

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΑΔΡΕΥΣΗ**



ΤΣΕΚΟΥΡΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ του ΗΛΙΑ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΟΥ: 1114201200097

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με σκοπό την ανάπτυξη και συμπλήρωση της υδρογεώτρησης σε συνδυασμό με εγκατάσταση συστήματος για φωτοβολταϊκή άδρευση εκπονήθηκε στο Τομέα Δυναμικής Τεκτονικής και Εφαρμοσμένης Γεωλογίας του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Νικόλαο Λεμόνη, Γεωλόγο, για την εμπιστοσύνη του την βοήθεια του και τις σημαντικές πληροφορίες που μου έδωσε (μελέτη έργου).

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Εμμανουήλ Ανδρεαδάκη, MSc, Γεωλόγο, για τις σημαντικές πληροφορίες και γνώσεις που μου μετέφερε για να καταφέρω να συντάξω την παρούσα πτυχιακή εργασία.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

- 2.1: ΚΡΟΥΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΗΣΗ
- 2.2: ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΙΑΤΡΗΣΗ
- 2.3: ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟΙ ΠΟΛΤΟΙ
- 2.4: ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ

- 3.1: ΣΩΛΗΝΩΣΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΦΕΩΤΡΗΣΕΩΝ
- 3.2: ΤΥΦΛΗ ΣΩΛΗΝΩΣΗ
- 3.3: ΦΙΛΤΡΟΣΩΛΗΝΕΣ
- 3.4: ΧΑΛΙΚΩΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ
- 3.5: ΤΣΙΜΕΝΤΩΣΗ
- 3.6: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΣΩΛΗΝΑ
- 3.7: ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΤΗΤΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΠΤΥΞΗ

- 4.1: ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΗΣ
- 4.2: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΑΝΤΛΗΣΗ
- 4.3: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΕΜΒΟΛΙΣΜΟ
- 4.4: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ ΑΕΡΑ ΜΕ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗ
- 4.5: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΑΕΡΑ
- 4.6: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΠΛΥΣΗ ΜΕ ΑΕΡΑ
- 4.7: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ
- 4.8: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΧΗΜΙΚΑ ΠΡΟΣΘΕΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΤΛΗΣΕΙΣ

- 5.1: ΣΚΟΠΟΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΩΝ ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ
- 5.2: ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΣΚΕΛΟΣ (ΜΕΛΕΤΗ) ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

- 6.1: ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ
- 6.2: ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
- 6.3: ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ
- 6.4: ΑΝΑΠΤΥΞΗ
- 6.5: ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΛΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ
- 6.6: ΕΝΕΡΓΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΛΗΡΟΥΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΥ ΑΝΤΛΗΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

- 6.7: ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΛΗΣΗ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ

Η επιλογή της θέσης ανόρυξης μια γεώτρησης λαμβάνει υπόψη μια σειρά κριτήρια όπως: υδρογεωλογικά, ποιότητας, οικονομοτεχνικά.

Τα υδρογεωλογικά κριτήρια λαμβάνουν υπόψη τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του υδροφορέα και τις συνθήκες τροφοδοσίας του. Η επιλογή της θέσης ανόρυξης προϋποθέτει ολοκληρωμένη υδρογεωλογική έρευνα επιφανείας και υπεδάφους. Σε ορισμένες περιπτώσεις απαιτείται και η γεωφυσική και η ισοτοπική έρευνα.

Τα κριτήρια ποιότητας λαμβάνουν υπόψη την υφιστάμενη ποιοτική κατάσταση των υπόγειων νερών σε μια περιοχή, καθώς και το δυναμικό ρύπανσης ή την τρωτότητα των υπόγειων νερών στην εξωτερική ρύπανση.

Τα οικονομικά κριτήρια λαμβάνουν υπόψη τη μορφολογία, την ευκολία πρόσβασης, το κόστος ανόρυξης, την απόσταση από υφιστάμενα έργα υδρομάστευσης και πηγές, όπως καθορίζεται από τη νομοθεσία.

Με βάση τα ανωτέρω κριτήρια έχουν αναπτυχθεί τεχνικές, όπως η πολυκριτηριακή ανάλυση και η ασαφής λογική σε περιβάλλον GIS για την επιλογή της κατάλληλης θέσης για την ανόρυξη παραγωγικών υδρογεωτρήσεων.

Η βέλτιστη σχεδίαση μιας υδρογεώτρησης έχει τους κάτωθι στόχους:

- ~ Η επίτευξη της μέγιστης παροχής με την ελάχιστη πτώση στάθμης
- ~ Απόληψη νερού καλής ποιότητας και κατάλληλη προστασία από την μόλυνση
- ~ Το αντλούμενο νερό να είναι απαλλαγμένο από λεπτομερή υλικά
- ~ Μεγιστοποίηση της διάρκειας ζωής των υδρογεώτρησης (>25 χρόνια)
- ~ Ελαχιστοποίηση των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων δαπανών για ανόρυξη, συμπλήρωση, ανάπτυξη και συντήρηση.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Η ανόρυξη των υδρογεωτρήσεων γίνεται με τη χρήση γεωτρύπανων, ξεκινώντας από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι κάποιο βάθος. Οι τεχνικές διάτρησης που εφαρμόζονται είναι κυρίως η κρουστική και η περιστροφική, καθώς και συνδυασμός τους.

Η ανόρυξη γεωτρήσεων, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, απαιτεί την έκδοση προμελέτης και μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανάλογα με την κατηγοριοποίηση του έργου.

ΚΡΟΥΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΡΗΣΗ

Η κρουστική διάτρηση γίνεται με τους εξής τρόπους [α) με συρματόσχοινο, β) με ελεύθερη πτώση, γ) με υδραυλικό τρόπο, δ) μέθοδο Καλιφόρνιας]

A) Με Συρματόσχοινο

Η διάτρηση πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός κοπτικού άκρου το οποίο κρέμεται, μέσω συνδέσμων, με συρματόσχοινο που ανεβοκατεβαίνει και προκαλεί κρούσεις στο έδαφος ή στο πέτρωμα, προκαλώντας θραύση και πολτοποίησή του,

λόγω του βάρους.

Συνήθης ρυθμός είναι 20-40 πτώσεις ανά λεπτό.

Το κοπίδι έχει μήκος 1-3m, είναι φτιαγμένο από χάλυβα ή μεταλλικά κράματα για να αποκτήσει επιθυμητές ιδιότητες.

Τα διατρηθέντα υλικά απομακρύνονται με τον κάδο αποκομιδής, χωρητικότητας περίπου 250L.

Η διάμετρος αυτών των γεωτρήσεων κυμαίνεται μεταξύ 8 και 60cm. Η μέθοδος προσφέρεται στα συμπαγή πετρώματα, ενώ αντίθετα στα χαλαρά εδαφικά υλικά απαιτείται συνεχής σωλήνωση, λόγω καταπτώσεων.

Β) Με ελεύθερη πτώση

Παρόμοια με τη προηγούμενη μέθοδο με τη διαφορά ότι, οι σύνδεσμοι έχουν αντικατασταθεί με μια διάταξη που επιτρέπει την ελεύθερη πτώση του κοπιδιού. Το συρματόσχοινο έχει αντικατασταθεί από μεταλλικές ράβδους. Μετά τη διάτρηση 1-2m, η στήλη ανεβαίνει και αντικαθίσταται το κοπίδι από τον κάδο αποκομιδής. Στη συνέχεια καταβαίνει και καθαρίζεται η τρύπα και ακολουθεί πάλι η χρονοβόρα διαδικασία αντικατάστασης του κάδου από το κοπίδι για να προχωρήσει η διάτρηση. Λόγω του αργού ρυθμού και του υψηλότερου κόστους λόγω της απαίτησης περισσότερων εργατικών χεριών η χρήση της μεθόδου αυτής είναι περιορισμένη.

Γ) Με υδραυλικό τρόπο

Η μέθοδος αυτή συνδυάζει την ενέργεια των κρούσεων με την ενέργεια της διάβρωσης του εκτοξευόμενου νερού. Έτσι τα τρίματα απομακρύνονται με το νερό που κυκλοφορεί συνεχώς ακολουθώντας δύο δυνατές πορείες.

-Κανονική ή θετική, κατά την οποία το νερό κατεβαίνει από τα στελέχη και ανεβαίνει από το κενό ανάμεσα στα στελέχη.

-Ανάστροφη κατά την οποία το νερό κυκλοφορεί αντίθετα από την κανονική πορεία.

Καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με την ανάστροφη κυκλοφορία, αν και χάνεται η ενέργεια λόγω της εκτόξευσης νερού. Σε περίπτωση καταπτώσεων ή όταν η απώλειες νερού είναι μεγάλες γίνεται προσωρινή σωλήνωση της γεώτρησης.

Πλεονέκτημα είναι η ταχύτητα διάτρησης σε σχέση με τις προηγούμενες. Το βασικό της μειονέκτημα είναι η αξιοπιστία στη δειγματοληψία, γιατί το νερό συμπαρασύρει υλικά από τα τοιχώματα, καθώς και η αδυναμία εντοπισμού υδροφορέων μικρής δυναμικότητας, εξαιτίας της δυσκολίας προσδιορισμού της στάθμης του υπόγειου νερού.

Χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή πιεζόμετρων και όχι για την κατασκευή ερευνητικών γεωτρήσεων.

Δ) Μέθοδος Καλιφόρνιας

Χρησιμοποιείται ένας κάδος καθαρισμού, ο οποίος προωθείται με υδραυλικό τρόπο και με το βάρος του θρυμματίζει τα πετρώματα και προχωρεί σε βάθος.

Εφαρμόζεται σε χαλαρούς γεωλογικούς σχηματισμούς.

Κρουστικό Γεωτρύπανο

Τα κρουστικά γεωτρύπανα είναι απλά στον χειρισμό εύκολα στη μεταφορά και στη συντήρηση, χαμηλού κόστους και αποτελούνται από:

- ένα πύργο ή γάβρια (mast) που στην κορυφή έχει μια ή περισσότερες τροχαλίες
- ένα βαρούλκο (hoist)
- τον πετρελαιο-κινητήρα
- τον μηχανισμό κίνησης του συρματόσχοινο για την πρόκληση κρούσεων
- την αντλία κυκλοφορίας νερού για τα υδραυλικά κρουστικά γεωτρύπανα

Η διατρητική στήλη αποτελείται από:

- το κοπίδι (drill bit)
- το συρματόσχοινο
- τον κάδο αποκομιδής (bailer)
- τα στελέχη (drill stem)
- οι σύνδεσμοι (jars)
- ο περιστρεφόμενος τροφοδότης νερού (swivel).

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΔΙΑΤΡΗΣΗ

Η περιστροφική μέθοδος διάτρησης είναι μια γρήγορη μέθοδος ανόρυξης βαθιών γεωτρήσεων. Η μέθοδος εφαρμόζεται με πολλές παραλλαγές και γενικά πραγματοποιείται με τη συνεχή περιστροφή του κοπτικού άκρου, η οποία μεταδίδεται από τον κινητήρα μέσω ειδικών μεταλλικών σωλήνων. Τα στελέχη, μήκους 3-6m, επιτρέπουν τη ροή νερού πολτού μέσα από το εσωτερικό τους και συνδέονται μεταξύ τους με μούφες.

Το περιστροφικό γεωτρύπανο αποτελείται από τον πύργο, την τροχαλία, το βαρούλκο, την τράπεζα περιστροφής, τον κινητήρα και την πηλαντλία. Τα υδραυλικά γεωτρύπανα τείνουν να αντικαταστήσουν τα γεωτρύπανα με περιστρεφόμενη τράπεζα. Τα υδραυλικά γεωτρύπανα πετυχαίνουν μεγάλες ταχύτητες διάτρησης, αλλά έχουν υψηλό κόστος αγοράς και συντήρησης.

Η διατρητική στήλη αποτελείται από το κοπίδι και τα αντίβαρα, τα στελέχη από χάλυβα, την περιστρεφόμενη ράβδο στην οποία προσαρμόζεται η διατρητική στήλη με την ακίνητη πηλαντλία. Η στήλη παίρνει κίνηση από το γεωτρύπανο με τη μεσολάβηση του στελέχους και κατάλληλα γρανάζια.

Τα κοπίδια έχουν διάφορα σχήματα τριφερό, τετράφτερα, τρίκωνο. Τα τρίκωνο ενδείκνυνται για τη διάτρηση σε σκληρά πετρώματα, ενώ τα τριφερά για τα χαλαρά πετρώματα. Υπάρχει δυνατότητα αντικατάστασης των οδοντωτών τροχών από τροχούς με σφαιρικά καρβίδια, αυξάνοντας έτσι τη μηχανική αντοχή και τη διάρκεια ζωής τους.

Η περιστροφική μέθοδος με υδραυλικό γεωτρύπανο διακρίνεται σε:

- 1) Υδραυλική περιστροφική μέθοδος διάτρησης με κανονική κυκλοφορία πολτού
- 2) Υδραυλική περιστροφική μέθοδος διάτρησης με ανάστροφη κυκλοφορία πολτού.

1) Υδραυλική περιστροφική μέθοδος διάτρησης με κανονική κυκλοφορία πολτού

Η μέθοδος αυτή πραγματοποιείται με συνεχή περιστροφή του κοπιδιού, μέσω του οποίου διαβιβάζεται στην τρύπα ένας ειδικός πολτός. Ο πολτός είναι διάλυμα νερού που περιέχει συνήθως μπετονίτη και χρησιμεύει στην ψύξη και λίπανση του κοπιδιού, στην συγκράτηση των τοιχωμάτων της τρύπας κι την άνοδο των τριμμάτων στην επιφάνεια.

Ο πολτός λαμβάνεται από την δεξαμενή και με τη βοήθεια αντλίας ανεβαίνει στο πάνω άκρο της διατρητικής στήλης και διαβιβάζεται στο εσωτερικό των στελεχών. Η κάθοδος του πολτού από τη διατρητική στήλη στο κοπίδι και στη συνέχεια η άνοδος στην επιφάνεια από τον κενό χώρο μεταξύ της διατρητικής στήλης και των τοιχωμάτων ονομάζεται κανονικός ή θετικός τρόπος κυκλοφορίας του πολτού.

Μετά την άνοδο ο πολτός στην επιφάνεια, αφού περάσει από κόσκινα και διαφράγματα και συγκρατηθούν τα μεγαλύτερα τρίμματα, οδηγείται σε μια δεξαμενή όπου αποθέτει τα λεπτότερα τρίμματα που καθιζάνουν στον πυθμένα και στη συνέχεια αναρροφάται από την πηλαντλία και επαναδιαβιβάζεται στη διατρητική στήλη.

2) Υδραυλική περιστροφική μέθοδος διάτρησης με ανάστροφη κυκλοφορία πολτού

Χρησιμοποιείται για τη διάτρηση γεωτρήσεων μεγάλης διαμέτρου σε χαλαρούς γεωλογικούς σχηματισμούς και δεν ενδείκνυται για συνεκτικά πετρώματα ή σχηματισμούς με ογκόλιθους. Η ροή του πολτού ακολουθεί την εξής πορεία: άνοδος από τη διατρητική στήλη προς την επιφάνεια και δεξαμενή, όπου αποτίθενται τα τρίμματα. Η ροή αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση αεροσυμπιεστή ή αντλίας. Στη συνέχεια ο πολτός ρέει μέσω σωλήνα στη γεώτρηση ανάμεσα στη διατρητική στήλη και τα τοιχώματα της τρύπας.

Ο ρυθμός διάτρησης με τη μέθοδο αυτή είναι ταχύτερος σε χαλαρά ιζήματα με υψηλή στάθμη υπόγειου νερού. Σε κάθε περίπτωση η στάθμη πρέπει να διατηρείται τεχνητά ψηλά με προσθήκη νερού, ώστε να είναι δυνατή η αναρρόφηση από τη φυγόκεντρη αντλία. Το βάθος μπορεί να αυξηθεί μέχρι 400m με τη χρήση διπλού σωλήνα.

Στις γεωτρήσεις που διατρύονται με τη μέθοδο αυτή, τοποθετείται πάντα χαλικόφιλτρο, λόγω της μεγάλης διαμέτρου.

ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟΙ ΠΟΛΤΟΙ

Οι διατρητικοί πολτοί είναι αιωρήματα νερού με αργιλικές ορυκτές ύλες ή διάφορες οργανικές προσμίξεις ή πολυμερή. Στο εμπόριο κυκλοφορεί μια μεγάλη ποικιλία διατρητικών πολτών που έχουν ως βάση τους το νερό και κάποιο ειδικό πρόσθετο, όπως: μπετονίτη, ατταπουλγίτη, οργανικά πολυμερή, φυσική άργιλο, υδροξείδιο του νατρίου, υδράσβεστο, ανθρακική σόδα, προϊόντα ρητίνης, Revert, Quickdrol, κ.α.

ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΩΝ ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΩΝ ΠΟΛΤΩΝ ΕΙΝΑΙ:

- Ψύχουν και λιπαίνουν το κοπτικό και την διατρητική στήλη
- Μεταφέρουν στην επιφάνεια του εδάφους τα προϊόντα διάτρησης.
- Σταθεροποιούν τα τοιχώματα της υδρογεώτρησης σχηματίζοντας μία συνεκτική κρούστα που αντικαθιστά την προσωρινή σωλήνωση.
- Καθαρίζουν τον πυθμένα της γεώτρησης.
- Κρατούν εν αιωρήσει τα προϊόντα της διάτρησης εάν για κάποιο λόγο σταματήσει η διάτρηση, αποτέλεσμα των θιξοτροπικών ιδιοτήτων των διατρητικών πολτών
- Παρεμποδίζουν απώλειες στον περιβάλλοντα χώρο καθώς και την είσοδο ρευστών στην γεώτρηση.
- Προσφέρει βοήθεια στην αντιστάθμιση του βάρους που ασκούν η διατρητική στήλη και οι σωλήνες (κυρίως με την άνωση).

ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΩΝ ΠΟΛΤΩΝ ΕΙΝΑΙ:

α) το ειδικό βάρος (πυκνότητα) συνήθως πρέπει να είναι μεταξύ 1,02-1,14 gr/cm³. Ο έλεγχος της πυκνότητας γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια διάνοιξης της υδρογεώτρησης, είτε με τη βοήθεια μιας ζυγαριάς ακριβείας είτε με τη χρήση πυκνόμετρων.

β) το ιξώδες Ο έλεγχος του ιξώδους γίνεται επί τόπου με την βοήθεια του χωνιού (κώνου) του Marsh. Είναι ένα χωνί ορισμένης χωρητικότητας με ορισμένη, ανοικτή διατομή στο κάτω άκρο του. Το χωνί γεμίζεται με πολτό και μετρείται ο χρόνος για το άδειασμα του. Το νερό έχει ιξώδες 26. Ο πολτός από μπεντονίτη ενδείκνυται να έχει ιξώδες μεταξύ 35 και 45 μονάδες.

γ) η απώλεια φιλτραρίσματος (filtrate losse).

δ) η κροκίδωση.

ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ

Τα τελευταία χρόνια με την εξέλιξη της τεχνολογίας έχουν προταθεί νέες μέθοδοι διάτρησης, αν και δεν έχουν εφαρμοσθεί σε μεγάλη κλίμακα και έχουν ακόμα ερευνητικό χαρακτήρα. Τέτοιες μέθοδοι είναι:

ΤΗΞΗ

Αναπτύσσονται με διάφορους τρόπους υψηλές θερμοκρασίες που λιώνουν τα πετρώματα. Η προχώρηση της διάτρησης γίνεται περιστροφικά και χρησιμοποιείται ειδικός πολτός για τη ψύξη του κοπιδιού. Επίσης χρησιμοποιούνται ειδικά κράματα για το κοπίδι, ώστε να αντέχουν τις υψηλές θερμοκρασίες.

Παραλλαγή της μεθόδου είναι η λεγόμενη θερμική μέθοδος, η οποία χρησιμοποιεί για καύση μίγμα οξυγόνου και πετρελαίου. Το μίγμα τοποθετείται στον πυθμένα της γεώτρησης και από την καύση του παράγονται αέρια με υψηλές θερμοκρασίες της τάξεως των 2400C στις οποίες λιώνουν τα πετρώματα.

ΔΙΑΤΡΗΣΗ ΜΕ ΧΗΜΙΚΑ ΜΕΣΑ

Χρησιμοποιούνται πολύ δραστικές χημικές ουσίες, οι οποίες εκτοξεύονται με μεγάλη ταχύτητα στον πυθμένα και διαλύουν τα πετρώματα.

ΣΤΡΟΒΙΛΟΔΙΑΤΡΗΣΗ

Χρησιμοποιείται στρόβιλος που βρίσκεται στο κάτω άκρο της διατρητικής στήλης και δίνει κίνηση στο κοπίδι. Με τη μέθοδο αυτήν αναπτύσσονται 10-πλάσιες ταχύτητες διάτρησης σε σύγκριση με αυτές της περιστροφικής διάτρησης.

ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΑΤΡΗΣΗ

Στη μέθοδο αυτή δίνεται κίνηση στο κοπίδι, χωρίς την ανάγκη περιστροφής των στελεχών, ακόμα δε και χωρίς στελέχη.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΑΣΕΩΝ

Εφαρμόζεται εκτόξευση ατσάλινων σφαιριδίων στον πυθμένα της γεώτρησης μαζί με τον πολτό διάτρησης. Με τον τρόπο αυτόν τα πετρώματα θρυμματίζονται και τα τρίμματα ανέρχονται στην επιφάνεια με τη βοήθεια του πολτού.

Τέλος, ως παραλλαγή της μεθόδου χρησιμοποιούνται εκρηκτικά για το θρυμματισμό των διατρυόμενων γεωλογικών σχηματισμών.

ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ

Η συμπλήρωση περιλαμβάνει τις εργασίες που γίνονται μετά το τέλος της διάτρησης μια γεώτρησης και είναι οι εξής:

- 1) η σωλήνωση (τοποθέτηση τυφλών σωλήνων και φιλτροσωλήνων)
- 2) η τσιμέντωση στο ανώτερο τμήμα
- 3) η χαλίκωση
- 4) η τοποθέτηση πιεζομετρικού σωλήνα
- 5) η τοποθέτηση αντλητικού συγκροτήματος

Επιπλέον, η συμπλήρωση περιλαμβάνει και τις εργασίες διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου, την τοποθέτηση κεφαλής με καπάκι, διακόπτη, υδρομετρητή, παροχή για δειγματοληψία νερού όταν αντλείται.

Στα σκληρά πετρώματα η συμπλήρωση πολλές φορές δεν είναι απαραίτητη κι έτσι η γεώτρηση είναι ουσιαστικά μια ανοικτή τρύπα εξοπλισμένη μόνο με αντλητικό συγκρότημα για την άντληση του νερού.

Οι εργασίες συμπλήρωσης που αναφέρονται παρακάτω αφορούν κυρίως τις υδρογεωτρήσεις που καλύπτουν το 95% του συνολικού αριθμού των γεωτρήσεων.

ΣΩΛΗΝΩΣΗ ΤΩΝ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Η σωλήνωση αποσκοπεί στη συγκράτηση των ασταθών γεωλογικών τοιχωμάτων και στην προστασία της ποιότητας του υπόγειου νερού, εμποδίζοντας την είσοδο

ρυπασμένων νερών. Περιλαμβάνει:

- την επιφανειακή ή περιφραγματική σωλήνωση
- τη μόνιμη σωλήνωση (τυφλή σωλήνωση και την τοποθέτηση φιλτροσωλήνων)

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ Ή ΠΕΡΙΦΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΣΩΛΗΝΩΣΗ

Γίνεται στο αρχικό στάδιο της διάτρησης από την επιφάνεια μέχρι το βάθος των πρώτων σταθερών γεωλογικών σχηματισμών. Αποσκοπεί:

- στη συγκράτηση των ασταθών τοιχωμάτων κατά τη διάτρηση
- στην προστασία από πιθανή ρύπανση εμποδίζοντας την είσοδο επιφανειακών νερών.
- στη μείωση των απωλειών πολτού κατά τη διάτρηση
- χρησιμεύει ως αποθήκη για το χαλικόφιλτρο

ΤΥΦΛΗ ΣΩΛΗΝΩΣΗ

Η σωλήνωση αποσκοπεί στην καλή λειτουργία της γεώτρησης, συγκράτηση των ασταθών τοιχωμάτων, η κατάρρευση των οποίων μπορεί να προκαλέσει έμφραξη της οπής της γεώτρησης και αχρήστευσή της.

Η διάμετρος της σωλήνωσης πρέπει να είναι μεγαλύτερη κατά 5cm από τη διάμετρο του ποτηριού της αντλίας. Συνήθως οι υδρογεωτρήσεις έχουν διάμετρο από 15-30cm.

Οι σωληνώσεις δεν έχουν ανοίγματα και έχουν μήκος 6m και σπανίως 1,5 ή 3m. Η σύνδεση τους γίνεται με μούφες ή με συγκόλληση. Το πάχος τους είναι 4mm για μικρές διαμέτρους σωλήνωσης και 6mm για διαμέτρους μεγαλύτερες από 8". Γενικά, σωλήνες με πάχος μικρότερο από 6mm, διαβρώνονται πιο εύκολα και έχουν μειωμένη αντοχή στον εφελκυσμό.

Ανάλογα με το σκοπό οι σωλήνες μπορεί να είναι σιδερένιοι πλαστικοί από κράματα χάλυβα ή ειδικά ανθεκτικά υλικά για να αντέχουν σε μεγάλες πιέσεις και θερμοκρασίες.

Οι πλαστικοί είναι φτηνοί και ανθεκτικοί, αλλά δεν έχουν μεγάλη αντοχή στον εφελκυσμό. Πρέπει να αποφεύγεται η συγκόλληση σωλήνων από διαφορετικά μέταλλα, γιατί προκαλείται ηλεκτρολυτική διάβρωση στην επαφή τους.

Οι τυφλοί σωλήνες τοποθετούνται στα τμήματα της γεώτρησης που αποτελούνται από λιγότερο υδροπερατούς γεωλογικούς σχηματισμούς. Γι' αυτό απαιτείται η σύνταξη αξιόπιστης λιθολογικής τομής της γεώτρησης, με βάση τη δειγματοληψία.

Η αντλία τοποθετείται πάντα σε τυφλό σωλήνα για να μην γίνεται αναρρόφηση λεπτόκοκκων υλικών από τους φιλτροσωλήνες και η κορυφή τυφλής σωλήνωσης θα πρέπει να τοποθετείται τουλάχιστον 30cm επάνω από το ελάχιστο βάθος της αντλίας.

ΦΙΛΤΡΟΣΩΛΗΝΕΣ

Διαφέρουν από τους τυφλούς σωλήνες γιατί φέρουν ανοίγματα, από τα οποία

εισέρχεται το νερό. Η σωστή τοποθέτηση των φιλτροσωλήνων είναι μια από τις σημαντικές εργασίες και αποσκοπεί στη μέγιστη ροή νερού στη γεώτρηση με την ελάχιστη υδραυλική αντίσταση και επιπλέον το νερό να είναι απαλλαγμένο από λεπτόκοκκα υλικά και αιωρούμενα σωματίδια.

Γενικά οι απαιτήσεις για τους φιλτροσωλήνες είναι οι εξής:

- Να μην επιτρέπουν την εισροή άμμου στο εσωτερικό της γεώτρησης
- Να επιφέρουν τη μικρότερη δυνατή αντίσταση στην εισροή νερού
- Να αντέχουν στις οξειδώσεις
- Να μην φράσσονται εύκολα και να μην σχηματίζουν κρούστες
- Να αντέχουν τις πιέσεις που ασκούνται πλευρικά
- Να έχουν μικρό οικονομικό κόστος

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ανοιγμάτων (κατακόρυφα, οριζόντια, γεφυρωτά, κυκλικές ή ορθογώνιες). Το άνοιγμα κυμαίνεται από 1,5-6mm. Είναι επιθυμητό η ολική επιφάνεια ανοιγμάτων να είναι περίπου 15% της συνολικής επιφάνειας του φιλτροσωλήνα. Στα φίλτρα Johnson που κατασκευάζονται από περιέλιξη ανοξείδωτου σύρματος, μπορούμε να επιτύχουμε οποιοδήποτε επιθυμητό άνοιγμα σχισμών.

Ο σωστός προσδιορισμός του ανοίγματος των φίλτρων απαιτεί κοκκομετρική ανάλυση του διατρηθέντος υλικού. Όταν γίνεται και χαλίκωση εξωτερικά της σωλήνωσης, η διάμετρος και το σχήμα των ανοιγμάτων επιλέγεται σε συνδυασμό με το μέγεθος των χαλικιών. Υπάρχουν και φιλτροσωλήνες με ενσωματωμένο χαλικόφιλτρο για προστασία της γεώτρησης από την είσοδο λεπτόκοκκων υλικών.

Τα υλικά κατασκευής των φιλτροσωλήνων είναι ίδια με αυτά των τυφλών σωλήνων, με κυρίαρχο υλικό στο εμπόριο, το γαλβανισμένο σίδηρο. Στην περίπτωση διαβρωτικών ρευστών χρησιμοποιούνται ειδικά ανθεκτικά κράματα ή υλικά. Επίσης στην περίπτωση νερών με προβλήματα καθαλάτωσης, ενδείκνυται η χρησιμοποίηση πλαστικών φιλτροσωλήνων για να αποφευχθεί η απόθεση αλάτων που φράσσουν τα ανοίγματα και μειώνουν τη διάρκεια ζωής της γεώτρησης.

ΧΑΛΙΚΩΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

Στο κενό που δημιουργείται μεταξύ της τελικής σωλήνωσης και των τοιχωμάτων της διάτρησης τοποθετείται χαλίκι αμέσως μετά τη σωλήνωση.

Η χαλίκωση γίνεται μόνο στις παραγωγικές γεωτρήσεις και αποσκοπεί:

- στην αύξηση της ενεργής ακτίνας της γεώτρησης με τη δημιουργία ζώνης με ποιο υδροπερατό υλικό από αυτήν του υδροφόρου στρώματος.
- στη σταθεροποίηση των τοιχωμάτων
- στη μείωση της ταχύτητας εισόδου του νερού στη γεώτρηση «φιλτράροντας» το νερό που περνάει από αυτό. Ως γνωστόν, τα στερεά υλικά υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού και προξενούν ζημιές στον αντλητικό συγκρότημα.

Τα καλύτερα χαλικόφιλτρα είναι αυτά που αποτελούνται από χαλαζιακούς ή κερατολιθικούς χάλικες, γιατί δεν διαβρώνονται εύκολα και επιπλέον να είναι

απαλλαγμένα από ξένες προσμείξεις.

Η χαλίκωση γίνεται αμέσως μετά τη σωλήνωση, αφού πρώτα προηγηθεί καθαρισμός της γεώτρησης. Το πάχος του χαλικόφιλτρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 20cm, αν και το συνηθισμένο είναι αρκετά μικρότερο. Η διάμετρος των κόκκων δεν πρέπει να ξεπερνά τα 9-10mm και το χαλικόφιλτρο γενικά πρέπει να έχει μικρό συντελεστή ομοιομορφίας.

Η τοποθέτηση του χαλικόφιλτρου πρέπει να γίνεται από δύο σωλήνες, τοποθετημένους διαμετρικά αντίθετα. Κατά κανόνα όμως γίνεται με βαρύτητα με αργό ρυθμό και ταυτόχρονη κυκλοφορία αραιωμένου πολτού ή νερού. Η χαλίκωση μπορεί να συμπληρωθεί και μετά τη δοκιμαστική άντληση, γι' αυτό απαιτείται μια περίσσεια χαλίκων.

Στην περίπτωση που αποφασισθεί να μην τοποθετηθεί χαλικόφιλτρο και ο χώρος μεταξύ της σωλήνωσης και των τοιχωμάτων της γεώτρησης είναι μεγαλύτερος από 5cm τότε ο χώρος αυτός θα πρέπει να γεμίζει με ένα κοκκώδες υλικό ονομάζεται σταθεροποιητικός σχηματισμός, για τη σταθεροποίηση των τοιχωμάτων της γεώτρησης.

Η επιλογή του γίνεται χωρίς αυστηρά κριτήρια, αρκεί οι κόκκοι μικρότερης διαμέτρου να είναι μεγαλύτεροι από τις σχισμές των φιλτροσωλήνων και οι μεγαλύτεροι κόκκοι ίσοι με 1cm.

ΤΣΙΜΕΝΤΩΣΗ

Τσιμέντωση είναι η πλήρωση ενός τμήματος μια γεώτρησης με υλικά που έχουν ως βάση το τσιμέντο. Η τσιμέντωση αποσκοπεί:

- στην παρεμπόδιση της εισόδου υποβαθμισμένων ποιοτικά νερών
- στη σταθεροποίηση των τοιχωμάτων της γεώτρησης στην περίπτωση χαλαρών γεωλογικών σχηματισμών
- στη συγκράτηση της σωλήνωσης
- στη δημιουργία ζωνών με αυξημένη αντοχή, ώστε να αντέχουν οι σωλήνες τις μεγάλες αξονικές πιέσεις
- στην προστασία των σωλήνων από τη διάβρωση

Στις γεωτρήσεις ύδρευσης είναι απαραίτητη η τσιμέντωση γύρω από τη μόνιμη επιφανειακή ή περιφραγματική σωλήνωση και ενδεχομένως από την τυφλή σωλήνωση, ειδικά στις γεωτρήσεις που διατρύουν υδροφορείς υπό πίεση. Το τσιμέντο τοποθετείται στο διάκενο μεταξύ του περιφραγματικού σωλήνα και των τοιχωμάτων της διευρυμένης διάτρησης των αρχικών τουλάχιστων 40-50m.

Χρησιμοποιώντας διάφορα προστατευτικά πώματα μπορεί να επιτευχθεί η τσιμέντωση μόνο των επιθυμητών τμημάτων της γεώτρησης και να αφήσει ελεύθερα τα εκμεταλλεύσιμα και παραγωγικά τμήματα.

ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΣΩΛΗΝΑ

Σε ένα ομογενή και ισότροπο υδροφορέα τοποθετείται ένας πιεζομετρικός

σωλήνας για την παρακολούθηση της στάθμης του υπόγειου νερού.

Σε περίπτωση που υπάρχουν επάλληλα υδροφόρα στρώματα ενδείκνυται η τοποθέτηση πιεζομέτρων σε διάφορα βάθη για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς του καθενός από αυτά ξεχωριστά.

Η διάμετρος του πιεζομετρικού σωλήνα είναι 1,5" και το βάθος τοποθέτησης ανέρχεται σε 60-70% του βάθους της σωλήνωσης. Σε κάθε περίπτωση το βάθος του πιεζομετρικού σωλήνα πρέπει να είναι κάτω και από την προβλεπόμενη πτώση στάθμης του υπόγειου νερού μετά από μακροχρόνια άντληση.

Κατά κανόνα η τοποθέτηση του πιεζομετρικού σωλήνα γίνεται με οξυγονοκόλληση σε επαφή με τη μόνιμη σωλήνωση. Τα κάτω άκρο είναι διάτρητο και τοποθετείται σε τυφλό σωλήνα. Η τοποθέτηση του γίνεται κατά το στάδιο της σωλήνωσης. Το επάνω άκρο του κλείνεται με καπάκι για να μην εισέρχονται υλικά και φράξει.

Ο έλεγχος της λειτουργίας του πιεζομετρικού σωλήνα, που στηρίζεται στην αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων, γίνεται ως εξής:

- προσδιορίζεται η αρχική στάθμη του υπόγειου νερού
- προστίθεται ποσότητα νερού 1-2L, ώστε να ανέλθει η στάθμη περίπου 0.5m
- προσδιορίζεται η τελική στάθμη μετά την προσθήκη νερού
- Μετράται ο χρόνος που χρειάζεται το νερό να επανέλθει στην αρχική του θέση

Εκτός της παρακολούθησης της στάθμης του υπόγειου νερού με τη βοήθεια του σταθμόμετρου, στα πιεζόμετρα γίνεται και παρακολούθηση διάφορων παραμέτρων όπως θερμοκρασία, ηλεκτρική αγωγιμότητα με τη χρήση κατάλληλων αισθητήρων.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑΣ-ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΤΗΤΑΣ

Μετά τη σωλήνωση γίνεται έλεγχος της ευθυγραμμίας και κατακορυφότητας της στήλης των σωλήνων της γεώτρησης. Η κατακορυφότητα προϋποθέτει την ευθυγραμμία, ενώ δεν συμβαίνει το αντίθετο. Οι μη κατακόρυφες γεωτρήσεις προξενούν προβλήματα στην ανέλκυση της προσωρινής σωλήνωσης.

Η παρέκκλιση από την κατακόρυφο παρουσιάζει κυρίως κατά τη διάτρηση ανομοιογενών γεωλογικών σχηματισμών. Στην περίπτωση που γίνει έγκαιρα αντιληπτή η απόκλιση από την κατακόρυφο, πρέπει να σταματήσει η διάτρηση και να αφαιρεθεί η διατρητική στήλη. Στη συνέχεια πληρώνεται με τσιμέντο το τμήμα που αποκλίνει ή τοποθετούνται κατάλληλες σφήνες και συνεχίζεται η διάτρηση ακολουθώντας την πορεία που επιβάλλει η σφήνα.

Η μέγιστη επιτρεπτή απόκλιση είναι μικρότερη από 2/3 της σωλήνωσης ανά 30m βάθους της γεώτρησης.

Υπάρχον βέβαια περιπτώσεις που η απόκλιση είναι επιθυμητή (για να αποφευχθεί κάποιο ρήγμα ή για να διατρηθεί υπό γωνία μια φλέβα κοιτάσματος).

Η ευθυγραμμία ελέγχεται εύκολα με έναν καθρέπτη που αντανακλά τις ηλιακές ακτίνες στο εσωτερικό της γεώτρησης. Ελέγχεται επίσης με ελεύθερη δίοδο σωλήνα μήκους 9m και εξωτερικής διαμέτρου μικρότερης κατά 1,5" της εσωτερικής διαμέτρου της σωλήνωσης, ενώ για γεωργήσεις που δεν θα σωληνωθούν πρέπει να

διέρχεται ελεύθερα σωλήνας 12m, εξωτερικής διαμέτρου 3" μικρότερης από τη διάμετρο του κοπτήρα που χρησιμοποιήθηκε.

Η κατακορυφότητα ελέγχεται με τρίποδα (με συρματόσχοινο πάχους μεγαλύτερου από 1,5mm) με φτερωτή (διαμέτρου κατά 1/4" μικρότερη της εσωτερικής διαμέτρου της τελικής σωλήνωσης) ή με φωτοκαθετόμετρο. Μια ειδική οβίδα, εφοδιασμένη με πυξίδα, κλισίμετρο και αυτόματη φωτογραφική μηχανή, κατεβαίνει στη γεώτρηση. Η φωτογραφική μηχανή φωτογραφίζει την πυξίδα και το κλισίμετρο σε τακτά χρονικά διαστήματα. Υπάρχουν επίσης και άλλες μέθοδοι, κυρίως ηλεκτρονικές, για το έλεγχο της κατακορυφότητας και της ευθυγραμμίας. Η απόκλιση από την κατακορυφότητα δεν πρέπει να ξεπερνά το 1m ανά 100m (1%).

Αν μετά την τελική σωλήνωση διαπιστωθεί ότι η γεώτρηση δεν τηρεί τις ανωτέρω προδιαγραφές της κατακορυφότητας και της ευθυγραμμίας δεν γίνεται δεκτή και δεν παραλαμβάνεται.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Περιλαμβάνει της εργασίες που γίνονται μετά το τέλος της σωλήνωσης και χαλίκωσης με σκοπό τον καθαρισμό της γεώτρησης, ώστε να περιέχει καθαρό νερό. Ειδικότερα, η ανάπτυξη αποσκοπεί:

- στην αφαίρεση του μπετονίτη και της άμμου που έχουν παμείνει στη γεώτρηση
- στην κοκκομετρική αναδιάταξη των υλικών του χαλικόφιλτρου και συνεπώς στη αύξηση της υδατοπερατότητας των γεωλογικών σχηματισμών στο άμεσο περιβάλλον της γεώτρησης και συνεπώς στην αύξηση της ειδικής ικανότητας της γεώτρησης
- στην επιμήκυνση της διάρκειας ζωής της υδρογεώτρησης.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

Η ανάπτυξη της γεώτρησης γίνεται με τους παρακάτω τρόπους:

- 1) Ανάπτυξη με άντληση
- 2) Ανάπτυξη με εμβολισμό
- 3) Ανάπτυξη με εκτόξευση αέρα με αεροσυμπιεστή
- 4) Ανάπτυξη με υδραυλική εκτόξευση
- 5) Ανάπτυξη με χημικά πρόσθετα

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΑΝΤΛΗΣΗ

Γίνεται άντληση με μεγάλες παροχές, κατά την οποία η αντλία τοποθετείται πάνω από τον φιλτροσωλήνα. Συνιστάται σε υδροφορείς ομοιογενείς με μικρό πάχος. Μπορεί η άντληση να γίνει με απότομες διακοπές και ενάρξεις, ώστε με την πτώση της στήλης νερού που βρίσκεται μέσα στο σωλήνα αντλίας να ασκούνται πιέσεις στο υδροφόρο στρώμα στην περιοχή του φίλτρου. Αυτή η ασυνεχής άντληση προκαλεί αναδιάταξη των υλικών γύρω από τη γεώτρηση.

Μπορεί να εφαρμοσθεί κλιμακωτή διαδικασία άντλησης, ξεκινώντας από μικρές

παροχές και συνεχώς αυξανόμενες. Συνήθως οι παροχές είναι ίσες με το $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 1 $\frac{1}{2}$, και 2 φορές την αναμενόμενη παροχή της γεώτρησης. Η άντληση σε κάθε βαθμίδα διαρκεί μέχρι να παραχθεί καθαρό νερό. Η αντλία τοποθετείται στο μέσο περίπου της σωλήνωσης.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΕΜΒΟΛΙΣΜΟ

Αφαιρείται το κοπίδι από τη διατρητική στήλη και προσαρμόζεται ένα έμβολο με εξωτερικό δακτύλιο από ελαστικό. Το έμβολο μετακινείται πάνω-κάτω προκαλώντας ωθήσεις στο νερό από τη γεώτρηση προς τον υδροφορέα και αντίστροφα από τον υδροφορέα στη γεώτρηση. Αυτές οι ωθήσεις έχουν ως αποτέλεσμα την καταστροφή των «γεφυρών» που δημιουργούν τα υλικά του υδροφορέα.

Ο εμβολισμός ξεκινά από το κάτω μέρος του φιλτροσωλήνα και προοδευτικά συνεχίζεται προς τα πάνω. Η μέθοδος είναι αποδοτική στην κρουστική μέθοδο διάτρησης. Όταν τελειώσει η ανάπτυξη η γεώτρηση καθαρίζεται με τον κάδο καθαρισμού και ακολουθεί ανάπτυξη άντλησης.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ ΑΕΡΑ ΜΕ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗ

Η ανάπτυξη με αέρα είναι η πλέον κλασική μέθοδος ανάπτυξης και γίνεται με τη βοήθεια αεροσυμπιεστή. Ο αέρας που διοχετεύεται με πίεση ανεβάζει το νερό μαζί με τα λεπτόκοκκα υλικά από τον πυθμένα και τα τοιχώματα της γεώτρησης.

Η διάμετρος της στήλης ανάπτυξης είναι μικρότερη κατά 2-3'' από τη διάμετρο των σωλήνων και φθάνει μέχρι τον πυθμένα της γεώτρησης. Ο σωλήνας του αέρα τοποθετείται λίγο κάτω από τη στάθμη του υπόγειου νερού και η διάμετρός του είναι 1-2,5''.

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου γίνονται σκόπιμες διακοπές της εμφύσησης αέρα και απότομη έναρξη. Η διάρκεια ανάπτυξης πρέπει να διαρκεί μέχρι να παραχθεί καθαρό νερό, απαλλαγμένο από λεπτόκοκκα υλικά.

Η ανάπτυξη με αέρα γίνεται με δύο τρόπους:

- Εμβολισμός με αέρα
- Ανάπτυξη με ανάστροφη πλύση με αέρα

ΕΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΜΕ ΑΕΡΑ

Οι στήλες ανάπτυξης και αέρα μπορεί να ανεβοκατεβαίνουν απότομα η μία σε σχέση με την άλλη ωθώντας τα λεπτόκοκκα υλικά να εξέλθουν από τη γεώτρηση.

Για τον εμβολισμό με αέρα πρέπει να είναι διαθέσιμος αεροσυμπιεστής, ο οποίος μπορεί να αναπτύξει ελάχιστη πίεση 150psi για γεωτρήσεις με βάθος της τάξεως των 106m. Για να προκαλέσει ο εισαγόμενος αέρας άντληση, η οποία θα είναι αποτελεσματική για τον καθαρισμό της γεώτρησης, πρέπει η παροχή του αεροσυμπιεστή να είναι περίπου 6,3 m³/s αέρα ανά m³ αντλούμενου νερού.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΠΛΥΣΗ ΜΕ ΑΕΡΑ

Το νερό αντλείται με τη μέθοδο air-lift και στη συνέχεια ωθείται προς τον υδροφορέα με τη βοήθεια αέρα υπό πίεση. Η μέθοδος ενδείκνυται στις ασωλήνωτες γεωτρήσεις και στις γεωτρήσεις που έχουν μικρό μήκος φιλτροσωλήνα.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ

Η μέθοδος εφαρμόζεται σε ασωλήνωτες γεωτρήσεις, καθώς και σε γεωτρήσεις με μεγάλη επιφάνεια ανοίγματος σχισμών στους φιλτροσωλήνες.

Χρησιμοποιείται ένας εκτοξευτήρας νερού κάθετος στη γεώτρηση και συνδέεται στο κάτω τμήμα της στήλης. Η στήλη συνδέεται με έναν τροφοδότη νερού υψηλής πίεσης. Ο εκτοξευτήρας περιστρέφεται αργά και μετακινείται από κάτω προς τα πάνω. Η ταχύτητα εκτόξευσης νερού ανέρχεται σε 180km/h. Ο εκτοξευτήρας μπορεί να χρησιμοποιεί αέρα υπό πίεση αντί για νερό.

Καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με ταυτόχρονη άντληση νερού με παροχή κατά 50-100% μεγαλύτερη από αυτήν του εκτοξευτήρα.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕ ΧΗΜΙΚΑ ΠΡΟΣΘΕΤΑ

Για την απόφραξη των διόδων κυκλοφορίας νερού χρησιμοποιούνται χημικά πρόσθετα, που ανήκουν σε δύο κατηγορίες: τα οξέα και τα πολυμεταφωσφορικά άλατα.

Το υδροχλωρικό οξύ περιεκτικότητας 15-20% έχει χρησιμοποιηθεί για τον καθαρισμό ασωλήνωτων γεωτρήσεων που έχουν ανορυχθεί σε ανθρακικά πετρώματα. Το οξύ αντιδρά με τα τρίμματα διευρύνοντας τις οπές των πετρωμάτων και αυξάνοντας την παροχή των υδρογεωτρήσεων. Η διοχέτευση οξέος γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα 100Kg/h και μετά ακολουθεί διοχέτευση νερού 300L/h.

Στις περιπτώσεις που ο καθαρισμός πρέπει να γίνει σε συγκεκριμένο τμήμα του υδροφορέα χρησιμοποιούνται προστατευτικά πώματα ή αποφράκτες, που τοποθετούνται στο πάνω και το κάτω μέρος του συγκεκριμένου τμήματος. Για τη διοχέτευση του οξέος χρησιμοποιείται λεπτός ελαστικός σωλήνας ή στήλη στελεχών.

Η γεώτρηση πρέπει να αντληθεί μετά το πέρας της διαδικασίας καθαρισμού, ώστε το pH να επανέλθει στις φυσιολογικές τιμές.

Μετά τη χρήση οξέων έχει χρησιμοποιηθεί στερεό CO₂ που εισάγεται στην υδρογεώτρηση και υπόκειται σε εμβολισμούς με αέρα υπό πίεση. Από της αντίδραση ελευθερώνεται οξυγόνο, που δημιουργεί πίεση και προκαλεί εκτόξευση νερού και λάσπης.

Τα πολυμεταφωσφορικά άλατα προκαλούν αποκροκίδωση και διάσπαση του πλακούντα που δημιουργείται από τη χρήση του πολτού διάτρησης, καθώς και των αργιλικών ορυκτών γύρω από τη γεώτρηση. Καλύτερα αποτελέσματα

επιτυγχάνονται αν η χρήση των αλάτων γίνει αμέσως μετά τη χαλίκωση.

Τέλος, χρησιμοποιείται στα σκληρά πετρώματα και η μέθοδος των εκρηκτικών, τα οποία τοποθετούνται σε λεπτούς κάδους σε διάφορα βάθη στο ύψος των υδροφόρων στρωμάτων. Η οπή της γεώτρησης πληρώνεται με άμμο. Η έκρηξη ή οι εκρήξεις γίνεται με ηλεκτρικό σήμα και προκαλούνται ρωγμές στα τοιχώματα της γεώτρησης, αυξάνοντας έτσι την υδροπερατότητά της. Μειονέκτημα είναι ότι αποφράσσεται μέρος της οπής της γεώτρησης και χρειάζεται επαναδιάνοιξη.

Κατά την ανάπτυξη με οποιαδήποτε μέθοδο, γίνεται συχνή δειγματοληψία για την παρακολούθηση της ποιότητας του νερού και της παρουσίας λεπτόκοκκων υλικών. Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των στερεών γίνεται με τον κώνο Imhoff, ο οποίος είναι ένα κωνικό δοχείο από γυαλί ή πλαστικό.

Πρέπει να ελέγχεται αν έχει καθαριστεί καλά το κατώτατο τυφλό τμήμα της σωλήνωσης. Ο έλεγχος γίνεται μετρώντας το βάθος από την κορυφή της σωλήνωσης μέχρι τον πυθμένα. Εάν στο κατώτατο τυφλό τμήμα της γεώτρησης υπάρχουν αποθέσεις άμμου ή λάσπης, το βάθος αυτό θα προκύψει μικρότερο από το συνολικό μήκος των σωλήνων που έχουν τοποθετήσει μέσα στη γεώτρηση. Η απομάκρυνση αυτών των αποθέσεων πρέπει να γίνει ή με τη βοήθεια κάδου καθαρισμού ή με εμβολισμό με αέρα.

Η ανάπτυξη θεωρείται ως επιτυχώς περατωθείσα, όταν η γεώτρηση αποδίδει διαυγές νερό, απαλλαγμένο από λεπτόκοκκα υλικά με την έναρξη της άντλησης με τη μέγιστη παροχή.

ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΤΛΗΣΕΙΣ

ΣΚΟΠΟΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΩΝ ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ

Οι αντλητικές δοκιμές εξυπηρετούν δυο σκοπούς:

- 1) Δοκιμή του υδροφορέα
- 2) Δοκιμή της υδρογεώτρησης

Πρώτον, μπορούν να προσδιοριστούν τα υδραυλικά χαρακτηριστικά των υδροφόρων οριζόντων. Σ' αυτή την περίπτωση κάνουμε λόγο για δοκιμή του υδροφορέα γιατί δοκιμάζεται ο υδροφόρος ορίζοντας και όχι η γεώτρηση ή η αντλία. Με κατάλληλο σχεδιασμό και με προσεκτική εκτέλεση οι αντλητικές δοκιμές των υδροφορέων μπορούν να μας δώσουν βασικές πληροφορίες για την επίλυση πολλών προβλημάτων που σχετίζονται με τη ροή του υπόγειου νερού σε μικρή ή μεγάλη κλίμακα.

Δεύτερον, μια αντλητική δοκιμασία παρέχει χρήσιμες πληροφορίες σχετικές με την παροχή και την πτώση στάθμης στην υδρογεώτρηση. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της ειδικής ικανότητας, για την επιλογή του τύπου αντλίας και για τον υπολογισμό του κόστους της άντλησης. Η ειδική ικανότητα δίνει ένα μέτρο της παραγωγικότητας ή της απόδοσης της γεώτρησης. Ταυτόχρονα είναι δυνατόν να ελεγχθεί εάν η υδρογεώτρηση έχει σχεδιαστεί, κατασκευαστεί και αναπτυχθεί σωστά. Μία τέτοια αντλητική δοκιμή ονομάζεται

δοκιμή υδρογεώτρησης γιατί η υδρογεώτρηση είναι εκείνη που δοκιμάζεται.

Η αρχή μιας αντλητικής δοκιμής ενός υδροφορέα είναι πολύ απλή. Από μια υδρογεώτρηση, κατάλληλα κατασκευασμένη, αντλείται, με τη βοήθεια κάποιας αντλίας, νερό για ορισμένο χρονικό διάστημα και με ορισμένη παροχή. Η επίδραση της άντλησης στη στάθμη του υπόγειου νερού μετρείται στην αντλούμενη υδρογεώτρηση και σε μερικά γειτονικά πιεζόμετρα. Τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του υδροφόρου ορίζοντα μπορούν τότε να υπολογιστούν αντικαθιστώντας την πτώση στάθμης που έχει μετρηθεί στα πιεζόμετρα, τις αποστάσεις τους από την αντλούμενη υδρογεώτρηση και την παροχή άντλησης προς την υδρογεώτρηση.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι δοκιμών υδροφόρων: άντληση με σταθερή παροχή και άντληση κατά βαθμίδες.

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Ο αριθμός των αντλητικών δοκιμών που πρέπει να γίνουν, οι θέσεις των δοκιμών αυτών και η γενική τους οργάνωση και εκτέλεση εξαρτάται από το είδος του προβλήματος που θέλουμε να επιλύσουμε, από το πλήθος των πληροφοριών που επιθυμούμε να συλλέξουμε και από τα χρήματα που θα διαθέσουμε για το αντλητικό πρόγραμμα.

Το προς επίλυση πρόβλημα μπορεί να είναι τοπικού χαρακτήρα και να αφορά την πρόβλεψη της μελλοντικής πτώσης στάθμης σε μια περιοχή όπου πρόκειται να διανοιχτούν καινούργιες υδρογεωτρήσεις για κάλυψη υδρευτικών αναγκών. Μπορεί να αφορά μια μεγαλύτερη υδρογεωλογική λεκάνη και να σχετίζεται με την ποσότητα του νερού η οποία μπορεί να αποληφθεί χωρίς να διαταραχθεί η ισορροπία από την λεκάνη αυτή ή να είναι προβλήματα που σχετίζονται με τον προσδιορισμό των πάσης φύσεως εισροών και εκροών ενός υδροφόρου συστήματος.

Πριν από την εκτέλεση μιας αντλητικής δοκιμής είναι απαραίτητο να έχουν συλλεχτεί όλες οι πληροφορίες σχετικά με τις γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής.

Εκτός από τη θέση και τη φύση των υδραυλικών ορίων, είναι επίσης αναγκαίο να γνωρίζει κανείς την διεύθυνση κίνησης του υπόγειου νερού, την κλίση της πιεζομετρικής επιφάνειας και την γενικότερη τάση για άνοδο ή πτώση της στάθμης του υπόγειου νερού.

Πολλές φορές μετά από τη μελέτη των διαθέσιμων γεωλογικών και υδρογεωλογικών στοιχείων, προκύπτει η ανάγκη συλλογής επιπρόσθετων στοιχείων. Αυτά είναι δυνατόν να αποκτηθούν με την διάνοιξη κάποιων επιπρόσθετων ερευνητικών γεωτρήσεων. Σε ορισμένες περιοχές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι υπάρχουσες υδρογεωτρήσεις για δοκιμαστικές αντλήσεις και έτσι να μειωθεί το κόστος των δοκιμών.

Σε πολλές περιπτώσεις οι συνθήκες επιβάλλουν περιορισμούς στην εκτέλεση μιας αντλητικής δοκιμής. Οι περιορισμοί αυτοί πρέπει να επισημαίνονται και να

λαμβάνονται υπ' όψη στον σχεδιασμό των αντλητικών δοκιμασιών.

Μερικοί περιορισμοί αναφέρονται παρακάτω:

α) Περιορισμοί στην επιλογή θέσης της αντλούμενης υδρογεώτρησης ή και των πιεζομέτρων εξ αιτίας της παρουσίας κτηρίων, δρόμων, γεωτρήσεων ή εξ αιτίας του ιδιοκτησιακού καθεστώτος.

β) Περιορισμοί στην παροχή άντλησης εξ αιτίας του γεγονότος ότι δεν θα πρέπει να υποβιβαστεί σημαντικά η στάθμη σε γειτονικές υδρογεωτρήσεις ή διότι δεν είναι δυνατή η παροχέτευση του αντλιούμενου νερού.

γ) Περιορισμοί στην χρονική διάρκεια της άντλησης που υπαγορεύονται από τον προϋπολογισμό του έργου ή από δυσκολίες πρόσβασης στην περιοχή του εξοπλισμού και του προσωπικού.

δ) Η αναγκαιότητα χρησιμοποίησης για τις δοκιμές υπαρχουσών γεωτρήσεων και αντλιών.

ε) Περιορισμοί στην τοποθέτηση της αντλούμενης γεώτρησης και των πιεζομέτρων εξ αιτίας της γνωστής ή πιθανολογούμενης παρουσίας πλευρικής ασυνέχειας των υδροφόρων, της παρουσίας ζωνών τροφοδοσίας ή εκφόρτισης των υδροφόρων.

Οι αντλητικές δοκιμασίες δεν θα δώσουν αξιόπιστα στοιχεία εάν αυτές δεν έχουν εκτελεστεί μεθοδικά και εάν δεν μετρούνται με ακρίβεια ο χρόνος η παροχής και το βάθος της στάθμης του νερού. Πρέπει να γίνονται ορισμένα πρωταρχικά βήματα τα οποία θα εξασφαλίζουν την αξιοπιστία των λαμβανόμενων μετρήσεων.

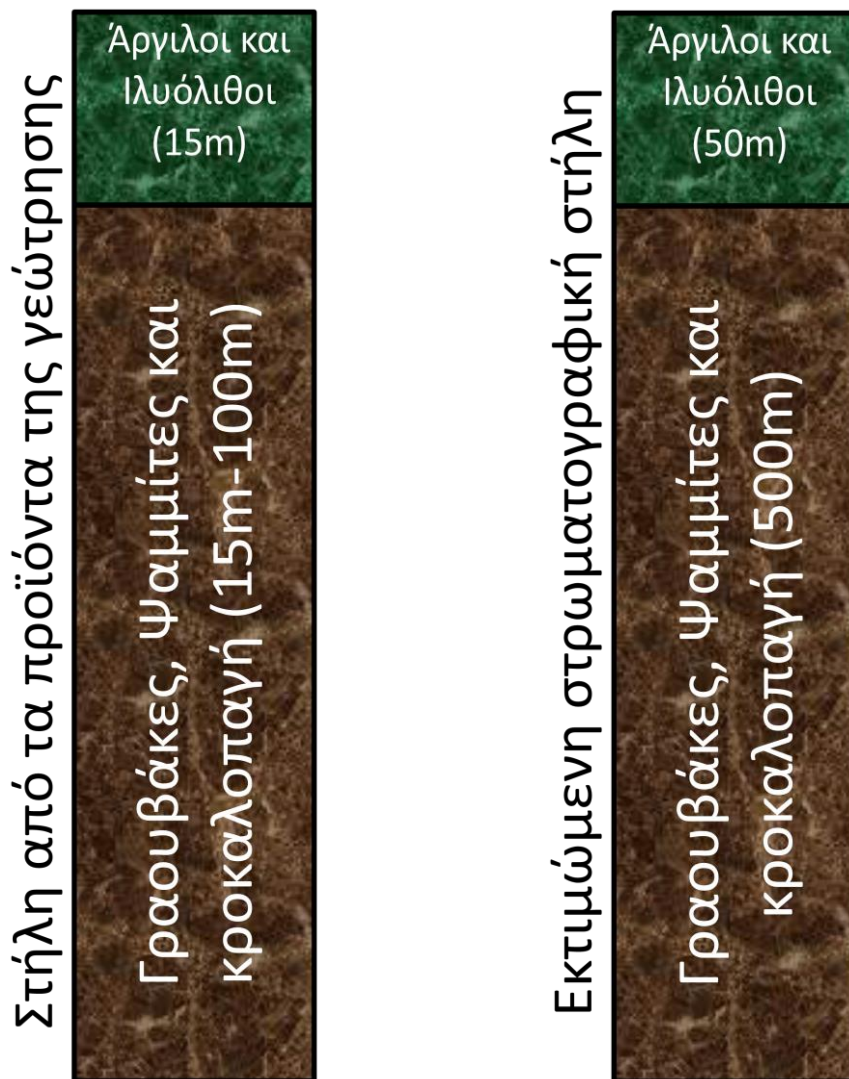
Πριν την εκτέλεση της αντλητικής δοκιμασίας η υδρογεώτρηση θα πρέπει να αντλείται για μερικές ώρες προκειμένου να προσδιοριστούν τα ακόλουθα:

- Η μέγιστη προσδοκώμενη πτώση στάθμης
- Ο όγκος του νερού που αντλείται σε διάφορες στροφές λειτουργίας της αντλίας και οι αντίστοιχες πτώσεις στάθμης
- Η καλύτερη μέθοδος μέτρησης της παροχής του αντλούμενου νερού
- Εάν το αντλούμενο νερό μπορεί να παροχετευτεί αρκετά μακριά ώστε να αποφευχθεί επανατροφοδοσία των υδροφόρων.
- Εάν τα πιεζόμετρα που θα χρησιμοποιηθούν κατά την άντληση βρίσκονται σε τέτοια απόσταση ώστε να μετρούνται σ' αυτά αξιόλογες μεταβολές της στάθμης του υπόγειου νερού.

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΣΚΕΛΟΣ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ

ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ

Για την επιλογή θέσης χρησιμοποιήθηκε ο γεωλογικός χάρτης από την περιοχή της Σπερχειάδας. Η περιοχή που μελετούσαμε είχε φλύσχη (αδιαπέρατο) ενώ παράλληλα είχε πυκνή βλάστηση και σε πολύ μικρή απόσταση από το σημείο που επιλέξαμε για την γεώτρηση παρατηρούνται πηγές υπερπλήρωσης.



ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Χρησιμοποιήθηκε περιφραγματικός σωλήνας διαμέτρου 10'' και μήκος 10m για προστασία από ανεπιθύμητη διεύρυνση και για ευκολότερη απομάκρυνση διατρητικού υλικού. Τα πετρώματα που διατρήθηκαν ήταν συμπαγή πετρώματα ψαμμιτικής κυρίως σύστασης και έτσι επιλέχτηκε (κρουστική??) μέθοδο διάτρησης με αέρα και αφρό (δηλαδή σαπούνι για διατρητικό πολτό). Ξεκίνησε η διάτρηση με χρήση αεροσυμπιεστή 600gfm και πίεση 12bar με διάμετρο 8κ3/4 ίντσες καθώς και εκτέλεση σύγχρονης δειγματοληψίας ανά 3m.



Το κοπτηκό που επιλέχτηκε ήταν τύπου vintia (με βίδια) με συνθετικό διαμάντι για σκληρά πετρώματα. Στο βάθος περίπου των 55m εντοπίστηκε υδροφορεία της τάξης των 5 κυβικών μέτρων η οποία μέχρι το τέλος της γεώτρησης (100m) αυξήθηκε ως τα 40 κυβικά μέτρα ανά ώρα.

ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ

Στη συνέχεια ακολούθησε σωλήνωση με σωλήνες PVC κατάλληλους για πόσιμο νερό με φίλτρο διατομής 1,5mm. Οι παραπάνω σωλήνες είναι ειδικής τεχνολογίας και κατασκευής οι οποίες καταλήγουν και στα δύο άκρα τους σε θηλυκές μούφες με αποτέλεσμα να μην διαυρώνονται στο σημείο σύνδεσης και να διατηρούν το πάχος της σωλήνας ίδιο σε όλο το μήκος τους.



(Σωλήνες με θηλυκές μούφες και στις δύο άκρες τους)



Επίσης για καλύτερη σύνδεση τοποθετείται ένα ενδιάμεσο τεμάχιο με μικρότερη διάμετρο μέσα από τις σωλήνες και απ' έξω τοποθετούνται σιδερένιοι οδηγοί κεντρώσεως που συγκρατούν συνδεδεμένες τις σωλήνες μεταξύ τους και παράλληλα κρατούν την σωλήνωση στο κέντρο της γεώτρησης.

Επίσης τοποθετήθηκε πιεζομετρικός σωλήνας πολυεθελενίου $\phi 32$ (πόσιμου νερού) έως το βάθος των 80m με πίεση 16bar.

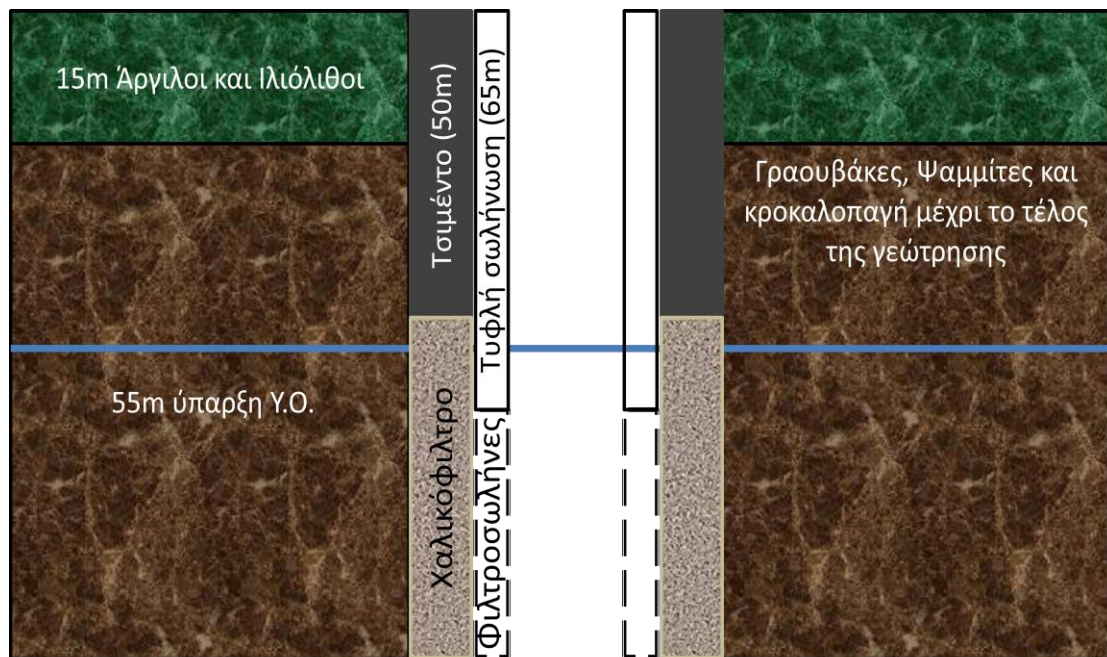
Ακολούθησε χαλίκωση με χαλικόφιλτρο χαλαζιακής σύστασης κοκκομετρικής διαβάθμισης 2-5mm.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Μετά το πέρας της πάκτωσης του δακτυλιωδής χώρου εξωτερικής διαμέτρου $\phi 140$ και πάχος τοιχωμάτων 7,5mm ακολούθησε η δοκιμαστική άντληση-ανάπτυξη της υδρογεώτρησης. Η ανάπτυξη έγινε με air-lift (με εκτόξευση αέρα) αυτό επιτεύχθηκε με σταδιακή διοχέτευση αέρα από τον ίδιο πιεζομετρικό σωλήνα και η εξερχόμενη παροχή ήταν περίπου 40m³/h. Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να επιτευχθεί απολύτως διαυγές νερό με στόχο την αποσκοπή της λειτουργίας της υποβρύχιας αντλίας.

Κατά την άντληση με air-lift τοποθετήθηκε νάιλον διαστάσεων 3x3m περιμετρικά στην επιφάνεια της σωλήνωσης για να μην επιστρέψει το αντλούμενο νερό πάλι στη γεώτρηση.

Στη συνέχεια για την αξιοποίηση της γεώτρησης κατασκευάστηκε τσιμεντένια έδρα διαστάσεων 1,5x1,5m και πάχος 50cm που περιέκλυσε το σωλήνα της γεώτρησης.



ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΤΛΗΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗ

Σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν από την προάντληση-δοκιμαστικές αντλήσεις επιλέχθηκε και τοποθετήθηκε αντλητικό συγκρότημα μέγιστης παροχής $13\text{m}^3/\text{h}$ και μέγιστου μανομετρικού 88m. Η τοποθέτηση του αντλητικού συγκροτήματος έγινε στα 60m με σωλήνες άντλησης 2". Τύπος αντλίας 4R14T Bellatrive του εργοστασίου Meccanica Industriale (Ιταλικός Οίκος). Η εξερχόμενη παροχή μετά τη διαμόρφωση της στάθμης άντλησης ήταν $11\text{m}^3/\text{h}$, τα οποία συγκεντρώνονταν στο υψηλότερο σημείο στο υπό άρδευση συγκρότημα μέσα σε μια κλειστή δεξαμενή χωρητικότητας 30m^3 .

ΕΝΕΡΓΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΛΗΡΟΥΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΒΡΥΧΙΟΥ ΑΝΤΛΗΤΙΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

Στο άνω μέρος της δεξαμενής τοποθετήθηκε σιδεροκατασκευή προκειμένου να στηριχτούν 22 πάνελς φωτοβολταϊκών ισχύως 250 Watt έκαστως με κλίση 25 μοίρες προς Νότο προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ενεργειακή απόδοση καθώς και η κάθετη πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τους θερινούς μήνες άρδευσης. Μετά την ολοκλήρωση των καλωδιώσεων τοποθετήθηκε πίνακας ελέγχου τύπου Inverter με τα υπόλοιπα εξαρτήματα (φλώτερ, διακόπτες). Η λειτουργία του παραπάνω ηλεκτρονικού εξαρτήματος είναι να τροφοδοτεί με ισχύ την συμβατική αντλία των 380 Volt ανάλογα με την ηλιοφάνεια. Αυτό επιτυγχάνεται με μεταβολή της συχνότητας (Hertz) άρα αυξομείωση των στροφών της αντλίας ανάλογα με την ηλιοφάνεια και αντίστοιχη μεταβολή της παροχής. Ήταν σημαντικό η ελάχιστη ισχύς που θα διοχετευόταν να είναι επαρκής ώστε να επιτυγχάνεται πάντα έστω και μικρή παροχή για να μην δημιουργηθεί πρόβλημα στο αντλητικό συγκρότημα. Όταν επιτυγχανόταν πλήρωση της δεξαμενής η λειτουργία

διακόπτεται με διακόπτη (τύπου Φλώτερ). Επίσης σε τυχόν πτώση στάθμης η αντλία είναι προστατευμένη από σύστημα ηλεκτρονικών καλωδίων έναντι ξηράς λειτουργίας (αντλία υδρολύπαντος). Αξίζει να σημειωθεί ότι η ισχύς είναι πολύ μεγαλύτερη από την απαιτούμενη της αντλίας 2.2KW προκειμένου η αντλία να λειτουργεί από τις πρώτες πρωινές ώρες μέχρι τις τελευταίες βραδινές, ακόμα και με συνεφειά. Τέλος τοποθετήθηκε μικρό αυτόνομο σύστημα με μπαταρία και μετατροπέα (Inverter) από 12Dc σε 220Ac προκειμένου να καλύπτονται οι ανάγκες συναγερμού και φωτισμού της εγκατάστασης. Ο τύπος μετατροπέα της ηλιακής ενέργειας είναι του Ιταλικού Οίκου NasTech. Τέλος λόγω βαρύτητας και στάδιν άρδευσης τα αποτελέσματα που έχουμε είναι: ομαλή και ελεγχόμενη ροή του νερού για ευκολότερη χρήση αυτού.

Παρακάτω παραθέτονται φωτογραφίες από την αντλιτική εγκατάσταση.



Η δεξαμενή χωρητικότητας 30m³ και το φωτοβολταϊκό πάνελ
Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις (συναγερμός φωτισμός και ηλεκτρολογικός πίνακας)



ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΛΗΣΗ

Από τη δοκιμαστική άντληση που κάναμε (άντληση κατά βαθμίδες) χρησιμοποιήσαμε παροχές $Q=8, 16, 24, 32\text{m}^3/\text{h}$ και η πτώση στάθμης ήταν 1, 2, 4, 16m αντίστοιχα. Με χρήση του κανόνα των Cooper-Jacob βρήκαμε ότι ο συντελεστής αποθηκευτικότητας $S=82 \cdot 10^{-4}$ και ο συντελεστής μεταβιβατικότητας $T=2,93\text{m}^2/\text{h}$. Επίσης βρήκαμε ότι η κρίσιμη παροχή είναι $Q_{\text{crit}}=18\text{m}^3/\text{h}$.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

Αλεξόπουλος Απ. (2001): Υδρογεωλογία-Υδρογεωτρήσεις. Εκπαιδευτικές σημειώσεις, Τμήμα Γεωλογίας ΕΚΠΑ

Αλεξόπουλος Απ. (2005): Γενικές Αρχές Αντλητικών Δοκιμασιών

Αλεξόπουλος Απ. (2017): Διαλέξεις μαθήματος Υδρογεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας ΕΚΠΑ

Βουδούρης Κ. Μαρίνος Β. (2010): Τεχνική Γεωτρήσεων. Εκπαιδευτικές σημειώσεις, Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ

Βουδούρης Κ. (2008): Υδρογεωλογία Περιβάλλοντος-Υπόγεια νερά και Περιβάλλον. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη

J. DAVID BANKSTON, JR, J. FRED EUGENE BAKER (1994) SELECTING THE PROPER PUMP

Καλλέργης Γ. (1999): Εφαρμοσμένη Περιβαλλοντική Υδρογεωλογία. Τόμος Α' ΤΕΕ Αθήνα

Καλλέργης Γ. Koch K. E. Nicolaus H. J. (1962): Γεωλογικός Χάρτης Φύλλο Σπερχειάδος (Φύλλον Σπερχειάς), Ινστιτούτο Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους

Παπανικολάου Δ. (2015): Γεωλογία της Ελλάδας. Εκδόσεις Πατάκη