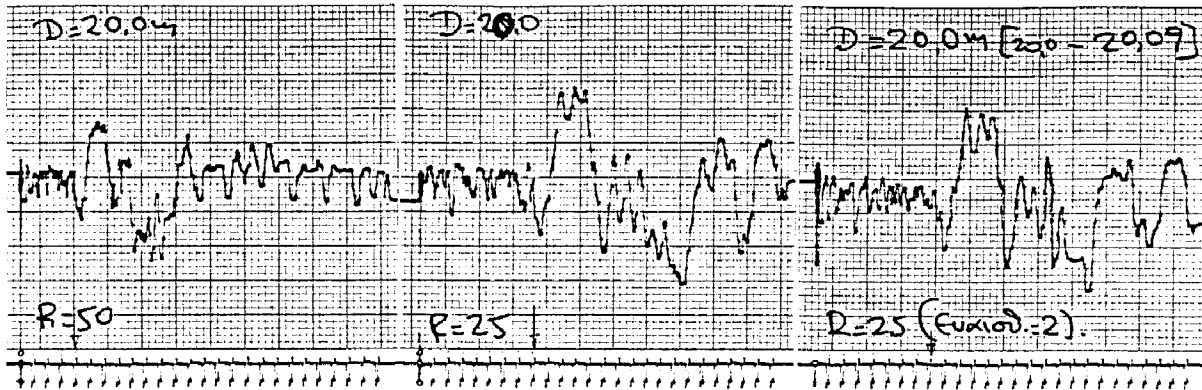
Baθos D = 16.0 m



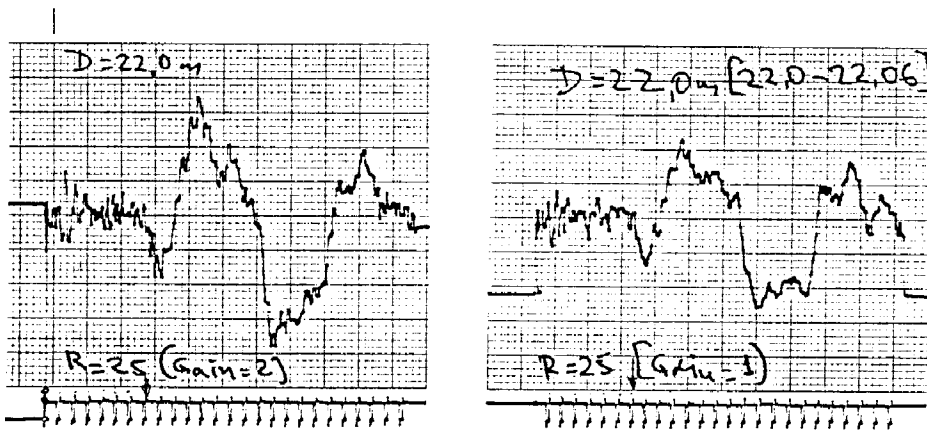
Baθos D = 18.0 m



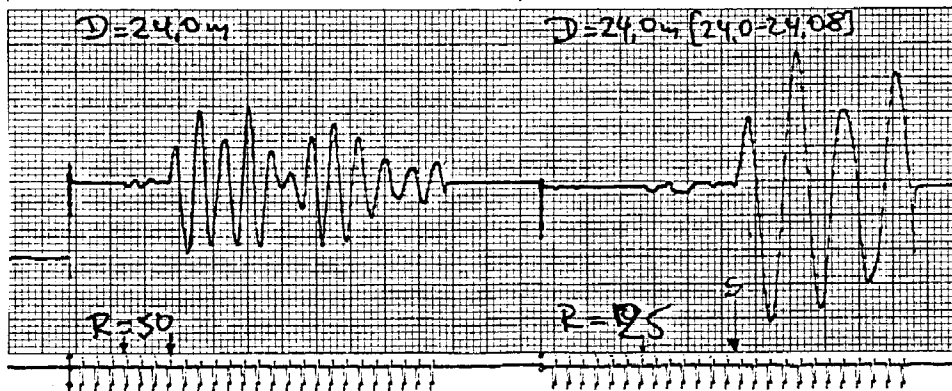
Bağos D = 20.0 m



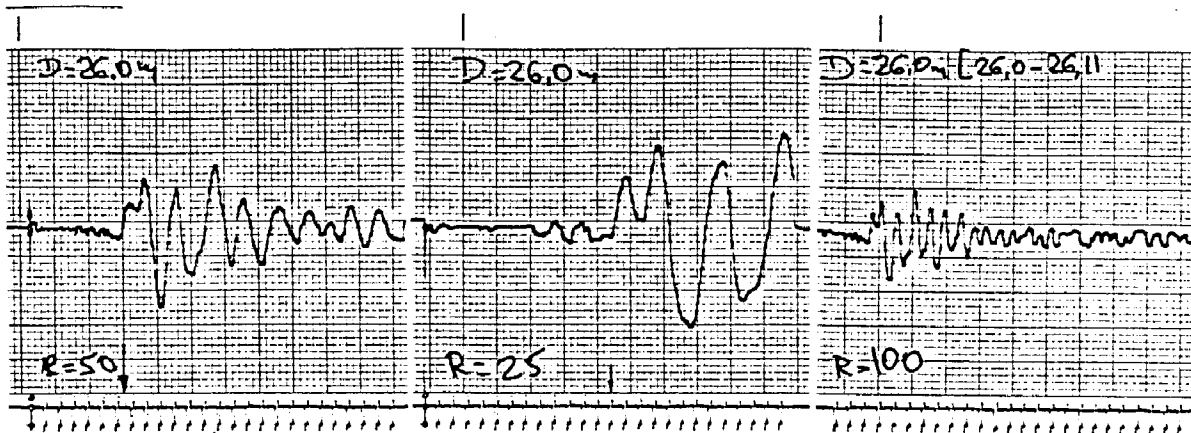
Bağos D = 22.0 m



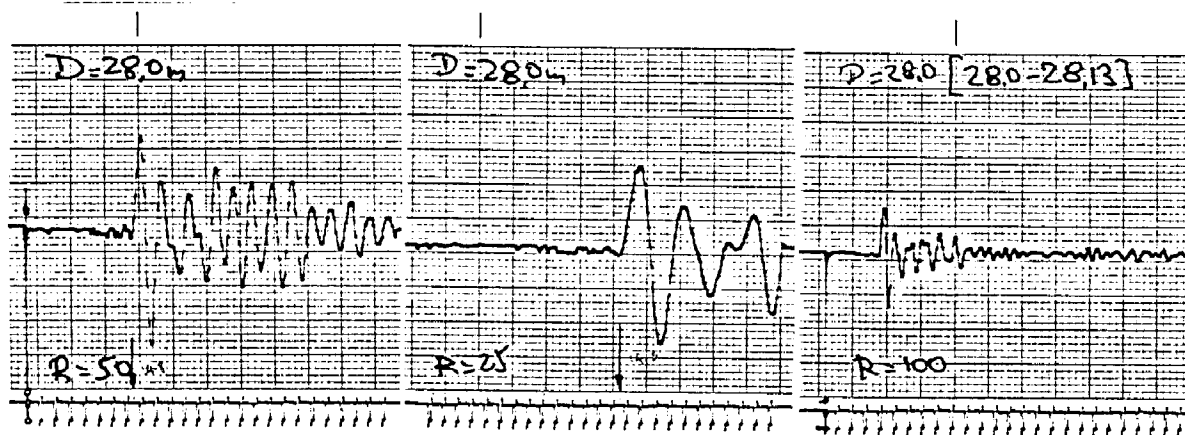
Bağos D = 24.0 m



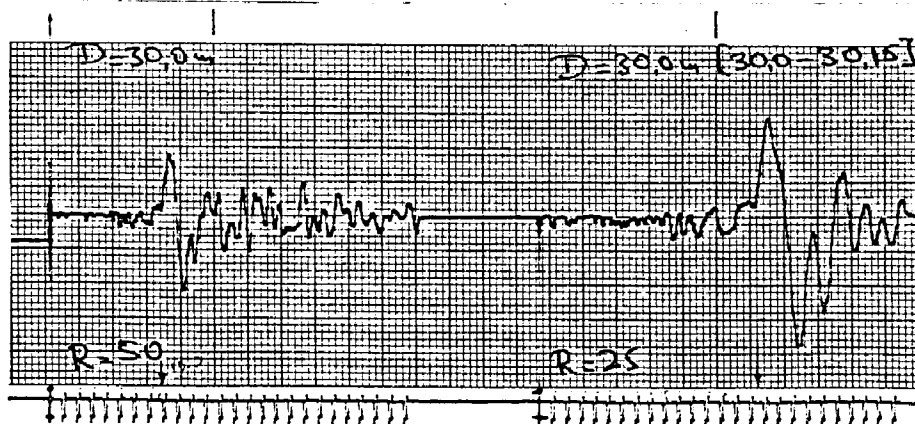
Bağos D = 26.0 m



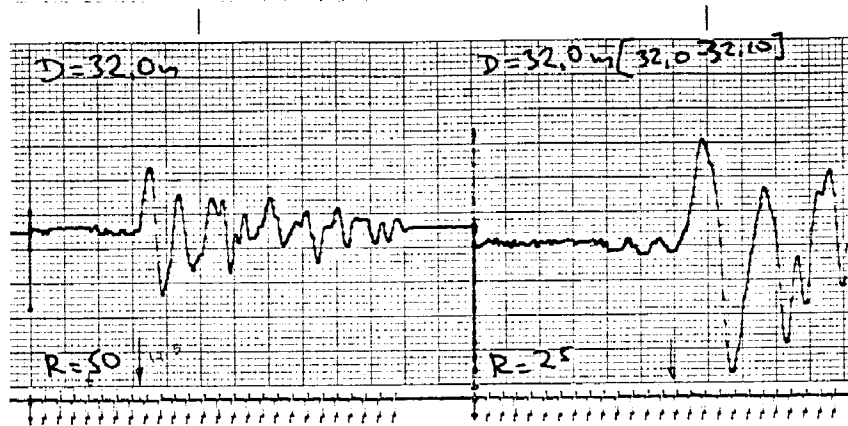
Bağos D = 28.0 m



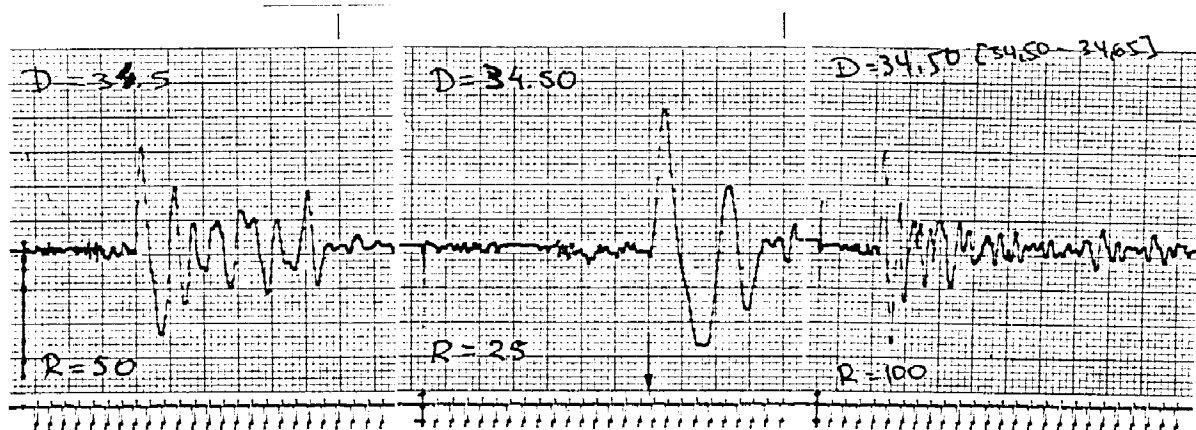
Bağos D = 30.0 m



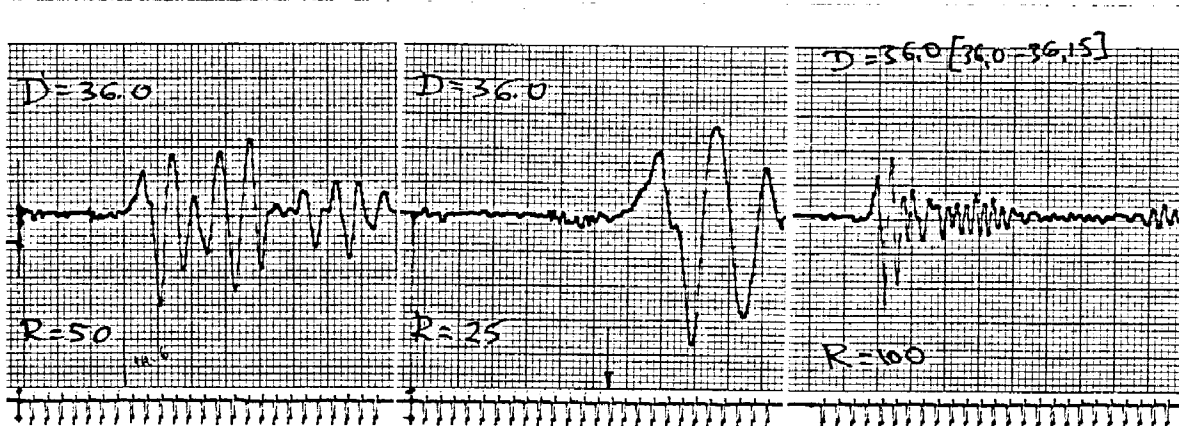
Βαθός D = 32.0 m



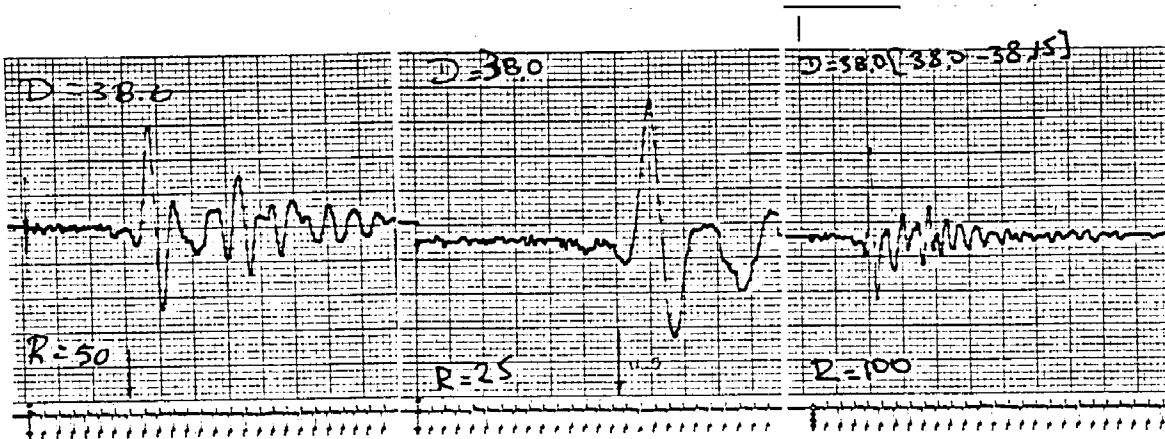
Βαθός D = 34.5 m



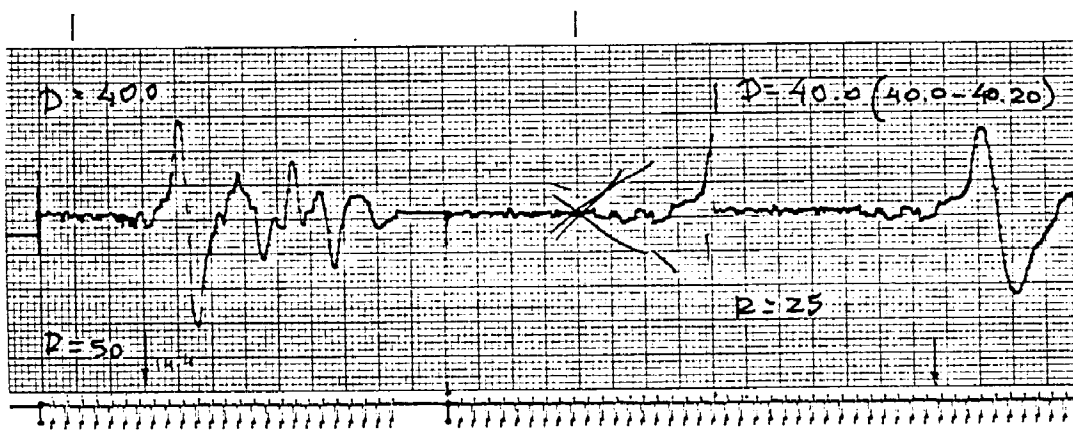
Βαθός D = 36.0 m



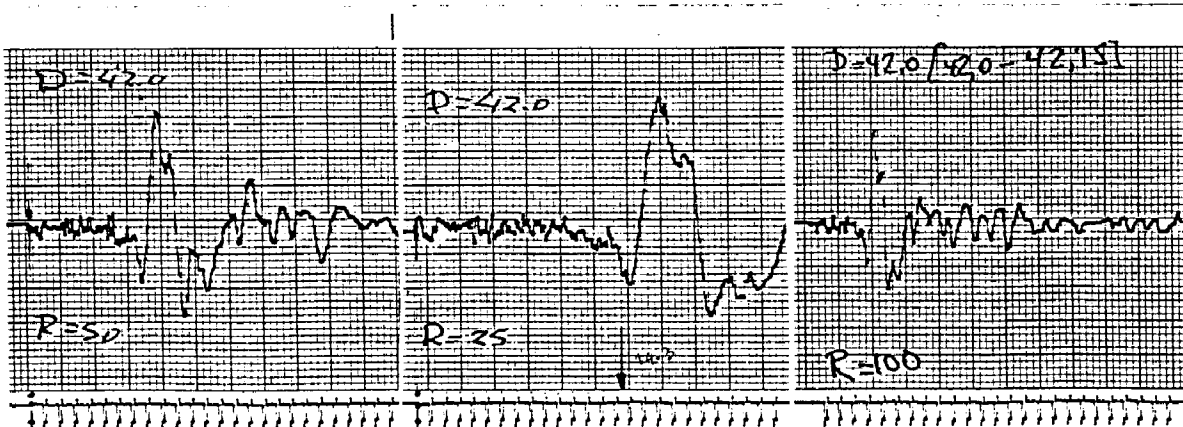
Baños D=38.0 m



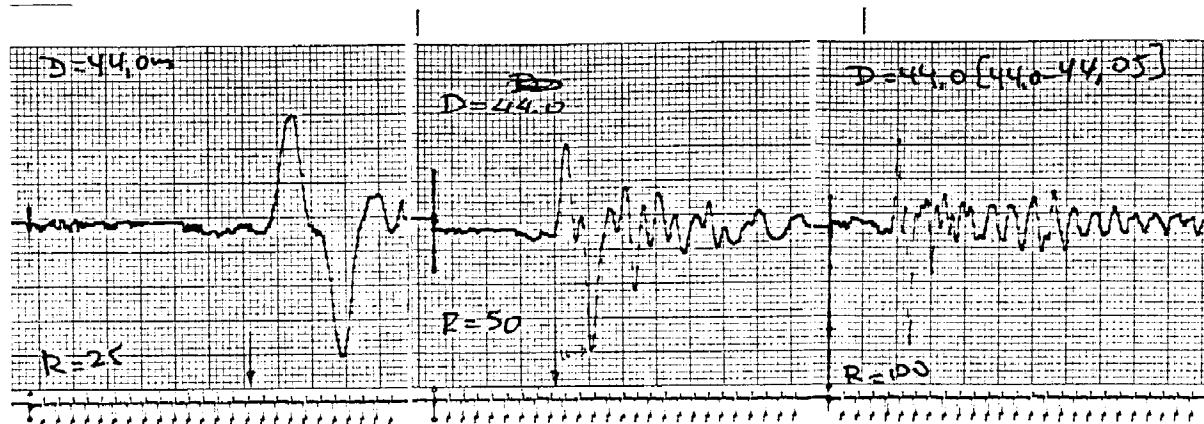
Baños D=40.0 m



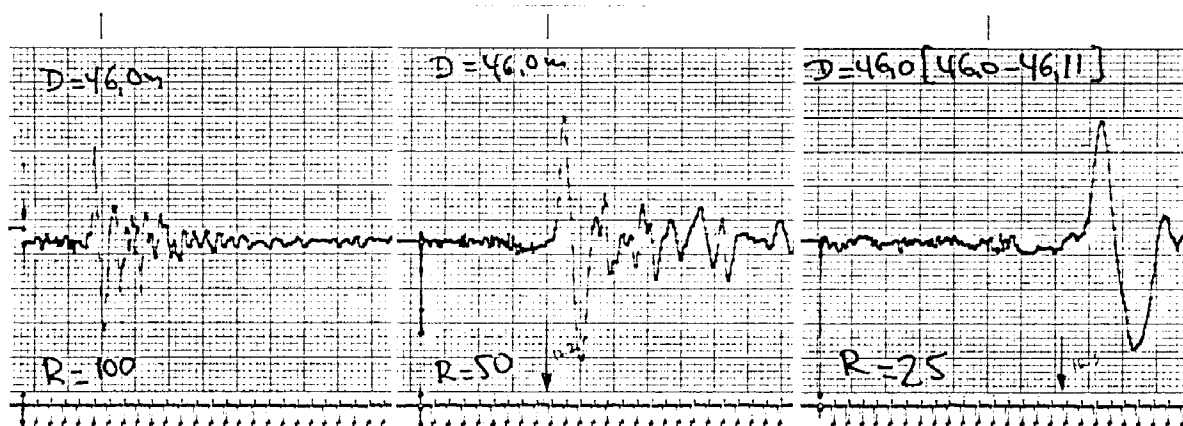
Baños D=42.0 m



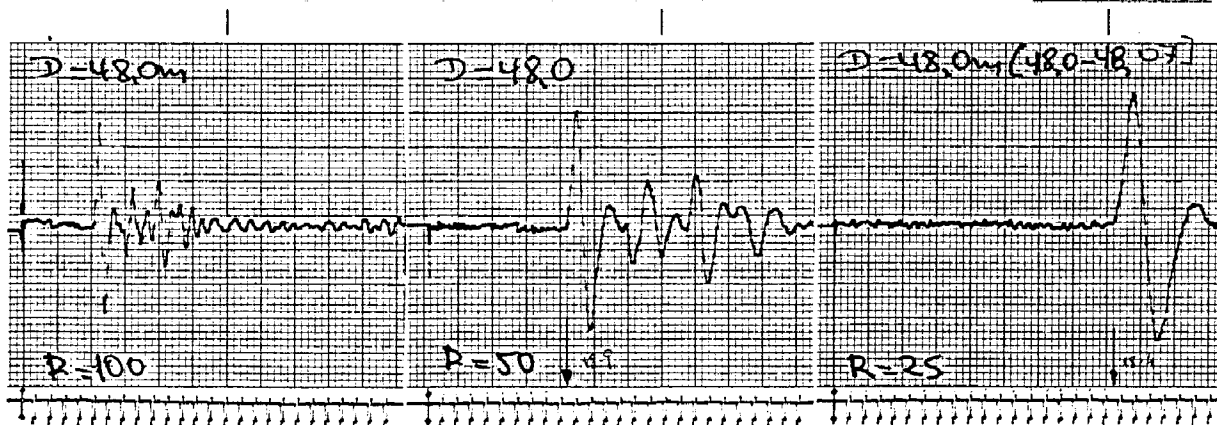
Βάθος $D = 44.0 \text{ m}$



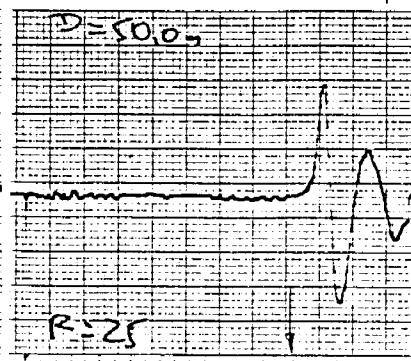
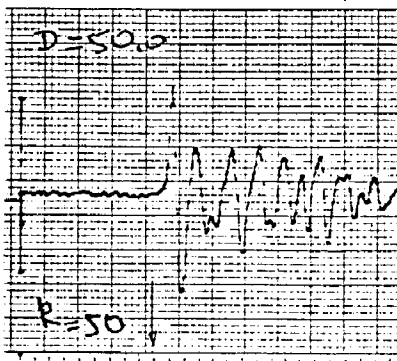
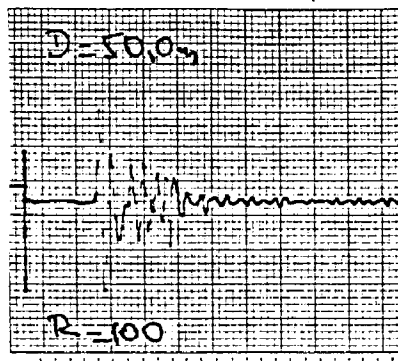
Βάθος $D = 46.0 \text{ m}$



Βάθος $D = 48.0 \text{ m}$



Ba θ os D = 50.0 m



Δ Ο Κ Ι Μ Η C R O S S - H O L E

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ 18 - Γ 18 (Α)

ΠΑΛΑΙΟΛΟΓΟΥ-ΜΑΥΡΟΜΙΧΑΛΗ

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ $L = 4.8 \text{ m}$
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΜΗΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ $V_x = 5200 \text{ m/s}$

ΒΑΘΟΣ (m)	Ts (msec)	Tp (msec)	γ_t (KN/m ³)	ΔΟΚΙΜΗ SPT ΒΑΘΟΣ (m)	N
2.00	13.50		19.00	2.50	39
4.00	14.00		19.00	4.90	59
6.00	14.40		19.00	7.40	39
8.00	14.50		19.00	9.30	46
10.00	11.40		19.00	11.10	57
12.00	10.00		19.00	13.00	26
14.00	10.50		19.00	14.60	(ΑΡΝΗΣΗ)
16.00	10.00		19.00	16.30	85
18.00	9.20		19.00	17.90	(ΑΡΝΗΣΗ)
20.00	8.00		19.00	19.40	(ΑΡΝΗΣΗ)
22.00	7.00		19.00	21.20	(ΑΡΝΗΣΗ)
24.00	13.50	7.00	19.00	23.00	(ΑΡΝΗΣΗ)
26.00	13.00		19.00	25.50	(ΑΡΝΗΣΗ)
28.00	14.50		19.00	27.60	(ΑΡΝΗΣΗ)
30.00	15.30		19.00	29.80	(ΑΡΝΗΣΗ)
32.00	14.50	8.00	19.00	31.90	(ΑΡΝΗΣΗ)
34.50	15.60		19.00	34.20	(ΑΡΝΗΣΗ)
36.00	14.50		19.00	36.40	(ΑΡΝΗΣΗ)
38.00	14.50		19.00	38.60	(ΑΡΝΗΣΗ)
40.00	14.40		19.00	40.70	(ΑΡΝΗΣΗ)
42.00	14.30		19.00	42.80	(ΑΡΝΗΣΗ)
44.00	15.10		19.00	44.75	(ΑΡΝΗΣΗ)
46.00	16.50		19.00	47.20	(ΑΡΝΗΣΗ)
48.00	18.40		19.00	49.60	(ΑΡΝΗΣΗ)
50.00	17.10		19.00		

ΒΑΘΟΣ (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Go (MPa)	E (MPa)	ν
2.00	374	-	271.22	-	-
4.00	371	-	266.41	-	-
6.00	370	-	265.77	-	-
8.00	379	-	277.85	-	-
10.00	522	-	528.54	-	-
12.00	643	-	814.05	-	-
14.00	638	-	739.26	-	-
16.00	723	-	1013.76	-	-
18.00	881	-	1502.36	-	-
20.00	1242	-	2936.63	-	-
22.00	1935	-	7250.94	-	-
24.00	558	2290	603.89	1773.49	0.47
26.00	622	-	750.39	-	-
28.00	544	-	572.73	-	-
30.00	519	-	522.40	-	-
32.00	596	3081	687.30	2035.21	0.48
34.50	553	-	592.70	-	-
36.00	659	-	840.03	-	-
38.00	695	-	936.24	-	-
40.00	748	-	1082.93	-	-
42.00	809	-	1267.02	-	-
44.00	756	-	1106.67	-	-
46.00	652	-	822.58	-	-
48.00	540	-	565.80	-	-
50.00	667	-	861.72	-	-

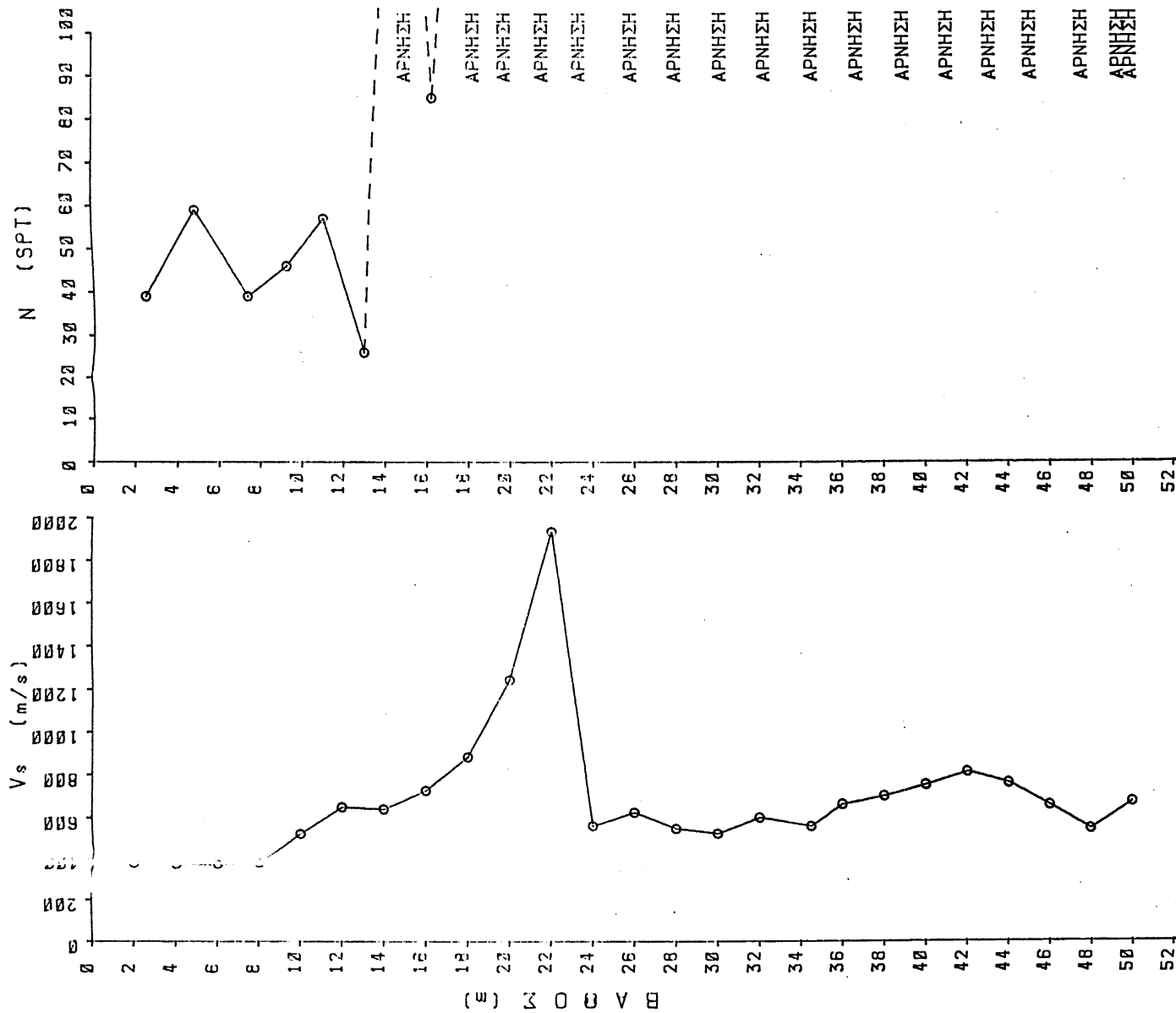
ΔΟΚΙΜΗ CROSS-II LE

ΓΕΥΣΗ Γ 18 - Γ 18 (ΠΑΛΑΙΟΤΟΥ ΝΑΥΟΝΙΧΑΗ

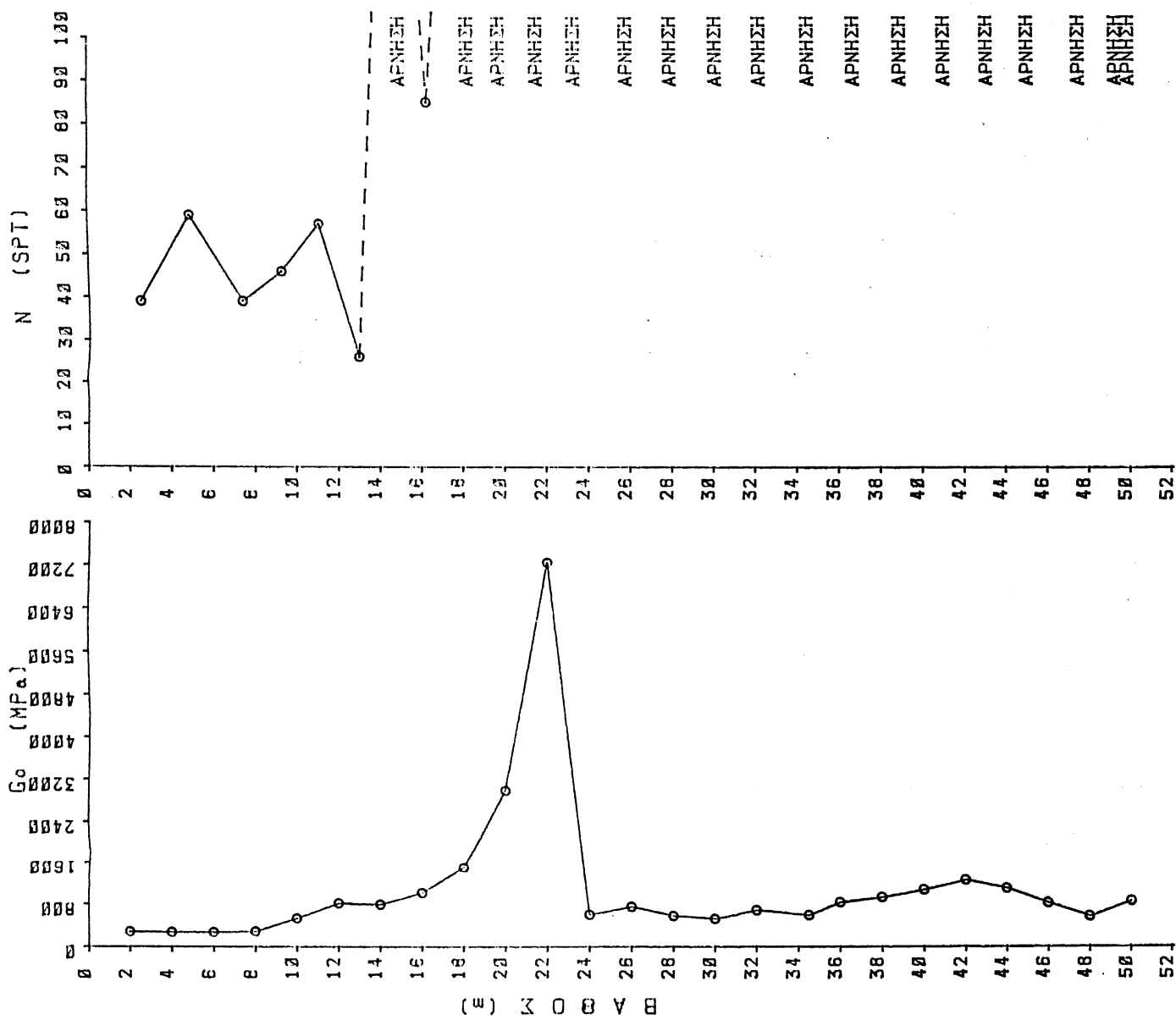
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΝΟΤΤΑΧ ΓΕΝΤΕΛΕΣ L= 4.3 m ΤΑΥΤΗΤΑ ΔΙΑΜΗΤΡΗ ΚΥΛΙΝΔΡΟ ΣΤΟ ΧΑΛΥΒΑΙΝΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ V_κ= 5200 m/s

ΒΑΘΟΣ (m)	T _s (msec)	T _p (msec)	T ₁ (msec)	ΔΟΚΙΜΗ SPT	N
2.00	13.50		19.00	2.50	39
4.00	14.00		19.00	4.90	39
6.00	14.40		19.00	7.40	39
8.00	14.50		19.00	9.30	48
10.00	14.40		19.00	11.10	57
12.00	14.00		19.00	13.00	28
14.00	16.50		19.00	14.60	(ΑΡΝΗΣΗ)
16.00	16.00		19.00	16.30	85
18.00	9.20		19.00	17.90	(ΑΡΝΗΣΗ)
20.00	9.00		19.00	19.40	(ΑΡΝΗΣΗ)
22.00	7.00	7.00	19.00	21.20	(ΑΡΝΗΣΗ)
24.00	13.90		19.00	23.00	(ΑΡΝΗΣΗ)
26.00	13.50		19.00	24.80	(ΑΡΝΗΣΗ)
28.00	14.50		19.00	26.60	(ΑΡΝΗΣΗ)
30.00	14.50		19.00	28.40	(ΑΡΝΗΣΗ)
32.00	14.50	8.00	19.00	30.20	(ΑΡΝΗΣΗ)
34.00	15.50		19.00	32.00	(ΑΡΝΗΣΗ)
36.00	14.50		19.00	33.80	(ΑΡΝΗΣΗ)
38.00	14.50		19.00	35.60	(ΑΡΝΗΣΗ)
40.00	14.40		19.00	37.40	(ΑΡΝΗΣΗ)
42.00	14.30		19.00	39.20	(ΑΡΝΗΣΗ)
44.00	15.10		19.00	41.00	(ΑΡΝΗΣΗ)
46.00	16.50		19.00	42.80	(ΑΡΝΗΣΗ)
48.00	13.40		19.00	44.60	(ΑΡΝΗΣΗ)
50.00	17.10		19.00	46.40	(ΑΡΝΗΣΗ)

ΒΑΘΟΣ (m)	V _s (m/s)	V _p (m/s)	G ₀ (MPa)	E (MPa)	ν
2.00	374		271.22		
4.00	371		266.41		
6.00	370		265.77		
8.00	370		277.85		
10.00	532		528.54		
12.00	613		814.05		
14.00	633		789.26		
16.00	723		1013.76		
18.00	831		1502.35		
20.00	1242		2298.63		
22.00	1935	2230	7250.94	1773.4	0.47
24.00	558		503.89		
26.00	822		750.39		
28.00	822		750.39		
30.00	510		527.43		
32.00	596	3081	687.30	2035.2	0.48
34.00	553		592.70		
36.00	553		840.03		
38.00	695		936.24		
40.00	748		1082.93		
42.00	809		1267.02		
44.00	756		1106.67		
46.00	652		822.58		
48.00	540		585.80		
50.00	667		861.72		



ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE
ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ18 - Γ18 (R)

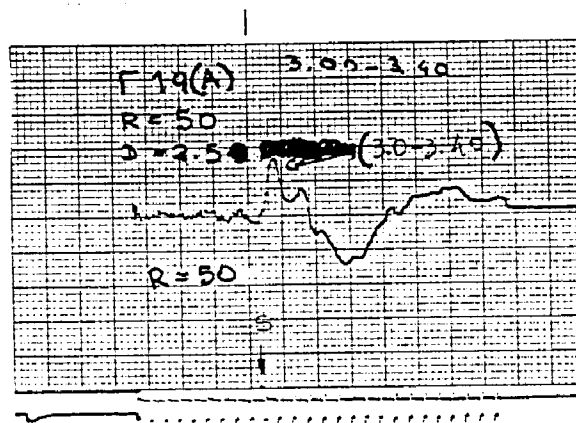


ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE

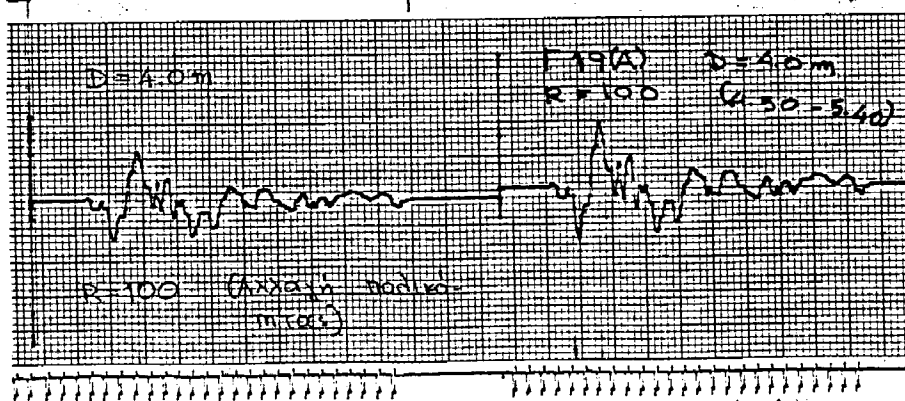
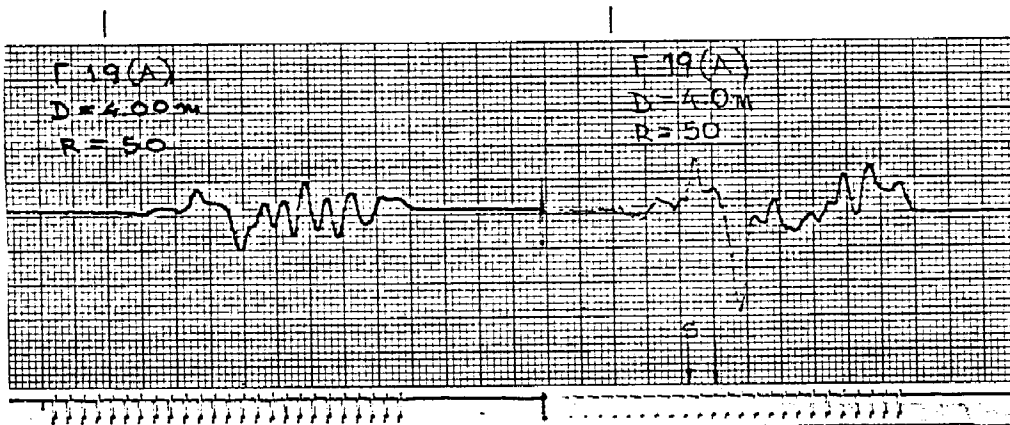
Γεωτρήσεις : Γ 19 και Γ 19(A) (Υπαπαντή)

Οριζόντια απόσταση γεωτρήσεων : $L = 5.0 \text{ m}$

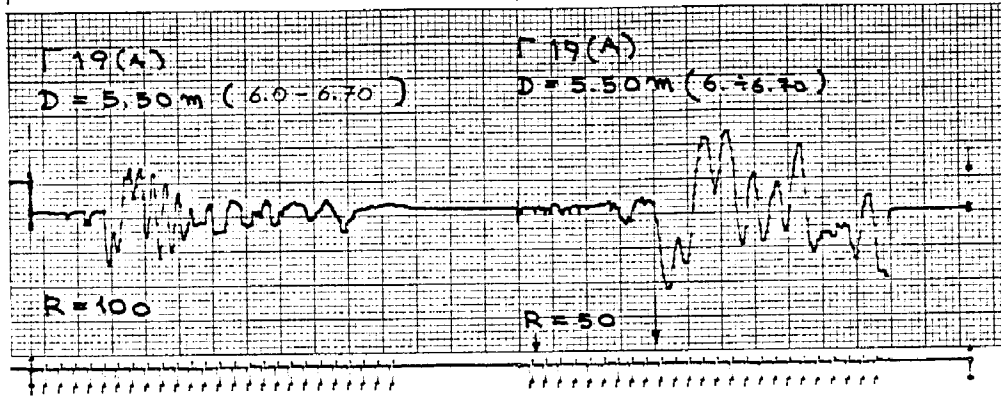
Βάθος $D = 2.50 \text{ m}$



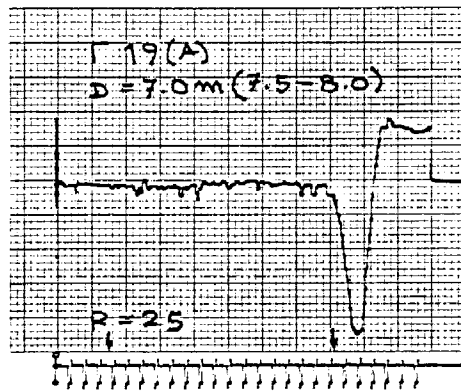
Βάθος $D = 4.0 \text{ m}$



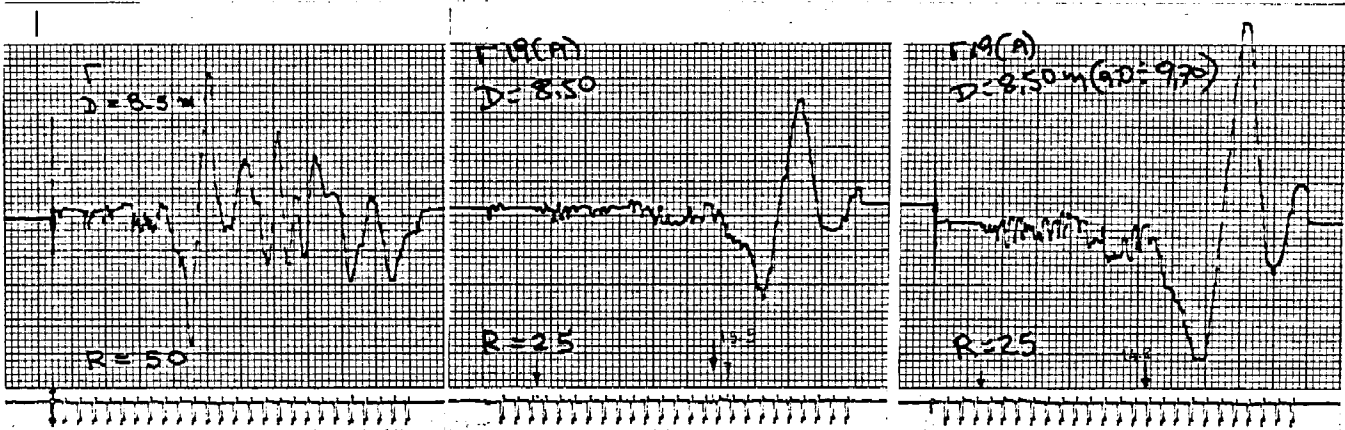
Baños D = 5.50 m



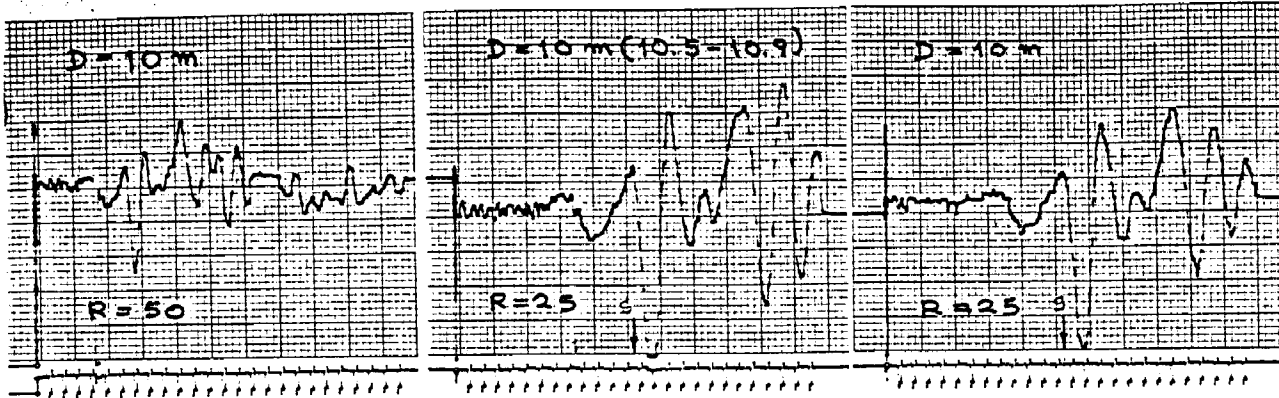
Baños D = 7.0 m



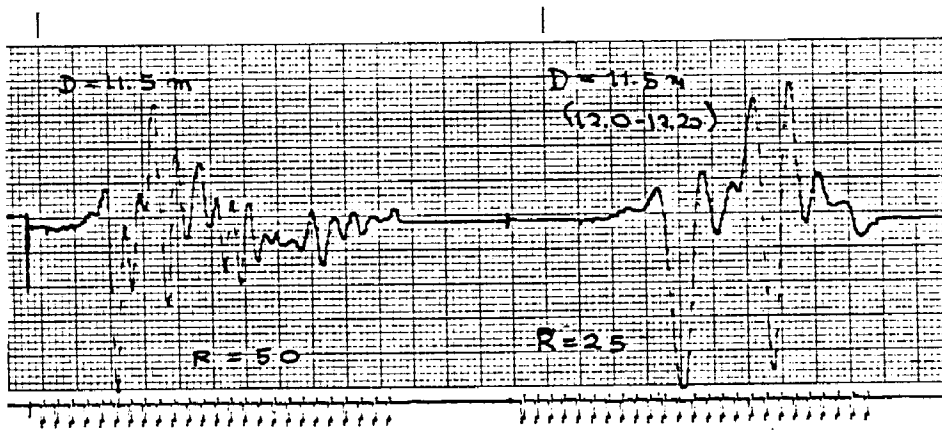
Baños D = 8.50 m



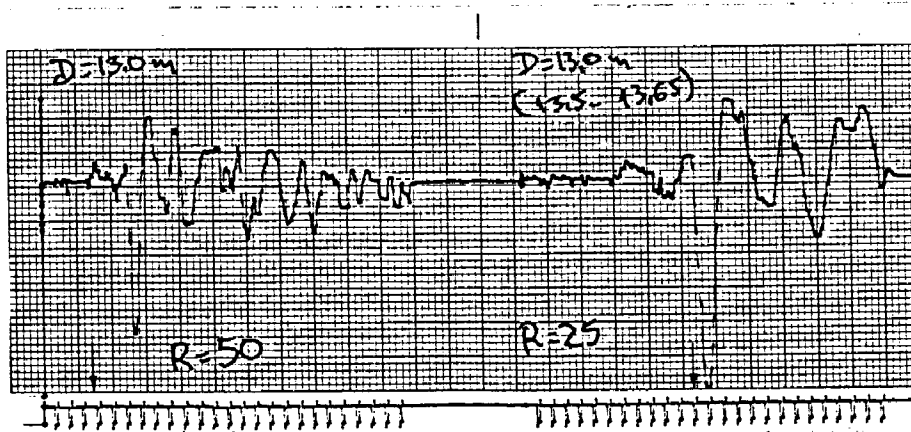
Baños D = 10.0 m



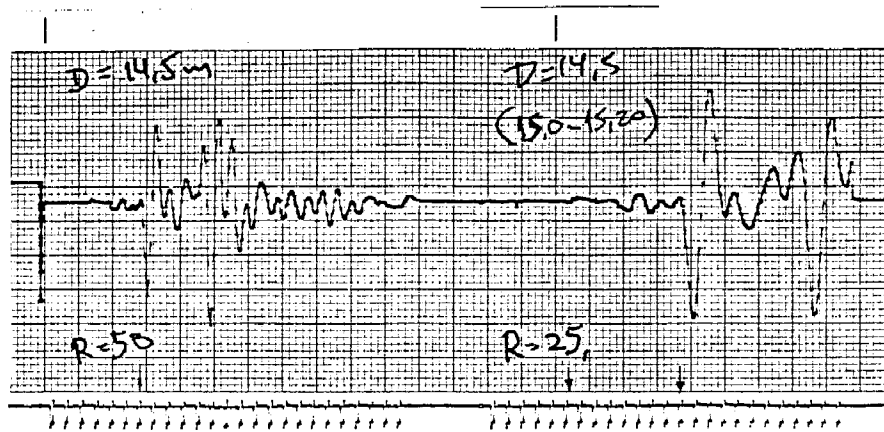
Baños D = 11.5 m



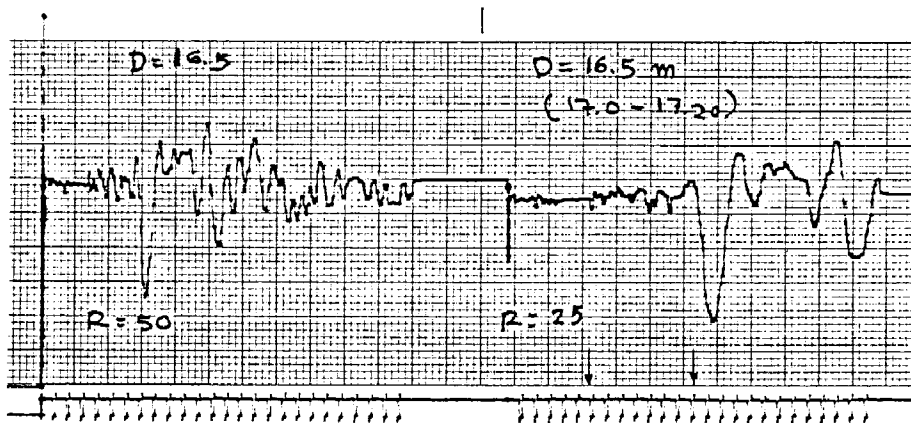
Baños D = 13.0 m



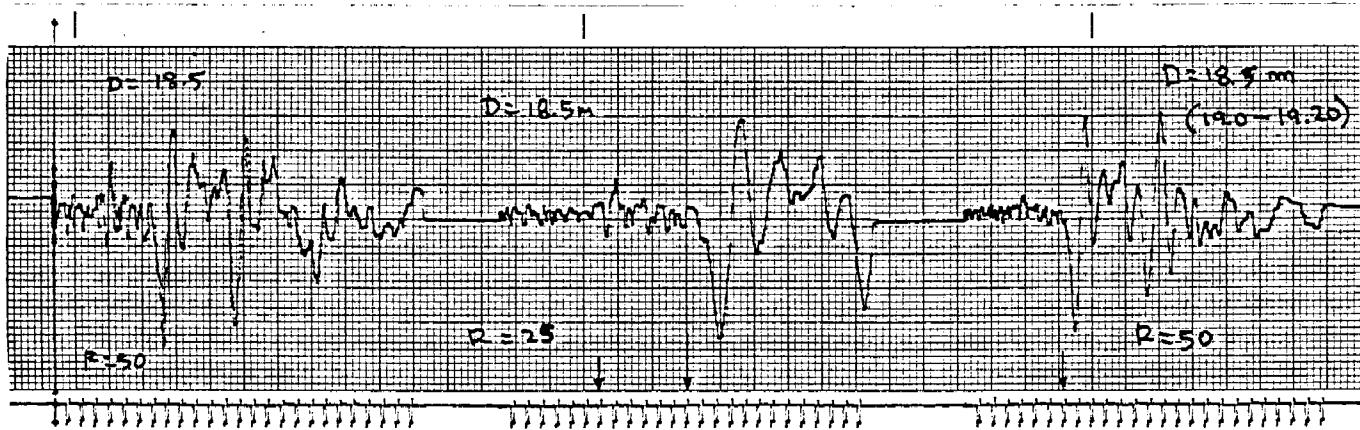
Baños D=14.5 m



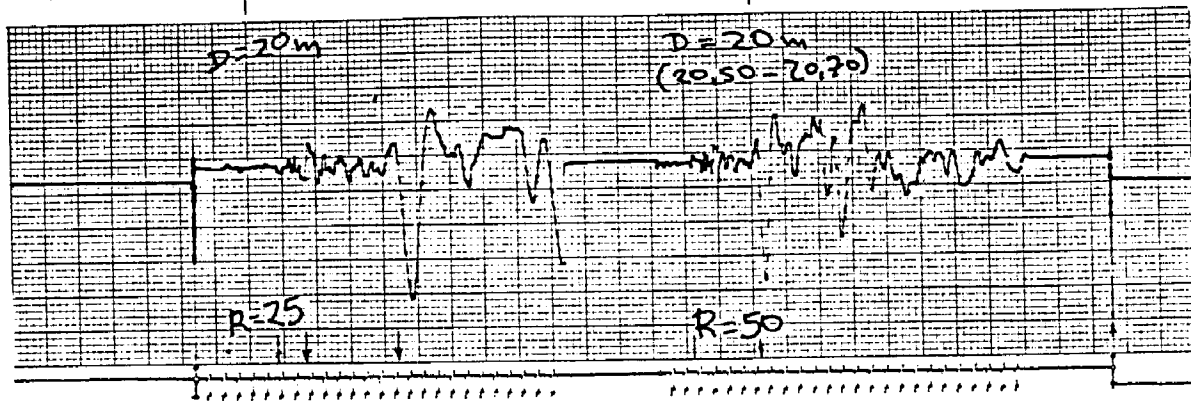
Baños D=16.5 m



Baños D=18.5 m



Baños D = 20.0 m



Δ Ο Κ Ι Μ Η C R O S S - H O L E

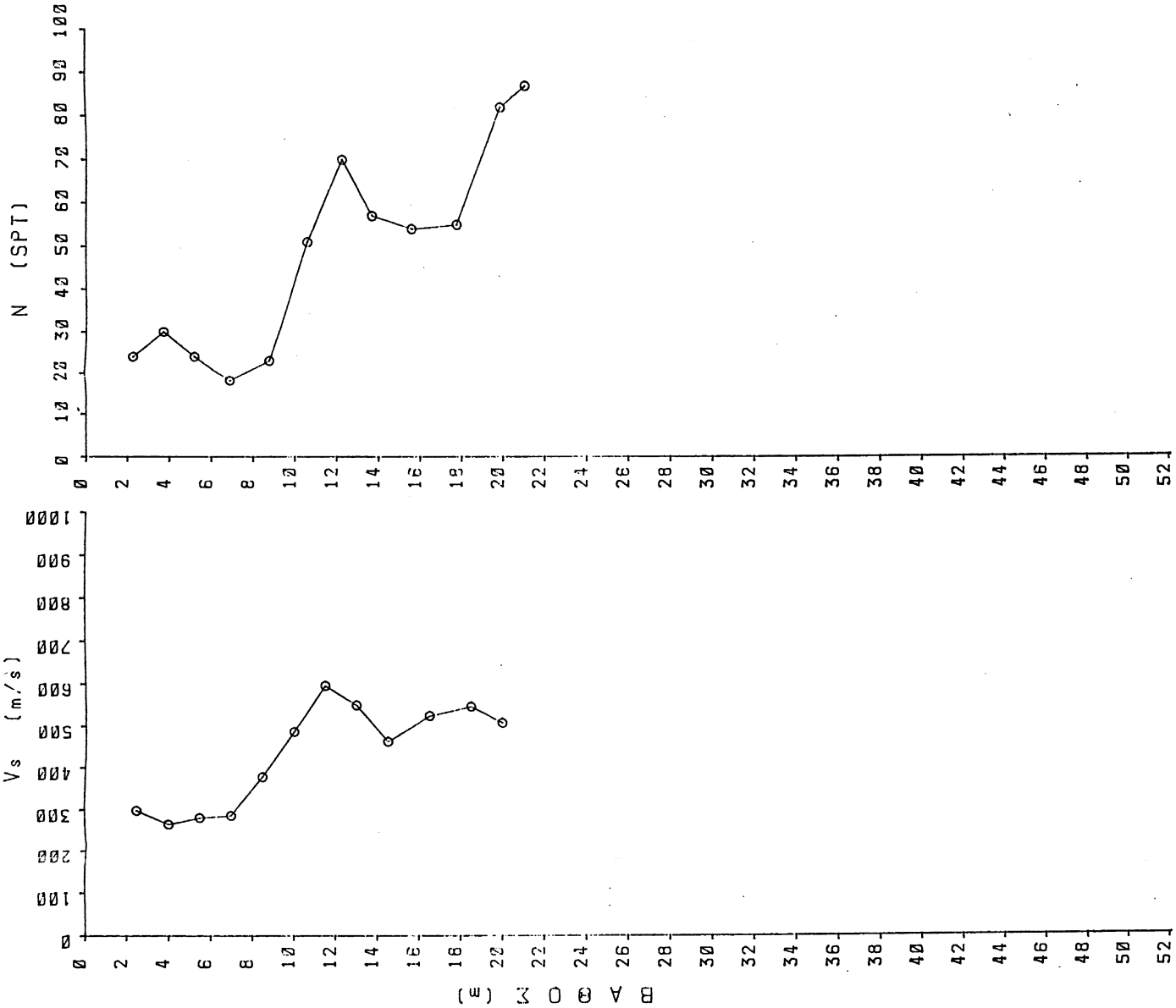
ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ 19 - Γ 19 (Α)

ΥΠΑΠΑΝΤΗ

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ L= 5 m
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΜΗΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ Vx= 5200 m/s

ΒΑΘΟΣ (m)	Ts (msec)	Tp (msec)	γt (KN/m ³)	ΔΟΚΙΜΗ SPT ΒΑΘΟΣ (m)	N
2.50	17.60		19.00	2.30	24
4.00	20.00		19.00	3.70	30
5.50	19.20	2.80	19.00	5.20	24
7.00	19.20	3.65	19.00	6.90	18
8.50	15.20	3.20	19.00	8.80	23
10.00	12.50		19.00	10.60	51
11.50	10.90		19.00	12.30	70
13.00	11.90		19.00	13.70	57
14.50	13.90	6.00	19.00	15.60	54
16.50	13.00	5.90	19.00	17.80	55
18.50	13.00	6.80	19.00	19.90	82
20.00	14.00	7.60	19.00	21.10	87

ΒΑΘΟΣ (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Go (MPa)	E (MPa)	ν
2.50	297	-	170.93	-	-
4.00	264	-	134.95	-	-
5.50	280	3439	151.90	454.69	0.50
7.00	285	2481	156.93	468.70	0.49
8.50	377	3916	274.68	821.48	0.50
10.00	486	-	457.43	-	-
11.50	595	-	686.22	-	-
13.00	549	-	583.23	-	-
14.50	462	1711	413.35	1207.54	0.46
16.50	524	2050	532.19	1559.36	0.47
18.50	546	1693	577.85	1666.39	0.44
20.00	507	1443	497.50	1422.48	0.43



ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΣΗ
ΑΝΘΡΑΚΗ
ΑΡΓΙΛΟΣ
ΑΝΘΡΑΚΗ ΙΛΥΕ
ΑΝΘΡΑΚΗ
ΜΑΡΙΑ
ΙΛΥΟΣ
ΜΑΡΙΑ

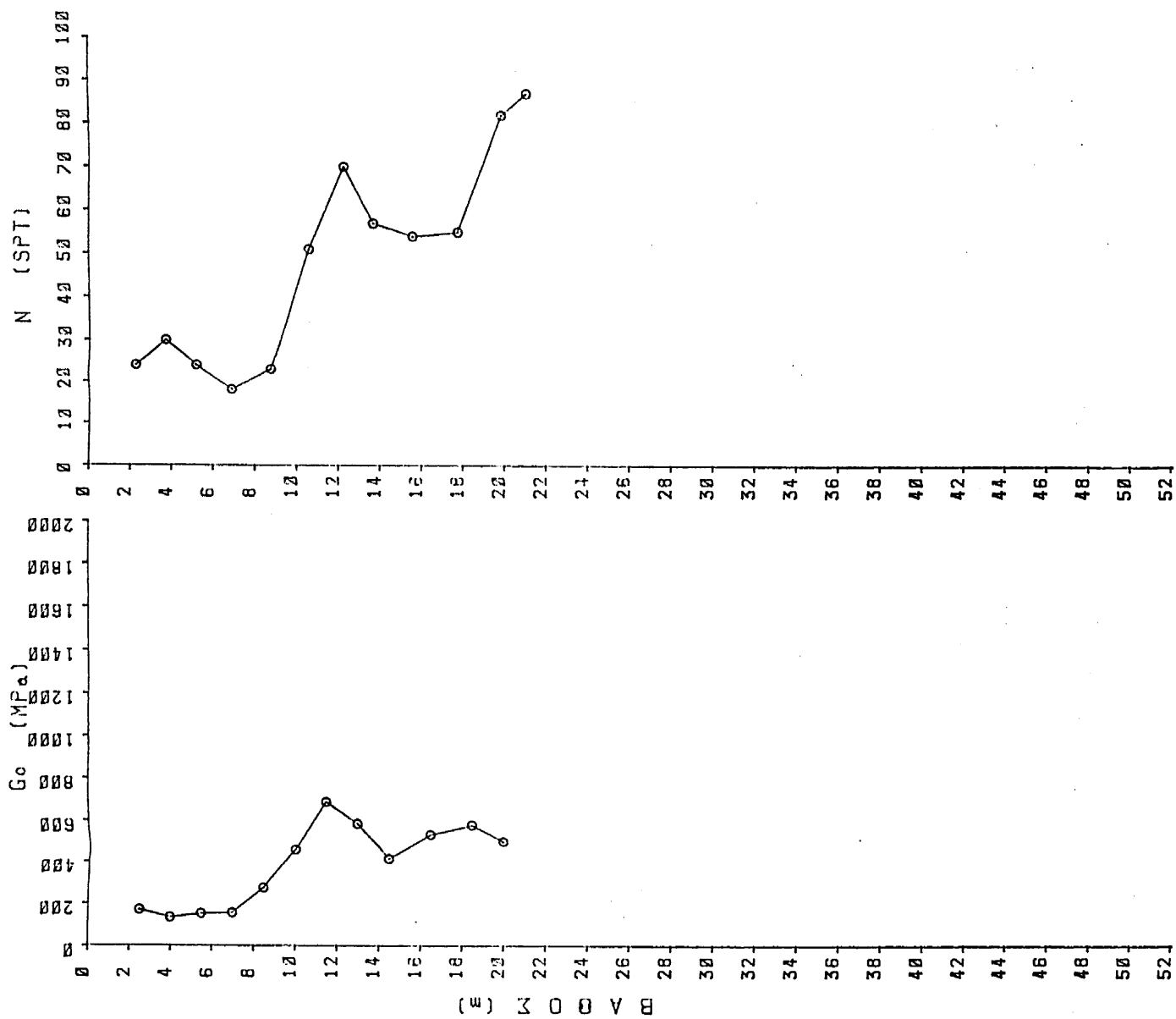
ΒΑΘΟΣ (m)	Ts (msec)	Tp (msec)	γ _t (kg/m ³)	ΔΟΚΙΜΗ SPT 102 (m)	N
2.50	17.80	-	19.00	2.30	24
4.00	20.00	3.30	19.00	3.70	30
6.00	13.20	3.85	19.00	5.20	18
8.00	15.20	3.20	19.00	6.90	23
10.00	12.50	-	19.00	8.80	18
12.00	10.90	-	19.00	10.80	51
14.00	11.30	6.00	19.00	12.30	70
16.00	13.80	-	19.00	13.70	57
18.00	13.90	5.90	19.00	15.60	54
20.00	13.00	6.30	19.00	17.80	55
22.00	14.00	7.60	19.00	19.30	82
24.00	-	-	-	21.10	87

ΒΑΘΟΣ (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	G _v (MPa)	E (MPa)	ν
2.50	297	-	170.93	-	-
4.00	264	3430	134.95	454.6	0.50
6.00	258	3430	151.90	468.7	0.49
8.00	297	3916	277.63	823.4	0.50
10.00	486	-	417.43	-	-
12.00	595	-	636.22	-	-
14.00	549	-	583.23	-	-
16.00	462	1711	413.35	1207.5	0.46
18.00	524	2050	532.19	1559.3	0.47
20.00	546	1693	577.85	1666.3	0.44
22.00	507	1443	497.50	1422.4	0.43

ΟΡΙΣΜΟΙ ΑΝΩΤΕΡΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ Λ: 5 m
 ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΜΗΚΡΙΣ ΚΙΝΗΤΩΝ ΣΤΟ ΧΑΛΥΒΑΙΝΟ Σ ΛΕΧΟΣ V_κ= 5200 m/s

Δ Ο Κ Ι Μ Η Γ Ρ Ο Σ Σ - Η Λ Ε

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ Γ 10 - Γ 19
 ΥΠΟΔΑΤΗ



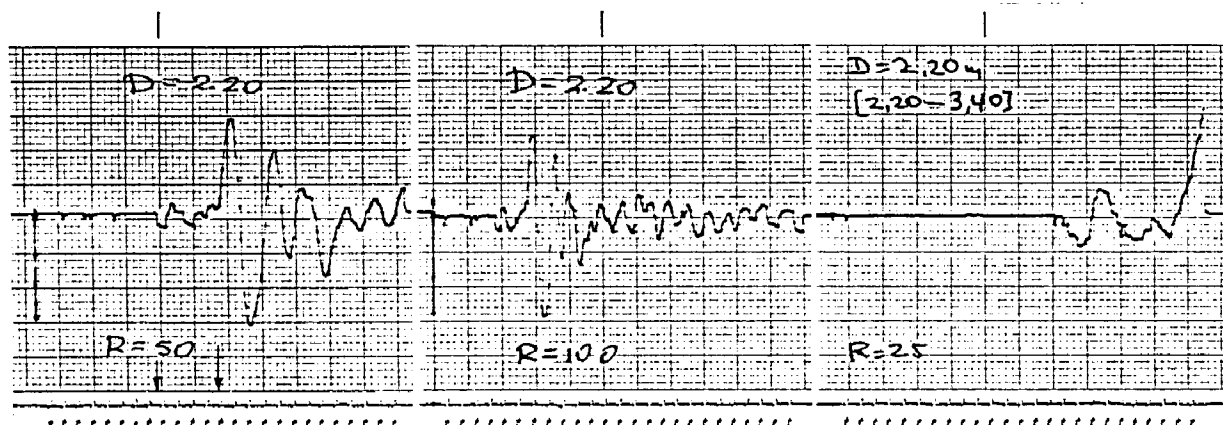
--	--	--	--	--	--

ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE

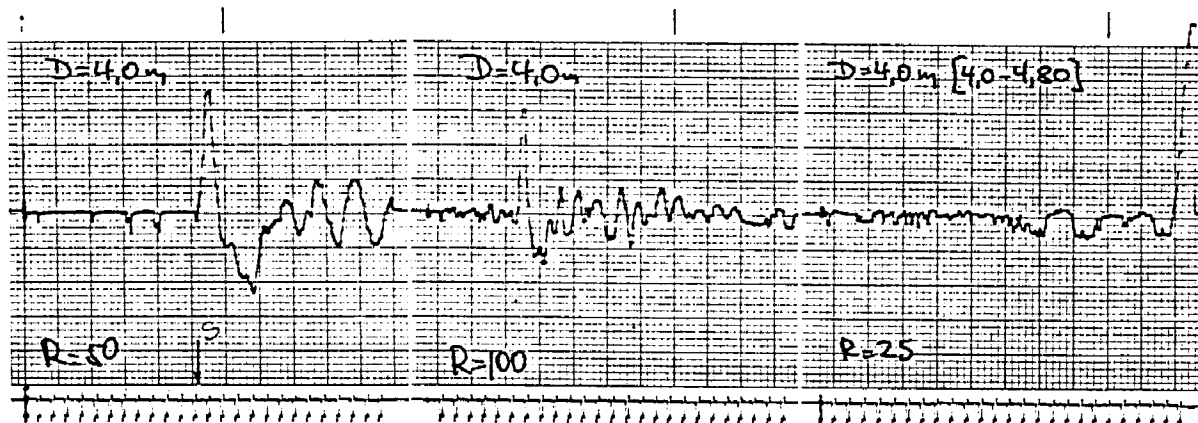
Γεωτρήσεις : Γ 26 - Γ 26(A) (κολυβητήριο)

Οριζόντια Απόσταση Γεωτρήσεων : $L = 5.30 \text{ m}$

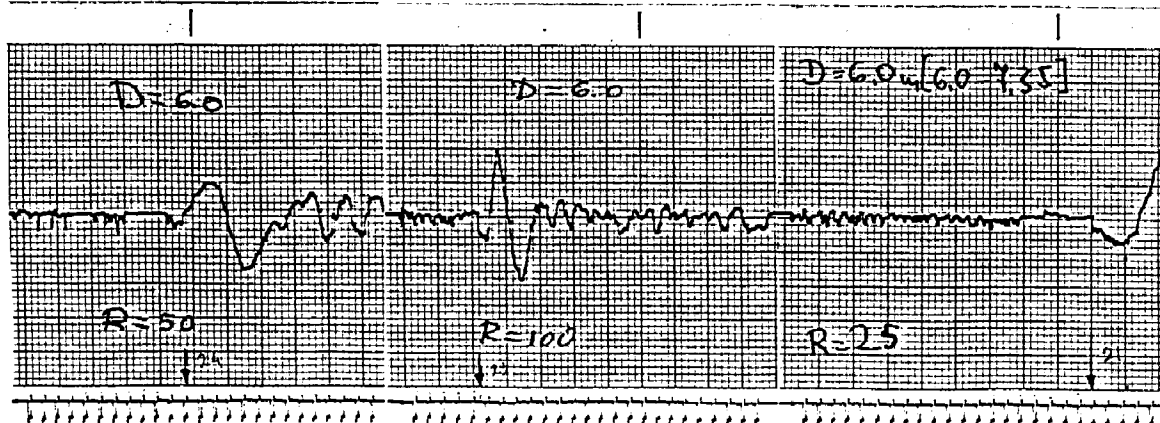
Βάθος $D = 2.20 \text{ m}$



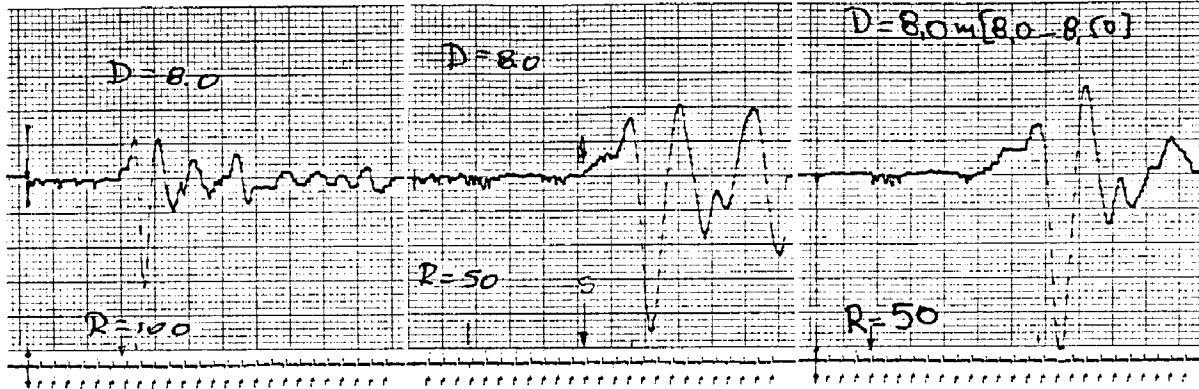
Βάθος $D = 4.0 \text{ m}$



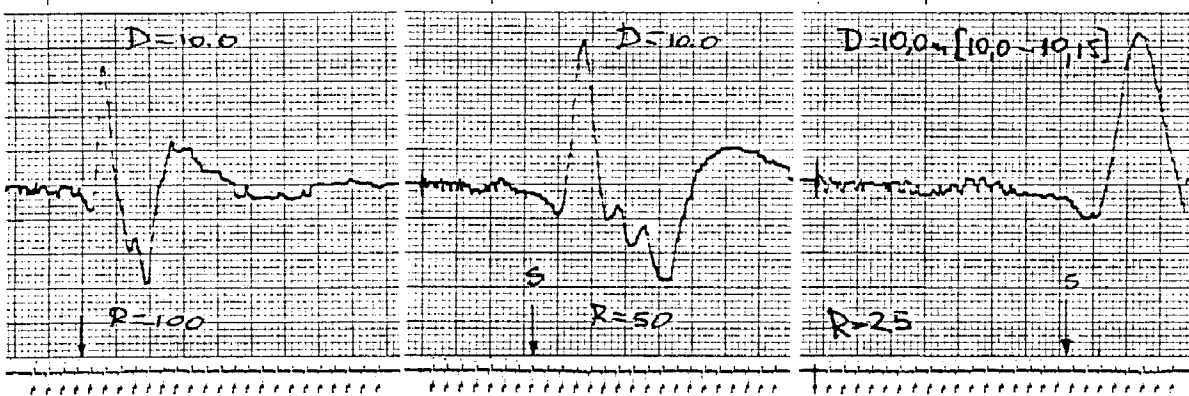
Βάθος $D = 6.0 \text{ m}$



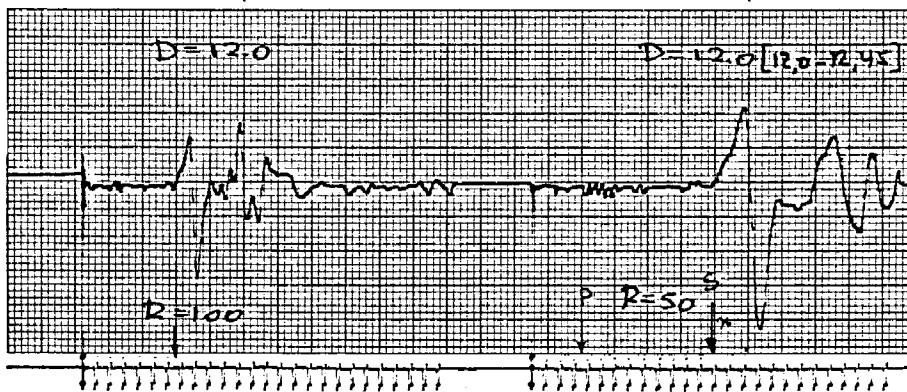
Bãθos D = 8.0 m



Bãθos D = 10.0 m



Bãθos D = 12.0 m

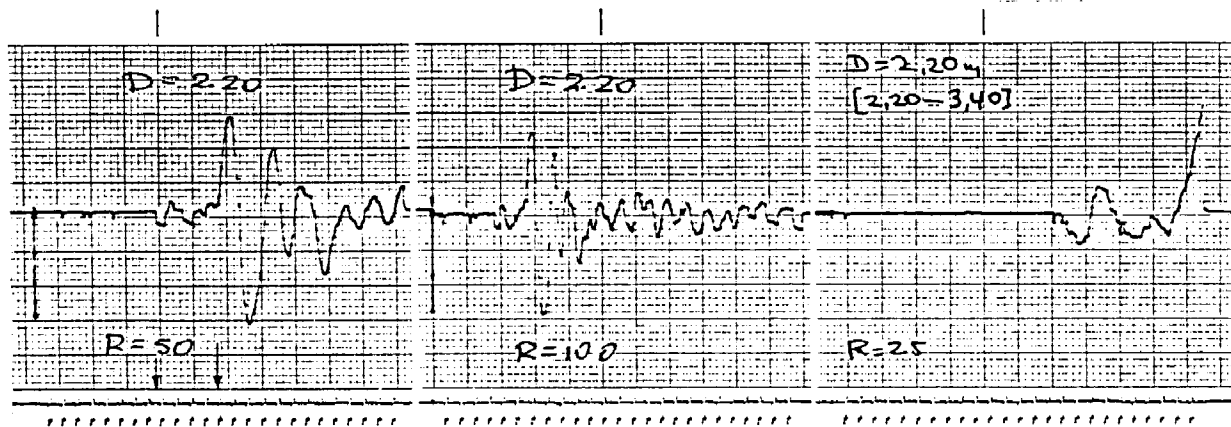


ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE

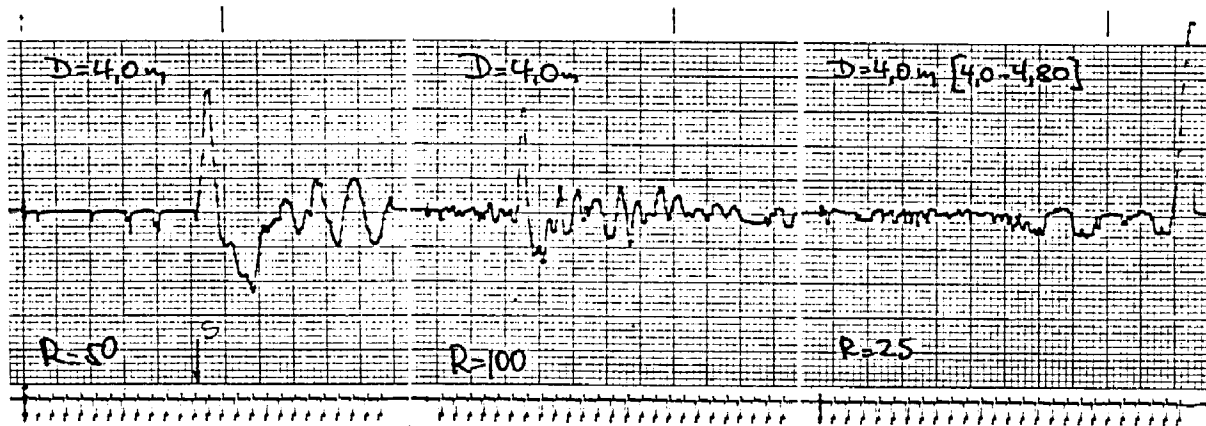
Γεωτρήσεις : Γ 26 - Γ 26(A) (Κολυμβητήριο)

Οριζόντια Απόσταση Γεωτρήσεων : $L = 5.30 \text{ m}$

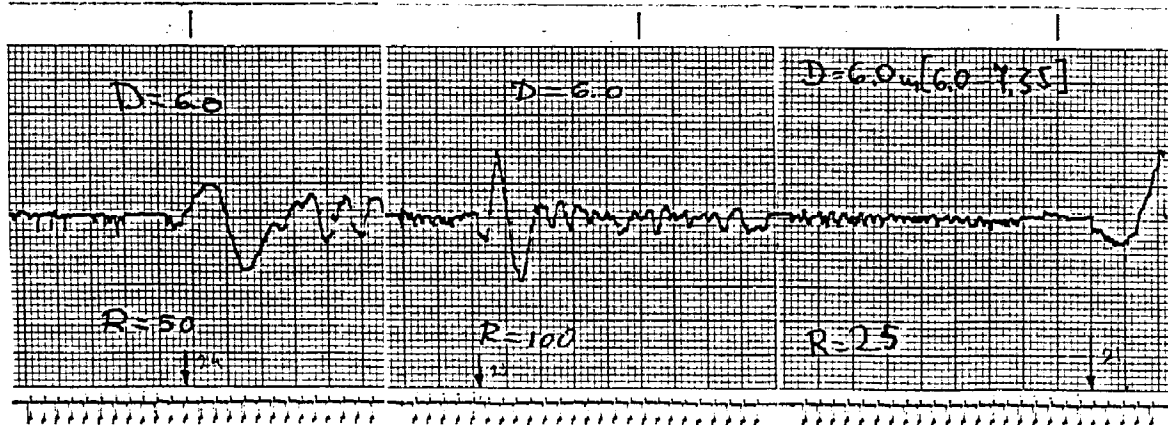
Βάθος $D = 2.20 \text{ m}$



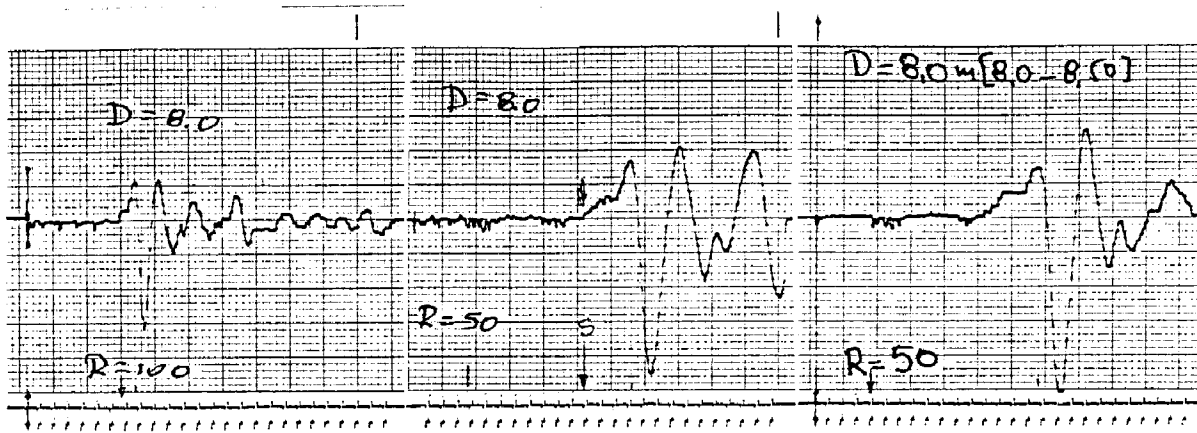
Βάθος $D = 4.0 \text{ m}$



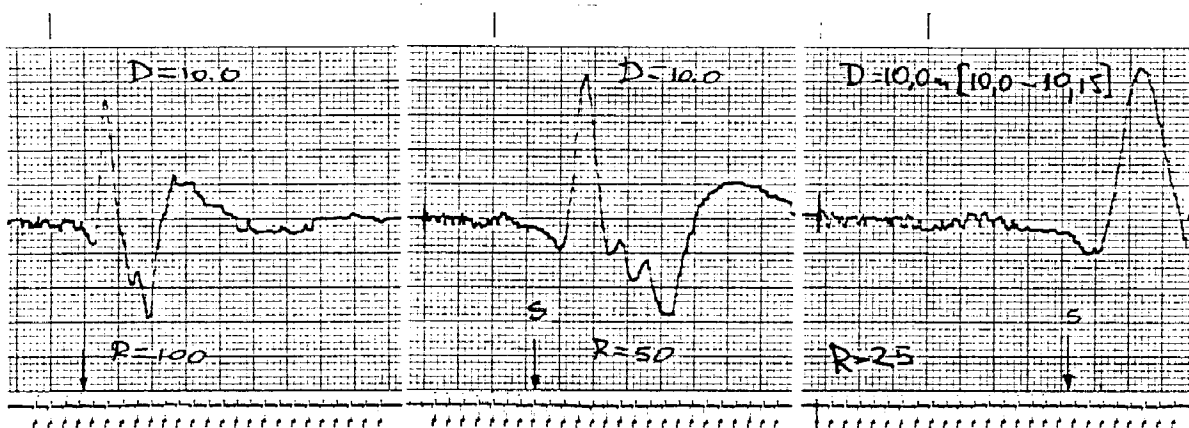
Βάθος $D = 6.0 \text{ m}$



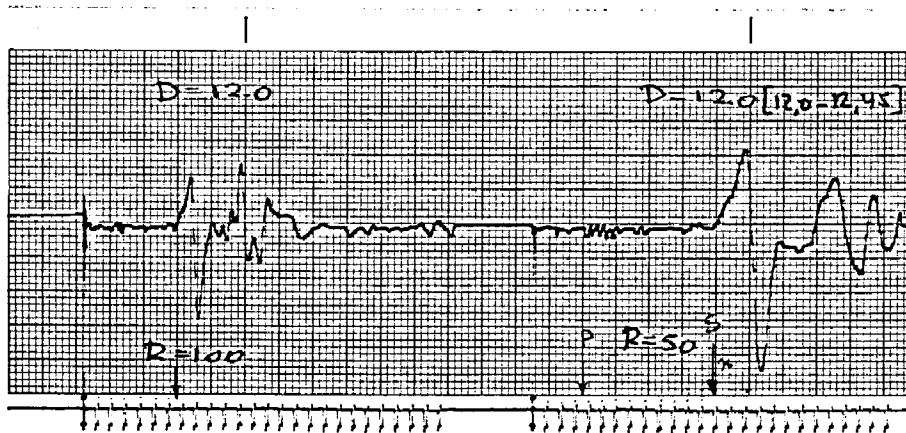
Bağos D = 8.0 m



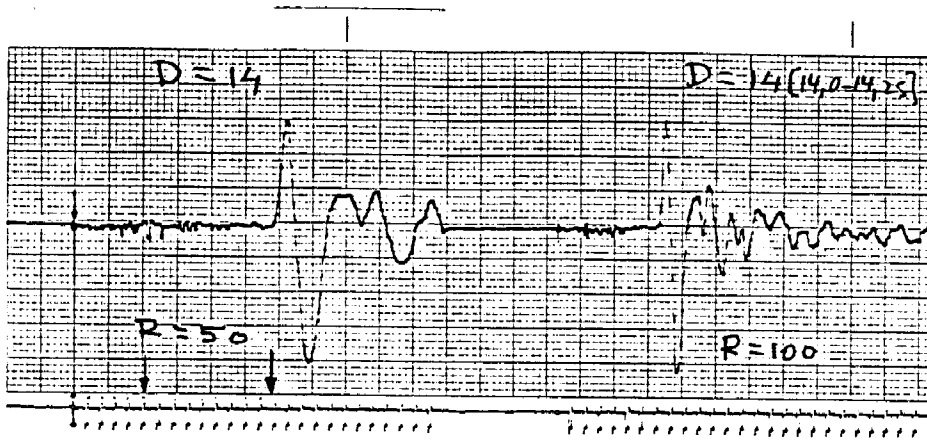
Bağos D = 10.0 m



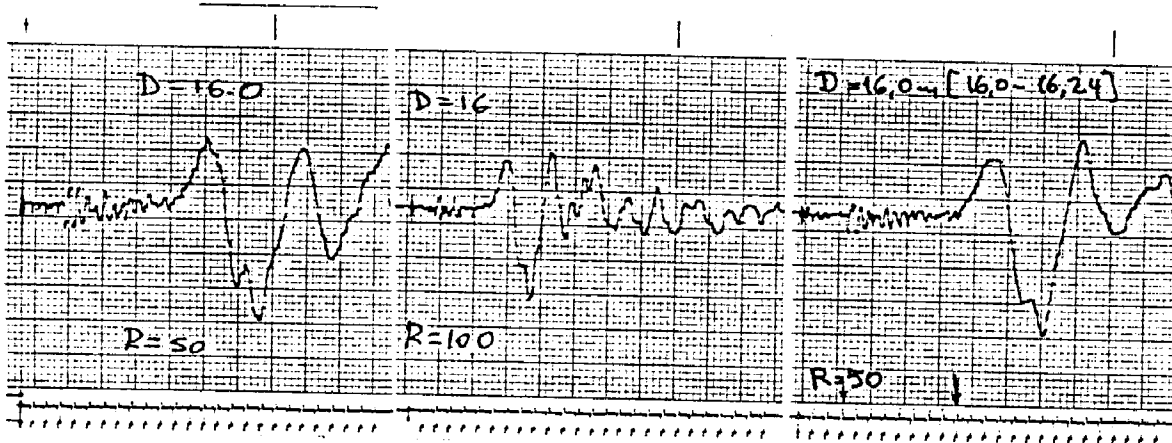
Bağos D = 12.0 m



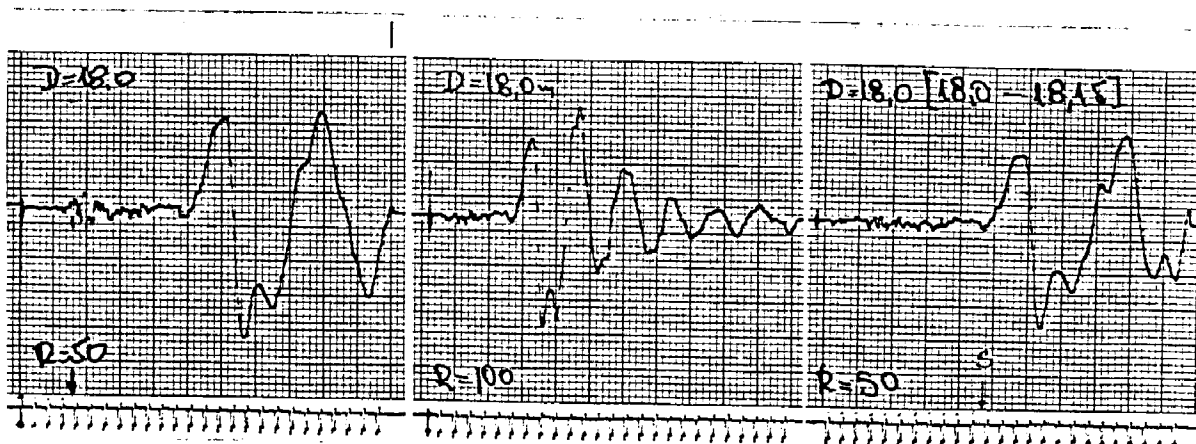
Βάθος $D = 14.0$ m



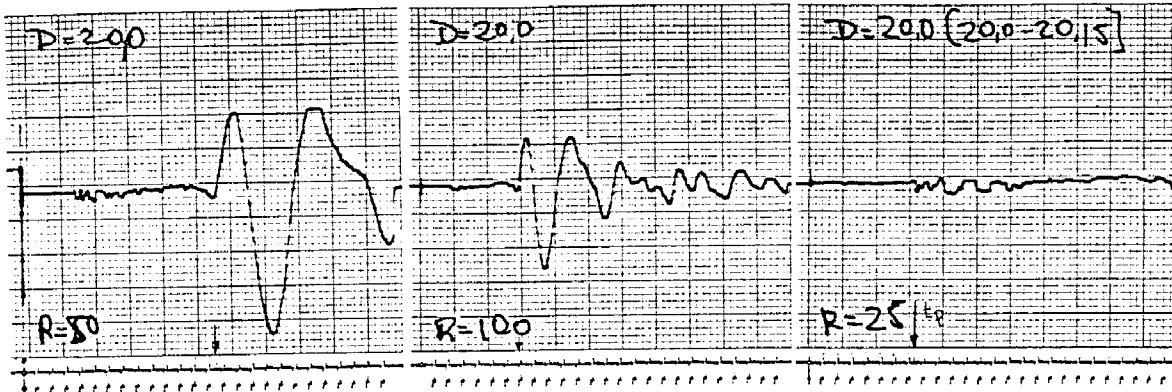
Βάθος $D = 16.0$ m



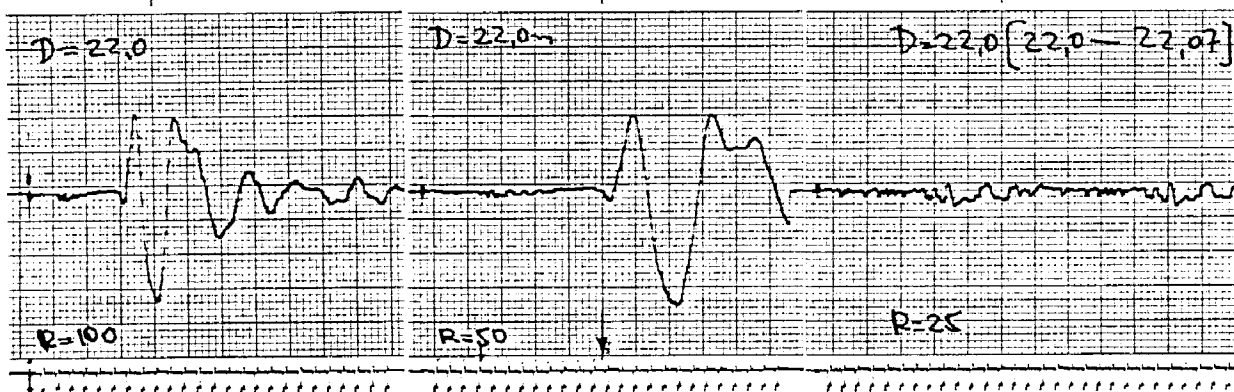
Βάθος $D = 18.0$ m



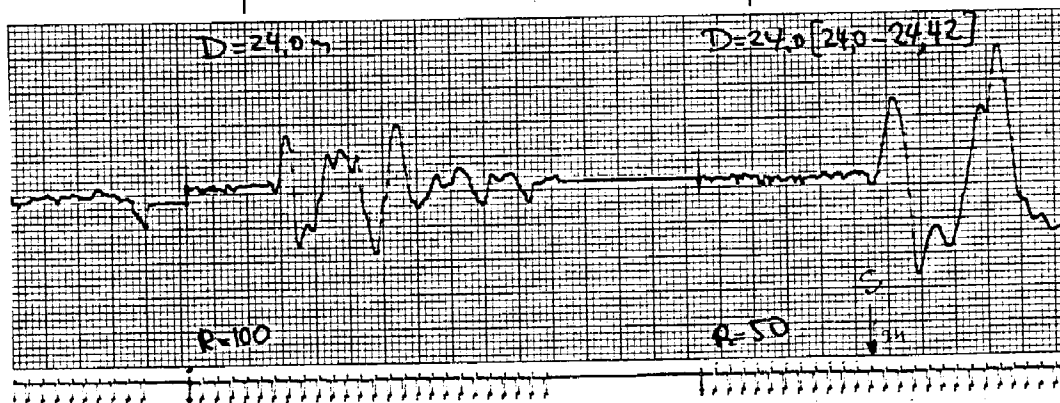
Βάθος $D = 20.0 \text{ m}$



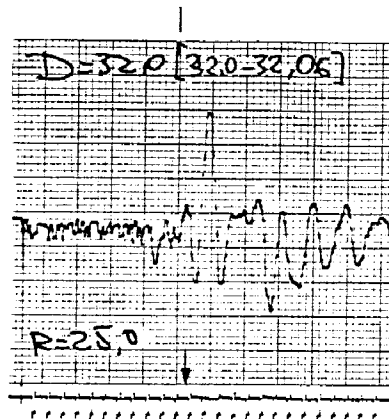
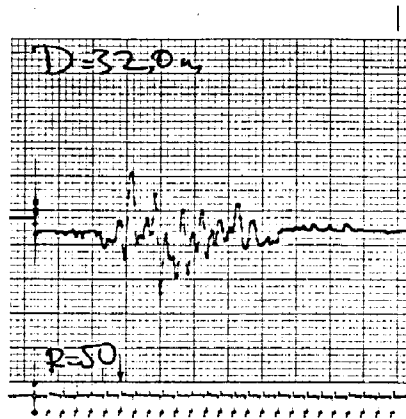
Βάθος $D = 22.0 \text{ m}$



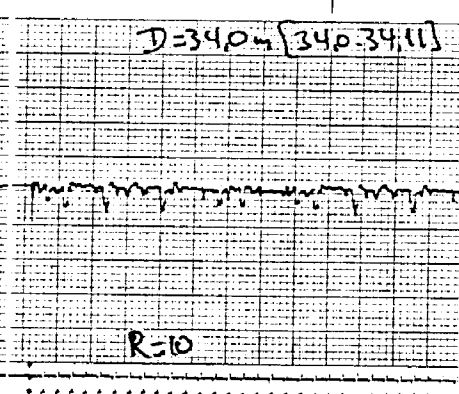
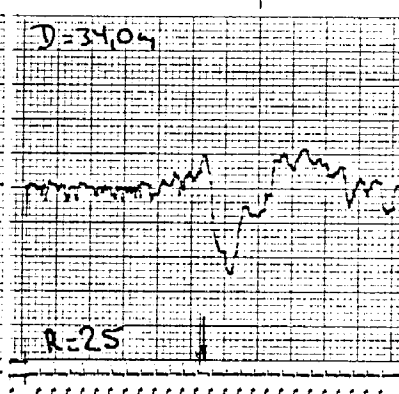
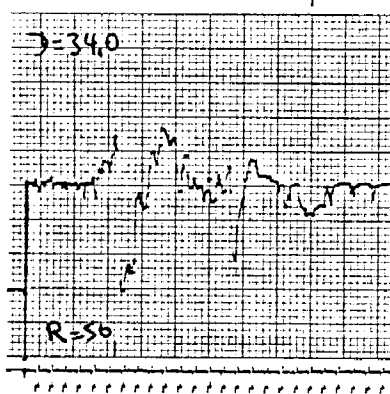
Βάθος $D = 24.0 \text{ m}$



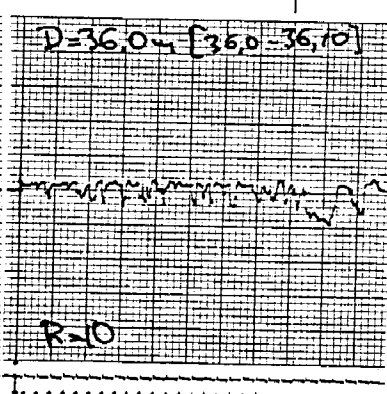
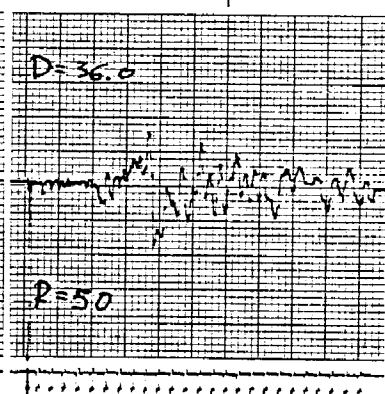
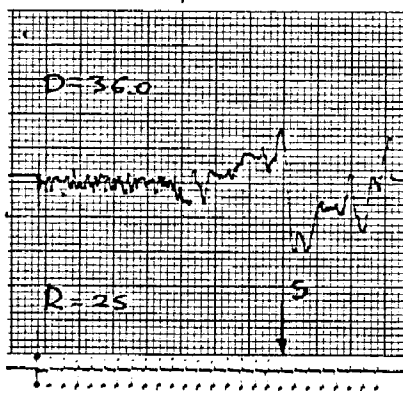
Baños D = 32.0 m



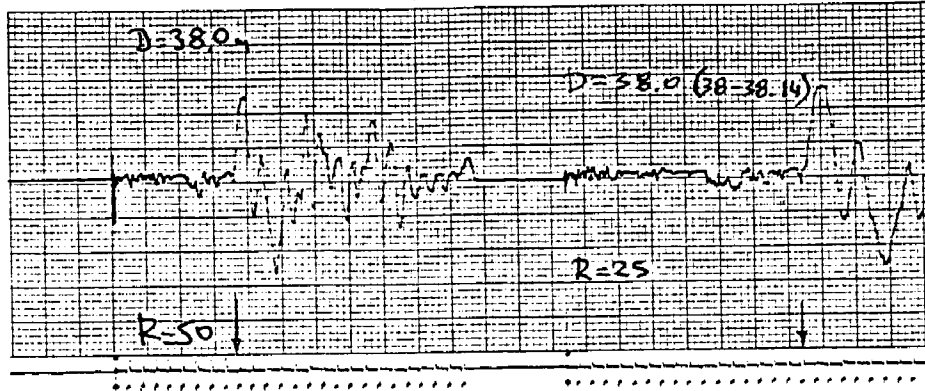
Baños D = 34.0 m



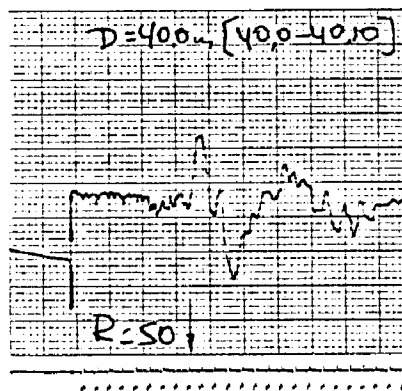
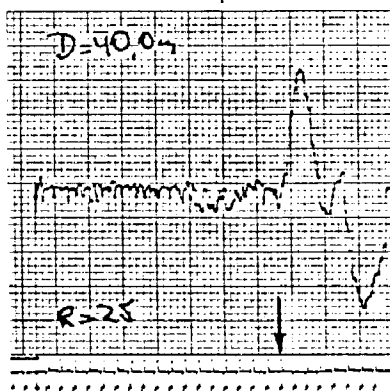
Baños D = 36.0 m



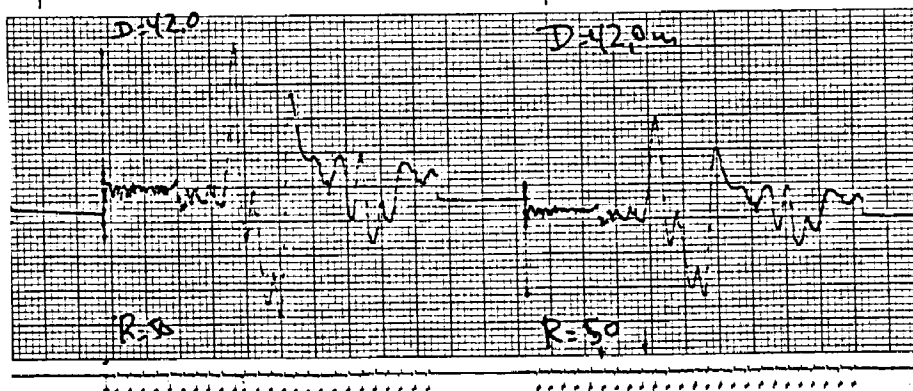
Βάθος $D = 38.0 \text{ m}$



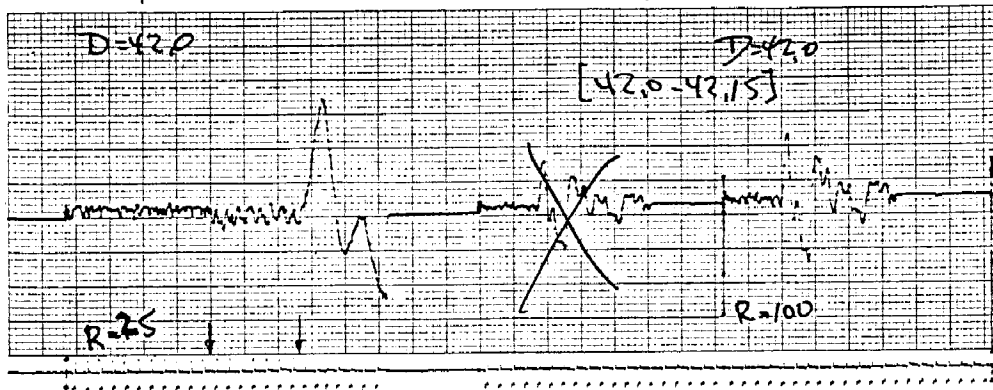
Βάθος $D = 40.0 \text{ m}$



Βάθος $D = 42.0 \text{ m}$



Bağos D = 42.0 m



Δ Ο Κ Ι Μ Η C R O S S - H O L E

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ 26 - Γ 26 (Α)

ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟ

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ L= 5.3 m
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΜΗΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ Vx= 5200 m/s

ΒΑΘΟΣ (m)	Ts (msec)	Tp (msec)	γt (KN/m ³)	ΔΟΚΙΜΗ SPT ΒΑΘΟΣ (m)	N
2.20	25.80		19.00	2.80	8
4.00	24.10		19.00	4.60	8
6.00	22.00		19.00	6.50	13
8.00	24.00		19.00	8.30	30
10.00	17.50		19.00	10.00	68
12.00	26.00	7.00	19.00	11.80	30
14.00	27.50		19.00	13.50	46
16.00	22.00	6.00	19.00	15.30	54
18.00	23.30	7.10	19.00	17.00	54
20.00	27.00	7.30	19.00	19.40	28
22.00	25.00	8.10	19.00	21.10	48
24.00	24.00		19.00	22.80	45
26.00	15.00	8.80	19.00	24.60	90
28.00	16.20		19.00	26.40	78
30.00	10.60		19.00	28.00	(ΑΡΝΗΣΗ)
32.00	11.50		19.00	29.70	(ΑΡΝΗΣΗ)
34.00	12.00		19.00	33.05	(ΑΡΝΗΣΗ)
36.00	18.00		19.00	34.35	(ΑΡΝΗΣΗ)
38.00	17.80		19.00	35.85	(ΑΡΝΗΣΗ)
40.00	18.00		19.00	37.10	(ΑΡΝΗΣΗ)
42.00	18.50	11.50	19.00	38.45	(ΑΡΝΗΣΗ)
				40.30	61
				42.10	75
				43.45	(ΑΡΝΗΣΗ)
				44.60	21
				46.50	72
				47.80	(ΑΡΝΗΣΗ)
				51.20	95
				52.50	(ΑΡΝΗΣΗ)

ΒΑΘΟΣ (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Go (MPa)	E (MPa)	ν
2.20	211	-	86.43	-	-
4.00	230	-	102.47	-	-
6.00	258	-	128.73	-	-
8.00	239	-	110.66	-	-
10.00	347	-	232.76	-	-
12.00	226	1203	99.33	294.33	0.48
14.00	216	-	90.49	-	-
16.00	284	2012	156.67	466.82	0.49
18.00	271	1582	142.35	422.73	0.48
20.00	232	1674	104.06	310.14	0.49
22.00	259	1480	129.70	385.01	0.48
24.00	278	-	149.19	-	-
26.00	546	1509	576.85	1643.78	0.42
28.00	503	-	490.95	-	-
30.00	1167	-	2636.84	-	-
32.00	1048	-	2126.82	-	-
34.00	1025	-	2033.01	-	-
36.00	491	-	467.43	-	-
38.00	519	-	522.53	-	-
40.00	529	-	541.96	-	-
42.00	523	1691	529.69	1533.04	0.45

ΔΟΚΙΜΗ CROSS-H

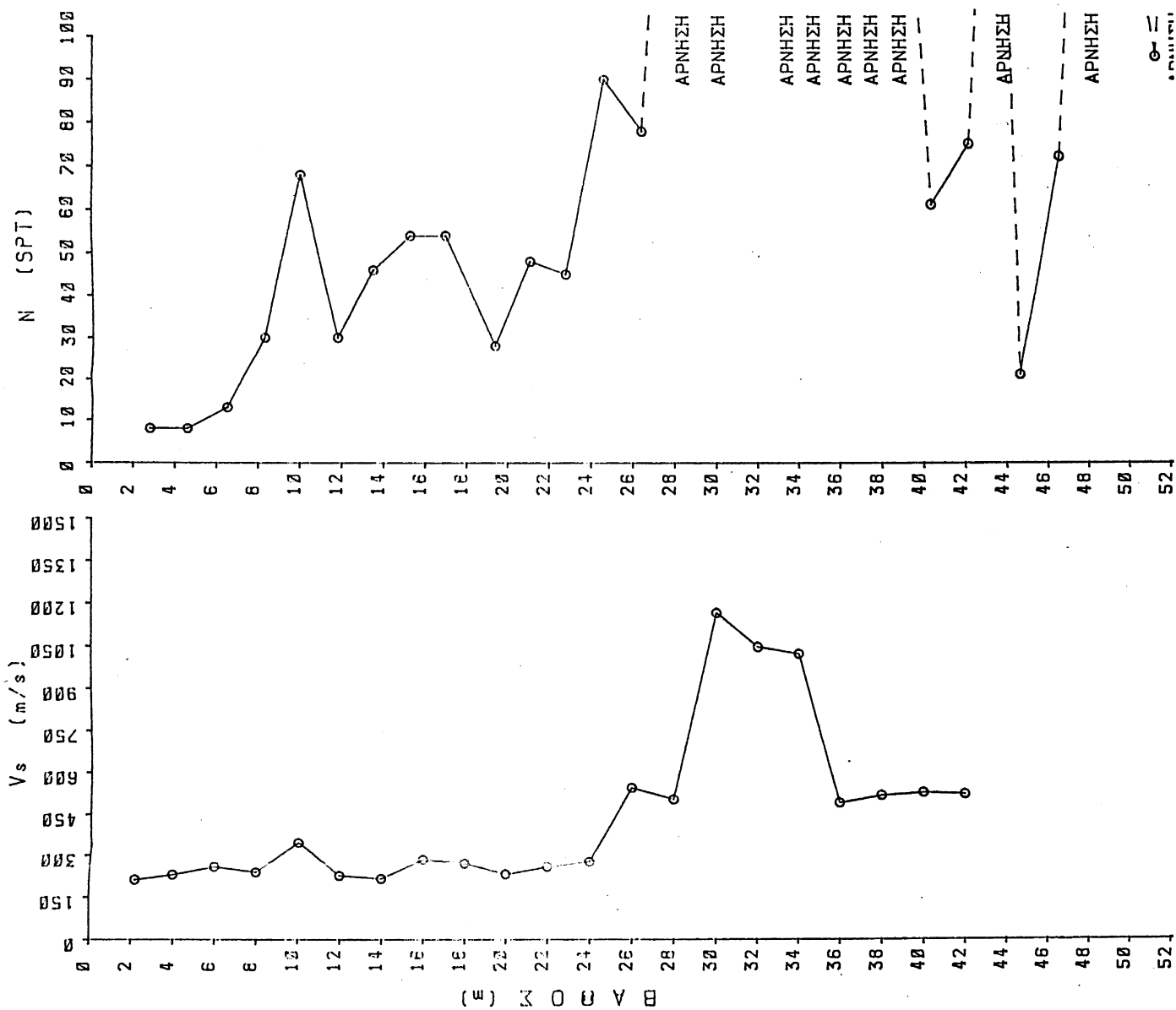
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ Γ 26 - Γ 29
ΚΑΥΣΗΡΗΤΗΡΙΟ

ΟΡΙΣΤΕΙΑ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ Γ. 5.3 m
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΚΑΥΣΗΡΙΟ Γ

ΕΚΘΕΣΗ V₂ = 5200 m/s

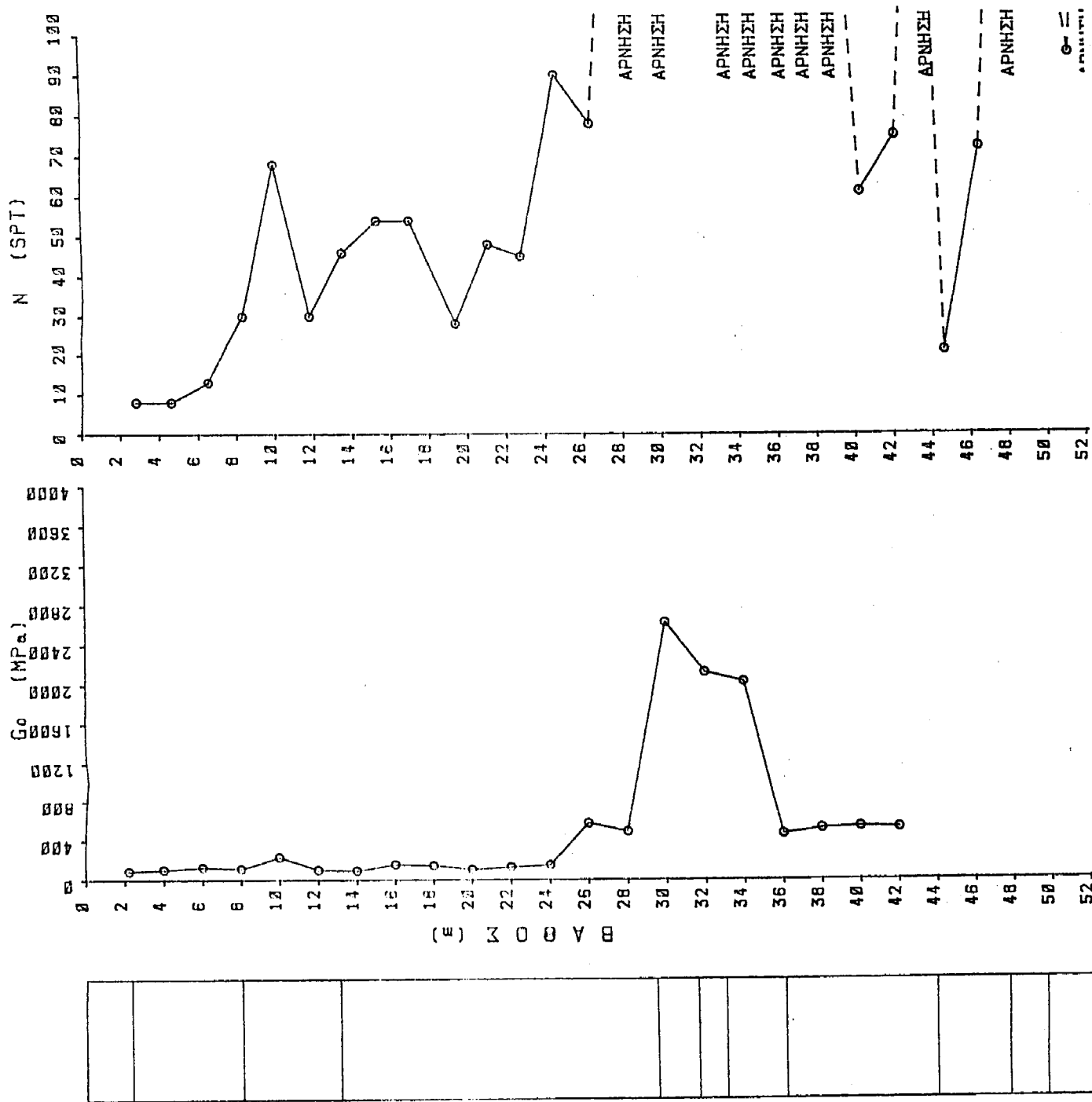
ΒΑΘΟΣ (m)	T _s (msec)	T _p (msec)	T _L (msec)	ΥΛ (kg/m ³)	ΟΡΙΣΤΗ SPT Q ₂ (m)	N
2.20	25.30			19.00	2.80	8
4.00	24.10			19.00	4.60	8
6.00	22.00			19.00	6.50	13
8.00	24.00			19.00	8.30	30
10.00	17.50			19.00	10.00	68
12.00	26.00	7.00		19.00	11.80	30
14.00	27.50			19.00	13.50	45
16.00	22.00	6.00		19.00	15.30	54
18.00	23.30	7.00		19.00	17.00	23
20.00	23.00	7.30		19.00	19.40	48
22.00	25.00	8.10		19.00	21.10	45
24.00	24.00			19.00	22.80	45
26.30	15.00	3.30		19.00	24.50	90
28.00	14.30			19.00	26.30	73
30.00	16.50			19.00	28.00	(ΑΡΝΗΣΗ)
32.00	11.50			19.00	30.70	(ΑΡΝΗΣΗ)
34.00	12.00			19.00	33.00	(ΑΡΝΗΣΗ)
36.00	15.00			19.00	34.35	(ΑΡΝΗΣΗ)
38.00	17.30			19.00	35.65	(ΑΡΝΗΣΗ)
40.00	18.00			19.00	37.15	(ΑΡΝΗΣΗ)
42.00	18.30	11.50		19.00	38.45	(ΑΡΝΗΣΗ)
					40.30	61
					42.10	75
					43.45	(ΑΡΝΗΣΗ)
					44.80	21
					46.50	72
					47.80	(ΑΡΝΗΣΗ)
					51.20	95
					52.50	(ΑΡΝΗΣΗ)

ΒΑΘΟΣ (m)	V _s (m/s)	V _p (m/s)	G ₀ (MPa)	E (MPa)	ν
2.20	211	-	86.43	-	-
4.00	230	-	102.47	-	-
6.00	258	-	128.73	-	-
8.00	239	-	110.76	-	-
10.00	247	-	123.96	-	-
12.00	256	1203	89.33	294.3	0.48
14.00	216	-	80.43	-	-
16.00	254	2012	156.67	466.8	0.49
18.00	271	1582	142.35	422.7	0.48
20.00	232	1674	104.06	310.1	0.49
22.00	259	1480	139.70	385.0	0.48
24.00	278	-	149.19	-	-
26.00	540	1509	576.85	1643.7	0.42
28.00	503	-	490.95	-	-
30.00	1167	-	2636.84	-	-
32.00	1048	-	2126.02	-	-
34.00	1401	-	2877.43	-	-
36.00	519	-	522.53	-	-
38.00	529	-	541.96	-	-
40.00	523	1691	529.69	1533.0	0.45



ΑΡΜΟΙΑΣΤΕ
ΑΡΜΟΙΑΣΤΕ ΛΑΤΕ
ΛΑΥΣΑΝΤΕ ΑΜΜΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΕΣ
ΛΑΥΣΑΝΤΕ ΑΜΜΟΣ
ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ ΑΡΤΙΑΩΔΕΣ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ
ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ
ΑΡΤΙΑΩΔΕΣ ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ
ΑΡΤΙΑΩΔΕΣ ΑΜΜΟΣ
ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ
ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ
ΑΡΤΙΑΩΔΕΣ

ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE
ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ26 - Γ26 (2)

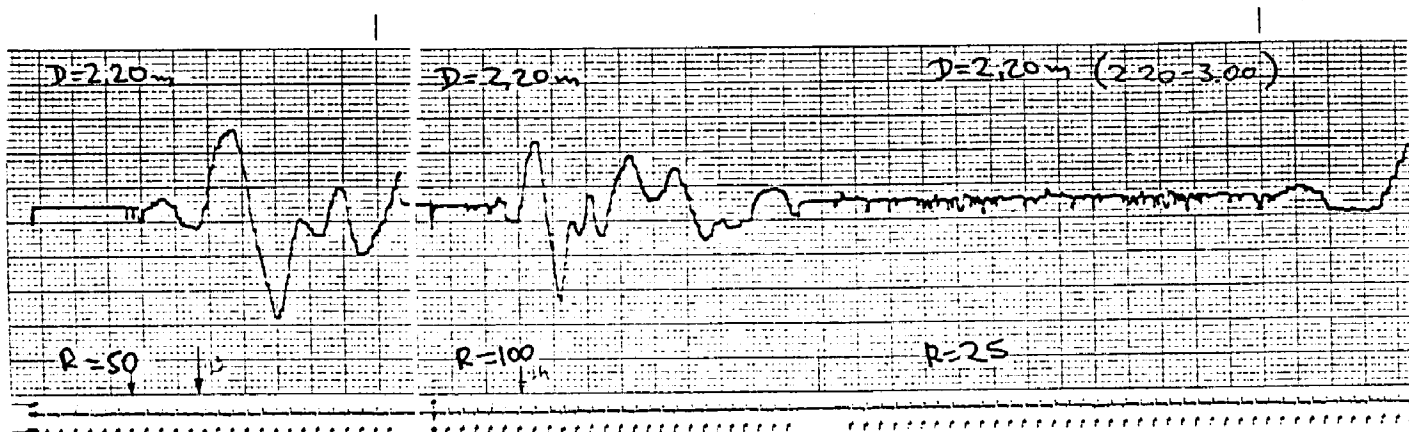


ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE

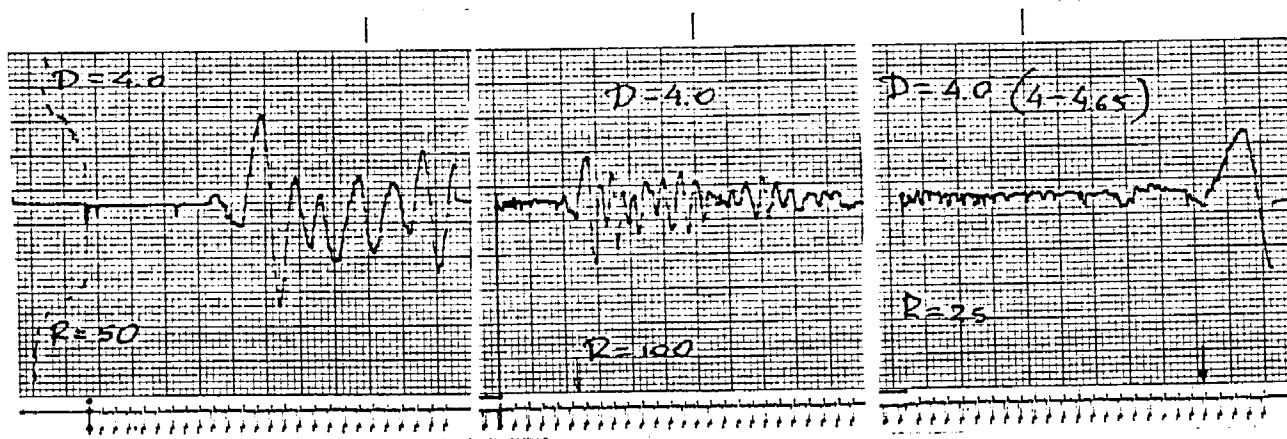
Γεωτρήσεις : Γ 27 και Γ 27(A) (Αριστείδου)

Οριζόντια απόσταση γεωτρήσεων : $L = 5.0 \text{ m}$

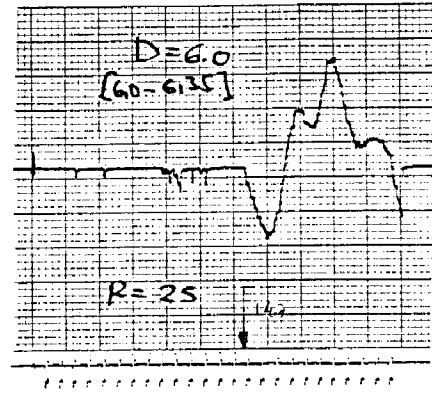
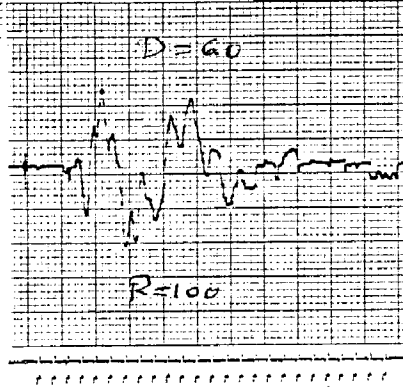
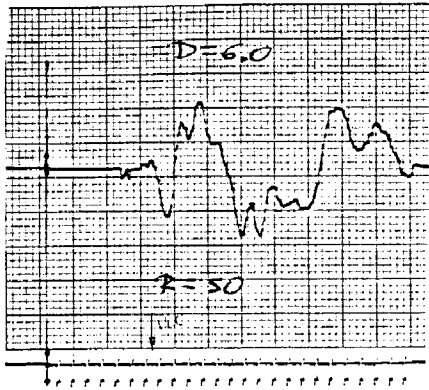
Βάθος $D = 2.20 \text{ m}$



Βάθος $D = 4.0 \text{ m}$



Batidos $D = 6.0$ m



Δ Ο Κ Ι Μ Η C R O S S - H O L E

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ 27 - Γ 27 (Α)

ΑΡΙΣΤΕΙΔΟΥ

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ $L = 5 \text{ m}$
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΜΗΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟ ΣΤΕΛΕΧΟΣ $V_x = 5200 \text{ m/s}$

ΒΑΘΟΣ (m)	T_s (msec)	T_p (msec)	γ_t (KN/m ³)	ΔΟΚΙΜΗ SPT ΒΑΘΟΣ (m)	N
2.20	23.50		19.00	1.40	10
4.00	21.00		19.00	2.90	39
6.00	14.70		19.00	4.50	39
				5.90	23
				7.40	37

ΒΑΘΟΣ (m)	V_s (m/s)	V_p (m/s)	G_o (MPa)	E (MPa)	ν
2.20	219	-	93.24	-	-
4.00	251	-	121.75	-	-
6.00	377	-	275.48	-	-

ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HO

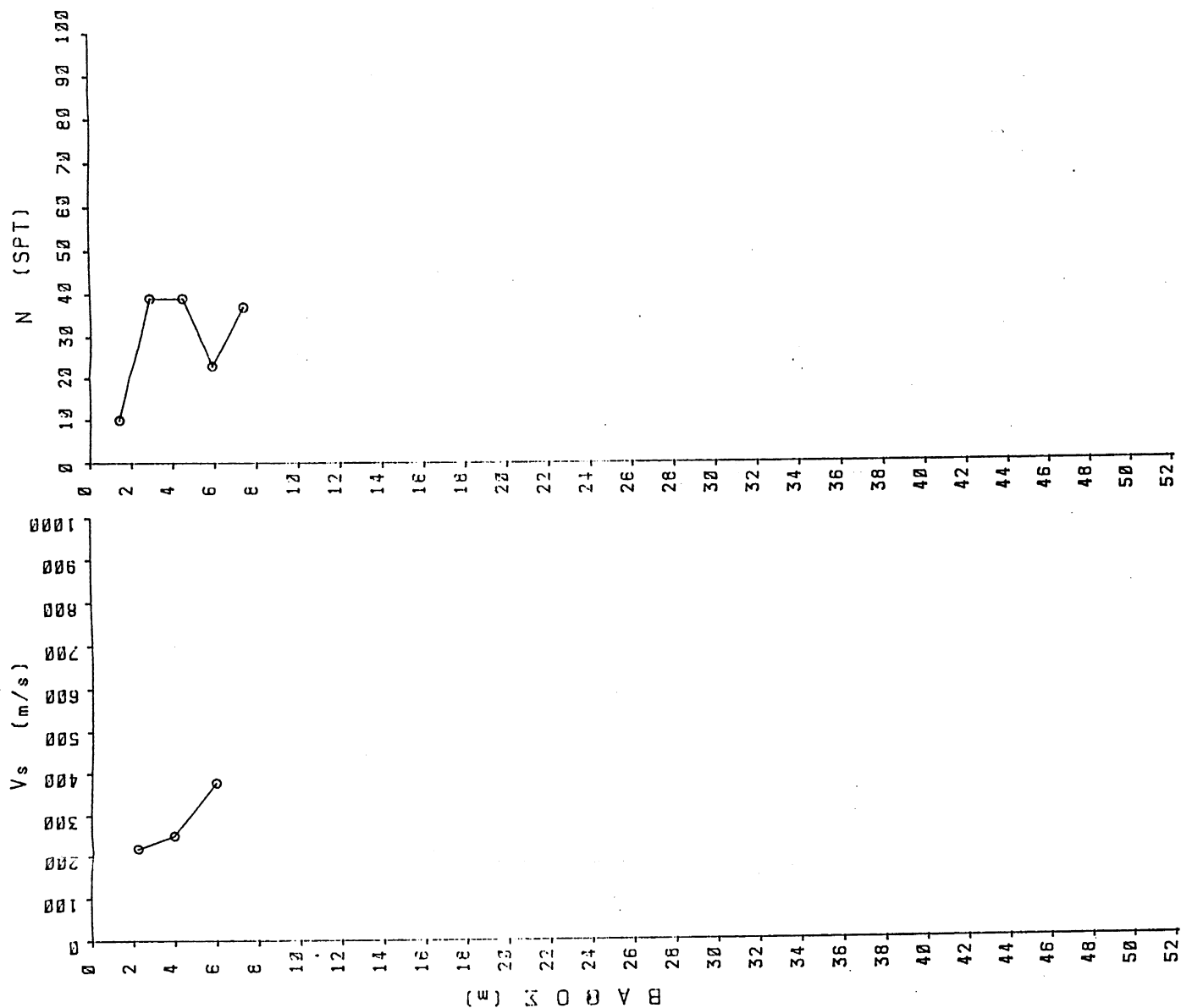
ΛΕΥΤΕΡΗΣ 1. 27 - Γ. 27 (Α)
ΑΓΙΩΤΕΛΑΟΥ

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΝΟΤΕΤΑΝ ΓΕΝΗΤΕΡΩΝ L= 5 m
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΔΙΑΦΗΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΧΑΛΥΒΑΙΝΟ ΣΤΕ. ΟΣ Vx= 5200 m/s

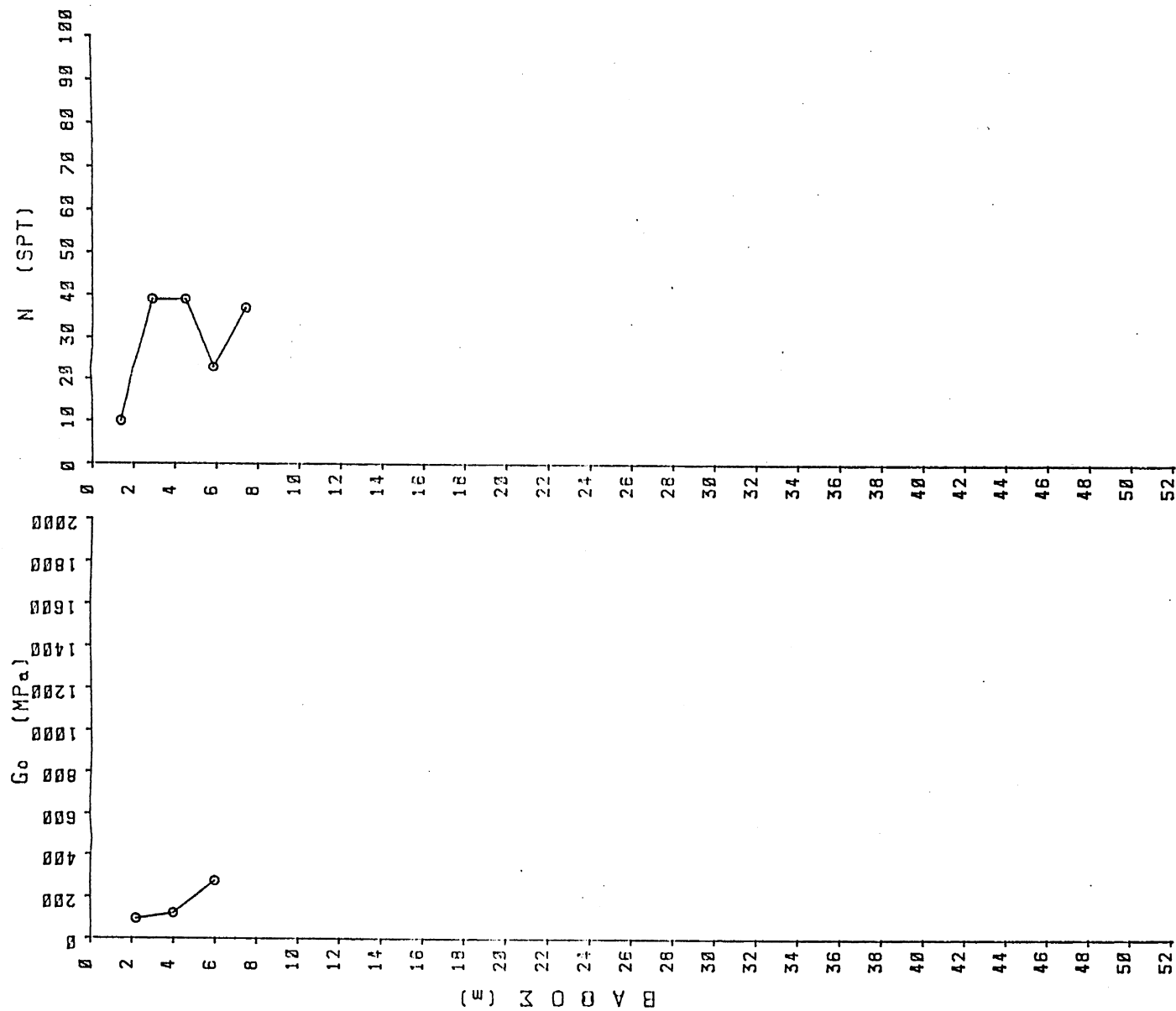
ΒΑΘΟΣ (m)	T _g (msec)	T _p (msec)	V _p (m/s)	BAV (m)	ΙΗΘ SPT (m)	N
2.20	23.50		19.00	40	10	10
4.00	21.00		19.00	90	39	39
6.00	14.70		19.00	50	39	39
				90	23	23
				40	37	37

ΒΑΘΟΣ (m)	V _s (m/s)	V _p (m/s)	G ₀ (HEa)	E (HEa)	V
2.20	219	-	95.24	-	-
4.00	251	-	121.75	-	-
6.00	377	-	275.48	-	-

ΙΑΥΘΑΗΣ ΑΝΘΟΣ
ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ
ΑΜΜΟΛΙΑΣ
ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ
ΑΓΓΙΑΣ
ΧΑΛΙΚΙΑ- ΚΡΟΚΑΛΕΣ ΜΕ ΑΙΘΗ ΑΓΓΙΑΣ
ΑΜΜΟΛΙΑΣ ΑΓΓΙΑΣ
ΧΑΛΙΚΙΑ-ΚΡΟ- ΚΑΛΕΣ-ΑΝΘΟΣ
ΑΜΜΟΛΙΑΣ
ΙΑΥΘΑΗΣ ΑΝΘΟΣ ΜΕ ΧΑΛΙΚΙΑ
ΙΑΥΘΑΗΣ ΑΝΘΟΣ
ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΟ
ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΤΕΣ
ΙΑΥΘΑΗΣ ΜΑΡΤΑ



ΔΟΚΙΜΗ CROSS-HOLE
ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ27 - Γ27 (Α)

[illegible]

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΩΝ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ

ΔΟΚΙΜΕΣ : 1 - 1
 1 - 2
 1 - 3
 1 - 4
 1 - 5

ΕΔΑΦΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ : Γ 14 (14.00 - 14.40 m)

(Data Sheet)
1/6

RESONANT COLUMN TEST

DEVICE : X Z E Δ
SOIL : H&B 8.5.14 (14.0-14.40m)
DATE : 23-5-87
TEST # : 1-1

MODE OF VIBRATION : TORSIONAL
CONFINING MEDIUM : WATER
STATE OF CONFINING STRESSES : ISOTROPIC

OPERATOR : TAA

$$1 \text{ psi} = 0.0069 \text{ MPa}$$

Confin. Stress	Time	Elapsed Time (min)	Reson. Period (msec)	Reson. Freq. (cps)	Wave Veloc. V_s (fps)	Modulus G (psi)	LVDT Reading (Volts)	Length Change (cm)	Burette Reading (ml)	Weight Change (gm)	Motion Pick-up Reading (Volts rms)	Strain Ampl. γ	Current Reading (Volts rms)	Damp Ratio (%)	Temp.
5 psi	23/5 14:21	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-11-	24/5 11:30	30	3.652	273.82	693.27	13554	0.353 $\times 10^{-3}$	-	-	-	0.353 $\times 10^{-3}$	1.2 $\times 10^{-5}$	10/7/1	1.9	168/19/2
-11-	24/5 12:30	1270	3.149	317.56	804.03	18230	0.424 $\times 10^{-3}$	-	-	-	0.424 $\times 10^{-3}$	1.2 $\times 10^{-5}$	85/46/5/9	1.9	168/19/2
-11-	25/5 12:30	2770	2.974	336.25	851.34	20439	0.336 $\times 10^{-3}$	-	-	-	0.336 $\times 10^{-3}$	0.9 $\times 10^{-5}$	132/44/9/10	2.0	168/19/2
-11-	-	-	2.974	336.25	851.35	20439	0.530 $\times 10^{-3}$	-	-	-	0.530 $\times 10^{-3}$	1.45 $\times 10^{-5}$	20/10/15/14	2.3	168/19/2
-11-	-	-	3.038	329.16	833.10	19586	0.92 $\times 10^{-3}$	-	-	-	0.92 $\times 10^{-3}$	2.57 $\times 10^{-5}$	21/22/19	2.8	168/19/2
-11-	-	-	3.088	323.83	819.91	18958	1.213 $\times 10^{-3}$	-	-	-	1.213 $\times 10^{-3}$	3.6 $\times 10^{-5}$	43/33/22	3.1	168/19/2
-11-	-	-	3.137	318.18	807.12	18371	2.05 $\times 10^{-3}$	-	-	-	2.05 $\times 10^{-3}$	5.9 $\times 10^{-5}$	44/22/15	8.9	168/19/2
-11-	-	-	3.186	313.87	794.69	17809	3.25 $\times 10^{-3}$	-	-	-	3.25 $\times 10^{-3}$	9.5 $\times 10^{-5}$	58/24/18	9.3	168/19/2
-11-	-	-	3.243	308.36	780.74	17189	4.17 $\times 10^{-3}$	-	-	-	4.17 $\times 10^{-3}$	1.25 $\times 10^{-4}$	34/11/8.2	11.3	168/19/2
-11-	-	-	3.290	303.95	769.57	16761	4.81 $\times 10^{-3}$	-	-	-	4.81 $\times 10^{-3}$	1.46 $\times 10^{-4}$	-	-	-
-11-	25/5 16:20	3000	2.989	334.56	847.07	20724	0.35 $\times 10^{-3}$	-	-	-	0.35 $\times 10^{-3}$	0.96 $\times 10^{-5}$	-	-	-
-11-	26/5 12:00	4180	2.915	343.05	868.57	21274	0.35 $\times 10^{-3}$	-	-	-	0.35 $\times 10^{-3}$	0.94 $\times 10^{-5}$	-	-	-

(Data Sheet)
2/6

RESONANT COLUMN TEST

DEVICE : SSEA MODE OF VIBRATION : TORSIONAL
 SOIL : MARSHY T14 (14.0-14.40m) CONFINING MEDIUM : WATER
 DATE : 26-5-1987 STATE OF CONFINING STRESSES : ISOTROPIC OPERATOR : TAA
 TEST # : 1-2

Confin. Stress	Time	Elapsed Time (min)	Reson. Period (msec)	Reson. Freq. (cps)	Wave Veloc. V_s (fps)	Modulus G_0 (psi)	LVDT Reading (Volts)	Length Change (cm)	Length Change Reading (cm)	Weight Change (gm)	Motion Pick-up Reading (Volts rms)	Strain Ampl. γ	Current Reading (Volts rms)	Damp Ratio (%)	Temp.
10 psi	26/5/ 12:15	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		1	2.915	343.05	868.57	146.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		2	2.907	343.99	870.95	212.74	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		4	2.901	344.71	872.77	147.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		8	2.896	345.30	874.26	213.91	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		15	2.892	345.78	875.48	148.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		30	2.883	346.86	878.22	214.81	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		60	2.874	347.95	880.77	149.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		150	2.881	347.11	878.83	216.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-	16:36	260	2.873	348.07	881.27	150.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-	27/5/ 12:55	1480	2.833	352.98	893.72	217.80	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		1620	2.824	354.11	896.57	151.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		-11-	2.853	350.51	887.15	155.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		-11-	2.905	344.23	871.57	222.09	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		-11-	2.974	336.25	851.34	147.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-		-11-	3.024	330.69	837.27	214.21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-	28/5 12:50	2915	2.799	357.27	904.57	157.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-11-	28/5 12:50	4435	2.770	361.01	914.04	157.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—

0.39 x 10⁻³

0.39 x 10⁻³

(Data Sheet)
4/6

RESONANT COLUMN TEST

DEVICE :
 SOIL : MAPSA...KARANJIAZ/11.4(14-14.4)
 DATE : 1-6-1987
 TEST # : 1-4
 MODE OF VIBRATION : TORSIONAL
 CONFINING MEDIUM : WATER
 STATE OF CONFINING STRESSES : ISOTROPIC
 OPERATOR : I.A.A.

Confin. Stress	Time Elapsed (min)	Reson. Period (msec)	Reson. Freq. (cps)	Wave Veloc. V_s (fps)	Modulus G (psi)	LVDT Reading (Volts)	Length Change (cm)	Burette Reading (ml)	Weight Change (gm)	Motion Pick-up Reading (Volts rms)	Strain Amp. Reading γ	Current Reading (Volts rms)	Damp Ratio (%)	Temp.
40 psi	16 12:42	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-11-	1	2.502	399.68	1011.9	199.3 28878	-	-	-	-	0.4 x 10 ⁻³	0.9 x 10 ⁻⁵	-	-	-
-11-	2	2.477	403.37	1021.34	293.0 29117	-	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	4	2.456	407.17	1030.91	288.8 29970	-	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	8	2.420	413.22	1046.23	213.8 30868	-	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	15	2.401	416.49	1054.52	216.4 31357	-	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	30	2.371	421.76	1067.86	221.9 32157	-	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	60	2.343	426.80	1080.62	227.2 32730	-	-	-	-	-11-	-	10987.1	1.88/1.37 1.8	137/137
-11-	120	2.327	429.74	1088.05	230.1 33385	-	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	160	2.316	431.78	1093.22	232.6 33703	-	-	-	-	-11-	-	-	-	-
2/6 13:50	1507	2.257	443.07	1121.80	241.9 35188	-	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	1684	2.253	443.85	1123.79	245.7 35611	-	-	-	-	-11-	-	-	-	-
3/6 14:15	2980	2.231	448.23	1131.87	250.6 36270	-	-	-	-	-11-	-	10982.3	1.69/1.28 1.58	137/137
4/6 13:05	4340	2.223	449.84	1138.96	252.4 36582	-	-	-	-	-11-	-	-	-	-

(Data Sheet)
5/6

RESONANT COLUMN TEST

DEVICE :
 SOIL : MARYA KANAKAIAZ (14-14.11)
 DATE : 4-6-1987
 TEST # : 1-5
 MODE OF VIBRATION : TORSIONAL
 CONFINING MEDIUM : WATER
 STATE OF CONFINING STRESSES : ISOTROPIC
 OPERATOR : TAA

Confin. Stress	Time	Elapsed Time (min)	Reson. Period (msec)	Reson. Freq. (cps)	Wave Veloc. Vs (fps)	Modulus G (psi)	LVDT Reading (Volts)	Length Change (cm)	Burette Reading (ml)	Weight Change (gm)	Motion Pick-up Reading (Volts rms)	Strain Amp. Reading γ	Current Reading (Volts rms)	Damp Ratio (%)	Temp.
80 psi	4/6	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-11-	10:45	1	2.099	476.42	1206.24	283.1	410.31	-	-	-	0.42 x 10 ⁻³	-	-	-	-
-11-		2	2.082	480.31	1216.07	287.8	417.84	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-		4	2.051	486.44	1230.87	294.8	427.24	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-		8	2.031	492.37	1246.63	302.4	438.25	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-		15	2.008	498.01	1260.91	309.4	448.35	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-		30	1.978	505.56	1280.03	318.8	462.05	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-		70	1.956	511.25	1294.43	325.0	472.50	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-		100	1.944	513.08	1299.08	328.4	475.90	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	5/6	1200	1.884	530.78	1343.90	351.4	509.31	-	-	-	-11-	-	9.8/7.4	1.87/1.3	-
-11-	10:50	1550	1.884	530.78	1343.90	351.4	509.31	-	-	-	-11-	-	10.7/8.1	1.5	-
-11-	6/6	2900	1.874	533.62	1351.07	352.2	514.76	-	-	-	-11-	-	10.7/8.1	1.67/1.04	-
-11-	7/6	4340	1.856	538.79	1364.17	362.4	524.79	-	-	-	-11-	-	10.9/8.1	1.4	-
-11-	8/6	7195	1.831	546.15	1382.80	372.4	539.22	-	-	-	-11-	-	10.9/8.1	1.67	-
-11-	9/6	10045	1.825	547.74	1387.24	374.5	542.71	-	-	-	-11-	-	10.9/8.1	-	-
-11-	14:10	15505	1.806	553.71	1401.94	382.4	554.25	-	-	-	-11-	-	10.9/8.1	-	-

(Data Sheet)
5/6

RESONANT COLUMN TEST

DEVICE :
 SOIL : MARYA KANAKAIAIA / 1.1.4 (14-14.4)
 DATE : 4-6-1987
 TEST # : 1-5
 MODE OF VIBRATION : TORSIONAL
 CONFINING MEDIUM : WATER
 STATE OF CONFINING STRESSES : ISOTROPIC
 OPERATOR : TAA

Confining Stress	Time Elapsed (min)	Reson. Period (msec)	Reson. Freq. (cps)	Wave Veloc. V_s (fps)	Modulus G (psi)	LVDT Reading (Volts)	Length Change (cm)	Burette Reading (ml)	Weight Change (gm)	Motion Pick-up Reading (Volts rms)	Strain Amp. γ	Current Reading (Volts rms)	Damp Ratio (%)	Temp.
80 psi	4/6 14:45	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-11-	1	2.099	176.42	1206.24	283.1	410.31	-	-	-	0.42 x 10 ⁻³	-	-	-	-
-11-	2	2.082	180.31	1216.07	287.8	417.04	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	4	2.057	186.14	1230.87	294.8	427.24	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	8	2.031	192.37	1246.63	302.4	438.25	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	15	2.008	198.01	1260.91	309.4	448.35	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	30	1.978	205.56	1280.03	318.8	462.05	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	70	1.956	211.25	1294.43	325.0	472.50	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	100	1.944	213.08	1299.08	328.4	475.90	-	-	-	-11-	-	-	-	-
-11-	5/6 10:50	1.884	230.78	1343.90	351.4	509.31	-	-	-	-11-	-	9/8/7.4	1.87/1.3	-
-11-	1550	1.884	230.78	1343.90	351.4	509.31	-	-	-	-11-	-	10/9/8.1	1.5	-
-11-	2900	1.874	233.62	1351.07	352.2	514.76	-	-	-	-11-	-	10/7/6.4/8	1.67/1.04	-
-11-	7/6 15:05	1.856	238.79	1364.17	362.4	524.79	-	-	-	-11-	-	10/9/8.1	1.4	-
-11-	7/6 15:40	1.831	246.15	1382.80	372.1	539.22	-	-	-	-11-	-	10/9/8.1	1.67	-
-11-	11/6 14:10	1.825	247.74	1387.24	374.5	544.5	-	-	-	-11-	-	10/9/8.1	-	-
-11-	15/6 9:10	1.806	253.71	1401.94	382.43	554.25	-	-	-	-11-	-	10/9/8.1	-	-

(Calculation Sheet)

6/6

RESONANT COLUMN TEST

Specimen Weight (W) Container No.		Date 23/5/87 Name G. Athanasopoulos	
Wt. Soil + Cont.	481.16 gm	Soil	MAPFA/14/14.0-14.40M
Wt. Cont.	308.27 gm	Test	1
Wt. Specimen	172.89 gm	DISPLAC. TRANSD. $V = 0$ VELOCITY " $V = 1$ ACCELE. " $V = 2$	
Wt. Sat. Water	gm	Avg. Water Content 22.10 %	
Wt. Sat. Specimen	gm	$S_r = 100\%$	

Diameter Measurements (D) Top Middle Bottom		Longitudinal Calculations $W_{top} =$ gm	
Avg. Diameter		$APSCON =$ cm/(VOLT*SEC)	
- 2 Mem. Thick.		$E = (1/2) * APSCON * \text{Reading (Volts/cm)}$	
Net Avg. Dia. 3.65 cm		$E = () * \text{Pick-Up Reading (Volts/cm)}$	

Length Measurements (L) Pro t Rea		Torsional Calculations $J_0 = 0.605$ gm-cm-sec ²	
Avg. L 7.91 cm		$APSCON =$ RAD/(VOLT*SEC)	
- L Corr.		$\gamma = (D/3D) * APSCON * \text{Pick-Up Reading (Volts/cm)}$	
Spec. L 7.91 cm = 0.2595 ft		$\gamma = (9.229) * \text{Pick-Up Reading (Volts/cm)}$	

Volume Calculations (V) $V = 0.25\pi L D^2$ $V = 0.7854 (7.91) (3.65)^2$ $V = 82.766 \text{ cm}^3$		$J/J_0 = 0.4835, \psi_T = 0.644$	
Specific Gravity (G_s) = 2.74		$V_s (ft/sec) = \frac{2\pi * L (ft)}{4\pi} * f_n$	
Void Ratio Calculations (e) $e = \frac{V G_s (1+w)/W}{V} - 1.0$ $e = \frac{(82.766 * 2.74 (1 + 0.221)) / 172.89}{82.766} - 1.0$ $e = 0.60$		$V_s (ft/sec) = (2.5319) * f_n$	

Unit Weight Calculation $\gamma_d = \frac{W}{V} = \frac{172.89}{82.766} = 2.089 \text{ gm/cm}^3$		$G = \left(\frac{V_b}{V_{sq. in.}} \right) = \frac{V_b (cm^3)}{74.193} * V_s^2 (ft/sec)$	
$\gamma_d = 1.71 \text{ g/cm}^3$		$G = \left(\frac{V_b}{V_{sq. in.}} \right) = (0.0282) * V_s^2 (ft/sec)$	
$\gamma_d = 1.71 \text{ g/cm}^3$		$DCF = \frac{1}{4} (\text{Pick-Up Rdg.} / \text{Current Rdg.}) * 100\%$	
$\gamma_d = 1.71 \text{ g/cm}^3$		$DCF = 25 () / \sqrt{2} f_n$	
$\gamma_d = 1.71 \text{ g/cm}^3$		$DCF = () * \text{Current Rdg.} / \text{Pick-Up Rdg.}$	
$\gamma_d = 1.71 \text{ g/cm}^3$		$D = DCF (\text{Current Rdg.} / \text{Pick-Up Rdg.}) f_n$	
$\gamma_d = 1.71 \text{ g/cm}^3$		$D = () (\text{Current Rdg.} / \text{Pick-Up Rdg.}) f_n$	

Diameter Measurements (D) Top Middle Bottom		Longitudinal Calculations $W_{top} =$ gm	
Avg. Diameter		$APSCON =$ cm/(VOLT*SEC)	
- 2 Mem. Thick.		$E = (1/2) * APSCON * \text{Reading (Volts/cm)}$	
Net Avg. Dia. 3.65 cm		$E = () * \text{Pick-Up Reading (Volts/cm)}$	

Length Measurements (L) Pro t Rea		Torsional Calculations $J_0 = 0.605$ gm-cm-sec ²	
Avg. L 7.91 cm		$APSCON =$ RAD/(VOLT*SEC)	
- L Corr.		$\gamma = (D/3D) * APSCON * \text{Pick-Up Reading (Volts/cm)}$	
Spec. L 7.91 cm = 0.2595 ft		$\gamma = (9.229) * \text{Pick-Up Reading (Volts/cm)}$	

Volume Calculations (V) $V = 0.25\pi L D^2$ $V = 0.7854 (7.91) (3.65)^2$ $V = 82.766 \text{ cm}^3$		$J/J_0 = 0.4835, \psi_T = 0.644$	
Specific Gravity (G_s) = 2.74		$V_s (ft/sec) = \frac{2\pi * L (ft)}{4\pi} * f_n$	
Void Ratio Calculations (e) $e = \frac{V G_s (1+w)/W}{V} - 1.0$ $e = \frac{(82.766 * 2.74 (1 + 0.221)) / 172.89}{82.766} - 1.0$ $e = 0.60$		$V_s (ft/sec) = (2.5319) * f_n$	

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αθανασόπουλος, Γ.Α. (1984), "Μαθήματα Δυναμικής του Εδάφους", Πανεπιστήμιο Πατρών, 197 σελ.
2. Αθανασόπουλος, Γ.Α. (1984), "Δυναμικές Ιδιότητες του Εδάφους: Μέθοδοι και Προβλήματα Προσδιορισμού", Πρακτικά Συνεδρίου Σεισμοί και Κατασκευές, ΣΠΜΕ, Αθήνα, Φεβρ. 1984, Τόμος Β, σελ. 846-862.
3. Αθανασόπουλος, Γ.Α. (1986), "Εδαφοτεχνικές Συνθήκες-Εδαφοδυναμική, Μέρος ΙΙ: Δυναμικές Ιδιότητες Εδαφών", Πρακτικά του 3ου Επιστημονικού Συνεδρίου της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, Ειδική Επιστημονική Συνεδρία: Γεωλογικές Συνθήκες-Αντισεισμικές Κατασκευές, Αθήνα, Μάιος 1986.
4. Anderson, D.G. and Woods, R.O., (1975), "Comparison of Field and Laboratory Shear Moduli", Proc. Conf. on In-Situ Measurement of Soil Properties, GED, ASCE, Specialty Conference, Raleigh, N.C. June 1-4, Vol. 1, pp.69-92.
5. Anderson, D.G. and Stokoe, K.H. II. (1978), "Shear Modulus: A Time-Dependent Soil Property", Dynamic Geotechnical Testing, ASTM STP 654, pp. 66-90.
6. Anderson, D.G., Espana, C. and McLamore, V.R. (1978), "Estimating In-Situ Shear Moduli at Competent Sites", Proc. ASCE, G.E.D. Specialty Conference on Earthquake Engrg and Soil Dynamics, Pasadena, Ca. June, Vol.1, pp. 181-197.
7. Annual Book of ASTM Standards, Part 19, (1981), "Modulus and Damping of Soils by the Resonant-Column Method", D 4015-81, pp. 646-670.
8. Auld, B., (1977), "Cross-Hole and Down-Hole Vs by Mechanical Impulse", Journal of GED, Proc. ASCE, Vol. 103, No. GT12, Dec., pp. 1381-1398.
9. Auld, B., (1980), Closure on "Cross-Hole and Down-Hole Vs By Mechanical Impulse", Journal of GED, ASCE, Sept. 1980, pp. 1061-1062.
10. Ballard, R.F., Jr, (1976), "Method for Cross-Hole Seismic Testing", Journal of GED, Proc. ASCE, Vol. 102, No GT12, Dec. pp. 1261-1273.
11. Bosscher, P.J. and Showers, D.R., (1987), "Effect of Soil Type on Standard Penetration Test Input Energy", Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 113, No. 4, April, pp. 385-389.
12. Drnevich, V.P., (1985), "Recent Developments in Resonant Column Testing", Proc., Richart Commemorative Lectures, ASCE Convention, Oct.23, 1985, Detroit, pp. 79-107.

13. Graff, K.F., (1975), "Wave Motion in Elastic Solids", Ohio State University Press.
14. Kolsky, H., (1963), "Stress Waves in Solids", Dover Publications, Inc. 213 p.
15. Miller, R.P., Troncosco, J.H. and Brown, F.R., Jr, (1975), "In-Situ Impulse Test for Dynamic Shear Modulus of Soils", Proc., Conference on In-Situ Measurement of Soil Properties, GED, ASCE, Specialty Conference, Raleigh, N.C., June 1-4, Vol. 1, pp. 319-335.
16. Richart, F.E., Jr., Hall, J.R., Jr. and Woods, R.D., (1970), "Vibrations of Soils and Foundations", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 414 p.
17. Richart, F.E. Jr., (1975), "Some Effects of Dynamic Soil Properties on Soil-Structure Interaction", Journal of GED Proc. ASCE, Vol. 101, No GT12, Dec., pp. 1193-1240.
18. Richart, F.E., Jr. (1977), "Field and Laboratory Measurements of Dynamic Soil Properties", Proc., Dynamical Methods in Soil and Rock Mechanics, Karlsruhe, Sept., Vol. 1, pp. 3-36.
19. Stokoe, K.H., II and Woods, R.D., (1972), "In-Situ Shear Wave Velocity by Cross-Hole Method", Journal of Soil Mech. and Found. Divis., Proc. ASCE, Vol. 98, No SM5, May, pp. 443-460.
20. Stokoe, K.H. II and Abdel-razzak K.G., (1975), "Shear Moduli of Two Compacted Fills", Proceedings of the Conference on In-Situ Measurement of Soil Properties, ASCE, GED Specialty Conference, Raleigh, N.C. June 1-4, Vol. 1, pp. 422-449.
21. Stokoe, K.H. II and Hoar, R.J., (1978), "Variables Affecting In-Situ Seismic Measurements", Proc. ASCE, GED Specialty Conference on Earthquake Engrg and Soil Dynamics, Pasadena, Ca., June, Vol. 3, pp. 919-939.
22. Troncoso, J.H., (1982), "Wave Propagation Effects Induced By Standard Penetration Tests", Proc. of 2nd European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam, 24-27 May, pp. 165-168.
23. Woods, R.D., (1978), "Measurement of Dynamic Soil Properties", Proc ASCE, GED Specialty Conference on Earthquake Engineering and Soil Dynamics Pasadena, Cal. June, Vol. 1, pp. 91-178.
24. Woods, R.D. and Stokoe, K.H., II, (1985), "Shallow Seismic Exploration in Soil Dynamics", Proc., Richart Commemorative Lectures, ASCE Convention, Oct. 23, 1985, Detroit, pp. 120-156.