

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-06-00:2023

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ

HELLENIC TECHNICAL
SPECIFICATION



Δοκιμαστικές αντλήσεις υδρογέωτρησης

Water well pumping tests

Κλάση τιμολόγησης: 6

Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή αναθεωρεί και αντικαθιστά την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-06-00:2009.

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή εκπονήθηκε από Εμπειρογνώμονες και ελέγχθηκε και αξιολογήθηκε από Επιμελητή/ Ειδικό – Εμπειρογνώμονα στο αντικείμενό της, που υποβοήθησαν το έργο της ΕΛΟΤ/ΤΕ99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», την γραμματεία της οποίας έχει η Διεύθυνση Τυποποίησης του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

Το κείμενο της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-06-00 εγκρίθηκε την 2023-03-17 από την ΕΛΟΤ/ΤΕ 99 σύμφωνα με τον κανονισμό σύνταξης και έκδοσης Ελληνικών Προτύπων και Προδιαγραφών .

Τα αναφερόμενα στις τυποποιητικές παραπομπές ευρωπαϊκά, διεθνή και εθνικά Πρότυπα διατίθενται από τον ΕΛΟΤ.

© ΕΛΟΤ 2023

Όλα τα δικαιώματα έχουν κατοχυρωθεί. Εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά, κανένα μέρος αυτού του Προτύπου δεν επιτρέπεται να αναπαραχθεί ή να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε μορφή ή με οποιοδήποτε τρόπο, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, περιλαμβανομένων φωτοαντιγράφισης και μικροφίλμ, δίχως γραπτή άδεια από τον εκδότη.

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗΣ
Λ. ΚΗΦΙΣΟΥ 50, 121 33 ΠΕΡΙΣΤΕΡΙ

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	4
1 Αντικείμενο	5
2 Τυποποιητικές παραπομπές	5
3 Όροι και ορισμοί	5
4 Απαιτήσεις	7
4.1 Ελάχιστες απαιτήσεις εκτέλεσης δοκιμαστικών αντλήσεων - Βασικές παραδοχές.....	8
4.2 Απαιτήσεις εξοπλισμού δοκιμαστικής άντλησης	9
5 Μεθοδολογία εκτέλεσης των εργασιών	9
5.1 Δοκιμαστικές αντλήσεις	9
6 Κριτήρια αποδοχής περαιωμένης εργασίας.....	12
6.1 Έλεγχος ολοκλήρωσης δοκιμαστικής άντλησης	12
7 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών	13
Παράρτημα Α (πληροφοριακό) Όροι υγείας, ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος	14
Βιβλιογραφία.....	15

Εισαγωγή

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή (ΕΤΕΠ) εντάσσεται στην ενότητα των τεχνικών κειμένων που είχαν αρχικά προετοιμασθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ και το ΙΟΚ και στην συνέχεια επεξεργάστηκε ο ΕΛΟΤ προκειμένου να εφαρμόζονται στην κατασκευή των δημοσίων τεχνικών έργων στην χώρα, με σκοπό την παραγωγή έργων άρτιων και ικανών να ανταποκριθούν και να ικανοποιήσουν τις ανάγκες που υπέδειξαν την κατασκευή τους και να αποβούν επωφεληή για το κοινωνικό σύνολο.

Στο πλαίσιο σύμβασης μεταξύ του ΕΣΥΠ/ΕΛΟΤ και του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών (ΑΔΑ 6ΕΟΒ465ΧΘΞ-02Τ), ο ΕΛΟΤ ανέλαβε την υποχρέωση να επεξεργασθεί και να επικαιροποιήσει τριακόσιες δεκατέσσερεις (314) Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ), ως Έκδοση 2η σύμφωνα με τα ισχύοντα Ευρωπαϊκά Πρότυπα και Κανονισμούς και με τις διαδικασίες που προβλέπονται στον Κανονισμό σύνταξης και έκδοσης Ελληνικών Προτύπων και Προδιαγραφών και στον Κανονισμό σύστασης και λειτουργίας Τεχνικών Οργάνων Τυποποίησης.

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή εκπονήθηκε από τον ανάδοχο του κλειστού διαγωνισμού με αριθμ. διακήρυξης 1/2020 για την ανάθεση του έργου «Αναθεώρηση 1ης έκδοσης 314 ΕΤΕΠ» (ΑΔΑ ΩΕΕΑΟΞΜΓ-ΞΗΔ), ελέγχθηκε και αξιολογήθηκε από Επιμελητή / Ειδικό – Εμπειρογνώμονα στο αντικείμενό της και υποβλήθηκε σε Δημόσια Κρίση. Εγκρίθηκε από την Τεχνική Επιτροπή ΕΛΟΤ/ΤΕ 99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», η οποία συστάθηκε με την Απόφαση Διευθύνοντος Συμβούλου ΕΣΥΠ, Δν.Σ. 285-19/08-02-2019 (ΑΔΑ6ΩΛΡΟΞΜΓ-15Ξ).

Η παρούσα ΕΤΕΠ καλύπτει τις απαιτήσεις όπως απορρέουν από το Ενωσιακό Δίκαιο και τις σχετικές Οδηγίες Νέας Προσέγγισης που ισχύουν σήμερα, το Εθνικό Δίκαιο, παραπέμπει σε εναρμονισμένα ευρωπαϊκά πρότυπα και είναι συμβατή με αυτά.

Δοκιμαστικές αντλήσεις υδρογεώτρησης

1 Αντικείμενο

Αντικείμενο της παρούσας Τεχνικής Προδιαγραφής είναι ο καθορισμός των απαιτήσεων για την εκτέλεση των δοκιμαστικών αντλήσεων σε παραγωγικές γεωτρήσεις.

Οι εργασίες αυτές λαμβάνουν χώρα μετά τον καθαρισμό και την ανάπτυξη της υδρογεώτρησης που αποτελούν αντικείμενο της Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-05-00.

2 Τυποποιητικές παραπομπές

Η παρούσα Τεχνική Προδιαγραφή ενσωματώνει, μέσω παραπομπών, προβλέψεις άλλων δημοσιεύσεων, χρονολογημένων ή μη. Οι παραπομπές αυτές αναφέρονται στα αντίστοιχα σημεία του κειμένου και κατάλογος των δημοσιεύσεων αυτών παρουσιάζεται στη συνέχεια. Προκειμένου περί παραπομπών σε χρονολογημένες δημοσιεύσεις, τυχόν μεταγενέστερες τροποποιήσεις ή αναθεωρήσεις αυτών θα έχουν εφαρμογή στην παρούσα όταν θα ενσωματωθούν σε αυτή, με τροποποίηση ή αναθεώρησή της. Όσον αφορά τις παραπομπές σε μη χρονολογημένες δημοσιεύσεις ισχύει η τελευταία έκδοσή τους.

ISO 14686	<i>Hydrometric determinations – Pumping tests for water wells – Considerations and guidelines for design, performance, and use</i>
ANSI/AWWA A100-06	<i>"Water Wells" (appendix E) -- Υδρογεωτρήσεις, (Παράρτημα Ε)</i>
ASTM D4381-84 (2001)	<i>Standard Test Method for Sand Content by Volume of Bentonitic Slurries.</i>
ASTM D5716-95 (2000)	<i>Standard Test Method for Measuring the Rate of Well Discharge by Circular Orifice Weir</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-04-00	<i>Pumps for water wells - Αντλητικά συγκροτήματα υδρογεωτρήσεων</i>
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-05-00	<i>Water wells cleaning and development - Καθαρισμός και ανάπτυξη υδρογεώτρησης</i>

3 Όροι και ορισμοί

Στην παρούσα Τεχνική Προδιαγραφή χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι όροι και ορισμοί:

3.1 Δοκιμαστικές αντλήσεις (pumping test)

Είναι οι αντλήσεις που πραγματοποιούνται σε παραγωγικές γεωτρήσεις προκειμένου να καθορισθεί το μέγιστο δυναμικό τους. Η αντλητική δοκιμή μπορεί να δώσει πληροφορίες για την απόδοση της υδρογεώτρησης, τις υδραυλικές ιδιότητες του υδροφορέα και την υπόγεια ροή. Οι δοκιμαστικές αντλήσεις απαιτούν χρόνο και είναι δαπανηρές. Για το λόγο αυτόν πρέπει να σχεδιασθούν σωστά, ώστε να λαμβάνονται αξιόπιστα δεδομένα.

Οι δοκιμαστικές αντλήσεις διακρίνονται σε αντλήσεις κατά βαθμίδες και σε αντλήσεις με σταθερή παροχή. Από τις πρώτες λαμβάνονται πληροφορίες για τις υδραυλικές ιδιότητες της υδρογεώτρησης και από τις δεύτερες πληροφορίες για τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του υδροφορέα και τη συμπεριφορά του σε εκτεταμένη εκμετάλλευση. Περισσότερα στοιχεία δίνονται στα Κεφ. 4 και 5 της παρούσας. Οι δοκιμαστικές αντλήσεις πρέπει να ακολουθούν όσα ορίζονται στο Πρότυπο ISO 14686.

Για τον σχεδιασμό των δοκιμαστικών αντλήσεων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

1. Η αντλία πρέπει να μπορεί να αντλήσει τη μέγιστη παροχή από το συγκεκριμένο βάθος.
2. Η διάρκεια της αντλητικής δοκιμής εξαρτάται από την παροχή άντλησης, την απόσταση του πιεζομέτρου, τη μεταβιβασιμότητα του υδροφορέα και την ακτίνα της περιοχής έρευνας. Για υπό πίεση υδροφορείς, είναι απαραίτητη η άντληση τουλάχιστον 24 ωρών, για να διαπιστωθεί ή ύπαρξη υδρογεωλογικών ορίων.
3. Κατά την εκτέλεση της δοκιμαστικής άντλησης δεν πρέπει να λειτουργούν γειτονικές γεωτρήσεις, που πιθανόν επηρεάζουν τη γεώτρηση.
4. Τα πιεζόμετρα για τη μέτρηση της στάθμης πρέπει να βρίσκονται μέσα στην ακτίνα επίδρασης της αντλούμενης γεώτρησης.

Η μέτρηση της στάθμης του υπόγειου νερού γίνεται με σταθμήμετρα ή αυτογραφικά όργανα στην αντλούμενη γεώτρηση και σε γειτονικές γεωτρήσεις παρατήρησης (πιεζόμετρα), σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα, και καταγράφεται σε ειδικά έντυπα.

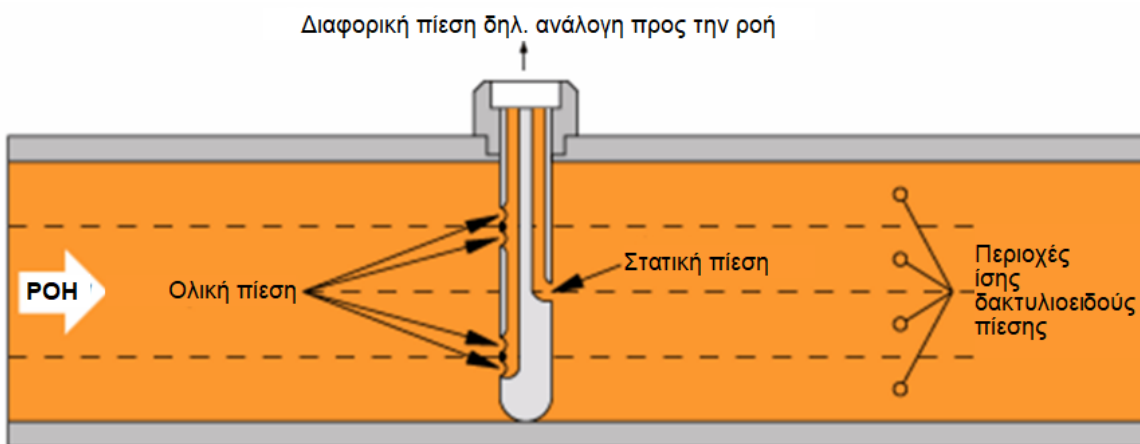
Πριν από την έναρξη της δοκιμαστικής άντλησης μετράται η αρχική στάθμη του υπόγειου νερού στη γεώτρηση και μετά τη διακοπή της μετράται η επαναφορά της στάθμης. Πρέπει να σημειωθεί ότι, οι μετρήσεις επαναφοράς της στάθμης αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα κάθε δοκιμαστικής άντλησης.

Για τις δοκιμαστικές αντλήσεις συντάσσεται μητρώο δοκιμαστικής άντλησης υδρογεώτρησης που αποτελείται από:

- α. το δελτίο δεδομένων άντλησης, όπου καταγράφονται τα βασικά στοιχεία των δοκιμαστικών αντλήσεων,
- β. το δελτίο άντλησης δοκιμαζόμενης γεώτρησης, όπου καταγράφονται τα δεδομένα και οι παρατηρήσεις των δοκιμαστικών αντλήσεων (κατά βαθμίδες ή συνεχείς αντλήσεις) και οι μετρήσεις επαναφοράς στάθμης έπειτα από τις δοκιμαστικές αντλήσεις.

3.2 Συσκευή Pitot

Ο σωλήνας Pitot είναι μετρητική συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ταχύτητας ρευστών και αποτελεί έναν τύπο χοάνης. Με τον σωλήνα Pitot μπορούν να μετρηθούν οι στατικές ιδιότητες όπως και οι ιδιότητες ηρεμίας ενός ρευστού. Το ρευστό στον μεσαίο σωλήνα της συσκευής (Σχήμα 1) επιβραδύνεται μέχρι ηρεμίας, ενώ ανοίγματα στον εξωτερικό σωλήνα μετρούν τη στατική πίεση του ρευστού. Η ταχύτητα του ρεύματος υπολογίζεται από τη διαφορά μεταξύ πίεσης ηρεμίας και στατικής πίεσης. Όταν μετράται η ταχύτητα υπερηχητικής ροής, ένα κρουστικό κύμα σχηματίζεται στα ανάντη του σωλήνα Pitot.



Σχήμα 1: Τυπική διάταξη σωλήνα Pitot

Πηγή: Instrumental tube.com

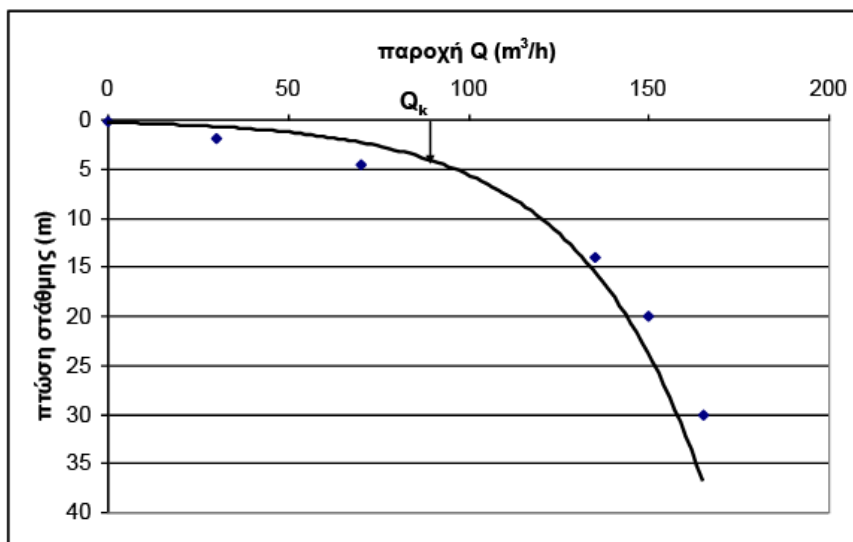
3.3 Κρίσιμη παροχή

Είναι η τιμή της παροχής πέραν της οποίας η πτώση της στάθμης αρχίζει να μεγαλώνει απότομα με την αύξηση της παροχής. (Σχήμα 2)

3.4 Δυναμικό γεώτρησης (παροχή εκμετάλλευσης)

Ως παροχή εκμετάλλευσης ή ωφέλιμη παροχή (Q_e) λαμβάνεται παροχή μικρότερη ή ίση από την κρίσιμη παροχή ($Q_e \leq Q_k$).

Ένα τυπικό παράδειγμα εκτίμησης της κρίσιμης παροχής και της παροχής εκμετάλλευσης μιας υδρογεώτρησης περιγράφεται στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 2) πτώση στάθμης – παροχής, που αποτελεί και μια χαρακτηριστική καμπύλη γεώτρησης. Για μια χάραξη της καμπύλης απαιτείται δοκιμαστική άντληση κατά βαθμίδες με τουλάχιστον τρεις (3) διαφορετικές παροχές.



Σχήμα 2: Χαρακτηριστική καμπύλη υδρογεώτρησης

4 Απαιτήσεις

Οι δοκιμαστικές αντλήσεις αποσκοπούν αφενός στον προσδιορισμό της ικανότητας της υδρογεώτρησης να αποδίδει νερό (κρίσιμη παροχή, ωφέλιμη παροχή, ειδική δυναμικότητα κ.λπ.) και αφετέρου στον υπολογισμό των υδραυλικών παραμέτρων των υδροφόρων στρωμάτων.

Οι μετρήσεις παροχής πρέπει να γίνονται ογκομετρικά ή με συσκευή Pitot ή υδρόμετρο σύμφωνα με τις οδηγίες της Αρμόδιας Αρχής, η δε στάθμη του νερού πρέπει να μετρείται με ηλεκτρικό σταθμήμετρο ακριβείας, μέσα στον πιεζομετρικό σωλήνα. Άλλοι τρόποι μέτρησης της στάθμης και της παροχής δίνονται στο Παράρτημα C του Προτύπου ISO 14686.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντλητικού συγκροτήματος (διάμετρος αντλίας, στροβίλου, βάθος τοποθέτησης, ιπποδύναμη κλ.) πρέπει να καθορίζονται από την Αρμόδια Αρχή με βάση την Τεχνική Έκθεση ή Μελέτη και είναι δεσμευτικά για τον Ανάδοχο, ασχέτως αν οι αναμενόμενες παροχές μπορεί να επιτευχθούν και με άλλων διαμέτρων αντλητικά συγκροτήματα. Για τα αντλητικά συγκροτήματα πρέπει να ισχύουν και τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται στην Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-04-00.

Το αντλητικό συγκρότημα πρέπει να έχει τη δυνατότητα συνεχούς λειτουργίας για μακράς διάρκειας αντλήσεις.

Η παροχή πρέπει να ρυθμίζεται με δικλείδα ή με αλλαγή των στροφών του κινητήρα όπου είναι δυνατόν.

Το νερό πρέπει να παροχετεύεται σε κατάλληλη απόσταση, ώστε να μην επηρεάζεται η δοκιμή άντλησης.

Ο Ανάδοχος πρέπει να διαθέτει εξειδικευμένο σε παρεμφερείς εργασίες και βεβαιωμένης εμπειρίας επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό κατά τη διάρκεια της άντλησης, καθώς και τα αναγκαία όργανα μετρήσεων. Τα στοιχεία της άντλησης πρέπει να αναγράφονται σε ειδικά δελτία. Μετά το πέρας της άντλησης πρέπει να γίνονται μετρήσεις επαναφοράς της στάθμης του νερού. Ο χρόνος επαναφοράς της στάθμης πρέπει να είναι τουλάχιστον ίδιος με το χρόνο άντλησης, σύμφωνα με το Πρότυπο ISO 14686.

Ο Ανάδοχος πρέπει να υποβάλλει στην Αρμόδια Αρχή προς έγκριση αναλυτικό πρόγραμμα των δοκιμαστικών αντλήσεων, στο οποίο πρέπει να αναλύεται και να τεκμηριώνεται η μεθοδολογία των μετρήσεων και θα ορίζεται το προσωπικό που θα εκτελέσει τις εργασίες. Η δοκιμαστική άντληση πρέπει να διεξάγεται σύμφωνα με το γραπτό πρόγραμμα που συντάσσεται από την Αρμόδια Αρχή.

Το νερό της γεώτρησης μετά το πέρας της δοκιμαστικής άντλησης θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από στερεά κοκκομετρίας ιλύος ή λεπτόκοκκης άμμου και περιίπου διαυγές.

Η εκκένωση πλησίον του πεδίου των γεωτρήσεων δεν πρέπει να πραγματοποιείται, καθόσον μπορεί να οδηγήσει σε αλλοίωση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων, ιδιαίτερα σε περιοχές με διαπερατά επιφανειακά στρώματα εδάφους.

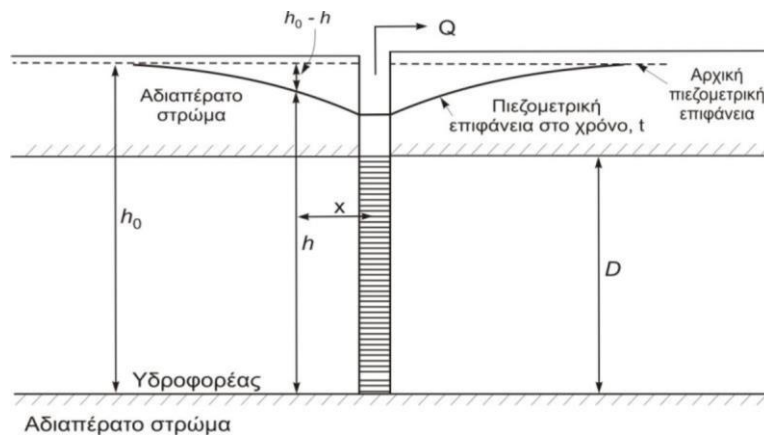
4.1 Ελάχιστες απαιτήσεις εκτέλεσης δοκιμαστικών αντλήσεων - Βασικές παραδοχές

Οι κυριότερες υδραυλικές παράμετροι είναι ο συντελεστής μεταβιβασιμότητας (T), ο συντελεστής αποθηκευτικότητας (S) και η υδραυλική αγωγιμότητα (k). Πρακτικά δηλ. αντλείται μια γεώτρηση και καταγράφεται ο ρυθμός πτώσης της στάθμης του υπόγειου νερού στη γεώτρηση άντλησης σε μία ή περισσότερες γειτονικές γεωτρήσεις παρατήρησης.

Για τη Μελέτη της ροής στα υδρομαστευτικά έργα (γεωτρήσεις, πηγάδια, τάφροι) και τον υπολογισμό των υδραυλικών παραμέτρων των υδροφορέων πρέπει να γίνονται μερικές παραδοχές σχετικά με τις υδραυλικές συνθήκες στα υδροφόρα στρώματα, καθώς και τις γεωτρήσεις άντλησης και παρατήρησης.

Οι παραδοχές αυτές είναι οι εξής:

1. Ο υδροφορέας πρέπει να είναι ισότροπος και ομοιογενής.
2. Ο υδροφορέας πρέπει να είναι άπειρης έκτασης με οριζόντιο αδιαπέρατο υπόβαθρο.
3. Η αρχική πιεζομετρική στάθμη πρέπει να βρίσκεται σε ηρεμία πριν από την έναρξη της άντλησης.
4. Όλες οι αλλαγές στη θέση της πιεζομετρικής επιφάνειας πρέπει να οφείλονται μόνο στην επίδραση της άντλησης.
5. Η ροή πρέπει να είναι στρωτή (μη τυρβώδης, ώστε να είναι σε ισχύ ο νόμος του Darcy).
6. Το υπόγειο νερό πρέπει να έχει σταθερή πυκνότητα και ιξώδες.
7. Η ροή του υπόγειου νερού πρέπει να είναι οριζόντια (χωρίς κατακόρυφη συνιστώσα).
8. Όλη η ροή του υπόγειου νερού πρέπει να είναι ακτινική προς τη γεώτρηση και αυτό σημαίνει ότι οι τιμές της αποθηκευτικότητας και της μεταβιβασιμότητας πρέπει να είναι ανεξάρτητες από τη διεύθυνση της ροής.
9. Η γεώτρηση πρέπει να είναι τέλειο ή πλήρες (complete ή fully penetrating borehole) υδρομαστευτικό έργο, δηλ. να διατρύει όλο το υδροφόρο στρώμα μέχρι το αδιαπέρατο υπόβαθρο και να έχει φίλτρα σε όλο το πάχος του (Σχήμα 3).
10. Η διάμετρος της γεώτρησης πρέπει να είναι πολύ μικρή σε σχέση με το πάχος του υδροφορέα, που σημαίνει ότι η αποθήκευση νερού στη γεώτρηση πρέπει να είναι αμελητέα.



Σχήμα 3: Παράδειγμα τέλει γεώτρησης η οποία αντλεί έναν υπό πίεση υδροφόρα

Οι ανωτέρω παραδοχές είναι γενικές και κατά περίπτωση ισχύουν επιπρόσθετες παραδοχές. Ορισμένες από αυτές, ενδέχεται να μην ισχύουν όπως π.χ. η ομοιογένεια και η ισοτροπία των υδροφορέων. Στην περίπτωση που ο υδροφορέας είναι έντονα ανισότροπος και η γεώτρηση δεν είναι πλήρης, η απόκλιση μπορεί να είναι σημαντική. Άλλες προϋποθέσεις, όπως π.χ. η οριζοντιότητα δεν επηρεάζουν σημαντικά την ακρίβεια των αποτελεσμάτων.

Για τη Μελέτη της ροής σε αντλούμενες γεωτρήσεις και τον υπολογισμό των υδραυλικών παραμέτρων, διακρίνονται δύο είδη ροής: μόνιμη και μη μόνιμη ροή.

Σημείωση: Σύμφωνα με την παρ. 4.4 του Προτύπου ISO 14686, θεωρείται απαραίτητη η διάνοιξη τεσσάρων τουλάχιστον γεωτρήσεων παρατήρησης (observation wells) περιμετρικά της παραγωγικής γεώτρησης για την καλύτερη παρακολούθηση της συμπεριφοράς του υδροφόρα κατά τη διενέργεια της δοκιμαστικής άντλησης. Οι θέσεις και τα χαρακτηριστικά των γεωτρήσεων αυτών καθορίζονται στη Μελέτη.

4.2 Απαιτήσεις εξοπλισμού δοκιμαστικής άντλησης

Η προσχεδίαση της δοκιμαστικής άντλησης είναι απαραίτητη για την επιτυχή εκτέλεσή της. Αφού αποφασισθεί το είδος και η διάρκεια της άντλησης πρέπει να εξασφαλίζεται και ο κατάλληλος εξοπλισμός. Για την εκτέλεση των δοκιμαστικών αντλήσεων απαιτείται ο ακόλουθος εξοπλισμός:

- (1) Συσσκευή Pitot ή υδρόμετρο για τη μέτρηση των παροχών
- (2) Ηλεκτρικό σταθμήμετρο ακριβείας 0,5 -1,0 cm χωρητικού τύπου (capacitance level gauge)
- (3) Αντλητικό συγκρότημα εφοδιασμένο με διάταξη ρύθμισης παροχής (π.χ. δικλίδα) ή με τη δυνατότητα συνεχούς λειτουργίας επί μακρόν.
- (4) Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (εάν δεν είναι δυνατή η απευθείας τροφοδοσία από το δίκτυο).

Ο Ανάδοχος πρέπει να υποβάλλει στην Αρμόδια Αρχή φάκελο με τα τεχνικά στοιχεία και χαρακτηριστικά του ως άνω εξοπλισμού και πρόσφατες εκθέσεις βαθμονόμησης των μετρητικών διατάξεων (1) και (2). Η χρήση του ως άνω προτεινόμενου εξοπλισμού υπόκειται στην έγκριση της Αρμόδιας Αρχής.

5 Μεθοδολογία εκτέλεσης των εργασιών

5.1 Δοκιμαστικές αντλήσεις

5.1.1 Γενικά

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών ανάπτυξης, η γεώτρηση πρέπει να αφεθεί σε αδράνεια για τουλάχιστον 24 ώρες, προκειμένου να επανακάμψει η στάθμη νερού σε κατάσταση ηρεμίας. Κατά τη διάρκεια αυτού του

24ωρου πρέπει να πραγματοποιούνται μετρήσεις στάθμης προκειμένου να πιστοποιηθεί η επαναφορά της υδροστατικής στάθμης.

Στη συνέχεια πρέπει να πραγματοποιηθούν δοκιμαστικές αντλήσεις με αντικειμενικό σκοπό:

- α) τον προσδιορισμό των υδραυλικών παραμέτρων και την κατασκευαστική αξιολόγηση της γεώτρησης,
- β) την αξιολόγηση των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών του (των) υδροφόρου(ων) γεωλογικών σχηματισμών, και
- γ) τον προσδιορισμό των βέλτιστων μεγεθών εκμετάλλευσης της γεώτρησης.

Με βάση τα γενικά χαρακτηριστικά της γεώτρησης, όπως αυτά που έχουν καταγραφεί κατά την παρακολούθηση των εργασιών ανάπτυξης, πρέπει να τοποθετηθεί στη γεώτρηση κατάλληλη αντλία η οποία θα έχει τη δυνατότητα να αποδώσει παροχή 150% της πιθανολογούμενης ή αναμενόμενης παροχής εκμετάλλευσης. Η αντλία πρέπει να συνοδεύεται από όλες τις απαραίτητες πηγές ισχύος (π.χ. γεννήτριες), συστήματα ελέγχου, σωληνώσεις και διατάξεις αυξομείωσης παροχής ώστε να γίνουν οι δοκιμές άντλησης.

Οι δοκιμαστικές αντλήσεις που θα πραγματοποιηθούν πρέπει να περιλαμβάνουν τα εξής:

- α) δοκιμαστική άντληση κατά βαθμίδες και
- β) δοκιμαστική άντληση σταθερής παροχής.

Κατά την εκτέλεση των αντλητικών δοκιμασιών πρέπει να γίνονται οι παρακάτω μετρήσεις:

1. Μέτρηση στάθμης νερού με ηλεκτρικό σταθμήμετρο στην υδρογεώτρηση και στο δορυφόρο πιεζόμετρο.
2. Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε άμμο με μία από τις παρακάτω μεθόδους:
 - I. συλλογή άμμου (sand content kit), σύμφωνα με το Πρότυπο ASTM D4381-84 (2001)
 - II. κώνος Imhoff (χρόνος καθίζησης τουλάχιστον 10 min)
 - III. για περιεκτικότητες μικρότερες των 100 ppm θα χρησιμοποιείται συσκευή Rossum Sand Tester, σύμφωνα με την Προδιαγραφή ANSI/AWWA A100-06
3. Μέτρηση παροχής άντλησης με μία από τις παρακάτω μεθόδους:
 - I. συνδυασμός χρονομέτρησης και ογκομέτρησης με υδρόμετρο
 - II. μέθοδος ακροφυσίου, σύμφωνα με το Πρότυπο ASTM D5716-95 (2000)
 - III. συνδυασμός χρονομέτρησης και ογκομέτρησης με δοχείο γνωστού όγκου (μόνο για παροχές μικρότερες των 10 m³/h)
4. Μέτρηση θερμοκρασίας και ηλεκτρικής αγωγιμότητας νερού με φορητή ηλεκτρονική συσκευή μέτρησης (αγωγιμόμετρο).

Διευκρινίζεται ότι ο εξοπλισμός άντλησης δε πρέπει να θεωρείται σε σταλία, στην περίπτωση που αναμένεται η επαναφορά της γεώτρησης σε κατάσταση υδροστατικής ισορροπίας έπειτα από την εκτέλεση άντλησης σε οποιαδήποτε παροχή και με οποιαδήποτε τεχνική (π.χ. κλιμακωτή άντληση, άντληση κατά βαθμίδες κ.τλ.).

Τα στοιχεία των μετρήσεων του παροχόμετρου και του σταθμήμετρου πρέπει να καταχωρούνται σε προτυπωμένα έντυπα, συναρτήσει του χρόνου των μετρήσεων.

Πρέπει να τηρούνται επίσης (στα ίδια έντυπα), στοιχεία επαναφοράς της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα, μετά τη διακοπή της άντλησης.

5.1.2 Δοκιμαστική άντληση κατά βαθμίδες

Βασικός στόχος της δοκιμής αυτής είναι η λήψη στοιχείων για την εξαγωγή της «χαρακτηριστικής καμπύλης γεώτρησης», από την οποία προσδιορίζονται η «κρίσιμη παροχή», η «παροχή εκμετάλλευσης» και η «διαθέσιμη πτώση στάθμης». Από τα στοιχεία της δοκιμής αυτής είναι επίσης δυνατός ο προσδιορισμός των «χαρακτηριστικών απωλειών της γεώτρησης» οι οποίες αποτελούν δείκτη της σχεδιαστικής επάρκειας και κατασκευαστικής επιτυχίας της γεώτρησης.

Κατά την εκτέλεση της δοκιμής πρέπει να πραγματοποιείται άντληση σε τέσσερις κατ' ελάχιστον βαθμίδες άντλησης, με σταδιακά αυξανόμενες παροχές. Η διάρκεια κάθε βαθμίδας πρέπει να είναι τέτοια ώστε να προκύπτει σταθεροποίηση της στάθμης νερού ως συνάρτηση του λογαρίθμου του χρόνου. Προφανώς δεν είναι δυνατόν να προδιαγραφεί εκ των προτέρων ακριβής χρονική διάρκεια κάθε βαθμίδας άντλησης, πάντως εκτιμάται ότι θα διαρκεί από 100 έως 120 min. Κατά τη διάρκεια κάθε βαθμίδας άντλησης η παροχή πρέπει να διατηρείται σταθερή σε εύρος διακύμανσης 5%, είτε με δικλείδα ρύθμισης ροής είτε με ρύθμιση του κινητήρα της αντλίας.

Έπειτα από τη σταθεροποίηση της στάθμης νερού, η παροχή άντλησης πρέπει να αυξάνεται στην επόμενη βαθμίδα άντλησης, χωρίς να μεσολαβεί διακοπή της άντλησης. Έπειτα από την ολοκλήρωση και της τελευταίας βαθμίδας άντλησης πρέπει να συνεχίζεται η λήψη μετρήσεων επαναφοράς στάθμης. Το Πρότυπο ISO 14686 ορίζει ότι το τελευταίο στάδιο θα εκτελείται υπό παροχή προσεγγιστικά ίση της εκτιμώμενης μέγιστης παροχής της γεώτρησης, χωρίς όμως να παρατηρηθεί υπερβολικά μεγάλη πτώση στάθμης.

Στη συνέχεια προδιαγράφεται η ελάχιστη συχνότητα λήψης μετρήσεων στάθμης στην αντλούμενη γεώτρηση κατά τη διάρκεια της άντλησης και κατά τη διάρκεια της επαναφοράς.

Οι χρόνοι έπειτα από έναρξη άντλησης ή έπειτα από αλλαγή βαθμίδας άντλησης ή μετά την έναρξη της επαναφοράς στάθμης είναι οι εξής:

Πίνακας 1: Συχνότητα μετρήσεων στάθμης κατά τη δοκιμαστική άντληση
(Πηγή: Παρ. 4.6.2 του Προτύπου ISO 14686:2003)

Χρόνος από την έναρξη της δοκιμής άντλησης	Συχνότητα μετρήσεων στάθμης υπόγειου νερού
0-10 min	0,5 min
10-20 min	2 min
20-60 min	5 min
60-100 min	10 min
100-300 min	20 min
300-1.000 min	50 min
1.000-3.000 min	100 min
>3.000 min	200 min

Μετρήσεις επαναφοράς στάθμης πρέπει να πραγματοποιούνται για το σύνολο του χρόνου επαναφοράς, ο οποίος ορίζεται είτε ως χρόνος ίσος με τον ολικό χρόνο άντλησης είτε ως ο χρόνος που απαιτείται για επαναφορά στάθμης 90% (οποιοδήποτε από τα δύο συμβεί πρώτο).

Επιπλέον των μετρήσεων στάθμης νερού, κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής άντλησης κατά βαθμίδες πρέπει να πραγματοποιούνται και μετρήσεις των κάτωθι παραμέτρων, προκειμένου να ληφθεί ολοκληρωμένη εικόνα της συμπεριφοράς της γεώτρησης σε προσοδευτικά αυξανόμενες παροχές άντλησης:

1. Περιεκτικότητα νερού σε άμμο
2. Θερμοκρασία νερού (°C)
3. Ηλεκτρική αγωγιμότητα νερού (μS/cm)

Η πρώτη μέτρηση αυτών των παραμέτρων πρέπει να γίνεται κατά τη διάρκεια του πρώτου πεντάλεπτου (από την έναρξη της άντλησης ή έπειτα από την αλλαγή βαθμίδας άντλησης) και στη συνέχεια κάθε 15 min.

5.1.3 Δοκιμαστική άντληση σταθερής παροχής

Με βάση τα στοιχεία της δοκιμαστικής άντλησης κατά βαθμίδες πρέπει αρχικά να γίνεται ο προσδιορισμός των συνθηκών υδροφορίας (ελεύθερος ή υπό πίεση υδροφορία, κρίσιμη παροχή, κρίσιμη στάθμη άντλησης). Αυτά τα στοιχεία θα αποτελέσουν τη βάση για τον καθορισμό από την Αρμόδια Αρχή των τεχνικών χαρακτηριστικών της δοκιμαστικής άντλησης σταθερής παροχής και μεγάλης διάρκειας (διάρκεια άντλησης, παροχή άντλησης κ.λπ.). Αντικειμενικός σκοπός της δοκιμής αυτής είναι να εξεταστεί η συμπεριφορά της γεώτρησης σε προσομοιωμένες συνθήκες παρατεταμένης εκμετάλλευσης στην εκτιμώμενη παροχή άντλησης.

Η δοκιμαστική άντληση σταθερής παροχής πρέπει να ξεκινά μετά και την ολοκλήρωση των μετρήσεων επαναφοράς στάθμης της δοκιμής άντλησης κατά βαθμίδες. Η χρονική διάρκεια της δοκιμαστικής άντλησης σταθερής παροχής πρέπει να είναι τουλάχιστον 24 h στην περίπτωση υδροφορίας υπό πίεση και τουλάχιστον 48 h για ελεύθερους υδροφορείς. Κατά τη διάρκεια της άντλησης πρέπει να επιδιώκεται η διατήρηση σταθερής παροχής εντός εύρους διακύμανσης 10%, είτε με δικλείδα ρύθμισης ροής είτε με ρύθμιση του κινητήρα της αντλίας. Συνιστώμενες διάρκειες της δοκιμής, συναρτήσει της παροχής δίνονται στην παρ. 4.3.4 του Προτύπου ISO 14686.

Οι μετρήσεις στάθμης νερού (κατά την άντληση και την επαναφορά στάθμης), περιεκτικότητας σε άμμο, θερμοκρασίας νερού και ηλεκτρικής αγωγιμότητας νερού πρέπει να πραγματοποιούνται με τρόπο και σε συχνότητα που θα καθορίζει η Αρμόδια Αρχή ανάλογα με την εξέλιξη των δοκιμών άντλησης.

Κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής άντλησης σταθερής παροχής είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί δειγματοληψία νερού για εκτέλεση χημικών αναλύσεων. Οι δειγματοληψίες και οι επακόλουθες χημικές αναλύσεις πρέπει να γίνουν με πρωτοβουλία, μέριμνα και δαπάνες του Κυρίου του Έργου (ΚΤΕ).

Ο Ανάδοχος και η Αρμόδια Αρχή έχουν την υποχρέωση να ενημερώσουν εγκαίρως τον ΚΤΕ προκειμένου να προγραμματίσει την εκτέλεση των δειγματοληψιών.

5.1.4 Αστοχίες αντλητικών δοκιμασιών

Ο Ανάδοχος πρέπει να εκτελέσει τις ανωτέρω δοκιμαστικές αντλήσεις, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στην παρούσα Τεχνική Προδιαγραφή και σύμφωνα με τις εντολές της Αρμόδιας Αρχής, χωρίς διακοπές και διακυμάνσεις. Τα δεδομένα - παρατηρήσεις των αντλήσεων πρέπει να καταγράφονται στα δελτία δοκιμαστικών αντλήσεων. Το νερό που αντλείται πρέπει να διοχετεύεται σε κατάλληλο αποδέκτη και σε επαρκή απόσταση μακριά από τη γεώτρηση, έτσι ώστε να μην επηρεάζεται η εξέλιξη της δοκιμής.

Σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο οι αντλήσεις διακοπούν ή διαταραχθούν με υπαιτιότητα του Αναδόχου (π.χ. αμέλεια προσωπικού, έλλειψη καυσίμων, βλάβη γεννητριών - αντλιών κ.λπ.), καθώς επίσης και στην περίπτωση που θα διαπιστωθεί ελλιπής καταγραφή των δεδομένων αντλήσεων και / ή πλημμελής τήρηση των δελτίων δοκιμαστικών αντλήσεων, πρέπει να διατάσσεται η επανάληψη της δοκιμής άντλησης που διακόπηκε.

Τονίζεται ότι η εκτέλεση των δοκιμαστικών αντλήσεων είναι θεμελιώδους σημασίας για τον ποσοτικό και ποιοτικό χαρακτηρισμό της γεώτρησης, τον ουσιαστικό έλεγχο της ποιότητας κατασκευής της και τον προσδιορισμό των κρίσιμων υδρογεωλογικών μεγεθών.

6 Κριτήρια αποδοχής περαιωμένης εργασίας

6.1 Έλεγχος ολοκλήρωσης δοκιμαστικής άντλησης

Η εργασία θεωρείται ότι έχει ολοκληρωθεί με τη σύνταξη, υποβολή και έγκριση της Τεχνικής Έκθεσης Δοκιμαστικών Αντλήσεων, η οποία θα πρέπει να ακολουθεί τα όσα αναφέρονται στο Κεφ. 9 του Προτύπου ISO 14686 και η οποία πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο:

1. Περιγραφή των γεωλογικών χαρακτηριστικών του πεδίου υδρογεωτρήσεων.
2. Περιγραφή της μεθόδου εκτέλεσης των δοκιμαστικών αντλήσεων και του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε.
3. Επεξεργασία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων των δοκιμαστικών αντλήσεων, κατάρτιση διαγραμμάτων κρίσιμης παροχής, διάγραμμα απεικόνισης πτώσης και επαναφοράς στάθμης-χρόνου, για τον υπολογισμό υδραυλικών παραμέτρων.
4. Πίνακες με τα πρωτογενή στοιχεία μετρήσεων πεδίου.
5. Διαγράμματα πτώσης / επαναφοράς στάθμης συναρτήσει του χρόνου.
6. Καθορισμό κρίσιμης παροχής και ωφέλιμης παροχής εκμετάλλευσης.

7 Τρόπος επιμέτρησης εργασιών

Οι επιμετρούμενες εργασίες των δοκιμαστικών αντλήσεων υδρογεωτρήσεων είναι οι εξής:

1. Η εισκόμιση και αποκόμιση εξοπλισμού επιμετράται κατ' αποκοπή ανά πεδίο υδρογεωτρήσεων, ανεξαρτήτως του αριθμού των γεωτρήσεων του πεδίου.
2. Η μεταφορά από θέση σε θέση, εγκατάσταση/ αποσυναρμολόγηση εξοπλισμού (αντλητικό συγκρότημα, όργανα, σωληνώσεις, καλωδιώσεις) επιμετράται επίσης κατ' αποκοπή ανά θέση υδρογεώτρησης, ανεξαρτήτως του προς εγκατάσταση συγκροτήματος.
3. Η λειτουργία αντλητικού συγκροτήματος επιμετράται ανά ώρα εκτέλεσης δοκιμαστικών αντλήσεων, σύμφωνα με τα στοιχεία των μετρήσεων, ανεξαρτήτως του μεγέθους του αντλητικού συγκροτήματος, συμπεριλαμβανομένου όλου του βοηθητικού εξοπλισμού, των οργάνων μετρήσεων ή / και καταγραφών, καθώς και της σύνταξης της Τεχνικής Έκθεσης.

Παράρτημα Α (πληροφοριακό)

Όροι υγείας, ασφάλειας και προστασίας του περιβάλλοντος

A.1 Γενικά

Κατά την εκτέλεση των εργασιών θα τηρούνται οι κείμενες διατάξεις περί Μέτρων Ασφαλείας και Υγείας Εργαζομένων, οι δε εργαζόμενοι θα είναι εφοδιασμένοι με τα κατά περίπτωση απαιτούμενα Μέσα Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ), τα οποία πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις του Κανονισμού 2016/425 ΕΕ.

Θα τηρούνται επίσης αυστηρά τα καθοριζόμενα στα εγκεκριμένα ΣΑΥ/ΦΑΥ του Έργου, σύμφωνα με τις Υπουργικές Αποφάσεις ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/889 (ΦΕΚ/16 Β'/14-01-2003) και ΓΓΔΕ/ΔΙΠΑΔ/οικ/177 (ΦΕΚ/266 Β'/14-01-2001).

A.2 Μέτρα υγείας και ασφάλειας

Οι πηγές κινδύνων κατά την εκτέλεση των εργασιών είναι οι ακόλουθες:

1. Καλωδιώσεις ηλεκτρικής τροφοδοσίας αντλητικού συγκροτήματος.
2. Διακίνηση αντλητικού συγκροτήματος (ανύψωση, καταβιβασμός).
3. Σύνδεσμοι σωληνώσεων υπό πίεση (έλεγχος επαρκούς σύσφιξης).

Είναι υποχρεωτική η συμμόρφωση προς την οδηγία 92/57/ΕΕ, που αναφέρεται στις «Ελάχιστες Απαιτήσεις Υγείας και Ασφάλειας Προσωρινών και Κινητών Εργοταξίων» (όπως ενσωματώθηκε στην Ελληνική Νομοθεσία με το ΠΔ 305/96) και προς τη σχετική Ελληνική Νομοθεσία (Π.Δ. 17/96, Π.Δ. 159/99 κ.λπ.).

Οι εργαζόμενοι πρέπει σε κάθε περίπτωση να είναι εφοδιασμένοι με τα απαιτούμενα Μέσα Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ), ανάλογα με το αντικείμενο και τη θέση των προς εκτέλεση εργασιών καθώς και τον τύπο του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται. Τα ΜΑΠ πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση, χωρίς φθορές, να φέρουν σήμανση CE και Δήλωση Συμμόρφωσης σύμφωνα με τις διατάξεις του καν. (ΕΕ) 2016/425 και να εμπίπτουν στα ακόλουθα Πρότυπα:

Πίνακας Α.1 – Απαιτήσεις για τα ΜΑΠ

Είδος ΜΑΠ	Σχετικό Πρότυπο
Γάντια προστασίας έναντι μηχανικών κινδύνων	ΕΛΟΤ EN 388
Βιομηχανικά κράνη ασφαλείας	ΕΛΟΤ EN 397
Προστατευτική ενδυμασία - Γενικές απαιτήσεις	ΕΛΟΤ EN ISO 13688
Μέσα ατομικής προστασίας - Υποδήματα τύπου ασφαλείας	ΕΛΟΤ EN ISO 20345

A.3 Μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος

Προκειμένου να επιτευχθεί η προστασία του περιβάλλοντος τα μέτρα που μπορούν να ληφθούν είναι :

1. Απαγωγή του νερού προς κατάλληλους (φυσικούς ή τεχνητούς) αποδέκτες
2. Εξασφάλιση υδρογείωσης από οποιαδήποτε ρύπανση κατά την εκτέλεση των εργασιών

Σε κάθε περίπτωση έχουν εφαρμογή οι Περιβαλλοντικοί Όροι του Έργου.

Βιβλιογραφία

- [1] Ν.1568/85 (ΦΕΚ 177Α/18.10.85), "Περί υγιεινής και ασφάλειας εργαζομένων".
- [2] Οδηγία 98/83/ΕΚ: Οδηγία του Συμβουλίου της 3ης Νοεμβρίου 1998 σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης
- [3] Π.Δ. 17/96 (ΦΕΚ 11Α/96), "Εφαρμογή μέτρων για την προώθηση της βελτίωσης της υγιεινής και ασφάλειας των εργαζομένων" σε συμμόρφωση με την οδηγία 89/391/ΕΟΚ και 91/383/ΕΟΚ, όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 159/99.
- [4] Π.Δ. 105/95 (ΦΕΚ 67Α/95), "Ελάχιστες προδιαγραφές για την σήμανση ασφάλειας ή / και υγείας στην εργασία, σε συμμόρφωση με την Οδηγία 92/58/ΕΟΚ".
- [5] Π.Δ. 305/96 (ΦΕΚ 212Α/29.8.96), "Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας που πρέπει να εφαρμόζονται στα προσωρινά ή κινητά εργοτάξια έργων, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 92/57/ΕΟΚ", σε συνδυασμό με την υπ' αριθμ. 130159/7.5.97 Εγκύκλιο του Υπουργείου Εργασίας και την Εγκύκλιο 11 (Αρ. Πρωτ. Δ16α/165/10/258/ΑΦ/ 19.5.97) του ΥΠΕΧΩΔΕ, σχετικά με τα εν λόγω Π.Δ.
- [6] Π.Δ.338/2001 (ΦΕΚ 227Α/2001), Προστασία της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων κατά την εργασία από κινδύνους οφειλόμενους σε χημικούς παράγοντες.
- [7] Π.Δ. 396/94 (ΦΕΚ 220Α/94), "Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας για την χρήση απ' τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία, σε συμμόρφωση με την οδηγία 89/656/ΕΟΚ".
- [8] Π.Δ 397/94 (ΦΕΚ 221Α/94), Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας κατά την χειρωνακτική διακίνηση φορτίων που συνεπάγεται κίνδυνο ιδίως για την ράχη και την οσφυϊκή χώρα των εργαζομένων σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 90/269/ΕΟΚ.
- [9] Κανονισμός (ΕΕ) 2016/425, του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 9ης Μαρτίου 2016 σχετικά με τα μέσα ατομικής προστασίας και για την κατάργηση της οδηγίας 89/686/ΕΟΚ του Συμβουλίου.
- [10] ΕΛΟΤ EN ISO 22282-4, *Geotechnical investigation and testing – Geohydraulic testing – Part 4 Pumping tests -- Γεωτεχνικές έρευνες και δοκιμές – Δοκιμές διαπερατότητας – Μέρος 4: Δοκιμές άντλησης*
- [11] ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-01-00, *Water wells drilling -- Διάνοιξη υδρογεωτρήσεων.*