

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μελέτη Και Περιγραφή
Υδρογεωτρήσεων & Πυρηνοληπτικών Γεωτρήσεων

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΑΓΓΕΛΑΚΟΥ ΓΑΛΑΤΕΙΑ

A.E.M:3360

ΓΚΕΚΙΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

A.E.M:3380

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΦΥΤΙΚΑΣ ΜΙΧΑΛΗΣ

-ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2006-

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	8
Εισαγωγή.....	9

Α' ΜΕΡΟΣ ΠΥΡΗΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΠΥΡΗΝΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

1.1 Γενικά.....	12
1.2 Το δειγματοληπτικό γεωτρύπανο και τα μέρη αυτού.....	14
Α. Πλαίσιο στήριξης - στερέωσης του γεωτρύπανου.....	15
Β. Η διατρητική στήλη.....	18
Γ. Σύστημα παραγωγής της περιστροφικής κίνησης (κινητήρας του γεωτρύπανου).....	19
Δ. Μηχανισμός μετάδοσης της περιστροφικής κίνησης στη διατρητική στήλη....	20
Ε. Μηχανισμός προώθησης της διατρητικής στήλης κατά τη διάτρηση.....	21
ΣΤ. Σύστημα πυργου - βαρουλκου για γρηγορο κατεβασμα και ανεβασμα της διατρητικης στήλης.....	22
1.3 Εξοπλισμός δειγματοληπτικού γεωτρύπανου.....	24
1.3.1 Κορώνες διάτρησης – φρέζες.....	25
1.3.1.1 Διαμαντοκορώνες.....	25
Α. Κορώνες με φυτευτά διαμάντια.....	26
Β. Κορώνες με διαμαντόσκονη.....	27
1.3.1.2 Βιδιοκορώνες.....	28

1.3.1.3 Φρέζες.....	31
1.3.2 Καροταρίες και δειγματολήπτες.....	32
1.3.2.1 Μόνη, διπλή & τριπλή καροταρία.....	33
1.3.2.2 Ειδικοί δειγματολήπτες λήψης αδιατάρακτων -διαταραγμένων δειγμάτων.....	38
1.3.3 Στελέχη - σύνδεσμοι - συστολικά τεμάχια.....	39
1.3.4 Σωλήνες προσωρινής σωλήνωσης της γεώτρησης.....	40
1.3.5 Αντλία νερού.....	41
1.3.6 Ειδικά εξαρτήματα- εργαλεία αλίευσης.....	43
1.4 Τεχνική πυρηνοληψίας – δειγματοληψίας.....	46
1.4.1 Διαταραγμένα & αδιατάρακτα δείγματα.....	46
1.4.2 Τοποθέτηση , συσκευασία & φύλαξη των δειγμάτων.....	47
1.5 Εργασίες των πυρηνοληπτικών γεωτρήσεων.....	49
1.5.1 Εγκατάσταση γεωτρύπανου – διάτρηση.....	50
1.5.2 Κυκλοφορία νερού κατά τη διάτρηση.....	53
1.5.3 Στάθμη νερού στη γεώτρηση.....	54
1.6 Συμπληρωματικές εργασίες των πυρηνοληπτικών γεωτρήσεων.....	55
1.6.1 Προσωρινή σωλήνωση – αποσωλήνωση.....	55
1.6.2 Τσιμέντωση της γεώτρησης.....	57
1.7 Δοκιμές εδαφομηχανικής.....	58
1.7.1 Δοκιμές πεδίου.....	59
1.7.1.1 Πρότυπη δοκιμή διείδυσης (SPT).....	59
1.7.1.2 Δοκιμή στατικής πενетроμέτρησης (cone penetration test).....	61
1.7.1.3 Πιεσομετρική δοκιμή (pressuremeter test).....	62

1.7.1.4 Δοκιμή πτερυγίου (vane test).....	63
1.7.1.5 Δοκιμή φόρτισης πλάκας (plate load test).....	64
1.7.1.6 Δοκιμές κατά Maag & Lefranc.....	65
1.7.1.6.1 Δοκιμές Maag.....	65
1.7.1.6.2 Δοκιμές Lefranc.....	66
1.7.2 Εργαστηριακές δοκιμές.....	66
1.7.2.1 Φυσικές ιδιότητες.....	66
1.7.2.2 Όρια Atterberg.....	68
1.7.2.3 Αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη.....	69
1.7.2.4 Δοκιμή άμεσης διάτμησης.....	69
1.7.2.5 Δοκιμή τριαξονικής φόρτισης.....	70
1.7.2.6 Δοκιμή μονοδιάστατης στερεοποίησης.....	71

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΠΥΡΗΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ PARKING ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά.....	72
2.2 Περιγραφή γεώτρησης Γ ₂	74
2.2.1 Διαμόρφωση χώρου.....	74
2.2.2 Εξοπλισμός γεωτρύπανου.....	76
2.2.3 Τεχνική διάτρησης – πυρηνοληψίας.....	78
2.2.4 Αποτελέσματα πυρηνοληψίας.....	81
2.2.5 Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών & δοκιμών πεδίου.....	85
2.3 Στοιχεία γεωτρήσεων Γ ₁ & Γ ₃	95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΚΟΣΤΟΛΟΓΙΟ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

3.1 Κοστολόγιο.....	100
---------------------	-----

3.2 Συμπεράσματα.....	103
-----------------------	-----

Β' ΜΕΡΟΣ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

4.1 Γενικά.....	106
4.2 Κατηγορίες γεωτρύπανων.....	107
4.2.1 Κρουστικά γεωτρύπανα.....	108
4.2.2 Περιστροφικά γεωτρύπανα.....	110
4.2.2.1 Διάτρηση με κανονική κυκλοφορία.....	111
4.2.2.2 Διάτρηση με ανάστροφη κυκλοφορία.....	113
4.2.2.3 Παρελκόμενα περιστροφικών γεωτρύπανων.....	115
Α. Κοπτικό άκρο.....	115
Β. Στελέχη διατρητικής στήλης.....	116
Γ. Μηχανισμός μετάδοσης της κίνησης (kelly).....	117
Δ. Κεφαλή εισπίεσεως (swivel).....	117
Ε. Περιστροφική τράπεζα.....	118
Στ. Τροχαλίες (κινητή & ακίνητη) και συρματόσχοινα.....	118
Ζ. Βαρούλκα.....	119
Η. Σύστημα κυκλοφορίας πολτού ή νερού.....	119
Θ. Κινητήριος ισχύς και μετάδοσης αυτής.....	120
Ι. Βοηθητικός εξοπλισμός γεωτρύπανου.....	121
4.3 Σειρά των εργασιών διάτρησης των υδρογεωτρήσεων.....	123
4.4 Συμπληρωματικές εργασίες των υδρογεωτρήσεων.....	124
4.4.1 Σωλήνωση – φίλτρα.....	124
4.4.2 Τσιμέντωση.....	127

4.4.3 Χαλίκωση.....	129
4.4.4 Ανάπτυξη.....	130
4.4.5 Δοκιμαστικές αντλήσεις.....	132
4.4.5.1 Πιεζόμετρα και τρόποι μέτρησης της στάθμης του νερού στις γεωτρήσεις.....	133
4.4.5.2 Προάντληση.....	135
4.4.5.3 Κανονική δοκιμαστική άντληση.....	135
Α. Αντληση κατά βαθμίδες.....	136
Β. Αντληση σταθερής παροχής.....	137
4.4.6 Αντλητικά συγκροτήματα.....	138
4.4.7 Μέθοδοι διαγραφίας (loggings).....	139

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ ΑΓΡΟΚΤΗΜΑΤΟΣ Α.Π.Θ.

5.1 Γενικά χαρακτηριστικά.....	141
5.2 Περιγραφή των εργασιών.....	143
5.2.1 Διαμόρφωση του χώρου διάτρησης.....	143
5.2.2 Προγραμματισμός και έναρξη της διάτρησης της υδρογεώτρησης.....	146
5.2.3 Ηλεκτρική διαγραφή (logging) της υδρογεώτρησης.....	149
5.2.4 Διεύρυνση της οπής της υδρογεώτρησης.....	152
5.2.5 Αρχικές συμπληρωματικές εργασίες της υδρογεώτρησης.....	153
5.2.5.1 Περιφραγματική σωλήνωση.....	154
5.2.5.2 Τσιμέντωση.....	155
5.2.6 Συνέχιση της διάτρησης και φρεζάρισμα.....	156
5.2.7 Συνέχιση των συμπληρωματικών εργασιών.....	157
5.2.7.1 Σωλήνωση & φιλτροσωλήνωση.....	157
5.2.7.2 Πλύση & χαλίκωση.....	160

5.2.8 Ανάπτυξη με Air-Lift.....	161
5.2.9 Δοκιμαστική άντληση.....	164
5.2.10 Ημερολόγιο εργασιών της υδρογεώτρησης & κατασκευαστικά στοιχεία.....	166

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΓΕΩΛΟΓΙΑ –ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

6.1 Γεωλογία περιοχής Θέρμης.....	170
6.2 Τεκτονική περιοχή Θέρμης.....	173
6.3 Λεκάνη Ανθεμούντα.....	174
6.3.1 Υδρογεωλογία.....	176
6.3.2 Υδροχημεία.....	177

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο ΚΟΣΤΟΛΟΓΙΟ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Κοστολόγιο.....	179
7.2 Συμπεράσματα.....	181

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ «ΓΕΩΕΡΕΥΝΑ Ο.Ε.».....182

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9^ο ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....184

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10^ο ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....185

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....186

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Μελέτη και Περιγραφή Υδρογεωτρήσεων & Πυρηνοληπτικών Γεωτρήσεων» πραγματοποιήθηκε στο τελευταίο έτος σπουδών του Τμήματος Γεωλογίας, της Σχολής Θετικών Επιστημών του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Πραγματεύεται γενικές γνώσεις από τη μελέτη σχετικής βιβλιογραφίας, καθώς και ειδικές γνώσεις που προέκυψαν από την παρακολούθηση υδρογεωτρήσεων και πυρηνοληπτικών γεωτρήσεων.

Ειδικότερα θα περιγραφούν λεπτομερειακά οι τεχνικές διάτρησης και η σειρά εργασιών που ακολουθήθηκαν για τη διάνοιξη των συγκεκριμένων γεωτρήσεων, τα μηχανήματα που χρησιμοποιήθηκαν, οι συμπληρωματικές εργασίες και οι δοκιμές πεδίου που εφαρμόστηκαν καθώς και τα συμπεράσματα που εξήχθησαν.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η γεωλογική επιστήμη προσπαθεί να μελετήσει και να αντιληφθεί τη δομή της γης και την εξέλιξή της. Τα κυριότερα «εργαλεία» της γεωλογικής έρευνας που χρησιμοποιούνται σε επιφανειακή κλίμακα για το σκοπό αυτό είναι η γεωλογική μελέτη και χαρτογράφηση, η τεκτονική, η πετρολογία, η γεωχημεία ρευστών και πετρωμάτων, η παλαιοντολογία, οι γεωφυσικές διασκοπήσεις κ.ά. Δεν φτάνουν όμως αυτά, γιατί δίνουν μόνο έμμεσες πληροφορίες για την κατάσταση στο εσωτερικό της γης. Επομένως, για την επιβεβαίωση της σκέψης και των υποθέσεων που προκύπτουν από την επιφανειακή έρευνα χρησιμοποιούνται οι γεωτρήσεις.

Με τον όρο «γεώτρηση» νοείται οποιαδήποτε κυκλική οπή του εδάφους η οποία ανοίγεται με χειροκίνητο ή μηχανοκίνητο μηχάνημα, το οποίο ονομάζεται γεωτρύπανο και το βάθος της ποικίλει από λίγα μέχρι μερικές χιλιάδες μέτρα. Ο όρος «φρέαρ» (πηγάδι) αναφέρεται για κάθε οπή του εδάφους, συνήθως κυκλική, η οποία συναντάει την υπόγεια στάθμη του νερού. Κάθε γεώτρηση μπορεί να χαρακτηριστεί σαν φρέαρ, όχι όμως και το αντίστροφο.

Οι γεωτρήσεις μας δίνουν άμεσες πληροφορίες για την λιθολογία, γεωχημεία, υδροφορία και γεωθερμία του εσωτερικού της γης. Υπάρχουν διάφορα είδη γεωτρήσεων, ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο γίνονται όπως:

- γεωτρήσεις **φυσικών υδρογονανθράκων** (π.χ. πετρέλαιο, φυσικό αέριο),
- γεωτρήσεις **μεταλλευτικής έρευνας και εκμετάλλευσης** (π.χ. μεταλλοφόρων κοιτασμάτων, βιομηχανικών ορυκτών),
- **ερευνητικές** γεωτρήσεις,
- **γεωτεχνικές** γεωτρήσεις,
- **πυρηνοληπτικές** γεωτρήσεις,
- **υδρογεωτρήσεις** καθώς και
- γεωτρήσεις **γεωθερμίας**.

Γεωτρήσεις επίσης εκτελούνται στις παρακάτω περιπτώσεις:

- για τη διοχέτευση, μέσω αυτών με πίεση, τσιμεντοκονιαμάτων για τη στεγανοποίηση πετρωμάτων και τη σταθεροποίηση εδαφών,
- για θεμελιώσεις έργων,

- για τον αερισμό στοών και την εκροή νερών που αναβλύζουν στα ορυχεία,
- για τον έλεγχο και την παρακολούθηση της ρύπανσης των υδροφόρων οριζόντων,
- για τον έλεγχο της κατάστασης σε χώρους υγειονομικής ταφής,
- για την αποχέτευση μεγάλων ποσοτήτων απορριμμάτων μετά από βιολογικό καθαρισμό,
- στις γεωφυσικές έρευνες (σεισμική μέθοδος),
- για την παρακολούθηση ηφαιστείων και για πλήθος άλλων χρήσεων και εφαρμογών.

Η διάτρηση γίνεται με πολύπλοκα μηχανικά συγκροτήματα, τα οποία επιτρέπουν την διάνοιξη οπών μικρής σχετικά διαμέτρου (συνήθως λίγων έως μερικών δεκάδων εκατοστών) σε οποιονδήποτε γεωλογικό σχηματισμό και σε βάθος που ποικίλει ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο γίνονται αυτές (εκατοντάδων έως μερικών χιλιάδων μέτρων). Παραδείγματος χάριν στις γεωτρήσεις πετρελαίου το βάθος μπορεί να φτάσει τα 4-5 χιλιόμετρα, ενώ στις υδρογεωτρήσεις το βάθος είναι μικρότερο από τα 500 μέτρα, συνήθως 100-300 μέτρα. Η βαθύτερη γεώτρηση που έγινε μέχρι σήμερα ήταν για ερευνητικούς μόνο λόγους και ξεπέρασε τα 12 χιλιόμετρα.

Ένα μεγάλο μειονέκτημα, πάντα από άποψη κατασκευής, είναι ότι ο κατασκευαστής «δε βλέπει» αυτό που φτιάχνει, πολλές φορές μάλιστα συμβαίνει να πιστεύει ότι η γεώτρηση έχει φτιαχτεί τέλεια, αλλά να συμβαίνει εντελώς το αντίθετο. Επίσης ένα πολύ μεγάλο μειονέκτημα της γεώτρησης είναι ότι δεν επιδέχεται διορθώσεις εάν γίνει κάποιο λάθος κατά τη διάρκεια της κατασκευής της.

Η γεώτρηση είναι κατά κανόνα μία δύσκολη και λεπτομερής κατασκευή η οποία απαιτεί ειδικευμένες γνώσεις αλλά και πείρα έτσι ώστε να αποδώσει τα ζητούμενα. Λόγω του μεγάλου κόστους των γεωτρήσεων πρέπει να χρησιμοποιούνται με φειδώ και σύνεση, με κατάλληλες προδιαγραφές και μόνο εκεί που χρειάζεται να λυθούν συγκεκριμένα γεωλογικά και τεχνικά προβλήματα, καθώς επίσης σε επιλεγμένα και μάλιστα στα πιο κατάλληλα σημεία, στο μικρότερο δυνατό βάθος. Επομένως για τη σωστή κατασκευή, λειτουργία, συλλογή και ερμηνεία των στοιχείων της γεώτρησης θα πρέπει να προηγηθεί προσεκτική μελέτη από γεωλόγο που έχει γνώσεις στρωματογραφίας, πετρολογίας, τεκτονικής, παλαιοντολογίας και υδρογεωλογίας.

Α' ΜΕΡΟΣ

ΠΥΡΗΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι τάσεις της σύγχρονης κοινωνίας για βελτίωση και τελειοποίηση της οδοποιίας και της ανοικοδόμησης, έτσι ώστε να ικανοποιούνται με ασφάλεια οι άμεσες ανάγκες της ,επέβαλαν την ανάγκη αναζήτησης της γνώσης του υπεδάφους.

Κατά συνέπεια έπρεπε να είναι γνωστή η ακριβής στρωματογραφική στήλη μίας υπό μελέτη περιοχής τόσο για πλήρη εργαστηριακή επεξεργασία, όσο και για δοκιμές που θα επέτρεπαν τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του κάθε σχηματισμού σε όλο το μήκος του ή σε συγκεκριμένα τμήματα του εδάφους – υπεδάφους .

Για το σκοπό αυτό γίνονται πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις. Ονομάζονται έτσι γιατί εκτελούνται με ειδική διατρητική τεχνική κατά την οποία λαμβάνεται δείγμα κυλινδρικής μορφής των διατρυόμενων πετρωμάτων, γνωστό ως πυρήνας (κοινώς καρότο). Έτσι πετυχαίνουμε να έχουμε στα χέρια μας κυλινδρικά κομμάτια του πετρώματος και να εξετάζουμε τη λιθολογία, την υφή και γενικά τη φυσική τους κατάσταση. Γι' αυτόν το λόγο οι πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις λέγονται και **δειγματοληπτικές** γεωτρήσεις. Επίσης, επειδή οι πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις γίνονται για ερευνητικούς κυρίως σκοπούς, λέγονται και **ερευνητικές** γεωτρήσεις.

Οι πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις είναι ευρύτατα διαδεδομένες σε μελέτες και κατασκευές τεχνικών έργων (φράγματα, γέφυρες, σήραγγες, δρόμους, θεμελιώσεις κτιρίων, λιμενικά έργα, κ.λπ.) γιατί βοηθούν στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων αφενός για τη φύση και κατάσταση των πετρωμάτων και αφετέρου για τις γεωλογικές, υδρογεωλογικές και τεκτονικές συνθήκες που επικρατούν σε συγκεκριμένα βάθη κάτω απ' την επιφάνεια του εδάφους. Ακόμα, οι πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις χρησιμοποιούνται ευρέως στη μεταλλευτική έρευνα, τόσο κατά τη φάση της αναζήτησης όσο και της διερεύνησης ενός κοιτάσματος γιατί συμβάλλουν ουσιαστικά στην περιχάραξη του

οικονομικά εκμεταλλεύσιμου όγκου και στον καλύτερο σχεδιασμό του τρόπου εκμετάλλευσης του. Δε μπορεί να γίνει οικονομοτεχνική μελέτη μεταλλευτικής σκοπιμότητας ούτε καμία σοβαρή εκμετάλλευση δίχως να προηγηθούν ερευνητικές πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις.

Οι πυρήνες (καρότα) που λαμβάνονται με τις πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις, τόσο στη γεωτεχνική όσο και στη μεταλλευτική έρευνα, παρέχουν με άμεσο ή έμμεσο τρόπο πολλά στοιχεία των πετρωμάτων (δομή, γεωμετρικά χαρακτηριστικά, ορυκτολογική σύσταση, κοιτασματολογικές πληροφορίες, φυσικές, μηχανικές, χημικές ιδιότητες, κ.λπ.). Σ' αυτό ακριβώς έγκειται η τεράστια και σχεδόν αποκλειστική χρησιμοποίησή τους στα πιο πάνω αναφερθέντα πεδία ερευνών.

Ο πυρήνας «κόβεται» σιγά σιγά και προσεκτικά- με τη χρήση «καροταρίας» -η οποία μπορεί να έχει μήκος έως και 6 m -έχει μέγιστο μήκος 3 m και ανελκύεται στην επιφάνεια , αφού ανασυρθούν όλα τα στελέχη της στήλης και αποθηκεύεται προσωρινά σε ένα ειδικό θάλαμο αποθήκευσης (corel barrel). Στην πράξη, τα δείγματα που λαμβάνονται είναι της τάξης του 1 m ή και λιγότερο.

Η μέθοδος διάτρησης στις πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις είναι μια χρονοβόρα διαδικασία, γιατί τα πυρηνοληπτικά όργανα που τοποθετούνται στην αρχή της διατρητικής στήλης, με ή χωρίς ενσωματωμένο κοπτικό, θα πρέπει να ανελκύνονται στην επιφάνεια το πολύ κάθε 3 m προχώρησης. Επίσης η διάρκεια των επιχειρήσεων ανέλκυσης, απελευθέρωσης του πυρήνα και στη συνέχεια καθέλκυσης της διατρητικής στήλης, είναι σημαντική ως μεγάλη (ανάλογα με το βάθος της γεώτρησης κατά την πυρηνοληψία).

Κατά την εκτέλεση των πυρηνοληπτικών γεωτρήσεων συχνά ανακύπτουν δυσχέρειες που οφείλονται σε αστάθμητους παράγοντες, όπως π.χ. συνάντηση υπερβολικά σκληρού ή υπερβολικά κερματισμένου πετρώματος, δυσκολίες τοποθέτησης προσωρινών σωληνώσεων λόγω καταπτώσεων των τοιχωμάτων της γεώτρησης, ολικές απώλειες του νερού κυκλοφορίας, φρακαρίσματα της διατρητικής στήλης, απώλειες εργαλείων μέσα στην οπή, προσπάθειες αλίευσης των εργαλείων, κ.λπ. Όλα αυτά προκαλούν καθυστερήσεις στην πρόοδο της εργασίας και ανεβάζουν το κόστος των γεωτρήσεων, είναι όμως αναπόφευκτα.

1.2 ΤΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΟ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟ ΚΑΙ ΤΑ ΜΕΡΗ ΑΥΤΟΥ

Οι πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις εκτελούνται με περιστροφικά γεωτρύπανα, η αρχή λειτουργίας των οποίων αναλύεται στο **κεφάλαιο 4.2.2**. Η πυρηνοληπτική διάτρηση των πετρωμάτων γίνεται με την περιστροφή κατάλληλου κοπτικού άκρου (κοινώς κορώνα) και τη χρήση ειδικού δειγματοσυλλέκτη (κοινώς καροταρία). Η διάμετρος των γεωτρήσεων αυτών κυμαίνεται από 1½ έως 4 ίντσες, ενώ το βάθος τους, ανάλογα με τις ανάγκες, ποικίλλει από μερικές δεκάδες έως και εκατοντάδες μέτρα.

Ένα πλήρες γεωτρητικό συγκρότημα αποτελείται από το δειγματοληπτικό γεωτρύπανο και το βοηθητικό εξοπλισμό του. Δηλαδή, τα εξαρτήματα του, όπως στελέχη, δειγματοσυλλέκτες (καροταρίες), κορώνες διάτρησης, δειγματολήπτες αδιατάρακτων δειγμάτων, εργαλεία αλίευσης, σωλήνες επένδυσης, κ.λπ., την αντλία νερού και τα διάφορα συστήματα εκτέλεσης δοκιμών μέσα στη γεώτρηση (εισπίεσεων νερού, διείδυσης, πενετρομέτρησης, κ.ά.).

Τα δειγματοληπτικά γεωτρύπανα κατασκευάζονται σήμερα σε πολλούς τύπους και μεγέθη ώστε να καλύπτονται οι ποικίλες απαιτήσεις και ανάγκες της διεθνούς αγοράς. Ανάλογα με το μέγιστο βάθος διάτρησης που μπορούν να φθάσουν, διακρίνονται σε:

- Μικρού μεγέθους γεωτρύπανα, με ικανότητα διάτρησης μέχρι βάθους 200 m,
- Μεσαίου μεγέθους γεωτρύπανα, που φθάνουν μέχρι το βάθος των 400 m, και
- Μεγάλου μεγέθους γεωτρύπανα, για βάθη μεγαλύτερα των 400 m.

Το μέγιστο βάθος διάτρησης είναι συνάρτηση της ισχύος (ιπποδύναμης) του κινητήρα του γεωτρύπανου. Η ισχύς χρειάζεται για να περιστρέφει η διατρητική στήλη, κυρίως όμως για να μπορεί να ανασύρει, με μεγάλη ταχύτητα, τη διατρητική στήλη από το βάθος της γεώτρησης μέχρι την επιφάνεια του εδάφους. Μετρήσεις έδειξαν ότι κατά τη φάση της διάτρησης η αναπτυσσόμενη ισχύς δεν υπερβαίνει το 50% της ονομαστικής ισχύος του κινητήρα, ενώ κατά την έναρξη της φάσης ανέλκυσης της διατρητικής στήλης αυτή φθάνει το 90-100% της ισχύος του (Τσουτρέλης, 1971, από Βαφειάδη 1999).

Σπουδαίο ρόλο παίζει και η διάμετρος της διατρητικής στήλης. Όσο μεγαλύτερη είναι τόσο βαρύτερος γίνεται ο διατρητικός εξοπλισμός, πράγμα που μειώνει τη διατρητική ικανότητα του γεωτρυπάνου, αν δεν ενισχυθεί ανάλογα η ιπποδύναμη του.

Η επιλογή του γεωτρύπανου για συγκεκριμένο έργο εκτέλεσης γεωτρήσεων θα πρέπει να στηρίζεται, αφενός στα χαρακτηριστικά των υπό εκτέλεση γεωτρήσεων (βάθος, διάμετρος οπής, κ.λπ.) και αφετέρου στους γεωλογικούς σχηματισμούς που πρόκειται να διατρηθούν.

Το δειγματοληπτικό γεωτρύπανο, για περιγραφικούς λόγους, μπορεί να διαχωρισθεί στα παρακάτω μέρη (βλέπε Τσουτρέλη, 1971, από Βαφειάδη 1999):

- α.** Το πλαίσιο στήριξης - στερέωσης του
- β.** Τη διατρητική στήλη,
- γ.** Το σύστημα παραγωγής της περιστροφικής κίνησης,
- δ.** Το σύστημα μετάδοσης της περιστροφικής κίνησης,
- ε.** Το σύστημα προώθησης της διατρητικής στήλης κατά τη διάτρηση,
- στ.** Το σύστημα πύργου - βαρούγκου, για το γρήγορο κατέβασμα και ανέβασμα της διατρητικής στήλης.

A. ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΡΙΞΗΣ - ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ ΤΟΥ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ

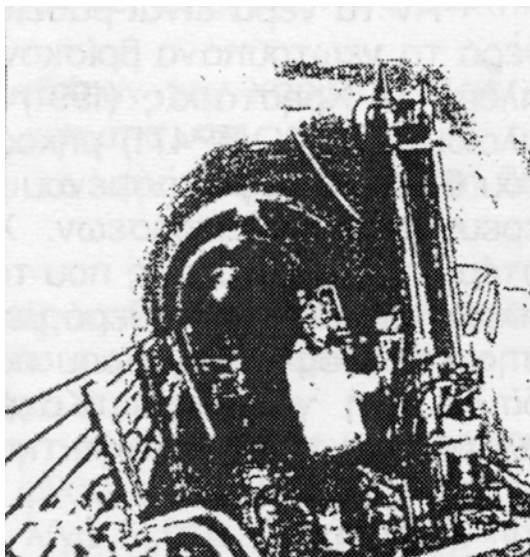
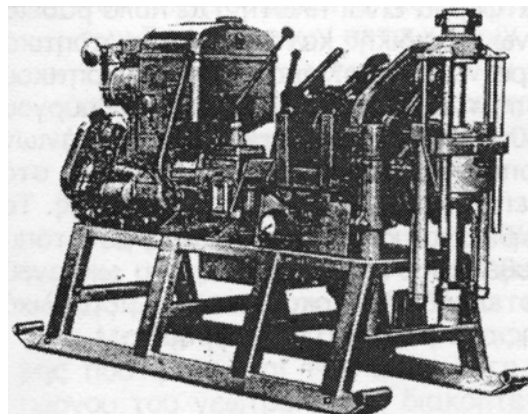
Το πλαίσιο στήριξης του γεωτρύπανου πάνω στο έδαφος βασικά είναι μια σιδερένια κατασκευή από ράβδους ή δοκούς. Στα **σχήματα 1 α,β** παρουσιάζονται δύο τύποι:

- Ο τύπος ελκήθρου (**σχήμα 1α**).
- Ο τύπος που φέρει ένα ζευγάρι ατσάλινων δοκών που πρεσσάζονται και σφηνώνονται στην οροφή της στοάς (**σχήμα 1β**).

Υπάρχουν όμως και δειγματοληπτικά γεωτρύπανα που είναι τοποθετημένα πάνω σε αυτοκινούμενα οχήματα. Στην περίπτωση αυτή το όχημα ακινητοποιείται στη θέση της γεώτρησης και ευθυγραμμίζεται με τη βοήθεια υδραυλικών γρύλλων (**σχήμα 2α**). Για δύσκολα προσβάσιμες περιοχές, χρησιμοποιούνται γεωτρύπανα τοποθετημένα σε ερπύστριες (**σχήμα 2β**).

Τέλος για εκτέλεση γεωτρήσεων σε υγρό περιβάλλον (ποταμούς, λίμνες, θάλασσα) το γεωτρύπανο τοποθετείται πάνω σε ειδικά κατασκευασμένη εξέδρα (πλατφόρμα- **σχήμα 3**).

*Σχήμα 1α.
Δειγματοληπτικό γεωτρύπανο με πλαίσιο
στήριξης τύπου ελκήθρου*



*Σχήμα 1β.
Δειγματοληπτικό γεωτρύπανο με πλαίσιο
στήριξης με ζεύγος σφηνών στο άνω μέρος,
για εκτέλεση γεωτρήσεων μέσα από στοά*

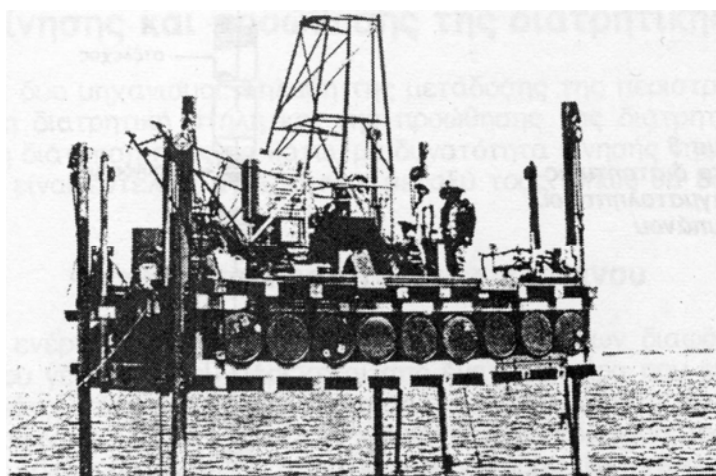


*Σχήμα 2α.
Σύγχρονο δειγματοληπτικό γεωτρύπανο τοποθετημένο πάνω σε αυτοκινούμενο όχημα*



Σχήμα 2β.

Σύγχρονο δειγματοληπτικό γεωτρύπανο τοποθετημένο σε ερπύστριες.



Σχήμα 3.

Δειγματοληπτικό γεωτρύπανο πάνω σε αυτοσχέδια εξέδρα, για ανόρυξη γεώτρησης σε υγρό περιβάλλον

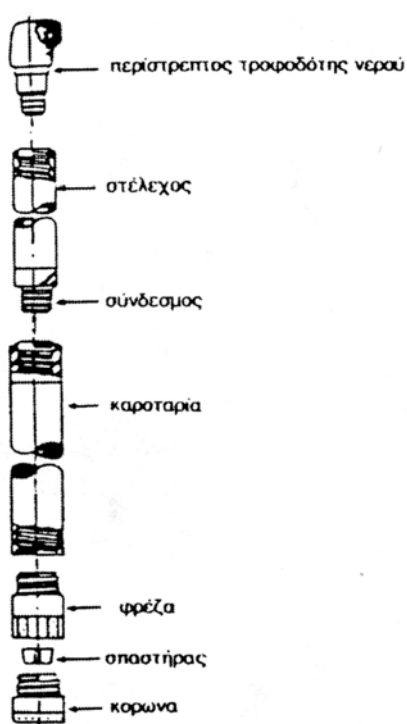
Β. Η ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΗ ΣΤΗΛΗ

Η διατρητική στήλη αποτελείται από (*σχήμα 4*):

- Το κοπτικό εργαλείο (κοινώς κορώνα) που βρίσκεται στο κατώτερο άκρο της στήλης,
- Το ελατήριο συγκράτησης πυρήνα (κοινώς σπαστήρας),
- Το διευρυντήρα (κοινώς φρέζα),
- Τον πυρηνοσυλλέκτη (κοινώς καροταρία) που δέχεται τους πυρήνες των διατρυόμενων πετρωμάτων,
- Τα στέλεχη του γεωτρύπανου που συνδέουν την καροταρία με το σύστημα μετάδοσης της περιστροφικής κίνησης, και
- Τον τροφοδότη νερού, μέσω του οποίου το νερό εισέρχεται στη διατρητική στήλη.

Τα διάφορα εξαρτήματα της διατρητικής στήλης συνδέονται μεταξύ τους με αλληλοκοχλίωση. Αν η διάμετρος δύο συνεχών εξαρτημάτων της στήλης διαφέρει, τότε παρεμβάλλεται τεμάχιο συστολής.

Με την πρόοδο της διάτρησης, όταν το ανώτερο στέλεχος της στήλης που φέρει και τον τροφοδότη νερού φθάσει στο κάτω μέρος του πύργου του γεωτρύπανου, διακόπτεται για λίγα λεπτά η διάτρηση, προστίθεται (βιδώνεται) νέο στέλεχος στη στήλη και ξαναρχίζει η διάτρηση.



Σχήμα 4.
Εξαρτήματα διατρητικής στήλης δειγματοληπτικού
γεωτρύπανου

Κατά τη διάτρηση η καροταρία προοδευτικά γεμίζει με δείγμα. Για να βγει η γεμάτη καροταρία έξω για άδειασμα του καρότου, ξεβιδώνεται ο τροφοδότης νερού και στη θέση του βιδώνεται το εξάρτημα του περιστρεπτού ανυψωτήρα (κοινώς κοτσαδόρος), οπότε με το συρματόσχοινο σύρεται προς τα επάνω ολόκληρη η στήλη, αδειάζεται με προσοχή η καροταρία, κατεβάζεται πάλι με το συρματόσχοινο άδεια στη γεώτρηση και ξαναρχίζει η διάτρηση-προχώρηση της γεώτρησης.

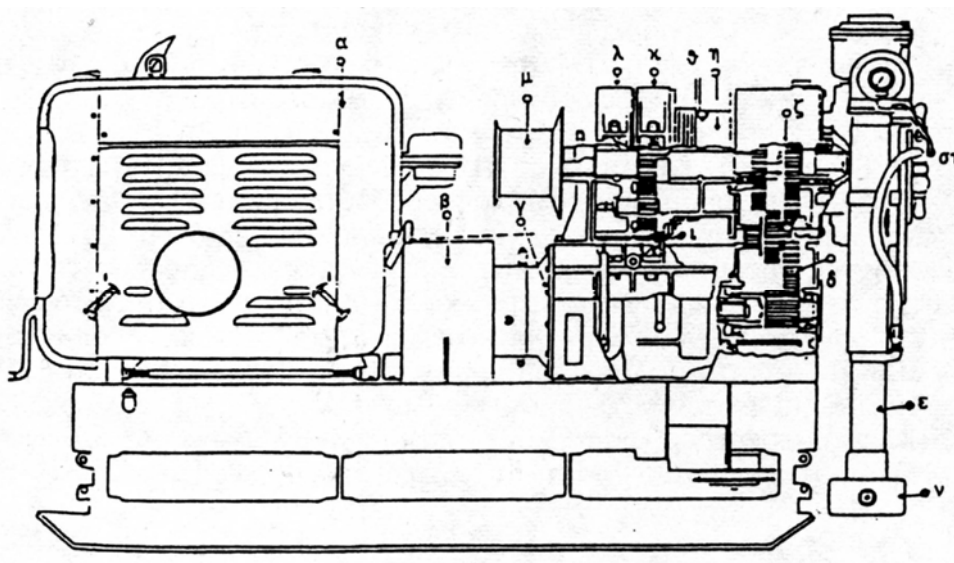
Γ. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ (ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΤΟΥ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ)

Η ενέργεια που χρειάζεται για την κίνηση των διαφόρων μηχανισμών του γεωτρύπανου παρέχεται από έναν κινητήρα, που είναι στερεωμένος πάνω στο πλαίσιο του γεωτρύπανου. Σήμερα, στο σύνολο των γεωτρύπανων που εργάζονται στην επιφάνεια του εδάφους, έχει επικρατήσει, για λόγους οικονομίας, ο πετρελαιοκινητήρας. Βενζινοκινητήρας προτιμάται μόνο σε ορισμένα πολύ μικρά γεωτρύπανα ελαφρού τύπου για ευκολότερη μεταφορά τους σε ανώμαλα εδάφη.

Σε γεωτρήσεις που εκτελούνται μέσα από γαλαρίες, αν οι συνθήκες αερισμού δεν επιτρέπουν την λειτουργία κινητήρων εσωτερικής καύσης, χρησιμοποιούνται γεωτρύπανα με ηλεκτροκινητήρα. Επίσης, πολλοί κινητήρες μεγάλων γεωτρητικών συγκροτημάτων λειτουργούν με γεννήτριες συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος.

Η ισχύς (ιπποδύναμη) του κινητήρα ενός δειγματοληπτικού γεωτρύπανου πρέπει να είναι ανάλογη του βάθους και της διαμέτρου των γεωτρήσεων, π.χ. για γεώτρηση βάθους 1000 m και διάμετρο 4 ιντσών απαιτείται ισχύς κινητήρα τουλάχιστον 70 ίππων (Φυτίκας, 1997).

Η παραγόμενη από τον κινητήρα (σχήμα 5) ενέργεια μεταδίδεται με έναν κεντρικό άξονα, στον οποίο παρεμβάλλεται ο συμπλέκτης (β) και το κιβώτιο ταχυτήτων (γ), όπου με σύστημα οδοντωτών τροχών (δ) μεταδίδεται η κίνηση στους διάφορους επί μέρους μηχανισμούς.



Σχήμα 5.

Μηχανολογικός εξοπλισμός δειγματοληπτικού γεωτρύπανου. (α) κινητήρας, (β) συμπλέκτης, (γ) κιβώτιο ταχυτήτων, (δ) τροχοί μετάδοσης της κίνησης, (ε) άτρακτος, (στ) σύστημα γωνιακής μετάδοσης, (ζ) συλλέκτης δύο κλιμάκων ταχυτήτων, (η) τύμπανο κύριου βαρούλκου, (θ) συρματόσχοινο, (ι) σύστημα πλανητών, (κ) πλανητοφόρος στεφάνη, (λ) άλλη στεφάνη τύμπανου, (μ) βοηθητικό βαρούλκο, (ν) κεφαλή ατράκτου

Δ. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΗ ΣΤΗΛΗ

Οι δύο μηχανισμοί, δηλαδή της μετάδοσης της περιστροφικής κίνησης στη διατρητική στήλη και της προώθησης της διατρητικής στήλης κατά τη διάτρηση προς τα κάτω, με δυνατότητα κίνησης της και προς τα επάνω, είναι εντελώς ανεξάρτητοι μεταξύ τους.

Η περιστροφική κίνηση της διατρητικής στήλης γίνεται μέσω της ατράκτου (Kelly) η οποία βρίσκεται στο μπροστινό μέρος του γεωτρύπανου, στην ίδια κατακόρυφη ευθεία με τη γεώτρηση. Αυτή βασικά αποτελείται από μια κατακόρυφη χαλύβδινη δοκό μήκους 1 - 1,5 m, κοίλη εσωτερικά, που έχει τη δυνατότητα να περιστρέφεται. Από την αξονική της οπή διέρχεται ελεύθερα η διατρητική στήλη. Η διάμετρος της οπής καθορίζει και τη μεγαλύτερη

διάμετρο των στελεχών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Τα μεγάλα γεωτρύπανα έχουν οπή για χρησιμοποίηση μεγάλης διαμέτρου διατρητικού εξοπλισμού, ενώ τα μικρά γεωτρύπανα χρησιμοποιούν τις μικρότερες διαμέτρους του τυποποιημένου διατρητικού εξοπλισμού.

Η άτρακτος (*σχήμα 5,ε*) στο κάτω άκρο της καταλήγει στην κεφαλή (*ν*), η οποία φέρει σιαγόνες, ρυθμιζόμενες μηχανικά με 3-4 κοχλίες ή υδραυλικά, ώστε η διατρητική στήλη, που περνάει από μέσα, να σφίγγεται δυνατά πάνω στην άτρακτο. Ανάλογα με τη διάμετρο του εξοπλισμού επιλέγονται και οι κατάλληλου πάχους σιαγόνες, ώστε με λίγες στροφές των κοχλίων να εξασφαλίζεται το σφύξιμο της διατρητικής στήλης πάνω στην άτρακτο. Έτσι, περιστρεφόμενης της ατράκτου, περιστρέφεται και η διατρητική στήλη.

Ο μηχανισμός μετάδοσης της περιστροφικής κίνησης γίνεται από την περιστρεφόμενη τράπεζα. Αυτή μεταδίδει την περιστροφική κίνηση στην άτρακτο με τη βοήθεια συστήματος γωνιακής μετάδοσης (*σχήμα 5,δ*). Το σύστημα βασικά αποτελείται από δύο εμπλεκόμενους κωνικούς οδοντωτούς τροχούς, έναν κατακόρυφο, που βρίσκεται στον άξονα μετάδοσης της κίνησης του γεωτρύπανου και έναν οριζόντιο, που περιβάλλει την άτρακτο. Η διατομή της ατράκτου είναι είτε τετραγωνική είτε εξαγωνική και εφαρμόζει σε τετραγωνική ή εξαγωνική θήκη της τράπεζας.

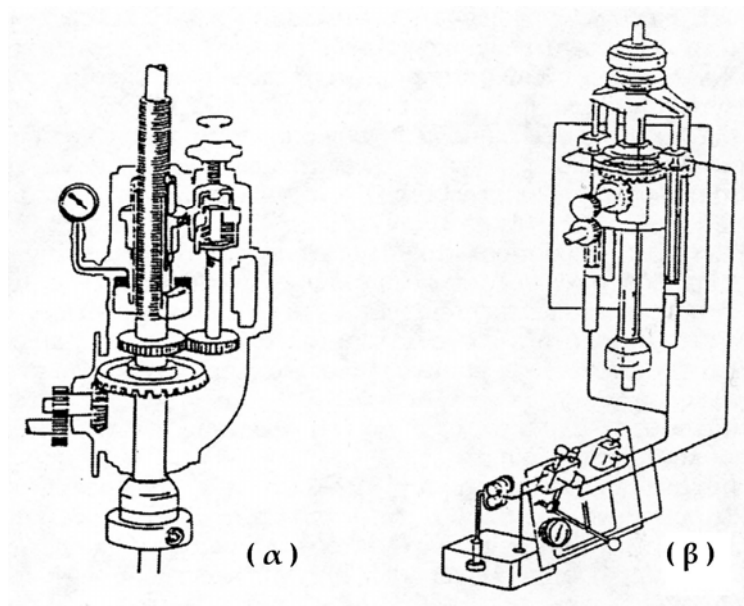
Ε. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΤΡΗΣΗ

Ο μηχανισμός αυτός μπορεί να είναι είτε μηχανικός είτε υδραυλικός. Ο μηχανικός τρόπος προώθησης της διατρητικής στήλης (*σχήμα 6α*) εφαρμόζονταν παλαιότερα πριν καθιερωθεί ο υδραυλικός τρόπος. Σήμερα, ακόμη και τα μικρότερα γεωτρύπανα, που παλαιότερα ήταν όλα μηχανικής προώθησης, κατασκευάζονται και με τα δύο συστήματα. Η μηχανική προώθηση σήμερα περιορίζεται στα ελαφρού τύπου μηχανήματα για λόγους ευκολότερης μεταφοράς τους σε δυσπρόσιτες θέσεις γεωτρήσεων.

Το υδραυλικό σύστημα (*σχήμα 6β*) παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, έναντι του μηχανικού, γι' αυτό έχει επικρατήσει σχεδόν σε όλα τα γεωτρύπανα. Η προώθηση με υδραυλικό τρόπο είναι πιο ασφαλής, γιατί έτσι δεν κινδυνεύει πολύ το γεωτρύπανο από απότομες μεταβολές της σκληρότητας των σχηματισμών. Επίσης, αυτός ο τρόπος επιτρέπει τις αντίστροφες (προς τα πάνω) κινήσεις. Η προώθηση με μηχανικό τρόπο χρειάζεται συνεχή ρύθμιση της ταχύτητας περιστροφής από το χειριστή, για να αποφευχθούν τα προβλήματα

από τυχόν απότομες μεταβολές της σκληρότητας των σχηματισμών. Έτσι, χρειάζεται πολύ προσεκτική και συνεχής παρακολούθηση από τον τεχνικό, αλλιώς δημιουργούνται κίνδυνοι για το γεωτρήσιμο και τη σωστή εκτέλεση της γεώτρησης και της πυρηνοληψίας.

Όλα λοιπόν τα σύγχρονα γεωτρήσιμα λειτουργούν με το υδραυλικό σύστημα, για τη μετάδοση της περιστροφικής κίνησης, για την μετακίνηση της διατρητικής στήλης προς τα κάτω ή επάνω, για την εξαγωγή και επανεισαγωγή της στήλης στη γεώτρηση και για άλλες βοηθητικές εργασίες, όπως αποσωλήνωση, κ.λπ.



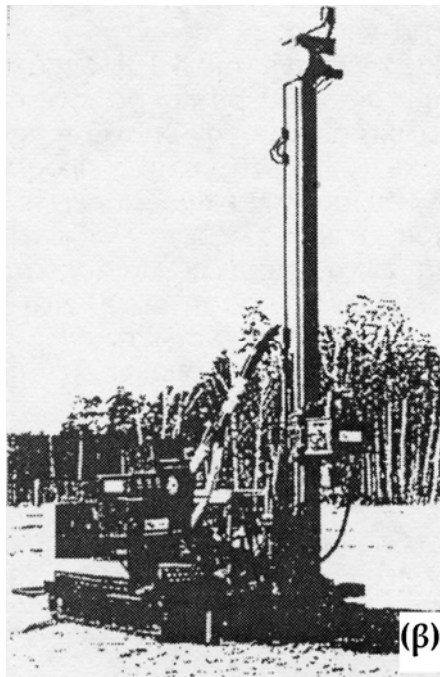
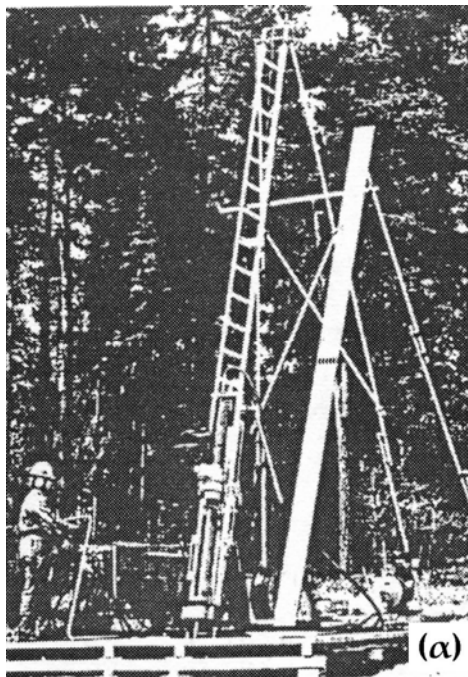
Σχήμα 6.
Συστήματα προώθησης της
ατράκτου, (α) μηχανικό, (β)
υδραυλικό

ΣΤ. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΥΡΓΟΥ - ΒΑΡΟΥΛΚΟΥ ΓΙΑ ΓΡΗΓΟΡΟ ΚΑΤΕΒΑΣΜΑ ΚΑΙ ΑΝΕΒΑΣΜΑ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ

Το σύστημα αυτό αποτελείται από το βαρούλκο, τον πύργο του γεωτρήσιμου (κοινώς γάβρια), μία τροχαλία που βρίσκεται στην κορυφή του πύργου και τέλος το συρματόσχοινο, του οποίου το ένα άκρο είναι δεμένο στο τύμπανο του βαρούλκου και το άλλο, διερχόμενο από την τροχαλία, δένεται στον ανυψωτήρα (κοτσαδόρο) ο οποίος βιδώνεται στο επάνω άκρο της διατρητικής στήλης. Έτσι, με την περιστροφή του τύμπανου, μέσω του συρματόσχοινου, γίνεται γρήγορο ανέβασμα ή κατέβασμα της διατρητικής στήλης μέσα στη γεώτρηση. Τα σύγχρονα γεωτρήσιμα έχουν περισσότερες της μιας ταχύτητες περιστροφής του βαρούλκου, συνεπώς και ταχύτητες ανεβάσματος-κατεβάσματος της στήλης.

Το σύστημα αυτό, χρησιμεύει και για άλλες βοηθητικές δουλειές, π.χ. για εργασίες προσωρινής σωλήνωσης της γεώτρησης, για έλξεις προς απελευθέρωση παγιδευμένης στήλης μέσα στη γεώτρηση, κ.λπ. Μια άλλη χρήση του βαρούλκου-συρματόσχοινου είναι για μετακίνηση, μικρής απόστασης, ολόκληρου του γεωτρυπανου, π.χ. κατά την αλλαγή θέσης γεώτρησης.

Ο πύργος (ιστός ή γάβρια) του γεωτρυπανου είναι μια σιδερένια κατασκευή που ορθώνεται κατακόρυφα προς τα πάνω και χρησιμεύει για να προσθέτονται ή να αφαιρούνται στελέχη κατά την εισαγωγή και εξαγωγή της διατρητικής στήλης στη γεώτρηση, αλλά και για άλλες βοηθητικές εργασίες (σχήμα 7). Οι πύργοι συνήθως φέρουν, στα 2/3 έως 3/4 του ύψους τους, μικρή εξέδρα για να στέκεται ο εργάτης προς διευκόλυνση ορισμένων χειρισμών του. Αν δεν υπάρχει εξέδρα, διαμορφώνεται στον πύργο ένα είδος σκάλας για να ανεβαίνει ο εργάτης και να φθάνει την τροχαλία που βρίσκεται στην κορυφή του πύργου. Ο πύργος πρέπει να είναι ισχυρής κατασκευής για να αντέχει τα μεγάλα βάρη και τις σημαντικές καταπονήσεις που υφίσταται σε ορισμένες περιπτώσεις, π.χ. προσπάθειες απελευθέρωσης παγιδευμένης διατρητικής στήλης. Ο πύργος συνήθως απαρτίζεται από τρεις ή τέσσερις ορθοστάτες που συνδέονται στην κορυφή σαν πυραμίδα, αλλά και ενδιάμεσα τοποθετούνται οριζόντια ή πλάγια μεσοζεύγματα. Τις τελευταίες δεκαετίες παρουσιάστηκαν και πύργοι συμπαγείς σε ένα σώμα, όπως αυτός του σχήματος 7β.



Σχήμα 7.
Δύο τύποι πύργου δειγματοληπτικών γεωτρυπανων

Το ύψος του πύργου καθορίζει και το μήκος των στελεχών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση ή αποσύνδεση της διατρητικής στήλης. Όσο μεγαλύτερης διατρητικής ικανότητας είναι το γεωτρύπανο, τόσο υψηλότερος είναι και ο πύργος του, ώστε να χρησιμοποιείται μεγαλύτερο μήκος στελεχών. Έτσι, ελαχιστοποιείται ο μη παραγωγικός χρόνος εισαγωγής και εξαγωγής της διατρητικής στήλης στη γεώτρηση. Στα μικρά γεωτρύπανα ο πύργος έχει ύψος 4 m περίπου και παρέχεται η δυνατότητα χειρισμού στελεχών μήκους 3 m. Στα μεγαλύτερα γεωτρύπανα ο πύργος φθάνει τα 7 - 7.50 m. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται δύο μαζί ενωμένα στελέχη μήκους 6 m. Στους πύργους ύψους άνω των 4 m λαμβάνεται πρόνοια, κατά την κατασκευή τους, να γίνεται γρήγορη αποσύνδεση τους, σε δύο τουλάχιστον τεμάχια, για να διευκολύνεται η μετακίνηση-μεταφορά του γεωτρύπανου.

Κατά την εκτέλεση των πυρηνοληπτικών γεωτρήσεων πρέπει να εφαρμόζονται όλοι οι κανόνες της επιστήμης και της τεχνικής, ώστε να εξασφαλίζονται οι προϋποθέσεις τόσο της καλής δειγματοληψίας των πετρωμάτων όσο και της εκτέλεσης των απαιτούμενων ειδικών δοκιμών και μετρήσεων, που πρέπει να γίνονται, αλλά και της στεγανότητας και σταθεροποίησης των εδαφών. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η χρησιμοποίηση του δειγματοληπτικού γεωτρύπανου σε γεωτρήσεις εκμετάλλευσης του υπόγειου νερού είναι ανύπαρκτη.

1.3 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ

Στον εξοπλισμό του δειγματοληπτικού γεωτρυπάνου μπορούν να συμπεριληφθούν:

- Οι κορώνες διάτρησης και οι φρέζες.
- Οι δειγματοσυλλέκτες (καροταρίες).
- Οι δειγματολήπτες αδιατάρακτων δειγμάτων.
- Τα στελέχη, οι σύνδεσμοι, οι συστολές.
- Οι σωλήνες για προσωρινές σωληνώσεις.
- Η αντλία νερού.
- Διάφορα εξαρτήματα, όπως ο περίστρεπτος τροφοδότης νερού, ο περίστρεπτος

} που αποτελούν τον πιο σπουδαίο εξοπλισμό

ανυψωτήρας (κοινώς κοτσαδόρος), κ.λπ.

- Ειδικά εργαλεία, όπως η φρέζα διεύρυνσης, ο σωληνοκόφτης, τα κολαούζο, οι φιλιέρες, ο αλιευτικός κώδωνας, το αντίβαρο για κρούσεις, κ.ά.

1.3.1 ΚΟΡΩΝΕΣ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ - ΦΡΕΖΕΣ

Το κοπτικό εργαλείο (core bit) κοινώς « κορώνα » είναι αυτό το οποίο περιστρεφόμενο κόβει το πέτρωμα. Έχει σχήμα στεφάνης από ατσάλι, που στο χείλος της είναι ενσωματωμένοι είτε κόκκοι διαμαντιών, οπότε λέγεται « διαμαντοκορώνα », είτε κομμάτια σκληρού κράμματος (κοινώς "βίδια"), οπότε λέγεται "βιδιοκορώνα". Το μήκος της είναι μερικά cm. Στο επάνω άκρο της φέρει εσωτερικό σπείρωμα για να βιδώνεται στη στήλη.

Η φρέζα τοποθετείται πάνω από την κορώνα για να διατηρεί, κατά τη διάτρηση, τη διάμετρο της οπής σταθερή. Είναι ένας σωλήνας μήκους μερικών cm που στην εξωτερική του επιφάνεια φέρει διαμάντια ή βίδια και στα δύο άκρα του σπειρώματα για να βιδώνεται στην κορώνα και τη στήλη.

1.3.1.1 ΔΙΑΜΑΝΤΟΚΟΡΩΝΕΣ

Το μέγεθος, η κατανομή και κυρίως η ποιότητα των κόκκων διαμαντιών που φυτεύονται πάνω στην κορώνα ποικίλλουν, γι' αυτό υπάρχει και μεγάλη ποικιλία διαμαντοκορώνων που επιλέγονται ανάλογα με τη σκληρότητα και την κατάσταση των διατρυόμενων πετρωμάτων. Έτσι, για διάτρηση συμπαγών και ημίσκληρων πετρωμάτων χρησιμοποιούνται διαμαντοκορώνες με χονδρούς κόκκους διαμαντιών, ενώ για σκληρά, τεμαχισμένα πετρώματα χρησιμοποιούνται διαμαντοκορώνες με λεπτή στεφάνη και πολύ λεπτούς κόκκους διαμαντιών και κυρίως κορώνες με διαμαντόσκονη.

Για την κατασκευή των διαμαντοκορώνων χρησιμοποιούνται αποκλειστικά τα βιομηχανικά διαμάντια. Τα συνηθέστερα είναι τα Bortz που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη σκληρότητα. Είναι προέλευσης Δυτ. Αφρικής, σχήματος σχεδόν σφαιρικού με πολλές όμως κοπτικές ακμές και χρώματος καστανοκίτρινου. Ανάλογα με την ποιότητα τους κατατάσσονται:

σε AAA (άριστης ποιότητας), AA (υψηλής ποιότητας), A (χαμηλής ποιότητας), είτε σε WA-1, WA-2, WA-3 (βλέπε Τσουτρέλη, 1971, από Βαφειάδη 1999). Άλλα βιομηχανικά διαμάντια είναι τα Carbons (μαύρα), Βραζιλιάνικης προέλευσης, μεγάλου μεγέθους, τα οποία όμως χρησιμοποιούνται σπάνια, μόνο σε ειδικές περιπτώσεις. Τέλος για την κατασκευή διαμαντοκορώνων χρησιμοποιούνται και συνθετικά (τεχνητά) διαμάντια.

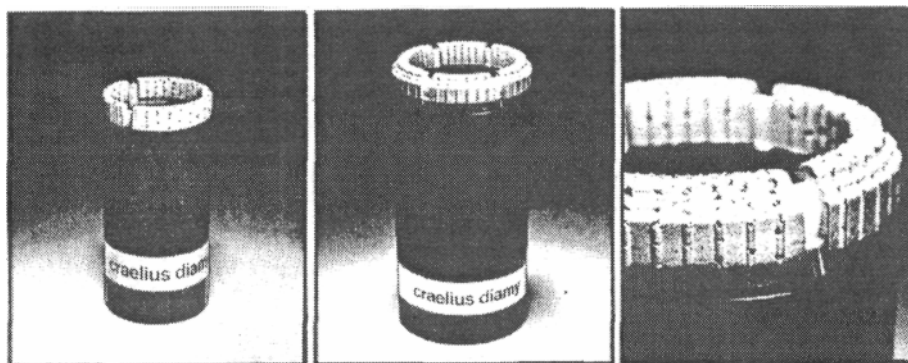
Το μέγεθος των χρησιμοποιούμενων διαμαντιών, διεθνώς, εκφράζεται με τον αριθμό των λίθων που περιέχονται σε ένα καράτι (stones/carad ή st/ct). Ένα καράτι έχει βάρος 200 mgr. Ο αριθμός αυτός έχει σχέση με τη διάμετρο των διαμαντιών.

Οι διαμαντοκορώνες κατασκευάζονται σε δύο βασικούς τύπους:

A. Κορώνες με φυτευτά διαμάντια (κατά την Craelius τύπος DIAMY),

Στον τύπο αυτό τα διαμάντια τοποθετούνται φυτευτά στην επιφάνεια της κορώνας και συγκρατούνται με κατάλληλο συγκολλητικό μεταλλικό μείγμα που λέγεται μήτρα (matrix) ή στεφάνη. Η σκληρότητα του μεταλλικού κράματος της μήτρας μετριέται σε μονάδες RC (Rockwelldegrees) και η σύσταση του είναι τέτοια ώστε να αντέχει στη φθορά κατά τη χρήση των διαμαντοκορώνων. Ως βασικό υλικό χρησιμοποιείται το καρβίδιο του βολφραμίου με πρόσθετα το κοβάλτιο, το νικέλιο, το βηρύλιο, κ.ά.

Διαμάντια τοποθετούνται, εκτός από τη βάση της στεφάνης και πλευρικά αυτής, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό τοίχωμα της. Έτσι, το καρότο με άνεση ελεύθερα εισέρχεται στην καροταρία. Οι κορώνες εξωτερικά φέρουν αυλάκια, για να περνάει εύκολα το νερό κυκλοφορίας και να ανέρχεται στην επιφάνεια του εδάφους. Η κοπτική επιφάνεια της στεφάνης μπορεί να είναι επίπεδη, ημιεπίπεδη ή καμπυλωτή.



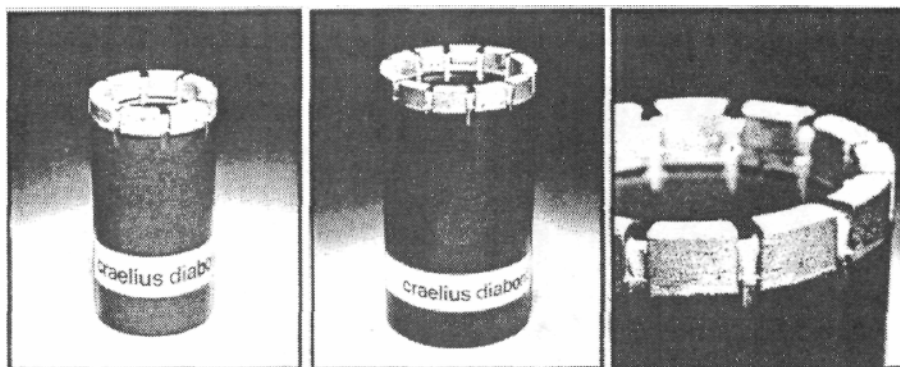
Σχήμα 8.

Διαμαντοκορώνες με φυτευτά διαμάντια (τύπου DIAMY)

Οι διαμαντοκορώνες DIAMY, όταν είναι καινούργιες, κατά τη χρήση τους, απαιτούν σχετικά μικρή πίεση και πολλές στροφές. Με τη συνεχή τους όμως χρήση τα διαμάντια γίνονται πιο στιλπνά, οπότε μειώνεται προοδευτικά η ταχύτητα διάτρησης. Ο γεωτρυπανιστής τότε, για να έχει κανονική προχώρηση, αυξάνει την εφαρμοζόμενη υδραυλική πίεση στη στήλη διάτρησης.

B. Κορώνες με διαμαντόσκηνη (τύπος DIABORIT).

Αυτές κατασκευάζονται από πολύ μικρά διαμαντάκια, σε σκόνη, που είναι ενσωματωμένα μέσα στη μήτρα (σχήμα 9). Το πλεονέκτημα των κορώνων αυτών είναι ότι κατά τη διάρκεια της διάτρησης τα διαμαντάκια που είναι στην επιφάνεια φθείρονται και γίνονται στιλπνά, συγχρόνως όμως εμφανίζονται νέα κοφτερά διαμαντάκια κ.ο.κ. έως ότου να φθαρεί ολόκληρη η μήτρα. Ο τύπος αυτός διαμαντοκορώνων βγαίνει σε ποικιλία σκληροτήτων μήτρας. Έτσι, για τους διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς, επιλέγεται η κατάλληλη κορώνα.



Σχήμα 9.

Διαμαντοκορώνες με διαμαντόσκηνη (τύπου DIABORIT)

Οι κορώνες DIABORIT επιλέγονται για τη διάτρηση πετρωμάτων μέσης έως πολύ μεγάλης σκληρότητας, όπως, γρανίτες, χαλαζίτες, γνευσίους, κερατόλιθους, κ.λπ. Με τις κορώνες αυτές προτιμούνται οι μεγάλες ταχύτητες περιστροφής που έχουν και μεγαλύτερη ταχύτητα προχώρησης. Εδώ πρέπει να επισημανθεί ότι η μεγάλη ταχύτητα περιστροφής δεν πρέπει να δημιουργεί κραδασμούς στη διατρητική στήλη γιατί τότε έχουμε υπερβολική φθορά της διαμαντοκορώνας. Σημαντικό στοιχείο είναι να τηρείται στην κεφαλή της κορώνας η ενδεδειγμένη πίεση για να έχουμε την άριστη ταχύτητα προχώρησης. Ανεπαρκής πίεση στην κορώνα έχει σαν αποτέλεσμα τη στίλβωση της

μήτρας, ενώ υπερβολική πίεση προκαλεί επιταχυνόμενη φθορά της διαμαντοκορώνας.

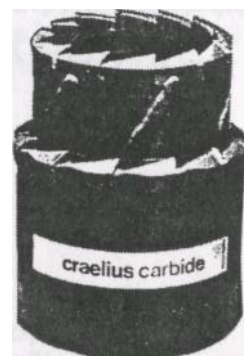
Συγκριτικά, οι κορώνες τύπου DIAMY όταν φθαρούν μπορούν, από το εργοστάσιο κατασκευής τους, να ανακατασκευαστούν, ενώ οι κορώνες DIABORIT είναι μιας μόνο χρήσης. Πιο πολύ χρησιμοποιούνται οι δεύτερες επειδή έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και προσφέρονται για μεγαλύτερη ποικιλία πετρωμάτων.

Γενικά οι διαμαντοκορώνες είναι πολύ ευαίσθητες στα χτυπήματα γιατί σπάζουν τα διαμάντια. Επομένως χρειάζεται μεγάλη προσοχή στο κατέβασμα της στήλης, για να μη χτυπηθεί η διαμαντοκορώνα στον πυθμένα της σπής.

1.3.1.2 ΒΙΔΙΟΚΟΡΩΝΕΣ

Οι βιδιοκορώνες κατασκευάζονται με την εμφύτευση κοπτικών πλακιδίων από σκληρό κράμμα, των βιδίων (Widia) πάνω στην ατσάλινη κορώνα. Τα βίδια κατασκευάζονται συνήθως από καρβίδια βολφραμίου και κοβαλτίου σε αναλογίες μεταξύ 90-94% και 10-6% αντίστοιχα (βλέπε Τσουτρέλη, 1971, από Βαφειάδη 1999). Το κράμμα τότε έχει τη μεγαλύτερη σκληρότητα (8,5-8,9 της σκληρομετρικής κλίμακας Mohs). Η διατομή των πλακιδίων συνήθως είναι ορθογώνια ή τετράγωνη ή εξαγωνική. Τα βίδια στερεώνονται, με μπρουντζοκόλληση, σε εγκοπές της κορώνας. Η τοποθέτηση των βιδίων γίνεται εναλλάξ το ένα να προεξέχει λίγο εσωτερικά και το διπλανό να προεξέχει λίγο εξωτερικά (*σχήμα 10*).

Το μέγεθος των πλακιδίων, συγκρινόμενο με το μέγεθος των διαμαντιών στις διαμαντοκορώνες, είναι πολύ μεγάλο, γι' αυτό κατά τη διάτρηση το πέτρωμα υποβάλλεται σε καταπόνηση, με αποτέλεσμα ενίοτε να σπάζουν οι πυρήνες, ενώ ένα μέρος τους θρυμματίζεται. Γι' αυτό το ποσοστό απόληψης πυρήνα με βιδιοκορώνα είναι μικρότερο από εκείνο της διάτρησης με διαμαντοκορώνα. Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι οι βιδιοκορώνες πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο στις περιπτώσεις που δεν ενδείκνυται η χρήση διαμαντοκορώνας ή όταν δεν ενδιαφερόμαστε για απόληψη του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού πυρήνα.



Σχήμα 10.
Διάφοροι τύποι βιδιοκορώνων

Οι φθαρμένες βιδιοκορώνες είναι εύκολα επισκευάσιμες. Σε απλό συνεργείο τα μεν αποκολληθέντα βίδια αντικαθίστανται, τα δε υπόλοιπα τροχίζονται για να επανακτήσουν την κοπτική τους ικανότητα.

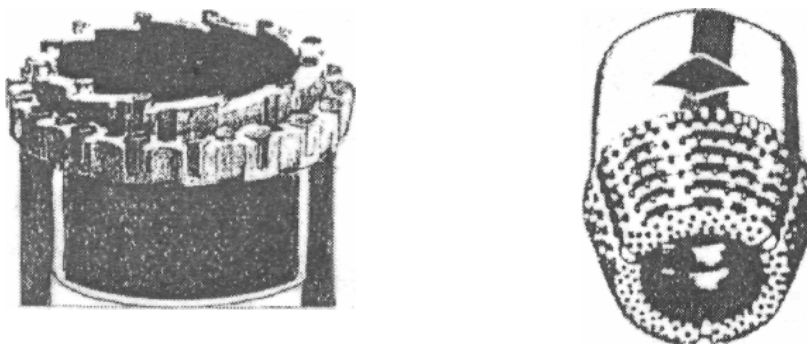
Συγκριτικά για τους δυο τύπους κοπτικών άκρων (δηλ. διαμαντοκορώνες & βιδιοκορώνες) μπορούμε να πούμε ότι οι διαμαντοφόρες κορώνες χρησιμοποιούνται για τα σκληρά πετρώματα, ώστε να επικρατεί η λειαντική ή αλεστική διεργασία αντί της θραύσης λόγω συμπίεσης, ενώ τα καρβιδιοφόρα για τα μαλακά πετρώματα .

Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 1)δίνονται μερικά βασικά χαρακτηριστικά των κοπτικών άκρων σε σχέση με τα πετρώματα για τα οποία προορίζονται (Φυτίκας ,1998):

Πίνακας 1

Σκληρά πετρώματα	Μαλακά πετρώματα
Διαμάντια μικρού μεγέθους & καλής ποιότητας	Διαμάντια μεγάλου μεγέθους δεύτερης ποιότητας ή καρβίδια
Παχειά τοιχώματα κορώνας (μικρότερη διάμετρος , βραδύτερη προχώρηση)	Λεπτότερα τοιχώματα κορώνας (μεγαλύτερη διάμετρος , γρηγορότερη διάτρηση)

Στο *σχήμα 11* εικονίζονται δυο κορώνες που χρησιμοποιούνται στο σύστημα διάτρησης Wireline (ανελκυσμένης με συρματόσχοινο καροταρίας).



Σχήμα 11.
Κορώνες διάτρησης για το σύστημα Wireline.
Βιδιοκορώνα (αριστερά), διαμαντοκορώνα (δεξιά)

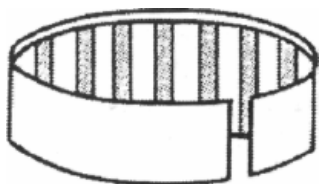
Οι διαμαντοκορώνες, όπου ενδείκνυται να χρησιμοποιηθούν, είναι καλύτερες από τις βιδιοκορώνες γιατί πετυχαίνεται η μεγαλύτερη δυνατή απόληψη πυρήνα, έχουν καλύτερα διατρητικά αποτελέσματα, προκαλούν λιγότερους κραδασμούς, δημιουργούν ομαλότερα τοιχώματα στην επιφάνεια της οπής και τέλος εξασφαλίζουν οικονομικότερο κόστος διάτρησης, παρόλο που η τιμή τους είναι πολλαπλάσια της τιμής των βιδιοκορώνων.

Γενικά, οι διαμαντοκορώνες αντέχουν ικανοποιητικά τόσο στις μεγάλες ταχύτητες περιστροφής όσο και στις μεγάλες πιέσεις. Η επιλογή του κατάλληλου τύπου κορώνας, ανάλογα με τη φύση και την κατάσταση του διατρυόμενου πετρώματος, είναι θέμα κυρίως του γεωτρυπανιστή.

Οι περισσότερες κορώνες είναι κατασκευασμένες εσωτερικά με ελαφρά κωνικότητα με μεγαλύτερο εύρος προς το πάνω μέρος τους, ώστε να δημιουργείται μια υποδοχή μέσα στην οποία τοποθετείται το ελατήριο συγκράτησης πυρήνα (κοινώς σπαστήρας ή καρτοπαγίδα). Ο σπαστήρας είναι μια μεταλλική στεφάνη μήκους λίγων cm μη συνεχής (με σχισμή), ελαφρά κωνικής μορφής και στην εσωτερική της πλευρά είναι διαμορφωμένες επιμήκεις προεξοχές (σχήμα 12).

Κατά τη διάτρηση το εισερχόμενο καρότο κρατάει τον σπαστήρα στο επάνω φαρδύτερο μέρος της κορώνας και έτσι δεν εμποδίζεται η είσοδος του καρότου στην καρτοπαγίδα. Ο ρόλος του σπαστήρα αρχίζει με το σταμάτημα της διάτρησης και την έλξη της στήλης προς τα επάνω. Τότε, ο σπαστήρας, πιεζόμενος από το βάρος του καρότου που υπάρχει στην καρτοπαγίδα, αναγκάζεται και έρχεται προς το κάτω στενότερο μέρος της κορώνας, μικραίνει η διάμετρος του με σμίκρυνση της σχισμής και σφηνώνεται το καρότο στις εσοχές

του. Έτσι, αφενός βοηθάει στο σπάσιμο της βάσης του καρότου από το μητρικό πέτρωμα και αφετέρου παγιδεύει το καρότο που βρίσκεται στην καροταρία και δεν το επιτρέπει να πέσει μέσα στη γεώτρηση, όταν κατά το ανέβασμα της η στήλη είναι κρεμασμένη.



Σχήμα 12.
Σπαστήρας καροταρίας

1.3.1.3 ΦΡΕΖΕΣ

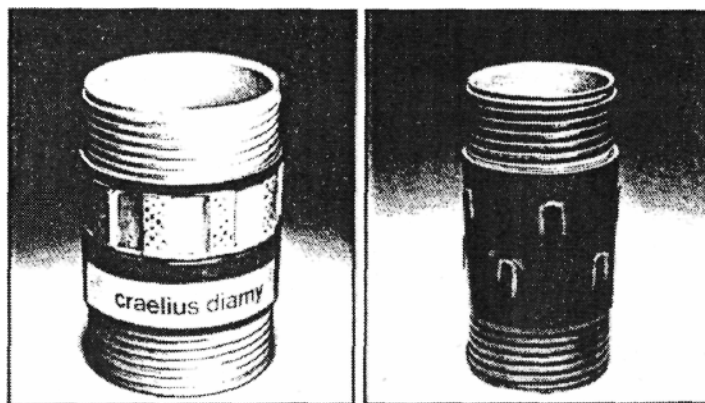
Οι φρέζες τοποθετούνται μεταξύ της κορώνας και της καροταρίας και είναι σωλήνες μήκους μερικών cm, που στην εξωτερική του επιφάνεια φέρουν οπλισμό από διαμάντια ή βίδια και στα δύο άκρα του σπειρώματα για να βιδώνουν (*σχήμα 13*).

Ο ρόλος της φρέζας είναι να διατηρεί τη διάμετρο της οπής σταθερή κατά τη διάτρηση, επειδή λόγω προοδευτικής φθοράς της περιφέρειας της κορώνας ελαττώνεται η εξωτερική της διάμετρος, άρα και η διάμετρος της οπής. Με τη διατήρηση σταθερής της διαμέτρου της οπής, λόγω ύπαρξης της φρέζας, μπορούμε να κατεβάσουμε, όταν χρειασθεί, την καινούργια κορώνα μέχρι τον πυθμένα της οπής και να συνεχισθεί η διάτρηση. Δίχως τη φρέζα είναι βέβαιο ότι η νέα κορώνα δε θα χωρούσε να περάσει όλο το μήκος της διάτρησης, που έγινε με φθαρμένη κορώνα και να φθάσει στον πυθμένα της οπής.

Η φρέζα παίζει και έναν ρόλο σταθεροποιητικό για την καλύτερη λειτουργία των διατρητικών εργασιών. Απορροφάει μεγάλο μέρος των κραδασμών της διατρητικής στήλης, έτσι αυτοί δε φθάνουν στην κορώνα διάτρησης. Ως γνωστό, οι κραδασμοί της στήλης προξενούν ταχύτερη φθορά της κορώνας και μικρότερη ταχύτητα προχώρησης. Σε γεωτρήσεις μεγάλου βάθους συνιστάται η τοποθέτηση διαδοχικά δύο ή και περισσότερων φρεζών.

Για μαλακά και μέσης σκληρότητας πετρώματα μπορεί να χρησιμοποιούνται φρέζες με βίδια (*σχήμα 13-δεξιά*) ενώ για σκληρά και πολύ σκληρά πετρώματα χρησιμοποιούνται φρέζες με διαμάντια (*σχήμα 13-αριστερά*). Θα λέγαμε ότι η επιλογή της φρέζας είναι

συνάρτηση του τύπου της εκάστοτε χρησιμοποιούμενης διατρητικής κορώνας.



Σχήμα 13.

Τύποι φρέζας με διαμάντια (αριστερά), με βίδια (δεξιά)

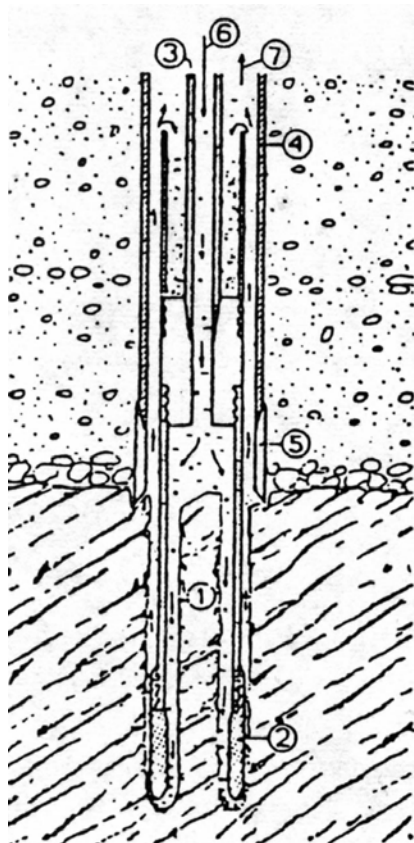
1.3.2 ΚΑΡΟΤΑΡΙΕΣ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΕΣ

Ο δειγματοσυλλέκτης (core barrel) ή πυρηνοσυλλέκτης (κοινώς καροταρία), είναι ένας θάλαμος αποθήκευσης του πυρήνα κατά τη διάτρηση. Αποτελείται, είτε από έναν σωλήνα (μονή καροταρία), είτε από δύο συγκεντρικούς σωλήνες (διπλή καροταρία). Υπάρχουν και τριπλές καροταρίες οι οποίες σπάνια χρησιμοποιούνται. Οι καροταρίες κατασκευάζονται με τυποποιημένες διαμέτρους και σπειρώματα. Βγαίνουν σε δύο μήκη, του 1,5 m και των 3 m. Η καροταρία πέραν του βασικού της ρολού ως δειγματοσυλλέκτη παίζει και ρόλο σταθεροποιητικό κατά τη διάτρηση, εμποδίζοντας την παρέκκλιση της οπής.

Οι δειγματολήπτες είναι ειδικές συσκευές κατασκευασμένες με βάση τα διεθνή πρότυπα και χρησιμοποιούνται μόνο στις περιπτώσεις που απαιτείται ειδική δειγματοληψία, π.χ. για λήψη αδιατάρακτων δειγμάτων σε μαλακά ή χαλαρά εδάφη που δε μπορεί να γίνει με μονή ή διπλή καροταρία .

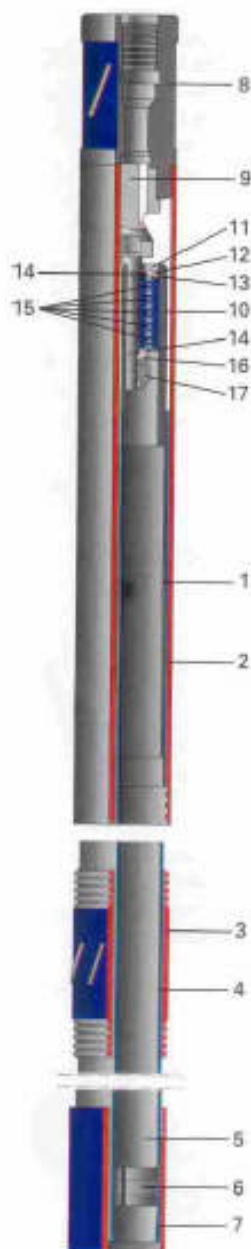
Η μονή καροταρία είναι απλός σωλήνας χαλύβδινος μέσα στον οποίο συγκεντρώνεται ο πυρήνας των διατρυόμενων πετρωμάτων. Η δειγματοληψία γίνεται με περιστροφή της καροταρίας η οποία κατά περίπτωση είναι της κατάλληλης διαμέτρου και μήκους. Στο κάτω μέρος της βιδώνονται η κορώνα και η φρέζα, ενώ στο πάνω μέρος της φέρει "κεφαλή" με τη βοήθεια της οποίας γίνεται η σύνδεση της με τα στελέχη. Η κυκλοφορία (κάθοδος) του νερού κατά τη διάτρηση γίνεται μέσα από την καροταρία, με αποτέλεσμα το δείγμα να επηρεάζεται δυσμενώς λόγω καταπόνησης του από το συνδυασμό της διαβροχής του και της περιστροφής της καροταρίας. Στο *σχήμα 14α* δίνεται η διαδικασία της πυρηνοληψίας με μονή καροταρία.

Λόγω των παραπάνω μειονεκτημάτων, η μονή καροταρία χρησιμοποιείται μόνο στα πολύ συνεκτικά πετρώματα. Στα μαλακά λεπτόκοκκα εδάφη η μονή καροταρία χρησιμοποιείται για διάτρηση "εν ξηρώ" (με φραγμό) δηλαδή η διάτρηση γίνεται με περιστροφή της κορώνας, αλλά η προχώρηση γίνεται δίχως κυκλοφορία νερού (βλέπε κεφάλαιο 1.5.1).



Σχήμα 14α .

Πυρηνοληψία με μονή καροταρία. (1) πυρήνας πετρώματος, (2) κορώνα, (3) στελέχη, (4) σωλήνωση, (5) οδηγός-πέδιλο, (6) πορεία νερού με πίεση, (7) επιστρεφόμενα νερά



Σημείωμα καροταρίας
Θηλυκό 50 mm (CR 50)

Cone Barrel Thread
Box 50 mm (CR 50)

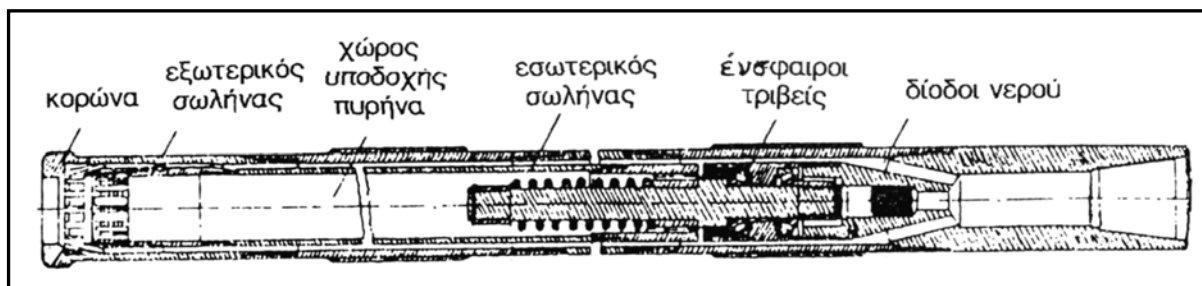
Αρ. No.	Κωδικός Part No.	Περιγραφή Description	Ποσ. Qty	Βάρος Μονάδας Unit Weight	
				kg	lb
1-17	8392-0227-06.	ΠΛΗΡΗΣ ΚΑΡΟΤΑΡΙΑ μήκους L=3000 mm COMPLETE CORE BARREL length L=3000 mm		42,0	92,5
1-17	8392-0226-07.	ΠΛΗΡΗΣ ΚΑΡΟΤΑΡΙΑ μήκους L=1500 mm COMPLETE CORE BARREL length L=1500 mm		25,5	56,1
1-a	3863-1436-00.	Εσωτερικός σωλήνας 1500 mm Inner tube 1500 mm	1	5,4	11,9
1-b	3863-1441-00.	Εσωτερικός σωλήνας 3000 mm Inner tube 3000 mm	1	11,5	25,3
2-a	3863-1437-00.	Εξωτερικός σωλήνα 1500 mm Outer tube 1500 mm	1	10,0	22,0
2-b	3863-1442-00.	Εξωτερικός σωλήνα 3000 mm Outer tube 3000 mm	1	18,0	39,6
3		Φρέζα βδίσων (TCI) TCI Reaming Shell	1		
4	3863-1452-00.	Σωλήνας προέκτασης Extension tube	1	0,4	0,9
5	3863-1453-00.	Υποδοχή (θήκη/μήτρα) καρότου Core filter case	1		
6	3863-1455-00.	Στήστηρας ατμοποίησης καρότου Core filter	1		
7	3863-1454-00.	Χαλύβδινο προστατευτικό Steel protector	1		
8-17	3863-2179-80.	ΠΛΗΡΗΣ ΚΕΦΑΛΗ ΚΑΡΟΤΑΡΙΑΣ COMPLETE CORE BARREL HEAD	1	8,6	18,9
8	3863-2179-00.	Συνδέσμος Core barrel coupling	1		
9	3863-2180-00.	Άξονας ρουλεμάν Bearing shaft	1		
10	3863-2181-00.	Κέλυφος ρουλεμάν Bearing housing	1		
11	3863-2182-00.	Πλάκα ατράβης Washer	1		
12	0335-2152-00.	Δακτύλιος (κουμπωτός) Circlip	1		
13	0324-1551-61.	Ροδέλα Washer	1		
14-a	0324-1551-56.	Ρυθμιζόμενη ροδέλα / Adjusting washer	2		
14-b	0324-1551-36.	Ρυθμιζόμενη ροδέλα / Adjusting washer	1		
15	0502-3161-00.	Ρουλεμάν Ball bearing	4		
16	3702-0029-00.	Ροδέλα Washer	1		
17	0291-1118-00.	Περικάλυψη ασφάλισης Lock nut	1		
	3766-0012-00.	Εργαλείο σύσφιξης Tool spanner	1	0,4	0,9

Οι προδιαγραφές δύνανται να τροποποιηθούν χωρίς προειδοποίηση
Specifications may change without notice

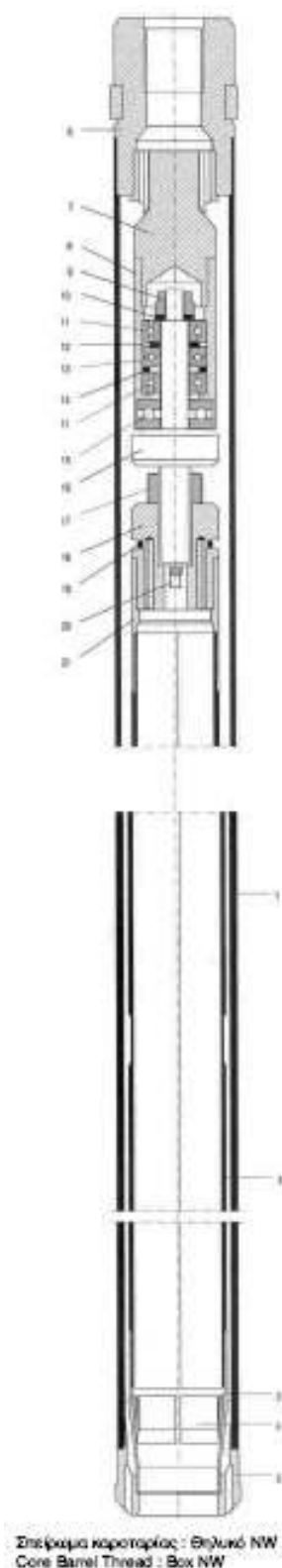
Σχήμα 14β.
Μονή καροταρία τύπου T2-86-Craelius

Η διπλή καροταρία αποτελείται από δύο ομόκεντρους σωλήνες (σχήμα 15α), έναν εξωτερικό, ο οποίος περιστρέφεται κατά τη διάτρηση και έναν εσωτερικό που μένει ακίνητος, επειδή είναι αναρτημένος από έναν ένσφαιρο τριβέα στην κεφαλή του δειγματοσυλλέκτη. Το δείγμα (καρότο) συλλέγεται μέσα στον εσωτερικό σωλήνα. Ανάμεσα στους δυο ομόκεντρους σωλήνες κυκλοφορεί το εισπιεζόμενο νερό, για να ψύξει τα εξωτερικά μεταλλικά στοιχεία της καροταρίας, που θερμαίνονται υπερβολικά λόγω της τρομερής τριβής με τα πετρώματα. Η διπλή καροταρία προστατεύει το καρότο από το διερχόμενο νερό, που περνά απ' έξω του και έτσι το διατηρεί ακέραιο μέχρι να συμπληρωθεί η διάτρηση και ακολουθήσει η ανέλκυσή του στην επιφάνεια.

Το μήκος της διπλής καροταρίας συνήθως είναι 3,40 m, αλλά χωράει καρότο μήκους μέχρι 3 m. Όταν αυτή γεμίσει με δείγμα, σταματάει η διάτρηση, ανασύρεται η στήλη στην επιφάνεια του εδάφους, αφαιρείται το δείγμα από την καροταρία και ξανακατεβάζεται στον πυθμένα της οπής για να συνεχισθεί η διάτρηση.



Σχήμα 15α.
Τομή διπλής καροταρίας



Αρ. No.	Κωδικός Part No.	Περιγραφή Description	Ποσ. Qty	Βάρος Μονάδας Unit Weight	
				kg	lb
1-21	8392-0277-05.	ΠΛΗΡΗΣ ΚΑΡΟΤΑΡΙΑ μήκους L=1500 mm COMPLETE CORE BARREL length L=1500 mm			
1	3867-6297-00.	Εξωτερικός σωλήνας 1500 mm Inner tube 1500 mm	1		
2	3867-6299-00.	Διαρρέωντος εσωτερικός σωλήνας 1500 mm Split inner tube 1500 mm	1		
3	3867-6301-00.	Υποδοχή (θήκη)μήτρας) καρότου Core lifter case	1		
4	3863-3286-00.	Σπαστήρας σκελετικής καρότου Core lifter	1		
5	3863-3287-00.	Χαλύβδινο προστατευτικό Steel protector	1		
6-21	3867-6244-81.	ΠΛΗΡΗΣ ΚΕΦΑΛΗ ΚΑΡΟΤΑΡΙΑΣ COMPLETE CORE BARREL HEAD	1		
6	3867-6244-00.	Σύνδεσμος Core barrel coupling	1		
7	3867-6245-00.	Κεφαλή Head	1		
8	3867-4311-00.	Κέλυφος ρουλεμάν Bearing housing	1		
9	0292-1412-00.	Περισσότερο ασφάλισης Lock nut	1		
10	0302-1198-00.	Πλάστιγγα Washer	1		
11	0502-2106-00.	Ρουλεμάν Ball bearing	2		
12	0324-1551-40.	Ροδέλα Washer	1		
13	0510-0606-00.	Ρουλεμάν Ball bearing	5		
14	3867-4312-00.	Αποστάτης Spacer	1		
15	0510-1406-00.	Ρουλεμάν Ball bearing	5		
16	3702-3139-00.	Άξονας ρουλεμάν Bearing shaft	1		
17	0295-3108-00.	Περισσότερο Nut	2		
18	3702-3141-00.	Ρυθμιζόμενος σύνδεσμος Adjusting coupling	1		
19	0663-2140-00.	Δακτύλιος O-ring O-ring	1		
20	0544-5865-00.	Βαλβίδα λίπανσης Lubricant nipple	1		
21	3867-6295-00.	Σύνδεσμος / Coupling	1		
	3766-0041-00.	Ταινία / Tape			

Οι προδιαγραφές δύνανται να τροποποιηθούν χωρίς προειδοποίηση
Specifications may change without notice

Σχήμα 15β.
Διπλή καροταρία τύπου T65-101

Η **τριπλή καροταρία** είναι ένας πυρηνοσυλλέκτης με τριπλά τοιχώματα (triple tube barrel) που είναι κατάλληλος για πυρηνοληψία από πολύ μαλακά έως σκληρά και κατακερματισμένα πετρώματα (Dixon and Clarke, 1975, βλέπε Καλλέργη και Κούκη, 1985, από Βαφειάδη 1999). Στις καροταρίες αυτές ο εσώτερος (трίτος) σωλήνας, που δέχεται το δείγμα, έχει πολύ λεπτά τοιχώματα. Όταν γεμίσει η καροταρία με δείγμα και εξαχθεί στην επιφάνεια του εδάφους, αφαιρείται από την καροταρία ο τρίτος σωλήνας με το περιεχόμενο δείγμα. Στην καροταρία τοποθετείται νέος σωλήνας και συνεχίζεται η διάτρηση.

Για πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις μεγάλου βάθους έχει αναπτυχθεί τεχνολογία που ανεβάζει το δείγμα του πετρώματος (καρότο) στην επιφάνεια του εδάφους δίχως να εξαχθεί η διατρητική στήλη. Η μέθοδος αυτή λέγεται « **πυρηνοληψία με συρματόσχοινο** » (wireline core boring ή **wireline**) και αρχικά εφαρμόσθηκε στην έρευνα των πετρελαίων. Αργότερα τέθηκε σε εφαρμογή και στις ερευνητικές-πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις. Σήμερα το σύστημα wireline διατίθεται από όλες τις εταιρείες. Στηρίζεται στην τεχνική κατασκευής ειδικής διπλής καροταρίας, της οποίας ο εσωτερικός κύλινδρος έχει ειδικό τρόπο στήριξης και ανάρτησης με κατάλληλη μανδαλωτή αρπάγη, που υπάρχει στο άκρο συρματόσχοινου, ώστε να πιάνεται και να σύρεται προς τα πάνω, μέσα από τη στήλη των στελεχών. Τα στελέχη, στην περίπτωση αυτή, έχουν διάμετρο μεγαλύτερη των συνήθων στελεχών. Έτσι, ο εσωτερικός κύλινδρος της καροταρίας έρχεται στην επιφάνεια του εδάφους, αφαιρείται το δείγμα (καρότο) και ξανακατεβάζεται με το συρματόσχοινο και τοποθετείται στη θέση του, δηλαδή στην καροταρία και ξαναρχίζει η διάτρηση. Στο **σχήμα 16** δίδονται λεπτομέρειες του μηχανισμού λειτουργίας της καροταρίας αυτής.

Το σύστημα αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι κερδίζεται πολύς χρόνος για τη διάτρηση, συνεπώς υπάρχει πολύ μεγαλύτερη πρόοδος εργασίας, π.χ. για γεώτρηση βάθους 300 m ο χρόνος για την ανέλκυση και το κατέβασμα της διατρητικής στήλης με τη συνήθη τεχνική είναι περίπου 112 λεπτά της ώρας, ενώ με τη μέθοδο Wireline μόνο 22 λεπτά (βλέπε Τσουτρέλη, 1971, από Βαφειάδη 1999). Η μέθοδος αυτή μειονεκτεί στο ότι χρειάζονται ειδικά στελέχη μεγαλύτερης διαμέτρου και χρήση ειδικών διαμαντοκορώνων, οι οποίες δίνουν καρότα μικρότερης διαμέτρου από εκείνα της συμβατικής μεθόδου. Γι' αυτό, το σύστημα αυτό συνήθως δε χρησιμοποιείται σε γεωτρήσεις γεωτεχνικών ερευνών.



Σχήμα 16 .
Τομή τμήματος δειγματοσυλλέκτη τύπου Wireline

1.3.2.2 ΕΙΔΙΚΟΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΕΣ ΛΗΨΗΣ ΑΔΙΑΤΑΡΑΚΤΩΝ -ΔΙΑΤΑΡΑΓΜΕΝΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι δειγματολήπτες χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις που η δειγματοληψία, κυρίως αδιατάρακτων δειγμάτων, δε μπορεί να γίνει με μονή ή διπλή καροταρία . Επειδή αυτοί κατά τη χρήση τους απαιτούν διάφορα εξαρτήματα που κάνουν την εργασία πολύπλοκη, χρονοβόρα και δαπανηρή χρησιμοποιούνται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις. Παρακάτω αναφέρονται οι κυριότεροι τύποι δειγματοληπτών:

- **Δειγματολήπτης λεπτού τοιχώματος (SHELBY) :** είναι κατάλληλος για δειγματοληψίες όλων των εδαφών που έχουν κάποια συνοχή, εκτός από τα σκληρά ή χαλικομιγή συγκολλημένα εδάφη. Δε συνιστάται η χρήση του σε εδάφη πολύ μαλακά και υγρά, γιατί δε συγκρατείται το δείγμα μέσα στο δειγματολήπτη κατά την εξαγωγή του.

- **Δειγματολήπτης με έμβολο (PISTON SAMPLER) :** μπορεί να πάρει δείγμα, στο επιθυμητό κάθε φορά βάθος, χωρίς να εισχωρούν μέσα σε αυτόν ανεπιθύμητα υλικά.

Χρησιμοποιείται κυρίως σε εδάφη που βρίσκονται κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα, σε μη συνεκτικά αμμοίλυδα εδάφη, καθώς και σε μαλακά και υγρά εδάφη. Στις περιπτώσεις αυτές δεν είναι δυνατή η συγκράτηση του δείγματος με άλλο τρόπο.

- **Δειγματολήπτης περιστροφής και πίεσης (τύπου Denisson)** : στον οποίο γίνεται χρήση συνδυασμού περιστροφής και πίεσης, είναι ακατάλληλος για εδάφη που περιέχουν χάλικες ή για πολύ σκληρά εδάφη.

- **Δειγματολήπτης άμμου (τύπου Bishop)**. Ο τύπος αυτός δειγματολήπτη είναι ειδικός στη δειγματοληψία άμμων κορεσμένων σε νερό, ακόμα και χαλαρών, πράγμα πολύ δύσκολο για τους άλλους δειγματολήπτες. Δε μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί σε σύναγμα που υπάρχουν και χαλίκια.

1.3.3 ΣΤΕΛΕΧΗ - ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ - ΣΥΣΤΟΛΙΚΑ ΤΕΜΑΧΙΑ

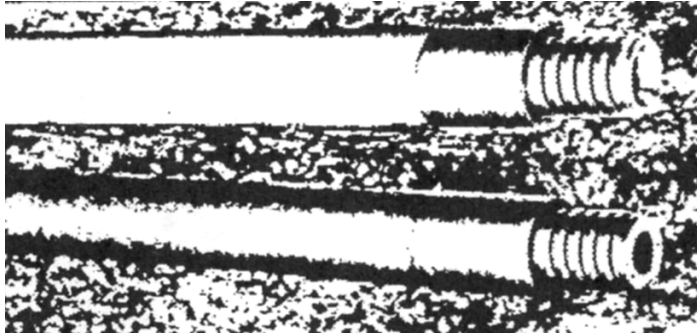
Τα **στελέχη** αποτελούν πολύ σημαντικό εξάρτημα του γεωτρύπανου γιατί συγκροτούν το σύνολο σχεδόν της διατρητικής στήλης. Κατασκευάζονται, δίχως ραφή, από ειδικής ποιότητας χάλυβα για να αντέχουν στις μεγάλες μηχανικές καταπονήσεις στρέψης, βάρους και πίεσης που δέχονται. Το στέλεχος στο ένα άκρο του φέρει μόνιμα βιδωμένο ένα εξάρτημα, το **σύνδεσμο** (**σχήμα 17**) και στο άλλο άκρο του φέρει εσωτερικό σπείρωμα. Ο σύνδεσμος στα δύο άκρα του φέρει εξωτερικό σπείρωμα· η εξωτερική του διάμετρος είναι ίδια με εκείνη του στελέχους, η εσωτερική του όμως διάμετρος είναι ελαφρώς μικρότερη εκείνης των στελεχών. Τα «πάσσα» του σπειρώματος είναι χοντρά για να βιδώνουν εύκολα και γρήγορα (**σχήμα 17**).

Η επιμήκυνση της διατρητικής στήλης γίνεται βιδώνοντας το εξωτερικό σπείρωμα του συνδέσμου στο εσωτερικό σπείρωμα του προηγούμενου στελέχους. Τα στελέχη κατασκευάζονται σε μήκη 1,5 m και 3 m. Τα πρώτα χρησιμοποιούνται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις, τα δεύτερα έχουν καθολική χρήση.

Τα στελέχη που χρησιμοποιούνται στο σύστημα ανελκυσμένης καροταρίας τύπου wireline (βλέπε **κεφάλαιο 1.3.2.1**) έχουν διάμετρο μεγαλύτερη της τυποποιημένης σειράς των στελεχών. Αυτό είναι απαραίτητο για να ανεβαίνει ανεμπόδιστα μέσω αυτών, κατά την ανέλκυση της η καροταρία στην επιφάνεια του εδάφους.

Το **συστολικό τεμάχιο** (κοινώς συστολή) είναι σύνδεσμος του οποίου τα δύο άκρα

έχουν σπείρωμα διαφορετικής διαμέτρου. Αυτά χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση στελεχών διαφορετικής διαμέτρου ή στελέχους - καροταρίας.



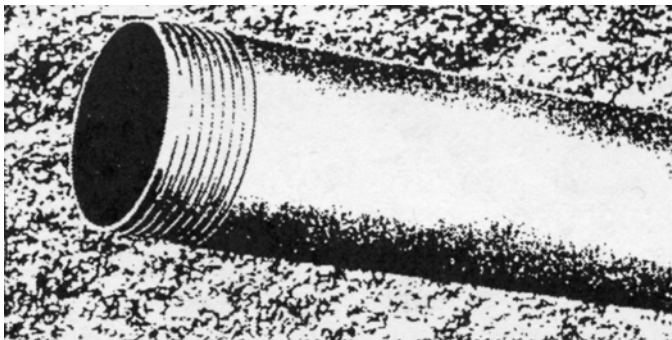
*Σχήμα 17 .
Στελέχη δειγματοληπτικού
γεωτρύπανου με σύνδεσμο στο
δεξιό άκρο τους*

1.3.4 ΣΩΛΗΝΕΣ ΠΡΟΣΩΡΙΝΗΣ ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Κατά τη διάνοιξη μιας γεώτρησης, όταν τα τοιχώματα της δεν είναι σταθερά αλλά παρουσιάζουν καταπτώσεις, είναι απαραίτητο να σωληνωθεί το τμήμα αυτό για να μπορεί δίχως προβλήματα να συνεχισθεί η διάτρηση. Επίσης, στην περίπτωση που υπάρχουν ολικές ή μεγάλες απώλειες νερού σε κάποιο τμήμα της γεώτρησης, αυτή πρέπει να σωληνώνεται μέχρι το βάθος εκείνο, ώστε να σταματήσουν οι απώλειες και να αποκατασταθεί, κατά τη διάτρηση, η κυκλοφορία νερού.

Οι σωλήνες επένδυσης είναι χαλύβδινοι, ειδικού τύπου δίχως ραφή, τυφλοί (δίχως φίλτρα), με κατάλληλο πάχος τοιχώματος και με τυποποιημένες διαμέτρους. Φέρουν σπείρωμα, εξωτερικό στο ένα άκρο τους (*σχήμα 18*) και εσωτερικό στο άλλο. Έτσι, βιδώνονται μεταξύ τους και δημιουργούν, στη γεώτρηση, στήλη επιθυμητού μήκους. Σπανιότερος τύπος σωλήνων είναι αυτός που για τη σύνδεση τους χρησιμοποιούνται σύνδεσμοι, όπως στα στελέχη.

Οι σωλήνες, μετά την τοποθέτηση τους στη γεώτρηση, για να μη μπορούν να γλιστρήσουν βαθύτερα, συγκρατούνται με δακτυλιοειδή σφιγκτήρα στο στόμιο της γεώτρησης.



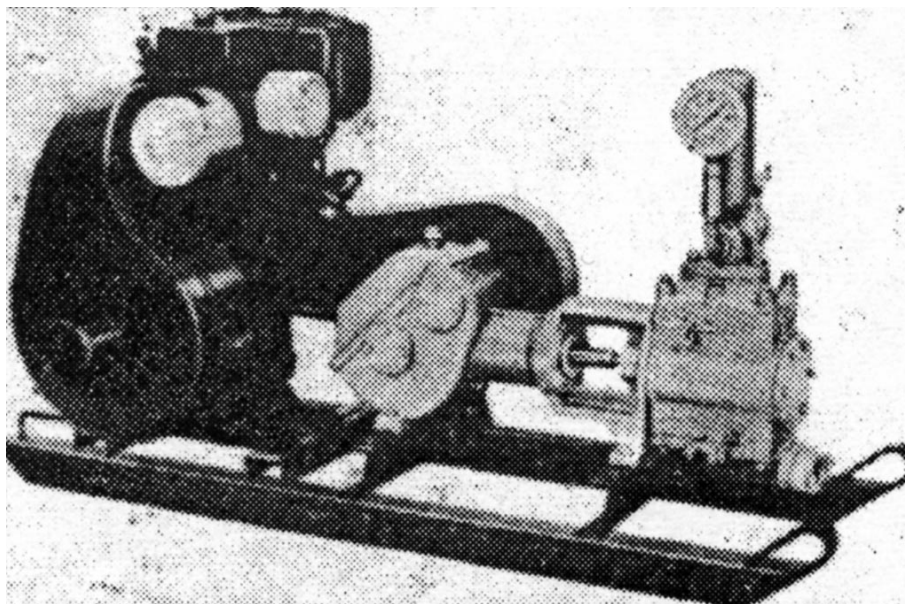
Σχήμα 18 .
Σωλήνας επένδυσης δειγματοληπτικής
γεώτρησης

1.3.5 ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ

Κατά κανόνα προτιμείται η χρησιμοποίηση ανεξάρτητης του γεωτρύπανου αντλητικής μονάδας. Δηλαδή η αντλία να μην έχει κινητήρα εκείνον του γεωτρύπανου. Αυτό, παρά το υψηλότερο κόστος, έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Η αντλία, όταν η διάτρηση γίνεται σε μεγάλα βάθη, μπορεί να αναπτύξει όλη την ισχύ της δίχως να μειώνεται η μέγιστη ισχύς του κινητήρα του γεωτρύπανου.
- Καθιστά το γεωτρύπανο ελαφρότερο κατά τη μεταφορά του.
- Ανάλογα με τις απαιτήσεις των γεωτρήσεων εκλέγεται κατά περίπτωση η καταλληλότερη αντλία.
- Μπορεί να εγκατασταθεί μακριά από το γεωτρύπανο, όπου γίνεται η άντληση νερού και
- Σε περίπτωση βλάβης της αντλίας, αυτή αντικαθίσταται από άλλη και δεν έχουμε καθυστερήσεις στην πρόοδο της γεώτρησης.

Οι αντλίες συνήθως είναι στερεωμένες πάνω σε σιδερένιο πλαίσιο τύπου ελκθήρου για την εύκολη μετακίνησή τους (**σχήμα 19**). Κατά κανόνα είναι εμβολοφόρες επειδή αυτές παρέχουν τις απαιτούμενες υψηλές πιέσεις και τις μικρές σχετικά απαιτούμενες παροχές νερού. Ακόμα, εξασφαλίζουν σταθερή ροή νερού προς τη γεώτρηση, γι' αυτό και προτιμούνται έναντι άλλων τύπων, π.χ. των φυγοκεντρικών. Οι μικρότερες αντλίες, μέχρι παροχές 20 l/min, έχουν ένα έμβολο πίεσης (**σχήμα 19**) ενώ οι μεγαλύτερες φέρουν δύο ή και τρία έμβολα, σε παράλληλη διάταξη, για επίτευξη ομοιόμορφης ροής.



*Σχήμα 19 .
Αντλία νερού εμβολοφόρος*

Η ικανότητα της αντλίας νερού πρέπει να είναι τέτοια ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της εκτελούμενης γεώτρησης. Να μπορεί, δηλαδή, να παρέχει μια μέγιστη παροχή νερού με ορισμένη πίεση. Αυτά εξαρτώνται βέβαια και από τη διάμετρο και το μήκος του δικτύου μεταφοράς του νερού, τη διάμετρο των στελεχών, το μήκος της διατηρητικής στήλης, τη διάμετρο της οπής, κ.λπ. Ακόμα, η αντλία πρέπει να έχει τη δυνατότητα να παρέχει μεταβλητή παροχή, δηλαδή αυτή να αυξομειώνεται ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις της εκτελούμενης γεώτρησης. Οι σύγχρονες αντλίες νερού διαθέτουν σύστημα ρυθμιζόμενης παροχής με την τοποθέτηση κιβωτίου ταχυτήτων μεταξύ κινητήρας και αντλίας. Υπάρχουν αντλίες που μπορούν να δώσουν παροχή κυμαινόμενη π.χ. από 17-136 l/min.(Τσουτρέλης, 1971, από Βαφειάδη 1999). Η μεταβολή της παροχής μπορεί να επιτευχθεί και με την αλλαγή του μήκους της διαδρομής του εμβόλου ή/ και με τη χρήση βάνας.

Για τη λειτουργία των αντλιών αυτών χρησιμοποιούνται είτε βενζινοκινητήρες είτε πετρελαιοκινητήρες. Υπάρχουν ασφαλώς και ηλεκτροκίνητες αντλίες. Κατά κανόνα η αντλία φέρει μανόμετρο και ρυθμιζόμενη βαλβίδα ασφαλείας ώστε, αν συμβεί έμφραξη της κυκλοφορίας νερού στη γεώτρηση, να προστατευθεί η αντλία και ο ελαστικός της σωλήνας από την απότομη αύξηση της πίεσης.

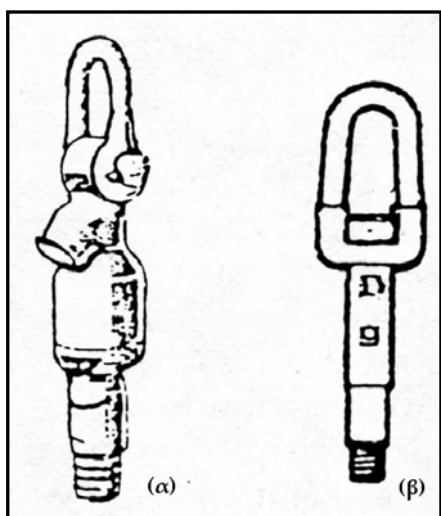
1.3.6 ΕΙΔΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ- ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΑΛΙΕΥΣΗΣ

Στις πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις σημαντικό ρόλο παίζει και ο «βοηθητικός» εξοπλισμός, ο οποίος είναι απαραίτητος για τη διεξαγωγή της διάτρησης.

Στα ειδικά εξαρτήματα ανήκουν :

- ο **περιστρεπτός τροφοδότης νερού**, που αποτελεί εξάρτημα που παρεμβάλλεται μεταξύ του ελαστικού σωλήνα, στον οποίο καταλήγει το δίκτυο τροφοδοσίας νερού του γεωτρύπανου και του ακραίου στελέχους της στήλης, που βρίσκεται στο ύψος του πύργου. Στο κάτω άκρο του ο τροφοδότης (*σχήμα 20α*) φέρει σπείρωμα που βιδώνεται στη διατρητική στήλη. Αυτό είναι περιστρεπτό ενώ το άνω άκρο του τροφοδότη νερού είναι σταθερό και ενώνεται με τον ελαστικό σωλήνα.

- ο **περιστρεπτός ανυψωτήρας (κοτσαδόρος)**, που χρησιμοποιείται για τη γρήγορη άνοδο ή/ και κάθοδο της διατρητικής στήλης. Εικονίζεται στο *σχήμα 20β*. Στο πάνω μέρος του αγγιστρώνεται το συρματόσχοινο. Το κάτω μέρος του, που είναι περιστρεπτό, φέρει σπείρωμα και βιδώνεται στο ακραίο στέλεχος της στήλης.

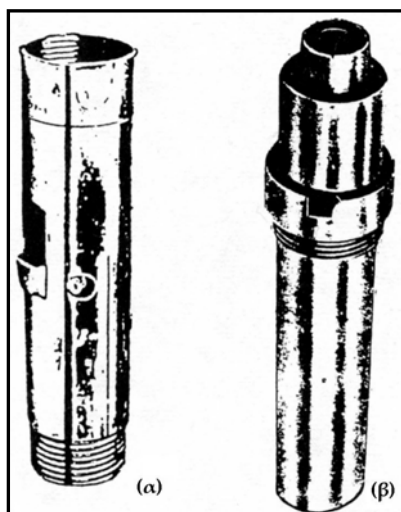


Σχήμα 20 .
Εξαρτήματα δειγματοληπτικού γεωτρύπανου. (α) περιστρεπτός τροφοδότης νερού (Swivel), (β) περιστρεπτός ανυψωτήρας (κοτσαδόρος)

- η **φρέζα διεύρυνσης**, η οποία είναι εργαλείο που αποτελείται βασικά από έναν σωλήνα ο οποίος στην περιφέρεια του φέρει ζεύγος κοπτήρων από βίδια ή διαμάντια (*σχήμα 21α*). Χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που η εκτελούμενη γεώτρηση είναι ήδη σωληνωμένη μέχρι κάποιο βάθος και πρέπει να σωληνωθεί βαθύτερα γιατί διατρύεται ασταθές πέτρωμα που παρουσιάζει καταπτώσεις. Η υπάρχουσα στη γεώτρηση σωλήνωση δεν είναι δυνατόν να προωθηθεί βαθύτερα γιατί η οπή είναι μικρότερης διαμέτρου. Με τη φρέζα διεύρυνσης έχουμε

τη δυνατότητα να προωθήσουμε την υπάρχουσα σωλήνωση σε μεγαλύτερο βάθος.

- ο **σωληνοκόφτης**, που είναι εργαλείο με το οποίο μπορούμε να κόψουμε τη σωλήνωση μιας σωληνωμένης γεώτρησης σε οποιοδήποτε σημείο επιθυμούμε. Αυτός χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να αποσωληνώσουμε μια γεώτρηση, αλλά επειδή η σωλήνωση "έσφιξε" δε τραβιέται προς τα πάνω με το γεωτρύπανο ή με γρύλο. Τότε κατεβάζουμε το σωληνοκόφτη και κόβουμε τη σωλήνωση στο βάθος που θέλουμε και ανασύρουμε το τμήμα της από το σημείο κοπής και πάνω. Η εργασία αυτή μπορεί να επαναληφθεί και να βγάλουμε τμηματικά μεγάλο μέρος της ή και ολόκληρη τη σωλήνωση. (σχήμα 21β)

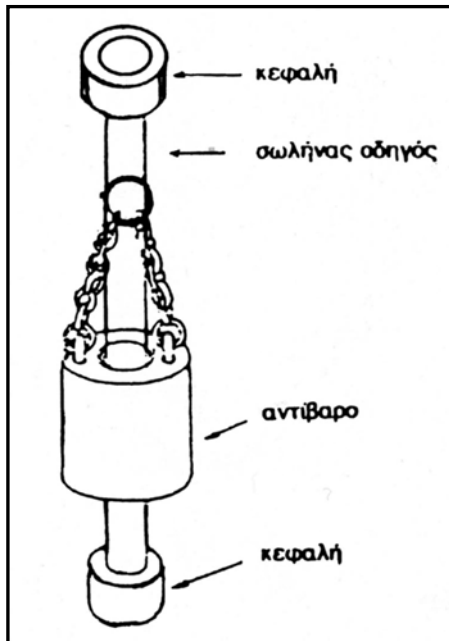


Σχήμα 21 .
Εργαλεία δειγματοληπτικού γεωτρυπάνου. (α)
φρέζα διεύρυνσης (β) σωληνοκόφτης

- το **αντίβαρο για κρούσεις**: στο μηχανικό εξοπλισμό του γεωτρυπάνου υπάρχει ειδικό αντίβαρο που χρησιμοποιείται για την προχώρηση των σωλήνων μέσα στη γεώτρηση. Αυτό έχει κυλινδρικό σχήμα και μια αξονική οπή. Κρέμεται με αλυσίδες και μπορεί να ανεβοκατεβαίνει σε σωλήνα οδηγό, μήκους 0,90 -1,20 m (σχήμα 22).

Αντίβαρα υπάρχουν σε δύο τυποποιημένα μεγέθη, με βάρος 140 λιβρών (63.5 Kg) και 300 λιβρών (136 Kg) αντίστοιχα. Ο οδηγός σωλήνας στο κάτω άκρο του φέρει ειδική κεφαλή που φέρει εσωτερικό σπείρωμα που βιδώνεται στη σωλήνωση της γεώτρησης.

Η εργασία προώθησης της σωλήνωσης γίνεται ως εξής: Το αντίβαρο τραβιέται, με το συρματόσχοινο, στο άνω άκρο του οδηγού και αφήνεται να πέσει ελεύθερα με ορμή πάνω στην κεφαλή, οπότε συμβαίνει προχώρηση της σωλήνωσης, έστω και μικρή. Η εργασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι η σωλήνωση να φθάσει στο επιθυμητό βάθος ή να μη προχωράει άλλο. Μπορεί όμως να γίνει και η αντίστροφη εργασία. Δηλαδή αν θέλουμε να τραβήξουμε τη στήλη της σωλήνωσης προς τα έξω και δυσκολευόμαστε με το συρματόσχοινο, χρησιμοποιούμε πάλι το αντίβαρο.

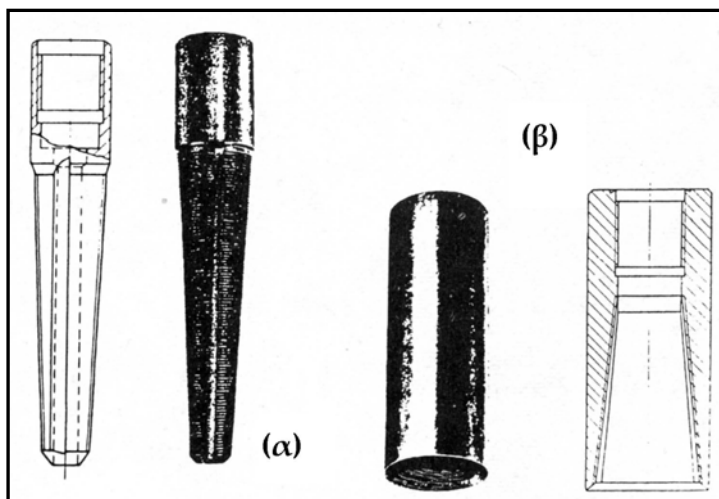


Σχήμα 22 .
Αντίβαρο για κρούσεις των σωλήνων κατά τη σωλήνωση

Στα εργαλεία αλίευσης ανήκουν:

- το **κολαούζο**, το οποίο είναι εργαλείο αλίευσης κυρίως στελεχών και καροταρίας όταν αυτά κοπούν και μένουν μέσα στη γεώτρηση.
- η **φιλιέρα**, η οποία είναι αλιευτικό εργαλείο ανάλογο με το κολαούζο και χρησιμοποιείται κυρίως στις περιπτώσεις που το άκρο της προς αλίευση στήλης έχει εξωτερικό σπείρωμα.
- ο **αλιευτικός κώδωνας (καμπάνα)**, ο οποίος είναι αλιευτικό εργαλείο σχήματος καμπάνας με εσωτερικό σπείρωμα όπως και η φιλιέρα και έχει ανάλογη χρήση με αυτήν.

Άλλα αλιευτικά εργαλεία είναι: ο « **μαγνήτης** » για την αλίευση μεταλλικών αντικειμένων, η « **λόγχη** » ή « **σούβλα** », κ.λπ.



Σχήμα 23 .
Εργαλεία αλίευσης.
(α) κολαούζο, (β) φιλιέρα

1.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΥΡΗΝΟΛΗΨΙΑΣ - ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Η λήψη των δειγμάτων και κυρίως των καρότων πρέπει να γίνεται με την εφαρμογή των κανόνων της τεχνικής. Ανάλογα με τη φύση του υπεδάφους θα πρέπει να χρησιμοποιείται ο κατάλληλος εξοπλισμός και να εφαρμόζεται η αρμόζουσα κατά περίπτωση τεχνική, ώστε να εξασφαλίζεται ο συνεχής προσδιορισμός της φύσης των πετρωμάτων με την επίτευξη του μεγαλύτερου δυνατού ποσοστού πυρηνοληψίας και τη μείωση στο ελάχιστο του θρυμματισμού των καρότων. Αν, από κάποια αιτία ή κακό χειρισμό του γεωτρυπανιστή, δεν παρθεί δείγμα από κάποιο τμήμα της γεώτρησης, δεν υπάρχουν περιθώρια επανόρθωσης της ζημίας. Το δείγμα του τμήματος αυτού έχει καταστραφεί και απωλεσθεί οριστικά, εκτός αν επιχειρηθεί ανόρυξη νέας γεώτρησης, πράγμα χρονοβόρο και δαπανηρό.

Τα δείγματα που παίρνουμε κατά την εκτέλεση των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων τα διακρίνουμε σε «**διαταραγμένα**», τα οποία δεν υπόκεινται σε κανέναν περιορισμό από πλευράς διατάραξης τους και σε «**αδιατάρακτα**», των οποίων η λήψη υπόκειται σε ορισμένους περιορισμούς, δηλαδή, κατά τη λήψη τους να μη έχουν διαταραχθεί η υφή, η πυκνότητα, το πορώδες, η υγρασία και η εντατική τους κατάσταση (Bell, 1980, από Βαφειάδη 1999). Αυτό πετυχαίνεται με την εφαρμογή ορισμένων τεχνικών. Η τεχνική λήψης ενός αδιατάρακτου δείγματος και ο τύπος του δειγματολήπτη που θα χρησιμοποιηθεί καθορίζονται από το είδος, τη θέση και τη δομή του γεωλογικού σχηματισμού.

1.4.1 ΔΙΑΤΑΡΑΓΜΕΝΑ & ΑΔΙΑΤΑΡΑΚΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ

Διαταραγμένο δείγμα ενός πετρώματος θεωρείται κάθε δείγμα που κατά τη λήψη του έχει υποστεί διατάραξη ώστε να θεωρείται ακατάλληλο για τον προσδιορισμό ορισμένων μηχανικών ιδιοτήτων του, μπορεί όμως να είναι κατάλληλο για τον προσδιορισμό ορισμένων φυσικών ιδιοτήτων του. Διαταραγμένα δείγματα λαμβάνονται με τις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις με περιστροφική διάτρηση, αλλά και με κρούσεις ή με πίεση. Η λήψη δειγμάτων με κρούσεις γίνεται με τον πρότυπο δειγματολήπτη TERZAGHI κατά την εκτέλεση της πρότυπης δοκιμής διείδυσης S.P.T. ή με ειδικούς δειγματολήπτες. Το σύνολο σχεδόν των διαταραγμένων δειγμάτων λαμβάνεται με περιστροφική διάτρηση και σύγχρονη κυκλοφορία

νερού.

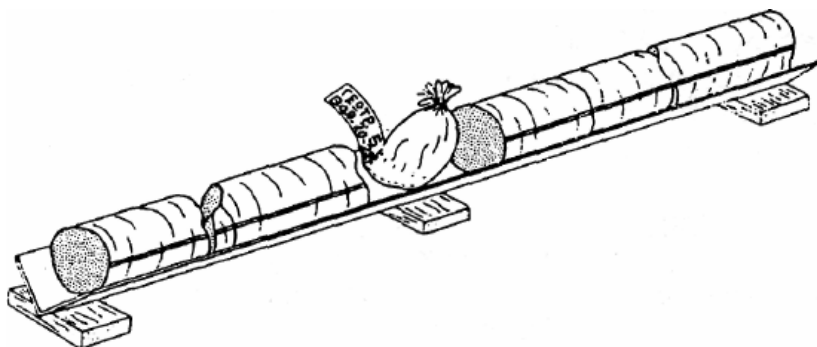
Αδιατάρακτο δείγμα θεωρείται κάθε δείγμα που παίρνεται με κατάλληλη τεχνική, ώστε να εξασφαλίζεται η μη διατάραξη ή ελάχιστη διατάραξη της δομής του υλικού, ώστε το δείγμα να είναι κατάλληλο για τον προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του. Πρέπει να επισημανθεί ότι η λήψη απόλυτα ανέπαφου δείγματος είναι αδύνατη με την έννοια ότι η κορώνα καθώς εισχωρεί στο έδαφος, το εισερχόμενο στο δειγματολήπτη δείγμα παραμορφώνεται έστω και ελάχιστα και μεταβάλλεται, έστω και ελάχιστα η περιεκτικότητα του σε νερό.

Αδιατάρακτα δείγματα λαμβάνονται σε μαλακά συνεκτικά εδάφη με ειδικούς δειγματολήπτες. Η συχνότητα δειγματοληψίας τους καθορίζεται από το μελετητή ή τον επιβλέποντα.

1.4.2 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ , ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ & ΦΥΛΑΞΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Τα **αδιατάρακτα δείγματα** μόλις παίρνονται πρέπει να διαμορφώνονται σε «δοκίμια» πριν σταλούν στο εργαστήριο εδαφομηχανικής. Προς τούτο γίνονται οι εξής εργασίες: Το δείγμα συσκευάζεται μέσα στο «πουκάμισο» του. Τα δύο άκρα του, αφού καθαριστούν καλά παραφινώνονται με επιμέλεια και καλύπτονται με πλαστικά πώματα εφαρμοστά. Για καλύτερη εξασφάλιση του δείγματος από πιθανές απώλειες της υγρασίας του, στα χείλη των πωμάτων τοποθετείται μονωτική ταινία. Στο σωλήνα του δείγματος σημειώνονται το πάνω και κάτω μέρος του όπως αυτό ήταν στο έδαφος. Τοποθετείται ειδική καρτέλα, στην οποία αναγράφονται ο αριθμός της γεώτρησης, το βάθος δειγματοληψίας, η ημερομηνία λήψης και κατ' εκτίμηση ο γεωλογικός χαρακτηρισμός του δείγματος. Μετά τη συσκευασία, αυτά αποστέλλονται στο Εργαστήριο Εδαφομηχανικής. Κατά τη μεταφορά τους τα δοκίμια πρέπει να προστατεύονται από τυχόν καταπονήσεις.

Τα **διαταραγμένα δείγματα** των πετρωμάτων που εξάγονται από την καροταρία αρχικά πρέπει να τοποθετούνται σε επιμήκη γωνιώδη θήκη ξύλινη ή μεταλλική (**σχήμα 24**).



Σχήμα 24 .

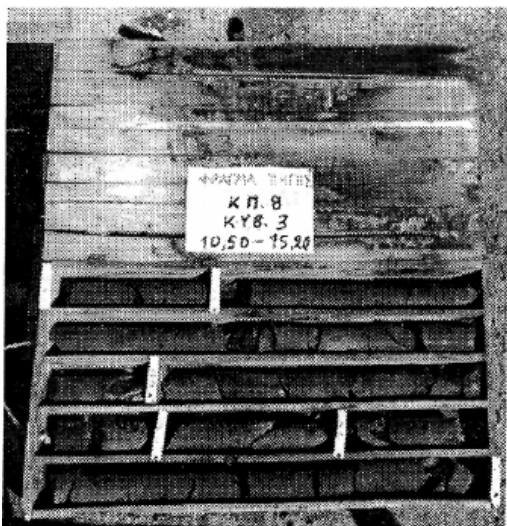
Αρχική τοποθέτηση των καρótων σε επιμήκη γωνιώδη θήκη

Ακολουθώς τοποθετούνται σε ειδικά κατασκευασμένα ξύλινα κιβώτια (σχήμα 25), που έχουν συνήθως μήκος 1,05 m, στα οποία καταγράφονται τα απαραίτητα στοιχεία. Οι πυρήνες πρέπει να τοποθετούνται στα κιβώτια με την ορθή τάξη και διεύθυνση. Δηλαδή αρχίζουμε την τοποθέτηση των δειγμάτων από αριστερά προς τα δεξιά, όπως βλέπουμε το κιβώτιο κάθετα προς το μήκος του, αυξανομένου του βάθους της γεώτρησης. Η κατεύθυνση σημειώνεται με βέλη πάνω στα χωρίσματα του κιβωτίου. Το τέλος κάθε φάσης πυρηνοληψίας, θα σημειώνεται με ένα κομμάτι ξύλου που τοποθετείται εγκάρσια στα υπάρχοντα χωρίσματα με την ένδειξη του βάθους. Απώλειες πυρήνα ή κενά του πετρώματος (π.χ. σε ασβεστόλιθους), θα πρέπει να αντιπροσωπεύονται με τεμάχια ξύλου μέσα στο κιβώτιο.

Τα δείγματα των ασύνδετων χαλαρών προσχωσιγενών εδαφών (κροκάλες, αμμοχάλικες, αμμοϊλεις, κ.λπ.) καλό είναι να τοποθετούνται σε πλαστικές σακούλες. Επίσης πετρώματα που με την ξήρανση τους αποσυντίθενται (αργιλοί σχιστόλιθοι, ιλυόλιθοι, πηλίτες, κ.ά.) χρειάζεται να τοποθετούνται σε πλαστικές σακούλες για να μη χάνουν την υγρασία τους. Τα κιβώτια θα φέρουν στο πάνω κάλυμμα τις ακόλουθες ενδείξεις:

- Έργο
- Νο γεώτρησης
- Βάθος του τμήματος της γεώτρησης (από.....έως.....)
- Αριθμός κιβωτίου και το σύνολο των κιβωτίων ανά γεώτρηση, π.χ. 1°/8 σημαίνει ότι είναι το 1° από τα 8 της γεώτρησης, 2°/8, κ.λπ.
- Ποσοστό πυρηνοληψίας
- Ημερομηνία έναρξης και περάτωσης της γεώτρησης.

Οι ενδείξεις αυτές, όπως και άλλες μέσα στο κιβώτιο, πρέπει να καταγράφονται με ανθεκτική μελάνη.



*Σχήμα 25 .
Κιβώτιο τοποθέτησης των δειγμάτων (καρότων)
γεώτρησης*

1.5 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΩΝ ΠΥΡΗΝΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Οι γεωτρήσεις χρησιμεύουν για να διαπιστώνουμε τις διάφορες γεωλογικές, τεκτονικές, εδαφομηχανικές και γεωφυσικές συνθήκες που επικρατούν στο υπέδαφος από βάθος 2-5 μέτρων μέχρι και περισσότερο από 1000 μέτρα. Στη μηχανική γεωλογία χρησιμοποιούνται γεωτρήσεις με μέγιστο βάθος 200 μέτρα, ενώ στην κοιτασματολογία περισσότερο και από 1500 μέτρα βάθος .

Η ταξινόμηση των γεωτρήσεων γίνεται ανάλογα:

- **με τα γεωτρηθέντα στρώματα** : Γεωτρήσεις χαλαρών πετρωμάτων
Γεωτρήσεις στερεών πετρωμάτων
- **με μέθοδο της γεώτρησης** : Χειροκίνητες γεωτρήσεις
Μηχανοκίνητες γεωτρήσεις

Οι χειροκίνητες εκτελούνται μόνο σε μαλακά και λεπτόκοκκα εδάφη (π.χ. πηλώδεις άμμους) και το βάθος τους φθάνει το πολύ τα 30 m. Στις μηχανοκίνητες χρησιμοποιούνται γεωτρήσιμα μικρού ή μεγάλου μεγέθους ανάλογα με το επιθυμητό βάθος των γεωτρήσεων.

- **το υλικό της γεώτρησης** : Γεωτρήσεις με πυρήνα
Γεωτρήσεις χωρίς πυρήνα

- **το βάθος της γεώτρησης** : Αβαθείς γεωτρήσεις
Βαθειές γεωτρήσεις
Πολύ βαθιές γεωτρήσεις

Δεν υπάρχουν καθιερωμένα όρια για το ακριβές βάθος των αβαθών, βαθειών και πολύ βαθειών γεωτρήσεων. Εξάλλου, άλλα κριτήρια μπορούν να ισχύουν για τη μηχανική - τεχνική γεωλογία και άλλα για την κοιτασματολογία.

- **το υλικό έκπλυσης** : Ξηρές γεωτρήσεις
Υγρές γεωτρήσεις
- **τη γωνία της γεώτρησης** : Κατακόρυφες γεωτρήσεις
Οριζόντιες γεωτρήσεις
Κεκλιμένες γεωτρήσεις

Κάθε γεώτρηση, καλό θα ήταν, να γίνεται κάθετα στο επίπεδο στρώσης ή σχιστότητας του πετρώματος. Τότε προκύπτουν πολύ καλά στοιχεία και το βάθος της γεώτρησης είναι το μικρότερο δυνατό. Αυτό όμως δεν είναι εύκολο να γίνεται στην πράξη, εκτός αν ειδικοί λόγοι επιβάλλουν την εκτέλεση κεκλιμένων ή οριζόντιων γεωτρήσεων. Π.χ. κατά τη διάνοιξη μιας οριζόντιας σήραγγας, ενίοτε στο μέτωπο της γίνεται μια οριζόντια γεώτρηση για να ανιχνευθεί μήπως υπάρχουν εγκλωβισμένα υπόγεια νερά (υδροφόροι ορίζοντες) που θα ήταν πιθανό να συναντήσει η σήραγγα και να προκύψουν σοβαρά προβλήματα στις εργασίες. Ακόμα, αν θέλουμε να διατρηθεί μία φλέβα κοιτάσματος υπό γωνία ή να αποφύγουμε τη διάτρηση ενός γεωλογικού σχηματισμού, κ.λπ. Γενικά, η εγκάρσια διάτρηση των κεκλιμένων κοιτασμάτων δίνει περισσότερο αξιόπιστα αποτελέσματα .

1.5.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ - ΔΙΑΤΡΗΣΗ

Η εγκατάσταση του γεωτρύπανου στη θέση μιας υπό εκτέλεση γεώτρησης προϋποθέτει τις παρακάτω εργασίες:

- Να κατασκευασθεί η βάση, δηλαδή ένα στερεό οριζόντιο υπόβαθρο.
- Να γίνει ένα αυλάκι από το οποίο θα φεύγουν τα επιστρεφόμενα νερά της διάτρησης.
- Να γίνει σωστή εγκατάσταση, στερέωση και οριζοντίωση του γεωτρύπανου

Η διάτρηση κατά κανόνα γίνεται με περιστροφική κίνηση. Η κορώνα (core bit) κόβει ένα δακτύλιο μέσα στο πέτρωμα αφήνοντας στο κέντρο του τον πυρήνα, ο οποίος εισχωρεί στην καροταρία, όσο η κορώνα προχωρεί βαθύτερα μέσα στο πέτρωμα.

Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που παίζουν ρόλο στην ευκολία ή δυσκολία της διάτρησης. Οι βασικότεροι είναι οι εξής:

(α) Η φύση και κατάσταση των πετρωμάτων.

(β) Η αρτιότητα και καλή κατάσταση του μηχανικού εξοπλισμού.

(γ) Η εμπειρία, επιδεξιότητα και προσοχή του γεωτρυπανιστή

Κατά τη διάρκεια της διάτρησης αν παρουσιαστούν κραδασμοί της διατρητικής στήλης, αυτοί πρέπει αμέσως, με κατάλληλους χειρισμούς του γεωτρυπανιστή, να εξαλειφθούν. Ο χειριστής πρέπει να σταματήσει τη διάτρηση και να προσπαθήσει να βρει και να εξαλείψει την αιτία που προκαλεί τους κραδασμούς.

Απόκλιση από την κατακόρυφο, συνήθως, παρουσιάζεται στις βαθιές γεωτρήσεις. Τα σπουδαιότερα αίτια είναι, η χρησιμοποίηση φθαρμένων κορωνών, οι πολύ μεγάλες ταχύτητες περιστροφής κατά τη διάτρηση και η τυχόν εφαρμοζόμενη υπερβολική πίεση στην κορώνα. Σπουδαίο ρόλο παίζει και η τεκτονική κατάσταση του πετρώματος και κυρίως οι μεγάλες κλίσεις και οι μεγάλες σκληρότητες των γεωλογικών σχηματισμών.

Ένα μειονέκτημα των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι ότι σε κάθε προχώρηση, το πολύ 3 m, γεμίζει η καροταρία με δείγμα, οπότε διακόπτεται η διάτρηση, βγαίνει έξω όλη η διατρητική στήλη, αδειάζεται η καροταρία και ξανακατεβάζεται η στήλη για να ξαναρχίσει η διάτρηση. Η κατ' επανάληψη αυτή εργασία μειώνει πολύ τον παραγωγικό χρόνο διάτρησης. Έχει όμως επινοηθεί διάταξη - μηχανισμός, (βλέπε κεφάλαιο 1.3.2.1-τεχνική Wireline), που επιτρέπει να σύρονται τα καρότα στην επιφάνεια του εδάφους με συρματόσχοινο, μέσα από τη διατρητική στήλη του γεωτρυπάνου, δίχως να είναι απαραίτητο να εξαχθεί η διατρητική στήλη.

Στα κοινά γεωτρήματα, για εξοικονόμηση χρόνου διάτρησης, καλό είναι να χρησιμοποιούνται, εναλλάξ, δύο καροταρίες. Δηλαδή, όταν βγει έξω η γεμάτη, ο γεωτρυπανιστής να τοποθετεί την κορώνα και φρέζα στην άδεια καροταρία και να κατεβάζει τη στήλη για διάτρηση. Κατόπιν, με άνεση χρόνου, προσεχτικά, να αδειάζεται η γεμάτη καροταρία και να ετοιμάζεται για να ξαναχρησιμοποιηθεί στην επόμενη προχώρηση.

Η κορώνα πρέπει να αλλάζει, λόγω φθοράς, (Τσουτρέλη, 1971, από Βαφειάδη 1999) όταν, εξασκώντας τη μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση στην κορώνα, η ταχύτητα διάτρησης είναι μικρότερη από το 1/8 της αρχικής για το ίδιο πέτρωμα, τότε πρέπει να αντικαθίσταται η

φθαρμένη κορώνα, γιατί η εργασία πλέον κρίνεται αντισυμβατική. Στην πράξη, ο χειριστής του γεωτρύπανου, παρακολουθώντας την πρόοδο της διάτρησης και τη φυσική κατάσταση της κορώνας, σε συνδυασμό με το πέτρωμα, αποφασίζει για την αντικατάστασή της.

Θα πρέπει εδώ να αναφερθεί ότι υπάρχει και η **διάτρηση «εν ξηρώ» (φραγμός)**. Η διάτρηση «εν ξηρώ», κοινώς «φραγμός», γίνεται με περιστροφή της κορώνας, αλλά η προχώρηση γίνεται δίχως κυκλοφορία νερού. Η μέθοδος αυτή διάτρησης και δειγματοληψίας εφαρμόζεται σε εδάφη μη συνεκτικά που είναι αδύνατη η διεύθυνση του δειγματολήπτη με απλή πίεση, αλλά και η κανονική διάτρηση, με κυκλοφορία νερού, προκαλεί θρυμματισμό ή/και απόπλυση του δείγματος.

Στη διάτρηση «εν ξηρώ» χρησιμοποιείται βιδιοκορώνα και μονή καρταρία. Συνήθως, στην αρχή γίνεται κάποια προχώρηση με πολύ λίγα νερά και ακολουθεί προχώρηση δίχως νερά (φραγμός). Το δείγμα που εισέρχεται στην καρταρία παρουσιάζει αλλοιώσεις των ιδιοτήτων του, κυρίως της φυσικής υγρασίας, λόγω υπερθέρμανσής του, γι' αυτό η «εν ξηρώ» διάτρηση σε μεγάλο μήκος πρέπει να αποφεύγεται. Συνήθως η προχώρηση με φραγμό είναι της τάξης των 20-30 cm. Εφαρμόζονται μικρές ταχύτητες περιστροφής της βιδιοκορώνας ώστε να περιορίζεται, κατά το δυνατό, η υπερθέρμανση της, καθώς και του εδαφικού δείγματος. Είναι ευνόητο ότι το δείγμα που έχει επηρεαστεί σοβαρά από την υψηλή θερμοκρασία του φραγμού δεν είναι κατάλληλο για εργαστηριακές δοκιμές.

Η προχώρηση με φραγμούς συνήθως γίνεται σε τμήμα της γεώτρησης και σπάνια σε όλο το μήκος της. Ο φραγμός βοηθάει στη συγκράτηση του δείγματος που υπάρχει στην καρταρία κατά την ανέλκυση της, γιατί σφηνώνεται στην κορώνα, αλλιώς το δείγμα θα έπεφτε στον πυθμένα της γεώτρησης. Στη διάτρηση με χρήση διπλής καρταρίας μπορεί να εφαρμοσθεί φραγμός σε χαλαρά εδάφη στο τέλος, πριν την εξαγωγή της καρταρίας, για 10-20 cm για συγκράτηση του δείγματος.

Κατά την εκτέλεση μιας γεώτρησης πρέπει να καταγράφονται με ακρίβεια ορισμένα στοιχεία για να εκτιμηθεί, όσο το δυνατόν ακριβέστερα, η συνολική κατάσταση των διατρυόμενων πετρωμάτων. Τα κυριότερα στοιχεία είναι, το ακριβές βάθος πριν από κάθε εξαγωγή της διατρητικής στήλης, η ταχύτητα διάτρησης στα διάφορα βάθη, τυχόν αλλαγές κορωνών, ο αριθμός στροφών της κορώνας και η εφαρμοζόμενη πίεση στην κορώνα. Τέλος, στα επιστρεφόμενα νερά, τυχόν απώλειες και αλλαγές στο χρώμα τους.

1.5.2 ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΤΡΗΣΗ

Κατά τη φάση της διάτρησης η κυκλοφορία νερού είναι απαραίτητη γιατί επιτυγχάνονται οι παρακάτω λειτουργίες:

- Ψύχεται η κορώνα, που λόγω τριβής της με το πέτρωμα υπερθερμαίνεται.
- Απομακρύνονται τα συντρίμματα του πετρώματος από τον πυθμένα της οπής και ανεβάζονται στην επιφάνεια του εδάφους, και
- Σταθεροποιείται η περιστρεφόμενη διατρητική στήλη.

Η κυκλοφορία νερού γίνεται ως εξής: Η αντλία νερού παίρνει το νερό από ρέμα, ποτάμι, λίμνη, δεξαμενή κ.λπ. και μέσω δικτύου σωλήνων το προωθεί μέχρι το γεωτρύπανο. Η απόσταση αυτή μπορεί να είναι μικρή ή μεγάλη ανάλογα με τα σημεία που βρίσκονται η πηγή νερού και η θέση της εκτελούμενης γεώτρησης. Στη συνέχεια το νερό, μέσω ενός ελαστικού σωλήνα, εισέρχεται στην περιστρεφόμενη στήλη των στελεχών και κατέρχεται στον κοπτήρα τον οποίο ψύχει. Στη συνέχεια το νερό αρχίζει ανοδική πορεία. Κινούμενο μέσα στο δακτυλιοειδή χώρο, που υπάρχει μεταξύ της διατρητικής στήλης και των τοιχωμάτων της γεώτρησης, φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους και με αυλάκι αποχετεύεται σε ρέμα, ως άχρηστο. Κατά κανόνα τα επιστρεφόμενα νερά έκπλυσης διώχνονται με αυλάκι μακριά. Δεν γίνεται, δηλαδή, ανακύκλωση του ίδιου νερού στη γεώτρηση.

Υπάρχουν όμως περιπτώσεις που στην περιοχή που πρόκειται να γίνουν γεωτρήσεις δεν υπάρχει διαθέσιμο νερό και αυτό πρέπει να κουβαλιέται από μακριά με βυτίο. Τότε, για την αποφυγή αυτού του μεγάλου κόστους, μπορεί να εφαρμοσθεί στη γεώτρηση ένα σύστημα επανακυκλοφορίας των επιστρεφόμενων νερών (βλέπε **κεφάλαιο 4.2.2.1**), όπως γίνεται στις υδρογεωτρήσεις (Βαφειάδης, 1977).

Η παροχή νερού που χρειάζεται για την απαγωγή των συντριμμάτων είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη που χρειάζεται για την ψύξη της κορώνας. Το κύκλωμα νερού κατά τη διάτρηση πρέπει να έχει τέτοια πίεση που αφενός να εξουδετερώνει τις τριβές, κατά την κίνηση του μέσα στα στελέχη, την καροταρία και τα τοιχώματα της γεώτρησης κατά την άνοδο του στην επιφάνεια και αφετέρου να μπορεί να ανεβάζει τα θρύμματα του πετρώματος στην επιφάνεια του εδάφους.

Έχει βρεθεί ότι η ανοδική ταχύτητα του νερού έκπλυσης, για να μπορεί να ανεβάζει τα θρύμματα του πετρώματος στην επιφάνεια του εδάφους, κυμαίνεται μεταξύ 30 cm/sec και 45 cm/sec, ανάλογα με τη φύση του πετρώματος. Είναι αυτονόητο ότι όσο μεγαλώνει η διάμετρος της οπής και το βάθος της γεώτρησης, τόσο πιο ισχυρή αντλία απαιτείται.

Όταν διατρύονται μαλακά εδάφη τα θρύμματα είναι μεγαλύτερα, γι' αυτό η ταχύτητα των επιστρεφόμενων νερών πρέπει να είναι μεγαλύτερη για να μπορεί να τα ανεβάσει στην επιφάνεια του εδάφους. Ταχύτερη απαγωγή των θρυμμάτων αυξάνει την ταχύτητα διάτρησης. Αντίθετα, στα κατακερματισμένα και εύθρυπτα πετρώματα ενδείκνυται να μειώνεται η παροχή του νερού στο ελάχιστο για να προστατεύεται το ευαίσθητο δείγμα.

Στις περιπτώσεις πολύ βαθιών γεωτρήσεων, για να μπορούν να σηκώνονται τα συντρίμματα κοπής του πετρώματος μέχρι την επιφάνεια του εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αντί για καθαρό νερό, πολτός (λάσπη). Ο πολτός παρασκευάζεται σε λάκκο με την ανάμιξη μπεντονίτη με νερό, όπως και στις υδρογεωτρήσεις. Ανάλογα με την ποσότητα του μπεντονίτη που θα προσθέσουμε στο νερό μπορούμε να έχουμε πολτό από πολύ λεπτόρρευστο μέχρι πολύ πυκνόρρευστο (Βαφειάδης, 1977). Ο πολτός του μπεντονίτη σχηματίζει λεπτή κρούστα στα τοιχώματα της οπής, παρεμποδίζοντας έτσι τις καταπτώσεις, με αποτέλεσμα να μη χρειάζονται προστατευτικές σωληνώσεις στη γεώτρηση. Η τεχνική όμως αυτή έχει και μειονεκτήματα. Δεν έχουμε π.χ. τη δυνατότητα να πάρουμε στοιχεία στάθμης του υπόγειου νερού, ούτε να εκτελέσουμε εισπιέσεις νερού στη γεώτρηση για τον προσδιορισμό της υδροπερατότητας των πετρωμάτων.

1.5.3 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ

Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας ερευνητικής γεώτρησης πρέπει καθημερινά, το πρωί πριν από την έναρξη των εργασιών και το απόγευμα με το πέρας των εργασιών, να μετριέται η στάθμη του νερού στη γεώτρηση. Είναι απαραίτητο να διαπιστωθεί αν στη γεώτρηση υπάρχει στάθμη υδροφόρου ορίζοντα ή το νερό είναι απλά αυτό που χρησιμοποιείται για τη διάτρηση, τις δοκιμές εισπίεσης, κ.λπ.

Η διαπίστωση της ύπαρξης ή μη υπόγειας στάθμης στη γεώτρηση πρέπει να στηρίζεται στη μελέτη των διαδοχικών μετρήσεων της πρωινής στάθμης της και στη συνεκτίμηση και άλλων στοιχείων, όπως της σύστασης των διατρηθέντων γεωλογικών σχηματισμών, της τεκτονικής κατάστασης αυτών, της σωλήνωσης της γεώτρησης, της συσχέτισης της στάθμης γειτονικών γεωτρήσεων, κ.λπ. Πάντως, η γνώση της ύπαρξης ή μη στάθμης στη γεώτρηση είναι βασικό στοιχείο για να υπολογίσει ο μελετητής σωστά το συντελεστή περατότητας K των πετρωμάτων βάσει των στοιχείων των εισπιέσεων νερού που γίνονται στα διάφορα βάθη.

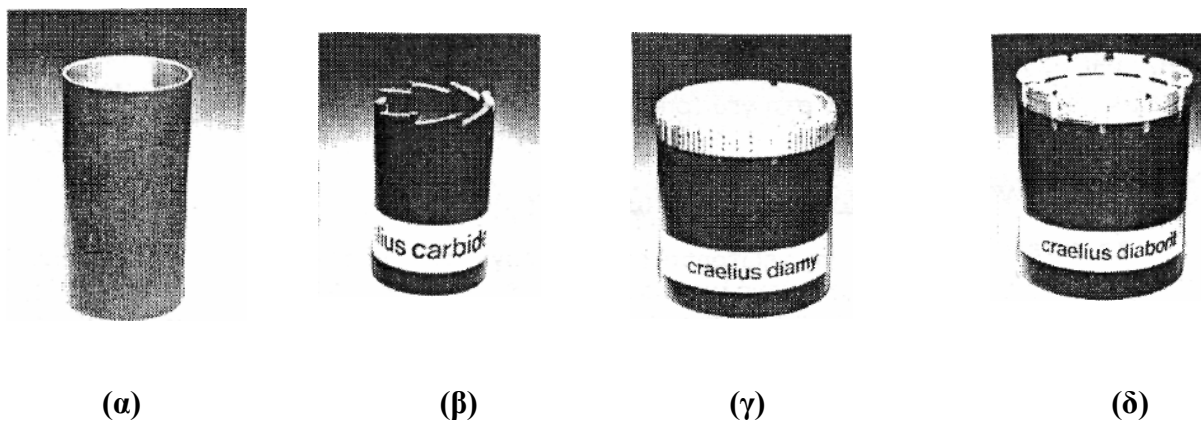
1.6 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΩΝ ΠΥΡΗΝΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Ανάλογα με τις συνθήκες διάτρησης που επικρατούν σε κάθε πυρηνοληπτική γεώτρηση, μερικές φορές κρίνεται απαραίτητο να γίνουν κάποιες συμπληρωματικές εργασίες, όπως προσωρινή σωλήνωση και τσιμέντωση.

1.6.1 ΠΡΟΣΩΡΙΝΗ ΣΩΛΗΝΩΣΗ – ΑΠΟΣΩΛΗΝΩΣΗ

Κατά τη διάνοιξη μιας γεώτρησης, αν τα τοιχώματα της δεν είναι σταθερά, λόγω χαλαρών προσχωματικών εδαφών ή θρυμματισμένων πετρωμάτων και παρουσιάζουν καταπτώσεις, τότε είναι απαραίτητο να σωληνωθεί το τμήμα αυτό της γεώτρησης για να μπορούν, δίχως προβλήματα, να συνεχισθούν οι διατρητικές εργασίες. Οι καταπτώσεις μπορούν να «μπλοκάρουν» τη διατρητική στήλη, κυρίως την κοπτική κορώνα και την καροταρία, επειδή αυτές έχουν διάμετρο μεγαλύτερη των στελεχών. Τότε κινδυνεύει να χαθεί η γεώτρηση, δηλαδή να μείνει μέσα τμήμα της διατρητικής στήλης και να χαθεί πολύτιμος χρόνος με τις προσπάθειες αλίευσης της παγιδευμένης στήλης.

Τα πρώτα μέτρα της οπής συνήθως είναι χαλαρά πετρώματα. Αυτά σωληνώνονται μέχρι να βρεθεί βαθύτερα συνεκτικό πέτρωμα. Μετά τη σωλήνωση υποχρεωτικά μικραίνει η διάμετρος της κορώνας για να χωράει μέσα στη σωλήνωση. Δηλαδή, η διάτρηση συνεχίζεται με μικρότερη διάμετρο. Αν σε μεγαλύτερο βάθος συναντηθεί ζώνη με καταπτώσεις, τότε η γεώτρηση σωληνώνεται με σωλήνες μικρότερης διαμέτρου, από την επιφάνεια μέχρι τον πυθμένα της. Η νέα διάτρηση συνεχίζεται με ακόμη μικρότερη διάμετρο. Έτσι, η γεώτρηση, μετά από κάθε σωλήνωση, προχωρεί σε βάθος με διαδοχική ελάττωση της διαμέτρου της.



Σχήμα 26.

Πέδιλο και κορώνες για προχώρηση της σωλήνωσης με περιστροφή, (α) πέδιλο σωλήνωσης, (β) βιδιοκορώνα, (γ) διαμαντοκορώνα DIAMY, (δ) διαμαντοκορώνα DIABORIT

Το κατώτερο άκρο της σωλήνωσης συνήθως εφοδιάζεται με κορώνα, ώστε αν, στο κατέβασμα της μέχρι τον πυθμένα της οπής, παρουσιαστούν εμπόδια (φρακαρίσματα), να μπορεί να εφαρμοσθεί περιστροφή για να ολοκληρωθεί η σωλήνωση. Συνήθως χρησιμοποιείται βιδιοκορώνα, δεν αποκλείεται όμως και η χρήση διαμαντοκορώνας (σχήμα 26). Υπάρχει τύπος διαμαντοκορώνας λεπτού τοιχώματος που τοποθετείται στο κάτω άκρο των σωλήνων επένδυσης για να προχωρήσουν με περιστροφή στο επιθυμητό βάθος ή να μπορούν να προωθηθούν σε μεγαλύτερο βάθος σε άλλη φάση της γεώτρησης. Οι κορώνες αυτές, στην εσωτερική πλευρά τους δε φέρουν διαμάντια για να μη καταστρέφονται τα στελέχη της διατρητικής στήλης που περιστρέφονται μέσα στη σωλήνωση. Η εξωτερική διάμετρος της κορώνας είναι κατά τι μικρότερη της εσωτερικής διαμέτρου της σωλήνωσης για να περνάει για την παραπέρα προχώρηση της γεώτρησης.

Σε μια ήδη σωληνωμένη γεώτρηση, προχωρώντας βαθύτερα, αν συναντηθεί κατακερματισμένη ζώνη που παρουσιάζει κατακρημνίσεις και χρειάζεται να σωληνωθεί, επειδή η γυμνή οπή είναι μικρότερης διαμέτρου από τη σωλήνωση, προκειμένου να σωληνωθεί η γεώτρηση βαθύτερα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η φρέζα διεύρυνσης. Με αυτή διευρύνεται το διατρυθέν τμήμα και εύκολα προχωρεί βαθύτερα η υπάρχουσα σωλήνωση.

Μετά το πέρας της σωλήνωσης, αυτή στην επιφάνεια του εδάφους πιάνεται με έναν σφυγτήρα, ώστε να συγκρατείται και να μη μπορεί να γλυστρήσει προς τα κάτω ή να περιστρέφεται κατά τη διάτρηση.

Με την αποπεράτωση της γεώτρησης, πριν αυτή εγκαταληφθεί, αφαιρούνται οι προσωρινές σωληνώσεις που είχαν τοποθετηθεί σε αυτήν για να επαναχρησιμοποιηθούν σε

άλλες γεωτρήσεις. Η ανέλκυση και εξαγωγή των σωλήνων δεν είναι πάντοτε εύκολη δουλειά. Συχνά, ο πύργος, το βαρούλκο, το συρματόσχοινο και άλλα μέρη του γεωτρύπανου τίθενται σε δοκιμασία. Αν, παρ' όλη την προσπάθεια, με τη χρήση αντίβαρου ή/ και γρύλλων, η εξαγωγή της στήλης των σωλήνων είναι πρακτικά αδύνατη, τότε μπορεί να γίνει χρήση του σωληνοκόφτη για να βγει έστω και ένα τμήμα της. Κατόπιν εγκαταλείπεται κάθε ενέργεια και οι σωλήνες που μένουν στη γεώτρηση θεωρούνται πλέον θαμμένο υλικό.

1.6.2 ΤΣΙΜΕΝΤΩΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Σε εκτελούμενη γεώτρηση αν λόγω της φύσεως του εδάφους, έχουμε καταπτώσεις ή μεγάλες απώλειες νερού και δεν απαιτείται η λήψη μετρήσεων στάθμης του υπόγειου νερού, ούτε η εκτέλεση δοκιμών εισπιάσεων για τον προσδιορισμό της υδροπερατότητας των πετρωμάτων, τότε στο τμήμα αυτό της γεώτρησης μπορούμε να κάνουμε τσιμεντώση της οπής.

Η εργασία γίνεται ως εξής: Διακόπτεται η διάτρηση και βγαίνει έξω η καροταρία. Κατόπιν διοχετεύεται μέσα στη γεώτρηση μίγμα τσιμέντου - νερού σε κατάλληλη αναλογία. Στο ρευστό προστίθενται επιταχυντές πήξεως του τσιμέντου, λίγη άμμος ή μπεντονίτης. Η διοχέτευση του ενέματος γίνεται, μέσω των στελεχών του γεωτρύπανου, από τον πυθμένα της γεώτρησης προς τα επάνω. Προς τούτο χρησιμοποιείται εμβολοφόρος αντλία. Όταν το ένεμα φθάσει στο επιθυμητό σημείο της γεώτρησης, γίνεται εξαγωγή των στελεχών και αφήνουμε σε αδράνεια την οπή μέχρι να σκληρυνθεί το τσιμεντένεμα. Ακολουθεί επαναδιάτρηση της γεώτρησης με κορώνα μικρότερης διαμέτρου από εκείνη της οπής. Βασικά διατρύεται το τσιμέντο. Έτσι, τα τοιχώματα της νέας οπής περιβάλλονται από τσιμέντο και επομένως είναι σταθερά και στεγανά. Αν δε θέλουμε να μειωθεί η διάμετρος της οπής, τότε η διάτρηση του τσιμέντου γίνεται με κορώνα της ίδιας διαμέτρου της οπής. Το τσιμέντο που έχει εισχωρήσει στις ρωγμές κρατάει σταθερά τα τοιχώματα της γεώτρησης.

Η τεχνική τσιμεντώσης των γεωτρήσεων συμφέρει πολύ να εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που συναντώνται χαλαρά στρώματα σε μεγάλο βάθος. Έτσι αποφεύγεται η προσωρινή σωλήνωση πολλών μέτρων, που είναι πιο δαπανηρή και επισφαλής να μη μπορεί να εξαχθεί όταν τελειώσει η γεώτρηση (Κουμαντάκης, 1984, από Βαφειάδη 1999).

1.7 ΔΟΚΙΜΕΣ ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

Τα εδάφη γενικά χωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες:

- Τα αδρόκοκκα εδάφη που αποτελούνται από κόκκους στο μέγεθος της άμμου ή μεγαλύτερο.
- Τα λεπτόκοκκα εδάφη που αποτελούνται κυρίως από κόκκους στο μέγεθος της αργίλου και της ιλύος με διαφορετικό βαθμό πλαστικότητας.

Ο παραπάνω διαχωρισμός γίνεται με βάση το μέγεθος των κόκκων που βρίσκεται σε μεγαλύτερο ποσοστό, και την πλαστικότητα

Η συστηματική ταξινόμηση των εδαφών σε ομάδες δίνει πληροφορίες για τη μηχανική συμπεριφορά τους στις θέσεις θεμελίωσης τεχνικών έργων. Αυτό επιτυγχάνεται με δοκιμές οι οποίες χωρίζονται σε **εργαστηριακές** και **επί τόπου δοκιμές** εδαφομηχανικής οι οποίες έχουν σκοπό να μετρήσουν τις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες εδαφικών δοκιμών ή θέσεων αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα των δοκιμών αυτών θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της μηχανικής συμπεριφοράς του εδάφους, σε μικρή ή μεγάλη κλίμακα, και της επίδρασής της στην ασφάλεια των κατασκευών. Οι εργαστηριακές δοκιμές εφαρμόζονται σε μικρά δοκίμια, συνήθως σε πυρήνες γεωτρήσεων, και έχουν το πλεονέκτημα της εργαστηριακής ακρίβειας. Το πλεονέκτημα των επί τόπου δοκιμών είναι η αμεσότητα της επί τόπου εφαρμογής, σε πραγματικές γεωτεχνικές συνθήκες.

Οι δοκιμές που πραγματοποιούνται συνηθέστερα είναι η εργαστηριακή μέτρηση: i) των **φυσικών ιδιοτήτων**, ii) της **κοκκομετρίας**, με τη μέθοδο των κόσκινων ή του πυκνόμετρου iii) των **ορίων Atterberg**, iv) της **αντοχής σε ανεμπόδιστη θλίψη**, v) της **άμεσης διάτμησης**, vi) της **τριαξονικής φόρτισης** vii) της **στερεοποίησης** και viii) της **συμπύκνωσης**. Καθώς και δοκιμές πεδίου έρευνας όπως είναι i) η **πρότυπη δοκιμή διείσδυσης (SPT)**, ii) η **δοκιμή στατικής πενетроμέτρησης (CPT)**, iii) η **πρεσιομετρική δοκιμή**, iv) η **δοκιμή πτερυγίου** v) η **δοκιμή φόρτισης πλάκας** καθώς και οι δοκιμές **MAAG** και **LEFRANC**

1.7.1 ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΕΔΙΟΥ

Ως δοκιμές πεδίου ή επί τόπου δοκιμές χαρακτηρίζονται οι δοκιμές που διενεργούνται σε δείγματα που βρίσκονται στο φυσικό τους περιβάλλον και κατά συνέπεια σε δείγματα που δεν έχουν διαταραχθεί με κανένα τρόπο.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των επιτόπου δοκιμών είναι τα εξής:

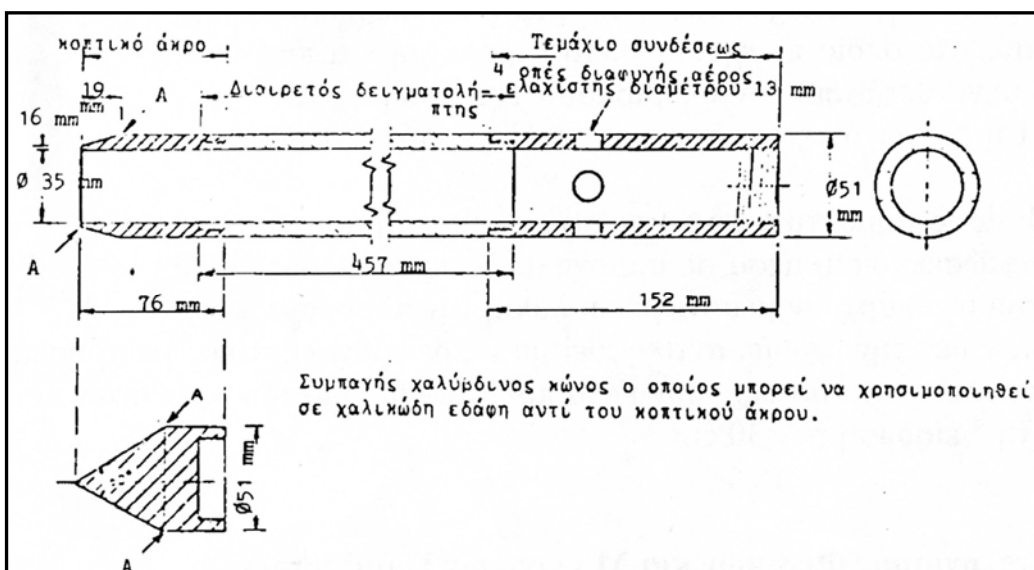
- Μειώνεται δραστικά ο αριθμός των απαιτούμενων ερευνητικών γεωτρήσεων.
- Αυξάνεται η ταχύτητα παροχής πληροφοριών.
- Μειώνεται το κόστος των ερευνητικών προγραμμάτων.
- Αποφεύγεται η διαταραχή του δείγματος.
- Αποφεύγεται η διαταραχή του επί τόπου πεδίου των τάσεων.

Οι επί τόπου δοκιμές επιτρέπουν, με την χρήση εμπειρικών τύπων, τον υπολογισμό παραμέτρων που απαιτούνται για την κατασκευή διαφόρων τεχνητών έργων χωρίς τον ενδιάμεσο υπολογισμό φυσικών και μηχανικών παραμέτρων.

Παρακάτω αναφέρονται οι κυριότερες δοκιμές πεδίου:

1.7.1.1 ΠΡΟΤΥΠΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ (SPT)

Με την πρότυπη δοκιμή διείσδυσης επιδιώκεται ο επί τόπου προσδιορισμός της αντίστασης που προβάλλει το έδαφος στη διείσδυση ενός πρότυπου διαιρετού δειγματολήπτη που προωθείται κρουστικά. Παράλληλα πραγματοποιείται και η λήψη διαταραγμένων δειγμάτων για την εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών.



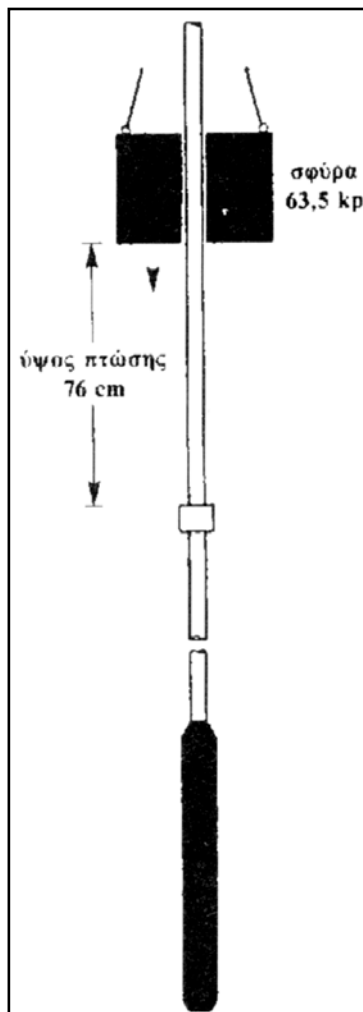
Σχήμα 27.
Πρότυπος
διαιρετός
δειγματολή
πτης

H

δοκιμή διενεργείται με τη χρησιμοποίηση ενός πρότυπου διαιρετού δειγματολήπτη (*σχήμα 27*) ο οποίος εισάγεται μέσω της διατρητικής στήλης στον πυθμένα της γεώτρησης. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής ο δειγματολήπτης προωθείται κατά 30 cm με την εφαρμογή επαναλαμβανόμενων κρούσεων. Οι κρούσεις προκαλούνται από την ελεύθερη πτώση σφύρας προσαρμοσμένης στο πάνω μέρος της διατρητικής στήλης. Η σφύρα έχει βάρος 63,5 kg και πέφτει από ύψος 0,76 m (*σχήμα 28*).

Κατά τη διάρκεια της δοκιμής προσμετράται ο αριθμός των κρούσεων που απαιτούνται για τη διείσδυση του δειγματολήπτη ανά 15 cm, ενώ παράλληλα πραγματοποιείται και η λήψη εδαφικού δείγματος. Ο αριθμός των κρούσεων, N, που απαιτούνται για τη διείσδυση του δειγματολήπτη στα 30 cm καλείται δείκτης αντίστασης του εδάφους σε διείσδυση.

Αρχικά ο δειγματολήπτης, με τη βοήθεια της σφύρας, εισάγεται 15 cm στον πυθμένα της γεώτρησης έτσι ώστε να παρακαμφθεί το υλικό που θα έχει διαταραχθεί κατά τη διάρκεια της διάτρησης καθώς και το υλικό που έχει συγκεντρωθεί στον πυθμένα της γεώτρησης από την κατάρρευση των τοιχωμάτων.



*Σχήμα 28.
Πρότυπη σφύρα του SPT test*

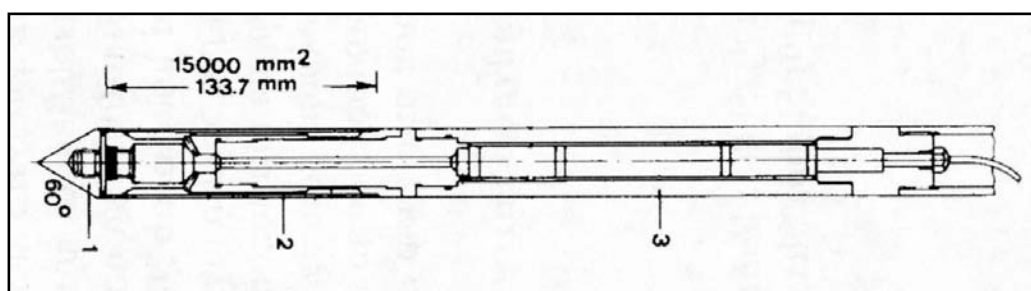
1.7.1.2 ΔΟΚΙΜΗ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΕΝΕΤΡΟΜΕΤΡΗΣΗΣ (CONE PENETRATION TEST)

Σκοπός της δοκιμής είναι ο επί τόπου προσδιορισμός της αντίστασης που αναπτύσσεται σε ένα τυποποιημένο κώνο και σε ένα κυλινδρικό στέλεχος τριβής που προωθούνται στο έδαφος με υδραυλικά μέσα. Επίσης, σκοπός της δοκιμής είναι και ο προσδιορισμός της μεταβολής των πιέσεων του νερού των πόρων.

Κατά τη διάρκεια της δοκιμής στατικής πενετρομέτρησης, ένας τυποποιημένος κώνος και ένας κύλινδρος τριβής προωθούνται στο έδαφος με την εφαρμογή υδραυλικών πιέσεων. Ο κώνος που χρησιμοποιείται για την διεξαγωγή της δοκιμής σχηματίζει γωνία 60° και το εμβαδόν της βάσης του είναι 100 cm², ενώ αντίστοιχα το στέλεχος τριβής έχει μήκος 13,37 cm και εμβαδόν κυλινδρικής επιφάνειας 150 cm² (*σχήμα 29*).

Ο πρότυπος φορατής συνοδεύεται από ευαίσθητους αισθητήρες που μεταβιβάζουν τα σήματα τους με υδραυλικά ή ηλεκτρονικά μέσα στην επιφάνεια. Στο σημείο αυτό γίνεται και η καταγραφή τους με καταγραφικά ακρίβειας. Η καταγραφή γίνεται σε συνεχόμενο χαρτί καταγραφής και σε άμεση αντιστοιχία με το βάθος.

Η προώθηση της συσκευής πενετρομέτρησης γίνεται με σταθερή ταχύτητα (2cm/sec), ενώ για να επιτευχθεί η σταθεροποίηση του όλου συστήματος χρησιμοποιούνται αντίστοιχα για την κάθε περίπτωση αντίβαρα.



Σχήμα 29.

Πρότυπη συσκευή στατικής πενετρομέτρησης (1. Κώνος, 2. Στέλεχος τριβής, 3. Στήλη σωλήνων).

1.7.1.4 ΔΟΚΙΜΗ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ (VANE TEST)

Η δοκιμή πτερυγίου έχει σα σκοπό τον προσδιορισμό της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής (τ) και της αστράγγιστης συνοχής (c_u) του εδάφους με τη χρήση πτέρυγας που προωθείται σε διάφορα βάθη μέσα στο έδαφος.

Η δοκιμή πτερυγίου εφαρμόζεται στις περιπτώσεις κορεσμένων, λεπτόκοκκων, μη ρωγματομένων συνεκτικών εδαφών όπως μαλακές αργίλους και ιλείς, των οποίων η αστράγγιστη διατμητική αντοχή δεν υπερβαίνει το 1 kg/cm^2 . Δηλαδή, η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε σχηματισμούς τους οποίους δε μπορούμε να τους εξετάσουμε με δοκιμές διείσδυσης, γιατί το βάρος του φορατή είναι πολύ μεγάλο σε σχέση με την αντίσταση που μπορεί να προβάλλει ο σχηματισμός, με αποτέλεσμα, να γίνεται διείσδυση χωρίς να ληφθεί καμία καταγραφή.

Η δοκιμή πτερυγίου πραγματοποιείται σε διάφορα βάθη από την επιφάνεια του εδάφους είτε μέσα από γεώτρηση είτε απευθείας από την επιφάνεια με προώθηση του πτερυγίου στο επιθυμητό βάθος.

Η δοκιμή διενεργείται με τη χρήση πτερυγίου που αποτελείται από δύο μεταλλικά ελάσματα τοποθετημένα κάθετα μεταξύ τους στην άκρη μεταλλικής ράβδου. Το στέλεχος αυτό προωθείται στο βάθος που πρόκειται να γίνει η δοκιμή και στη συνέχεια περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα με τη βοήθεια ειδικής συσκευής στρέψης.

Η ταχύτητα περιστροφής του πτερυγίου είναι $0,1^\circ/\text{sec}$ και διατηρείται σταθερή μέχρι τη στιγμή της θραύσης του εδάφους. Κατά τη διάρκεια της περιστροφής αυτής πραγματοποιούνται μετρήσεις της στρεπτικής ροπής ανά 5° . Μετά τη θραύση του εδάφους το πτερύγιο στρέφεται 90° και στη συνέχεια λαμβάνονται άλλες πέντε μετρήσεις με ταχύτητα περιστροφής $0,1^\circ/\text{sec}$ και ανά 5° . Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων κατασκευάζεται διάγραμμα ροπής - γωνίας περιστροφής από το οποίο υπολογίζεται η ροπή στρέψης τη στιγμή της θραύσης και της ολίσθησης. Από τη ροπή στρέψης υπολογίζεται η αστράγγιστη συνοχή τη στιγμή της θραύσης και της ολίσθησης.

1.7.1.5 ΔΟΚΙΜΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΠΛΑΚΑΣ (PLATE LOAD TEST)

Σκοπός της δοκιμής φόρτισης πλάκας, είναι ο προσδιορισμός του μέτρου ελαστικότητας στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους και σε συνθήκες μερικής πλευρικής παρεμπόδισης των παραμορφώσεων.

Η δοκιμή αυτή εφαρμόζεται στις περιπτώσεις όπου απαιτείται ο έλεγχος των επιφανειακών στρωμάτων για τη μελέτη κατασκευής τεχνικών έργων.

Όπως έχει προκύψει από την παρουσίαση των προηγούμενων δοκιμών, μελέτη των επιφανειακών στρωμάτων μπορεί να γίνει μόνο με τη δοκιμή περυγίου και τη δοκιμή φόρτισης πλάκας. Ενώ παράλληλα, η δοκιμή φόρτισης πλάκας είναι η μόνη δοκιμή με την οποία υπολογίζεται το μέτρο ελαστικότητας των επιφανειακών σχηματισμών. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η δοκιμή αυτή βρίσκει μεγάλο πεδίο εφαρμογής σε τεχνικά έργα που επηρεάζονται από τη μηχανική συμπεριφορά των πολύ επιφανειακών στρωμάτων, όπως για παράδειγμα, έργα οδοποιίας, έργα κατασκευής ασφαλοτάτητα αεροδρομίων κ.ά.

Κατά τη διάρκεια της δοκιμής φόρτισης πλάκας πραγματοποιείται φόρτιση της επιφάνειας του εδάφους με τη χρησιμοποίηση χαλύβδινης πλάκας πάχους 1,5 cm και διαμέτρου 16 - 70 cm. Η πλάκα αυτή εφάπτεται στην επιφάνεια του εδάφους και οι τάσεις ασκούνται με τη χρήση γρύλων. Η φόρτιση του εδάφους γίνεται σε τρία στάδια. Δηλαδή πραγματοποιούνται τρεις διαδοχικές φορτίσεις και αποφορτίσεις κατά τη διάρκεια των οποίων καταγράφονται οι πιέσεις που ασκούνται και οι καθιζήσεις που πραγματοποιούνται σε συνάρτηση με το χρόνο.

Οι διαδοχικές φορτίσεις και αποφορτίσεις πρέπει να ακολουθούν τους εξής κανόνες:

- A) Για να αυξηθούν τα φορτία σε μία βαθμίδα πρέπει να αποσβεστούν οι καθιζήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην προηγούμενη.
- B) Τα φορτία πρέπει να επιλεγούν έτσι ώστε οι καθιζήσεις που θα παρατηρηθούν στη μεγαλύτερη βαθμίδα φόρτισης να είναι μεγαλύτερες των 1,5 cm και μικρότερες των 10 cm.

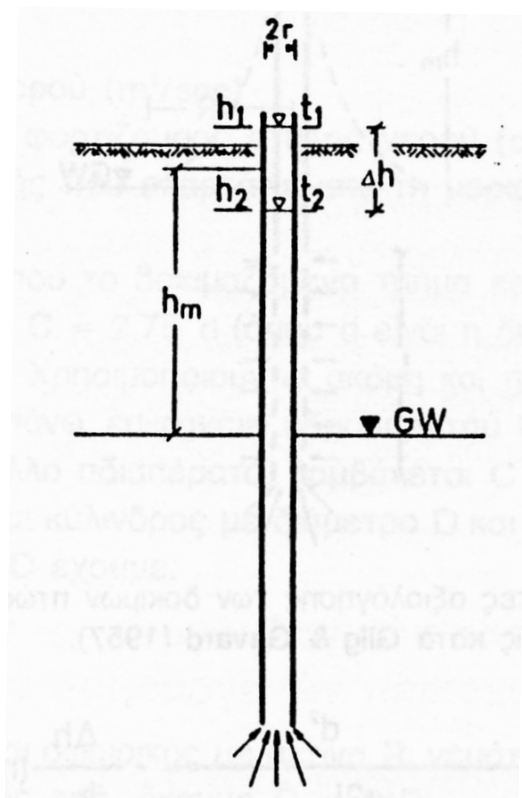
1.7.1.6 ΔΟΚΙΜΕΣ MAAG & LEFRANC

Επί τόπου δοκιμές που πραγματοποιούνται για τον προσδιορισμό της διαπερατότητας του πετρώματος (k_f) είναι οι κατά MAAG ή LUGEON και κατά LEFRANC.

1.7.1.6.1 ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΤΑ MAAG

Σύμφωνα με τον τρόπο αυτό μετριέται ο χρόνος που χρειάζεται μια ορισμένη ποσότητα νερού που ρίχτηκε στο σωλήνα μιας γεώτρησης και ανέβασε την ελεύθερη στάθμη του νερού μέσα στο σωλήνα στο ύψος h_1 , για να κατέβει στο ύψος h_2 (*σχήμα 31*)

Σύμφωνα με τον MAAG για σωληνωμένη γεώτρηση έχουμε:



$$K_f = \frac{r}{4h_m} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

όπου GW = στάθμη του υπόγειου νερού

h_1 = στάθμη του νερού στη γεώτρηση κατά την έναρξη της δοκιμής (m)

h_2 = στάθμη του νερού στο τέλος της δοκιμής (m)

$\Delta h = h_1 - h_2$ (m)

h_m = μέση στάθμη του νερού (m)

Δt = χρόνος δοκιμής (sec)

$2r$ = διάμετρος του φρέατος (m)

Σχήμα 31 .

Οριακές συνθήκες αξιολόγησης της δοκιμής πτώσης στάθμης σε σωληνωμένη γεώτρηση κατά Maag

1.7.1.6.2 ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΤΑ LEFRANC

Η δοκιμή αυτή γίνεται κατά την πρόοδο της γεώτρησης και χρησιμοποιείται για πετρώματα χαλαρά που χρειάζονται σωλήνωση για να συγκρατηθούν.

Σύμφωνα μ' αυτήν τη μέθοδο, το κάτω μέρος της γεωτρητικής οπής (θύλακας) αφήνεται ασωλήνωτο και αφού καθαριστεί διοχετεύεται σ' αυτό καθαρό νερό. Η παροχή του νερού ρυθμίζεται έτσι, ώστε η στάθμη του μέσα στη γεώτρηση να παραμένει πάντοτε αμετάβλητη. Με τη βοήθεια ενός μετρητή που βρίσκεται στην επιφάνεια, μετριέται κάθε φορά η απώλεια του νερού από το θύλακα. Αν παρουσιάζονται καταπτώσεις στο ασωλήνωτο αυτό τμήμα, τότε ή φράσσεται με διάτρητο σωλήνα ή τοποθετείται χαλίκι. Προσέχεται ώστε να μην υπάρχουν διαρροές πίσω από τις σωληνώσεις.

Με τα στοιχεία που παίρνονται από τις δοκιμές κατά LEFRANC γίνεται ο υπολογισμός του συντελεστή διαπερατότητας k_f

$$K_f = \frac{Q}{C \cdot h}$$

όπου Q = απώλεια νερού (m^3/sec)

h = ύψος της φορτίζουσας στήλης νερού (cm)

C = συντελεστής που εξαρτάται από τη μορφή του δοκιμαζόμενου τμήματος.

1.7.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

1.7.2.1 ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι φυσικές ιδιότητες των εδαφών που προσδιορίζονται συνηθέστερα είναι:

- **Φυσική Υγρασία, m**

Η δοκιμή αυτή έχει σαν σκοπό τη μέτρηση της μάζας του νερού που περιέχεται στο δείγμα του εδαφικού σχηματισμού. Ορίζεται δε ως ο λόγος του βάρους του νερού που υπάρχει μέσα στους πόρους (WW) προς το βάρος των ξηρών κόκκων του εδάφους (WS)

$$m = \frac{W_w}{W_s}$$

- **Φαινόμενο Βάρος**

Το φαινόμενο βάρος ορίζεται ως το πηλίκο του βάρους του εδάφους προς τον όγκο του εδάφους

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

W: συνολικό βάρος του δείγματος συμπεριλαμβανομένων και των πόρων με το περιεχόμενό τους

V: συνολικός όγκος του δείγματος

- **Ειδικό Βάρος**

Το ειδικό βάρος ενός εδάφους είναι ο λόγος του βάρους ορισμένου όγκου κόκκων εδάφους προς το βάρος ίσου όγκου απεσταγμένου νερού θερμοκρασίας 4°C.

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s \cdot \gamma_w}$$

- **Πορώδες**

Πορώδες ονομάζεται ο λόγος του όγκου των κενών V_v ενός δείγματος διά του συνολικού του όγκου V.

$$n = \frac{V_v}{V} \cdot 100(\%)$$

Επίσης υπολογίζονται:

- **Δείκτης Πόρων**

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

- **Ξηρό φαινόμενο βάρος** (ξηρή πυκνότητα)

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$$

- **Βαθμός κορεσμού**

$$SW = \frac{N_w}{n} = \frac{V_w}{V_v}$$

V_w : όγκος χώρων που είναι γεμάτοι με νερό

V_v : όγκος συνολικού πορώδους

- **Σχετική πυκνότητα**

$$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} \cdot 100(\%)$$

Ο δείκτης σχετικής πυκνότητας D_r εκφράζει την πυκνότητα της διάταξης των κόκκων από την οποία εξαρτάται έντονα η μηχανική συμπεριφορά των κοκκωδών εδαφών

1.7.2.2 OPIA Atterberg

- **Όριο υδαρότητας (LL).** Ορίζεται ως η περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό κατά την χρονική στιγμή που το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στην υδαρή (ρευστή) κατάσταση.
- **Όριο πλαστικότητας (PL).** Το όριο πλαστικότητας αντιστοιχεί στο χαμηλότερο ποσοστό υγρασίας στο οποίο το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στην ημιστερεή κατάσταση και μπορεί να κυλινδρωθεί σε ραβδίσκο διαμέτρου 3 χιλ. χωρίς αυτός να θραύεται.
- **Δείκτης πλαστικότητας (PI).** Ορίζεται ως η περιοχή ανάμεσα στο όριο υδαρότητας και στο όριο πλαστικότητας ($PI = LL - PL$), όπου το υλικό είναι εύπλαστο.
- **Δείκτης υδαρότητας (LI).** Η συμπεριφορά ενός εδάφους θεμελίωσης εξαρτάται από τη φυσική υγρασία σε σχέση με τα όρια Atterberg και εκφράζεται με το δείκτη υδαρότητας. Όταν $LI = 100\%$, το έδαφος βρίσκεται στο όριο υδαρότητας, ενώ όταν $LI = 0\%$, το έδαφος βρίσκεται στο όριο πλαστικότητας.

$$LI = \frac{m - PL}{PI} \cdot 100(\%)$$

1.7.2.3 ANTOXH SE ANEMPODISTH THLIPH

Η μέθοδος αφορά τον ταχύ προσδιορισμό της ανεμπόδιστης αντοχής αδιατάρακτου δείγματος συνεκτικού εδάφους κατά την εφαρμογή ενός αξονικού φορτίου. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η συνεκτικότητα του εδάφους να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει τη διατήρηση της γεωμετρίας του δοκιμίου χωρίς την εφαρμογή πλευρικής πίεσεως. Η εκτέλεση της δοκιμής δεν είναι εφικτή στα μη συνεκτικά εδάφη, επειδή δεν είναι δυνατή η παρασκευή εδαφικών δοκιμίων.

Με τον όρο αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη εννοούμε τη θραύση μετά από πίεση ενός δείγματος κατά μία μόνο κατεύθυνση (κατακόρυφη), ενώ πλευρικά μπορεί να επεκτείνεται χωρίς κανένα εξωγενή περιορισμό.

1.7.2.4 ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΕΣΗΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ

Στη δοκιμή της άμεσης διάτμησης το έδαφος οδηγείται σε θραύση με την επιβολή μετακίνησης του ενός τμήματος του υποδοχέα που περιέχει το δοκίμιο σε σχέση με το άλλο. Έτσι το έδαφος θραύεται κατά μια προκαθορισμένη επίπεδη επιφάνεια που λέγεται επιφάνεια διάτμησης.

Κατά τη δοκιμή αυτή μετριέται η μεταβολή της διατμητικής αντοχής του εδάφους σε σχέση με τη μεταβολή σταθερής ορθής τάσης που εφαρμόζεται κάθετα στην επιφάνεια διάτμησης. Η δοκιμή εφαρμόζεται σε συνεκτικά και μη συνεκτικά εδάφη.

Υπάρχουν τρεις τύποι δοκιμών:

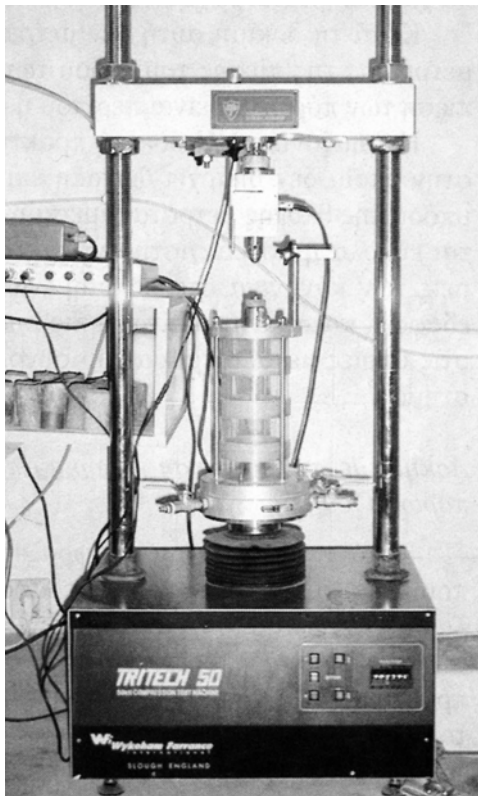
- Ταχεία δοκιμή μη στερεοποιημένου δοκιμίου
- Ταχεία δοκιμή στερεοποιημένου δοκιμίου
- Βραδεία δοκιμή στερεοποιημένου δοκιμίου

Οι δύο πρώτοι τύποι της δοκιμής εφαρμόζονται σε γεωτεχνικά προβλήματα όπου εξετάζεται η θραύση του εδάφους λόγω επιβολής φορτίου σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα έτσι ώστε να μην είναι δυνατή η εκτόνωση της πίεσης του νερού των πόρων που δημιουργείται λόγω της φόρτισης (στάδιο αμέσως μετά την κατασκευή). Ο τρίτος τύπος της δοκιμής εφαρμόζεται σε γεωτεχνικά προβλήματα όπου το έδαφος οδηγείται σε θραύση αργά ώστε να είναι δυνατή η εκτόνωση της πίεσης του νερού των πόρων (στάδιο λειτουργίας).

Από τους τρεις τύπους των δοκιμών της άμεσης διάτμησης, ο πιο αντιπροσωπευτικός είναι η βραδεία δοκιμή σε στερεοποιημένα δοκίμια, γι' αυτό και η εκτέλεση της δοκιμής αυτής συνιστάται, σε σύγκριση με τους άλλους δύο τύπους που πρέπει να αποφεύγονται.

1.7.2.5 ΔΟΚΙΜΗ ΤΡΙΑΞΟΝΙΚΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Η δοκιμή αυτή καλύπτει τον προσδιορισμό της διατμητικής αντοχής κυλινδρικών δοκιμίων συνεκτικών εδαφών, σε αδιατάρακτη κατάσταση, ή ύστερα από αναζύμωση. Η εφαρμογή του κατακόρυφου φορτίου, που εξασκείται κατά τον άξονα του δοκιμίου, που υπόκειται ταυτόχρονα σε μια πλευρική πίεση, ελέγχεται με τη μέτρηση των παραμορφώσεων του δοκιμίου και των τάσεων που εξασκούνται σ' αυτό (*σχήμα 32*).



Σχήμα 32.
Ψηφιακή συσκευή τριαξονικής φόρτισης

Η δοκιμή αυτή παρέχει τα δεδομένα για τον προσδιορισμό των διατμητικών ιδιοτήτων και της σχέσης τάσης - παραμόρφωσης των εδαφών.

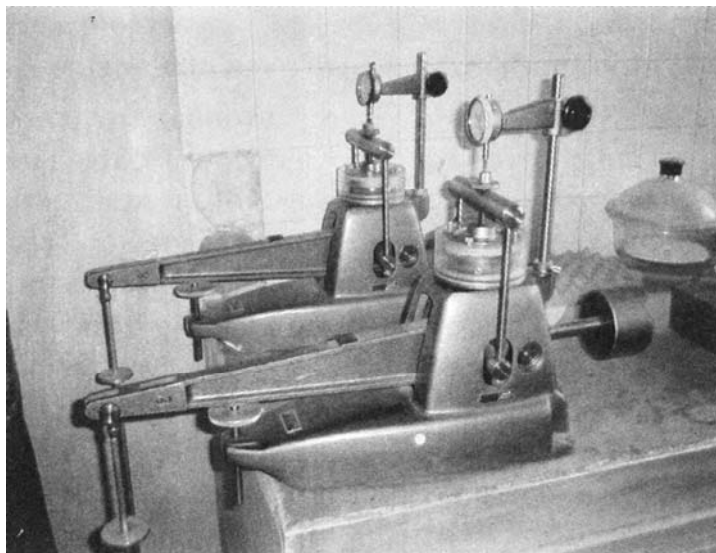
Είναι η πλέον αντιπροσωπευτική και αξιόπιστη δοκιμή διερεύνησης της

συμπεριφοράς του εδάφους που υπόκειται σε εντατικές καταστάσεις. Παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα έναντι της δοκιμής άμεσης διάτμησης:

- Η διατμητική θραύση δεν ακολουθεί προκαθορισμένο επίπεδο αλλά συντελείται κατά το επίπεδο ελάχιστης αντοχής.
- Οι συνθήκες της δοκιμής δεν απέχουν πολύ από τις πραγματικές του εδάφους.
- Είναι δυνατή η μέτρηση της πίεσης των πόρων και ο προσδιορισμός των ενεργών τάσεων.
- Είναι δυνατός ο προσδιορισμός του λόγου Poisson και της διαπερατότητας.

1.7.2.6 ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗΣ

Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται ο βαθμός στερεοποίησης και η συμπιεστότητα εδαφικού υλικού όταν είναι πλευρικά μη παραμορφώσιμο, φορτίζεται δε και στραγγίζεται αξονικά. Η καθίζηση είναι έτσι ίση με τη μεταβολή σε όγκο του δοκιμίου, δηλαδή είναι ανάλογη με τη μεταβολή του δείκτη πόρων. Οι κατακόρυφες παραμορφώσεις των εδαφών εξετάζονται στη συσκευή του οιδημέτρου (σχήμα 33)



Σχήμα 33 .

Οιδήμετρο, για την εκτέλεση δοκιμών μονοδιάστατης στερεοποίησης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΠΥΡΗΝΟΛΗΠΤΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η πυρηνοληπτική γεώτρηση Γ₂ που παρακολουθήσαμε έγινε στο Μητροπολιτικό κέντρο της Θεσσαλονίκης επί των οδών Παπαναστασίου – Κ. Καραμανλή (Ν. Εγνατία) – Κλεάνθους έναντι του Ιπποκράτειου Νοσοκομείου , με εξουσιοδότηση των Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. – Γ.Γ.Δ.Ε. - Ε.Υ.Δ.Ε.Κ. SALONIKA PARK Α.Ε.

Σκοπός του έργου, ήταν η μελέτη του εδάφους – υπεδάφους, έτσι ώστε να διερευνηθούν οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητες των εδαφικών στρώσεων και να σχεδιαστούν κατάλληλα τα μέτρα αντιστήριξης και θεμελίωσης του σκάμματος εκσκαφής για τη δημιουργία τετραώροφου υπόγειου σταθμού parking αυτοκινήτων.

Στην περιοχή έγιναν συνολικά 3 γεωτρήσεις σε σημεία που υποδείχτηκαν από τον μελετητή του έργου. Η μορφή αυτής της διάταξης εξυπηρετεί στην συγκομιδή στοιχείων από διαφορετικές θέσεις, έτσι ώστε να αποκαλυφθεί και να συνταχθεί το γεωλογικό προφίλ της περιοχής μελέτης .

Κάθε μία από τις γεωτρήσεις διήρκησε 4 ημέρες . Πιο συγκεκριμένα:

- Η γεώτρηση Γ₁ από 16 μέχρι 19 Μαρτίου 2005
- Η γεώτρηση Γ₂ από 21 μέχρι 24 Μαρτίου 2005
- Η γεώτρηση Γ₃ από 25 μέχρι 29 Μαρτίου 2005

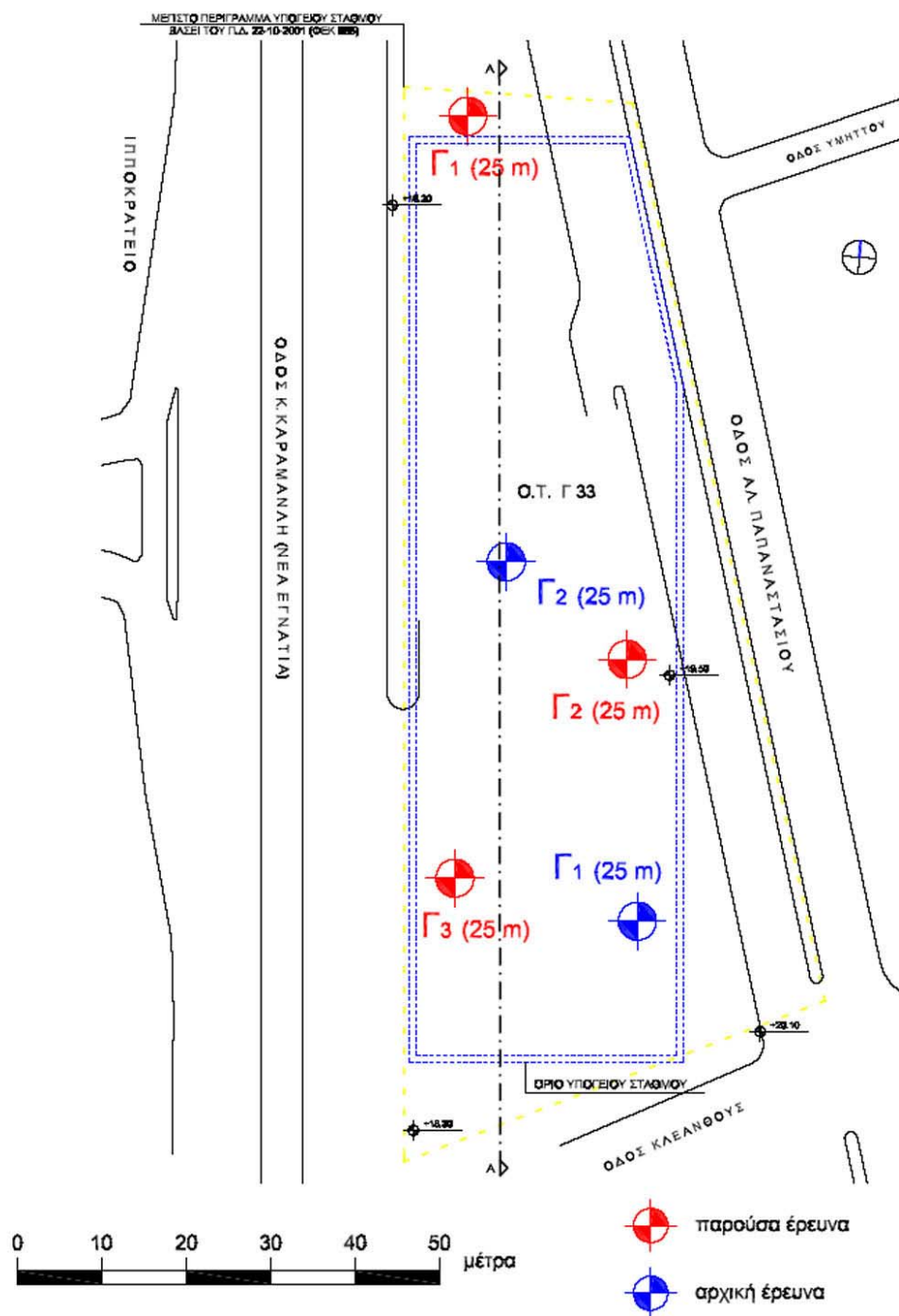
Επίσης , το βάθος διάτρησης της κάθε γεώτρησης ήταν 25 μέτρα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι πραγματοποιήθηκαν και δυο γεωτρήσεις με βάθος διάτρησης 25 μέτρα η κάθε μια, ως αρχική έρευνα στην περιοχή .

Το δειγματοληπτικό γεωτρήπανο που χρησιμοποιήθηκε ήταν περιστροφικό, τύπου BOYLES και ισχύος 54 HP, με δυνατότητα διάτρησης μέχρι 180 μέτρα βάθος. Ο φέροντας μηχανισμός ήταν αυτοκινούμενος και ο πύργος του γεωτρήπανου είχε ύψος 6 μέτρα και ανυψωτικής ικανότητας 6 τόνων βάρους. Τα στελέχη καθώς και οι προσωρινοί σωλήνες που

χρησιμοποιήθηκαν είχαν μήκος 3 μέτρα και διάμετρο 54 mm.

Οι απαραίτητες εργασίες της πυρηνοληπτικής- ερευνητικής γεώτρησης και οι δοκιμές πεδίου εκτελέστηκαν από το χειριστή του γεωτρύπανου και τους δυο βοηθούς.

Στις παρακάτω σελίδες γίνεται η περιγραφή της γεώτρησης Γ₂.



Σχήμα 34.
Κάτοψη περιοχής μελέτης, όπου φαίνεται
η θέση των γεωτρήσεων

2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ Γ₂

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται οι εργασίες που έγιναν κατά τη διαδικασία διάτρησης και δειγματοληψίας, ο εξοπλισμός του γεωτρύπανου που χρησιμοποιήθηκε, η στρωματογραφική διάρθρωση της περιοχής μελέτης, καθώς και οι δοκιμές πεδίου που έγιναν και τα αποτελέσματα αυτών.

2.2.1 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΧΩΡΟΥ

Η επιλογή της θέσης όπου θα γινόταν η διάτρηση έγινε με βάση τα εξής κριτήρια:

- την εύκολη προσέλευση του γεωτρητικού συγκροτήματος στην περιοχή μελέτης
- και την εξασφάλιση της παροχής νερού από κοντινή πηγή.

Εφόσον λοιπόν επιλέχθηκε η θέση διάτρησης, επόμενο μέλημα ήταν η εγκατάσταση του γεωτρύπανου. Αρχικά ξεριζώθηκαν ορισμένα δενδρύλλια και θάμνοι που παρεμπόδιζαν την προσέλευση του αυτοκινούμενου γεωτρύπανου και στη συνέχεια αφού αυτό τοποθετήθηκε σε όσο το δυνατόν επίπεδη επιφάνεια του εδάφους και οριζοντιώθηκε με τη βοήθεια των ειδικών «ποδαριών» που βρίσκονται περιμετρικά του φορτηγού, σκάφτηκε ένα αυλάκι, από το οποίο θα διέφευγαν τα επιστρεφόμενα νερά της διάτρησης.

Σε κοντινή απόσταση από το δειγματοληπτικό γεωτρύπανο τοποθετήθηκε η δεξαμενή νερού, η οποία ανεφοδιαζόταν από παρακείμενη βρύση. Το νερό μεταφερόταν με τη βοήθεια αντλίας, μέσω ενός ελαστικού σωλήνα μέσα στη γεώτρηση, όπου εισερχόταν στην περιστευόμενη στήλη των στελεχών και κατερχόταν στο κοπτικό άκρο. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το νερό αυτό είχε ως στόχο τόσο την ψύξη της κεφαλής που θερμαινόταν λόγω τριβής με τα διατρυόμενα πετρώματα, όσο και την απομάκρυνση των τριμμάτων της διάτρησης μακριά από την οπή της γεώτρησης (βλέπε **κεφάλαιο 1.5.2**).

Επίσης, δίπλα στο γεωτρητικό συγκρότημα εκφορτώθηκαν και τοποθετήθηκαν τα στελέχη της διατρητικής στήλης, οι σωλήνες της προσωρινής σωλήνωσης που θα ακολουθούσε και όλος ο βοηθητικός εξοπλισμός.



*Εικόνα 1 .
Το αυτοκινούμενο γεωτρητικό συγκρότημα και
η δεξαμενή νερού που ανεφοδιαζόταν από
παρακείμενη βρύση*



*Εικόνα 2 .
Τα στελέχη της διατρητικής στήλης, μήκους 3 μέτρων και διαμέτρου 54 mm*

2.2.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ

Στον κύριο εξοπλισμό του γεωτρύπανου ανήκουν, όπως έχει αναφερθεί, οι κορώνες, οι φρέζες, οι καροταρίες, ο πρότυπος διαιρετός δειγματολήπτης Terzaghi και τα στελέχη. Τα κύρια χαρακτηριστικά αυτών που χρησιμοποιήθηκαν στη γεώτρηση Γ₂ είναι τα παρακάτω:

- Τα κοπτικά άκρα (κορώνες) που χρησιμοποιήθηκαν (βλέπε **κεφάλαιο 1.3.1.2**) κατά τη διαδικασία διάτρησης ήταν ατσάλινες βιδιοκορώνες διαμέτρου 101 και 86 mm, με καρβίδια βολφραμίου και κοβαλτίου και εξαγωνική διατομή των πλακιδίων τους (**εικόνα 3**).
- Οι καροταρίες που χρησιμοποιήθηκαν για τη δειγματοληψία (βλέπε **κεφάλαιο 1.3.2.1**) ήταν χαλύβδινες μονές και διπλές, μήκους 3,40 m και διαμέτρου 101 και 86 mm. Αρχικά έγινε διάτρηση εν ξηρώ με μονή καροταρία και στη συνέχεια έγινε χρήση της διπλής καροταρίας για την κανονική διάτρηση.



Εικόνα 3 .
Βιδιοκορώνα, με
διάμετρο 113 mm,
στην οποία είναι
βιδωμένη η
καροταρία

- Ο πρότυπος διαιρετός δειγματολήπτης Terzaghi (βλέπε **κεφάλαιο 1.7.1.1**), με εξωτερική διάμετρο 51mm και εσωτερική διάμετρο 35 mm (**εικόνες 4 α,β**).
- Τα στελέχη (βλέπε **κεφάλαιο 1.3.3**) που συγκροτούν το σύνολο σχεδόν της διατρητικής στήλης, ήταν μήκους 3 μέτρων και διαμέτρου 54 ιντσών και κατασκευασμένα

από χάλυβα, χωρίς ραφή (*εικόνα 2*).



*Εικόνες 4 α,β .
Πρότυπος
διαιρετός
δειγματολήπτης
Terzaghi*

α



β

Τα παραπάνω μέρη του εξοπλισμού πριν βιδωθούν μεταξύ τους, γρασσάρωνταν επιμελώς ώστε να συνδέονται και να αποσυνδέονται εύκολα , αλλά και για να ελαχιστοποιηθούν οι φθορές από τις τριβές που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια περιστροφής του γεωτρήπανου.

2.2.3 ΤΕΧΝΙΚΗ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ - ΠΥΡΗΝΟΛΗΨΙΑΣ

Η διάτρηση στη γεώτρηση Γ₂ έγινε με περιστροφή της κορώνας και αποτελούσε καθ' όλη τη διάρκεια της μια χρονοβόρα και επίπονη διαδικασία, λόγω του ότι κάθε φορά που η καροταρία γέμιζε με δείγμα, σταματούσε η διάτρηση, ανασυρόταν η στήλη στην επιφάνεια του εδάφους, αφαιρούνταν το δείγμα από την καροταρία και ξανακατέβαινε στον πυθμένα της οπής για να συνεχισθεί η διάτρηση.

Το συνολικό βάθος διάτρησης ήταν 25 m.

- Αρχικά στα πρώτα 6 m, η διάτρηση έγινε με φραγμό, δηλαδή χωρίς την κυκλοφορία νερού, με τη χρήση μονής καροταρίας και αρχική διάμετρο κορώνας 114 mm.
- Στη συνέχεια από 6,45-10,00 m έγινε κανονική διάτρηση με χρήση νερού και διπλής καροταρίας διαμέτρου 101 mm και διάμετρο κορώνας 101 mm .
- Έπειτα από 10,00 -22,45 m έγινε κανονική διάτρηση με χρήση νερού και διπλής καροταρίας διαμέτρου 86 mm και διάμετρο κορώνας 86 mm .
- Από τα 22,45-25 m έγινε διάτρηση με φραγμό, με τη χρήση μονής καροταρίας διαμέτρου 86 mm και διάμετρο κορώνας 86 mm.

Ανά 2 m γινόταν δοκιμή Terzaghi (SPT) με την ελεύθερη πτώση σφύρας, με διαιρετό δειγματολήπτη (*εικόνα 5*). Συγκεκριμένα η δοκιμή έγινε :

- στα 2 m με αριθμό κρούσεων ανά 15 cm 9-17-33
- στα 4 m με αριθμό κρούσεων ανά 15 cm 5-5-7
- στα 6 m με αριθμό κρούσεων ανά 15 cm 5-10-10
- στα 8 m με αριθμό κρούσεων ανά 15 cm 10-15-27
- στα 10 m με αριθμό κρούσεων ανά 15 cm 6-13-27
- στα 12 m με αριθμό κρούσεων ανά 15 cm 9-20-34
- στα 14 m με αριθμό κρούσεων ανά 15 cm 13-20-18
- στα 16 m με αριθμό κρούσεων ανά 15 cm 16-28-41
- στα 18 m με αριθμό κρούσεων ανά 15 cm 50/10cm
- στα 20 m με αριθμό κρούσεων ανά 15 cm 17-26-24
- στα 22 m με αριθμό κρούσεων ανά 15 cm 18-26-42
- στα 24 m με αριθμό κρούσεων ανά 15 cm 21-25-28



*Εικόνα 5.
Εκτέλεση δοκιμής Terzaghi (SPT),
με την ελεύθερη πτώση σφύρας*

Στα 18 m είχαμε άρνηση, δηλαδή έγιναν 50 κρούσεις χωρίς ο δειγματολήπτης να διεισδύσει 15 cm, επομένως σε αυτήν την περίπτωση μετρήθηκαν πόσα cm διείσδυσε τελικά.

Επίσης όταν η διάτρηση έφτασε στα 10 m έγινε προσωρινή σωλήνωση στα πρώτα 8 m, με σωλήνα διαμέτρου 98 mm και πραγματοποιήθηκε δοκιμή κατά Maag για να βρεθεί η διαπερατότητα k_f των στρωμάτων από 8-10 m, άρα ελαττώθηκε η αρχική διάμετρο κορώνας από 101 σε 86 mm . Οι σωλήνες συγκρατούνταν στην επιφάνεια του εδάφους με ειδικό σφυγκτήρα, έτσι ώστε να μην πέσουν μέσα στην οπή της γεώτρησης (εικόνα 6).



Εικόνα 6.

Προσωρινή σωλήνωση, που συγκρατείται στην επιφάνεια του εδάφους με ειδικό σφυγκτήρα

Τα δείγματα που πάρθηκαν ήταν κατά κύριο λόγο διαταραγμένα και η τοποθέτηση τους γινόταν πρώτα σε σελοφάν για συγκράτηση της υγρασίας και κατόπιν σε ειδικά σακουλάκια. Στη συνέχεια, γινόταν η αναγνώρισή τους κατά προσέγγιση, τοποθετούνταν στα ειδικά ξύλινα κιβώτια (εικόνα 7) και μετέπειτα στέλνονταν στο εργαστήριο εδαφομηχανικής για περαιτέρω ανάλυση και εφαρμογή των εργαστηριακών δοκιμών.



Εικόνα 7.

Ειδικά ξύλινα κιβώτια, όπου τοποθετούνταν τα δείγματα

Το νερό που μεταφερόταν με τη βοήθεια αντλίας και μέσω ενός ελαστικού σωλήνα μέσα στη γεώτρηση, εισερχόταν στην περιστρεφόμενη στήλη των στελεχών και κατερχόταν στο κοπτικό άκρο. Έπειτα εξερχόταν μέσω των στελεχών και των τοιχωμάτων της οπής και απομακρυνόταν με τη βοήθεια της αύλακας που είχε σκαφτεί κατά τα προκαταρκτικά στάδια της γεώτρησης. Η παραπάνω ροή του νερού, ήταν επομένως θετικής κυκλοφορίας.

2.2.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΥΡΗΝΟΛΗΨΙΑΣ

Τα δείγματα – πυρήνες που πάρθηκαν κατά τη διάτρηση, ήταν κυρίως αργιλοαμμώδη εδάφη, αμμοχάλικα και μάργες. Η επί τόπου δειγματοληψία γινόταν από τα καρότα που έβγαιναν από κάθε «βουτιά» της καροταρίας (εικόνα 8 α,β) και γινόταν μια πρώτη κατά προσέγγιση εκτίμηση της σύστασής τους από τον υπεύθυνο γεωλόγο. Συγκεκριμένα είχαμε :

ΜΕΤΡΑ	ΣΥΣΤΑΣΗ	
• 0,00 – 0,40	Άργιλος με χαλίκια	} Επιχώσεις
• 0,40 – 1,40	Άργιλος με χαλίκια	
• 1,40 – 2,00	Άργιλος με χαλίκια	
• 2,00 – 2,45	Δοκιμή SPT, Άργιλος με χαλίκια	
• 2,45 – 2,95	Χαλίκια με άργιλο	
• 2,95 – 4,00	Χαλίκια με άργιλο	
• 4,00 – 4,45	Δοκιμή SPT, Αργιλούχος άμμος	
• 4,45 – 6,00	Άργιλος, άμμος, χαλίκι	
• 6,00 – 6,45	Δοκιμή SPT, Αργιλοαμμώδες έδαφος με υγρασία	
• 6,45 – 8,00	Άργιλος καφέ με λίγη άμμο	
• 8,00 – 8,45	Δοκιμή SPT, Άργιλος καφέ και χαλίκια	
• 8,45 – 10,00	Άργιλος με λίγα χαλίκια	
• 10,00 – 10,45	Δοκιμή SPT, Άργιλος με λίγα χαλίκια	
• 10,45 – 12,00	Άργιλος με λίγα χαλίκια από 11,00 – 11,50 m., άμμος απόλεια δείγματος	
• 12,00 – 12,45	Δοκιμή SPT, ψαμμόμαργα	

- 12,45 – 14,00 Άργιλος με χαλίκια και ασβεστιτικά συγκρίματα
- 14,00 – 14,45 Δοκιμή SPT, αμμοάργιλος
- 14,45 – 16,00 Χαλίκι – άργιλος με χαλίκι
- 16,00 – 16,45 Δοκιμή SPT, αμμοάργιλος
- 16,45 – 18,00 Άργιλος με χαλίκι, στα 17,5 m αλλαγή σε ψαμμόμαργα
- 18,00 – 18,10 Δοκιμή SPT - άρνηση, μαργαϊκός ψαμμίτης
- 18,10 – 20,00 Μαργαϊκός ψαμμίτης - Μάργα
- 20,00 – 20,45 Δοκιμή SPT, Μάργα με χαλίκι
- 20,45 – 22,00 Μάργα με χαλίκι
- 22,00 – 22,45 Δοκιμή SPT, αργιλοαμμώδες
- 22,45 – 22,80 Αργιλοαμμώδες
- 22,80 – 23,40 Άμμος - αμμοάργιλος
- 23,40 – 24,00 Άργιλος με λίγο χαλίκι
- 24,00 – 24,45 Δοκιμή SPT, αμμοάργιλος
- 24,45 – 25,00 Αμμοάργιλος



*Εικόνα 8 α,β.
Εδαφικά δείγματα
(καρότα) που
συλλέχθηκαν κατά
την πυρηνοληψία*



Κάποια απλά χαρακτηριστικά των πετρωμάτων που βοήθησαν στην αναγνώριση τους ήταν τα εξής:

- η άργιλος έχει την υφή πλαστελίνης και είναι κολλώδης,
- η άμμος κατακερματίζεται, ενώ
- η μάργα έχει την υφή πλαστελίνης, αλλά δεν κολλάει στο χέρι σαν την άργιλο.

Το υλικό που βρίσκεται σε μικρότερο ποσοστό μέσα στο δείγμα παίρνει την κατάληξη –ούχο π.χ. αργιλούχος άμμος ,δηλαδή άμμος με λίγη άργιλο.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, η στάθμη του υπόγειου νερού ήταν στα 7,50 μέτρα.

Μετά το πέρας της γεώτρησης , αποσύρθηκαν οι προσωρινοί σωλήνες και στην οπή της γεώτρησης τοποθετήθηκε πιεζόμετρο –για τη μέτρηση της στάθμης του υπόγειου νερού μέσα σε αυτήν – σε βάθος 25 m, δηλαδή μέχρι τον πυθμένα της γεώτρησης (εικόνα 9) .

Στην πορεία καθαρίστηκαν επιμελώς όλος ο εξοπλισμός και τα εξαρτήματα του γεωτρήσανου που χρησιμοποιήθηκαν, καθιστώντας τα έτοιμα για την επόμενη γεώτρηση Γ₃.



Εικόνα 9.

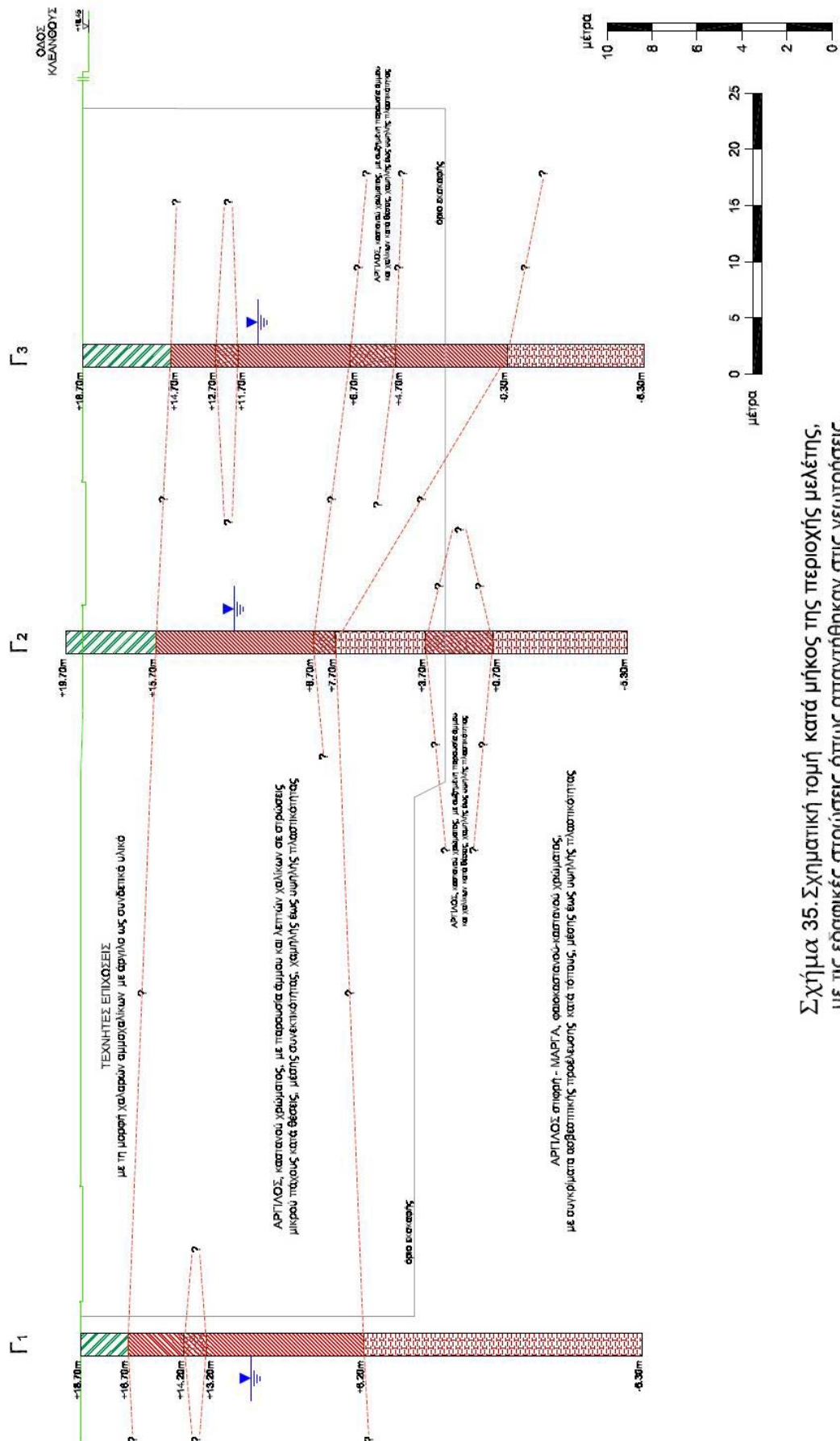
Πιεζόμετρο που τοποθετήθηκε μέχρι τον πυθμένα της γεώτρησης, για τη μέτρηση της στάθμης του υπόγειου νερού μέσα σε αυτήν

2.2.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ & ΔΟΚΙΜΩΝ ΠΕΔΙΟΥ

Τα καρότα που πάρθηκαν κατά την πυρηνοληψία, στάλθηκαν στο εργαστήριο εδαφομηχανικής της εταιρίας «Γεωσεισμική Ο.Ε.» για περαιτέρω ανάλυση. Τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών έδειξαν ότι τα εδάφη αυτά ήταν κυρίως αργιλικά πετρώματα και μάργες, με μικρή συμμετοχή άμμου και χαλίκων και υψηλής ως χαμηλής πλαστικότητας. Πιο αναλυτικά :

- από 0-4 m : τεχνητές επιχώσεις με τη μορφή χαλαρών αμμοχάλικων, με άργιλο ως συνδετικό υλικό.
- από 4-11 m : άργιλος καστανού χρώματος , με παρουσία άμμου και λεπτών χαλίκων σε στρώσεις μικρού πάχους κατά θέσεις , μέσης συνεκτικότητας και χαμηλής έως υψηλής πλαστικότητας .
- από 11-12 m : άργιλος καστανού χρώματος , με αυξημένη παρουσία άμμου και χαλίκων κατά θέσεις , χαμηλής έως υψηλής πλαστικότητας .
- από 12-16 m : άργιλος στριφρή – μάργα, φαιοκαστανού- καστανού χρώματος, με συγκρίματα ασβεστιτικής προέλευσης κατά τόπους και μέσης έως υψηλής πλαστικότητας .
- από 16-19 m : άργιλο καστανού χρώματος , με αυξημένη παρουσία άμμου και χαλίκων κατά θέσεις , χαμηλής έως υψηλής πλαστικότητας .
- από 19-25 m : άργιλο στριφρή – μάργα, φαιοκαστανού- καστανού χρώματος, με συγκρίματα ασβεστιτικής προέλευσης κατά τόπους και μέσης έως υψηλής πλαστικότητας .

Στο *σχήμα 35* φαίνεται η στρωματογραφική διάρθρωση της περιοχής μελέτης, όπως προέκυψε από τη γεωλογική τομή , ύστερα από συσχέτιση των στρωμάτων που βρέθηκαν στις 3 γεωτρήσεις.



Σχήμα 35. Σχηματική τομή κατά μήκος της περιοχής μελέτης, με τις εδαφικές στρώσεις όπως απαντήθηκαν στις γεωτρήσεις.

Επίσης έγινε κοκκομετρική ανάλυση των δειγμάτων, έτσι ώστε να διαπιστωθεί σε τι ποσοστά συμμετέχουν τα διάφορα υλικά ποικίλων διαμέτρων στα εδάφη, δηλαδή σε τι ποσοστό συμμετέχουν:

- άργιλος + ιλύς
- λεπτή άμμος
- μέση άμμος
- χονδρή άμμος
- λεπτοί χάλικες και
- χονδροί χάλικες

Επιπλέον, βρέθηκαν τα όρια Atterberg , δηλαδή το **όριο υδαρότητας (LL)**, το **όριο πλαστικότητας (PL)** και ο **δείκτης πλαστικότητας (PI)** (βλέπε κεφάλαιο 1.7.2.2) .

Έπειτα, χαρακτηρίστηκαν τα εδάφη σύμφωνα με το ενιαίο σύστημα ταξινόμησης AUSCS και δόθηκαν οι χαρακτηρισμοί :GC, CH, SC,CL, η ερμηνεία των οποίων φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 2) :

Πίνακας 2

<i>Κύριος συμβολισμός ομάδας</i>	<i>Επεξηγηματικός συμβολισμός ομάδας</i>
G - μέγεθος χαλικιού	W – καλά διαβαθμισμένα χονδρόκοκκα υλικά
S - μέγεθος άμμου	P - φτωχά διαβαθμισμένα χονδρόκοκκα υλικά
M – μέγεθος ιλύος	M – ιλυώδη λεπτομερή υλικά
C – μέγεθος αργίλου	C - αργιλώδη λεπτομερή υλικά
O – οργανική ύλη	L – μικρή πλαστικότητα
	H – μεγάλη πλαστικότητα

Στην πορεία, βρέθηκαν το **ξηρό φαινόμενο βάρος** και έγιναν και οι δοκιμές:

A) ανεμπόδιστης θλίψης, όπου προσδιορίστηκαν η ανηγμένη παραμόρφωση (ε) σύμφωνα με τον τύπο:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{\Delta L_0} \quad (\text{όπου } \Delta L = \text{παραμόρφωση δοκιμίου και } L_0 = \text{αρχικό ύψος δοκιμίου})$$

και η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη (q_u) σύμφωνα με τον τύπο:

$$q_u = c \cdot N_c \quad (\text{όπου } c = \text{αστράγγιστη συνοχή και } N_c = \text{ο αριθμός των κρούσεων})$$

Β) άμεσης διάτμησης, όπου προσδιορίστηκαν η συνοχή (c') και η γωνία εσωτερικής τριβής (ϕ')

Από τις δοκιμές πεδίου πραγματοποιήθηκε η κατά Maag, για τα βάθη 8-10m και 14-16m και βρέθηκε ο μέσος συντελεστής διαπερατότητας k_f . Ο τύπος που χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση του k_f είναι ο παρακάτω:

$$k_f = \frac{r}{4h_m} \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad (\text{m/s})$$

Στον *πίνακα 3* που ακολουθεί φαίνεται η ταξινόμηση των εδαφών κατά το ενιαίο σύστημα ταξινόμησης AUSCS.

Η ταξινόμηση USC είναι ένα σύστημα ταξινόμησης που βασίζεται στο μέγεθος των κόκκων και στην πλαστικότητα. Τα εδάφη χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες (*πίνακας 3*), στα λεπτόκοκκα και στα χονδρόκοκκα, χρησιμοποιώντας για το διαχωρισμό το κόσκινο No. 200, που αντιστοιχεί σε διάμετρο κόκκων ίση με 0,075 mm. Όταν το ποσοστό των κόκκων που περνά από το κόσκινο No. 200 είναι μεγαλύτερο του 50%, τότε το έδαφος ταξινομείται στα χονδρόκοκκα εδάφη και ο επιμέρους διαχωρισμός του γίνεται με βάση την κοκκομετρία και τη διαβάθμιση του. Όταν αντίθετα, το ποσοστό των κόκκων που περνά από το κόσκινο No. 200 είναι μικρότερο του 50%, τότε το έδαφος ταξινομείται στα λεπτόκοκκα εδάφη και ο επιμέρους διαχωρισμός του γίνεται με βάση κυρίως το όριο υδαρότητας και το δείκτη πλαστικότητας. Η παρουσία οργανικής ύλης είναι ένας επιπρόσθετος παράγοντας που λαμβάνεται υπόψη στα λεπτόκοκκα εδάφη.

Κάθε κατηγορία (ομάδα) στην οποία διαχωρίζονται τα εδάφη με βάση την ταξινόμηση USC συμβολίζεται με δύο γράμματα του λατινικού αλφάβητου. Το πρώτο γράμμα αναφέρεται στο μέγεθος των κόκκων που βρίσκεται σε μεγαλύτερο ποσοστό (με εξαίρεση τα οργανικά εδάφη). Το δεύτερο γράμμα, για τα χονδρόκοκκα εδάφη, αναφέρεται στη διαβάθμιση για τα καθαρά (με λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά) εδάφη, και την παρουσία κόκκων μεγέθους υλός και αργίλου για τα εδάφη με σημαντικό ποσοστό λεπτόκοκκων υλικών. Τέλος το δεύτερο γράμμα (L ή H), για τα λεπτόκοκκα εδάφη, αναφέρεται σε μεγάλη ή μικρή πλαστικότητα (βλέπε *πίνακα 2*).

Ο εργαστηριακός προσδιορισμός του ορίου υδαρότητας και του δείκτη πλαστικότητας για ένα εδαφικό δείγμα, επιτρέπει τον επιμέρους διαχωρισμό των λεπτόκοκκων εδαφών (συμπεριλαμβανομένου και των λεπτών τεμαχίων των χονδρόκοκκων εδαφών) στην αντίστοιχη κατηγορία με τη βοήθεια του διαγράμματος πλαστικότητας (Casagrande, 1948, από Χρηστάρα, 2002), όπως φαίνεται στο διάγραμμα του *πίνακα 3*. Η ευθεία Α ονομάζεται ευθεία του Casagrande και έχει εξίσωση:

$$PI=0.73-(LL-20)$$

Με τη βοήθεια της ευθείας αυτής και των ευθειών $LL=20$, $LL=35$ και $LL=50$, τοποθετούνται στο διάγραμμα πλαστικότητας Casagrande οι διάφοροι τύποι εδαφών, ανάλογα με τις ιδιότητες τους. Για παράδειγμα, όταν $LL>50$ και PI πάνω από την ευθεία Α, ένα έδαφος χαρακτηρίζεται ως CH, δηλαδή πρόκειται για αργιλικό έδαφος (C) υψηλής πλαστικότητας (H).

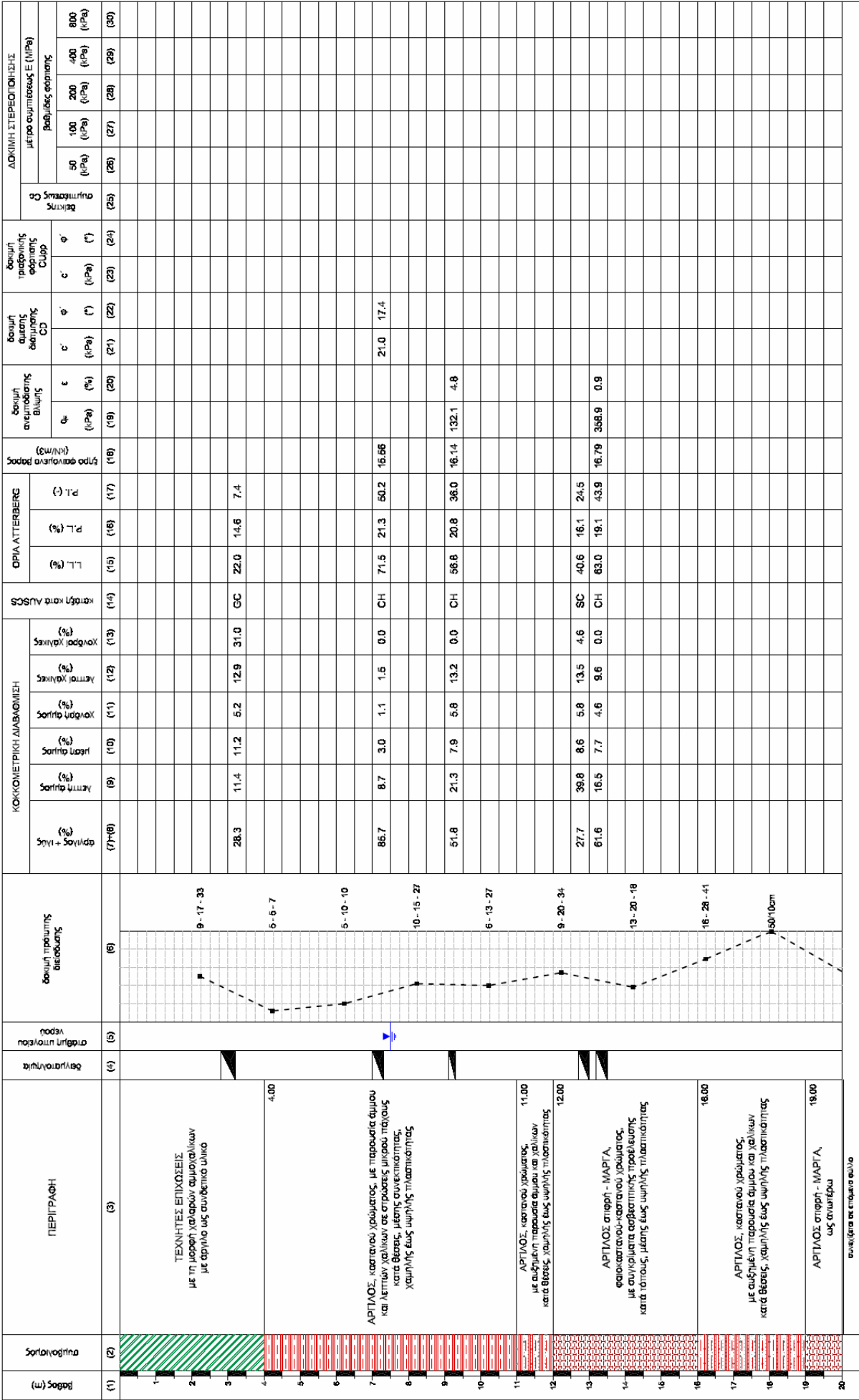
Οι δοκιμές υπαίθρου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατάταξη ενός λεπτόκοκκου εδάφους σε μια από τις κατηγορίες, πριν γίνουν οι πιο λεπτομερείς εργαστηριακές δοκιμές. Στις δοκιμές αυτές υπολογίζονται η αντοχή σε θλίψη, η διόγκωση και σκληρότητα, που είναι μεγέθη που συσχετίζονται με την πλαστικότητα και τους κόκκους μεγέθους ιλύος και αργίλου. Το σύστημα ταξινόμησης USC περιλαμβάνει τυπικά ονόματα εδαφών. Τα εδάφη που κατατάσσονται ανάμεσα σε δύο ομάδες, μπορεί να συμβολιστούν με διττό συμβολισμό, όπως SM-ML και SC-CL.

Πίνακας 3

ΕΝΙΑΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΕΔΑΦΩΝ (ASTM D-2487)				
Κύριος διαχωρισμός	Σύμβολα ομάδας	Όνομα	Εργαστηριακά κριτήρια ταξινόμησης	
Χονδρόκοκκα εδάφη (Περισσότερο από το 50% των κόκκων έχουν διάμετρο μεγαλύτερη του κόσκινου Νο. 200)			Προσδιορισμός του ποσοστού της άμμου και των χαλικιών από την κοκκομετρική καμπύλη. Ανάλογα με το ποσοστό των λεπτόκοκκων ($d < 0.075 \text{ mm}$) τα χονδρόκοκκα εδάφη ταξινομούνται ως εξής: <5% GW, GP, SW, SP >12% GM, GC, SM, SC 5-12% Οριακές περιπτώσεις (διπλή ονομασία)	
Καθαροί χάλικες (καθόλου λεπτόκοκκα)	GW	Καλά διαβαθμισμένα χαλίκια, μείγμα άμμου-χαλικιών, λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4, \quad 1 < C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} < 3$	
	GP	Μη διαβαθμισμένα χαλίκια, μείγμα άμμου-χαλικιών, λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	Δεν ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις τις σχετικές με τη διαβάθμιση για να χαρακτηριστούν GW	
Χάλικες με λεπτόκοκκα (σημαντικό ποσοστό λεπτόκοκκων)	GM ^a	d	Ιλυώδη χαλίκια, μείγμα άμμος-χαλίκια-ιλύς	Όρια Atterberg κάτω από τη γραμμή "Α" ή P.I. μικρότερος του 4 Όρια Atterberg πάνω από τη γραμμή "Α" και P.I. μεγαλύτερος του 7 Πάνω από τη γραμμή "Α" με P.I. μεταξύ 4 και 7 είναι οριακές περιπτώσεις και απαιτείται η χρήση διπλού συμβολισμού.
		u	Αργιλώδη χαλίκια, μείγμα άμμος-χαλίκια-άργιλος	
Άμμοι (περισσότερο από το 50% του χονδρόκοκκων τμημάτων έχουν διάμετρο μικρότερη από αυτή του κόσκινου Νο. 4)				
Καθαρές άμμοι (λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα)	SW	Καλά διαβαθμισμένες άμμοι, χαλικώδεις άμμοι, λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6, \quad 1 < C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} < 3$	
	SP	Μη διαβαθμισμένες άμμοι, χαλικώδεις άμμοι, λίγα ή καθόλου λεπτόκοκκα υλικά	Δεν ικανοποιούν όλες τις απαιτήσεις τις σχετικές με τη διαβάθμιση για να χαρακτηριστούν SW	
Άμμοι με λεπτόκοκκα (Σημαντικό ποσοστό λεπτόκοκκων)	SM ^a	d	Ιλυώδεις άμμοι, μείγμα άμμος-άργιλο-βελιοθήκη "Θεόφραστος"	Όρια Atterberg κάτω από τη γραμμή "Α" ή P.I. μικρότερος του 4 Όρια Atterberg πάνω από τη γραμμή "Α" και P.I. μεγαλύτερος του 7 Οι περιπτώσεις που προβάλλονται στην γραμμοσκιασμένη ζώνη (P.I. = 4-7) είναι οριακές και απαιτείται η χρήση διπλού συμβολισμού
		u	Αργιλώδεις άμμοι, μείγμα άμμος-άργιλος	
	SC	Αργιλώδεις άμμοι, μείγμα άμμος-άργιλος	Όρια Atterberg πάνω από τη γραμμή "Α" και P.I. μεγαλύτερος του 7	

Στις παρακάτω σελίδες παρεμβάλλονται συγκεντρωμένα όλα τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών και των δοκιμών πεδίου που αφορούν τη γεώτρηση Γ2.

ΓΕΩΣΕΙΣΜΙΚΗ Ο.Ε. 28η Οκτωβρίου 182, 36222 Βόλος τηλ. 2421076649 - fax. 2421076646 Σεβαστίου 3-5, 17121 Νέα Σμύρνη τηλ. 2109374096 fax. 2109374097	ΕΡΓΟΔΩΤΗΣ:		ΥΠΕΧΩΔΕ - Γ.Γ.ΔΕ. - ΕΥΔΕΚ. SALONIKA PARK Α.Ε.	ΤΟΜΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ		Γ2
	ΕΡΓΟ:		Μελέτη-κατασκευή-χρηματοδότηση και παραχώρηση ευμετάλλευσης υπόγειου σιδηρού αεραγωγίων στο μπαραντίνο κέντρο της Θεσσαλονίκης επί των οδών: Παπαναστασίου - Κ.Καραμανλή (Ν.Εγνατία) - Κλεάνθους	ΤΥΠΟΣ ΜΗΔΕΥΜΑΤΟΣ: BOYLES ΓΕΩΔΟΤΗΣ: Σ. ΠΑΛΟΥΖΗΣ		ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 21-24/3/2005
			ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΣ/ΑΥΤΟ: Σ. ΣΥΧΟΒΛΑΣ		ΣΤΑΘΜΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ: -7.5



Μελέτη-κατασκευή-χρηματοδότηση και παραχώρηση εκμετάλλευσης υπόγειου σταθμού αυτοκινήτων στο μητροπολιτικό κέντρο της Θεσσαλονίκης
επί των οδών: ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ – Κ.ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ (Ν.ΕΓΝΑΤΙΑ) – ΚΛΕΑΝΘΟΥΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΩΝ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΕΙΣΠΙΕΣΕΩΣ ΜΑΑΓ

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ2

Α/Α ΔΟΚΙΜΗΣ: 1

ΜΕΣΟ ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ			(m)	9.0	ΑΠΟ	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ				
ΜΗΚΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ			(m)	2.0		8.0	ΕΩΣ	10.0		
ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΑ			(m)	7.5						
ΣΩΛΗΝΟΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ			(m)	0.1						
ΑΡΧΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΟ ΑΚΡΟ ΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ			(m)	0.0						
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ			(m)	0.098						
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ			(m)	0.086						
			ΧΡΟΝΟΣ	(min)		2	4	5	10	15
			ΠΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ	(m)		2.20	3.70	4.00	5.90	7.00
ΣΤΗΛΗ ΝΕΡΟΥ:	ΑΡΧΙΚΗ	(m)	7.6	ΤΕΛΙΚΗ	(m)	5.40	3.90	3.60	1.70	0.60
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ			k	(cm/s)		4.88E-04	4.77E-04	4.27E-04	4.28E-04	4.84E-04
ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ			k	(cm/s)		4.61E-04				

Μελέτη-κατασκευή-χρηματοδότηση και παραχώρηση εκμετάλλευσης υπόγειου σταθμού αυτοκινήτων στο μητροπολιτικό κέντρο της Θεσσαλονίκης
επί των οδών: ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ – Κ.ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ (Ν.ΕΓΝΑΤΙΑ) – ΚΛΕΑΝΘΟΥΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΩΝ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΕΙΣΠΙΕΣΕΩΣ ΜΑΑΓ

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ2

Α/Α ΔΟΚΙΜΗΣ: 2

ΜΕΣΟ ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ			(m)	15.0	ΑΠΟ	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ		14.0	ΕΩΣ	16.0
ΜΗΚΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ			(m)	2.0						
ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΑ			(m)	7.5						
ΣΩΛΗΝΟΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ			(m)	0.1						
ΑΡΧΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΟ ΑΚΡΟ ΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ			(m)	0.0						
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ			(m)	0.098						
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ			(m)	0.086						
			ΧΡΟΝΟΣ	(min)						
			ΠΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ	(m)	4	6	8	10	15	
				(m)	4.60	4.90	5.10	5.50	6.70	
ΣΤΗΛΗ ΝΕΡΟΥ:	ΑΡΧΙΚΗ	(m)	7.6	ΤΕΛΙΚΗ	(m)	3.00	2.70	2.50	2.10	0.90
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ			k	(cm/s)	6.64E-04	4.93E-04	3.97E-04	3.68E-04	4.06E-04	
ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ			k	(cm/s)	4.66E-04					

[illegible][illegible]

ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓΟ:		ΕΡΓΟΛΗΠΤΗΣ:		ΕΡΓ	
-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-------	--	-------------	--	-----	--

Μελέτη-κατασκευή-χρηματοδότηση και παραχώρηση εκμετάλλευσης υπόγειου σταθμού αυτοκινήτων στο μητροπολιτικό κέντρο της Θεσσαλονίκης
επί των οδών: ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ – Κ.ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ (Ν.ΕΓΝΑΤΙΑ) – ΚΛΕΑΝΘΟΥΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΩΝ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΕΙΣΠΙΕΣΕΩΣ ΜΑΑΓ

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ1

Α/Α ΔΟΚΙΜΗΣ: 1

ΜΕΣΟ ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ			(m)	9.0	ΑΠΟ	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ		8.0	ΕΩΣ	10.0
ΜΗΚΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ			(m)	2.0						
ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΑ			(m)	6.6						
ΣΩΛΗΝΟΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ			(m)	0.1						
ΑΡΧΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΟ ΑΚΡΟ ΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ			(m)	0.0						
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ			(m)	0.098						
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ			(m)	0.086						
			ΧΡΟΝΟΣ	(min)						
			ΠΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ	(m)	5	7	9	10		
				(m)	0.68	0.76	0.84	0.91	1	
ΣΤΗΛΗ ΝΕΡΟΥ:	ΑΡΧΙΚΗ	(m)	6.7	ΤΕΛΙΚΗ	(m)	6.02	5.94	5.86	5.79	5
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ			k	(cm/s)	6.12E-05	4.91E-05	4.25E-05	4.17E-05	3.52E-05	
ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ			k	(cm/s)	4.59E-05					

Μελέτη-κατασκευή-χρηματοδότηση και παραχώρηση εκμετάλλευσης υπόγειου σταθμού αυτοκινήτων στο μητροπολιτικό κέντρο της Θεσσαλονίκης
επί των οδών: ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ – Κ.ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ (Ν.ΕΓΝΑΤΙΑ) – ΚΛΕΑΝΘΟΥΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΩΝ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΕΙΣΠΙΕΣΕΩΣ ΜΑΑΓ

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ1

Α/Α ΔΟΚΙΜΗΣ: 2

ΜΕΣΟ ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ			(m)	15.0	ΑΠΟ	ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ					
ΜΗΚΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ			(m)	2.0	14.0					ΕΩΣ	16.0
ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΑ			(m)	6.6							
ΣΩΛΗΝΟΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ			(m)	0.1							
ΑΡΧΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΟ ΑΚΡΟ ΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ			(m)	0.0							
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ			(m)	0.098							
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ			(m)	0.086							
			ΧΡΟΝΟΣ	(min)							
			ΠΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ	(m)							
ΣΤΗΛΗ ΝΕΡΟΥ:	ΑΡΧΙΚΗ	(m)	6.7	ΤΕΛΙΚΗ	(m)	10	12	13	14	15	
						0.09	0.10	0.12	0.12	0.14	
						6.62	6.60	6.59	6.58	6.57	
	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ			k	(cm/s)	3.65E-06	3.58E-06	3.81E-06	3.69E-06	3.88E-06	
	ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ			k	(cm/s)	3.72E-06					

Μελέτη-κατασκευή-χρηματοδότηση και παραχώρηση εκμετάλλευσης υπόγειου σταθμού αυτοκινήτων στο μητροπολιτικό κέντρο της Θεσσαλονίκης
επί των οδών: ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ – Κ.ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ (Ν.ΕΓΝΑΤΙΑ) – ΚΛΕΑΝΘΟΥΣ

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΩΝ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΕΙΣΠΙΕΣΕΩΣ ΜΑΑΓ**

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ3

Α/Α ΔΟΚΙΜΗΣ: 1

				ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ								
				ΑΠΟ		6.0	ΕΩΣ	9.0				
ΜΕΣΟ ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ				(m)	7.5							
ΜΗΚΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ				(m)	3.0							
ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΑ				(m)	8.5							
ΣΩΛΗΝΟΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ				(m)	0.1							
ΑΡΧΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΟ ΑΚΡΟ ΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ				(m)	0.0							
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ				(m)	0.098							
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ				(m)	0.086							
				ΧΡΟΝΟΣ	(min)	5	7	9	10	15		
				ΠΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ	(m)	2.42	2.74	3.70	4.35	4.60		
ΣΤΗΛΗ ΝΕΡΟΥ:	ΑΡΧΙΚΗ	(m)	7.6	ΤΕΛΙΚΗ	(m)	5.18	4.86	3.90	3.25	3.00		
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ				k	(cm/s)	1.62E-04	1.35E-04	1.57E-04	1.80E-04	1.31E-04		
ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ				k	(cm/s)	1.53E-04						

Μελέτη-κατασκευή-χρηματοδότηση και παραχώρηση εκμετάλλευσης υπόγειου σταθμού αυτοκινήτων στο μητροπολιτικό κέντρο της Θεσσαλονίκης
επί των οδών: ΠΑΠΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ – Κ.ΚΑΡΑΜΑΝΛΗ (Ν.ΕΓΝΑΤΙΑ) – ΚΛΕΑΝΘΟΥΣ

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΩΝ
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΕΙΣΠΙΕΣΕΩΣ ΜΑΑΓ**

ΓΕΩΤΡΗΣΗ Γ3

Α/Α ΔΟΚΙΜΗΣ: 2

				ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ						
ΜΕΣΟ ΒΑΘΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ				(m)	13.8	ΑΠΟ	12.0	ΕΩΣ	15.5	
ΜΗΚΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ				(m)	3.5					
ΣΤΑΘΜΗ ΥΔΡΟΦΟΡΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΑ				(m)	8.5					
ΣΩΛΗΝΟΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ				(m)	0.1					
ΑΡΧΙΚΗ ΣΤΑΘΜΗ ΜΕΤΡΗΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΟ ΑΚΡΟ ΤΟΥ ΣΩΛΗΝΑ				(m)	0.0					
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΣΩΛΗΝΩΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ				(m)	0.098					
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΗΣ				(m)	0.086					
				ΧΡΟΝΟΣ	(min)	5	7	9	10	15
				ΠΤΩΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ	(m)	2.40	2.88	3.00	3.24	3.70
ΣΤΗΛΗ ΝΕΡΟΥ:	ΑΡΧΙΚΗ	(m)	8.6	ΤΕΛΙΚΗ	(m)	6.20	5.72	5.60	5.36	4.90
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ				k	(cm/s)	1.23E-04	1.09E-04	8.96E-05	8.89E-05	7.05E-05
ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ				k	(cm/s)	9.63E-05				

3.1 ΚΟΣΤΟΛΟΓΙΟ

Παρακάτω δίνονται οι επίσημες τιμές του Υπουργείου ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. για τις δειγματοληπτικές γεωτρήσεις .Επί αυτών των τιμών έγιναν εκπτώσεις .

ΠΙΝΑΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΛΟΓΙΣΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ-ΜΕΛΕΤΗΣ

(Που συνοδεύει την Προσφορά των 1^{ης} & Τελικό Λογαριασμό)

Τιμές Μονάδας από Τιμολόγια ΥΠΕΧΩΔΕ ΓΕΩΤ & ΕΔΑΦ-ΒΡΑΧ : Γ ΤΡ.06 Λ= 0,10223

ΓΕΩΤ: Αξιολογή Τριών Διαγνώσεων Τριών Γεωτρήσεων Γεωτρήσεων Εξοπλισμού Δύο Πλάγιων Δ20-110-φ1100

ΕΔΑΦ-ΒΡΑΧ: Αξιολογή Τριών Εργαστ. Δοκιμ. Εξοπλισμός-Βραχίονας Δ140-ΠΤΩΝ-ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ Δ1200-ΦΡΕΣ Δ20-234-φ1100

Εργασίες προς εκτέλεση ακολουθώντας τον/ς Δ' Τμήμον/ων ΠΜΦ

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	Μον.	Αρ/Τμήμα	Τιμή Μον.	Εισα.	Αποσύντ.
Α. Ερευνητικές Δοκιμές Πεδίου						
1	Εισιόδηση-Αποσύντωση Γεωτρήσιμου Τύπου= 20		ΓΕΩΤ1	1,478.10		
2	Μετακίνηση Γεωτρήσιμου από θέση αέ θέσε	ωρο	ΓΕΩΤ2	83.00		
3	Κατασκευή Διεκτίου νερού	μ.μ.	ΓΕΩΤ3.1	18.87		
4	Αντλία προμήθεας νερού	ωρο	ΓΕΩΤ3.2	9.78		
5	Ευποφόρο όχημα μεταφοράς νερού	ωρο	ΓΕΩΤ3.3	368.42		
Αποσύντωση 10% αξίας διατηρήσεων :						
6	Μείον 10% Τέλη για διατήρηση των ΓΕΩΤ4=					
Προκαταρκτικές Γεωτρήσεις.....						
Σε όγκους εργάσιμους με/ε, με/ε και/ε βράχ:						
7	για βάθη 0-20μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.1α	173.83		
8	για βάθη 20-40μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.1β	198.33		
9	για βάθη 40-60μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.1γ	217.03		
10	για βάθη 60-80μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.1δ	236.74		
11	για βάθη 80-100μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.1ε	260.44		
Σε εργάσιμους με/ε και/ε βράχ με ΑΩΔ<35:						
12	για βάθη 0-20μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.2α	295.17		
13	για βάθη 20-40μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.2β	332.08		
14	για βάθη 40-60μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.2γ	366.98		
15	για βάθη 60-80μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.2δ	406.86		
16	για βάθη 80-100μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.2ε	442.76		
Σε ανώτερους βράχους με ΑΩΔ>35:						
17	για βάθη 0-20μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.3α	243.08		
18	για βάθη 20-40μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.3β	278.48		
19	για βάθη 40-60μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.3γ	308.86		
20	για βάθη 60-80μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.3δ	334.23		
21	για βάθη 80-100μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ4.3ε	364.62		
22	Αξιοπρόσβατο δρόμο με πλάση	ωρο	ΓΕΩΤ6	60.81		
Διενέργεια εν όψει γεωτρήσεων.....						
Σε όγκους εργάσιμους με/ε :						
23	για βάθη 0-20μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ7.1α	52.08		
24	για βάθη 20-40μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ7.1β	68.60		
25	για βάθη 40-60μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ7.1γ	85.11		
26	για βάθη 60-80μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ7.1δ	71.62		
27	για βάθη 80-100μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ7.1ε	78.13		
Σε ανώτερους με/ε και/ε βράχ με ΑΩΔ<35:						
28	για βάθη 0-20μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ7.2α	88.55		
29	για βάθη 20-40μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ7.2β	99.62		
30	για βάθη 40-60μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ7.2γ	110.69		
31	για βάθη 60-80μ.	μ.μ.	ΓΕΩΤ7.2δ	121.76		

32	για βάθη 80-100μ.	τεμ.	ΓΕΩΤ7.2ε	132,83		
33	Δοκιμή εκπίεσης LUGEON	τεμ.	ΓΕΩΤ9	174,41		
34	Δοκιμή εκπίεσης MAAG ή LEFRANC	τεμ.	ΓΕΩΤ10	82,53		
35	Δοκιμή πρότυπης διαίθευσης SPT	τεμ.	ΓΕΩΤ11	42,17		
36	Αρχία γεωτρητικού συγκροτήματος	ώρα	ΓΕΩΤ12	83,00		
37	Πιεζομετρικός φιλτροσωλήνας	μ.μ.	ΓΕΩΤ15	31,93		
38	Κεφαλή πιεζομέτρου	τεμ.	ΓΕΩΤ18	168,69		
39	Εισκόμιση-Αποκόμιση οργάνων και προσωπικού για διεξαγωγή επιτόπου δοκιμών.Τ(χλμ)= 260		ΕΔΑΦ24	722,14		
40	Επί τόπου μέτρηση πυκνότητας με άμμο	τεμ.	ΕΔΑΦ27	50,39		
41	Επί τόπου προσδιορισμός CBR	τεμ.	ΕΔΑΦ28	88,18		
42	Επί τόπου δοκιμή φόρτισης πλάκας	τεμ.	ΕΔΑΦ29	484,72		
43	Εισκόμιση-Αποκόμιση Στατικού Πενετρόμετρου Τ(χλμ)= 5		ΕΔΑΦ31α	263,68		
44	Μετακίνηση Πενετρόμετρου από θέση σε θέση	ώρα	ΕΔΑΦ31γ	83,00		
45	Στατικές Πενετρομετρήσεις βάθους 0-20μ.	τεμ.	ΕΔΑΦ32α	454,71		
46	Στατικές Πενετρομετρήσεις βάθους 20-30μ.	τεμ.	ΕΔΑΦ32β	868,38		
47	Στατικές Πενετρομετρήσεις βάθους >30μ.	τεμ.	ΕΔΑΦ32γ	882,06		
48	Επί τόπου δοκιμή πτερυγίου (VANE Test)	τεμ.	ΕΔΑΦ33	178,58		
Ερευνητικά φρέατα : =15τεμ. Όγκος εκσκαφής =15*(1.0*3.0*3.5)=157.5μ3						
49	Εκσκαφή, Χαρτογράφηση, Επίχωση Φρεάτων	μ3	ΑΤΕΟ216γ	10,82		
50	Λήψη αδιαταράκτων δειγμάτων από φρέατα	τεμ	σχΓΕΩΤ6	50,81		
Σύνολο Δαπάνης Ερευνητικών Εργασιών Πεδίου :				Σ1=	0,00	
B. Εργαστηριακές Δοκιμές						
51	Προπαρασκευή εδαφικ. δειγμάτων σε ξηρή κατ.	τεμ.	ΕΔΑΦ1	12,80	-	
52	Προσδιορισμός φυσικής υγρασίας εδάφους	τεμ.	ΕΔΑΦ2	10,08		
53	Προσδιορισμός φαινόμενου βάρους εδάφους	τεμ.	ΕΔΑΦ3	26,19		
54	Προσδιορισμός Ειδικού βάρους εδάφους	τεμ.	ΕΔΑΦ4	31,49		
55	Προσδιορισμ.ορίων Υδαρότητας-Πλαστικότητας	τεμ.	ΕΔΑΦ6	37,79		
56	Κοκκομετρική ανάλυση εν ξηρώ με κόσκινα	τεμ.	ΕΔΑΦ5	37,79		
57	Κοκκομετρική ανάλυση με Αραιόμετρο	τεμ.	ΕΔΑΦ8	55,43		
58	Βέλτιστη υγρασία-πυκνότητα κατά PROCTOR	τεμ.	ΕΔΑΦ9	55,43		
59	Προσδιορισμός CBR στο εργαστήριο	τεμ.	ΕΔΑΦ10	131,70		
60	Δοκιμή μονοδιάστατης Στερεοποίησης	τεμ.	ΕΔΑΦ11	108,50		
61	Δοκιμή Ανεμπόδισης Θλίψης	τεμ.	ΕΔΑΦ12	32,75		
62	Τριαξονική δοκιμή UU (χωρίς στερεοποίηση)	τεμ.	ΕΔΑΦ13	42,37		
63	Τριαξονική δοκιμή CU (με στερεοποίηση)	τεμ.	ΕΔΑΦ14	107,65		
64	Τριαξονική δοκιμή CD (με στερεοποίηση)	τεμ.	ΕΔΑΦ15	145,44		
65	Δοκιμή ταχείας Διάτμησης χωρίς στερεοπ. (UU)	τεμ.	ΕΔΑΦ16	39,66		
66	Δοκιμή ταχείας Διάτμησης με στερεοπ. (CU)	τεμ.	ΕΔΑΦ17	54,74		
67	Δοκιμή βραδείας Διάτμησης με στερεοπ. (CD)	τεμ.	ΕΔΑΦ18	64,82		
68	Δοκιμή Υδροπερατότητας σταθερού ύψους	τεμ.	ΕΔΑΦ19	60,39		
69	Δοκιμή Υδροπερατότητας μεταβαλλοῦ ύψους	τεμ.	ΕΔΑΦ20	37,79		
70	Προσδ. Υδροπερατότητας στη στερεοποίηση	τεμ.	ΕΔΑΦ21	10,08		
71	Παραμένονσα αντοχή(συσκ. άμεσης Διάτμησης)	τεμ.	ΕΔΑΦ22	124,83		

72	Παραμένοντες ανταρξή(αισθ. δοκιμ.Αδελφότητας)	αρ.	ΕΔΑΦ23	75,98		
73	Προσδιορισία κυλινδρικών βραχυδών δοκιμών	αρ.	ΒΡΑΧ1	60,36		
74	Προσδιορισμός φυσικής υγρασίας βράχου	αρ.	ΒΡΑΧ2	12,60		
75	Προσδιορισμός παρυδάσ-τυκνότητας βράχου	αρ.	ΒΡΑΧ3	25,19		
76	Ανταρξή βραχυδών δοκιμ. σε αντιμετώπιση θλίψη	αρ.	ΒΡΑΧ4	37,22		
77	Ανταρξή βραχυδών δοκιμ. σε σημειακή φόρτιση	αρ.	ΒΡΑΧ5	27,14		
78	Ανταρξή βραχυδών δοκιμ. σε τριαντακή θλίψη	αρ.	ΒΡΑΧ6	67,03		
79	Προσδ.σκληρότητας βράχων με σφυρί SCHMIDT	αρ.	ΒΡΑΧ7	16,32		
80	Προσδ. διαμτ. ανταρξής ασυνεχών βράχων	αρ.	ΒΡΑΧ8	200,41		
81	Προσδ. εφέλ. εντ. βράχου (θλίψη γενήταρ)	αρ.	ΒΡΑΧ10	37,22		

Όσον αφορά τα ιδιωτικά έργα , οι τιμές είναι χαμηλότερες και καθορίζονται από την προσφορά και τη ζήτηση.

3.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το πρόγραμμα των γεωερευνητικών εργασιών πεδίου καθορίστηκε με σκοπό την καλύτερη δυνατή διερεύνηση της περιοχής του έργου και περιελάμβανε την εκτέλεση τριών γεωτρήσεων Γ_1 , Γ_2 και Γ_3 βάθους 25 μέτρων έκαστη. Οι επί τόπου εργασίες εκτελέστηκαν κατά το χρονικό διάστημα από 16 – 29 Μαρτίου 2005. Οι εργαστηριακές δοκιμές διεξήχθησαν στο εργαστήριο της τεχνικής εταιρίας ΓΕΩΣΕΙΣΜΙΚΗ Ο.Ε., με τρόπο σύμφωνο προς τις σχετικές Δημόσιες Τεχνικές Προδιαγραφές, καθώς και τις αντίστοιχες διεθνείς προδιαγραφές.

Αντικείμενο των ερευνητικών γεωτρήσεων Γ_1 , Γ_2 και Γ_3 ήταν ο προσδιορισμός των εδαφικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή μελέτης , ο καθορισμός της ακριβούς στρωματογραφίας στο βαθμό που η ομοιομορφία του υπεδάφους το επιτρέπει και ο προσδιορισμός των απαιτούμενων εδαφικών παραμέτρων για την διεξαγωγή γεωτεχνικών ελέγχων. Αντικείμενο της γεωτεχνικής μελέτης, με την πραγματοποίηση των δοκιμών που έγιναν, αποτέλεσε η ανάδειξη και η αντιμετώπιση πιθανών προβλημάτων στα οποία η κατασκευή του έργου ίσως οδηγούσε.

Η γεώτρηση Γ_2 πραγματοποιήθηκε σε τέσσερις ημέρες ,σε περίοδο όπου επικρατούσαν καλές καιρικές συνθήκες, οπότε δεν βγήκαν οι εργασίες εκτός προγραμματισμού. Υπήρξε μονάχα ένα τεχνικό πρόβλημα, όταν έσπασε το συρματοσχοινο κατά την προσπάθεια

απεγκλωβισμού μιας καροταρίας από το εσωτερικό ενός περιφραγματικού σωλήνα . Το συρματόσχοινο ,αντικαταστάθηκε άμεσα την επόμενη ημέρα και αναζητήθηκαν άλλοι τρόποι για την ανάκτηση της καροταρίας .Υστερα από αυτό , η γεώτρηση συνεχίστηκε κανονικά χωρίς άλλες τεχνικές δυσκολίες.

Β' ΜΕΡΟΣ

ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι υδρογεωτρήσεις γίνονται για την ανεύρεση και παραγωγή υπόγειου νερού, που είναι το πολυτιμότερο γήινο φυσικό αγαθό. Η συνεχής αναβάθμιση του βιοτικού επιπέδου του ανθρώπου και κυρίως η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της γης, οδήγησε στην ολοένα αυξανόμενη κατανάλωση νερού για την κάλυψη των βασικών και καθημερινών αναγκών. Επιπλέον σε συνδυασμό με την οικονομική και βιομηχανική ανάπτυξη, προκαλείται όλο και μεγαλύτερη επιβάρυνση και μόλυνση των επιφανειακών υδάτινων φορέων (πηγών, ποταμών, λιμνών) αλλά και των «ρηχών» υδροφόρων σχηματισμών. Από την άλλη μεριά, η εντατικοποίηση της γεωργίας, που είναι φυσική και ζωτική συνέπεια της αύξησης του πληθυσμού, απαιτεί όλο και μεγαλύτερες ποσότητες νερού άρδευσης, καλής σχετικά ποιότητας, που δεν μπορεί να εξασφαλιστούν μόνο από τους επιφανειακούς πόρους, ιδιαίτερα σε μερικές μη ευνοημένες από τη φύση χώρες ή περιοχές. Αν σε όλα αυτά προστεθεί η ελάττωση των βροχοπτώσεων, που παρατηρείται γενικά τα τελευταία χρόνια, γίνεται κατανοητό γιατί η αναζήτηση όλο και περισσότερου και καλής ποιότητας νερού ύδρευσης και άρδευσης, με όλο και πιο βαθιές γεωτρήσεις, είναι πολύ συνηθισμένο πια φαινόμενο. Έτσι οι γεωτρήσεις αναζήτησης, εντοπισμού και παραγωγής νερού αυξήθηκαν και αυξάνονται συνεχώς σε αριθμό και βάθος.

Κατά τα τελευταία χρόνια ο αριθμός ανορύξεως γεωτρήσεων για την άντληση υπόγειου νερού είναι τόσο μεγάλος, ώστε σε πολλές περιοχές προέκυψε η ανάγκη επιβολής από την Πολιτεία περιορισμών ή απαγορεύσεων ανορύξεως νέων γεωτρήσεων για να αποφευχθούν ορισμένες δυσάρεστες συνέπειες, όπως είναι η εξάντληση των υπόγειων αποθεμάτων, η υφαλμύρωση του γλυκού νερού στις παραθαλάσσιες περιοχές από τη διείσδυση του θαλασσινού νερού κλπ.

Στην Ελλάδα η κατασκευή των υδρογεωτρήσεων άρχισε να διαδίδεται μετά την

απελευθέρωση από τον τουρκικό ζυγό και μέχρι το 1922 η εκτέλεσή τους σε διάφορα μέρη της Ελλάδος ήταν έργο κυρίως ευπόρων ιδιωτών. Από το έτος αυτό της μικρασιατικής καταστροφής, το κράτος άρχισε να ανορύσσει μεγάλο αριθμό γεωτρήσεων με την επίβλεψη γεωλόγων για την ύδρευση και άρδευση προσφυγικών κυρίως περιοχών. Από τότε ο ρυθμός ανορύξεως γεωτρήσεων καθημερινά μεγαλώνει, ιδίως στους προσχωματικούς υδροφορείς.

4.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΩΝ

Η διάτρηση του εδάφους επιτυγχάνεται με τα γεωτρύπανα. Το γεωτρύπανο είναι ένα βαρύ μεταλλικό «μηχάνημα» και αποτελείται βασικά από τα μηχανολογικά τμήματα, που εξασφαλίζουν την κίνηση, τα κοπτικά όργανα και τον φέροντά τους εξοπλισμό. Όλα μαζί επιτρέπουν τη διάτρηση και τη λήψη των κατάλληλων δειγμάτων από τους γεωλογικούς σχηματισμούς και τα χρήσιμα μερικές φορές στοιχεία ή προϊόντα που συναντούν. Το συγκρότημα περιλαμβάνει επίσης τις συνοδεύουσες συσκευές-μηχανές, που εξασφαλίζουν τις άλλες απαραίτητες εργασίες (τσιμέντωση, κυκλοφορία λάσπης μέσα στη γεώτρηση κ.λ.π.). Το γεωτρύπανο διαθέτει συνήθως αυτοδυναμία στη λειτουργία του, τη μετακίνηση (εισκόμιση, τοποθέτηση και αλλαγή θέσης) και την ενέργεια.

Κάθε γεωτρύπανο έχει τα δικά του τεχνικά χαρακτηριστικά, ανάλογα με το είδος και το βάθος των γεωτρήσεων που προορίζεται να κάνει, και υπηρετείται από ειδικευμένους τεχνικούς. Ένα μεγάλο γεωτρύπανο αποτελεί ουσιαστικά ένα κινητό «εργοστάσιο» ένα εργοτάξιο τριπλής βάρδιας, με δεκάδες τεχνικούς διαφόρων ειδικοτήτων και επικεφαλής ένα μηχανικό γεωτρήσεων, καθώς και ένα βασικό τους συνεργάτη, το γεωλόγο γεωτρήσεων. Ένα μικρότερο γεωτρύπανο έχει συνήθως ένα γεωτρυπανιστή και μερικούς βοηθούς – εργάτες, με επιβλέποντα μηχανικό ή γεωλόγο.

Στις υδρογεωτρήσεις, ανάλογα με τον τρόπο διάτρησης του εδάφους χρησιμοποιούνται κρουστικά ή περιστροφικά γεωτρύπανα, ανάλογα με το βάθος, τα πετρώματα, τις τεχνικές παραμέτρους και το σκοπό για τον οποίο γίνεται κάθε γεώτρηση.

4.2.1 ΚΡΟΥΣΤΙΚΑ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΑ

Τα κρουστικά γεωτρύπανα είναι πιο απλά από τα περιστροφικά, καθώς έχουν φθηνότερο κόστος επένδυσης, απλούστερο χειρισμό, λιγότερα παρελκόμενα και περιορισμένες απαιτήσεις στη μεταφορά. Επίσης χρειάζονται συνήθως λιγότερο προσωπικό για τη λειτουργία τους. Το κόστος αγοράς τους είναι κατά 30-50% μικρότερο σε σχέση με ένα περιστροφικό γεωτρύπανο ίσης δυναμικότητας.

Τα κύρια μέρη ενός κρουστικού γεωτρύπανου είναι οι:

- **φέροντας μηχανισμός**, που είναι συνήθως αυτοκινούμενος,
- **πύργος** (κοινώς γάβρια), ο οποίος στην κορυφή του φέρει μια ή περισσότερες τροχαλίες,
- **κινητήρας** και το **βαρούλκο** για την κίνηση του συρματόσχοινου και
- **κοπτήρας** (κοινώς κοπίδι) συνδεδεμένος στο άκρο του συρματόσχοινου, ο οποίος ανερχόμενος και κατερχόμενος συνεχώς χτυπά τον πυθμένα της γεώτρησης και θρυμματίζει το πέτρωμα. Τα κοπτικά άκρα είναι κατασκευασμένα από ειδικό χάλυβα και ιδιαίτερα το κατώτερο τμήμα τους (μαχαίρι) αποτελείται από ειδικό μεταλλικό κράμα, που αντέχει στη θραύση. Τα συντρίμματα, κατά χρονικά διαστήματα, αφαιρούνται από το βάθος της διανοιγόμενης οπής με ένα εργαλείο γνωστό ως «**κάδος**», ο οποίος είναι χωρητικότητας έως 250 λίτρων και έχει μια βαλβίδα στο κάτω τμήμα του, η οποία κλείνει με εντολή από την επιφάνεια, όταν ο κάδος γεμίσει με τρίμματα και πολτό.
- **σειρά εργαλείων**, που προσαρμόζονται στην άκρη του συρματόσχοινου ή των στελεχών για να εξασφαλίσουν μια μικρή περιστροφή των κοπτικών άκρων.

Επίσης στα υδραυλικά κρουστικά γεωτρύπανα υπάρχει και **αντλία κυκλοφορίας νερού**.

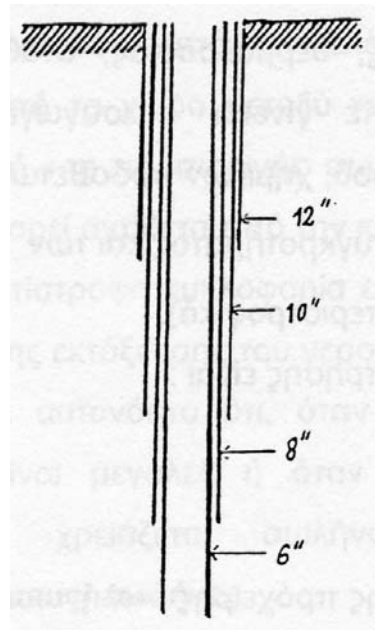
Η διανοιγόμενη κυλινδρική οπή της γεώτρησης απαιτεί πάντα μία ποσότητα νερού, είτε προερχόμενη από υδροφόρο στρώμα, είτε προστιθέμενη από το γεωτρυπανιστή που τη ρίχνει από το στόμιο της γεώτρησης. Έτσι επιτυγχάνεται αφενός η ψύξη του κοπτήρα και η ελάττωση της τριβής κατά την πρόσκρουση του κοπτικού άκρου στο πέτρωμα και αφετέρου η εύκολη αφαίρεση των τριμάτων του πετρώματος, τα οποία με το νερό σχηματίζουν υγρό πολτό που αφαιρείται με το κάδο καθαρισμού. Η βελτίωση της πυκνότητας του πολτού και η εξασφάλιση της σταθερότητας των τοιχωμάτων της γεώτρησης, όταν αυτά έχουν τάσεις κατάπτωσης ή όταν υπάρχει υδροφορία σε μερικά διατηρηθέντα στρώματα, επιτυγχάνεται καλύτερα με την προσθήκη μπεντονίτη.

Η διατρητική στήλη κάνει 20-40 κρούσεις το λεπτό, ενώ ταυτόχρονα περιστρέφεται

αργά, ώστε το διανοιγόμενο τμήμα να έχει κυλινδρικό σχήμα, διαμέτρου μεγαλύτερης ή ίσης προς το μήκος του «μαχαιριού». Η προχώρηση της διάτρησης, που γίνεται συνήθως κάθε 1-2 m, συσσωρεύει αρκετά τρίμματα στα τοιχώματα και τον πυθμένα, γι' αυτό παρεμβάλλεται ο καθαρισμός. Έτσι εξάγεται το κοπτικό άκρο και εισάγεται ο κάδος καθαρισμού, που βγάζει όλα τα τρίμματα σε μία ή περισσότερες φορές. Μετά, συνεχίζεται η διάτρηση από τον καθαρό πια πυθμένα για άλλα 1-2 m, και ούτω καθεξής.

Από τα εξαγόμενα τρίμματα (cuttings) γίνεται σχετική δειγματοληψία που είναι απαραίτητη για την εκπόνηση της στρωματογραφικής στήλης της γεώτρησης. Με την κρουστική διάτρηση δεν είναι βέβαια δυνατόν να ληφθούν πυρήνες (καρότα) των διατρηθέντων γεωλογικών σχηματισμών. Έτσι, οι αντλούμενες πληροφορίες είναι τόσο περιορισμένες όσο και προβληματικές, εξαιτίας της ανάμιξης των τριμμάτων που προέρχονται από διαφορετικά βάθη. Γι' αυτό το λόγο, η κρουστική διάτρηση δεν προσφέρεται για σοβαρή και λεπτομερή ερευνητική εργασία. Χρησιμοποιείται συνήθως, σε γεωτρήσεις ρουτίνας (κυρίως υδρογεωτρήσεις ή γεωτρήσεις τεχνικών έργων), που έχουν ως κυριότερο σκοπό τη διάνοιξη της οπής.

Τα κρουστικά γεωτρώπανα κάνουν καλύτερες υδρογεωτρήσεις, γιατί δε χρησιμοποιούν ουσιαστικά πολτό διάτρησης ή χρειάζονται αραιό πολτό χωρίς μπεντονίτη. Έτσι, δεν κλείνουν τους πόρους και τις ρωγμές-διαρρήξεις ή τα μικρά έγκοιλα των υδροφόρων, στα τοιχώματα των γεωτρήσεων ή μέσα στους σχηματισμούς. Έχουν όμως περιορισμούς και μειονεκτήματα, παραδείγματος χάριν η ανάγκη προσωρινής επενδύσεως των περισσοτέρων από τις κρουστικές γεωτρήσεις με σιδηροσωλήνες αποτελεί μειονέκτημα της κρουστικής μεθόδου, γιατί απαιτεί χρόνο τόσο η μεταφορά όσο και η τοποθέτηση και



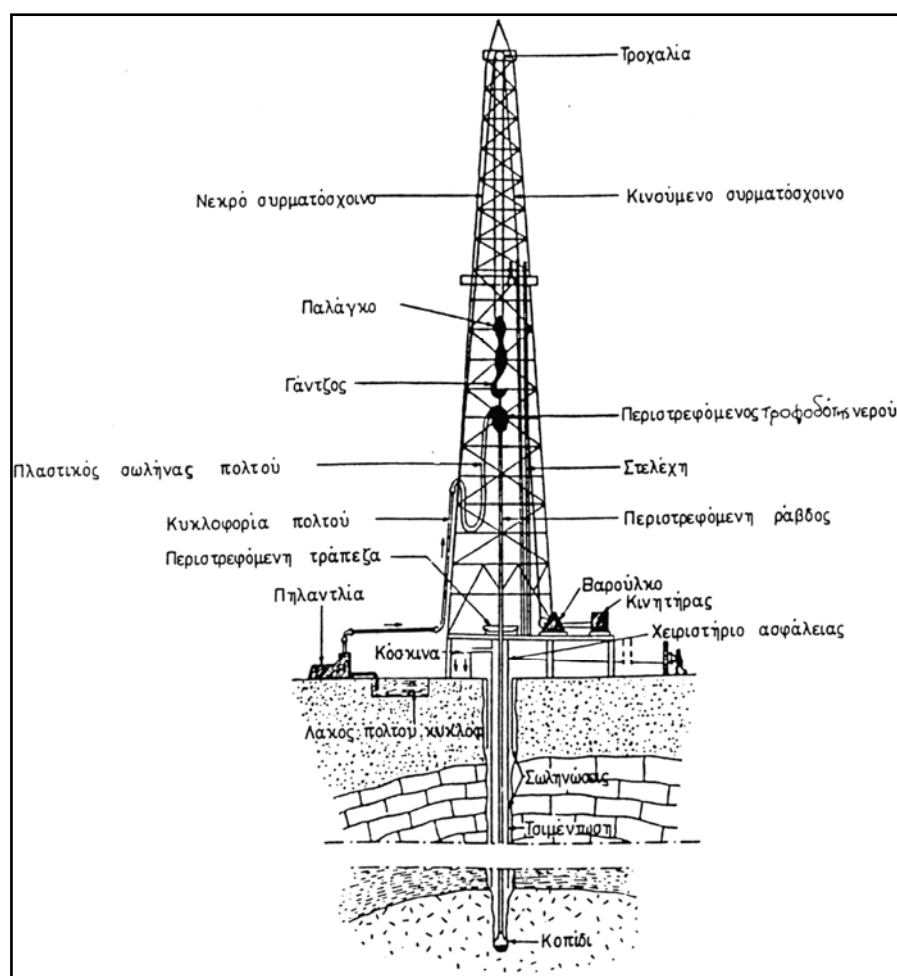
εξαγωγή των σωλήνων αυτών. Έτσι για γεώτρηση μέσα σε προσχλωσιγενή εδάφη βάθους 150 μέτρων απαιτούνται περισσότερα από 500 μέτρα σωλήνες διαφόρων διαμέτρων όπως 12-10-8 και 6 ιντσών (σχήμα 36)

Σχήμα 36.

Προσωρινή σωλήνωση γεώτρησης με κρουστικό γεωτρώπανο (Βαφειάδης, Π 1977)

4.2.2 ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΑ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΑ

Τα περιστροφικά γεωτρύπανα χρησιμοποιούνται συχνότερα για τους περισσότερους τύπους γεωτρήσεων και έχουν πολλές παραλλαγές. Πήραν την ονομασία τους από την περιστροφική κίνηση του κοπτικού άκρου, η οποία μεταδίδεται σε αυτό από τον κινητήρα, μέσω των απαραίτητων « στελεχών ». Τα « στελέχη » είναι ειδικοί μεταλλικοί σωλήνες από ενισχυμένο χάλυβα, έχουν μικρή διάμετρο αλλά μεγάλο σχετικά πάχος τοιχωμάτων, ώστε να αντέχουν στις μεγάλες μηχανικές καταπονήσεις που υφίστανται από την αντίσταση των πετρωμάτων και των τοιχωμάτων της γεώτρησης κατά την περιστροφή και από τις τάσεις ανύψωσης στήλης μεγάλου βάρους. Για ευνόητους λόγους, έχουν πολύ χοντρά «πάσσα» και επιτρέπουν, στο εσωτερικό τους, τη συνεχή κυκλοφορία ειδικού πολτού ή νερού, που είναι απαραίτητα κατά τη διάτρηση. Τα στελέχη έχουν διαφορετικές διαμέτρους και μήκη, ανάλογα με το είδος και την τεχνική της γεώτρησης.



Σχήμα 37.
Σχηματική
παράσταση ενός
περιστροφικού
γεωτρυπάνου
(Castany, 1968,
από Καλλέργη, 1986)
(Φυτίκας, 1998)

Τα στελέχη συνδέονται μεταξύ τους με τα χοντρά τους «πάσσα», ενώ το άνω άκρο τους συνδέεται με το σωλήνα τροφοδοσίας πολτού ή νερού ή αέρα (swivel) και το κάτω με το κοπτικό άκρο της γεώτρησης ή τον «οδηγό».

Η περιστροφική κίνηση των στελεχών στη γεώτρηση δίνεται από τον κινητήρα, που βρίσκεται στην επιφάνεια, με την παρεμβολή κατάλληλων γραναζιών ή άλλων συστημάτων μετάδοσης της κίνησης.

Τα περιστροφικά γεωτρώπανα υποδιαιρούνται σε δυο τύπους αναλόγως του τρόπου κυκλοφορίας του πολτού: σε περιστροφικά κανονικής κυκλοφορίας και σε περιστροφικά ανάστροφης κυκλοφορίας.

4.2.2.1 ΔΙΑΤΡΗΣΗ ΜΕ ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

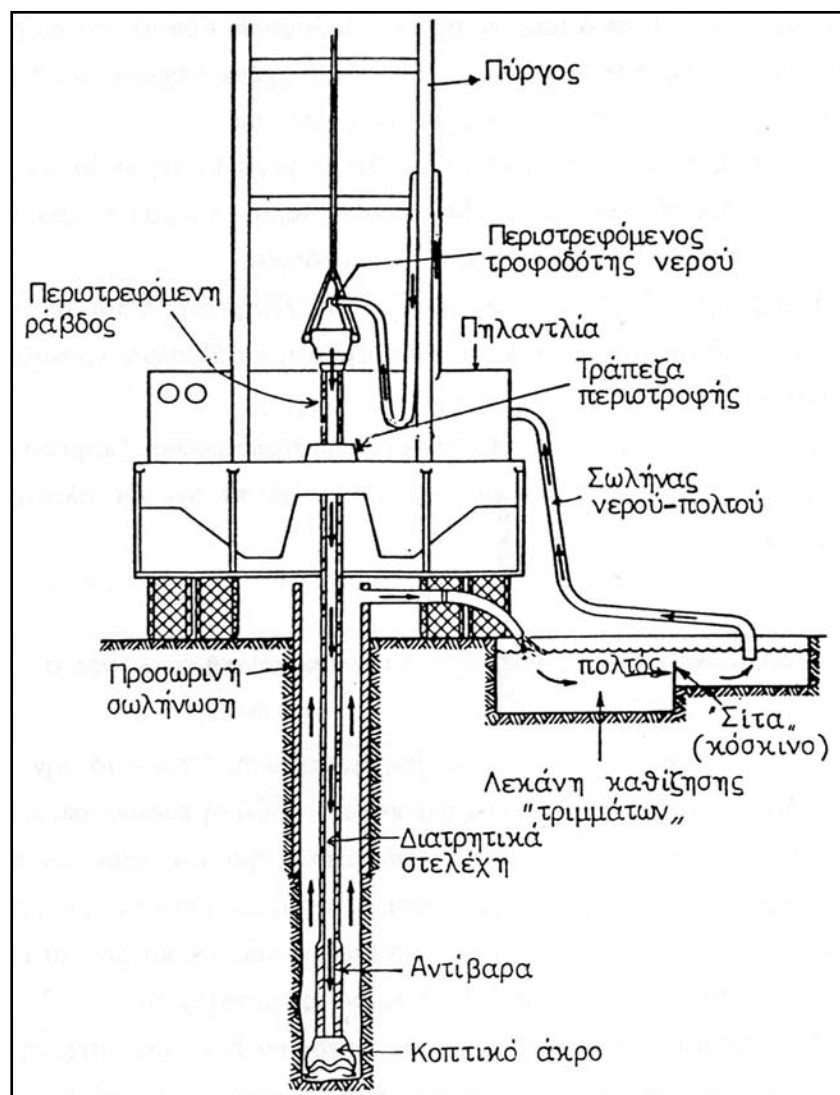
Η διατρητική στήλη (κοπτικό άκρο, οδηγός και διαδοχικά στελέχη) αποτελεί το μέσο καθόδου και ανόδου του κοπτικού άκρου, μεταδίδει σ' αυτό την περιστροφική κίνηση, ως και την απαραίτητη συμπληρωματική πίεση (με κατάλληλο υδραυλικό σύστημα αλλά και το βάρος της όλης στήλης), που είναι απαραίτητη για τη θραύση του πετρώματος. Έτσι τα δημιουργημένα τρίμματα με τη βοήθεια του συνεχώς κυκλοφορούντος πολτού διατρήσεως, εξέρχονται της οπής με τον ανερχόμενο πολτό από το δακτυλιοειδή χώρο μεταξύ των τοιχωμάτων της διατρήσεως και των στελεχών (σχήμα 38).

Ο πολτός διάτρησης παραλαμβάνεται από κατάλληλη δεξαμενή με ειδικό λαστιχένιο σωλήνα υψηλής πίεσης. Με τη βοήθεια ειδικής αντλίας κυκλοφορίας, ανεβαίνει στο άνω τμήμα της διατρητικής στήλης και, μέσω μιας κατάλληλης περιστρεφόμενης κεφαλής εισπίεσεως (swivel), εισέρχεται στο εσωτερικό των στελεχών και κατεβαίνει με πίεση μέχρι το κοπτικό άκρο. Στη συνέχεια ανεβαίνει, με την ίδια του την πίεση, μέχρι την επιφάνεια και μετά στη δεξαμενή, όπου περνάει από κατάλληλα «κόσκινα» και « σίτες », στα οποία συγκρατούνται τα τρίμματα των πετρωμάτων και άλλες «ακαθαρσίες».

Η κυκλοφορία αυτή λέγεται κανονική, ενώ η διάτρηση και ο καθαρισμός της γεώτρησης είναι συνεχής. Η ταχύτητα, με την οποία ο πολτός διάτρησης ανεβαίνει προς την επιφάνεια, είναι μεγαλύτερη από αυτήν με την οποία πέφτουν τα τρίμματα προς τον πυθμένα και έτσι τα τελευταία παρασύρονται προς την επιφάνεια. Σ' αυτό βοηθάει και το κατάλληλο ιξώδες της λάσπης, που υπερνικά το αντίστροφο ειδικό βάρος των δύο στοιχείων (λάσπης και

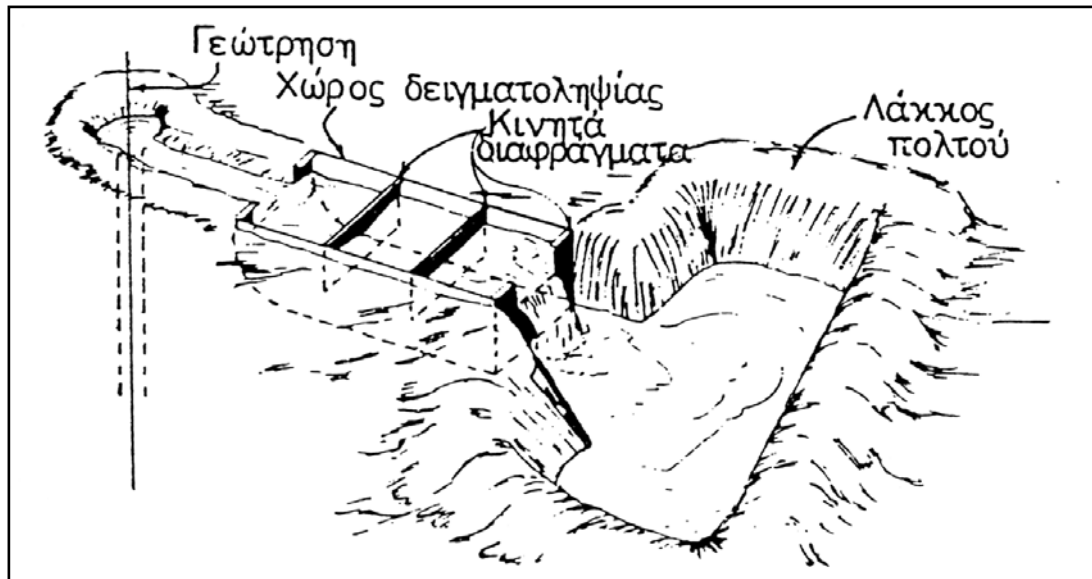
τριμμάτων).

Ο πολτός, μετά τα δονούμενα «κόσκινα» και τα ειδικά διαφράγματα, όπου μπλοκάρονται τα μεγαλύτερα σε διαστάσεις τρίμματα, οδηγείται στην (στις) κύρια(ες) δεξαμενή (ες), όπου αποθέτει τα λεπτότερα ξένα στοιχεία, «ψύχεται» λίγο (ή περισσότερο αν είναι απαραίτητο) και στη συνέχεια αναρροφάται από την πηλαντλία για να επαναλάβει τον κύκλο (*σχήματα 38 & 39*). Η δειγματοληψία γίνεται κάθε 1-3 m προχώρησης, ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε γεώτρησης, και οπωσδήποτε σε κάθε σημαντική αλλαγή διατρυνόμενου σχηματισμού ή στρώματος. Η καταρχήν επί τόπου εξέταση (με μεγεθυντικό φακό) και ο πετρολογικός προσδιορισμός των δειγμάτων είναι πολύ χρήσιμα, ενώ η λεπτομερής χημική και άλλες έρευνες γίνονται αργότερα στο εργαστήριο.



Σχήμα 38.

Σύστημα κυκλοφορίας πολτού στην υδραυλική περιστροφική διάτρηση κανονικής κυκλοφορίας. (Speedstar Div., από Todd 1980, από Καλλέργη, 1986), (Φυτίκας, 1998)



Σχήμα 39.

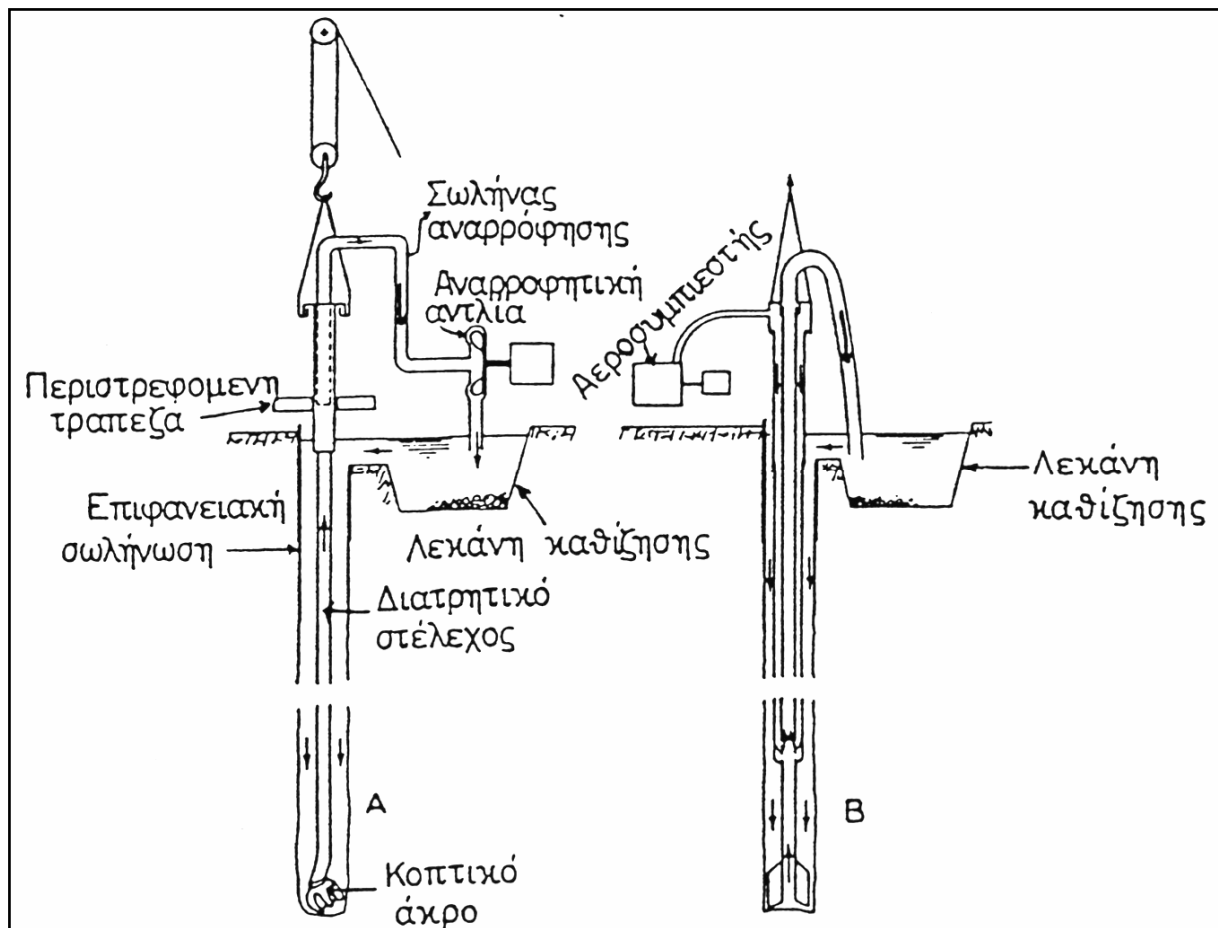
Δεξαμενή πολτού και συλλέκτης τριμμάτων διάτρησης στην κανονική περιστροφική διάτρηση .(U.S. Water and Power Resources Service, 1981, από Καλλέργη, 1986),(Φυτίκας, 1998)

4.2.2.2 ΔΙΑΤΡΗΣΗ ΜΕ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ

Στην περίπτωση αυτή από την αποθήκη του νερού ή του πολτού ρέει συνεχώς στη γεώτρηση νερό ή πολτός με φυσική ροή, έτσι ώστε η οπή να είναι συνεχώς γεμάτη με υγρό. Παράλληλα, με τη βοήθεια αεροσυμπιεστή ή πολύ ισχυρής αναρροφητικής αντλίας, εκτελείται άντληση μέσα από τη στήλη των στελεχών τα στελέχη στην περίπτωση αυτή πρέπει να έχουν την κατάλληλη διάμετρο. Έτσι, με το εξερχόμενο νερό ή πολτό εξέρχονται και τα συντρίμματα του πετρώματος (σχήμα 40). Η ελάχιστη διάμετρος διάτρησης είναι 40 cm και η στάθμη του νερού διατηρείται τεχνητά σε πολύ υψηλό σημείο (στα 3-4 m) με προσθήκη νερού, ώστε να υπάρχει αποτελεσματική υδραυλική κλίση ανάμεσα στη γεώτρηση και τον παραγωγικό ορίζοντα και να είναι δυνατή η αναρρόφηση από τη φυγόκεντρη αντλία .

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου διάτρησης με ανάστροφη κυκλοφορία είναι τα εξής:

1. Λόγω μεγαλύτερης ταχύτητας της ανοδικής κινήσεως του πολτού και των συντριμμάτων, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ταχύτητα διατήσεως ειδικά στους αμμοχαλικώδεις ή αμμοιλυώδεις σχηματισμούς, που δίνουν πιο αξιόπιστη λιθολογική στήλη, με βάση τα συλλεγόμενα τρίμματα.



Σχήμα 40.

Περιστροφική διάτρηση με ανάστροφη κυκλοφορία A με αντλία B με αεροσυμπιεστή.
(Huisman, 1972, από Καλλέργη, 1986), (Φυτίκας, 1998)

2. Είναι δυνατή η εκτέλεση απευθείας μεγάλων διαμέτρων, από 17-60 ίντσες.

3. Η διάτρηση γίνεται με νερό ή με μικρή ποσότητα μπεντονίτη, τα οποία δεν διεισδύουν στον υδροφόρο σχηματισμό και έτσι δεν παρατηρείται αλλοίωση των χαρακτηριστικών του εν λόγω σχηματισμού.

Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι:

- Η υδροστατική στάθμη των υδροφόρων πρέπει να είναι λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, για να μπορεί να εργάζεται το γεωτρήπανο, διαφορετικά απαιτούνται συνήθως μεγάλες ποσότητες νερού και
- Δεν προσφέρεται για βαθιές γεωτρήσεις (πάνω από 150 m).

Τα περιστροφικά γεωτρήπανα έχουν πολύ μεγαλύτερες δυνατότητες και είναι έτοιμα να αντιμετωπίσουν αρκετές δυσκολίες, αρκεί να έχουν περίσσεια ισχύος και φυσικά, όλα τα απαιτούμενα παρελκόμενα υλικά και βοηθητικά μηχανήματα. Η καλή αντλία κυκλοφορίας

του πολτού ή ο ισχυρός συμπιεστής (ανάλογα με την περίπτωση) αποτελούν μια σοβαρή εγγύηση επιτυχίας της υδρογεώτρησης.

4.2.2.3 ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΩΝ

Α. ΚΟΠΤΙΚΟ ΑΚΡΟ

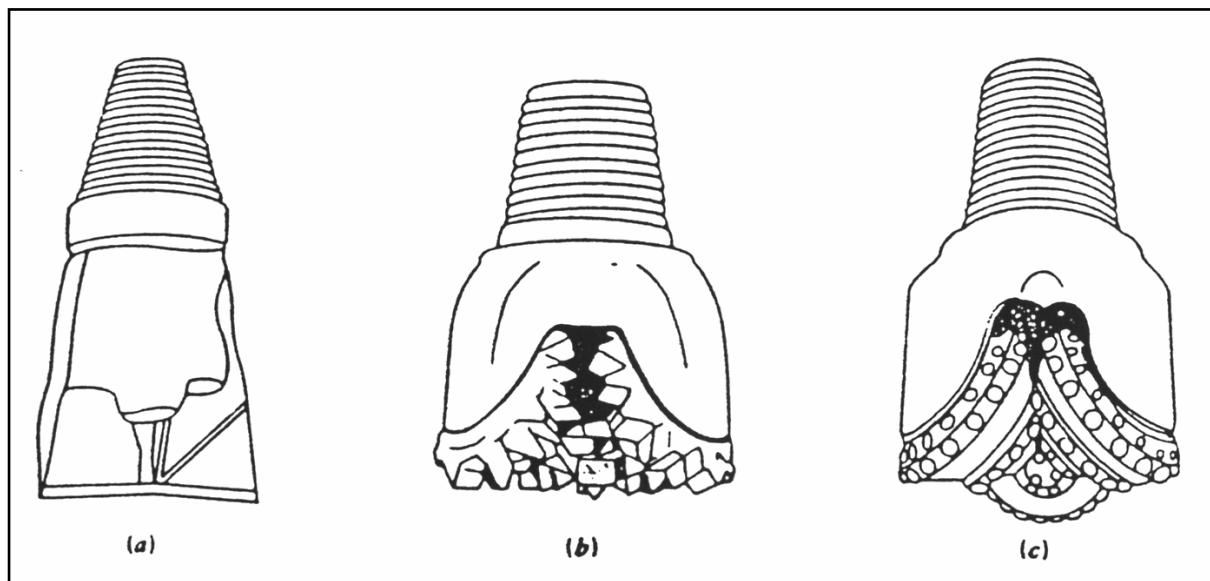
Το κοπτικό άκρο, που βρίσκεται πάντα στην αρχή της διατρητικής στήλης της γεώτρησης, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη διάτρηση και χρειάζεται για την κάθε περίπτωση (είδος γεώτρησης και τύπος σχηματισμού) προσεκτική επιλογή των χαρακτηριστικών του. Είναι το πιο εξειδικευμένο στοιχείο του γεωτρύπανου και διατίθεται σε διάφορους τύπους, με ποικιλία τεχνικών χαρακτηριστικών, αντοχής και κόστους.

Τα κοπτικά άκρα των περιστροφικών γεωτρυπάνων είναι τριών κύριων τύπων : τρίφτερα-τετράφτερα ή κυλινδρικά με βίντια, τρίκωνα με αιχμηρά μεταλλικά γρανάζια και τρίκωνα με στρογγυλά καρβίδια (*σχήμα 41*). Η λάσπη κατέρχεται στο κεντρικό, συνήθως εσωτερικό τμήμα των κοπτικών επιφανειών του «κοπιδιού», για να τις ψύξει και να παρασύρει στη συνέχεια τα τρίμματα του διατρυνόμενου πετρώματος.

Τα κοπτικά άκρα παίρνουν κίνηση από τη μηχανή του γεωτρυπάνου, δια μέσου της περιστρεφόμενης τράπεζας ή και ενός γραναζωτού μηχανισμού και της διατρητικής στήλης. Τρίβουν και θρυμματίζουν τα πετρώματα του πυθμένα, θερμαίνονται σημαντικά και γι' αυτό ψύχονται με τη χρήση διαφόρων ρευστών (νερού, αργιλικού πολτού ή αέρα).

Η αποτελεσματικότητα θραύσης του κάθε πετρώματος είναι συνάρτηση του σχήματος του κοπτικού άκρου και των προεξέχοντων σκληρών τμημάτων του, της σκληρότητας των υλικών αυτών, του τρόπου κυκλοφορίας και του είδους του πολτού, των χαρακτηριστικών του γεωλογικού σχηματισμού (συνεκτικότητα, σκληρότητα, πλαστικότητα κ.λ.π.), της ταχύτητας περιστροφής ή κρούσης και της πίεσης που ασκείται στη στήλη.

Απαραίτητη προϋπόθεση για μια επιτυχημένη και κατά το δυνατόν βέλτιστη διάτρηση είναι η επιλογή του καταλληλότερου κοπτικού ως προς το σχήμα, υλικό κατασκευής, μέγεθος κ.λ.π. και των καλύτερων χαρακτηριστικών κίνησής του, που προσδιορίζονται ανά πάσα



Σχήμα 41.

Κοπίδια περιστροφικής διάτρησης (α) τρίφτερο, (b) τρίκωνο, (c) τρίκωνο με καρβίδια .
(Speedstar Div., από Todd 1980, από Καλλέργη, 1986), (Φυτίκας, 1998)

στιγμή από τον υπεύθυνο χειριστή και τους τεχνικούς παρακολούθησης της γεώτρησης, ανάλογα με τις συνθήκες και τον επιδιωκόμενο σκοπό.

Το κοπτικό άκρο φθείρεται αργά ή γρήγορα (ανάλογα με το πέτρωμα αλλά και τον τρόπο χρήσης του) και χρειάζεται έγκαιρη αντικατάσταση, μολονότι είναι συνήθως ακριβό.

B. ΣΤΕΛΕΧΗ ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ

Τα διατρητικά στελέχη που μεταδίδουν την κίνηση του γεωτρυπάνου στο κοπτικό άκρο (σχήμα 38), είναι ειδικοί χαλύβδινοι κυλινδρικοί σωλήνες, με σημαντικό πάχος τοιχώματος, για να αντέξουν στις τάσεις στρέψης, βάρους, πίεσης και τριβής με τα τοιχώματα της γεώτρησης.

Η εξωτερική διάμετρος αλλά και το σχήμα τους εξαρτάται από το είδος του γεωτρυπάνου, τον τρόπο διάτρησης και το βάθος της γεώτρησης. Το μήκος τους είναι συνήθως 10 ή 20 πόδια (3-6 m) περίπου, και συνδέονται μεταξύ τους στεγανά, με χοντρά «πάσσα», χωρίς την παρεμβολή "μούφας". Στο εσωτερικό τους κυκλοφορεί με πίεση το ρευστό διάτρησης, μέχρι να φθάσει στο κοπτικό άκρο, και η κίνησή τους είναι πάντα δεξιόστροφη, όπως και τα πάσσα.

Το επιφανειακότερο άκρο τους συνδέεται συνήθως με το στέλεχος μετάδοσης της

κίνησης του γεωτρύπανου και το "λαστιχένιο" σωλήνα, που φέρνει τον πολτό από την αντλία ή τον αέρα από το συμπιεστή. Στο κατώτερο άκρο του τελευταίου στελέχους προσαρμόζεται το κοπτικό άκρο ή ο "οδηγός".

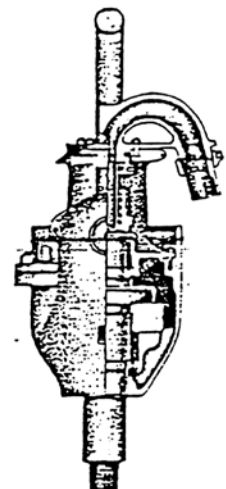
Γ. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ (KELLY)

Η διατρητική στήλη παίρνει κίνηση από το γεωτρύπανο, με τη μεσολάβηση ενός ειδικού κοίλου κυλινδρικού στελέχους (Kelly), που έχει συγκεκριμένες διαστάσεις (πάχος και μήκος), ανάλογα με το γεωτρύπανο. Αυτό εφαρμόζει σε τετραγωνικές ή εξαγωνικές θήκες και περιστρέφεται με τη μεσολάβηση κατάλληλου γραναζωτού συστήματος. Οι περιστρεφόμενες θήκες (σιαγόνες) υποχρεώνουν και το στέλεχος μετάδοσης να περιστραφεί, επιτρέποντας ταυτόχρονα την ελεύθερη ολίσθηση του προς τα κάτω (κατά τη διάτρηση), και με ρυθμό που προσδιορίζεται από το είδος του σχηματισμού, την ταχύτητα στρέψης και την ασκούμενη πίεση στη στήλη.

Η πίεση προέρχεται από το βάρος της όλης διατρητικής στήλης (στελέχη + οδηγός + κοπτικό άκρο) και την υδραυλική πίεση, που εφαρμόζει κατά περίπτωση ο χειριστής στο στέλεχος μετάδοσης.

Δ. ΚΕΦΑΛΗ ΕΙΣΠΙΕΣΕΩΣ (SWIVEL)

Η κεφαλή εισπίεσης είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο του γεωτρητικού εξοπλισμού. Δεν περιστρέφεται, αλλά συγκρατεί το διατρητικό στέλεχος μετάδοσης της περιστροφής, το οποίο παίρνει κίνηση από το γεωτρύπανο μέσω ενός συστήματος γραναζιών (σχήμα 42).



Σχήμα 42.

Κεφαλή εισπίεσης (από Γεωργακόπουλο, 1994),(Φυτίκας, 1998)

Το σύνολο της διατρητικής στήλης συγκρατείται, κατά τη διάτρηση, από την κεφαλή εισπίεσης μέσω του στελέχους μετάδοσης. Διαμέσου της κεφαλής εισπίεσης, διοχετεύεται με πίεση στη διατρητική στήλη ο πολτός (λάσπη ή νερό) ή ο αέρας διάτρησης με πίεση. Ο πολτός ξεκινά από την αντλία κυκλοφορίας, και με πίεση μέχρι 100 bars, περνάει το λαιμό και εισέρχεται στο στέλεχος μετάδοσης κίνησης και στη διατρητική στήλη.

Ε. ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΤΡΑΠΕΖΑ

Η περιστροφική τράπεζα είναι το «εργαλείο» που μεταδίδει την περιστροφική κίνηση στη διατρητική στήλη μέσω του kelly. Χρειάζεται ειδική κατασκευή, για να είναι ισχυρή και να μη φθείρεται εύκολα.

ΣΤ. ΤΡΟΧΑΛΙΕΣ (ΚΙΝΗΤΗ & ΑΚΙΝΗΤΗ) ΚΑΙ ΣΥΡΜΑΤΟΣΧΟΙΝΑ

Είναι το σύνολο εκείνων των «εργαλείων» του γεωτρυπάνου, τα οποία συνδέουν τον πύργο του με το βαρύ σύστημα διάτρησης, που εισάγεται στις γεωτρήσεις (διατρητική στήλη + κοπτικό άκρο). Χρησιμοποιούνται επίσης πολύ στις διεργασίες σωλήνωσης, αλλά και κατά την ανέλκυση, όταν και όποτε χρειαστεί. Είναι πολύτιμα στην περίπτωση τεχνικών προβλημάτων ("φρακάρισμα", θραύση της διατρητικής στήλης κ.λ.π.).

Οι τροχαλίες και τα συρματόσχοινα πρέπει να έχουν ανάλογη αντοχή και σταθερότητα ανάρτησης του φορτίου (που φθάνει συνήθως από μερικούς έως και δεκάδες τόνους). Απαιτούν τέλος καλή συντήρηση, αντικατάσταση των φθαρμένων τμημάτων τους κ.λ.π..

Z. ΒΑΡΟΥΛΚΑ

Το κυριότερο από τα βαρούλκα είναι αυτό της διάτρησης. Είναι απαραίτητο για την ανέλκυση και γενικά το χειρισμό της διατρητικής στήλης, αλλά και την ανέλκυση ή καθέλκυση των σωλήνων. Το τύμπανο έχει δική του κίνηση και ανεβοκατεβάζει την κινητή τροχαλία και τη διατρητική στήλη ή τις σωληνώσεις.

Το βαρούλκο διάτρησης έχει χειροκίνητο σύστημα πέδησης, που χρειάζεται λεπτούς χειρισμούς. Διαθέτει επίσης κιβώτιο ταχυτήτων, που επιτρέπει την επιλογή της ταχύτητας ανέλκυσης ή καθέλκυσης της στήλης.

Υπάρχουν επίσης και δευτερεύοντα, μικρότερα και συνήθως χειροκίνητα βαρούλκα, για τη μεταφορά των βαρέων σχετικά εξαρτημάτων, για την αυτοσύνδεση των στελεχών κατά την ανέλκυση της διατρητικής στήλης κ.λ.π..

Η. ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΠΟΛΤΟΥ Ή ΝΕΡΟΥ

Το σύστημα της κυκλοφορίας του πολτού (ή απλού νερού) είναι ένα πολύ σημαντικό τμήμα του κλασσικού γεωτρύπανου. Η καλή του διάταξη, σε συνδυασμό με την ποιότητα του πολτού και των συσκευών κυκλοφορίας, εξασφαλίζουν τη σωστή εκτέλεση των γεωτρήσεων.

Ο πολτός διάτρησης είναι συνήθως μίγμα νερού και μπεντονίτη (ένα ειδικό ως γνωστό αργιλικό ορυκτό, που σχηματίζεται συνήθως από την υδροθερμική εξαλλοίωση των ηφαιστειακών πετρωμάτων κάτω από ειδικές συνθήκες). Ο μπεντονίτης έχει την ιδιότητα, εκτός από τη στεγανότητά του, να σχηματίζει προσωρινή μεμβράνη (gel) στα τοιχώματα της γεώτρησης, η οποία συγκρατεί τα εύθραυστα τοιχώματά της και τα προστατεύει από επικίνδυνες καταπτώσεις. Τέτοιες καταπτώσεις μπορεί να «παγιδεύσουν» το κοπτικό άκρο και να το «φρακάρουν», και μαζί του όλη τη στήλη, με «τραγικά» πολλές φορές αποτελέσματα. Πράγματι, σε τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να έχουμε απώλεια ολόκληρης ή μέρους της ειδικής μεταλλικής διατρητικής στήλης (που έχει από μόνη της σημαντική οικονομική αξία), μέχρι και πλήρη απώλεια της γεώτρησης. Η μεμβράνη του μπεντονίτη εμποδίζει αποφασιστικά την ενδεχόμενη μερική ή ολική απώλεια του πολτού, που θα μπορούσε να εισχωρήσει μέσα σε υδροπερατούς σχηματισμούς και να αποφεύγεται έτσι η δημιουργία οικονομικών (απώλεια της λάσπης) αλλά και τεχνικών προβλημάτων (απώλεια

των ανερχομένων τριμμάτων), με επακόλουθο φράξιμο των πόρων και κενών. Έτσι, για παράδειγμα, η επιθυμητή παραγωγική υδροφορία ελαττώνεται σημαντικά, εάν δε γίνει δυνατός ο πλήρης (τελικός) καθαρισμός της γεώτρησης.

Η διάταξη των συστημάτων κυκλοφορίας εξαρτάται από το είδος και το μέγεθος του γεωτρυπάνου, το είδος και βάθος της γεώτρησης, το είδος των υλικών του πολτού διάτρησης.

Ο πολτός παρασκευάζεται επί τόπου, σε πρόχειρα σκαμμένες και επενδυμένες με πλαστικό δεξαμενές (σχήμα 39) ή σε μεταλλικές (λυόμενες ή σταθερές) ή τσιμεντένιες, οι οποίες επικοινωνούν μεταξύ τους και έχουν συστήματα για την καθίζηση των τριμμάτων και των ανεπιθύμητων, προστιθέμενων κατά τη διάτρηση υλικών (ποικίλης κοκκομετρίας)

Θ. ΚΙΝΗΤΗΡΙΟΣ ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΑΥΤΗΣ

Η κίνηση της διατρητικής στήλης, αλλά και των συστημάτων ανέλκυσης και καθέλκυσης, δίνεται με τη μηχανή πετρελαίου του γεωτρυπάνου, η οποία είναι τύπου Diesel. Οι κινητήρες των μεγάλων γεωτρητικών συγκροτημάτων λειτουργούν και με παρεμβολή γεννητριών, συνεχούς ή εναλασσόμενου ρεύματος.

Η ενέργεια της μηχανής του γεωτρυπάνου χρησιμοποιείται συνεχώς για την περιστροφή της στήλης, την υδραυλική πίεση στο κοπτικό άκρο, την κίνηση των βαρούλκων. Όταν η γεώτρηση βρίσκεται σε σημαντικό βάθος, η ανέλκυση της διατρητικής στήλης ή η καθέλκυση της στήλης των σωλήνων με παράλληλη περιστροφή, απαιτούν την κατανάλωση ενέργειας μεγάλης ισχύος. Το βαρούλκο της στήλης είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής ισχύος και μετά η τράπεζα, η κεφαλή περιστροφής και η αντλία κυκλοφορίας του πολτού.

Το γεωτρητικό συγκρότημα, επειδή εργάζεται συνήθως κάτω από ιδιαίτερα σκληρές συνθήκες (τις περισσότερες φορές σε απομονωμένες περιοχές ή θέσεις), χρειάζεται αυτοδυναμία σε μηχανική και ηλεκτρική ενέργεια, σε νερό για την προετοιμασία και συμπλήρωση του πολτού κυκλοφορίας, θέλει αυτοδύναμες συσκευές μετρήσεων, κινητό μηχανουργείο και ηλεκτροουργείο. Γενικά, πρέπει να είναι εξοπλισμένο με τα δικά του στοιχεία κίνησης, λειτουργίας, επισκευών, ακόμα και συντήρησης. Πρέπει, με λίγα λόγια, να μπορεί να δουλεύει όσο γίνεται ανεξάρτητο.

I. ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ

Εκτός από τα κύρια στοιχεία του γεωτρυπάνου που αναφέρθηκαν, για την εκτέλεση μιας γεώτρησης είναι απαραίτητος και ο «βοηθητικός» γεωτρητικός εξοπλισμός, ο οποίος είναι πολύ σημαντικός σε ποσότητα, ποιότητα και κόστος.

Πάνω από 150 αντικείμενα αποτελούν αυτόν τον εξοπλισμό, κατανεμημένα σε 4 κύριες κατηγορίες, που είναι:

- Εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ανέλκυση, συγκράτηση και καθέλκυση της διατρητικής στήλης και των σωλήνων

- Εξοπλισμός για την προσωρινή και μόνιμη σωλήνωση της γεώτρησης

Στις δύο πρώτες κατηγορίες ανήκουν : ο περιστρεπτός «κοτσαδόρος» για τη σύνδεση των στελεχών ή σωλήνων με το συρματόσκοινο, τα ποδόφρενα και οι «κάβουρες» για την προσωρινή συγκράτηση της στήλης, οι ειδικοί σωλήνες γεωτρήσεων διαφόρων διαμέτρων, που τοποθετούνται προσωρινά στη γεώτρηση, τα ειδικά κοπτικά άκρα των σωλήνων («πέλματα»), ο διευρυντήρας γεωτρήσεων, τα ειδικά αντίβαρα για την προχώρηση (με κρούση) των σωλήνων και των στελεχών.

- Αλιευτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση παγιδευθέντος κατά τη διάτρηση γεωτρητικού υλικού π.χ. το «κολαούζο» για την εξωτερική κοχλίωση, ο «μαγνήτης» για αλίευση μεταλλικών τμημάτων, εργαλείων, βιδιών κ.α., το αλιευτικό σωλήνων με αριστερόστροφο σπείρωμα για τη «σύλληψη» και ανύψωση της στήλης σωλήνων που τυχόν «έπεσε» ή «ξεβιδώθηκε», τα εργαλεία κοπής σωλήνων μέσα σε γεωτρήσεις κ.λ.π.

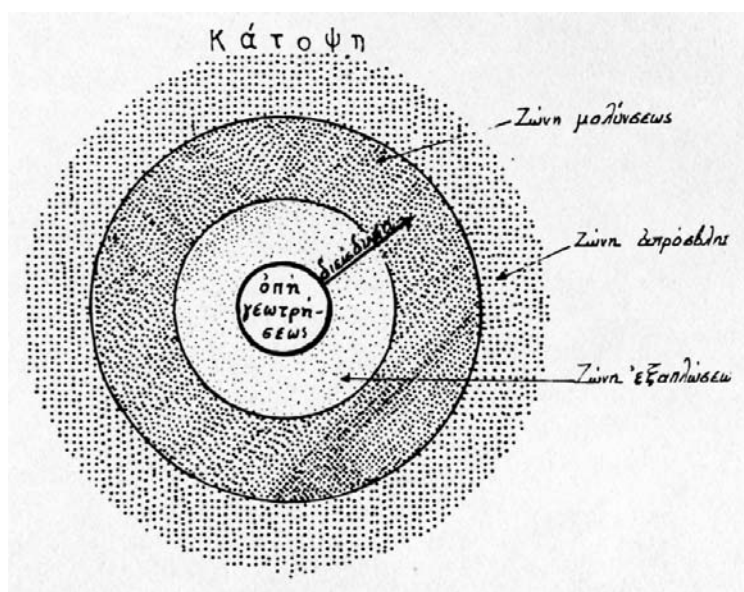
- Διάφορα όργανα, εργαλεία και σκεύη, που χρησιμοποιούνται στις γεωτρήσεις π.χ. όργανα, με τα οποία μετρούνται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της γεώτρησης (κλίση και διεύθυνση, πραγματική διάμετρος της γεώτρησης σε κάθε σημείο) και ελέγχεται η καλή τσιμέντωση των σωλήνων, οι γάντζοι, τα κιβώτια δειγμάτων και εργαλείων κ.λ.π.

Γενικά, το περιστροφικό σύστημα διατρήσεως, εν αντιθέσει προς το κρουστικό, είναι σήμερα το πιο διαδεδομένο, γιατί είναι το ταχύτερο, συνεπώς το συνολικό κόστος της γεώτρησης είναι φθηνότερο. Φτάνει σε πολύ μεγάλα βάθη με τις επιθυμητές διαμέτρους, δεν απαιτεί προσωρινές σωληνώσεις κι έτσι επιτρέπει την εκτέλεση ηλεκτρικών διασκοπήσεων στις γεωτρήσεις.

Η ταχύτητα προχώρησης ποικίλλει στους διάφορους τύπους γεωτρυπάνων ανάλογα με

την ισχύ τους, το είδος, τη διάμετρο και την κατάσταση των κοπτήρων, την ποιότητα και πυκνότητα του πολτού, τη δεξιοτεχνία του γεωτρυπανιστή και φυσικά ανάλογα με τη φύση του διατρυνόμενου πετρώματος.

Στα μειονεκτήματα της περιστροφικής μεθόδου διάτρησης μπορούμε να αναφέρουμε τη δυσχέρεια αφαίρεσης πάντοτε ολόκληρης της ποσότητας του πολτού που εισήλθε στα γύρω από την οπή υδροφόρα στρώματα κατά τη διάτρηση -μερική έμφραξη υδροφόρων- (σχήμα 43) και επίσης τη δυσχέρεια καταρτισμού επακριβών γεωλογικών τομών ως προς τον προσδιορισμό και το ποσοστό των λεπτοκόκκων υλικών και το πραγματικό βάθος των βαθύτερων γεωλογικών στρωμάτων, λόγω στέρησης άφιξης στην επιφάνεια του αντίστοιχου δείγματος. Οποσδήποτε ένα έμπειρο προσωπικό του γεωτρύπανου περιορίζει τα μειονεκτήματα αυτά σε μεγάλο βαθμό.



Σχήμα 43.

Επηρεασμός των στρωμάτων του εδάφους από τη διείσδυση του πολτού της διάτρησης.
(Από το *Eaux souterraines* – CASTANY, από Βαφειάδη, 1977)

4.3 ΣΕΙΡΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Οι υδρογεωτρήσεις απαιτούν την επιλογή της τεχνικής με τις λιγότερες αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγικότητα τους. Χρειάζεται γι' αυτό να προηγείται επιφανειακή υδρογεωλογική έρευνα, που θα προσδιορίσει, με αρκετή προσέγγιση, τη θέση της γεώτρησης, το βάθος, το πάχος και το είδος των γεωλογικών σχηματισμών που θα συναντηθούν. Για τη σωστή εκτέλεση και συμπλήρωση της κάθε υδρογεώτρησης, χρειάζεται επίσης να εξασφαλισθεί το κατάλληλο γεωτρητικό συγκρότημα και όλα τα παρελκόμενα υλικά του, γιατί δεν είναι πάντα εύκολη και εφικτή η προσαρμογή κατά την πορεία.

Στις υδρογεωτρήσεις η διάτρηση αρχίζει συνήθως με μεγάλη σχετικά διάμετρο, έστω και αν μπορεί αρχικά να ξεκινήσει με μικρότερη «ερευνητική». Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται μικρότερη σχετικά διάμετρος, με δυνατότητα διεύρυνσης, αν χρειαστεί. Αυτό γίνεται, όχι μόνο για οικονομικούς, αλλά και για πρακτικούς λόγους. Με τη μικρότερη διάμετρο, ερευνάται η πραγματική κατάσταση (στρωματογραφία, υδροφορία, σταθερότητα των τοιχωμάτων κ.λ.π.), και στη συνέχεια η διεύρυνση εξασφαλίζει καλύτερα αποτελέσματα παραγωγής, αφού αυξάνει την επιφάνεια της οπής στον υδροφόρο της γεώτρησης. Η διεύρυνση διορθώνει και τις τυχόν ατέλειες της αρχικής διάτρησης.

Κατά τη διάτρηση των υδρογεωτρήσεων, και για λόγους καθαρά οικονομικούς, χρησιμοποιείται περιοδική δειγματοληψία τριμμάτων και όχι πυρήνων. Είναι πολύ χρήσιμη η συνεχής παρακολούθηση και καταγραφή, όχι μόνο των τριμμάτων, αλλά και της ποσότητας του πολτού στη δεξαμενή, όπως και ο περιοδικός έλεγχος των βασικών χαρακτηριστικών του (ιξώδες, ειδικό βάρος, χημική σύσταση), ώστε να γίνεται διορθωτική επέμβαση, όταν ενδεχομένως χρειασθεί. Η τυχόν ξαφνική πτώση της στάθμης του πολτού διάτρησης στη δεξαμενή, οφείλεται προφανώς σε μαζική είσοδο της γεώτρησης στο διατρυνόμενο σχηματισμό, που πρέπει να έχει υδροπερατότητα, γι' αυτό θα πρέπει να καταγράφεται με ακρίβεια. Το ίδιο ισχύει για τυχόν άνοδο της στάθμης (πιθανώς από ρευστά υδροφόρων υπό πίεση).

Ο έλεγχος του pH και της αγωγιμότητας του επιστρέφοντος από τη γεώτρηση πολτού, μπορεί να δώσει πολύτιμες πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των υδροφόρων, και αυτό κατά την προχώρηση, δηλ. πολύ πριν γίνουν οι δοκιμές παραγωγής. Η πρόσμιξη ξένων στοιχείων στον πολτό (π.χ. αερίων ή άλλων χημικών στοιχείων ή ενώσεων), η τυχόν αύξηση της θερμοκρασίας του κ.λ.π., θα πρέπει επίσης να παρακολουθούνται και να σημειώνονται.

Η συμπεριφορά των κοπτικών άκρων, ως και αυτή της διατρητικής στήλης κατά τη

διάτρηση, ο ρυθμός προχώρησης και η γενική συμπεριφορά του γεωτρύπανου στα διάφορα βάθη, βοηθούν στην κατανόηση των χαρακτηριστικών της γεώτρησης και της κατάστασης μέσα σ' αυτήν.

Η μη τήρηση της κατακόρυφου κατά τη διάτρηση, δεν επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα, αλλά δυσκολεύει τις συμπληρωματικές εργασίες και κυρίως τη σωλήνωση και την τοποθέτηση και λειτουργία του αντλητικού συγκροτήματος

Από όλα τα παραπάνω, γίνεται σαφές το πόσο σημαντική είναι η συνεχής και προσεκτική παρακολούθηση της κάθε υδρογεώτρησης, η καταγραφή των στοιχείων της για τη σωστή αντιμετώπιση των προβλημάτων στις επόμενες φάσεις συμπλήρωσης (αλλά και τις επόμενες γεωτρήσεις).

Για την επίτευξη του καλύτερου αποτελέσματος, θα πρέπει συνοπτικά να χρησιμοποιείται: μεγαλύτερη δυνατή διάμετρος στους υδροφόρους, λιγότερος πολτός, προσεκτική παρακολούθηση όλων των στοιχείων, άμεση κατά το δυνατόν έναρξη των εργασιών συμπλήρωσης της γεώτρησης και πλήρεις δοκιμές παραγωγής.

4.4 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΩΝ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Μετά τη διάτρηση των υδρογεωτρήσεων, γίνονται κάποιες πολύ απαραίτητες συμπληρωματικές εργασίες, κατά περίπτωση. Μερικές από αυτές είναι υποχρεωτικές (π.χ. καθαρισμός-ανάπτυξη, τοποθέτηση πιεζόμετρου, δοκιμαστικές αντλήσεις), ενώ άλλες εξαρτώνται από τις εκάστοτε συνθήκες (π.χ. σωλήνωση-φίλτροσωλήνωση, τσιμέντωση, χαλίκωση).

4.4.1 ΣΩΛΗΝΩΣΗ – ΦΙΛΤΡΑ

Με τη σωλήνωση επιτυγχάνεται η συγκράτηση των τοιχωμάτων της διάτρησης και με τα φίλτρα εξασφαλίζεται η είσοδος του νερού από τα υδροφόρα στρώματα στη γεώτρηση.

Έχουμε δυο ειδών σωληνώσεις :την **προσωρινή σωλήνωση**, η οποία γίνεται συνήθως

κατά τη διαδικασία διάτρησης για καλύτερη και ασφαλέστερη κατασκευή της γεώτρησης και η οριστική ανέλκυση των σωλήνων αυτών γίνεται μετά το πέρας της γεώτρησης και τη **μόνιμη σωλήνωση (περιφραγματική σωλήνωση και φιλτροσωλήνωση)** η οποία γίνεται για να συγκρατηθούν τα τοιχώματα της γεώτρησης και να αποτραπεί η κατάρρευση κάποιων ασταθών τμημάτων της, που μπορεί να προκαλέσει τη μερική ή ολική απόφραξη της οπής της γεώτρησης. Η σωλήνωση, παρόλο που προκαλεί σοβαρή οικονομική επιβάρυνση, είναι απαραίτητη για να εξασφαλίσει την καλή λειτουργία της γεώτρησης.

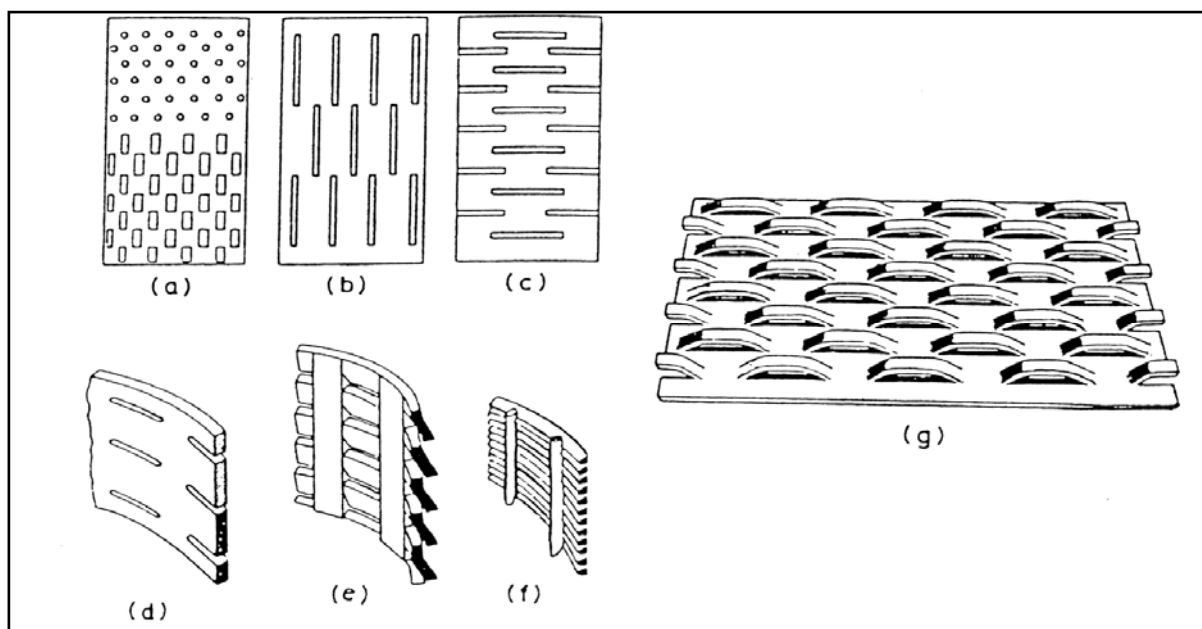
Η **περιφραγματική σωλήνωση** τοποθετείται στα πιο επιφανειακά τμήματα της γεώτρησης και γίνεται σχεδόν σε κάθε περίπτωση. Οι σωλήνες έχουν σημαντική διάμετρο, που κυμαίνεται μεταξύ 20 και 90 cm, ενώ το πάχος τους μεταξύ 6 και 13 mm και η τοποθέτησή τους έχει ως στόχο να συγκρατήσουν τα ανώτερα, ασταθή συνήθως στρώματα, αλλά και να αποτρέψουν τυχόν απώλειες του πολτού διάτρησης. Επίσης, πρέπει να διευκολύνουν στη συνέχεια την τοποθέτηση των άλλων σωλήνων μέχρι τα βαθύτερα στρώματα και τέλος, να διευκολύνουν την προσαρμογή πάνω σε αυτές της κεφαλής της γεώτρησης. Συνήθως ο περιφραγματικός σωλήνας προεξέχει της επιφάνειας του εδάφους κατά 30 cm περίπου και η αρχική οπή πρέπει φυσικά να έχει διάμετρο μεγαλύτερη από αυτήν του περιφραγματικού σωλήνα.

Οι σωλήνες που προορίζονται για τους παραγωγικούς σχηματισμούς (π.χ. τους υδροφόρους), έχουν οπές ή σχισμές διαφόρων τύπων και σχημάτων, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του σχηματισμού, και λέγονται «**φιλτροσωλήνες**» ή «**φίλτρα**». Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται στα μη παραγωγικά τμήματα της γεώτρησης λέγονται «**τυφλοί σωλήνες**». Οι σωλήνες αυτοί κατεβαίνουν, συνήθως με βαρύτητα στο εσωτερικό του «περιφραγματικού» και η διάμετρος τους θα πρέπει να είναι κατά μία κλίμακα μικρότερη της εσωτερικής διαμέτρου του περιφραγματικού. Η διάμετρος των φιλτροσωλήνων είναι φυσικά ανάλογη και με την ποσότητα ρευστών, τα οποία θέλει κανείς να παράγει, σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά τους (πυκνότητα, ιξώδες, πίεση στο σχηματισμό). Επίσης, είναι ανάλογη με την όλη διάμετρο της γεώτρησης και των χαρακτηριστικών των τοιχωμάτων. Το μήκος των σωλήνων είναι συνήθως 6 m και το πάχος των τοιχωμάτων τους 4-6 mm, ανάλογα με την ποιότητα των αναμενόμενων ρευστών.

Υπάρχουν «φίλτρα», στα οποία τα ανοίγματα έχουν διάφορα σχήματα, μεγέθη, προσανατολισμό και μεταξύ τους αποστάσεις. Τα ανοίγματα είναι οπές ή σχισμές και μπορεί να είναι κυκλικές, ορθογώνιες ή λοξές, κατακόρυφες ή οριζόντιες, περσιδωτές, συνεχείς σχισμές περιέλιξης, γεφυρωτές σχισμές. Τα φίλτρα πρέπει να επιτρέψουν την είσοδο από τους σχηματισμούς στο σωλήνα της γεώτρησης, της μεγαλύτερης δυνατής ποσότητας

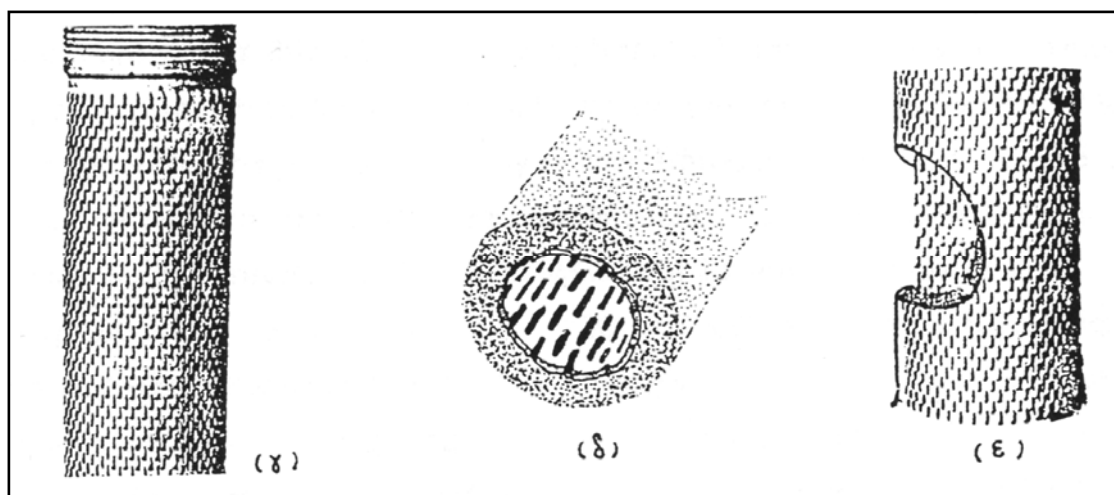
παραγομένων ρευστών. Έχουν επίσης σκοπό, να προστατέψουν τη γεώτρηση από τις καταπτώσεις τοιχωμάτων και την είσοδο ανεπιθύμητων αιωρούμενων, μέσα στα ρευστά, στερεών σωματιδίων.

Οι κυριότεροι τύποι φιλτροσωλήνων που προορίζονται για υδρογεωτρήσεις, παρουσιάζονται στα **σχήματα 44 & 45**. Στο τελευταίο, οι φιλτροσωλήνες έχουν ενσωματωμένο αμμώδη ή αμμοχαλικώδη μανδύα («χαλικόφιλτρο»), για πολλαπλή προστασία από δυσμενείς παραγωγικούς σχηματισμούς (π.χ. χαλαρές άμμους), τα τοιχώματα των οποίων «γκρεμίζουν» εύκολα, και τα λεπτομερή στοιχεία τους παρασύρονται συχνά από τα ρευστά προς το εσωτερικό της γεώτρησης.



Σχήμα 44.

Τύποι Φιλτροσωλήνων με: (a) Κυκλικές ή ορθογώνιες τρύπες, (b) Κατακόρυφες σχισμές, (c) και (d) Οριζόντιες σχισμές, (e) Περσιδωτές σχισμές, (f) Συνεχείς σχισμές περιέληξης και (g) Γεφυρωτές σχισμές (από CASTANY, 1966 , από Καλλέργη, 1986) ,(Φυτίκας, 1998)



Σχήμα 45.

Διάφοροι Τύποι Φιλτρων: (γ) Γεφυρωτό, (δ) με ενσωματωμένο αμμώδη μανδύα, (ε) Διπλό γεφυρωτό με αμμοχαλικώδη γόμωση. (κατά Βαφειάδη, 1977)

Η σύνδεση μεταξύ τους ή με τους «τυφλούς» σωλήνες, γίνεται συνήθως με «μούφες» ή ηλεκτρική συγκόλληση με ειδική «ραφή», εκτός ειδικών κατασκευών που είναι προτιμότερες. Αυτό συμβαίνει, γιατί η ραφή είναι ένα ασθενές σημείο, με μειωμένη μηχανική και διαβρωτική αντίσταση, και πρέπει να γίνεται πάντα με το ίδιο υλικό.

Το είδος των φίλτρων και κυρίως το άνοιγμά τους, προσδιορίζεται από την κοκκομετρική ανάλυση των υλικών του παραγωγικού σχηματισμού. Για τους στεγανούς από άργιλο ή ιλύ σχηματισμούς της γεώτρησης, επιλέγεται πάντα η «τυφλή» σωλήνωση.

4.4.2. ΤΣΙΜΕΝΤΩΣΗ

Η «τσιμέντωση» εξωτερικά των σωλήνων γίνεται απαραίτητως στην αρχική περιφραγματική σωλήνωση και ενδεχόμενα στην τυφλή σωλήνωση, πάνω από τους φιλτροσωλήνες, όταν προπαντός οι γεωτρήσεις παράγουν αρτεσιανό νερό υπό πίεση. Αυτό τις εξασφαλίζει από διαρροές στην επιφάνεια ή στο υπέδαφος (όταν κλείνεται η κεφαλή), και από πιθανή ανάμιξη του νερού των βαθύτερων υδροφόρων με τυχόν μολυσμένους ή απόβλητα ή στάσιμα νερά (σχήμα 46).



Εκφόρτηση υπό πίεση υδροφόρου
στρώματος σε άλλο μέσω της γεώτρησης.
Μετά την τοιμέντωση του ανωτέρου
υδροφόρου (1), η πιεζομετρική στάθμη της
γεώτρησης είναι ίση με εκείνη του
κατώτερου υπο πίεση υδροφόρου (2).
(κατά Βαφειάδη, 1977)

Η τσιμέντωση αφορά μερικές φορές και κάποιους ενδιάμεσους ή βαθύτερους υδροφόρους, όταν η ποιότητα του νερού τους δεν είναι καλή ή επιθυμητή. Αυτή είναι μια πολύ δύσκολη επιχείρηση, όμως πρέπει να γίνει οπωσδήποτε, με κατάλληλη τεχνική και μέσα. Το σχετικό κόστος της δεν πρέπει να αποθαρρύνει την εκτέλεση της τσιμέντωσης, εφόσον αυτή κριθεί σκόπιμη ή απαραίτητη.

Επιπλέον, η καλή τσιμέντωση εξασφαλίζει τη στεγανότητα των γεωτρήσεων και την ελεγχόμενη παραγωγή, όταν μάλιστα πρόκειται για «ατίθασα» ρευστά υπό πίεση .

Το τσιμέντο ή καλύτερα ο τσιμεντοπολτός, μπορεί να έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (π.χ. να είναι ταχείας πήξεως) ή να περιέχει κατάλληλες για την κάθε περίπτωση προσμίξεις, έτσι ώστε να αντέχει στις ιδιαίτερες συνθήκες της κάθε γεώτρησης. Η επιλογή του κατάλληλου τύπου τσιμέντου για την κάθε γεώτρηση, αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την καλή και ασφαλή λειτουργία της. Η καλή ή όχι τσιμέντωση, μπορεί να ελεγχθεί και με ειδικές διαγραφίες μέσα από τη γεώτρηση και να επιχειρηθεί, αν χρειασθεί, κατάλληλη επέμβαση και «επισκευή».

Η απαιτούμενη ποσότητα τσιμεντοπολτού, θα πρέπει να υπολογισθεί και να είναι ίση με τον όγκο που θα καταλάβει στη γεώτρηση (διαφορά των δύο κυλίνδρων με διαμέτρους εκείνους της οπής και της εξωτερικής του σωλήνα). Σ' αυτό θα πρέπει να προστεθεί ένα ποσοστό 10% περίπου για τις επί πλέον της διαμέτρου της οπής κοιλότητες (φυσικές ή από τη διάτρηση). Αυτό το ποσοστό μπορεί να αυξηθεί, σε ειδικές περιπτώσεις τοιχωμάτων, και σύμφωνα με την εμπειρία του χειριστή.

Τυχούσα κατανάλωση μεγαλύτερης ποσότητας τσιμεντοπολτού, μπορεί να σημαίνει ότι διέφυγε σε ανεπιθύμητα σημεία, ενδεχομένως μέσα σε παραγωγικούς ορίζοντες, με κίνδυνο να τους αποφράξει. Για αποφυγή της περίπτωσης αυτής, χρειάζεται επίσης πολύ προσοχή.

4.4.3. ΧΑΛΙΚΩΣΗ

Η «χαλίκωση» έχει σκοπό να αποτρέψει καταπτώσεις των τοιχωμάτων, αλλά κυρίως να «φιλτράρει», με φυσικό σχεδόν τρόπο, τα ρευστά που περνούν από τους παραγωγικούς σχηματισμούς στο εσωτερικό των σωλήνων και να συγκρατήσει ανεπιθύμητα «στερεά». Τα τελευταία, ως γνωστό, μπορούν να κάνουν ζημιές στο αντλητικό συγκρότημα και να βλάψουν την ποιότητα των παραγομένων ρευστών.

Τα τεχνητά «χαλικόφιλτρα» συγκρατούν, αφενός την άμμο και την άργιλο κατά την άντληση ή την αρτεσιανή ροή των ρευστών, και αφετέρου επιτρέπουν την εύκολη κατακόρυφη ροή τους, μέχρις ότου εισέλθουν από τις οπές των φιλτροσωλήνων στην παραγωγική στήλη της γεώτρησης.

Τέλος, τα «χαλικόφιλτρα» αυξάνουν την ενεργό διάμετρο της γεώτρησης, η οποία συμπίπτει με τα τοιχώματα της οπής. Αυτό, έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ειδικής παροχής της γεώτρησης.

Τα χαλικόφιλτρα αποτελούνται συνήθως από φυσικούς χάλικες (για λόγους οικονομίας) και η πετρολογική τους σύσταση, το σχήμα, η κοκκομετρία και η περιεκτικότητα τους σε ξένες προσμίξεις προσδιορίζουν την ποιότητά τους. Οι καλύτεροι χάλικες είναι συνήθως χαλαζιακοί ή κερατολιθικοί, γιατί αντέχουν περισσότερο στη διάβρωση. Οι διαστάσεις τους επιλέγονται, σύμφωνα με τη σύσταση του παραγωγικού σχηματισμού, και «κοσκινίζονται» ανάλογα. Το καλύτερο σχήμα είναι το αποστρογγυλωμένο και λείο.

Η χαλίκωση πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη σωλήνωση, με την παρεμβολή του μικρότερου δυνατού χρονικού κενού. Προηγείται πάντα ο καθαρισμός των γεωτρήσεων και των τοιχωμάτων τους από τα τρίμματα και τον πολτό διάτρησης και το μπεντονίτη, με κατάλληλη κυκλοφορία νερού με πίεση και για αρκετό χρονικό διάστημα (κατά την κρίση του χειριστή). Στη συνέχεια, τοποθετούνται με βαρύτητα τα χαλίκια σιγά-σιγά, και με

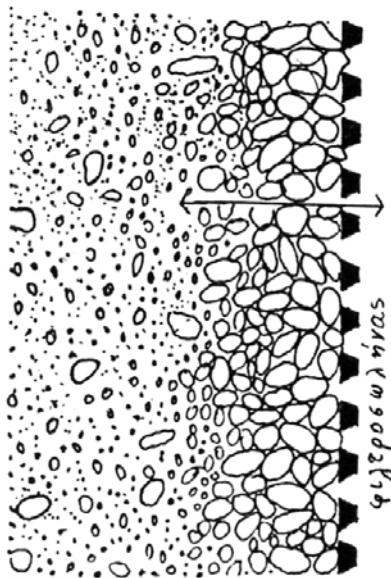
ταυτόχρονη κυκλοφορία αραιού μίγματος στην αρχή και νερού στο τέλος. Προτιμότερη είναι η ανάστροφη κυκλοφορία.

Στις κρουστικές γεωτρήσεις, η χαλίκωση γίνεται συγχρόνως με την ανέλκυση των προσωρινών σωλήνων, και οι χάλικες πέφτουν με βαρύτητα στον ενδιάμεσο χώρο, μεταξύ οπής και μόνιμων σωλήνων. Στις περιστροφικές γεωτρήσεις, η χαλίκωση γίνεται είτε με θετική, είτε με ανάστροφη κυκλοφορία.

Εάν, κατά τις «δοκιμές παραγωγής» και την ανάπτυξη των παραγωγικών γεωτρήσεων, παρατηρηθεί πτώση της στάθμης του χαλικοφίλτρου (πράγμα που είναι φυσικό), γίνεται συμπλήρωση με νέους χάλικες.

4.4.4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Σκοπός της «ανάπτυξης» της γεωτρήσεως είναι η αποκατάσταση της πλήρους επικοινωνίας των υδροφόρων με τη γεώτρηση, με την απομάκρυνση η εξάλειψη των υλικών που προκαλούν προσωρινή έμφραξη αυτών, όπως είναι η κρούστα του μπετονίτη ή αργίλου στα περιστροφικά γεωτρώπανα, συντρίμματα, αμμοϊλύς, λεπτόρρευστοι άμμοι κ.λ.π. Επίσης, με την ανάπτυξη συμβαίνει ανακατάταξη των χονδρόκοκκων υλικών του υδροφόρου γύρω από το φιλτροσωλήνα και απομακρύνεται η άμμος από τη ζώνη της γεωτρήσεως όπου το νερό κατά την άντληση κινείται ταχέως συγκλίνοντας προς τα φίλτρα (*σχήμα 47*). Έτσι, με την αποπεράτωση της αναπτύξεως πρέπει το αντλούμενο νερό να είναι απαλλαγμένο άμμου ή άλλων προσμίξεων, γι' αυτό γίνεται κατάλληλη άντληση ή χρήση αεροσυμπιεστή. Έτσι, όχι μόνο αυξάνεται η παραγωγή σε ρευστά, αλλά καλυτερεύει η ποιότητα τους και εξασφαλίζεται η μακροβιότητα των γεωτρήσεων και των συστημάτων άντλησης και εκμετάλλευσης.



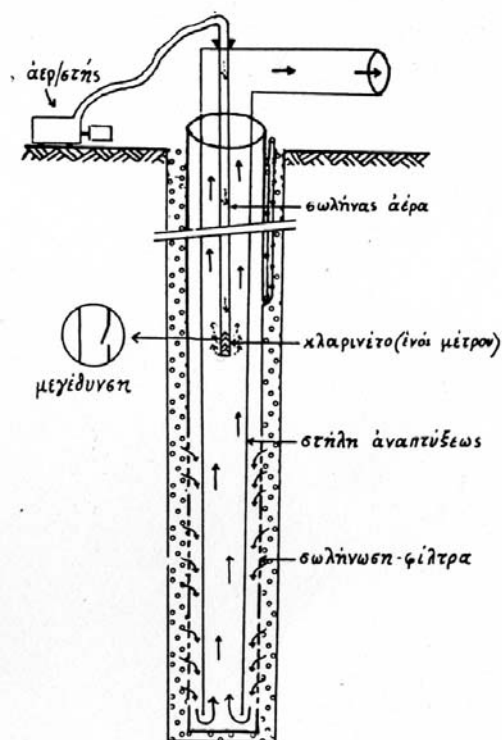
Σχήμα 47.

Η ανάπτυξη επιτρέπει την καλή κυκλοφορία του νερού μέσω του φίλτρου προς τα μέσα και έξω της σωληνώσεως. (από το *Ground water and wells*, 1966, από Βαφειάδη, 1977)

Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι ανάπτυξης, ανάλογα με τις συσκευές και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, όμως η πιο κλασσική διεθνώς και στις περισσότερες περιπτώσεις πιο ενδεδειγμένη μέθοδος είναι αυτή της ανάπτυξης με εμφύσηση συμπιεσμένου αέρα, γνωστή ως « **Air-lift** ». Σε αυτή τη μέθοδο, ο διοχετευόμενος αέρας, όταν αναμιγνύεται με τα παραγόμενα ρευστά (κυρίως νερό), σχηματίζει ένα ελαφρύτερο μίγμα. Έτσι, τα ρευστά ανέρχονται με πίεση μέχρι την επιφάνεια του εδάφους, σε σημαντική ποσότητα και προ πάντως, με πολύ γρήγορο ρυθμό. Μαζί με τα ρευστά, παρασύρονται και τρίμματα, λάσπη, μπεντονίτης και άλλες «ακαθαρσίες», που είναι εμπόδιο στη ροή από τους παραγωγικούς σχηματισμούς προς την οπή των γεωτρήσεων. Τα υλικά αυτά «φιλτράρονται» από τους χάλικες, εφόσον έχουν τοποθετηθεί τέτοιοι, και από τους φιλτροσωλήνες.

Για το σκοπό αυτό, απαιτείται αεροσυμπιεστής 7 τουλάχιστον ατμοσφαιρών, με παροχή μέχρι $600 \text{ m}^3/\text{h}$. Επίσης, χρειάζονται σωλήνες για τη στήλη ανάπτυξης μέσα στις γεωτρήσεις, αλλά και τη στήλη εμφύσησης του αέρα μέσα (και σε κάποιο βάθος) στη γεώτρηση. Συνήθως, η στήλη ανάπτυξης έχει διάμετρο κατά 2-3 ίντσες μικρότερη των σωλήνων των γεωτρήσεων, ενώ η στήλη εμφύσησης αέρα είναι $1-2 \frac{1}{2}$ ιντσών. Μια τέτοια διάταξη φαίνεται στο **σχήμα 48**.

Η στήλη εμφύσησης θα πρέπει προφανώς να κατέβει κάτω από τη στάθμη των ρευστών, και όσο γίνεται πιο πολύ (ανάλογα με την ισχύ του συμπιεστή), ενώ η στήλη ανάπτυξης σχεδόν μέχρι τον πυθμένα ή τουλάχιστον αμέσως κάτω από τους παραγωγικούς σχηματισμούς.



Σχήμα 48.
Διάταξη για την ανάπτυξη με πεπιεσμένο
αέρα (Air-lift). (κατά Βαφειάδη, 1977)

Το μίγμα αέρα-νερού ανεβάζει βίαια τα ρευστά της γεώτρησης και έτσι την «αδειάζουν» απότομα. Τα ρευστά αναπληρώνονται από εκείνα των παραγωγικών σχηματισμών, που εισέρχονται με ταχύτητα στην οπή, δια μέσου των χαλίκων και των φίλτρων, ανέρχονται και αυτά, και ούτω καθ' εξής. Για πρακτικούς λόγους, γίνονται σκόπιμες διακοπές εμφύσησης. Όσο συχνότερα, τόσο καθαρότερα γίνονται τα παραγόμενα ρευστά.

Η διάρκεια ανάπτυξης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της κάθε γεώτρησης, οπωσδήποτε όμως πρέπει να καταλήξει στην παραγωγή καθαρών ρευστών. Συνήθως κρατά αρκετές ώρες.

4.4.5. ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΤΛΗΣΕΙΣ

Η δοκιμαστική άντληση παρέχει στοιχεία με τα οποία εκτιμάται αφ' ενός η απόδοση της γεωτρήσεως με τον προσδιορισμό της εκμεταλλεύσιμης παροχής της και αφετέρου υπολογίζονται ορισμένα υδραυλικά χαρακτηριστικά του υδροφόρου στρώματος, που έχουν σχέση με τη δυναμικότητα αυτού.

4.4.5.1 ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΙΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

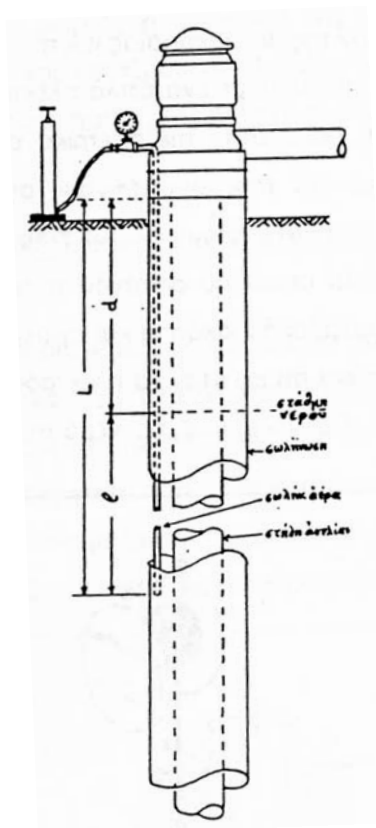
Οι δοκιμαστικές αντλήσεις, που διαρκούν αρκετές δεκάδες ωρών, δε μπορεί να γίνουν χωρίς τη διαρκή και ακριβή παρακολούθηση της στάθμης του νερού στην αντλούμενη γεώτρηση, αλλά και σε κοντινές προς αυτή γεωτρήσεις. Γ αυτό, στην αντλούμενη γεώτρηση, τοποθετούνται 1-2 ανεξάρτητοι σωλήνες μικρής διαμέτρου (π.χ. $\frac{1}{2}$ "), που ονομάζονται πιεζομετρικοί ή πιεζόμετρα, και συνήθως βρίσκονται έξω από το εξωτερικό τοίχωμα του φιλτροσωλήνα. Μερικές φορές είναι ανεξάρτητοι από το φιλτροσωλήνα, οπότε μετριέται σ' αυτόν μόνο η στάθμη, ενώ άλλοτε είναι κολλημένοι και επικοινωνούν με το εσωτερικό του φιλτροσωλήνα της γεώτρησης, για την καλύτερη εκτίμηση της εκμεταλλεύσιμης παροχής και την αντίστοιχη πτώση στάθμης στη γεώτρηση, καθώς και τον υπολογισμό των απωλειών φορτίου της γεώτρησης. Οι πιεζομετρικοί σωλήνες είναι διάτρητοι στο κάτω τμήμα τους, τοποθετούνται πριν τη χαλίκωση και φθάνουν σε ικανοποιητικό βάθος (οποσδήποτε κάτω από την προβλεπόμενη στάθμη της υδρογεώτρησης κατά την άντληση).

Στα πιεζόμετρα παρακολουθείται κυρίως η μεταβολή της στάθμης, αλλά είναι δυνατό να γίνει και καταμέτρηση των μεταβολών της θερμοκρασίας κ.λ.π.. Η στάθμη στις δοκιμαστικές αντλήσεις μετριέται με ένα απλό ηλεκτρικό όργανο, το **σταθμήμετρο** (σχήμα 49), που τοποθετείται μέσα στον πιεζομετρικό σωλήνα ή με **σωλήνα αέρα και μανόμετρο** (σχήμα. 50).



Σχήμα 49. Σταθμήμετρο (κύρια μέρη του)

Το όργανο αποτελείται από δύο μονωμένους μεταξύ τους συρματινούς αγωγούς (στις άκρες αριθμημένης πλαστικής μετροταινίας), που καταλήγουν σε αντίστοιχο ηλεκτρόδιο στη βυθιζόμενη κεφαλή του οργάνου. Το άλλο άκρο του οργάνου τροφοδοτείται με ρεύμα 12 Volt από μικρή μπαταρία, με την παρεμβολή διακόπτη και αμπερόμετρου. Το όργανο παράγει ηχητικό και φωτεινό (με λαμπάκι) σήμα, όταν τα ηλεκτρόδια εισέλθουν στο νερό, οπότε το ηλεκτρικό κύκλωμα κλείνει. Πράγματι τότε, το νερό της γεώτρησης, ως καλός αγωγός του ηλεκτρισμού, συνδέει τα ηλεκτρόδια και παράγεται εκείνη τη στιγμή το ηχητικό και φωτεινό σήμα. Μαζί με το φωτεινό σήμα και για επιβεβαίωση, κινείται απότομα και η βελόνη του αμπερόμετρου. Το καλώδιο είναι βαθμονομημένο για κάθε cm, και έχει το απαραίτητο για το βάθος της γεώτρησης μήκος, ενώ στην κεφαλή του τοποθετείται μικρό βαρίδιο, για να κατεβαίνει πιο εύκολα.



Σχήμα 50.
Διάταξη μέτρησης της στάθμης με στήλη αέρα (από το
Ground water and wells, 1966, από Βαφειάδη, 1977)

Στον δεύτερο τρόπο (με **σωλήνα αέρα και μανόμετρο**) τοποθετείται χάλκινος σωλήνας, διαμέτρου τουλάχιστον 4-6 mm, περίπου 2 m ψηλότερα από το σημείο άντλησης, μεταξύ του σωλήνα της γεώτρησης και εκείνης του αντλητικού συγκροτήματος. Στην επιφανειακή κεφαλή του μικρού σωλήνα, τοποθετείται ένα μανόμετρο, που είναι ρυθμισμένο να δείχνει την πίεση της στήλης νερού (σε m). Με μικρή αντλία, διοχετεύεται αέρας στον αεροστεγή σωλήνα και παρατηρείται η πίεση του μανομέτρου, μέχρι αυτή να φθάσει τη

μέγιστη τιμή του. Αυτό σημαίνει ότι το νερό εκδιώχθηκε από το σωλήνα, και αυτή η πίεση εξισορροπεί την πίεση του νερού, από την ελεύθερη επιφάνειά του στη γεώτρηση μέχρι τον πυθμένα του μικρού σωλήνα [απόσταση (I)], Η ζητούμενη κάθε φορά στάθμη [απόσταση (d) μεταξύ της κεφαλής της γεώτρησης και της επιφάνειας του νερού], είναι ίση με τη διαφορά του γνωστού συνολικού μήκους του χάλκινου σωλήνα (L) από την απόσταση (I), που μετριέται με τη μέγιστη πίεση του μανομέτρου.

Ο τρόπος αυτός δεν είναι τόσο ακριβής, όσο εκείνος του ηλεκτρικού σταθμόμετρου, και χρησιμοποιείται όταν δεν υπάρχει «πιεζόμετρο» στη γεώτρηση.

4.4.5.2 ΠΡΟΑΝΤΛΗΣΗ

Μετά την ανάπτυξη της γεώτρησης και την τοποθέτηση του προσωρινού αντλητικού συγκροτήματος, είναι σκόπιμο να γίνεται προάντληση 6-8 ωρών, ώστε να διαπιστωθεί αν επιτεύχθηκε ο καθαρισμός, αν το αντλητικό συγκρότημα μπορεί να αντλήσει μεγάλες ποσότητες νερού από τη γεώτρηση, αν τα πιεζόμετρα λειτουργούν κανονικά κ.λ.π.. Η προάντληση βοηθά στην κατάρτιση του πιο ενδεδειγμένου στη συνέχεια προγράμματος δοκιμαστικών αντλήσεων παραγωγής. Αρχίζει με μικρές παροχές και αυξάνει προοδευτικά, ελέγχοντας συγχρόνως την καθαρότητα του νερού, με πρόχειρες δειγματοληψίες σε διάφανες πλαστικές φιάλες. Αν η καθαρότητα δεν είναι ικανοποιητική, γίνονται διακοπές και απότομες ενάρξεις αντλήσεων, αυξάνεται η παροχή, επιμηκύνεται ο χρόνος προάντλησης κ.λ.π., μέχρις ότου προκύψει καθαρό νερό.

Μετά το πέρας της προάντλησης γίνεται διακοπή, καταρτίζεται το οριστικό πρόγραμμα και γίνεται η σχετική οργάνωση της κανονικής δοκιμαστικής άντλησης.

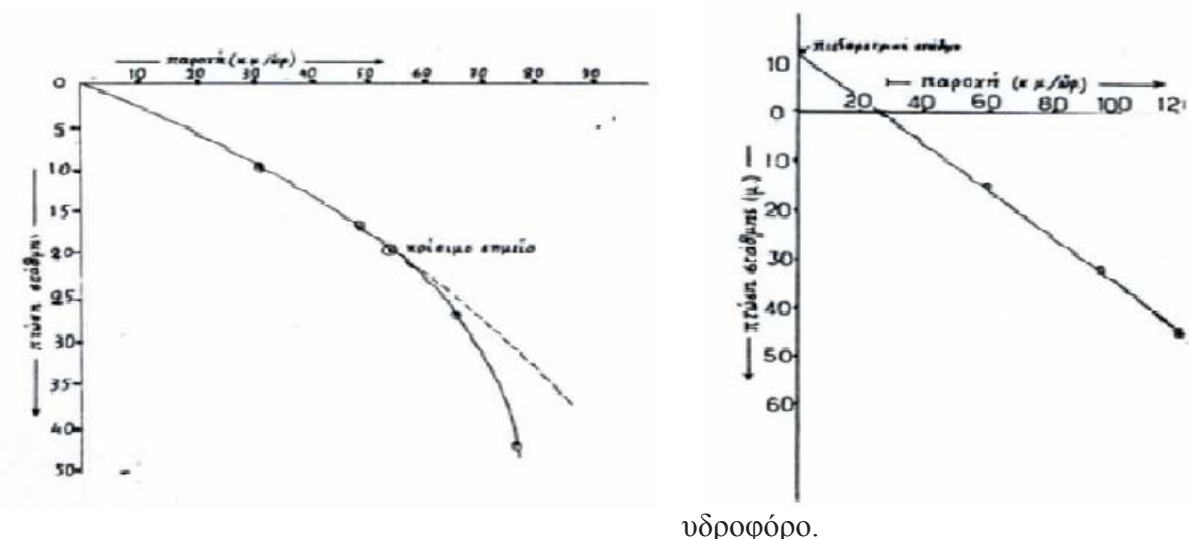
4.4.5.3 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΛΗΣΗ

Η κανονική δοκιμαστική άντληση περιλαμβάνει την άντληση κατά βαθμίδες και την άντληση σταθερής παροχής.

Α. Αντληση κατά βαθμίδες

Σκοπός της δοκιμής αυτής είναι η λήψη αριθμού ζευγών παροχής - πτώσεως στάθμης, με τα οποία κατασκευάζεται η καμπύλη πτώσεως στάθμης συναρτήσει της αντλούμενης παροχής, γνωστή ως χαρακτηριστική καμπύλη. Από αυτή προσδιορίζεται η κρίσιμη παροχή του φρέατος, δηλαδή το σημείο της καμπύλης πέραν του οποίου η πτώση στάθμης είναι δυσανάλογα μεγάλη ως προς την αντίστοιχη αύξηση της παροχής. Επίσης, με τα στοιχεία της κατά βαθμίδες αντλήσεως υπολογίζονται οι απώλειες φορτίου του φρέατος.

Η διάρκεια της κατά βαθμίδες αντλήσεως κυμαίνεται από 8- 16 ώρες·το διάστημα αυτό μοιράζεται για την εκτέλεση 3-4 ισοχρόνων βαθμίδων, στις οποίες οι παροχές να είναι περίπου το 1/4, το 1/2, τα 3/4 της μεγαλύτερης που επιτεύχθηκε κατά τη διάρκεια της προαντλήσεως, αυτή δε η παροχή αποτελεί συνήθως την τέταρτη βαθμίδα ή τη σταθερή παροχή. Οι βαθμίδες αντλήσεως είναι δυνατό να πραγματοποιούνται η μια μετά την άλλη, χωρίς διακοπή της αντλήσεως. Ομοίως, για μια ορθότερη εκτίμηση, ιδίως των απωλειών φορτίου της γεωτρήσεως, είναι ενδεδειγμένο μετά από κάθε βαθμίδα να ακολουθεί παύση της αντλήσεως μέχρι επαναφοράς της στάθμης του νερού και εν συνεχεία να πραγματοποιείται η επόμενη βαθμίδα. Τη συχνότητα των μετρήσεων παροχής και στάθμης αντλήσεως, την καθορίζει ο γεωλόγος. Στο **σχήμα 51** εικονίζονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες γεωτρήσεως σε ελεύθερο υδροφόρο και άλλης σε υπό πίεση (αρτεσιανό)



Σχήμα 51.

Χαρακτηριστική καμπύλη γεωτρήσεως σε ελεύθερο υδροφόρο(αριστερά) και
Χαρακτηριστική καμπύλη γεωτρήσεως(δεξιά)
(από Βαφειάδη,1977)

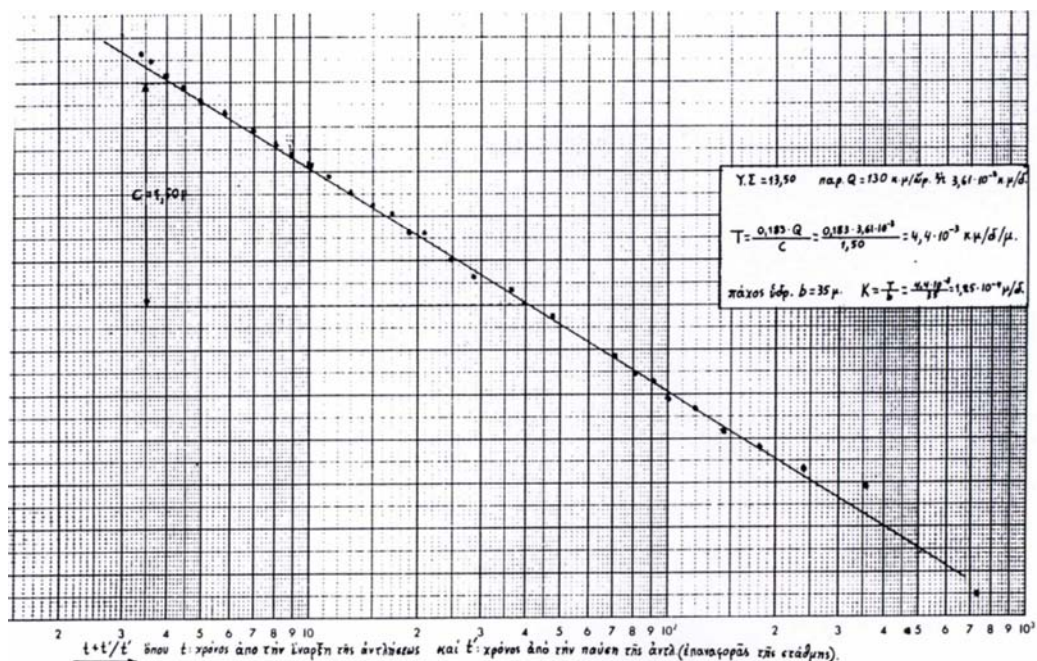
B. Αντληση σταθερής παροχής

Η εκτέλεση της αποβλέπει στην απεικόνιση της ευθείας πτώσης στάθμης συναρτήσει του λογαρίθμου του χρόνου αντλήσεως. Το διάγραμμα αυτό βοηθάει στην εύρεση του συντελεστού υδαταγωγιμότητας (T) των αντλούμενων υδροφόρων, στη μελέτη εξελίξεως του κώνου πτώσης στάθμης για αντλήσεις μεγαλύτερης διάρκειας από αυτή της δοκιμαστικής αντλήσεως.

Η διάρκεια της αντλήσεως με σταθερή παροχή κυμαίνεται από 12-24 ώρες η παροχή εκλέγεται ανάμεσα στην κρίσιμη και την μεγαλύτερη που επιτεύχθηκε στην κατά βαθμίδες άντληση.

Καθ' όλη τη διάρκεια της αντλήσεως η παροχή πρέπει να διατηρείται κατά το δυνατό σταθερή, γι αυτό πρέπει να μετριέται τουλάχιστον κάθε ώρα. Οι μετρήσεις της στάθμης πρέπει να είναι συχνότερες κατά την αρχή αντλήσεως, π.χ. ανά λεπτό κατά τα πρώτα 10 λεπτά, ανά 5 λεπτά τα επόμενα 50 λεπτά, ανά 10 λεπτά την επόμενη μια ώρα και ανά ημίωρο τις επόμενες τρεις ώρες και τέλος ανά ώρα μέχρι το τέλος της αντλήσεως. Κανονικά τη συχνότητα των μετρήσεων την καθορίζει ο επιβλέπων γεωλόγος.

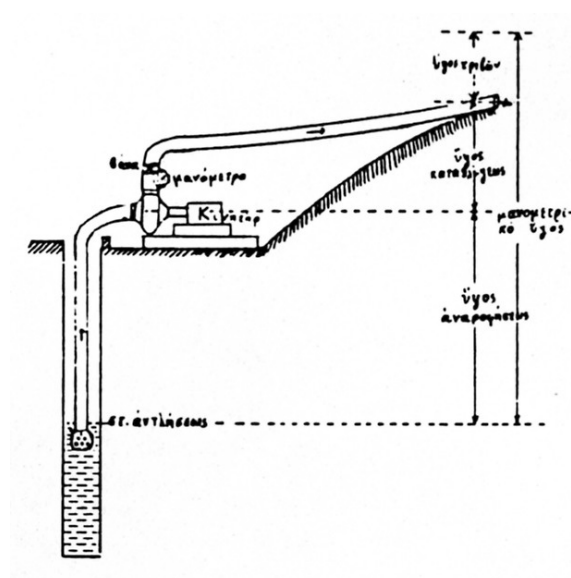
Αμέσως μετά την παύση της αντλήσεως πρέπει να γίνουν μετρήσεις επαναφοράς της στάθμης, με την ίδια συχνότητα που έγιναν οι αντλήσεις κατά την άντληση.



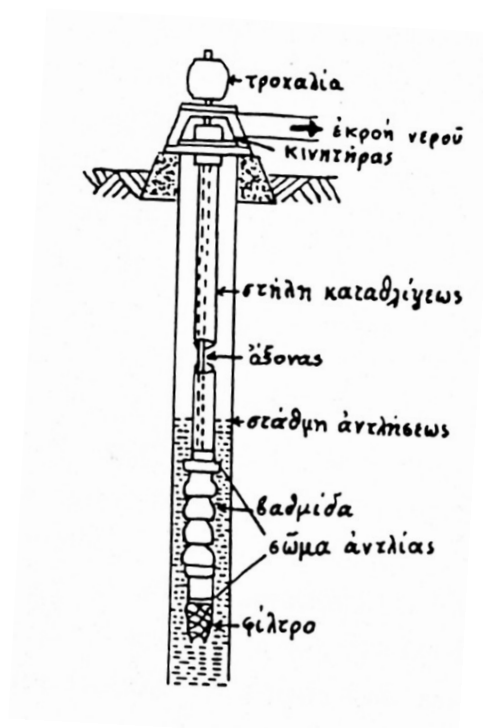
Σχήμα 52.
Ευθεία επαναφοράς στάθμης
(από Βαφειάδη, 1977)

4.4.6. ΑΝΛΗΤΙΚΑ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ

Από τις διάφορες κατηγορίες μηχανοκινήτων αντλιών για τις αντλήσεις νερού από τις γεωτρήσεις, χρησιμοποιούνται τα συγκροτήματα οριζοντίων φυγοκέντρων αντλιών για μικρές ως μέσες παροχές και για βάθη αντλήσεως μέχρι 6.50 μ. (θεωρητικώς μέχρι 10,33 μ.) και τα συγκροτήματα στροβιλοφόρων αντλιών ή βαθέων φρεάτων κατάλληλα για ποίκιλες παροχές και για βάθη αντλήσεως μέχρι 500 μ.



(A)



(B)

Σχήμα 53.

(Α) : Αντλητικό συγκρότημα φυγοκέντρου αντλίας και (Β) : Αντλητικό συγκρότημα στροβιλαντλίας (από το : «Μηχανοκίνητα αντλ. συγκροτήματα αρδεύσεων», από Βαφειάδη, 1977)

4.4.7. ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΑΓΡΑΦΙΑΣ (LOGGINGS)

Οι μέθοδοι αυτοί οι οποίες ξεκίνησαν αλλά και αναπτύχθηκαν στην έρευνα του πετρελαίου, μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στο σχεδιασμό της κατασκευής γεωτρήσεων, γιατί δίνουν μια σαφή και ακριβή εικόνα των στρωμάτων που διατηρηθήκαν και κατευθύνουν τον παραπέρα σχεδιασμό της γεώτρησης. επίσης δίνουν ακριβείς λύσεις σε προβλήματα όπως εσφαλμένη τοποθέτηση φίλτρων, εσφαλμένη απομόνωση λεπτόκοκκων στρωμάτων, άσκοπη σωλήνωση μιας γεώτρησης, υφαλμύρωση κ.α.

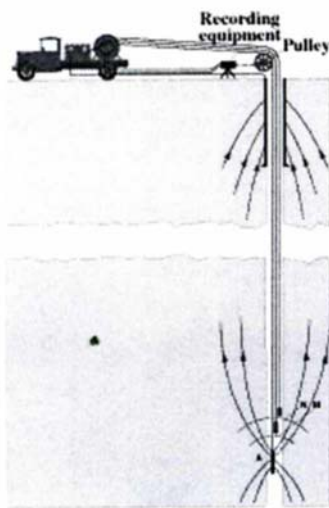
Η διαγραφή ως μέθοδος μελέτης μιας γεώτρησης, συντελεί στον προσδιορισμό των φυσικών χαρακτηριστικών του πετρώματος, όπως η λιθολογία, το πορώδες, η γεωμετρία των πόρων, η διαπερατότητα, η πυκνότητα και έμμεσα η μηχανική τους συμπεριφορά. Με τα δεδομένα της διασκόπησης αυτής είναι δυνατόν να προσδιοριστούν το πάχος και το βάθος γεωλογικών ζωνών, να γίνει διαχωρισμός ζωνών με πετρέλαιο, φυσικό αέριο και νερό και να υπολογιστούν τα αποθέματα υδρογονανθράκων.

Οι φυσικές ιδιότητες που είναι δυνατόν να προσδιοριστούν με διαγραφίες είναι το πορώδες, η διαπερατότητα, ο βαθμός κορεσμού και η ειδική ηλεκτρική αντίσταση. Οι μέθοδοι διαγραφιών για τον προσδιορισμό των παραπάνω ιδιοτήτων χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: α. ηλεκτρικές β. ραδιενεργού ακτινοβολίας και γ. ακουστικές. Τα είδη της διαγραφίας που συνήθως εφαρμόζονται είναι:

- Διαγραφή φυσικού δυναμικού
- Διαγραφή ειδικής αντίστασης

- Ακουστική διαγραφία
- Διαγραφία πυκνότητας
- Διαγραφία νετρονίων
- Συνδιασμός διαγραφίας νετρονίων και πυκνότητας
- Διαγραφία ακτινοβολίας γ

στην
70



μια

Η μέθοδος διαγραφίας, αν και είναι λίγο γνωστή Ελλάδα, είναι εν τούτοις γνωστή στο εξωτερικό εδώ και χρόνια. Ανακαλύφθηκε το 1927 από το γεωφυσικό Conrad Schlumberger (κυρίως η ηλεκτρική μέθοδος) και εφαρμόστηκε για πρώτη φορά εκείνα τα χρόνια με ένα αρχέγονο και βαρύ εξοπλισμό.

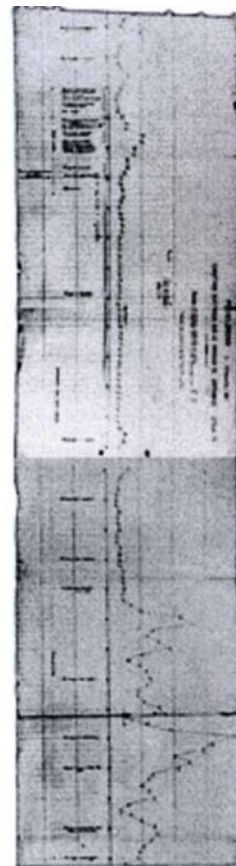
Η μέθοδος συνίσταται στην εισαγωγή μέσα σε υπό κατασκευή γεώτρηση μιας οβίδας (αισθητήρας μέτρησης), η οποία ανασύρεται προοδευτικά από τον πυθμένα προς την επιφάνεια και μετρά την ηλεκτρική αντίσταση (ή και άλλες φυσικές παραμέτρους) του κάθε γεωλογικού στρώματος που συναντά στην πορεία της. Η καταγραφή των στοιχείων αυτών γίνεται, είτε σε καταγραφική συσκευή, είτε σε υπολογιστή σε ψηφιακή μορφή. Όλο το σύστημα μέτρησης και καταγραφής βρίσκεται μέσα σε ειδικό όχημα (σταθμός μέτρησης) στην επιφάνεια του εδάφους (*σχήμα 54*).

Σχήμα 54.

Μέθοδος διαγραφίας (σύστημα μέτρησης και καταγραφής)

Σχήμα 55.

Πρώτη καταγραφή με τη μέθοδο διαγραφίας ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης.



5.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στα πλαίσια της διπλωματικής μας εργασίας, παρακολουθήσαμε την υδρογεώτρηση που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή του Αγροκτήματος του Α.Π.Θ., στο Δήμο Θέρμης, με εξουσιοδότηση της Γεωπονικής Σχολής του Α.Π.Θ.

Οι εργασίες της υδρογεώτρησης ξεκίνησαν στις 27 Οκτωβρίου 2005 και διήρκησαν μέχρι τις 15 Νοεμβρίου 2005. Το βάθος μέχρι το οποίο έφτασε η υδρογεώτρηση ήταν 303,60 μέτρα. Σκοπός της υδρογεώτρησης ήταν η αντικατάσταση προϋπάρχουσας υδρογεώτρησης, η παροχή της οποίας δεν ήταν ικανοποιητική, για την εύρεση-άντληση πόσιμου νερού και υδροδότηση του Αγροκτήματος για λοιπές χρήσεις.

Το γεωτρύπανο που χρησιμοποιήθηκε ήταν περιστροφικό υδραυλικό (θετικής κυκλοφορίας), τύπου K-800Π και ισχύος 330 HP, με δυνατότητα διάτρησης μέχρι 800 μέτρα βάθος. Ο φέροντας μηχανισμός ήταν αυτοκινούμενος και ο πύργος του γεωτρύπανου είχε ύψος 11 μέτρα και ανυψωτική ικανότητα 80 τόνων βάρους. Τα στελέχη που χρησιμοποιήθηκαν είχαν μήκος 6,60 μέτρα και διάμετρο 4,5 ίντσες. Η κυκλοφορία του πολτού γινόταν με κεντρόφυγα αντλία πίεσης 25 Atm, ενώ ο αεροσυμπιεστής που χρησιμοποιήθηκε κατά τις εργασίες της πλύσης – καθαρισμού και του Air-lift ήταν πίεσης 10 Atm και παροχής 550 κυβικών ποδιών .

Οι απαραίτητες εργασίες της υδρογεώτρησης εκτελέστηκαν από το χειριστή του γεωτρύπανου και τους δυο βοηθούς.

Άδεια ανόρυξης για την εν λόγω γεώτρηση δεν χρειάστηκε, γιατί όπως προαναφέρθηκε έγινε αντικατάσταση παλαιότερης υδρογεώτρησης, που αποτελεί ιδιοκτησία του Α.Π.Θ.

*Εικόνα 10 .
Το αυτοκινούμενο γεωτρητικό
συγκρότημα, όπου φαίνεται ο πύργος
των 11 μέτρων*



*Εικόνα 11 .
Πίνακας ελέγχου του γεωτρύπανου*

5.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στο σύνολο των εργασιών που έγιναν, τόσο κατά τη διάρκεια της διάτρησης όσο και τις συμπληρωματικές, στα συμπεράσματα από τις μεθόδους διαγραφίας, καθώς επίσης και στις δοκιμαστικές αντλήσεις που έγιναν μετά την ολοκλήρωση της διάτρησης .

5.2.1 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ

Αρχικά, μετά την επιλογή της θέσης όπου θα διανοιγόταν η οπή της γεώτρησης, τοποθετήθηκε το γεωτρητικό συγκρότημα και οριζοντιώθηκε με αλφάδι και με τη βοήθεια ειδικών ποδιών που βρίσκονται περιμετρικά του φορτηγού (*εικόνα 12*). Η οριζοντίωση του φορτηγού είναι απαραίτητη, γιατί έτσι αποτρέπεται η απόκλιση της μετέπειτα γεώτρησης από την κατακόρυφο.

Στη συνέχεια, σε κοντινή απόσταση από το φορτηγό, σκάφτηκαν οι ειδικές δεξαμενές πολτού (*εικόνες 13,14,15*), οι οποίες συγκοινωνούσαν· αρχικά διανοίχτηκαν δύο με διαστάσεις 3x3 μέτρα και βάθος 4 μέτρων και αργότερα, κατά την πορεία της γεώτρησης, διανοίχτηκε μια τρίτη με τις ίδιες διαστάσεις. Οι δεξαμενές γέμισαν με νερό κατά τα $\frac{3}{4}$ περίπου και προστέθηκε μπεντονίτης, έτσι ώστε ο πολτός διάτρησης να αποκτήσει το κατάλληλο ιξώδες. Ο πολτός που βρισκόταν μέσα στις δεξαμενές ανακυκλωνόταν, δηλαδή παραλαμβανόταν με ειδικό λαστιχένιο σωλήνα υψηλής πίεσης από τη μια δεξαμενή, στέλνονταν μέσω της πηλαντλίας στο εσωτερικό των στελεχών, έφτανε μέχρι τον πυθμένα και ανέβαινε με την ίδια πίεση μέχρι την επιφάνεια, περνώντας ανάμεσα από τα στελέχη και τα τοιχώματα της γεώτρησης, ξεπλένοντας τα τοιχώματά της και συμπαρασύροντας τα τρίμματα. Ο πολτός όπως έχει προαναφερθεί (*κεφάλαιο 4.2.2.3-H*) έχει την ικανότητα να δημιουργεί προστατευτική κρούστα στα τοιχώματα και να τα στεγανοποιεί , προστατεύοντάς τα από καταπτώσεις - Κατόπιν τα τρίμματα αφού περνούσαν από το χώρο δειγματοληψίας (*εικόνα 16*), κατέληγαν στην άλλη δεξαμενή όπου καθίζαναν .Έτσι , ο πολτός διάτρησης όντας απαλλαγμένος από στέρεα υλικά λόγω υπερχειλίσης, περνούσε στην πρώτη δεξαμενή, όπου αναρροφούνταν από την πηλαντλία για να επαναλάβει τον κύκλο.

Επίσης έγινε η εκφόρτωση των στελεχών (*εικόνα 17*) που θα χρησιμοποιούνταν στη γεώτρηση, σε σημείο όπου να είναι άμεσα προσβάσιμα.



*Εικόνα 12 .
Ειδικά «πόδια» που βρίσκονται
περιμετρικά του φορτηγού και
βοηθούν στην οριζοντίωση &
ευθυγράμμιση του*



*Εικόνα 13 .
Οι δυο αρχικές δεξαμενές
πολτού, όπου φαίνεται η
επικοινωνία τους*



*Εικόνες 14 & 15 .
Οι ειδικές δεξαμενές πολτού στο σύνολο τους*



*Εικόνα 16 .
Δειγματοληψία με σίτα των
τριμμάτων που βγαίνουν από τη
γεώτρηση*



Εικόνα 17 .

*Τα στελέχη της γεώτρησης.
Είναι εμφανείς οι υποδοχές,
όπου το
ένα στέλεχος βιδώνει
μέσα στο άλλο*



5.2.2 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΝΑΡΞΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Μετά από τη διαμόρφωση του χώρου όπου θα γινόταν η υδρογεώτρηση, ακολούθησε η διάτρηση με κοπτικά άκρα τρίφτερο και τρίκωνο με καρβίδια, διαμέτρου 12 ½ ιντσών (εικόνες 18 & 19) και σύμφωνα με τον προγραμματισμό της γεώτρησης η διάνοιξη έφτασε μέχρι το βάθος των 303.6 μέτρων.

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 46 στελέχη διάτρησης, τα οποία γρασσάρονταν πριν τη συνένωσή τους έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι φθορές από τις τριβές που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια περιστροφής του γεωτρήπανου. Το ανεβοκατέβασμα της διατρητικής στήλης πριν από την προσθήκη νέου στελέχους είναι απαραίτητη, γιατί έτσι αποφεύγεται το « φαινόμενο βεντούζας », δηλαδή η δημιουργία αργιλικών λαιμών που σε συνδυασμό με τον πολύτο εγκλωβίζουν το κοπτικό άκρο, άλλα και ολόκληρη τη διατρητική στήλη με αποτέλεσμα τη μερική ή ολική απώλειά της και συνεπώς την καταστροφή της γεώτρησης. Απαραίτητο είναι επίσης και το ανεβοκατέβασμα του κοπτικού άκρου μαζί με τον οδηγό στην αρχή της διάτρησης, γιατί έτσι αποτρέπεται η απόκλιση της γεώτρησης από την κατακόρυφο.



*Εικόνα 18 .
Τρίφτερο, διαμέτρου 12 ½ ιντσών*



*Εικόνα 19 .
Τρίκωνο με καρβίδια, διαμέτρου 12
½ ιντσών*

Συγκεκριμένα στην **έναρξη** της διάτρησης χρησιμοποιήθηκε στέλεχος με κοπτικό άκρο τρίφτερο (διαμέτρου 12 ½ ιντσών) και το βάθος διάνοιξης έφτασε τα 53 μέτρα. Η δειγματοληψία έδειξε πως βρέθηκαν :

- από 0-13,20 μέτρα αμμόμαρμα
- από 13,20-33,0 μέτρα μάργα με χαλίκια
- από 33.0-53 μέτρα κόκκινη άργιλος.

Η ξαφνική πτώση της στάθμης του πολτού διάτρησης στη δεξαμενή, κατά τη διάτρηση μεταξύ των 19.80-26.40 μέτρων οφείλεται προφανώς σε μαζική είσοδό του στο διατρυνόμενο σχηματισμό, που πρέπει να έχει υδροπερατότητα, γι' αυτό η καταγραφή της στάθμης είναι σημαντικό να γίνεται με ακρίβεια.

Τη **δεύτερη μέρα**, η διάτρηση συνέχισε από 53-145 μέτρα βάθος επίσης με κοπτικό άκρο τρίφτερο (διαμέτρου 12 ½ ιντσών). Η δειγματοληψία έδειξε πως βρέθηκαν :

- από 53-59 μέτρα κόκκινη άργιλος
- από 59-79 μέτρα άργιλος με λεπτές στρώσεις άμμου
- από 79-105 μέτρα μάργα με κροκάλες
- από 105-125 μέτρα μάργα –μαργαϊκός ασβεστόλιθος
- από 125-145 μέτρα αμμόμαρμα

Και την **τρίτη μέρα** η διάτρηση έγινε με κοπτικό άκρο τρίφτερο (διαμέτρου 12 ½ ιντσών) από 145-195 μέτρα όπου η δειγματοληψία έδειξε πως βρέθηκαν :

- από 145-166 μέτρα αμμόμαρμα
- από 166-195 μέτρα μάργα

Στην πορεία (**τέταρτη μέρα**) το τρίφτερο αντικαταστήθηκε από τρίκωνο με καρβίδια (διαμέτρου 12 ½ ιντσών) και η διάτρηση προχώρησε από 195-205 μέτρα. Η δειγματοληψία έδειξε πως βρέθηκαν :

- στα 195-205 μέτρα μάργα–μαργαϊκός ασβεστόλιθος.

Ο σχηματισμός ήταν ιδιαίτερα συμπαγής και σκληρός, επομένως η διάτρηση του εν λόγω πετρώματος συνεχίστηκε και την επόμενη μέρα.

Έτσι και την **πέμπτη μέρα** η διάτρηση έγινε με τρίκωνο με καρβίδια (διαμέτρου 12 ½ ιντσών) από 205-267 μέτρα, όπου η δειγματοληψία έδειξε πως συναντήθηκαν :

- από 205-217 μέτρα μάργα–μαργαϊκός ασβεστόλιθος
- από 217-257 μέτρα αμμόμαργα
- από 257-267 μέτρα μάργα

Την **έκτη μέρα** διάτρησης η γεώτρηση προχώρησε από τα 267 έως και τα 303.60 μέτρα, ενώ πραγματοποιήθηκε και εκτέλεση Ηλεκτρικών Διαγραφιών (loggings) προκειμένου να γίνει η αναγνώριση των διατρηθέντων υδροφόρων οριζόντων καθώς και της ποιότητας του περιεχομένου νερού στους υδροφόρους ορίζοντες (*επόμενη παράγραφος*). Η δειγματοληψία έδειξε πως συναντήθηκαν :

- από 267-270 μέτρα μάργα
- από 270-297 μέτρα αμμόμαργα
- από 297-303.60 μέτρα μάργα

Γενικά, η δειγματοληψία γινόταν κάθε 3 μέτρα περίπου και τα δείγματα, αφού εξετάζονταν πρόχειρα και ταξινομούνταν σύμφωνα με διάφορους στρωματογραφικούς τύπους, τοποθετούνταν σε σακουλάκια (*εικόνα 20*) και στην πορεία στέλνονταν για χημική ανάλυση και εξετάσεις στο εργαστήριο, έτσι ώστε να εξαχθούν πιο ακριβή αποτελέσματα. Πρακτικά, αν πολλαπλασιάσουμε την ποσότητα των σακουλών με τα δείγματα επί το ύψος κάθε διατρητικού στελέχους, παίρνουμε σαν αποτέλεσμα το βάθος της γεώτρησης :

$$46 \text{ σακουλάκια} \times 6.6 \text{ μέτρα ύψος κάθε στελέχους} = 303.6 \text{ μέτρα το βάθος της γεώτρησης}$$



*Εικόνα 20 .
Δείγματα σχηματισμών της γεώτρησης,
τοποθετημένα μέσα σε σακουλάκια*

5.2.3 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΙΑΓΡΑΦΙΑ (LOGGING) ΤΗΣ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε, η Μέθοδος των Διαγραφιών συντελεί στον προσδιορισμό των φυσικών χαρακτηριστικών του πετρώματος, βάσει των οποίων είναι δυνατόν να προκύψουν το πάχος και το βάθος γεωλογικών ζωνών, να βρεθεί η ύπαρξη υδροφόρων στρώματων και η ποιότητα του νερού σε αυτά κ.ά.

Στη συγκεκριμένη γεώτρηση, οι μετρήσεις των Ηλεκτρικών Διαγραφιών περιλαμβάνουν:

Α) Φυσική Ακτινοβολία Γάμμα (GR), για τη λεπτομερή αναγνώριση της διατρηθείσας λιθολογικής συνέχειας

Β) Άμεσο Δυναμικό (SP), για την αξιολόγηση των υδραυλικών παραμέτρων των υδροφόρων οριζώντων και των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους

Γ) Ηλεκτρικές Ειδικές Αντιστάσεις (βαθιά, μέση, μονού σημείου), για την αναγνώριση και επιβεβαίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού στους διατρηθέντες γεωλογικούς σχηματισμούς .

Οι μετρήσεις των Ηλεκτρικών Διαγραφιών πραγματοποιήθηκαν σε ασωλήνωτη υδρογεώτρηση μέχρι βάθους 293 μέτρων, έναντι των αντίστοιχων διατρηθέντων 303.6 μέτρων. Η διατρηθείσα λιθολογία, όπως ανάγεται και από την παραπάνω παράγραφο, χαρακτηρίζεται από ιζηματογενή πετρώματα, δηλαδή : Ολοκαινικές αποθέσεις αδιαίρετες-

παράκτιες αποθέσεις (άμμοι), προσχώσεις κοιλάδων, ερυθρές άργιλοι με ασβεστιτικά συγκρίματα και αμμούχες άργιλοι .

Οι υδροφόροι ορίζοντες που διατρήθηκαν στην παρούσα γεώτρηση, βρίσκονται στα παρακάτω διαστήματα βάθους με τις αντίστοιχες τιμές αγωγιμότητας (πίνακας 4):

Πίνακας 4

ΥΔΡΟΦΟΡΑ ΣΤΡΩΜΑΤΑ ΣΕ ΒΑΘΟΣ (m)	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ($\mu\text{S/cm}$ στους 25°C)
62-65	915
82-92	915
117-124	950
130-136	1.030
160-173	1.030
182-193	1.120
200-210	1.120
230-255	1.100
270-280	1.100

Το υψόμετρο της θέσης της υδρογεώτρησης από την επιφάνεια της θάλασσας μετρήθηκε με GPS και βρέθηκε στα 8 μέτρα.

Τα συμπεράσματα που ανάχθηκαν από τις αναλύσεις των Ηλεκτρικών Διαγραφιών είναι ότι η παρούσα υδρογεώτρηση έπρεπε να συμπληρωθεί με τοποθέτηση φιλτροσωλήνων στα παραπάνω διαστήματα βάθους (υδροφόρα στρώματα) για βέλτιστη δυνατή παροχή και με τοποθέτηση περιφραγματικών σωλήνων μέχρι τα 50 με 55 μέτρα.

Σχήμα 56.

Συνημμένη αναπαράσταση των αναλύσεων των Ηλεκτρικών Διαγραφιών

5.2.4 ΔΙΕΥΡΥΝΣΗ ΤΗΣ ΟΠΗΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Μετά τη διάνοιξη της οπής της γεώτρησης και τη διάτρηση μέχρι το προγραμματισμένο βάθος των 303.60 μέτρων, ακολούθησε διεύρυνση της οπής με κοπτικό άκρο τρίκωνο χαλύβδινο , διαμέτρου 19 ½ ιντσών (*εικόνα 21*). Η διεύρυνση έγινε με σκοπό την εισαγωγή περιφραγματικών σωλήνων από 0-52 μέτρα, όπως προσέβλεπε η ανάλυση των Ηλεκτρικών Διαγραφιών.



*Εικόνα 21 .
Τρίκωνο γκραναζωτό χαλύβδινο ,
διαμέτρου 19 ½ ιντσών*

Στην πορεία, ακολούθησε διεύρυνση της οπής από 0-51 μέτρα με κοπτικό άκρο τριφτέρο , διαμέτρου 24 ιντσών (*εικόνα 22*). Η διεύρυνση αυτή έγινε με σκοπό την εξασφάλιση χώρου, προκειμένου να χωρέσει το τσιμέντο που θα εισαχθεί στη γεώτρηση μετά την περιφραγματική σωλήνωση.



*Εικόνα 22 .
Τετράφτερο , διαμέτρου 24 ιντσών*



*Εικόνα 23 .
Διεύρυνση της οπής της γεώτρησης Τρίφτερο ,
διαμέτρου 24 ιντσών*

Το ένα μέτρο που υπολείπεται μεταξύ των δυο παραπάνω διευρύνσεων, λειτούργησε σαν δικλείδα ασφαλείας, δηλαδή αλλάζοντας τη διάμετρο της οπής από 24 ίντσες (μέχρι τα 51 μ.) σε 19,5 ίντσες (από 51-52 μ.) στένεψε ο χώρος γύρω από τον περιφραγματικό σωλήνα μην αφήνοντας του περιθώριο μετατόπισης προς τις διάφορες πλευρές των τοιχωμάτων, αλλά τη σχεδόν πλήρη εφαρμογή του ως προς αυτά. Επομένως η περιφραγματική σωλήνωση θα « σφήνωνε » στο έδαφος για 2-3 μέτρα και όσο το δυνατόν στο κέντρο της οπής, έτσι ώστε το τσιμέντο που θα έπεφτε περιμετρικά της σωλήνωσης να μην εισέρρεε στη γεώτρηση με καταστροφικά για τη συνέχεια αποτελέσματα (*σχήμα 58*) .

5.2.5 ΑΡΧΙΚΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Εφόσον έγιναν οι παραπάνω διευρύνσεις, ακολούθησε αρχικά η περιφραγματική σωλήνωση της γεώτρησης και έπειτα η τσιμεντώσή της.

5.2.5.1 ΠΕΡΙΦΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΣΩΛΗΝΩΣΗ

Οι περιφραγματικοί σωλήνες (*εικόνα 24*) που χρησιμοποιήθηκαν είχαν διάμετρο 16 ίντσες, πάχος 5 mm και μήκος 6 m ο καθένας κι όπως αναφέρθηκε παραπάνω η εισαγωγή τους έγινε από 0-52 μέτρα. Η τοποθέτηση τους είχε ως στόχο να συγκρατήσουν τα ανώτερα, ασταθή στρώματα, αλλά και να αποτρέψουν τυχόν είσοδο ρυπογόνων ουσιών μέσα στη γεώτρηση (βλέπε *κεφάλαιο 4.4.1*). Η μεταξύ τους σύνδεση έγινε με ηλεκτροσυγκόλληση (*εικόνα 25*). Επίσης τοποθετήθηκε μέχρι τα πρώτα 2 μέτρα εξωτερικός περιφραγματικός σωλήνας , διαμέτρου 20 ιντσών για λόγους προστασίας της οπής από τις καταπτώσεις των ανώτερων στρωμάτων εδάφους.



*Εικόνα 24 .
Περιφραγματικοί σωλήνες
διαμέτρου 16 ιντσών και πάχους 5
mm που χρησιμοποιήθηκαν για τα 52
πρώτα μέτρα της υδρογεώτρησης.*

*Εικόνα 25 .
Σύνδεση των περιφραγματικών
σωλήνων
με ηλεκτροσυγκόλληση*



5.2.5.2 ΤΣΙΜΕΝΤΩΣΗ

Μετά την τοποθέτηση των περιφραγματικών σωλήνων έγινε τσιμεντώση του δακτυλιοειδή χώρου μεταξύ της περιφραγματικής σωλήνωσης και των τοιχωμάτων. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 3 κυβικά μέτρα τσιμέντο.

Όπως φαίνεται και στις *εικόνες 26 & 27* μέσα στην οπή και πριν εισαχθεί το τσιμέντο στην υδρογεώτρηση τοποθετήθηκε ένας κατακόρυφος σωλήνας που έφτανε μέχρι το βάθος των 20 μέτρων και από τον οποίο περνούσε αέρας μέσα στην υδρογεώτρηση. Έτσι όταν έπεσε το τσιμέντο, περιμετρικά της περιφραγματικής σωλήνωσης, ο αέρας που εισαγόταν από τον σωλήνα αναμόχλευε το τσιμέντο και προκαλούσε την πήξη αυτού .



*Εικόνα 26 .
Σωλήνας που εισάγει αέρα μέσα
στην οπή.*



*Εικόνα 27 .
Εισαγωγή τσιμέντου στην οπή της
υδρογεώτρησης.*

5.2.6 ΣΥΝΕΧΙΣΗ ΤΗΣ ΔΙΕΥΡΥΝΣΗΣ ΚΑΙ ΦΡΕΖΑΡΙΣΜΑ

Αφού τοποθετήθηκαν οι περιφραγματικοί σωλήνες και ελέγχθηκε ότι το τσιμέντο είχε πήξει, ακολούθησε η διεύρυνση της υδρογεώτρησης με διευρυντήρα, διαμέτρου 15 ½ ιντσών (*εικόνα 28*). Κατά τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν σαν οδηγοί : το τρίκωνο με καρβίδια διαμέτρου 12 ½ ιντσών, που είχε χρησιμοποιηθεί αρχικά (*εικόνα 29*) και ο κεντρωτής-Centerliner (*εικόνα 30*) , με σκοπό την επίτευξη κατακόρυφης διεύρυνσης στα πλαίσια της αρχικής οπής.

Η διεύρυνση έγινε με σκοπό την μετέπειτα εισαγωγή φιλτροσωλήνων στην υδρογεώτρηση. Έτσι έχουμε τα εξής :

- διεύρυνση από τα 52-112 μέτρα
- διεύρυνση από τα 112-218 μέτρα
- φρεζάρισμα από τα 52-218 μέτρα.
- διεύρυνση από τα 218-303,60 μέτρα



Εικόνα 28 .

Διευρυντήρας διαμέτρου 15 ½ ιντσών

Εικόνα 29.

Διεύρυνση με τρίκωνο με καρβίδια, διαμέτρου 15 ½ ιντσών και οδηγό τρίκωνο με καρβίδια, διαμέτρου 12 ½ ιντσών



Το φρεζάρισμα, δηλαδή το ανεβοκατέβασμα της διατρητικής στήλης αρκετές φορές, που έγινε μεταξύ των διευρύνσεων, στόχευε στον καθαρισμό της γεώτρησης και στο σπάσιμο των αργιλικών λαιμών για την καλύτερη εκτέλεση των μετέπειτα διατρητικών εργασιών, ειδικά της φιλτροσωλήνωσης.



*Εικόνα 30 .
Κεντρωτής (Centerliner) που χρησιμοποιήθηκε σαν
οδηγός κατά τη διάρκεια της διεύρυνσης σε
συνδυασμό με το τρίκωνο με καρβίδια, διαμέτρου 15 ½
ιντσών*

5.2.7 ΣΥΝΕΧΙΣΗ ΤΩΝ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Μετά την παραπέρα διεύρυνση της οπής και την εξαγωγή των στελεχών ακολούθησε σωλήνωση της υδρογεώτρησης με φίλτρα, πλύση αυτής και χαλίκωσή της.

5.2.7.1 ΣΩΛΗΝΩΣΗ & ΦΙΛΤΡΟΣΩΛΗΝΩΣΗ

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τα στοιχεία της υδρογεώτρησης και εξυπηρετώντας το σκοπό αυτής, ο αρμόδιος γεωλόγος σε συνεννόηση με το γεωτρυπανιστή και με βάση τα αποτελέσματα των Loggings αποφάσισαν ότι συνολικά έπρεπε να χρησιμοποιηθούν 50 σωλήνες εκ των οποίων οι 32 θα ήταν τυφλοί και οι 18 θα ήταν με φίλτρα (*εικόνα 31*).

Οι τυφλοί σωλήνες και τα φίλτρα συνδέονταν μεταξύ τους με πάσσα και είχαν διάμετρο 8 ίντσες, πάχος 5 mm και μήκος 6 m ο καθένας. Ο βαθύτερος σωλήνας που μπήκε

στην υδρογεώτρηση κατέληγε σε κωνικό σχήμα, ο αμμοκράτης (*εικόνα 32*), γιατί κατακρατεί την άμμο που εισέρχεται μέσα στους σωλήνες κατά την παραγωγική διαδικασία. Ο τύπος των φίλτρων ήταν γεφυρωτό με άνοιγμα οπής 2-3 mm και η εισαγωγή τους έγινε από 0-294 μέτρα (*εικόνες 33 & 34*). Συγκεκριμένα είχαμε:

Πίνακας 5

ΒΑΘΟΣ σε m	ΕΙΔΟΣ ΣΩΛΗΝΑ	ΒΑΘΟΣ σε m	ΕΙΔΟΣ ΣΩΛΗΝΑ	ΒΑΘΟΣ σε m	ΕΙΔΟΣ ΣΩΛΗΝΑ	ΒΑΘΟΣ σε m	ΕΙΔΟΣ ΣΩΛΗΝΑ
0	τυφλός	78	τυφλός	156	τυφλός	234	φίλτρο
6	τυφλός	84	φίλτρο	162	φίλτρο	240	φίλτρο
12	τυφλός	90	τυφλός	168	τυφλός	246	τυφλός
18	τυφλός	96	φίλτρο	174	φίλτρο	252	φίλτρο
24	τυφλός	102	τυφλός	180	τυφλός	258	φίλτρο
30	τυφλός	108	τυφλός	186	φίλτρο	264	τυφλός
36	τυφλός	114	τυφλός	192	φίλτρο	270	τυφλός
42	τυφλός	120	φίλτρο	198	τυφλός	276	φίλτρο
48	τυφλός	126	φίλτρο	204	φίλτρο	282	φίλτρο
54	τυφλός	132	τυφλός	210	φίλτρο	288	τυφλός
60	τυφλός	138	φίλτρο	216	τυφλός	294	τυφλός
66	φίλτρο	144	τυφλός	222	τυφλός		
72	τυφλός	150	τυφλός	228	τυφλός		

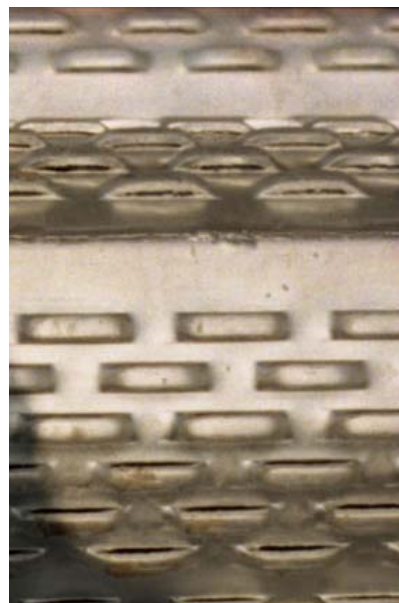


Εικόνα 32 . Αμμοκράτης

Εικόνα 31.

Οι τυφλοί σωλήνες (αριστερά) και οι φιλτροσωλήνες (δεξιά) που χρησιμοποιήθηκαν στην υδρογεώτρηση που εξετάζουμε





Εικόνες 33 & 34 .

Εδώ είναι εμφανής ο γεφυρωτός τύπος των φίλτρων που οι σχισμές τους είχαν άνοιγμα 2-3 mm

Παράλληλα με την τοποθέτηση των τυφλών σωλήνων, έγινε και τοποθέτηση του πιεζόμετρου, διαμέτρου 1 ίντσας, μήκους 132 m και πάχους 2,5 mm. Στο κάτω μέρος του επικοινωνούσε με τον τυφλό σωλήνα (*εικόνα 35*) και η αρχή λειτουργίας του στηριζόταν στα συγκοινωνούντα δοχεία, δηλαδή το νερό που έβγαινε από τα υδροφόρα στρώματα της υδρογεώτρησης είχε την ίδια στάθμη τόσο στον τυφλό σωλήνα, όσο και στο πιεζόμετρο.



Εικόνα 35 .

Πιεζόμετρο, το οποίο στο κάτω μέρος του επικοινωνεί με τον τυφλό σωλήνα



Εικόνα 36 .

Η εικόνα που παρουσίαζε η υδρογεώτρηση μετά την εισαγωγή των περιφραγματικών σωλήνων, του τσιμέντου, των φίλτρων και του πιεζόμετρου.

5.2.7.2 ΠΛΥΣΗ & ΧΑΛΙΚΩΣΗ

Επόμενο βήμα μετά τη φιλτροσωλήνωση ήταν η πλύση της υδρογεώτρησης και η χαλίκωσή της .

Για να πραγματοποιηθεί η πλύση εισάχθηκαν ξανά τα διατρητικά στελέχη, μέσω των οποίων περνούσε νερό από τις δεξαμενές και η οπή καλύφθηκε με μια ξύλινη πλάκα και με πλαστικό μουςαμά, έτσι ώστε κατά την χαλίκωση να μην πέσουν χαλίκια μέσα στην υδρογεώτρηση (*εικόνα 37*). Στη συνέχεια το νερό έβγαινε μεταξύ φίλτρων και περιφραγματικών σωλήνων.

Η πλύση έγινε πριν αρχίσει η χαλίκωση και διήρκεσε 2 ώρες και σκοπός της ήταν να ξεπλυθεί η υδρογεώτρηση από τα διάφορα τρίμματα που « ξεκόλλησαν » από τα τοιχώματα κατά την περιφραγματική σωλήνωση και τη φιλτροσωλήνωση. Μόλις άρχισε η χαλίκωση, αυτή διακοπτόταν κατά τακτά χρονικά διαστήματα και επαναλαμβανόταν η πλύση.

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν 39 κυβικά μέτρα χαλίκι, διαμέτρου 4-7 mm. Η χαλίκωση είναι ένας τύπος φίλτρου, καθώς συγκρατεί τα πιο λεπτομερή υλικά των υδατοπερατών σχηματισμών και δεν τους επιτρέπει να εισχωρήσουν μέσα στην υδρογεώτρηση.

Ο τύπος σύμφωνα με τον οποίον υπολογίζεται το πόσα κυβικά χαλίκι θα χρησιμοποιηθεί είναι ο παρακάτω:

$$V_{\text{Χαλικοφίλτρου}} = V_{\text{Τελικής Οπής}} - V_{\text{Σωλήνων}}$$

$$V_{\text{Χαλικοφίλτρου}} = V_{\text{Χαλικιών}} = 39 \text{ m}^3$$

$$\text{όπου } V = \pi r^2 h$$



Εικόνα 37 .

Πλύση της υδρογεώτρησης και χαλίκωση της

5.2.8 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ AIR-LIFT

Μετά την ολοκλήρωση και των τελευταίων συμπληρωματικών εργασιών ακολούθησε η ανάπτυξη της υδρογεώτρησης με Air- lift . Η ανάπτυξη (βλέπε κεφάλαιο 4.4.4) είναι μια σημαντική εργασία που πρέπει να γίνει για τους εξής λόγους :

- για να αποκατασταθεί η επικοινωνία των υδροφόρων σχηματισμών με τη γεώτρηση και
- για να γίνει απομάκρυνση της άμμου και άλλων προσμίξεων, έτσι ώστε να αυξηθεί το παραγόμενο νερό και επιπλέον να είναι καλύτερης ποιότητας.

Πριν την ανάπτυξη με Air- lift μετρήθηκε η υδροστατική στάθμη και βρέθηκε στα 26,50 μέτρα. Έπειτα, εισήχθηκαν η στήλη ανάπτυξης σχεδόν μέχρι τον πυθμένα της γεώτρησης, στα 290 μέτρα, και ο σωλήνας εμφύσησης (διαμέτρου 1 ίντσας) μέχρι τα 132 μέτρα (κάτω δηλαδή από τη στάθμη των ρευστών). Η επιλογή του βάθους έγινε βάσει της ισχύος του αεροσυμπιεστή και της υδροστατικής στάθμης.

Όπως περιγράφηκε και στο κεφάλαιο 4.4.4, ο εισαγόμενος αέρας ανέβαζε βίαια τα ρευστά της γεώτρησης σε σημαντική ποσότητα και με πολύ γρήγορο ρυθμό, παρασύροντας τις «ακαθαρσίες» και φιλτράροντάς τις δια μέσου των χαλίκων και των φίλτρων και στη συνέχεια άδειαζε τα εν λόγω ρευστά στην επιφάνεια με εξίσου μεγάλη ταχύτητα και ορμή. Η όλη παραπάνω διάταξη του Air- lift είχε σχήμα «Γ» όπως φαίνεται στην *εικόνα 38*.

Η ανάπτυξη διήρκεσε μια ολόκληρη μέρα. Κατά διαστήματα γίνονταν διακοπές στις εμφυσέςεις και μάλιστα όσο συχνότερες ήταν , τόσο καθαρότερα γίνονταν τα παραγόμενα ρευστά.



*Εικόνα 38 .
Η διάταξη του Air- lift σε σχήμα «Γ»*

Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 6) φαίνεται ενδεικτικά η στάθμη της υδρογεώτρησης κατά την ανάπτυξη:

Πίνακας 6

<i>Ωρα (min)</i>	<i>Στάθμη (m)</i>
<i>8'</i>	<i>46</i>
<i>15'</i>	<i>52</i>
<i>30'</i>	<i>63</i>
<i>83'</i>	<i>72.5</i>

Επίσης, μετρήθηκε και η θερμοκρασία του παραγόμενου νερού που ήταν 19°C.



Εικόνα 39 .

Η ανάπτυξη με Air- lift σε όλη της την έκταση

5.2.9 ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΛΗΣΗ

Μετά την ανάπτυξη της υδρογεώτρησης σειρά είχε η δοκιμαστική άντληση, χάρη στην οποία υπολογίστηκαν τόσο η απόδοση της γεώτρησης με τον προσδιορισμό της εκμεταλλεύσιμης παροχής της, όσο και ορισμένα υδραυλικά χαρακτηριστικά του υδροφόρου στρώματος που έχουν σχέση με τη δυναμικότητα αυτού.

Το αντλητικό συγκρότημα που χρησιμοποιήθηκε ήταν πομόνα κατακόρυφου άξονα και τοποθετήθηκε σε βάθος 150 μέτρων. Στη συγκεκριμένη υδρογεώτρηση έγινε προάντληση και άντληση κατά βαθμίδες (βλέπε *κεφάλαιο 4.4.5.3-A*).

Η προάντληση διήρκησε 30 ώρες και έγινε για να καθαριστεί η γεώτρηση και για να επιτευχθεί η επικοινωνία των υδροφόρων στρωμάτων.

Τα ζεύγη παροχής - πτώσεως στάθμης που λήφθηκαν κατά τη δοκιμαστική άντληση κατά βαθμίδες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (*πίνακας 7*):

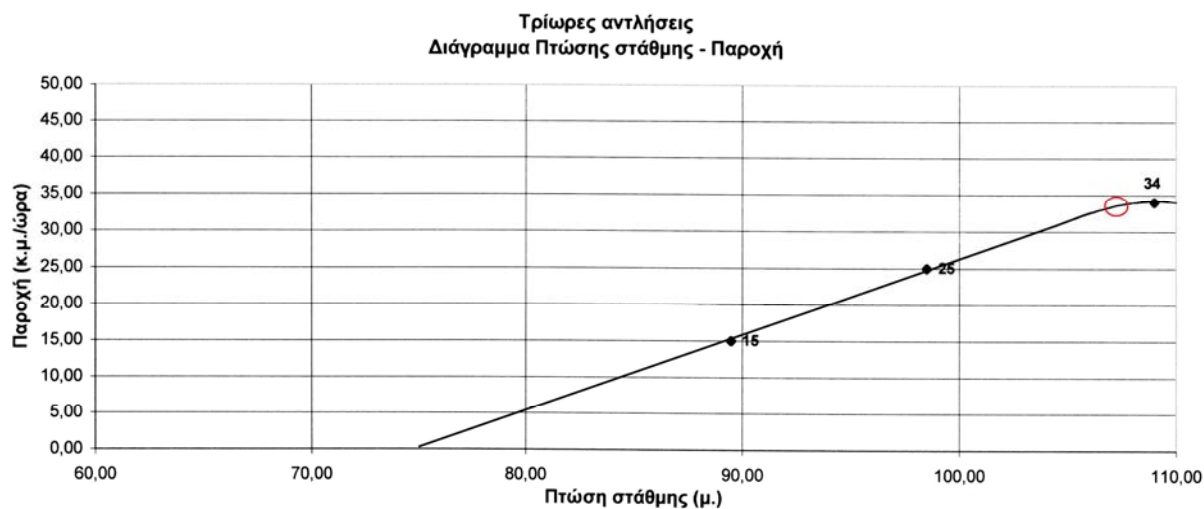
Πίνακας 7

Πτώση στάθμης (m)	Παροχή (m ³ /h)
89,50	15,00
98,50	25,00
109,00	34,00

Βάσει των ζευγών αυτών κατασκευάστηκε η καμπύλη πτώσης στάθμης συναρτήσει της αντλούμενης παροχής, γνωστή ως χαρακτηριστική καμπύλη. Όπως φαίνεται και στο *σχήμα 57* μετά το τέλος κάθε βαθμίδας υπήρχε ένα διάστημα αναμονής, περίπου 1 ώρας, για την επαναφορά της στάθμης και κατόπιν άρχιζε η επόμενη βαθμίδα. Τα στοιχεία που εξάχθηκαν ήταν:

- Παροχή γεώτρησης = 25 m³/h
- Κρίσιμη παροχή = 33 m³/h
- Προτεινόμενη παροχή για εκμετάλλευση = 22 m³/h

με στάθμη ηρεμίας = 26,5 m και στάθμη άντλησης = 125 m.

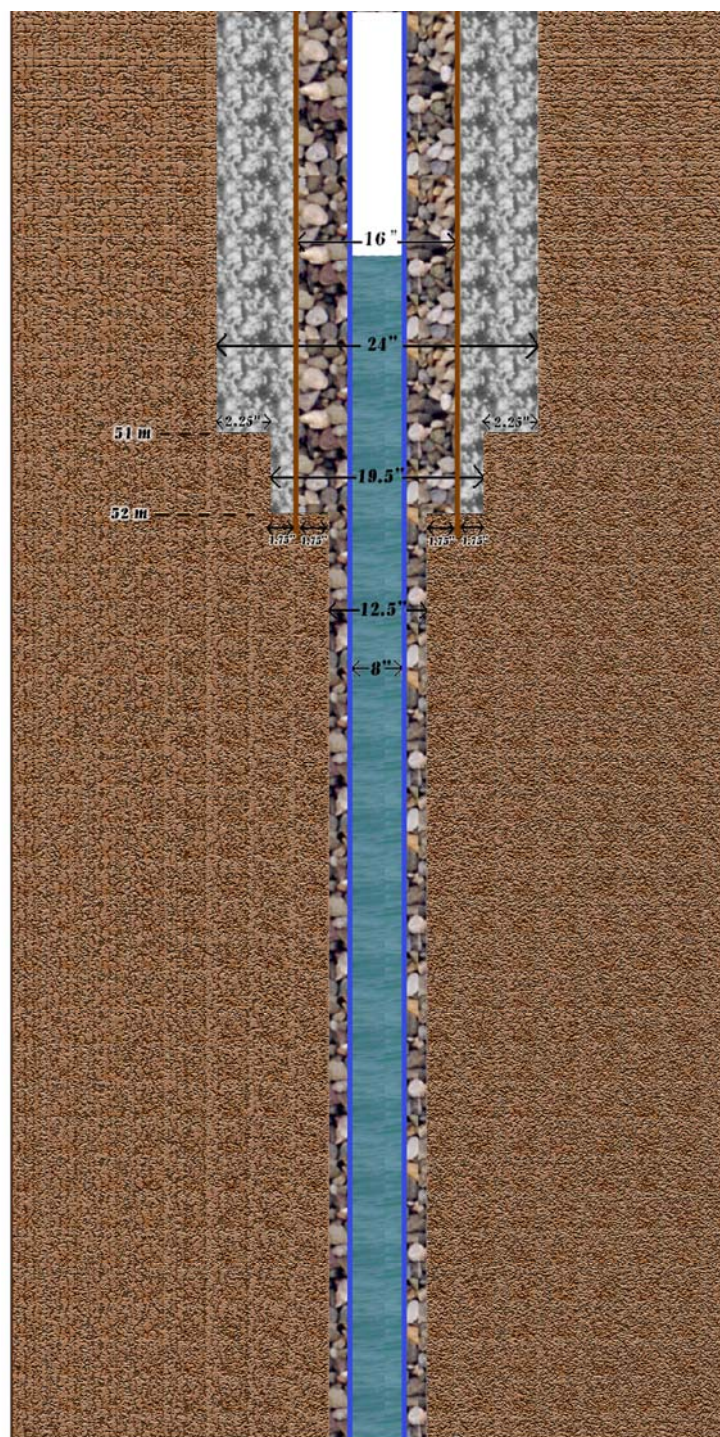


Σχήμα 57.

Χαρακτηριστική καμπύλη της υδρογεώτρησης (στο κόκκινο κυκλάκι φαίνεται το σημείο όπου αλλάζει η κλίση της καμπύλης, δηλαδή η κρίσιμη παροχή= $33 \text{ m}^3/\text{h}$)

5.2.10 Ημερολόγιο Εργασιών Της Υδρογεώτρησης & Κατασκευαστικά Στοιχεία

Ημερομηνία	Εργασία	Κοπτικό Άκρο	Διάμετρος Άκρου (ίντσες)	Βάθος (m)
Πέμπτη 27/10/2005	Έναρξη Διάτρησης	Τρίφτερο	12,5	0-53
Σάββατο 29/10/2005	Διάτρηση	Τρίφτερο	12,5	53-145
Δευτέρα 31/10/2005	Διάτρηση	Τρίφτερο	12,5	145-195
Τρίτη 01/11/2005	Διάτρηση	Τρίφτερο	12,5	195-205
Τετάρτη 02/11/2005	Διάτρηση	Τρίφτερο	12,5	205-267
Πέμπτη 03/11/2005	Διάτρηση & Logging	Τρίφτερο	12,5	267-303.60
Παρασκευή 04/11/2005	Διεύρυνση Οπής	Τρίγωνο γραναζωτό Χαλύβδινο	19,5	0-52
Σάββατο 05/11/2005	Διεύρυνση Οπής & Τοποθέτηση Περιφραγματικών & Τσιμέντωση	Τετράφτερο	24	0-51
Δευτέρα 07/11/2005	Διεύρυνση Οπής	Διευρυντήρας & οδηγοί	15,5	52-112
Τρίτη 08/11/2005	Διεύρυνση Οπής	Διευρυντήρας & οδηγοί	15,5	112-218
Τετάρτη 09/11/2005	Φρεζάρισμα	Διευρυντήρας & οδηγοί	15,5	52-218
Πέμπτη 10/11/2005	Διεύρυνση Οπής	Διευρυντήρας & οδηγοί	15,5	218-303,60
Παρασκευή 11/11/2005	Εξαγωγή Στελεχών & Σωλήνωση- Φιλτροσωλήνωση			0-294
Σάββατο 12/11/2005	Πλύση & Χαλίκωση της Υδρογεώτρησης			
Δευτέρα 14/11/2005	Air-Lift			



Υπόμνημα

	περιφραγματική σωλήνωση		χαλίκι
	φίλτροσωλήνωση		νερό
	τσιμέντο		έδαφος

Σχήμα 58.

Σχηματική απεικόνιση της υδρογεώτρησης, όπου φαίνεται η τοποθέτηση των περιφραγματικών σωλήνων και το στένεμα της διεύρυνσης από 51 ως 52 μέτρα, ως δικλείδα ασφαλείας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΓΕΩΛΟΓΙΑ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

6.1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΘΕΡΜΗΣ

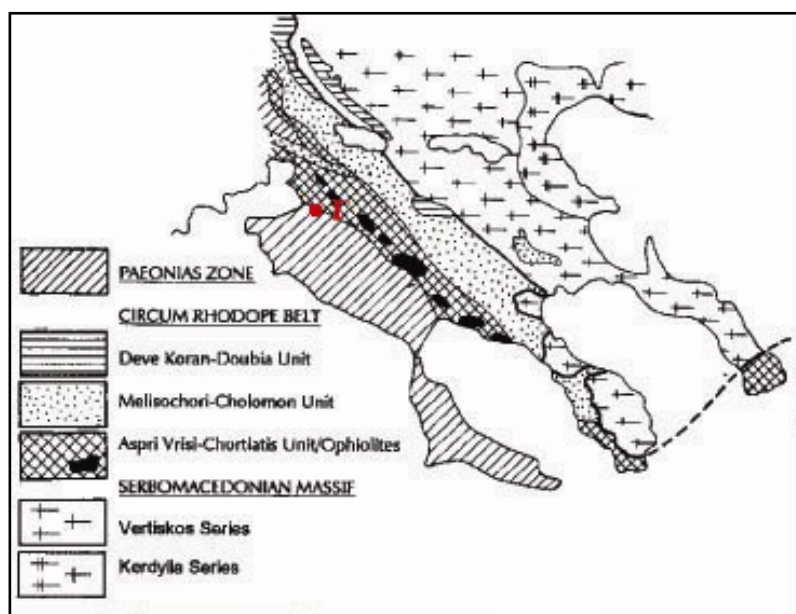
Η περιοχή της Θέρμης, στην οποία έγινε η υδρογεώτρηση, βρίσκεται στο τεκτονικό βύθισμα της Λεκάνης του Ανθεμούντα και ανήκει γεωτεκτονικά στο όριο μεταξύ δύο ζωνών: της Ζώνης Αξιού (και πιο συγκεκριμένα στη Ζώνη Παιονίας) και της Περιοδοπικής Ζώνης (*σχήμα 59*) .

Η κύρια παλαιογεωγραφική και γεωτεκτονική σημασία των ζωνών είναι ότι: η Περιοδοπική ζώνη αποτελούσε στη διάρκεια του Ιουρασικού την ηπειρωτική κατωφέρεια που κατέληγε προς την ωκεάνια περιοχή της ζώνης Αξιού, ενώ η ζώνη Αξιού, από όπου προήλθαν οι οφειόλιθοι, λειτούργησε κατά το Μεσοζωικό ως γεωσύγκλινο που διαμορφώθηκε στο Περμοτριάδικό και τα ιζήματα της οποίας αναδύθηκαν κατά το Ηώκαινο.

Ουσιαστικά οι σχηματισμοί της Ανατολικής Παιονίας ταυτίζονται κατά μεγάλο μέρος με αυτούς της Περιοδοπικής Ζώνης (Μουντράκης 1985).

Οι κυριότερες ενότητες σχηματισμών που συναντώνται είναι :

- Ενότητα Μελισσοχωρίου – Χολομώντα και
- Ενότητα Άσπρης Βρύσης- Χορτιάτης



Σχήμα 59
Γεωτεκτονικό σχήμα της
Κεντρικής Μακεδονίας
(Mountrakis, 1985)
Η κόκκινη κουκίδα είναι η
θέση της υδρογεώτρησης

Η Ενότητα Μελισσοχωρίου-Χολομώντα παρουσιάζεται χωρίς ηφαιστειοϊζηματογενή πετρώματα, αποτελούμενη από :

- πελαγικά μάρμαρα, ανακρυσταλλωμένους ασβεστόλιθους με παρεμβολές σχιστόλιθων Μέσω-Άνω Τριαδικής ηλικίας (κατώτερος σχηματισμός) και
- φλύσχη με ολισθόλιθους (φλύσχης Σβούλας) Κάτω- Μέσω Ιουρασικής ηλικίας (ανώτερος σχηματισμός).

Η Ενότητα Άσπρης Βρύσης-Χορτιάτη αποτελείται από :

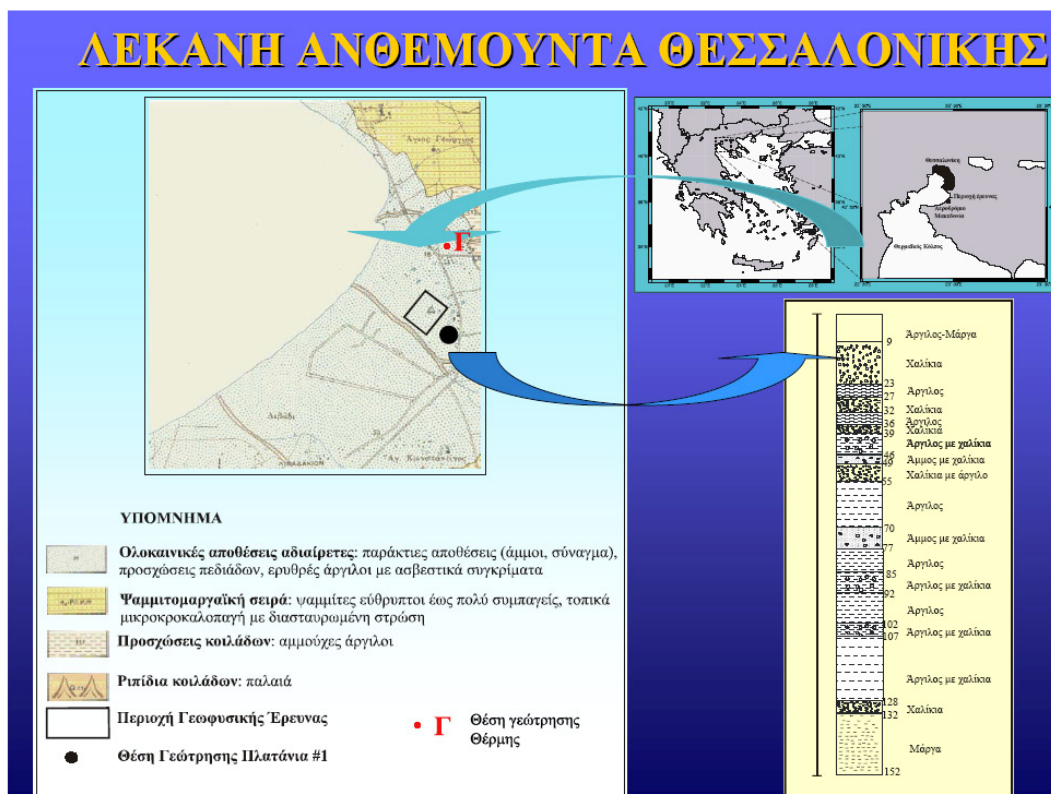
- μετακλαστικά και νηριτικά ανθρακικά ιζήματα Περμο-Τριαδικής ηλικίας, (κατώτερος σχηματισμός) και
- ιζήματα βαθιάς θάλασσας όπως ραδιολαρίτες, κερατόλιθοι, αργιλικοί σχιστόλιθοι κλπ. εντός των οποίων παρεμβάλλονται οφειολιθικά σώματα βασικής και υπερβασικής σύστασης όπως γάββροι, διορίτες, σερπεντινίτες, διαβάσεις, αλλά και όξινης μαγματικής προέλευσης μεταμορφωμένα πετρώματα πρασινοσχιστολιθικής φάσης που δημιούργησαν τους σημερινούς πράσινους επιγνεύσιους της Θεσσαλονίκης (ανώτερος σχηματισμός).

Τα μετα-Αλπικά Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα που αποτελούν το επικάλυμμα της περιοχής είναι χερσοποτάμιες , ποταμοδελταϊκές, λιμνοδελταϊκές, λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις που σχηματίστηκαν κατά την εξέλιξη της ταφρογέννεσης στον ευρύτερο χώρο Αξιού- Θερμαϊκού (Ψιλοβίκος, κ.ά. 1988, από Μουντράκη Δ. 1985).

Οι αποθέσεις αυτές περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία λιθολογικών τύπων, όπως: κροκαλοπαγή, ερυθροστρώματα, άμμους, ψαμμίτες, αργίλους, ιλυούχους αργίλους, ιλυοαργιλούχους άμμους, μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους, τοφφώδεις ασβεστόλιθους, βιογενείς ασβεστόλιθους και τραβερτίνες.

Σχήμα 60.

*Γεωλογικός χάρτης περιοχής Θέρμης-Θεσσαλονίκης με την αντίστοιχη γεωλογική τομή
Α-Α΄*



Σχήμα 61.
Ενδεικτική στρωματογραφική στήλη στην ευρύτερη περιοχή της γεώτρησης Θέρμης
(από Τσούρλο Π, 2006)

6.2 ΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΘΕΡΜΗΣ

Στην περιοχή της Θέρμης, μετά το Κάτω Ολιγόκαινο και πριν το Μειόκαινο έλαβε χώρα μια συνεχόμενη «βραδεία» φάση τεκτονισμού που προκάλεσε συμπιεστικά φαινόμενα, επαναλεπιώσεις των στρωμάτων και τεκτονικές αναστροφές, ενώ στο τέλος της περιόδου του Νεογενούς - Τεταρτογενούς έγινε η απόθεση μεγάλου πάχους μεταλλικών ιζημάτων που κάλυψαν τους αλπικούς σχηματισμούς και απομόνωσαν τα μεγαλέπια - ενότητες. Επίσης στο Πλειο - τεταρτογενές ακολούθησε έντονη εφελκυστική ρηγμάτωση όλων των σχηματισμών (Γεωλογία Ελλάδος, Μουντράκης 1985).

Πιο συγκεκριμένα, σημαντική είναι η ύπαρξη του νεοτεκτονικού ρήγματος του Ανθεμούντα. Η εμφάνιση του συνδέεται με αυξημένη γεωθερμική βαθμίδα σε μεγάλη

έκταση της λεκάνης και λειτουργεί ως δρόμος ανόδου των θερμών νερών προς μικρότερα βάθη. Ανοικτό επίσης ζήτημα είναι το κατά πόσο το ρήγμα διευκολύνει (ή διευκόλυνε στο παρελθόν) την είσοδο υφάλμυρου νερού από την θάλασσα προς την ενδοχώρα, υποβαθμίζοντας ποιοτικά το νερό της λεκάνης.

Το μοντέλο των ρηγμάτων της περιοχής είναι αρκετά σύνθετο, όπου επικρατούν μεγάλα ρήγματα ΔΒΔ-ΑΝΑ έως Α-Δ διεύθυνσης μήκους χιλιομέτρων και μικρότερα ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης ρήγματα. Τα επικρατέστερα ρήγματα της προηγούμενης ομάδας είναι: (α) το ρήγμα του Ανθεμούντα τα όρια του οποίου βρίσκονται στα νότια της λεκάνης του Ανθεμούντα και (β) τα ρήγματα Πυλαίας-Πανοράματος, Πεύκα-Ασβεστοχώρι και Ασβεστοχώρι-Χορτιάτη, τα οποία συνιστούν ρήγματα-μέλη της ζώνης ρηγμάτωσης Θεσσαλονίκης – Γερακαρούς που κλίνει προς τα ΒΒΔ (Tranos et al, 2003). Επί πλέον, τα Α-Δ διεύθυνσης ρήγματα βρίσκονται σαν αντιθετικά ρήγματα στις ΒΒΑ-κλίσης μεγάλες ζώνες ρηγμάτωσης προκαλώντας την τοπική καταβύθιση του εδάφους με τη μορφή αναβαθμίδων, των νότιων πρανών του Χορτιάτη. Τα ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης ρήγματα της τελευταίας ομάδας είναι μικρότερα ρήγματα τα οποία συνήθως κλίνουν προς τα ΒΔ, αλλά το πλήθος τους είναι πολύ μεγαλύτερο από ότι των Α-Δ ρηγμάτων. Επικρατέστερα είναι τα ρήγματα τα οποία καταβυθίζουν ταχύτατα τις δυτικές πλαγιές του Χορτιάτη και σχηματίζουν την κοιλάδα της Περιστεράς-Βασιλικών

Επιπλέον τα ελαφρά μεταμορφωμένα πετρώματα που υπάρχουν στην περιοχή μεταμορφώθηκαν σε συνθήκες πρασινοσχιστολιθικής φάσης .

6.3 ΛΕΚΑΝΗ ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ

Η λεκάνη του Ανθεμούντα τοποθετείται στο χώρο της Κεντρικής Μακεδονίας ενώ γεωγραφικά εντάσσεται στην χερσόνησο της Χαλκιδικής (*σχήμα 62*) καλύπτοντας ένα χώρο 318 Km².

Η ύπαρξη ενός παχέος καλύμματος ιζημάτων επέτρεψε την ανάπτυξη ενός υδρογραφικού δικτύου με κλάδους ιδιαίτερα επιμήκεις και παράλληλους μεταξύ τους (*σχήμα 62*), με απορροή Δ-ΒΔ διεύθυνσης.



Σχήμα 62.

**Γεωφυσικός χάρτης Κεν. Μακεδονίας όπου φαίνεται η Λεκάνη Ανθεμούντα και το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής
(από Φίκος Η., Ζιάνκας Γ., Πανλίδου Ε., Φάμελλος Σ. 2005)**

Για τον υπολογισμό του υδρολογικού ισοζυγίου της υδρολογικής λεκάνης του Ανθεμούντα είναι αναγκαία η συλλογή μιας πληθώρας πληροφοριών οι οποίες λαμβάνονται από:

- ένα δίκτυο παρακολούθησης των ποσοτικών χαρακτηριστικών των υπόγειων υδροφόρων σωμάτων στη λεκάνη, το οποίο αποτελείται από ένα σύνολο γεωτρήσεις-πιεζόμετρα στα οποία γίνεται δειγματοληψία δύο φορές το χρόνο (Οκτώβριο και Μάιο)
- υδρολογικά – μετεωρολογικά στοιχεία (από σταθμούς που βρίσκονται εντός αλλά και σε περιοχές παρακείμενες της λεκάνης που μελετάμε).

Το υδρολογικό ισοζύγιο του υδροφορέα της περιοχής εκφράζεται από την εξίσωση:

$$\text{Ανθρωπογενής} + \text{Φυσική φόρτιση} = \text{Ανθρωπογενής} + \text{Φυσική εκφόρτιση} + \text{Μεταβολή αποθεμάτων}$$

Η διαθεσιμότητα του υπόγειου υδατικού δυναμικού στην περιοχή μελέτης προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από την κατείδυση. Σε γενικές γραμμές η φυσική φόρτιση του υδροφορέα προκύπτει από τις διεργασίες της κατείδυσης (ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα) και των πλευρικών διηθήσεων.

Η Ανθρωπογενής Φόρτιση του υδροφορέα στην λεκάνη διακρίνεται σε επιστροφές άρδευσης, διήθηση λυμάτων και διαφυγές από υδατοδεξαμενές (κλίνες κατάκλισης, λίμνες). Ομοίως η Φυσική εκφόρτιση του υδροφορέα διακρίνεται σε: αναβλύσεις πηγών, εξατμισιδιαπνοή από αβαθή υδροφόρα στρώματα, εκροές προς τη θάλασσα υδατορευμάτων και πιθανές εκροές προς τη θάλασσα υδροφόρων στρωμάτων.

6.3.1 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που καλύπτουν την επιφάνεια της λεκάνης ως προς την υδρολιθολογική τους συμπεριφορά σύμφωνα με τις τιμές του U.S. Power and Water Resources Services (1981) διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την υδραυλική τους αγωγιμότητα:

- περατοί σχηματισμοί
- ημιπερατοί σχηματισμοί και
- αδιαπέρατοι σχηματισμοί.

(Φίκος, Η. , Ζιάνκας Γ. , Παυλίδου Ε., Φάμελλος Σ. , (2005)

Η χωρική κατανομή και έκταση των παραπάνω σχηματισμών αποτελεί σημαντικότερη παράμετρο για την εκτίμηση του ποσοστού των κατακρημνισμάτων, το οποίο ενισχύει τους υπόγειους υδροφόρους και υποδεικνύει τις περιοχές μέγιστης ωφελιμότητας υδραυλικών έργων και έργων ορεινής υδρονομίας.

Τα κύρια χαρακτηριστικά της ποικιλόμορφης υδρογεωλογικής δομής, είναι:

Εκτεταμένος επιφανειακός υδροφόρος: Ξεκινάει από την ακτή (δυτικό τμήμα) και εκτείνεται προς τα ανατολικά καταλαμβάνοντας το κεντρικό τμήμα της λεκάνης το οποίο είναι πληρωμένο με ιζηματογενείς αποθέσεις (άμμο, άργιλο και χαλίκια). Στην κατακόρυφη έννοια ο υδροφόρος αυτός εκτείνεται από την επιφάνεια μέχρι λίγες δεκάδες μέτρα βάθος. Στην πραγματικότητα πρόκειται για ένα πακέτο υδροφόρων σχηματισμών, η υδραυλική συνέχεια των οποίων διακόπτεται κατά θέσεις από αργιλικές ενστρώσεις.

Βαθύτερος υδροφόρος: Σε βάθη μεγαλύτερα των 50 – 80 μέτρων εντοπίζεται ένα διαφορετικό πακέτο υδροφόρων σχηματισμών. Τα οριζόντια όρια του εκτείνονται από το δυτικό άκρο της λεκάνης (ακτή Θερμαϊκού κόλπου) έως τα ανατολικά όρια αυτής (Γαλάτιστα) και καταλαμβάνουν επίσης τα κεντρικά τμήματα της λεκάνης. Το κατώτερο όριο των σχηματισμών αυτών παραμένει ένα ερωτηματικό για τους ερευνητές.

Υπό πίεση υδροφόρος: νότια του άξονα Ταγαράδες – Σουρωτή και νότια του κρασπεδικού ρήγματος, ο υδροφόρος εντοπίζεται από γεωτρήσεις μέσα στα Νεογενή ιζήματα και στον ασβεστόλιθο.

Το νεοτεκτονικό ρήγμα του Ανθεμούντα: η ύπαρξη του οποίου παίζει σημαντικό ρόλο στο υδρογεωλογικό καθεστώς της λεκάνης.

6.3.2 ΥΔΡΟΧΗΜΕΙΑ

Η ταξινόμηση των νερών με βάση τη φθίνουσα περιεκτικότητα σε ανιόντα και κατιόντα και με βάση το επικρατούν ανιόν που καθορίζει την γεωχημική ομάδα προσδιορίζει για την εξεταζόμενη περιοχή 2 ομάδες νερών (Φίκος, Η. , Ζιάνκας Γ. , Παυλίδου Ε., Φάμελλος Σ. , (2005) :

- **Ανθρακικά,** όπου ισχύουν $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{--} > \text{Cl}^-$ και $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} > \text{Na}^+$.

Η κατηγορία αυτή αφορά κυρίως τα νερά στα ιζηματογενή πετρώματα του κεντρικού τμήματος της λεκάνης. Αυξημένα εμφανίζονται τα ιόντα Mg σε όλα τα δείγματα.

- **Χλωριούχα,** όπου ισχύουν $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{--} > \text{HCO}_3^-$ και $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$.

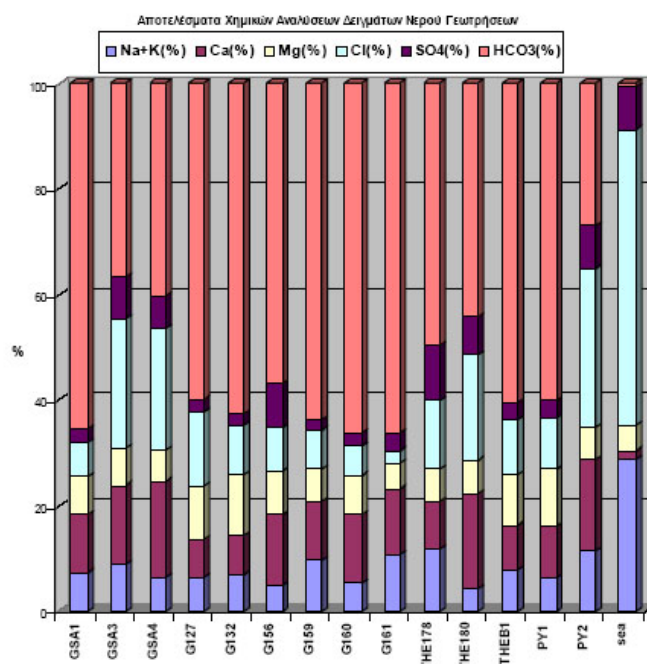
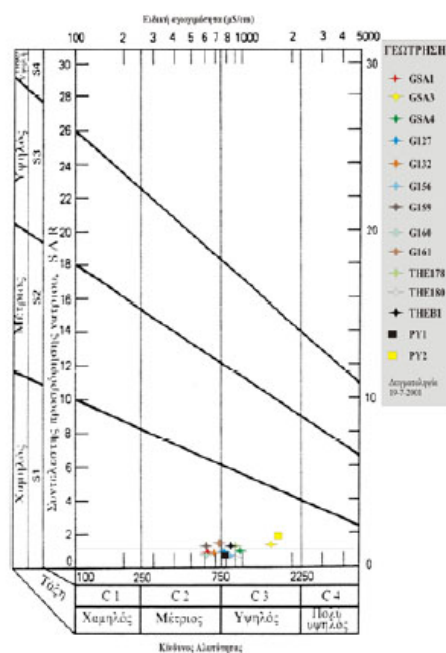
Στο κεντρικό τμήμα της λεκάνης η αναλογία Mg/Ca κυμαίνεται μεταξύ 1,35 – 0,75.

Στην περιοχή Δυτικά και Νοτιοδυτικά της Θέρμης το νερό παρουσιάζει μικρό λόγο Na/Cl και μεγάλες τιμές της σχέσης Cl/HCO₃, οι οποίες σε συνδυασμό με τη συνεχή αύξηση των ιόντων χλωρίου μαρτυρούν την ρύπανση των νερών από την διείσδυση της θάλασσας, γεγονός που επιβεβαιώθηκε και με ισοτοπικές αναλύσεις. Επιπλέον στα Λουτρά της Θέρμης παρατηρείται έντονη ανάμιξη πολλών τύπων νερού λόγω της παρουσίας του γεωθερμικού ρευστού.

Στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης (υπολεκάνη Άνω Ανθεμούντα) το νερό χαρακτηρίζεται ως οξυανθρακικού τύπου από τα ανιόντα ενώ συνολικά τα νερά χαρακτηρίζονται από ασβεστομαγνησιακά – ανθρακικά, μέτριας έως καλής ποιότητας.

Σε όλες τις αναλύσεις οι τιμές της NO₃⁻ είναι σε φυσιολογικά επίπεδα, ενδεικτικό της περιορισμένης ρύπανσης του βαθύ υδροφορέα από αγροτικές δραστηριότητες και απορρίψεις λυμάτων.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΝΕΡΩΝ ΚΑΤΑ RICHARDS



Σχήμα 63.

Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων σε δείγματα νερού γεωτρήσεων
(από Φίκος Η., Ζιάνκας Γ., Πανλίδου Ε., Φάμελλος Σ. 2005)

7.1 ΚΟΣΤΟΛΟΓΙΟ

Το κοστολόγιο της υδρογεώτρησης καθορίστηκε σύμφωνα με την προσφορά της αναδόχου εταιρείας. Όπως φαίνεται παρακάτω σ' αυτήν δεν συμπεριλαμβάνονται τα υλικά, τα οποία προμήθευσε το Αγρόκτημα Α.Π.Θ.

Οι τιμές των υλικών σύμφωνα με την έρευνα αγοράς που έγινε, είναι οι εξής :

1. Γαλβανισμένος σωλήνας και φιλτροσωλήνας αφανούς ραφής = 24 ευρώ / μέτρο.
2. Περιφραγματικός σωλήνας 16 ιντσών μαύρος = 40 ευρώ / μέτρο.
3. Πιεζομετρικός σωλήνας 1 ίντσας γαλβανισμένος = 2,5 ευρώ / μέτρο.
4. Τσιμέντο = 6 ευρώ / σάκκος.
5. Χαλικόφιλτρο γεωτρήσεως προελεύσεως ποταμού Αξιού = 32 ευρώ / κυβικό μέτρο μαζί με τη μεταφορά του στον τόπο του έργου.

Οι φάσεις εργασιών και το κόστος αυτών είναι οι παρακάτω:

1^η φάση εργασιών :

- Αρχική διάτρηση 12 ½ ιντσών, με δειγματοληψία , για τον εντοπισμό των υδροφόρων στρωμάτων.

Κόστος : $18 \text{ €} \times 300 \text{ μ.} = 5.400,00$

Φ.Π.Α. 19 % 1.026,00

6.426,00

2^η φάση εργασιών :

- Γεωφυσική διασκόπηση (logging).
- Διεύρυνση οπής 24 ιντσών & πάκτωση των περιφραγματικών.

Κόστος : $6,5 \text{ €} \times 300 \text{ μ.} = 1.950,00$

Κόστος :	1.500,00 €	=	1.500,00
			<u>3.450,00</u>
Φ.Π.Α. 19 %			655,50
			<u>4.105,50</u>

3^η φάση εργασιών :

- Διεύρυνση της οπής από 12 ½ σε 16 ίντσες .
- Εργασία τοποθέτησης σωλήνων & χαλκικόφιλτρου.

Κόστος : $12 \text{ €} \times 300 \text{ μ.} = 3.600,00$

Κόστος : $6 \text{ €} \times 300 \text{ μ.} = 1.800,00$

- Καθαρισμός & ανάπτυξη με Air-lift.

Κόστος :	1.100,00 €	=	1.100,00
			<u>6.500,00</u>
Φ.Π.Α. 19 %			1.235,00
			<u>7.735,00</u>

4^η φάση εργασιών :

- Μεταφορά & τοποθέτηση δοκιμαστικής αντλίας.

Κόστος : $530,00\text{€} = 530,00$

Φ.Π.Α. 19 %	100,70
	<u>630,70</u>

- Αντληση.

Κόστος : $100 \text{ ώρες} \times 27 \text{ €} = 2.700,00$

Φ.Π.Α. 19 %	<u>513,00</u>
	3.213,00

Κόστος γεώτρησης = 22.110,20

7.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η υδρογεώτρηση που πραγματοποιήθηκε στο Αγρόκτημα του Α.Π.Θ. ,είχε σαν σκοπό να συμπληρώσει τις υδρευτικές ανάγκες του Αγροκτήματος και διήρκησε από τις 27 Οκτωβρίου 2005 μέχρι και τις 15 Νοεμβρίου 2005. Το βάθος της έφτασε μέχρι τα 303,60 μέτρα και το κόστος της ήταν πάνω από 22.110 ευρώ.

Τα πετρώματα τα οποία διατηρηθήκαν ήταν κυρίως μετα-Αλπικά Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα που περιλάμβαναν μεγάλη ποικιλία λιθολογικών τύπων, όπως: κροκαλοπαγή, ερυθροστρώματα, άμμους, ψαμμίτες, αργίλους, ιλυούχους αργίλους, ιλυοαργιλούχους άμμους, μάργες, μαργαϊκούς ασβεστόλιθους.

Οι εργασίες διάτρησης και όλες οι συμπληρωματικές εργασίες, διεξήχθησαν χωρίς κανένα τεχνικό πρόβλημα και το χρονοδιάγραμμα τηρήθηκε μέχρι τέλους . Οι εργασίες άντλησης έδωσαν την καμπύλη πτώσης στάθμης , από την οποία πάρθηκε η παρακάτω κρίσιμη παροχή των $33 \text{ m}^3/\text{h}$, με προτεινόμενη για εκμετάλλευση των $22 \text{ m}^3/\text{h}$, η οποία κρίνεται ικανοποιητική για την κάλυψη των αναγκών του Αγροκτήματος.

Η κατασκευή της υδρογεώτρησης ήταν μια επίπονη εργασία για τον γεωτρυπανιστή και τους βοηθούς του, οι οποίοι κατάφεραν να τη φέρουν εις πέρας , με αποτέλεσμα η υδρογεώτρηση να κριθεί επιτυχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ «ΓΕΩΡΕΥΝΑ Ο.Ε.»

Η Εταιρία **« ΓΕΩΡΕΥΝΑ Ο.Ε. »** ιδρύθηκε το 1987 με στόχο την παρουσίαση ολοκληρωμένων λύσεων στον τομέα της έρευνας και αξιοποίησης των υπόγειων νερών. Πολύ σύντομα, η **« ΓΕΩΡΕΥΝΑ Ο.Ε. »** επέκτεινε τις δραστηριότητές της στην έρευνα και αξιοποίηση Γεωθερμικών Πεδίων, καθώς και στον τομέα των γεωτεχνικών έργων (με ολοκληρωμένες γεωτεχνικές έρευνες εδάφους, κατασκευή δειγματοληπτικών γεωτρήσεων και προσδιορισμό των χαρακτηριστικών αντοχής του εδάφους), καθώς και στην κατασκευή πυρηνοληπτικών γεωτρήσεων για μεταλλευτική έρευνα και υπολογισμό αποθεμάτων.

Επίσης επέκτεινε τις δραστηριότητές και στην εφαρμοσμένη Γεωλογία, προσφέροντας έτσι την πολύτιμη επιστημονική γνώση και στην κατασκευή τεχνικών έργων. Επίσης η εταιρία ασχολείται με έργα προστασίας Περιβάλλοντος, καθώς και με την κατασκευή δικτύων μεταφοράς τόσο γεωθερμικού όσο και πόσιμου νερού.

Σε κάθε είδος υδρογεώτρησης η **« ΓΕΩΡΕΥΝΑ Ο.Ε. »** προσφέρει ένα ολοκληρωμένο και μεθοδικά διαμορφωμένο «πακέτο» εργασιών:

- επεξεργασία των γεωλογικών και υδρογεωλογικών δεδομένων της περιοχής
- σωστή επιλογή της θέσης της γεώτρησης
- υποδειγματική κατασκευή της γεώτρησης, τόσο σε μαλακά όσο και σε σκληρά πετρώματα, με υπερσύγχρονα ιδιόκτητα μηχανήματα
- παράδοση καθαρού νερού με ανάλυση όλων των χημικών και ποιοτικών του χαρακτηριστικών
- προμήθεια και τοποθέτηση του βέλτιστου αντλητικού συγκροτήματος στην οικονομικότερη τιμή.

Μέχρι σήμερα, η **« ΓΕΩΡΕΥΝΑ Ο.Ε. »** έχει εκτελέσει εκατοντάδες υδρογεωτρήσεις σε όλη την Ελλάδα. Οι αξιόπιστες, πρωτοποριακές και αποτελεσματικές μέθοδοι της Εταιρίας έδωσαν λύση στο υδρευτικό και αρδευτικό πρόβλημα Δήμων, Κοινοτήτων, Βιομηχανιών, Συνεταιρισμών, αγροτικών περιοχών και τουριστικών εγκαταστάσεων.

Η εξειδίκευσή της σε γεωτρήσεις μεγάλου βάθους (έως 800 μ.) και μεγάλης διαμέτρου (έως 34") την καθιστά ιδιαίτερα ανταγωνιστική, αν όχι μοναδική, στον ελληνικό χώρο.

Η **« ΓΕΩΡΕΥΝΑ Ο.Ε. »** έχει μέχρι σήμερα τη μορφή Ομόρρυθμης Εταιρίας και διοικείται από τα τρία ιδρυτικά ομόρρυθμα μέλη της που είναι:

Παπαευαγγέλου Βασίλης

MSc Γεωλόγος - Μηχανικός

Παϊδούσης Σταμάτης

MSc Γεωλόγος - Μηχανικός

Μητράκος Θανάσης

Γεωλόγος

Σήμερα η Εταιρία κατέχει:

- Εργοληπτικό πτυχίο Γ' τάξης για έργα γεωτρήσεων
- Το μεγαλύτερο ιδιόκτητο μηχανολογικό γεωτρητικό εξοπλισμό σε ολόκληρη την Ελλάδα
- Το εμπειρότερο ανθρώπινο τεχνικό προσωπικό από όλες τις εταιρίες του είδους στην Ελλάδα
- Το μεγαλύτερο ετήσιο κύκλο εργασιών από όλες τις εταιρίες του είδους στην Ελλάδα
- Πρωτοποριακή εμπειρία και λύσεις για την αξιοποίηση και εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας
- Και τέλος, το καλύτερο όνομα σε αξιοπιστία, έγκαιρη και έντεχνη παράδοση των έργων.

Το μόνιμο προσωπικό απαρτίζεται από 15 άτομα, ενώ ο αριθμός αυτός μπορεί ακόμα και να διπλασιαστεί ανάλογα με τις ανάγκες των έργων.

Η συνέπεια της Εταιρίας στην έγκαιρη εκτέλεση των έργων που αναλαμβάνει καθώς και η υψηλή ποιότητα των εργασιών που προσφέρει, της έχει εξασφαλίσει σταθερές και μακροχρόνιες συνεργασίες τόσο με Δημόσιους όσο και με Ιδιωτικούς φορείς. Επίσης η εταιρία έχει ξεχωρίσει στο χώρο και από τη συνεχή υποστήριξη που προσφέρει μετά τη κατασκευή των έργων.

Οι γεωτρήσεις αποτελούν ένα μεγάλο κεφάλαιο της σύγχρονης κοινωνίας, γιατί ανάλογα με το αντικείμενο το οποίο υπηρετούν, επιτρέπουν τόσο την ολοκληρωμένη γνώση των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους – υπεδάφους, όσο και τη σωστή και ασφαλή κατασκευή μεγάλης κλίμακας τεχνικών έργων, την εκμετάλλευση φυσικών αποθεμάτων (μεταλλευτικών κοιτασμάτων, υδρογονανθράκων και φυσικών αερίων), την εκμετάλλευση γεωθερμικών πεδίων κ.ά.

Από την υπερκατανάλωση των κάθε είδους πρώτων υλών και επεξεργασμένων προϊόντων που παρατηρείται στη σημερινή βιομηχανική περίοδο, δε διαφεύγει το νερό. Αντίθετα μάλιστα, η κατανάλωσή του αυξάνεται με γρήγορο ρυθμό, έτσι ώστε σε πολλά σημεία της γης η ανεπάρκειά του να αποτελεί το σημαντικότερο εμπόδιο αναπτυξιακών προγραμμάτων. Αλλά και εκεί που είναι σχετικά άφθονο κινδυνεύει από το δεύτερο σύνδρομο του σημερινού πολιτισμού, τη ρύπανση.

Σαν απάντηση στα παραπάνω προβλήματα, έρχονται οι υδρογεωτρήσεις, με τις οποίες μπορούμε να φτάσουμε σε εκατοντάδες μέτρα βάθος και να εκμεταλλευτούμε τα υπόγεια αποθέματα. Η εκμετάλλευση όμως του υπόγειου νερού πρέπει να γίνεται με φειδώ και σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα υδρομάστευσης, έτσι ώστε να αποφευχθεί η ανεξέλεγκτη υπεράντληση των αποθεμάτων και η μόλυνση των υπόγειων υδροφόρων.

Η ολοένα και μεγαλύτερη ζήτηση κατασκευής στέρεων οικοδομημάτων και έργων οδοποιίας που θα εξυπηρετούν τις ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου, έχουν οδηγήσει στην εξέλιξη των γεωτεχνικών μεθόδων διάτρησης και την χρήση μηχανημάτων προηγμένης τεχνολογίας. Τα συμπεράσματα που εξάγονται από αυτές και η ορθή ερμηνείας τους βοηθούν τους γεωλόγους και τους μηχανικούς στην κατασκευή τεχνικών έργων που πληρούν τις προδιαγραφές ασφάλειας και αυξάνουν τη μακροβιότητα αυτών.

Οι πυρηνοληπτικές γεωτρήσεις λοιπόν, επιτρέπουν την καλή γνώση του υπεδάφους, την αξιολόγηση της θέσης της κατασκευής, τη διαμόρφωση του οικοδομικού σχεδίου και την εκτέλεση εκτεταμένων έργων θεμελίωσης. Με αυτό τον τρόπο πετυχαίνεται η βελτίωση των κατασκευαστικών σχεδίων, η αύξηση της ασφάλειας και η οικονομικότερη πραγματοποίησή των τεχνικών έργων.

Στο σημείο αυτό, μετά το πέρας της διπλωματικής μας εργασίας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή κ. Φυτίκα Μιχάλη για την ανάθεσή της εν λόγω εργασίας, γιατί έτσι μας δόθηκε η ευκαιρία να παρακολουθήσουμε το πρακτικό κομμάτι των γεωτρήσεων και να αποκομίσουμε γνώσεις πέραν αυτών της θεωρίας.

Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε τον κ. Παπαευαγγέλου Βασίλη που μας δέχθηκε, παρόλο τον φόρτο εργασίας του και μας παρείχε ό,τι στοιχεία χρειαζόμασταν για τα των τεχνικά χαρακτηριστικά των δύο γεωτρήσεων καθώς και την ορθότερη παρουσίαση αυτών.

Επίσης ευχαριστούμε τον κ. Μητράκο Θανάση που ήταν παρών στην υδρογεώτρηση και μας έδωσε λεπτομέρειες σχετικά με τη διεξαγωγή αυτής και τον κ. Τόλη Σταύρο για την παροχή των εργαστηριακών αποτελεσμάτων της πυρηνοληπτικής γεώτρησης.

Τέλος τους γεωτρυπανιστές κ. Καλατζή Γιώργο, κ. Οικονόμου Βασίλη καθώς και τους βοηθούς τους ,που μας δέχθηκαν στο χώρο των γεωτρήσεων και απαντούσαν σε κάθε μας απορία σχετικά με αυτές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βαφειάδης, Π., (1977), Η τεχνική των υδρογεωτρήσεων, Θεσσαλονίκη, 121 σελ.

Βαφειάδης, Π., (1999), Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ – ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΕΣΕΩΝ, Θεσσαλονίκη, 157 σελ.

Δημόπουλος, Γ., (1986), Τεχνική Γεωλογία, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη, 344 σελ.

Μουντράκης, Δ., (1985), Γεωλογία της Ελλάδας, University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 207 σελ.

Συρίδης, Γ., (1990), Λιθοστρωματική, Βιοστρωματογραφική και Παλαιογεωγραφική μελέτη των Νεογενών - Τεταρτογενών ιζηματογενών σχηματισμών της χερσονήσου Χαλκιδικής, Διδακτορική Διατριβή Τμήματος Γεωλογίας Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, 243 σελ.

Tranos, M.D., Meladiotis, I.D. & Tsolakopoulos E.P., (2004), Geometrical characteristics, scaling properties and seismic behavior of the faulting of the Chortiatis region and Anthemountas basin (Northern Greece), 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Thessaloniki, Greece, 14 to 20 April 2004, Volume 2

Φίκος, Η. , Ζιάνκας Γ. , Παυλίδου Ε., Φάμελλος Σ. , (2005), ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΟΥ

ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ, Heleco '05,
ΤΕΕ, Αθήνα, 3-6 Φεβρουαρίου 2005

Φυτίκας, Μ., (1998), ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ,
Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Πανεπιστημιακού
Τυπογραφείου, Θεσσαλονίκη, 166 σελ.

Γεωλογικός Χάρτης Φύλλο Θέρμης, Ινστιτούτο
Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, κλίμακα
1:50000

Γεωλογικός Χάρτης Φύλλο Θεσσαλονίκης,
Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών,
κλίμακα 1:50000

Χρηστάρας, Β., (2002), Εργαστηριακές και επί τόπου
δοκιμές Εδαφομηχανικής, Τεχνικό Επιμελητήριο
Ελλάδος, Αθήνα, 144 σελ.

Χρηστάρας, Β., (1997), Ηλεκτρικές Διαγραφίες

Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις:

- library.tee.gr/digital/m2045/m2045_fikos.pdf
- www.geoerevna.gr
- http://www.geo.auth.gr/762/PDF/LEC8_NEW.pdf
(Τσούρλος, Π., Ηλεκτρονικά μαθήματα
Γεωλογικού τμήματος Α.Π.Θ.)
- <http://www.geoservice.gr>
- <http://www.nordmeyer.de>

