



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΔΗΜΟΣ ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ
Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ**

Ε.ΤΕ.Π. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΡΓΩΝ ΥΔΡΟΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ και ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ της ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗΣ

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-06-00:2023 Δοκιμαστικές αντλήσεις υδρογεώτρησης

ΚΑΤΕΡΙΝΗ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2023

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
2. ΤΥΠΟΠΟΙΗΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ	4
3. ΟΡΙΣΜΟΙ.....	5
3.1. Δοκιμαστικές αντλήσεις	5
3.2. Συσκευή Pitot	5
3.3. Κρίσιμη παροχή.....	6
3.4. Δυναμικό γεώτρησης (παροχή εκμετάλλευσης)	6
4. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	7
4.1. Ελάχιστες απαιτήσεις εκτέλεσης δοκιμαστικών αντλήσεων – Βασικές παραδοχές.....	10
4.2. Απαιτήσεις εξοπλισμού δοκιμαστικής άντλησης	11
5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	13
5.1. Γενικά	13
5.2. Δοκιμαστική άντληση κατά βαθμίδες.....	15
5.3. Δοκιμαστική άντληση σταθερής παροχής	15
5.4. Αστοχίες αντλητικών δοκιμασιών	16
6. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	17
7. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	18
8. ΟΡΟΙ ΥΓΕΙΑΣ, ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ του ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	20
9. ΤΕΛΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ.....	21
9.1. Διάκριση δημόσιων αρχών	21
9.2. Προδιαγραφή ISO 14686.....	21
9.3. Βιβλιογραφικές αναφορές	21
10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	22

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με το έγγραφο της Δ.Τ.Υ. Δήμου Κατερίνης με α.π. 29730 οικ./12-Ιουλ-2017 εστάλη στο Υ.ΥΠΟ.ΜΕ.ΔΙ/Δνση Κανόνων & Ποιότητας και στον ΕΛ.Ο.Τ. τεχνική έκθεση αξιολόγησης των παρακάτω Ε.ΤΕ.Π. κατασκευής έργων υδρογεωτρήσεων:

- α. ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-01-00:2009 – Διάνοιξη υδρογεωτρήσεων
- β. ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-05-00:2009 – Καθαρισμός και ανάπτυξη υδρογεώτρησης
- γ. ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-06-00:2009 – Δοκιμαστικές αντλήσεις υδρογεώτρησης

Αυτές οι Ε.ΤΕ.Π. έχουν εγκριθεί και εξακολουθούν να αποτελούν κείμενα υποχρεωτικής εφαρμογής σύμφωνα με την απόφαση ΔΙΠΑΔ/ΟΙΚ/273/17-Ιουλ-2012 (ΦΕΚ 2221 Β' / 30-Ιουλ-2012).

Την 31-Μαι-2023 και με τη γνωστοποίηση 2023/0302/GR, ο ΕΛ.Ο.Τ. δημοσιοποίησε στην ιστοσελίδα <https://technical-regulation-information-system.ec.europa.eu/en/notification/23812> την αναθεωρημένη προδιαγραφή **ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-06-00:2023 – Δοκιμαστικές αντλήσεις υδρογεώτρησης**, η οποία αποτελεί το αντικείμενο αξιολόγησης και σχολιασμού της παρούσας τεχνικής έκθεσης.

Χάριν συντομίας η προδιαγραφή **ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-06-00:2023 – Δοκιμαστικές αντλήσεις υδρογεώτρησης** θα αναφέρεται στο εξής ως η «ΕΤΕΠ».

Στη συνέχεια της παρούσας τεχνικής έκθεσης υιοθετείται και διατηρείται η αρίθμηση παραγράφων και η δομή της ΕΤΕΠ, έτσι ώστε να διευκολυνθεί ο αναγνώστης στην ιχνηλάτηση και αναγνώριση των προτεινόμενων τροποποιήσεων.

Το ελληνικό κείμενο της νέας ΕΤΕΠ επισυνάπτεται ως παράρτημα στο τέλος της τεχνικής έκθεσης. Δεν εξετάστηκαν οι μεταφράσεις της εν λόγω προδιαγραφής σε άλλες γλώσσες.

2. ΤΥΠΟΠΟΙΗΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

Πρέπει να διορθωθεί η παρ. 2 της ΕΤΕΠ έτσι ώστε οι παραπομπές σε πρότυπα να αντιστοιχούν στις ισχύουσες σήμερα προδιαγραφές:

ISO 14686:2003	<i>Hydrometric determinations — Pumping tests for water wells — Considerations and guidelines for design, performance and use (confirmed 2022)</i>
ANSI/AWWA A100-20	<i>Water Wells</i>
ΕΛΟΤ EN ISO 7027-1	<i>Ποιότητα νερού - Προσδιορισμός της θολότητας - Μέρος 1: Ποσοτικές μέθοδοι</i>
ΕΛΟΤ EN ISO 7027-2	<i>Ποιότητα νερού - Προσδιορισμός της θολότητας - Μέρος 2: Ημι-ποσοτικές μέθοδοι για την αξιολόγηση της διαφάνειας των υδάτων</i>
DIN 12672:2001-10	<i>Laboratory glass or plastics ware - Imhoff sedimentation cones</i>
ASTM D4381/D4381M-22	<i>Standard Test Method for Sand Content by Volume of Bentonitic Slurries</i>
ASTM D5716/D5716M-20	<i>Standard Test Method for Measuring the Rate of Well Discharge by Circular Orifice Weir</i>
ASTM D5737/D5737M-19	<i>Standard Guide for Methods for Measuring Well Discharge</i>

3. ΟΡΙΣΜΟΙ

3.1. Δοκιμαστικές αντλήσεις

- α. Στο δεύτερο εδάφιο της παρ. 3.1 της ΕΤΕΠ, αναφέρεται η ακόλουθη πρόταση:

«Οι δοκιμαστικές αντλήσεις πρέπει να ακολουθούν όσα ορίζονται στο Πρότυπο ISO 14686.»

Συνεπώς η προδιαγραφή ISO 14686 είναι μείζονος σημασίας για την εφαρμογή της νέας ΕΤΕΠ, παρά το γεγονός ότι δεν έχει υιοθετηθεί ούτε από τον ΕΛ.Ο.Τ. ούτε από τη C.E.N.

Προφανώς, η νέα ΕΤΕΠ πρέπει να αναπαράγει με ακρίβεια τις προβλέψεις και το σκεπτικό της προδιαγραφής ISO. Είναι επίσης αναγκαίο η προδιαγραφή ISO να διανέμεται μαζί με την ΕΤΕΠ, κατά προτίμηση σε ελληνική μετάφραση, έτσι ώστε όλοι οι εμπλεκόμενοι στην εφαρμογή της νέας ΕΤΕΠ να έχουν πλήρη γνώση των προβλέψεών της.

- β. Στην περίπτωση 2 του τρίτου εδαφίου της παρ. 3.1 της ΕΤΕΠ, αναφέρεται η ακόλουθη πρόταση:

«Για υπό πίεση υδροφορείς, είναι απαραίτητη η άντληση τουλάχιστον 24 ωρών, για να διαπιστωθεί ή ύπαρξη υδρογεωλογικών ορίων.»

Κατ' αρχάς επισημαίνεται ότι η πρόταση αυτή είναι ελλιπής, καθώς δεν προσδιορίζει την ελάχιστη διάρκεια άντλησης σε ελεύθερους υδροφόρους. Επίσης, δεν διευκρινίζεται για ποιο λόγο είναι οπωσδήποτε αναγκαία η διαπίστωση της ύπαρξης υδρογεωλογικών ορίων σε όλες ανεξαιρέτως τις υδρογεωτρήσεις, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η γεωλογία της περιοχής του έργου, ασχέτως του σκοπού κατασκευής της υδρογεώτρησης (βλέπε κατωτέρω παρ. 4.1 της παρούσας τεχνικής έκθεσης) και παρακάμπτοντας ενδεχόμενες προβλέψεις της οικείας Υδρογεωλογικής Μελέτης.

Η πρόταση αυτή είναι χρήσιμο να διαγραφεί επειδή είναι ελλιπής, ενώ αφήνει ανοιχτό το ενδεχόμενο παρερμηνειών κατά την εφαρμογή της ΕΤΕΠ. Ούτως ή άλλως η ελάχιστη διάρκεια των αντλήσεων μακράς διάρκειας και σταθερής παροχής προδιαγράφεται στην παρ. 5.1.3 της νέας ΕΤΕΠ.

- γ. Η περίπτωση 4 του τρίτου εδαφίου της παρ. 3.1 της ΕΤΕΠ, πρέπει να τροποποιηθεί ως εξής:

~~«Τα πιεζόμετρα~~ *Οι γεωτρήσεις / πιεζόμετρα παρατήρησης για τη μέτρηση της στάθμης πρέπει να βρίσκονται μέσα στην ακτίνα επίδρασης της αντλούμενης γεώτρησης.»*

3.2. Συσσκευή Pitot

Η παρ. 3.2 πρέπει να διαγραφεί και η επεξήγηση του σωλήνα pitot να ενσωματωθεί στην παρ. 4.2, όπου αναφέρεται κατάλογος απαραίτητου ή επιθυμητού εξοπλισμού. Επίσης πρέπει να διορθωθεί η παραπομπή στο σωστό υπερσύνδεσμο: <https://instrumentationtools.com/pitot-tube-working-principle/>.

Σημειώνεται επίσης ότι ενδείκνυται η χρήση συσκευής “averaging pitot flow meter”, η οποία είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να λαμβάνονται αντιπροσωπευτικές τιμές ροής για ολόκληρη τη διατομή του σωλήνα.

3.3. Κρίσιμη παροχή

3.4. Δυναμικό γεώτρησης (παροχή εκμετάλλευσης)

Οι παρ. 3.3 και 3.4 αφορούν αποκλειστικά σε ελεύθερους υδροφορείς, ενώ σε υπό πίεση υδροφορείς δεν υφίσταται η έννοια της κρίσιμης παροχής.

Εφόσον διατηρηθούν οι παρ. 3.3 και 3.4 στη νέα ΕΤΕΠ, είναι χρήσιμο να προστεθεί μία επιπλέον παρ. 3.5, η οποία θα αφορά στον προσδιορισμό της παροχής εκμετάλλευσης υδρογεωτρήσεων σε υπό πίεση υδροφορείς.

Όπως αναφέρεται στην προδιαγραφή ISO 14686, τα δεδομένα των δοκιμών άντλησης κατά βαθμίδες χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της «μέγιστης ασφαλούς παροχής» (maximum safe yield), σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Clark (1977) *The analysis and planning of step drawdown tests. Q. J. Eng. Geol.*, v. 10, pp. 125-143.

Επιπρόσθετα, για τον προσδιορισμό του προγράμματος αξιοποίησης της υδρογεώτρησης (παροχή εκμετάλλευσης και ώρες λειτουργίας σε ημερησίως) συνεκτιμώνται οι μετρήσεις επαναφοράς στάθμης και η ταχύτητα τροφοδοσίας της γεώτρησης με νερό.

4. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

α. Το εδάφιο 3 της παρ. 4 της ΕΤΕΠ αναφέρει:

«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.»

Είναι αξιοσημείωτο ότι αυτή η παράγραφος απαιτεί απόλυτο, ανελαστικό και μονοσήμαντο προσδιορισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών του αντλητικού εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια των δοκιμών άντλησης.

Δηλαδή, πριν κατασκευαστεί η υδρογεώτρηση, χωρίς να είναι γνωστά τα πραγματικά γεωλογικά-υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά της γεώτρησης, χωρίς να έχει καθοριστεί η τελική διαμόρφωση της σωλήνωσης της γεώτρησης, πριν γίνουν οι εργασίες ανάπτυξης και έχοντας πλήρη άγνοια για την υδροστατική στάθμη και την πιθανή πτώση στάθμης σε προοδευτικά αυξανόμενες παροχές, **πρέπει η Αρμόδια Αρχή να προβλέψει και ο Ανάδοχος να αποδεχθεί δεσμευτικά το είδος της αντλίας που θα χρησιμοποιηθεί.**

Θα ήταν χρήσιμο να διευκρινιστεί στην ΕΤΕΠ ποια είναι η μεθοδολογία πρόγνωσης που θα εφαρμόσει η Αρμόδια Αρχή, έτσι ώστε να προβλέψει και να προσδιορίσει τα δεσμευτικά για τον Ανάδοχο τεχνικά χαρακτηριστικά του αντλητικού συγκροτήματος, πριν δημοπρατηθεί το έργο.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστούν τα εξής σημεία, τα οποία πιθανώς δεν είναι κατανοητά σε ανθρώπους που δεν έχουν την εκπαίδευση και την εμπειρία ενός γεωεπιστήμονα:

- Το υπέδαφος δεν είναι βιομηχανικό προϊόν το οποίο κατασκευάστηκε κατά παραγγελία και βάσει προδιαγραφών. Το υπέδαφος είναι ένα ετερογενές προϊόν φυσικών διεργασιών, του οποίου δεν γνωρίζουμε προκαταβολικά τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά.
- Όλες οι γεωτρήσεις (μεταξύ αυτών και οι υδρογεωτρήσεις) είναι εξ ορισμού ερευνητικές και δεν γνωρίζουμε εκ των προτέρων την έκβασή τους και το τελικό τους αποτέλεσμα.
- Η εκτέλεση γεωλογικών ερευνών, η συλλογή γεωλογικών πληροφοριών και η συσσώρευση εμπειρίας από την κατασκευή υδρογεωτρήσεων σε μία περιοχή ενδιαφέροντος, επιτρέπουν απλώς τη μείωση της αβεβαιότητας κατά την εκπόνηση μεταγενέστερων γεωλογικών μελετών και την κατασκευή νέων υδρογεωτρήσεων.

Επίσης, πρέπει να διευκρινιστεί με ποιο τρόπο συμβιβάζεται το υπόψη εδάφιο της ΕΤΕΠ με την παρ. 5.1.1 της ίδιας ΕΤΕΠ που αναφέρει ότι:

«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.»

β. Το εδάφιο 6 της παρ. 4 της ΕΤΕΠ αναφέρει:

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

Προτείνεται να τροποποιηθεί το εδάφιο αυτό ως εξής:

«Το νερό πρέπει να παροχετεύεται σε κατάλληλο αποδέκτη και σε επαρκή απόσταση από τη δοκιμαζόμενη γεώτρηση και τις γεωτρήσεις / πιεζόμετρα παρατήρησης, ώστε να μην επηρεάζεται η δοκιμή άντλησης».

- γ. Το εδάφιο 7 της παρ. 4 της ΕΤΕΠ αναφέρει μεταξύ άλλων:

«Ο Ανάδοχος πρέπει να διαθέτει εξειδικευμένο σε παρεμφερείς εργασίες και βεβαιωμένης εμπειρίας επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό κατά τη διάρκεια της άντλησης, ...».

Είναι χρήσιμο και απολύτως αναγκαίο να οριστεί η μέθοδος με την οποία θα καταγράφεται, βεβαιώνεται και ελέγχεται η βεβαιωμένη εμπειρία του επιστημονικού και τεχνικού προσωπικού που θα πραγματοποιεί τις δοκιμές άντλησης.

Σημειώνεται πως τα αρμόδια Υπουργεία και το καθ' ύλην αρμόδιο ΓΕΩΤ.Ε.Ε., δε διαθέτουν κάποιο μηχανισμό καταγραφής επαγγελματικής εμπειρίας για εργασίες δοκιμαστικών αντλήσεων.

- δ. Η τελευταία πρόταση του εδαφίου 7 της παρ. 4 της ΕΤΕΠ αναφέρει:

«Ο χρόνος επαναφοράς της στάθμης πρέπει να είναι τουλάχιστον ίδιος με το χρόνο άντλησης, σύμφωνα με το Πρότυπο ISO 14686.».

Πράγματι, το τρίτο εδάφιο της παρ. 4.3.6 του προτύπου ISO 14686 αναφέρει τα εξής:

“A recovery test dependent upon water levels measured in the test well may only be performed if a foot valve has been fitted to the rising main. ... A recovery test may be performed using only water-level data obtained from observation wells if the rising main in the test well is not fitted with a foot valve. Observations should be made for a period at least as long as the pumping test itself.”

Αντιθέτως, η παρ. 6.6.5 του ίδιου προτύπου ISO 14686 αναφέρει τα εξής σχετικά με τη διάρκεια της δοκιμής επαναφοράς στάθμης:

“The test should be continued until a stable level has been achieved.”

Διαφαίνεται συνεπώς ότι υπάρχει μία ασυμφωνία μέσα στο ίδιο το πρότυπο ISO 14686. Από τη μία πλευρά ορίζεται ότι η λήψη μετρήσεων επαναφοράς πρέπει να συνεχίζεται για χρόνο τουλάχιστον ίδιο με το χρόνο άντλησης (παρ. 4.3.6), από την άλλη ορίζεται ότι η λήψη μετρήσεων επαναφοράς πρέπει να διαρκεί μέχρι τη σταθεροποίηση της στάθμης ηρεμίας νερού (παρ. 6.6.5).

Η διατύπωση αυτή είναι εμφανώς προβληματική, αν αναλογιστούμε ένα υποθετικό σενάριο όπου ο χρόνος άντλησης είναι 72 h (ελεύθερη υδροφορία), αλλά κατά την παρακολούθηση επαναφοράς στάθμης διαπιστώνεται ότι η επαναφορά συντελέστηκε και η στάθμη σταθεροποιήθηκε σε χρόνο μόλις 2 h. Προφανώς είναι παράλογο να συνεχιστεί η λήψη μετρήσεων στάθμης για επιπλέον 70 h, στην προσπάθεια να τεκμηριωθεί κάτι που έχει ήδη συμβεί. Το παράδειγμα μπορεί να μοιάζει υπερβολικό, αλλά είναι απολύτως ρεαλιστική κατάσταση που παρατηρείται στις γεωτρήσεις που εκμεταλλεύονται την ελεύθερη υδροφορία στα αλλουβιακά ριπίδια του Ολύμπου.

Υπό αυτό το πρίσμα και προκειμένου να μην υπάρχουν ανώφελες παρερμηνείες, θεωρείται αναγκαίο να απαλειφθεί η τελευταία πρόταση του εδαφίου 7 της παρ. 4 της ΕΤΕΠ. Ούτως ή άλλως υφίσταται το έκτο εδάφιο της παρ. 5.1.2 της ΕΤΕΠ, στο οποίο ορίζεται η διάρκεια του χρόνου επαναφοράς.

- ε. **Καθαρότητα αντλούμενου ύδατος**

Η εξεταζόμενη ΕΤΕΠ αναφέρεται στην καθαρότητα του αντλούμενου ύδατος της ολοκληρωμένης γεώτρησης μόνο στην παρ. 4 (προτελευταίο εδάφιο), όπου αναφέρεται ότι:

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

Η αυστηρή ερμηνεία αυτής της πρότασης είναι ότι το αντλούμενο ύδωρ της περαιωμένης υδρογεώτρησης πρέπει να έχει περιεκτικότητα σε αμμοϊλύ ίση με μηδέν και θολότητα «περίπου» μηδενική. Τονίζεται ότι αυτή η διατύπωση ισχύει ανεξαρτήτως της χρήσης για την οποία προορίζεται η υδρογεώτρηση.

Θεωρείται αναγκαίο αυτή η ολιγόλογη, επιδερμική και μάλλον υπερβολική απαίτηση να καταργηθεί και **να προστεθεί μία παράγραφος με αρίθμηση 4.3 και τίτλο «Ποιότητα νερού περαιωμένης γεώτρησης», όπου θα περιγράφονται οι απαιτήσεις ποιότητας για το αντλούμενο ύδωρ της υδρογεώτρησης, ανάλογα με τη σχεδιαζόμενη τελική χρήση του νερού και το αποδεκτό ή επιθυμητό επίπεδο επεξεργασίας του ύδατος μετά την άντλησή του.**

Στην παράγραφο αυτή θεωρείται χρήσιμο να ληφθεί υπόψη ότι η έννοια της «καθαρότητας» του νερού που αντλείται από μία υδρογεώτρηση αναλύεται στις ακόλουθες μετρήσιμες παραμέτρους:

(1) Μικροβιακή μόλυνση αντλούμενου ύδατος.

Η μικροβιακή μόλυνση του αντλούμενου ύδατος έχει προφανώς σημασία σε γεωτρήσεις που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Σχετικές προδιαγραφές δίδονται στην Κ.Υ.Α. με α.π. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829/25-Μαι-2023 «Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας (ΕΕ) 2020/2184 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2020 (L435/1, 23.12.2020)» (ΦΕΚ 3525 Β/25-Μαι-2023). Τονίζεται ότι τα όρια που ορίζει η υπόψη Κ.Υ.Α. δεν αφορούν στο νερό στη θέση υδροληψίας (π.χ. υδρογεώτρηση) αλλά στα σημεία εκροής (βρύσες) του δικτύου διανομής.

Για άλλες χρήσεις νερού δεν υπάρχουν απαιτήσεις στην ελληνική νομοθεσία.

(2) Θολότητα ύδατος (turbidity).

Η θολότητα του αντλούμενου ύδατος ελέγχεται σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 7027 και έχει προφανή αξία σε γεωτρήσεις που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση, όπως συμβαίνει και για τη μικροβιακή μόλυνση.

Σχετικές προδιαγραφές καταλληλότητας δίδονται στην Κ.Υ.Α. με α.π. Δ1(δ)/ΓΠ οικ. 27829/25-Μαι-2023 «Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Οδηγίας (ΕΕ) 2020/2184 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2020 (L435/1, 23.12.2020)» (ΦΕΚ 3525 Β/25-Μαι-2023). Τονίζεται ότι τα όρια που ορίζει η υπόψη Κ.Υ.Α. αφορούν στο νερό στη μονάδα υδροδότησης και όχι στη θέση υδροληψίας (π.χ. υδρογεώτρηση).

Για άλλες χρήσεις νερού δεν υπάρχουν απαιτήσεις στην ελληνική νομοθεσία.

Η προδιαγραφή N.G.W.A. (1998) “Manual of Water Well Construction Practices” (2nd Edition) προτείνει μέγιστο όριο 5,0 NTU για το νερό που παράγεται από γεωτρήσεις και πηγάδια.

(3) Μεταφερόμενα στερεά σωματίδια κοκκομετρικής διαβάθμισης λεπτόκοκκης άμμου ή ιλύος.

Στην ελληνική νομοθεσία δεν υπάρχει κάποια πρόβλεψη που να καθορίζει τη μέγιστη αποδεκτή περιεκτικότητα του αντλούμενου ύδατος σε αμμοϊλύ.

Η προδιαγραφή EPA-570/9-75-001 και η N.G.W.A. (1998) “Manual of Water Well Construction Practices” (2nd Edition) προτείνουν τα κάτωθι μέγιστα όρια περιεκτικότητας σε αντλούμενο ίζημα:

- (15 ppm κατ' όγκο) - Γεωτρήσεις και πηγάδια που τροφοδοτούν συστήματα άρδευσης με κατάκλιση.
- (10 ppm κατ' όγκο) - Γεωτρήσεις και πηγάδια που τροφοδοτούν συστήματα άρδευσης με ψεκασμό, βιομηχανικά συστήματα ψύξης και άλλες χρήσεις όπου μέτρια περιεκτικότητα σε ίζημα δεν είναι ιδιαίτερα επιβλαβής.
- (5 ppm κατ' όγκο) - Γεωτρήσεις και πηγάδια που τροφοδοτούν κατοικίες, βιομηχανίες, νοσοκομεία.
- (2 ppm κατ' όγκο) - Γεωτρήσεις και πηγάδια που τροφοδοτούν απευθείας συλλογικά δίκτυα ύδρευσης, χωρίς την παρεμβολή φίλτρων ή δεξαμενών καθίζησης.
- (1 ppm κατ' όγκο) - Γεωτρήσεις και πηγάδια που παράγουν νερό το οποίο έρχεται σε επαφή με ή χρησιμοποιείται κατά την επεξεργασία τροφίμων και ποτών.

Αντιστοίχως, η προδιαγραφή ANSI-AWWA A100-20 προβλέπει μέση περιεκτικότητα σε αμμοϊλύ το πολύ (5 mg/L) (ισοδυναμεί σε περίπου 2 ppm κατ' όγκο) για ένα αντλητικό κύκλο διάρκειας 2 h, όταν η γεώτρηση υφίσταται άντληση στην σχεδιαζόμενη παροχή εκμετάλλευσης.

Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι κάθε γεώτρηση έχει μοναδικά γεωλογικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά, γεγονός που μπορεί να καταστήσει αδύνατη την επίτευξη των ορίων περιεκτικότητας αμμοϊλούς και θολότητας, ακόμα και μετά από παρατεταμένη εργασία καθαρισμού – ανάπτυξης – άντλησης.

Είναι συνεπώς αναγκαίο να υπάρχει κάποια πρόβλεψη για την αποδοχή της περαιωμένης γεώτρησης με τη λήψη κάποιων διορθωτικών μέτρων (π.χ. μείωση της παροχής εκμετάλλευσης, παραμονή του αντλούμενου ύδατος σε δεξαμενές καθίζησης, επεξεργασία του νερού με φίλτρα κ.ο.κ.).

4.1. Ελάχιστες απαιτήσεις εκτέλεσης δοκιμαστικών αντλήσεων – Βασικές παραδοχές

Η παρ. 4.1 της νέας ΕΤΕΠ αποτελεί, σχεδόν εξ' ολοκλήρου, μία απλή καταγραφή των βασικών παραδοχών που αναφέρονται σε όλα τα συγγράμματα υδρογεωλογίας και ισχύουν για το σχεδιασμό και την ερμηνεία δοκιμών άντλησης υδρογεωτρήσεων. Όμως, στο τέλος της παρ. 4.1 αναφέρεται η κάτωθι παράγραφος:

«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 υδροφορέα κατά τη διενέργεια της δοκιμαστικής άντλησης. Οι θέσεις και τα χαρακτηριστικά των γεωτρήσεων αυτών καθορίζονται στη Μελέτη.»

Όπως είναι διατυπωμένη αυτή η παράγραφος, ισοδυναμεί με απαίτηση για την κατασκευή τουλάχιστον τεσσάρων γεωτρήσεων παρατήρησης για κάθε μία παραγωγική γεώτρηση νέας κατασκευής.

Πράγματι, στην παρ. 4.4 του προτύπου ISO 14686 αναφέρεται ότι σε ιδεώδεις συνθήκες απαιτούνται τουλάχιστον τέσσερις γεωτρήσεις παρατήρησης. Όμως το πρότυπο ISO 14686 δεν αναφέρει μόνο αυτό. Η παρ. 4.4.2 του προτύπου ISO 14686 αναφέρει μεταξύ άλλων:

“Ideally, the minimum number of observation wells is four, arranged in two rows at right angles to each other, but in most instances one or two observation wells will suffice.”

Ταυτόχρονα, η παρ. 4.4.1 του προτύπου ISO 14686 αναφέρει ότι:

“At least one observation well is required for determination of the storage coefficient.”

Προφανώς, οι συντάκτες της ΕΤΕΠ δεν έχουν κατανοήσει ότι **οι προβλέψεις του προτύπου ISO 14686 εφαρμόζονται κατά περίπτωση, ανάλογα με τη γεωλογία της περιοχής, το είδος της υδρογεώτρησης και τον αντικειμενικό σκοπό του έργου**. Για αυτό το λόγο υιοθετήθηκε μία υπερβολική διατύπωση, η οποία οδηγεί σε παραλογισμούς στο σχεδιασμό των έργων και σε υπέρμετρη αύξηση των δαπανών υλοποίησής τους. Ας δούμε ένα συγκεκριμένο παράδειγμα για να γίνει πλήρως κατανοητό το πρόβλημα που δημιουργείται.

Έστω ότι ένας Δήμος επιθυμεί την κατασκευή μίας γεώτρησης με σωλήνωση ονομαστικής διαμέτρου 4" και βάθους 100 m, προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες άρδευσης του χορτοτάπητα ενός γηπέδου ποδοσφαίρου. Συνεπώς, πρόκειται για ένα έργο κατασκευής μίας απλής υδρογεώτρησης παροχής 15 ως 20 m³/h, χωρίς ειδικές κατασκευαστικές απαιτήσεις, χωρίς εξεζητημένες απαιτήσεις προσδιορισμού των παραμέτρων διαπερατότητας, k, υδρομεταβιβαστικότητας, T και συντελεστή εναποθήκευσης S, χωρίς απαιτήσεις διερεύνησης υδρογεωλογικών ορίων και χωρίς απαίτηση για πλήρη μελέτη και περιγραφή του κώνου πτώσης στάθμης. Αντικειμενικός σκοπός του έργου είναι η κατασκευή μίας μικρής υδρογεώτρησης για την κάλυψη των αναγκών ενός γηπέδου ποδοσφαίρου, όχι η εκπόνηση υδρογεωλογικής μελέτης για τον πλήρη υδρογεωλογικό χαρακτηρισμό ενός Υπόγειου Υδατικού Συστήματος.

Όπως είναι διατυπωμένο το επίμαχο εδάφιο της παρ. 4.1 της νέας ΕΤΕΠ, στο έργο του παραδείγματος πρέπει να προβλεφθεί η κατασκευή τουλάχιστον τεσσάρων επιπλέον γεωτρήσεων (πιεζομέτρων) παρατήρησης, συνολικού μήκους 400 m με σωλήνωση ονομαστικής διαμέτρου 2". Η προσθήκη αυτών των πιεζομέτρων παρατήρησης, τουλάχιστον θα διπλασιάσει τον προϋπολογισμό κατασκευής του έργου και θα αυξήσει την έκταση γης που απαιτείται για την υλοποίησή του.

Έπειτα από τα ανωτέρω, προτείνεται η τροποποίηση της επίμαχης παραγράφου ως εξής:

«Σημείωση: Ο αριθμός, οι θέσεις και τα χαρακτηριστικά των γεωτρήσεων (πιεζομέτρων) παρατήρησης (observation wells) περιμετρικά της παραγωγικής γεώτρησης θα καθορίζονται στην Υδρογεωλογική Μελέτη του έργου, σύμφωνα με τις προβλέψεις του Προτύπου ISO 14686 και ανάλογα με τους αντικειμενικούς σκοπούς του έργου.»

4.2. Απαιτήσεις εξοπλισμού δοκιμαστικής άντλησης

- α. Στην παρ. 4.2 της νέας ΕΤΕΠ πρέπει να προστεθεί η παράγραφος σχετικά με τη συσκευή pitot (βλέπε σχόλιο παρ. 3.2).
- β. Στην παρ. 4.2 της νέας ΕΤΕΠ πρέπει να γίνεται αναφορά στις κάτωθι συσκευές μέτρησης, οι οποίες πρέπει να διατίθενται σε αριθμό επαρκή ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες λειτουργίας του εργοταξίου:
 - (1) Συσκευές μέτρησης παροχής
 - Υδρόμετρο
 - Συσκευή Pitot
 - Συσκευές ακροφυσίου (σύμφωνα με το πρότυπο ASTM D5716/D5716M-20)
 - (2) Ηλεκτρικό σταθμήμετρο ακριβείας 0,5-1,0 cm χωρητικού τύπου (capacitance level gauge)
 - (3) Κώνοι Imhoff, σύμφωνα με το πρότυπο DIN 12672:2001-10

- (4) Συσσκευή Rossum Sand Tester, σύμφωνα με την προδιαγραφή ANSI/AWWA A100-20
- (5) Χρονόμετρα
- (6) Φορητό αγωγιμόμετρο για την μέτρηση της θερμοκρασίας και της αγωγιμότητας του νερού

γ. Το εργοτάξιο κατασκευής υδρογεώτρησης είναι ένας χώρος με στοιχειώδεις εγκαταστάσεις και μάλλον περιορισμένες δυνατότητες χρήσης εξεζητημένου μετρητικού εξοπλισμού. Όσο πιο απλές και ανθεκτικές είναι οι μετρητικές διατάξεις και συσκευές τόσο το καλύτερο.

Ειδικά σε ότι αφορά στον εξοπλισμό μέτρησης παροχής, υπάρχει η προδιαγραφή ASTM D5737/D5737M-19 Standard Guide for Methods for Measuring Well Discharge, η οποία παρέχει μία συγκεντρωτική καταγραφή σχετικών μεθόδων.

Η πιο απλή μέθοδος μέτρησης παροχής είναι ο συνδυασμός μηχανικού υδρομέτρου / χρονομέτρου, εξαιτίας της απλότητας του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού. Είναι όμως αναγκαίο να επισημανθεί ότι η τοποθέτηση του υδρομέτρου πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή έτσι ώστε η ροή να είναι γραμμική, ενώ ο σωλήνας μεταφοράς νερού πρέπει να είναι πλήρης. Επίσης τονίζεται ότι το υδρόμετρο μπορεί να καταστραφεί σε συνθήκες τυρβώδους ροής ή σε περίπτωση που το νερό έχει μεγάλη περιεκτικότητα μεταφερόμενης αμμοιλίδας.

Η συσκευή pitot είναι βιομηχανικός εξοπλισμός μέτρησης ροής, η οποία απαιτεί προσεκτική εγκατάσταση στη σωλήνωση εκροής νερού, βαθμονόμηση και ενδεχομένως απαιτεί τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι συσκευές ακροφυσίου δεν απαιτούν ηλεκτρικό ρεύμα για τη λειτουργία τους και δεν έχουν κινούμενα μέρη, συνεπώς είναι πιθανότερα οι καταλληλότερες διατάξεις για εργοταξιακή χρήση. Όμως για την κατασκευή τους απαιτείται προσεκτική εργασία σε μηχανουργείο για την κοπή και επεξεργασία μεταλλικών εξαρτημάτων με αυστηρές γεωμετρικές απαιτήσεις.

Σε ότι αφορά στην μέτρηση της περιεκτικότητας του νερού σε αμμοιλή, σχετικός σχολιασμός υπάρχει στην κατωτέρω παρ. 5.1.β.

δ. Η παρ. (3) της παρ. 4.2 της νέας ΕΤΕΠ σχετικά με το αντλητικό συγκρότημα πρέπει να τροποποιηθεί ως εξής:

*«Αντλητικό συγκρότημα εφοδιασμένο με διάταξη ρύθμισης παροχής (π.χ. δικλείδα)
ή και με τη δυνατότητα συνεχούς λειτουργίας επί μακρόν.»*

ε. Το τελευταίο εδάφιο της παρ. 4.2 της νέας ΕΤΕΠ πρέπει να τροποποιηθεί ως εξής:

«Ο Ανάδοχος πρέπει να υποβάλλει στην Αρμόδια Αρχή φάκελο με τα τεχνικά στοιχεία και χαρακτηριστικά του ως άνω εξοπλισμού και πρόσφατες εκθέσεις βαθμονόμησης σε ισχύ των μετρητικών διατάξεων και συσκευών.»

Σε αυτό το σημείο είναι αναγκαίο να επισημανθεί ότι στη χώρα μας δυστυχώς δεν υπάρχει ανεπτυγμένη κουλτούρα συστηματικών μετρήσεων και τεκμηρίωσης παρατηρήσεων. Για παράδειγμα, υπάρχουν ακόμα κάποιοι «επαγγελματίες» του αντικειμένου κατασκευής υδρογεωτρήσεων που επιμένουν να «μετρούν» τη στάθμη νερού πετώντας πέτρες ή σκοινιά με βαρίδια μέσα στη σωλήνωση της γεώτρησης.

Με αυτό το δεδομένο η εφαρμογή της συγκεκριμένης παραγράφου μπορεί να αποδειχθεί μόνιμο και διαρκές σημείο τριβής μεταξύ των εμπλεκόμενων Υπηρεσιών και των Αναδόχων υλοποίησης έργων υδρογεωτρήσεων.

5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η επικεφαλίδα με αριθμό 5.1 και τίτλο «Δοκιμαστικές αντλήσεις» της νέας ΕΤΕΠ δεν έχει λόγο ύπαρξης και πρέπει να διαγραφεί. Επιπλέον, οι επικεφαλίδες 5.1.1 ως και 5.1.4 μπορούν να αριθμηθούν εκ νέου ως 5.1, 5.2, 5.3 και 5.4 αντίστοιχα.

5.1. Γενικά

- α. Η παρ. (1) του πέμπτου εδαφίου της παρ. 5.1.1 της ΕΤΕΠ σχετικά με το είδος των διενεργούμενων μετρήσεων πρέπει να τροποποιηθεί ως εξής:

«Μέτρηση στάθμης νερού με ηλεκτρικό(ά) σταθμήμετρο(α) στην υδρογεώτρηση και στο δορυφόρο πιεζόμετρο στις γεωτρήσεις / πιεζόμετρα παρατήρησης.»

- β. Στην παρ. (2) του πέμπτου εδαφίου της παρ. 5.1.1 της ΕΤΕΠ σχετικά με το είδος των διενεργούμενων μετρήσεων αναφέρονται μεταξύ άλλων οι εφαρμοστέες μέθοδοι για τη μέτρηση της περιεκτικότητας του αντλούμενου νερού σε αμμοϊλύ. Οι μέθοδοι που αναφέρονται έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

(1) Sand content kit, σύμφωνα με το πρότυπο ASTM D4381/D4381M-22

Η συγκεκριμένα δοκιμή εφαρμόζεται για τη μέτρηση της περιεκτικότητας σε άμμου υδατικών διατρητικών ρευστών, με ή χωρίς μπεντονίτη. Η διαβάθμιση γυάλινου σωλήνα της συσκευής καλύπτει το εύρος τιμών από 0 ως 20% κατ' όγκο, ενώ η ελάχιστη διαβάθμιση του σωλήνα αντιστοιχεί σε τιμή 0,25% κατ' όγκο ή 250 ppm κατ' όγκο.

Με αυτά τα δεδομένα η δοκιμή είναι ακατάλληλη για τη μέτρηση της περιεκτικότητας άμμου στο νερό που αντλείται από μία υδρογεώτρηση και τον έλεγχο συμμόρφωσης με τα ανώτερα αποδεκτά όρια που αναφέρονται στην ανωτέρω παρ. 4.ε.

(2) Κώνος Imhoff, σύμφωνα με το πρότυπο DIN 12672:2001-10

Η ελάχιστη διαβάθμιση του κώνου αντιστοιχεί σε όγκο 0.1 ml για όγκο δείγματος 1000 ml, δηλαδή 0.0001% κατ' όγκο ή 100 ppm κατ' όγκο.

Με αυτά τα δεδομένα η δοκιμή είναι κατάλληλη για την αξιολόγηση της προόδου των εργασιών ανάπτυξης – καθαρισμού μίας υδρογεώτρησης στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης. Η δοκιμή είναι εντελώς ακατάλληλη για τον έλεγχο συμμόρφωσης με τα ανώτερα αποδεκτά όρια που αναφέρονται στην ανωτέρω παρ. 4.ε.

(3) Rossum Sand Tester (RST), σύμφωνα με την προδιαγραφή ANSI/AWWA A100-20

Η συσκευή έχει τη δυνατότητα να μετρά περιεκτικότητες σε άμμο μεγαλύτερες από 0,5 ppm κατ' όγκο. Συνεπώς, η δοκιμή αυτή είναι η μοναδική που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της περιεκτικότητας του αντλούμενου νερού σε αμμοϊλύ και για τον έλεγχο συμμόρφωσης με τα ανώτερα αποδεκτά όρια που αναφέρονται στην ανωτέρω παρ. 4.ε.

- γ. Στην παρ. (2) του πέμπτου εδαφίου της παρ. 5.1.1 της ΕΤΕΠ πρέπει να εξεταστεί το ενδεχόμενο εκτέλεσης δοκιμής μέτρησης και ελέγχου της θολότητας του αντλούμενου ύδατος σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 7027, τουλάχιστον για υδρογεωτρήσεις που προορίζονται για υδρευτική χρήση (βλέπε ανωτέρω παρ. 4.δ).

- δ. Το έκτο εδάφιο της παρ. 5.1.1 της ΕΤΕΠ, το οποίο αναφέρει:

«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.).»

πρέπει να μεταφερθεί και ενσωματωθεί στην παρ. 7 της νέας ΕΤΕΠ, η οποία αφορά στον τρόπο επιμέτρησης εργασιών.

- ε. Δεδομένου ότι μετρήσεις στάθμης πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια της δοκιμής άντλησης κατά βαθμίδες, της δοκιμής άντλησης σταθερής παροχής και της παρακολούθησης επαναφοράς στάθμης, είναι αναγκαίο να μεταφερθούν στο τέλος της παρ. 5.1.1 τα αντίστοιχα εδάφια της παρ. 5.1.2 που αφορούν στη συχνότητα μετρήσεων στάθμης και στον ορισμό του χρόνου επαναφοράς. Τα εδάφια αυτά είναι:

«Στη συνέχεια προδιαγράφεται η ελάχιστη συχνότητα λήψης μετρήσεων στάθμης στην αντλούμενη γεώτρηση και στις γεωτρήσεις / πιεζόμετρα παρατήρησης 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)*

<i>Χρόνος από την έναρξη της δοκιμής άντλησης</i>	<i>Συχνότητα μετρήσεων στάθμης υπόγειου νερού</i>
<i>0-10 min</i>	<i>0,5 min ή 1 min</i>
<i>10-20 min</i>	<i>2 min</i>
<i>20-60 min</i>	<i>5 min</i>
<i>60-100 min</i>	<i>10 min</i>
<i>100-300 min</i>	<i>20 min</i>
<i>300-1.000 min</i>	<i>50 min</i>
<i>1.000-3.000 min</i>	<i>100 min</i>
<i>>3.000 min</i>	<i>200 min</i>

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 95% (οποιοδήποτε από τα δύο συμβεί πρώτο).»

- στ. Επισημαίνεται ειδικά η πρόταση για τροποποίηση του ορισμού του χρόνου επαναφοράς, υιοθετώντας ελάχιστο όριο 95% για την επαναφορά στάθμης.
- ζ. Σημειώνεται ότι η συχνότητα λήψης μετρήσεων στάθμης του ανωτέρω πίνακα 1 πρέπει να ισχύει και να εφαρμόζεται και για τη λήψη μετρήσεων στις γεωτρήσεις / πιεζόμετρα παρατήρησης.
- η. Επίσης, επισημαίνεται η ανεδαφική απαίτηση του πίνακα 1 για τη λήψη μετρήσεων στάθμης κάθε 30 sec στην αντλούμενη γεώτρηση, εξαιτίας του αρχικά ταχύτατου ρυθμού μεταβολής της στάθμης κατά το πρώτο δεκάλεπτο μετά την έναρξη της άντλησης (ή μετά την αλλαγή παροχής ή μετά τη διακοπή της άντλησης).

Για αυτό το λόγο ο ανωτέρω πίνακας 1 πρέπει οπωσδήποτε να συνοδεύεται από τη σημείωση 2 της παρ. 4.6.2 του προτύπου ISO 14686:2003, προφανώς σε ελληνική μετάφραση:

“It is desirable, when possible, to make measurements of water level in observation wells at 30 s intervals during the first 10 min of a test. Where a digital readout of water level is possible, or when one person measures water levels manually while a second person records them, measurements may be made at 30 s intervals. Where only one person is available, and measurements are taken manually, it is advisable for 1 min intervals to be used during this period.

In the pumped well, it is difficult to measure water levels at close time intervals at the beginning of the test because of the rapid drawdown. The intervals between measurements should be as short as possible during the first 10 min, providing that the measurements are accurate.”

5.2. Δοκιμαστική άντληση κατά βαθμίδες

- α. Υπενθυμίζονται οι αναγκαίες τροποποιήσεις που υποδείχθηκαν στις ανωτέρω παρ. 5.1.ε ως και 5.1.η.
- β. Η διαδικασία που περιγράφεται στην παρ. 5.1.2 της ΕΤΕΠ αντιστοιχεί στην διαδικασία των παρ. 4.3.3 και 6.3.3.1 (consecutive-step test) του προτύπου ISO 14686. Όμως, σε κάποιο έργο είναι πιθανό να απαιτηθεί η πραγματοποίηση άντλησης κατά βαθμίδες σύμφωνα με τη διαδικασία των παρ. 4.3.3 και 6.3.3.3 (intermittent-step test) του προτύπου ISO 14686.

Συνεπώς, είναι αναγκαίο η νέα ΕΤΕΠ να παρέχει τη δυνατότητα και την ευελιξία εναλλακτικού σχεδιασμού της δοκιμαστικής άντλησης κατά βαθμίδες, σύμφωνα με τις προβλέψεις της Υδρογεωλογικής Μελέτης και των Τευχών Δημοπράτησης του έργου, ανάλογα με τους αντικειμενικούς σκοπούς του έργου και σύμφωνα με τις κατευθύνσεις του Προτύπου ISO 14686.

5.3. Δοκιμαστική άντληση σταθερής παροχής

- α. Στο δεύτερο εδάφιο της παρ. 5.1.3 της ΕΤΕΠ αναφέρεται μεταξύ άλλων ότι:

«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.»

Προτείνεται η διάρκεια της δοκιμής άντλησης μεγάλης διάρκειας και σταθερής παροχής να αυξηθεί στις 72 h για ελεύθερους υδροφορείς, έτσι ώστε να υιοθετηθεί η σύσταση του παραρτήματος G της προδιαγραφής ANSI/AWWA A100-20.

- β. Τα τελευταία δύο εδάφια της παρ. 5.1.3. της ΕΤΕΠ αναφέρουν:

«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.»

Η διατύπωση αυτή απαγορεύει ρητά και καθολικά την ενσωμάτωση δειγματοληψιών και χημικών αναλύσεων αντλούμενου ύδατος στο φυσικό αντικείμενο των εργολαβιών κατασκευής ή συντήρησης υδρογεωτρήσεων. Είναι ακατανόητη και απροσδιόριστη η αιτία για την οποία υιοθετήθηκε αυτή η απόλυτη απαγόρευση στη νέα ΕΤΕΠ, γενικώς για όλες τις εργολαβίες που περιλαμβάνουν φυσικό αντικείμενο δοκιμαστικών αντλήσεων υδρογεωτρήσεων. Συνεπώς, είναι αναγκαίο αυτή η διατύπωση να επανεξεταστεί.

Οι δειγματοληψίες και χημικές αναλύσεις νερού μπορούν να πραγματοποιούνται είτε (i) από τον Ανάδοχο στα πλαίσια της σύμβασης εκτέλεσης του έργου, προφανώς χρησιμοποιώντας διαπιστευμένα εργαστήρια, είτε (ii) από τον Κύριο του Έργου, χρησιμοποιώντας διαπιστευμένα εργαστήρια ιδιοκτησίας του, ή (iii) από τον Κύριο του Έργου, χρησιμοποιώντας συμβεβλημένα και διαπιστευμένα εργαστήρια ιδιοκτησίας άλλων φορέων, δημόσιων ή ιδιωτικών.

Η επιλογή της μεθόδου πρέπει να ανήκει στην αποκλειστική αρμοδιότητα και ευθύνη του ΚτΕ, σύμφωνα με τις προτάσεις της Υδρογεωλογικής Μελέτης του έργου, ανάλογα με το σχεδιασμό και τους αντικειμενικούς σκοπούς της εργολαβίας, ανάλογα με τους κανόνες χρηματοδότησης της εργολαβίας και ανάλογα με το γενικότερο προγραμματικό σχεδιασμό του ΚτΕ.

5.4. Αστοχίες αντλητικών δοκιμασιών

Το πρώτο εδάφιο της παρ. 5.1.4 της νέας ΕΤΕΠ πρέπει να διορθωθεί ως εξής:

«Το νερό που αντλείται πρέπει να διοχετεύεται σε κατάλληλο αποδέκτη και σε επαρκή απόσταση μακριά από την αντλούμενη γεώτρηση και τις γεωτρήσεις / πιεζόμετρα παρατήρησης, έτσι ώστε να μην επηρεάζεται η εξέλιξη της δοκιμής.»

6. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Δεν διατυπώνονται σχόλια.

7. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

- α. Είναι χρήσιμο να δοθεί ένας ορισμός του «πεδίου υδρογεωτρήσεων». Για τις ανάγκες τις παρούσας τεχνικής έκθεσης χρησιμοποιείται ο ακόλουθος ορισμός:

«Πεδίο υδρογεωτρήσεων είναι ο προσδιορισμένος γεωγραφικός χώρος, με παρεμφερή γεωλογικά χαρακτηριστικά, εντός του οποίου σχεδιάζεται είτε η κατασκευή νέων είτε η δοκιμασία υφιστάμενων υδρογεωτρήσεων.»

- β. Το πρώτο εδάφιο της παρ. 7 της νέας ΕΤΕΠ αναφέρει ότι:

«1. Η εισκόμιση και αποκόμιση εξοπλισμού επιμετράται κατ' αποκοπή ανά πεδίο υδρογεωτρήσεων, ανεξαρτήτως του αριθμού των γεωτρήσεων του πεδίου.»

Έστω ότι μία εργολαβία περιλαμβάνει την κατασκευή κάποιου αριθμού υδρογεωτρήσεων σε ένα πεδίο υδρογεωτρήσεων. Προφανώς, όλες οι υδρογεωτρήσεις δεν είναι ίδιες, ακόμα και αν ανήκουν στο ίδιο πεδίο υδρογεωτρήσεων (π.χ. μία γεώτρηση μπορεί να έχει σωλήνωση ονομαστικής διαμέτρου 12" και βάθος 100 m, ενώ μία άλλη στο ίδιο πεδίο υδρογεωτρήσεων να έχει σωλήνωση ονομαστικής διαμέτρου 8" και βάθος 250 m). Συνεπώς θα απαιτηθεί η εισκόμιση διαφορετικών αντλιών για την εκτέλεση των δοκιμών άντλησης. Εναλλακτικά, ενδέχεται ο σχεδιασμός της εργολαβίας να προβλέπει την ταυτόχρονη διεξαγωγή αντλήσεων σε διαφορετικές γεωτρήσεις.

Σε αυτές τις περιπτώσεις, πόσες φορές θα επιμετρηθεί «κατ' αποκοπή» η εισκόμιση και αποκόμιση του αντλητικού εξοπλισμού στο «πεδίο υδρογεωτρήσεων»;

Προφανώς είναι χρήσιμο να επανεξεταστεί η φρασεολογία του εν λόγω εδαφίου, έτσι ώστε να μην υπάρχει περιθώριο παρερμηνειών.

Επίσης, θεωρείται αναγκαίο η αμοιβή εισκόμισης – αποκόμισης να υπολογίζεται μεν κατ' αποκοπή ή ανά τεμάχιο, αλλά να διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος του αναγκαίου εξοπλισμού (είδος αντλίας, τεχνικά χαρακτηριστικά αντλίας, διάμετρος σωλήνων αντλητικής στήλης, βάθος τοποθέτησης αντλίας, μήκος καλωδίων, ανάγκη χρήσης Η/Ζ, απαιτούμενα οχήματα – φορτηγά – γερανοί κ.ο.κ.) και τις εργατώρες απασχόλησης προσωπικού.

- γ. Το δεύτερο εδάφιο της παρ. 7 της νέας ΕΤΕΠ αναφέρει ότι:

«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.»

Ομοίως, όπως και στην περίπτωση του πρώτου εδαφίου της παρ. 7, θεωρείται αναγκαίο η αμοιβή μεταφοράς από θέση σε θέση να υπολογίζεται μεν κατ' αποκοπή, αλλά να διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος του αναγκαίου εξοπλισμού (είδος αντλίας, τεχνικά χαρακτηριστικά αντλίας, διάμετρος σωλήνων αντλητικής στήλης, βάθος τοποθέτησης αντλίας, μήκος καλωδίων, ανάγκη χρήσης Η/Ζ, απαιτούμενα οχήματα – φορτηγά – γερανοί κ.ο.κ.) και τις εργατώρες απασχόλησης προσωπικού.

- δ. Το τρίτο εδάφιο της παρ. 7 της νέας ΕΤΕΠ αναφέρει ότι:

«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.»

Όπως είναι διατυπωμένο το υπόψη εδάφιο, σαφώς ορίζεται ότι επιμετρώνται μόνο οι ώρες λειτουργίας του αντλητικού συγκροτήματος, ενώ δεν προβλέπεται η επιμέτρηση της εργασίας παρακολούθησης

στάθμης πριν την έναρξη και μετά την παύση λειτουργίας της αντλίας (τεκμηρίωση συνθηκών ηρεμίας πριν την άντληση και δοκιμή επαναφοράς στάθμης μετά την άντληση). Επίσης, δε λαμβάνεται υπόψη η εργασία παρακολούθησης στάθμης σε γεωτρήσεις / πιεζόμετρα παρατήρησης.

Αυτή η παράλειψη μπορεί να μοιάζει επουσιώδης στον αναγνώστη, αλλά σε όσους έχουν σχεδιάσει και εκτελέσει δοκιμές άντλησης είναι σαφώς ουσιώδης. Αρκεί το ακόλουθο παράδειγμα για να γίνει αντιληπτό το πρόβλημα:

Έστω ότι πραγματοποιείται δοκιμή άντλησης σταθερής παροχής διάρκειας 72 h σε γεώτρηση που εκμεταλλεύεται έναν ελεύθερο υδροφορέα. Η δοκιμή συμπληρώνεται με την παρακολούθηση τεσσάρων πιεζομέτρων παρατήρησης (βλέπε παρ. 4.1 της νέας ΕΤΕΠ), ενώ μετά την ολοκλήρωση του χρόνου λειτουργίας της αντλίας ακολουθεί και δοκιμή παρακολούθησης επαναφοράς στάθμης, η οποία μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 72 h επιπλέον. Κατά το χρόνο επαναφοράς στάθμης προφανώς η αντλία δε θα λειτουργεί (συνεπώς δε θα επιμετρύται εργασία), αλλά πέντε εργαζόμενοι θα πρέπει να βρίσκονται σε ετοιμότητα επιτόπου του έργου για να λαμβάνουν μετρήσεις στάθμης.

Προτείνεται συνεπώς η ακόλουθη μεθοδολογία για την επιμέτρηση των εργασιών εκτέλεσης δοκιμών άντλησης και λήψης δεδομένων / μετρήσεων:

- Λειτουργία αντλίας, επιμετρούμενη ανά ώρα εκτέλεσης δοκιμής άντλησης. Η αμοιβή πρέπει να διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού (αποσβέσεις χρήσης εξοπλισμού, κατανάλωση καυσίμων αν είναι αναγκαία η χρήση Η/Ζ ή κινητήρα εσωτερικής καύσης).

Στην αμοιβή δεν πρέπει να περιλαμβάνεται η αποζημίωση απασχόλησης προσωπικού και χρήσης οργάνων / εξοπλισμού για την εκτέλεση μετρήσεων πάσης φύσεως (παροχή, περιεκτικότητα άμμου, θερμοκρασία, αγωγιμότητα, μετρήσεις στάθμης) και για τη σύνταξη της Τεχνικής Έκθεσης.

- Παρακολούθηση δοκιμών άντλησης και εκτέλεση μετρήσεων, επιμετρούμενη ανά ώρα παρακολούθησης και ανά σημείο παρατήρησης. Η επιμέτρηση θα αφορά τόσο στις ώρες λειτουργίας αντλίας, όσο και στην εργασία παρακολούθησης στάθμης πριν την έναρξη και μετά την παύση λειτουργίας της αντλίας (τεκμηρίωση συνθηκών ηρεμίας πριν την άντληση και δοκιμή επαναφοράς στάθμης μετά την άντληση). Η επιμέτρηση πρέπει επίσης να γίνεται χωριστά για την δοκιμαζόμενη γεώτρηση και για κάθε μία από τις γεωτρήσεις / πιεζόμετρα παρατήρησης.

Στην αμοιβή πρέπει να περιλαμβάνεται η αποζημίωση απασχόλησης προσωπικού και χρήσης οργάνων / εξοπλισμού για την εκτέλεση μετρήσεων πάσης φύσεως (παροχή, περιεκτικότητα άμμου, θερμοκρασία, αγωγιμότητα, μετρήσεις στάθμης) και για τη σύνταξη της Τεχνικής Έκθεσης.

ε. Υπενθυμίζεται ότι το έκτο εδάφιο της παρ. 5.1 της νέας ΕΤΕΠ:

«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.).»

πρέπει να μεταφερθεί και ενσωματωθεί στο τέλος της παρ. 7 της νέας ΕΤΕΠ.

8. ΟΡΟΙ ΥΓΕΙΑΣ, ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ του ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Οι πηγές κινδύνων κατά την εκτέλεση των εργασιών δοκιμαστικών αντλήσεων (παρ. Α.2 Παραρτήματος Α της ΕΤΕΠ) πρέπει να συμπληρωθούν με τα ακόλουθα:

- Ανατροπή φορτηγών αυτοκινήτων και γερανών κατά τη διάρκεια των εργασιών τοποθέτησης και απομάκρυνσης του αντλητικού εξοπλισμού.
- Παραγωγή επικίνδυνων (εύφλεκτων ή τοξικών ή θερμών) ρευστών (αέρια ή υγρά) από την υδρογέωση κατά τη διάρκεια των αντλήσεων.
- Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος), σε περίπτωση που δεν υπάρχει ή δεν επαρκεί η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.
- Κινητήρας εσωτερικής καύσης και σύστημα μετάδοσης κίνησης σε αντλία κατακόρυφου άξονα.

9. ΤΕΛΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

9.1. Διάκριση δημόσιων αρχών

Σύμφωνα με το Ν.4412/2016 στη μελέτη ή στην κατασκευή ενός δημόσιου έργου εμπλέκονται:

- α. ο Κύριος του Έργου (ΚτΕ)
- β. ο Φορέας Κατασκευής του Έργου
- γ. η Προϊσταμένη Αρχή
- δ. η Διευθύνουσα Υπηρεσία
- ε. ο Ανάδοχος

Στην εξεταζόμενη ΕΤΕΠ χρησιμοποιείται εκτεταμένα ο όρος «Αρμόδια Αρχή», η οποία είναι οπωσδήποτε διαφορετική από τον ΚτΕ (βλέπε εδάφια 4 και 5 της παρ. 5.1.3 της ΕΤΕΠ). Είναι επιβεβλημένο να διευκρινιστεί ποια είναι η «Αρμόδια Αρχή» στο πλαίσιο εφαρμογής της ΕΤΕΠ.

9.2. Προδιαγραφή ISO 14686

Όπως αναφέρθηκε ήδη στην παρ. 3.1 της παρούσας τεχνικής έκθεσης, η προδιαγραφή ISO 14686 έχει βαρύνουσα σημασία για την ουσιαστική εφαρμογή της νέας ΕΤΕΠ, παρά το γεγονός ότι δεν έχει υιοθετηθεί ούτε από τον ΕΛ.Ο.Τ. ούτε από τη C.E.N. Είναι απολύτως αναγκαίο **η προδιαγραφή ISO να διανέμεται μαζί με την ΕΤΕΠ, κατά προτίμηση σε ελληνική μετάφραση, έτσι ώστε όλοι οι εμπλεκόμενοι στην εφαρμογή της νέας ΕΤΕΠ να έχουν πλήρη γνώση των προβλέψεών της.**

9.3. Βιβλιογραφικές αναφορές

Ως γνωστόν, κατά τη συγγραφή ενός οποιουδήποτε κειμένου, π.χ. μίας επιστημονικής εργασίας, ενός τεχνικού συγγράμματος, μίας τεχνικής προδιαγραφής, μίας μελέτης κ.ο.κ., είθισται να μην γίνεται αντιγραφή και χρήση αυτούσιων κειμένων. Εφόσον αυτό δεν μπορεί να αποφευχθεί, επιβάλλεται να μνημονεύεται τουλάχιστον βιβλιογραφικά η πηγή προέλευσης του κειμένου.

Δυστυχώς, κατά τη σύνταξη της νέας ΕΤΕΠ αυτή η βασική δεοντολογική αρχή δεν τηρήθηκε.

Πιο συγκεκριμένα, εκτεταμένα τμήματα των παρ. 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3 και 5.1.4 της νέας ΕΤΕΠ προέρχονται από την παρ. 23.13 της Ειδικής Συγγραφής Υποχρεώσεων του έργου με τίτλο «Κατασκευή νέας υδρογεώτρησης στην Τ.Κ. Σεβαστής, Δ. Ε. Κορινού, Δήμου Κατερίνης», αριθ. έργου 138/2017 του Δήμου Κατερίνης (ΑΔΑΜ: 17PROC002496857 2017-12-28). Η υπόψη Ε.Σ.Υ. συντάχθηκε από τον Δρ Αγαμέμνονα Ψυρίλλο, Π.Ε. Γεωτεχνικών (Γεωλόγος) β. Α', που υπηρετεί στη Δ.Τ.Υ. Δήμου Κατερίνης και επίσης συνέταξε την παρούσα Τεχνική Έκθεση.

Σημειώνεται εν τέλει το παράδοξο φαινόμενο, ένας δημόσιος φορέας όπως ο ΕΛ.Ο.Τ. να μη χρησιμοποιεί στελέχη δημόσιων υπηρεσιών για τη σύνταξη και τον έλεγχο των νέων προδιαγραφών που αφορούν στην υλοποίηση δημόσιων έργων, αλλά να ανέχεται την αντιγραφή των κειμένων που συντάσσουν αυτά τα στελέχη, χωρίς καν να γίνεται μία τυπική βιβλιογραφική αναφορά. Η παραδοξότητα επιτείνεται από το γεγονός ότι ο ΕΛ.Ο.Τ. δηλώνει ότι «Όλα τα δικαιώματα έχουν κατοχυρωθεί.» και θέτει και το σύμβολο ©.

10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-06-00:2009 – Δοκιμαστικές αντλήσεις υδρογεώτρησης αποτελούσε την πρώτη υλοποίηση Ε.ΤΕ.Π. για το συγκεκριμένο τεχνικό αντικείμενο. Η συγκεκριμένη προδιαγραφή παρουσίαζε πολλαπλές ελλείψεις και ασάφειες, με συνέπεια να είναι δυσχερής η τεχνική περιγραφή – κοστολόγηση των έργων και η σύνταξη των αντίστοιχων τευχών δημοπράτησης.

Με δύο λόγια, αυτή η παλαιά προδιαγραφή μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένα γενικόλογο ευχολόγιο που δεν προσέφερε στις εμπλεκόμενες Δημόσιες Υπηρεσίες, στους Μελετητές και στους Εργολήπτες Κατασκευής Έργων Υδρογεωτρήσεων, τα αναγκαία εργαλεία για την υλοποίηση ποιοτικών έργων υδρογεωτρήσεων.

Η νέα προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-06-00:2023 Δοκιμαστικές αντλήσεις υδρογεώτρησης, γενικώς αποτελεί μία αξιόλογη προσπάθεια για τη βελτίωση του τεχνικού πλαισίου μελέτης-σχεδιασμού, υλοποίησης και επίβλεψης εργασιών δοκιμαστικών αντλήσεων υδρογεωτρήσεων.

Εφόσον υιοθετηθούν οι προτάσεις διορθώσεων και τροποποιήσεων της παρούσας τεχνικής έκθεσης, τότε θα δημιουργηθεί μία προδιαγραφή πραγματικά γενικής εφαρμογής, η οποία θα αποτελέσει το εφαλτήριο για ριζική αναβάθμιση της ποιότητας των εκτελούμενων δοκιμών άντλησης υδρογεωτρήσεων.

Κατ' αυτό τον τρόπο θα καταστεί επιτέλους εφικτή η αξιολόγηση του πραγματικού παραγωγικού δυναμικού των νέων και των υφιστάμενων υδρογεωτρήσεων, παρέχοντας ταυτόχρονα αξιόπιστα δεδομένα για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των Υπόγειων Υδατικών Συστημάτων.

Όμως, ασχέτως των προβλέψεων της νέας ΕΤΕΠ, είναι αναγκαίο να επισημανθεί ότι **αν δεν αλλάξει ο τρόπος επιμέτρησης και τιμολόγησης των εργασιών δοκιμαστικών αντλήσεων στο Περιγραφικό Τιμολόγιο Υδραυλικών Έργων**, τότε η νέα ΕΤΕΠ θα παραμείνει ουσιαστικά ανεφάρμοστη.

ο συντάξας
Κατερίνη, 13 Ιουλίου 2023


Δρ Αγαμέμνων Ψυρίλλος
Π.Ε. Γεωτεχνικών (Γεωλόγος) β. Α'
(α.μ. ΓΕΩΤ.Ε.Ε. 4-02506)



Θεωρήθηκε
Ο Διευθυντής
Δ.Τ.Υ. Δήμου Κατερίνης
Κατερίνη, 13 Ιουλίου 2023


Γεώργιος Παλαιοσελίτης
Π.Ε. Αγρ. Τοπ. Μηχανικός β. Α'

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-09-06-00:2023

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ**

**HELLENIC TECHNICAL
SPECIFICATION**



Δοκιμαστικές αντλήσεις υδρογεώτρησης

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.

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 επωφελή 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 δεκατέσσερις (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 μεταβιβατικότητα 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.

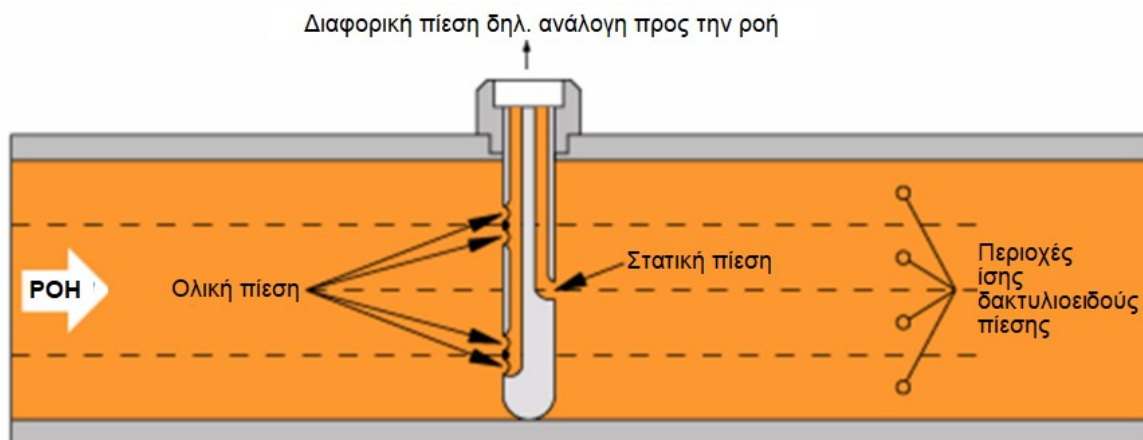
Πριν από την έναρξη της δοκιμαστικής άντλησης μετράται η αρχική στάθμη του υπόγειου νερού στη γεώτρηση και μετά τη διακοπή της μετράται η επαναφορά της στάθμης. Πρέπει να σημειωθεί ότι, οι μετρήσεις επαναφοράς της στάθμης αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα κάθε δοκιμαστικής άντλησης.

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

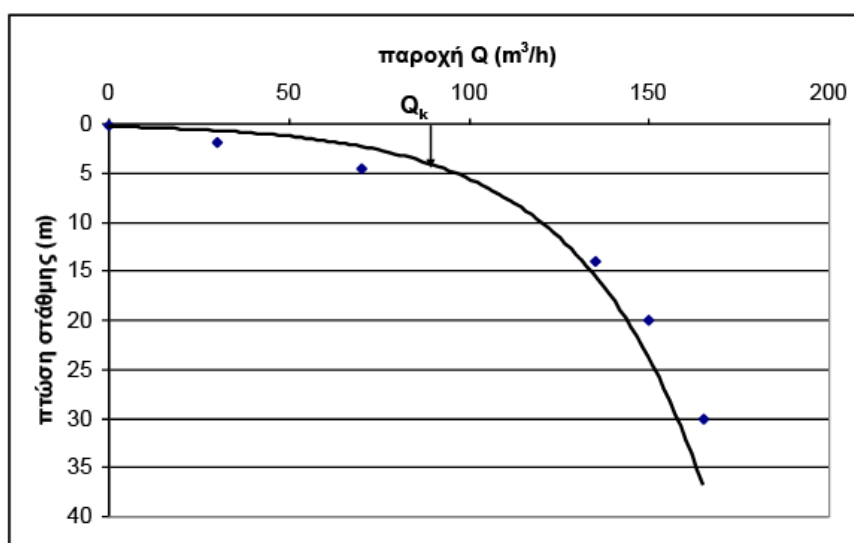
3.3 Κρίσιμη παροχή

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 μετριέται 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 περιόδου διαυγές.

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

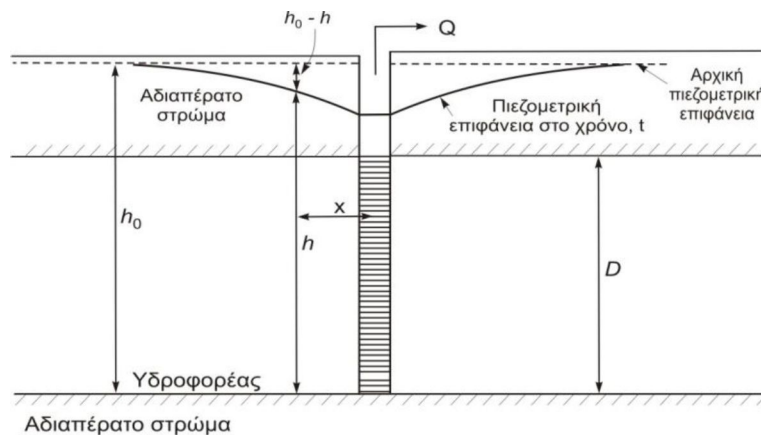
4.1 Ελάχιστες απαιτήσεις εκτέλεσης δοκιμαστικών αντλήσεων - Βασικές παραδοχές

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 μεταβιβατικότητας 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 υδροφορέα

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 υδροφορέα 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 προοδευτικά 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 ουσιώδη 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 υδρογεώτρησης 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.*