

CROWNE PLAZA

**ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ**

**ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΚΑΙ**  
**ΕΠΑΝΑΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΑΝΤΛΟΥΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ**  
**ΥΔΡΟΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ**

**CROWNE PLAZA**

**ΣΤΗ ΛΕΜΕΣΟ**

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ-ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ, 2021

---

***GEOINVEST LTD - ΓΕΩΕΡΕΥΝΑ***

***Applied Geology – Geotechnics – Materials Testing  
Environmental Engineering***

Viotechniki Periochi Aglantzias No.10, P.O.Box 20476, 2152 Aglantzia,  
Tel: 22 33 00 93, Fax : 22 33 01 18, E-mail : [geoinvest@cytanet.com.cy](mailto:geoinvest@cytanet.com.cy)  
Web: <http://www.geoinvest.com.cy>



*Celebrating 34 Years of Excellence in Testing*  
&  
*14 Years of CYS EN ISO/IEC 17025 Accreditation*



03/02/2021  
X\Geotech2021\Medcon

MEDCON CONSTRUCTION LTD,  
Υπόψη: κ. Γιάννου Τομπάζου,  
Λευκωσία.

Κύριοι,

**ΘΕΜΑ: ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΑΝΤΛΟΥΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ CROWNE PLAZA ΣΤΗ ΛΕΜΕΣΟ**

Υποβάλλουμε την έκθεση για το πιο πάνω θέμα.

Τα αποτελέσματα είναι πολύ ενθαρρυντικά, τόσο όσον αφορά τις δυνατότητες άντλησης όσο και όσον αφορά τη δυνατότητα επανα-εισαγωγής της ποσότητας του υπόγειου νερού που θα πρέπει να αντλείται για ταπείνωση της στάθμης του στο απαιτούμενο επίπεδο.

Οι εργασίες υπαίθρου και η αξιολόγηση τους έγιναν με βάση αποδεκτές πρακτικές και ειδικά λογισμικά.

Στη διάθεση σας για τυχόν διευκρινήσεις ή επιπρόσθετες πληροφορίες επί του θέματος.

Με εκτίμηση,



**Ανδρέας Σιαθάς,**  
(Γεωλόγος - Διευθύνων Σύμβουλος)

## Περιεχόμενα

Περιεχόμενα .....	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	5
2. ΓΕΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	7
3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	7
4. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	10
5. ΕΙΣΡΟΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΚΣΚΑΦΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ ΕΚΣΚΑΦΗΣ.....	14
5.1. ΈΛΕΓΧΟΣ/ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ .....	14
5.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	16
5.2.1. ΣΗΜΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗΣ .....	16
5.2.2. ΡΥΘΜΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ .....	17
6. ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΚΑΤΑ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ .....	19
6.1. ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ.....	19
6.2. ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	19
6.2.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΑΝΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.....	20
6.2.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΦΡΕΑΤΩΝ ΕΠΑΝΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ .....	20
7. ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ .....	21
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 .....	23
ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΩΝ ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ .....	23
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 .....	30
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	30
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 .....	38
ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ .....	38
<b>Εικόνα 1. Τοποθεσία χώρου μελέτης.....</b>	<b>5</b>
<b>Εικόνα 2. Σχέδιο Επεκτάσεων.....</b>	<b>6</b>
<b>Εικόνα 3. Τομές Υπογείου.....</b>	<b>6</b>
<b>Εικόνα 4. Γεωλογία ευρύτερης περιοχής.....</b>	<b>9</b>
<b>Εικόνα 5. Θέσεις γεωτρήσεων και γεωλογικής τομής στο χώρο του έργου .....</b>	<b>9</b>
<b>Εικόνα 6. Γεωλογική τομή στο χώρο του έργου .....</b>	<b>10</b>
<b>Εικόνα 7. Χρόνος (min) VS Πτώση/Ανοδος Στάθμης (m) .....</b>	<b>12</b>
<b>Εικόνα 8. Theis Recovery Method – Pumping Well (αναλυτικά στο παράρτημα 1).....</b>	<b>13</b>
<b>Εικόνα 9. Ανάλυση δοκιμαστικής άντλησης με στοιχεία από γειτονικό τεμάχιο, προσαρμοσμένα στις συνθήκες του υπό μελέτη χώρου (αναλυτικά στο παράρτημα 1) .....</b>	<b>13</b>
<b>Εικόνα 10. Μέθοδοι αποστράγγισης ανάλογα με την τιμή διαπερατότητας του εδάφους .....</b>	<b>14</b>

Εικόνα 11. Κατά προσέγγιση εύρος εφαρμογής μεθόδων αποστράγγισης .....	15
Εικόνα 12. Έλεγχος υπογείου νερού με τη χρήση αντλιών και τοίχων αποκοπής πλευρικής εισροής. Στην υπό μελέτη περιοχή ισχύει η περίπτωση c. ....	15
Εικόνα 13. Θέσεις φρεάτων/γεωτρήσεων.....	17
Εικόνα 14. Θέσεις φρεατίων (Sump Wells), βαθιών γεωτρήσεων επαναεισαγωγής, τάφρων και δεξαμενών καθίζησης.....	18

## ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΑΝΤΛΟΥΜΕΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟΝ ΥΔΡΟΦΟΡΕΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ CROWNE PLAZA ΣΤΗ ΛΕΜΕΣΟ

**ΣΥΝΟΨΗ:** Στο χώρο επέκτασης του ξενοδοχείου CROWNE PLAZA στη Λεμεσό, που περιλαμβάνει και υπόγειο, έχει γίνει, κατ' εντολή του ιδιοκτήτη και των μελετητών, μελέτη για την αποστράγγιση της εκσκαφής με βάση στοιχεία που λήφθηκαν κατά την γεωτεχνική έρευνα που εκτελέστηκε στο συγκεκριμένο χώρο το 2017, αλλά και από άλλες παρόμοιες μελέτες που έγιναν στη παρακείμενη, πλησίον περιοχή από την εταιρεία GEOINVEST LTD. Οι μελέτες αυτές περιέλαβαν, πέραν του γεωτεχνικού μέρους και υδρογεωλογικές έρευνες με συμπερίληψη εργαστηριακών και επί τόπου δοκιμών διαπερατότητας και δοκιμαστικών αντλήσεων για καθορισμό των υδραυλικών παραμέτρων του υπεδάφους. Σε κάποιες από αυτές έγινε και έλεγχος δυνατότητας διήθησης και επανα-εισαγωγής του αντλούμενου νερού μέσω φρεάτων και δεξαμενών στο υπέδαφος.

Τα αποτελέσματα, αφού αξιολογήθηκαν από τους ειδικούς της εταιρείας μας και ειδικούς συμβούλους, δείχνουν ότι είναι πολύ ενθαρρυντικά, τόσο όσον αφορά τις δυνατότητες άντλησης όσο και όσον αφορά τη δυνατότητα επανα-εισαγωγής της ποσότητας του υπόγειου νερού, που θα πρέπει να αντλείται για ταπείνωση της στάθμης του στο απαιτούμενο επίπεδο. Πράγμα απαραίτητο για δημιουργία των κατάλληλων, στεγνών συνθηκών για ανέγερση της σκοπούμενης κατασκευής.

Η έκταση του υπογείου και κατ' επέκταση της εκσκαφής δεν είναι πολύ μεγάλη, γεγονός που θα έχει σαν αποτέλεσμα μικρές ποσότητες άντλησης για ταπείνωση της στάθμης του υπόγειου νερού. Η ταπείνωση της στάθμης θα περιοριστεί στα 1.6 μέτρα κάτω από την μέση στατική στάθμη του υπόγειου νερού σε μια έκταση της τάξης των περίπου 1300 τ.μ. Λόγω της μικρής έκτασης και του μικρού βάθους ταπείνωσης της στάθμης οι εργασίες μπορούν να γίνουν σε ένα στάδιο.

Στα πλαίσια της μελέτης εκτιμήθηκε η αναγκαία ποσότητα νερού που θα πρέπει να αντληθεί, ο αριθμός των σημείων άντλησης και των σημείων επαναφοράς του νερού στο υπέδαφος.

Με βάση στοιχεία της εταιρείας μας, παρατηρείται μεγάλη μεταβλητότητα στη διαπερατότητα κατά μήκος της παραλιακής ζώνης της Λεμεσού, με διακυμάνσεις μεταξύ 1.2 – 52 μέτρα/μέρα. Η συνολική διαπερατότητα του υπεδάφους στο χώρο του έργου μέχρι το βάθος ταπείνωσης της στάθμης, εκτιμήθηκε στη βάση των διαθέσιμων στοιχείων, στα ~8 μέτρα ανά μέρα. Ο καθορισμός βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό στα στοιχεία που λήφθηκαν στο συγκεκριμένο χώρο και από μελέτες που έγιναν σε παρακείμενα, πολύ κοντινά οικόπεδα.

Για την διευκόλυνση των εργασιών, απαιτείται κατασκευή διαφραγματικού τοίχου βάθους 15 μέτρων τόσο για την στήριξη των πρσανών της εκσκαφής όσο και για την αποτροπή οριζόντιας ροής προς την εκσκαφή, αφού ο τοίχος θα διεισδύσει 2-3 τουλάχιστον μέτρα μέσα σε εδάφη με χαμηλή διαπερατότητα. Το νερό δηλαδή που βρίσκεται μέσα στα ψηλής διαπερατότητας εδάφη που εντοπίζονται μεταξύ 2 και 12 μέτρων θα εγκλωβιστεί με την κατασκευή του διαφραγματικού τοίχου. Η ροή εντός της εκσκαφής θα περιορίζεται στη βάση της μέσα από χαμηλής περατότητας εδάφη και δεν θα ξεπερνά, στην πιο ακραία περίπτωση τα 118 m<sup>3</sup> /μέτρα.

Η άντληση θα περιοριστεί σε μικρό βάθος και θα προτιμηθούν αβαθή φρεάτια ενωμένα μεταξύ τους με τάφρο στην οποία θα τοποθετηθεί χαλίκι για να μην καταρρέουν τα τοιχώματα της. Η

επαναισαγωγή μπορεί να γίνει είτε με 6 αβαθή (12 μέτρα) φρέατα είτε με 3-4 βαθιά φρέατα, της τάξης των 35-40 μέτρων, που θα πρέπει να τοποθετηθούν περιμετρικά, εκτός της εκσκαφής για να διατηρηθεί η στατική στάθμη του υπόγειου νερού στο υφιστάμενο επίπεδο.

Μέσα στη διαδικασία άντλησης – επαναισαγωγής θα πρέπει να μπει και η διαδικασία καθαρισμού του αντλούμενου νερού από τα αιωρούμενα, λεπτομερή στερεά σωματίδια για να μην κλείνουν οι πόροι του εδάφους στα σημεία επαναισαγωγής.

Επειδή οι υπολογισμοί έγιναν για το χειρότερο σενάριο είναι πολύ πιθανό οι ποσότητες να είναι αρκετά πιο μικρές οπότεν αντί επαναισαγωγής στο υπέδαφος θα μπορούσε να μεταφέρεται το νερό με βυτιοφόρα σε αδειοδοτημένο χώρο για απόρριψη. Πράγμα που θα αξιολογηθεί ξανά με την έναρξη της άντλησης και αφού επέλθει η ταπείνωση της στάθμης στο απαιτούμενο επίπεδο. Στη συνέχεια θα αντλείται μόνο το νερό που θα εισέρχεται στην εκσκαφή στη βάση της, μέσω ενός χαμηλής διαπερατότητας στρώματος. Δεν απορρίπτεται επίσης η πιθανότητα απόρριψης του νερού στη θάλασσα εάν και εφ' όσον αποδειχτεί πως δεν θα υπάρχουν σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και ληφθούν οι απαραίτητες άδειες. Έγιναν για το σκοπό αυτό και οι απαιτούμενες χημικές αναλύσεις σε δείγμα νερού που λήφθηκε από τη γεώτρηση στο χώρο του ξενοδοχείου.

Οι εργασίες υπαίθρου και η αξιολόγηση τους έγιναν με βάση αποδεκτές πρακτικές και ειδικά λογισμικά.

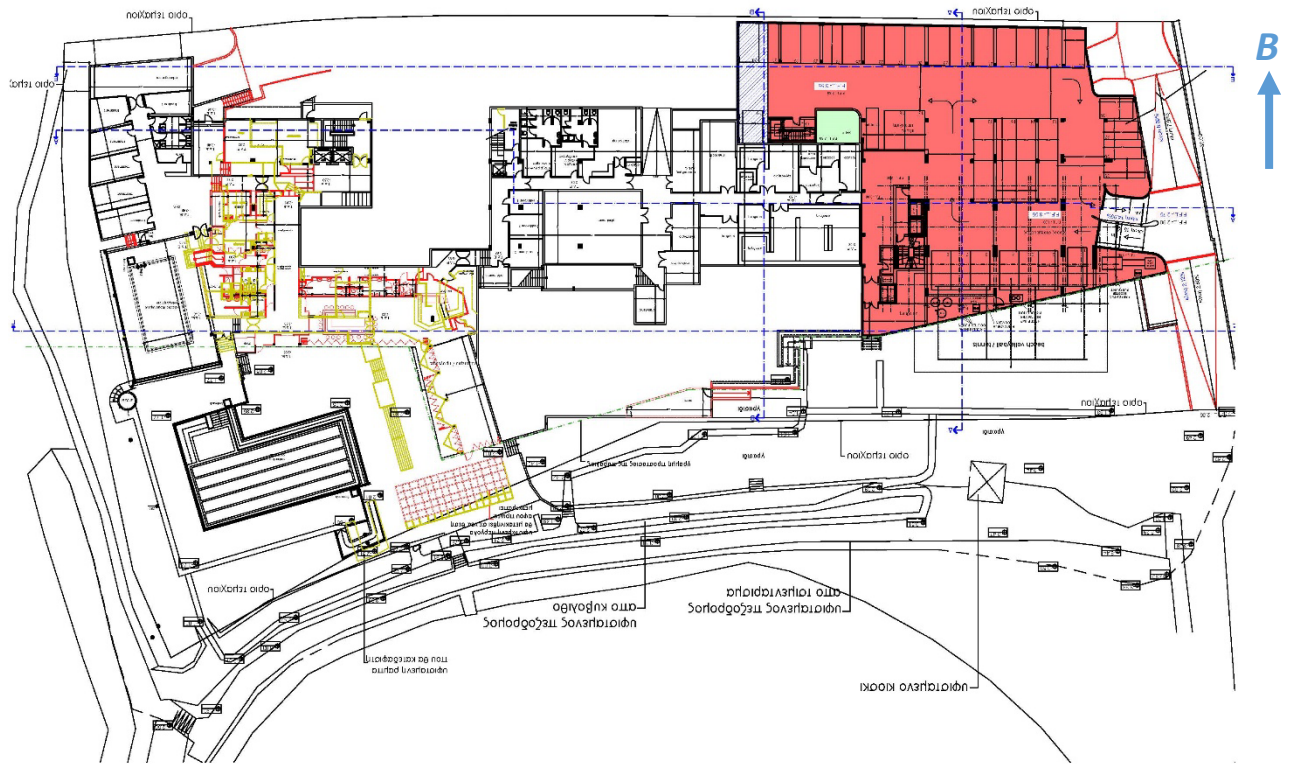
## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα έκθεση παρουσιάζει τα αποτελέσματα εξειδικευμένης μελέτης, σκοπός της οποίας είναι ο καθορισμός των ποσοτήτων άντλησης για ταπείνωση της στάθμης του υπόγειου νερού, της διαδικασίας άντλησης (αριθμός και βάθος σημείων άντλησης), της μεθοδολογίας και του τρόπου διαχείρισης/επαναεισαγωγής του αντλούμενου νερού στο υπέδαφος.

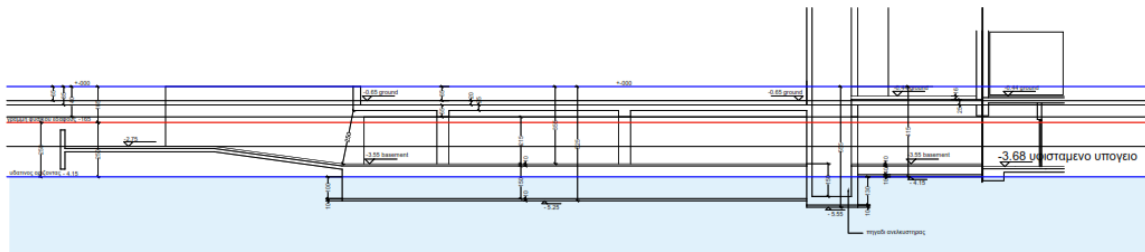
Ο χώρος μελέτης βρίσκεται επί της νότιας πλευράς της Λεωφόρου «Προμαχών Ελευθερίας», κοντά στη συμβολή της με την οδό Γεωργίου Γρίβα Διγενή, στη περιοχή Αγίου Αθανασίου Λεμεσού. Ο χώρος είναι επίπεδος και χρησιμοποιείται σαν χώρος στάθμευσης του ξενοδοχείου CROWNE PLAZA. Οι σκοπούμενες εργασίες επέκτασης περιλαμβάνουν την κατασκευή υπόγειων και ισόγειων χώρων στάθμευσης και επέκτασης του ξενοδοχείου με νέα δωμάτια.



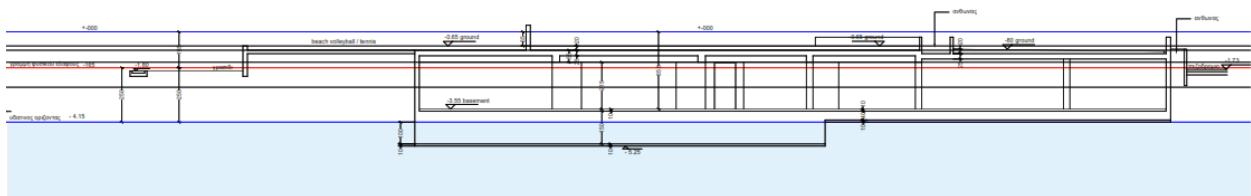
Εικόνα 1. Τοποθεσία χώρου μελέτης



**Εικόνα 2. Σχέδιο Επεκτάσεων**



τομή Α-Α



τομή Δ-Δ

**Εικόνα 3. Τομές Υπογείου**



## 2. ΓΕΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Στο χώρο του σκοπούμενου έργου έχουν αποθεθεί σημαντικές ποσότητες προσχώσεων, της τάξης των αρκετών δεκάδων μέτρων. Ως γνωστό οι ποτάμιες αποθέσεις χαρακτηρίζονται από απότομες εναλλαγές των διαφόρων εδαφολογικών τύπων λόγω του τρόπου δημιουργίας τους (αυξομειώσεις της ροής των ποταμών/χειμάρρων, πλημμύρες, συχνή αλλαγή της κοίτης, κλπ.). Πόσο μάλλον όταν οι προσχώσεις αυτές έχουν αποθεθεί κατά μήκος της ακτογραμμής και έχουν τύχει διεργασίας και από την θάλασσα. Αυτές ακριβώς οι ιδιομορφίες χαρακτηρίζουν και την υπό μελέτη περιοχή. Στα προσχωματικά εδάφη έχει αναπτυχθεί, κατά τόπους πιο έντονα και κατά τόπους λιγότερο έντονα, στρωμάτωση, ή οποία είναι αποτέλεσμα των αλλαγών της κοκκομετρικής διαβάθμισης, του χρώματος και λιγότερο της συμπύκνωσης των εδαφών.

Κάτω από τις προσχώσεις, σε βάθος πέραν των 50-60 μέτρων, ακολουθεί, κατά πάσα πιθανότητα, ο γεωλογικός σχηματισμός Λευκωσίας, που αποτελείται από μάργες και ψαμμίτες. Βόρεια του χώρου μελέτης, και συγκεκριμένα βόρεια του αυτοκινητόδρομου Λευκωσίας – Λεμεσού – Πάφου, εμφανίζονται τα βαθιάς θάλασσας ιζήματα του γεωλογικού σχηματισμού «Πάχνας», που αντιπροσωπεύονται από κρητίδες, μαργαϊκές κρητίδες και κρητιδικές μάργες, ψαμμίτες και ασβεστόλιθους. Η προς νότο κλίση της επαφής των δύο σχηματισμών φαίνεται να είναι σημαντική, γι' αυτό και το πάχος των προσχώσεων είναι μεγάλο.

Ο γεωλογικός συσχετισμός των πιο πάνω με τη γενικότερη γεωλογική δομή της περιοχής παρουσιάζεται στον πίνακα 1 και στο γεωλογικό χάρτη του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης, που παρουσιάζεται στην εικόνα 4, που ακολουθεί.

## 3. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΜΕΛΕΤΗΣ

Όπως γίνεται αντιληπτό από την περιγραφή πιο πάνω, από γεωλογικής άποψης, εντοπίζεται μόνο ένας γεωλογικός σχηματισμός μέχρι το βάθος των 40 μέτρων ώσπου έχουν ανορυχθεί γεωτρήσεις στη περιοχή. Η διαδοχή των διαφόρων εδαφολογικών τύπων, που δομούν το χώρο, με τη κατάταξη τους σε γεωτεχνικές ενότητες, παρουσιάζεται στη σχετική τεχνική έκθεση της γεωτεχνικής έρευνα που έγινε πρόσφατα, τον Ιούλιο-Αύγουστο του 2017. Σε συντομία παρουσιάζονται στη συνέχεια σε συνδυασμό με τη γεωλογική τομή, στην εικόνα 6.

### ➤ Τα προσχωματικά εδάφη (ποτάμιες/θαλάσσιες, παράκτιες αποθέσεις)

Από γεωτεχνικής άποψης οι διάφοροι εδαφολογικοί τύποι κατατάσσονται σε 3 γεωτεχνικούς ορίζοντες ως πιο κάτω,

#### **A) Σύγχρονα Προσχωματικά Εδάφη και Επιχωματώσεις,**

Ο Ορίζοντας αυτός εμφανίζεται στην επιφάνεια και αποτελείται από διάφορα υλικά μέσα στα οποία υπάρχουν και διάφορα οικοδομικά ή άλλης προέλευσης απόβλητα. Υπερτερούν τα χαλίκια που είναι αναμιγμένα με καφέ αμμούχα αργιλοίλυ. Είναι χαμηλής

πυκνότητας και δεν προσφέρονται για έδραση της οικοδομής. Άλλωστε θα μετακινηθούν εφ' όσον προνοείται υπόγειο. Περαιτέρω αναφορά σ' αυτά δεν θεωρείται απαραίτητη.

## Β) Χαλίκια και Άμμοι

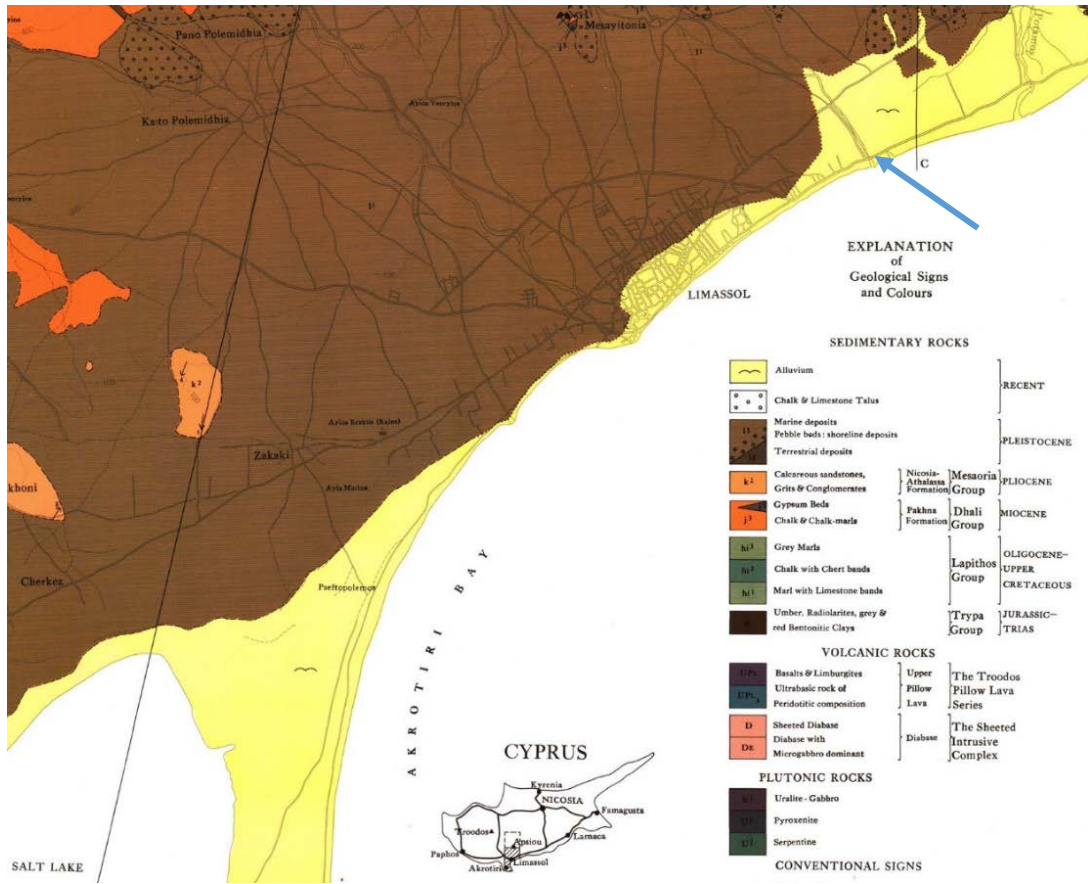
Τα υλικά αυτά εμφανίζονται μεταξύ των οριζόντων Α και Γ σε βάθη μεταξύ 2.5 και 11 ως 12,5 μέτρων. Κατά πάσα πιθανότητα, σύμφωνα με πληροφορίες από γειτονικές περιοχές τα εδάφη αυτά επανεμφανίζονται σε βάθη πέραν των 25-30 μέτρων και πιθανώς να συνεχίζουν σε βάθη πέραν των 40 μέτρων. Συνήθως εμφανίζονται ως εναλλασσόμενα στρώματα χαλικούχων άμμων, αμμοχάλικων και αμμούχων χαλικιών και κροκάλων με παρεμβολές αργιλοϊλύων. Γενικότερα φαίνεται πως υπερτερούν ελαφρώς τα χαλίκια έναντι των άμμων.

## Γ) Αργιλοϊλύες

Οι λεπτόκοκκες προσχώσεις του ορίζοντα αυτού εντοπίζονται σε βάθη μεταξύ 11,0 – 12.5 μέχρι και τα 20 μέτρα, όπου σταμάτησαν οι γεωτρήσεις. Τα χρώματα που κυριαρχούν είναι το μπεζ, ανοικτό καφέ ως ροζ και υποκίτρινο.

*Πίνακας 1: Γενική Στρωματογραφία της ευρύτερης περιοχής*

Approximate Geological Age	Formal lithostratigraphic classification	General description
Quaternary-Recent (Pleistocene to Present!)	Man Made Ground	Made ground in areas of excavations and backfilling
	Recent Alluvium, Colluvium and Residual Soils	Superficial, Alluvial Deposits, mostly clays, silts and sands, rock fragments of gravel and cobble size, all of sedimentary origin
	Recent Beach Deposits	Heterogeneous both fluvial and marine deposits reworked by both the streams and the sea, grey sand, silt, gravel and cobbles of predominantly igneous origin
	Coastal Accumulations (Older Alluvium and River/Marine Terrace Deposits)	Gravelly facies: terrace deposits characterized by a predominant gravel/cobble fraction intercalated with sand either igneous or calcareous, usually cemented.  Sandy/silty/clayey facies: terrace deposits characterized by predominant sand, clay and silt fraction with frequent gravel/cobble lenses, all of predominantly sedimentary origin
Tertiary-Quaternary (Pliocene- lower Pleistocene)	Athalassa Formation	Thinly to thickly laminated sandy marl
		Conglomerate and cemented gravel with sand, marl matrix
Tertiary (Pliocene)	Nicosia Formation	Massive to thickly laminated marl and sandy marl
Tertiary (Upper Miocene/Messinian)	Pakhna/Kalavassos Formation	Gypsum bodies, Marl, sandy marl and chalky marl, locally gypsum bearing
Tertiary (Upper Miocene)	Pakhna/Koronia Limestone	Reef Limestone
Middle to Upper Miocene	Pakhna Upper Sequence	Limestone, Calcarenite Silty Sandstone, Marls, Sandy Limestones, Chalks (Shale – Limestone of Pantazis)
	Pakhna Chalk and Marl sequence	Chalk and Marl
Middle Miocene	Pakhna Lower Sequence	Massive and Cleaved Chalk
	Lefkara Formation	Upper Marl, Chalk and Marl Upper Chalks Chalk and Chert Lower Marl
Paleocene to Eocene	Lefkara Formation	Upper Marl, Chalk and Marl Upper Chalks Chalk and Chert Lower Marl
Upper Campanian/ Maastrichtian	Moni Melange	Olistoliths / Older blocks of quartz sandstone, siltstone, serpentinite and lavas in a bentonitic clay and silty matrix.

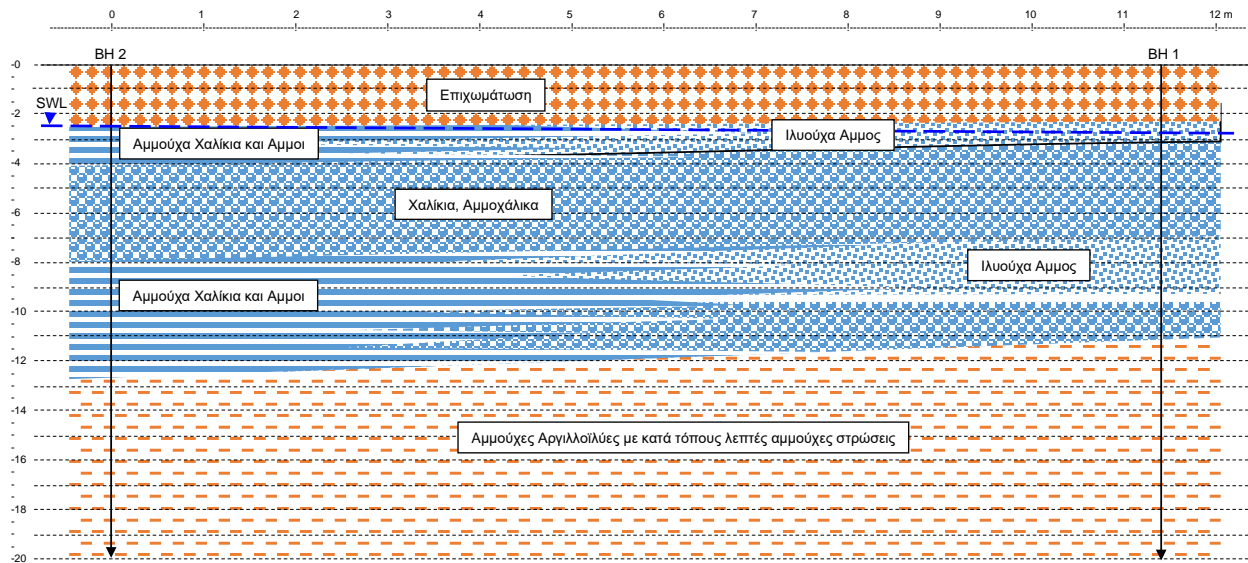


Εικόνα 4. Γεωλογία ευρύτερης περιοχής «Μέρος του χάρτη “Αρσιου-Ακροτιρι Area”, Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης, 1960)



Εικόνα 5. Θέσεις γεωτρήσεων και γεωλογικής τομής στο χώρο του έργου

**ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΤΟΜΗ 1 – 1'**  
Κλίμακα: Κατά Προσέγγιση



**Εικόνα 6. Γεωλογική τομή στο χώρο του έργου**

#### 4. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Σύμφωνα με τα στοιχεία που λήφθηκαν από την γεωτεχνική μελέτη που έγινε στον χώρο το 2017, είχε εντοπιστεί και στις δύο γεωτρήσεις υπόγειο νερό σε σημαντικές ποσότητες στη βάση του ορίζοντα των αμμοχαλίκων, σε βάθη της τάξης των 10-12 μέτρων, ενώ μικρές μόνο ποσότητες βρέθηκαν σε μικρότερα βάθη, της τάξης των 2,5-4,5 μέτρων περίπου. Μεγαλύτερες ποσότητες υπόγειου νερού εκτιμάται ότι εντοπίζεται σε βάθη πέραν των 25-30 μέτρων, σύμφωνα με γεωτρήσεις που ανορύχθηκαν 60 μέτρα βορειότερα και 100 μέτρα βορειοδυτικά του χώρου του ξενοδοχείου. Έχει καταγραφεί η στατική στάθμη λίγη ώρα μετά το πέρας των γεωτρήσεων σε βάθη της τάξης των 2,50-2,70 μέτρων. Επίσης, σύμφωνα με καταγραφές που έγιναν ένα μήνα αργότερα από το συνεργείο μας η στάθμη του υπογείου νερού κυμάνθηκε μεταξύ 2.30-2.70.

Οι τιμές διαπερατότητας που είχαν υπολογιστεί τόσο στο εργαστήριο όσο και επί τόπου στα πλαίσια διαφόρων μελετών, παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα:

**Πίνακας 2. Τιμές υδροπερατότητας**

Τύπος Εδάφους	k, Από εργαστηριακές δοκιμές		k, Από επί τόπου δοκιμές		k, Από δοκιμαστικές αντλήσεις (Overall) στην ευρύτερη παραλιακή ζώνη cm/day (m/d)
	(cm/s)	(cm/day)	(cm/s)	(cm/day)	
Άμμοι	$9.9 \times 10^{-4}$	85.5	$4,1 \times 10^{-4}$ $2,1 \times 10^{-3}$	35-190	0.011 – 0.52 (1.12 – 51.7) Adopted ~8 m/d
Άμμοι - Χαλίκια	$5.6 \times 10^{-3}$	486	$9,60 \times 10^{-3}$ $2,9 \times 10^{-2}$	241 - 2500	
Αργιλοίλυες	$1.9 \times 10^{-5}$	1.64	$2,0 \times 10^{-5}$ $5.7 \times 10^{-6}$	0,22-0,50	

Έγινε επίσης μιας περιορισμένης έκτασης δοκιμαστική άντληση και επαναεισαγωγή νερού στον υδροφορέα. Λόγω της στενότητας του χώρου και της λειτουργίας του ξενοδοχείου δεν ήταν δυνατή η χρήση μεγάλου γεωτρύπανου και η κατασκευή φρεάτων άντλησης και επαναεισαγωγής. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε μια από τις γεωτρήσεις που ανορύχθηκαν για τη γεωτεχνική έρευνα σαν γεώτρηση άντλησης, ενώ σαν γεώτρηση επαναεισαγωγής χρησιμοποιήθηκε υπάρχων στο χώρο λάκκος που χρησιμοποιείται για το πότισμα του πρασίνου. Η μέγιστη δυνατή άντληση ήταν της τάξης των 7.9 κ.μ. ανά ώρα με τη στάθμη να σταθεροποιείται στα 4.5 μ κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή 2 περίπου μέτρα κάτω από την στατική στάθμη του υπόγειου νερού, στη μια ώρα μετά την έναρξη της άντλησης. Η ποσότητα άντλησης σ' αυτό το στάδιο περιορίστηκε στα 5 κ.μ. ανά ώρα. Η άντληση συνεχίστηκε για 10 ώρες κατά τη διάρκεια της οποίας αντλήθηκε συνολική ποσότητα 52.9 κ.μ. (μέση ωριαία 5.29 κ.μ.) Ολόκληρη η ποσότητα διοχετεύτηκε στο λάκκο διαμέτρου ενός μέτρου χωρίς την παραμικρή ανύψωση της στάθμης του. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται πως η ποσότητα που θα πρέπει να αντλείται, μπορεί να περιοριστεί στο ανώτερο μέρος του υδροφορέα, ο εμπλουτισμός του οποίου εξαρτάται, στη πραγματικότητα, κυρίως από τις βροχοπτώσεις και τις πιθανές διαρροές των διαφόρων συστημάτων ύδρευσης, άρδευσης και ενδεχομένως αποχετεύσεων. Σημαντικό είναι να αναφερθεί πως κατά την ανόρυξη των γεωτεχνικών γεωτρήσεων συναντήθηκαν μικρές μόνο ποσότητες στο βάθος των 2.5 – 4.0 μέτρων και στη συνέχεια τα υλικά ήταν στεγνά, μέχρι το βάθος των ~10 μέτρων, όπου εντοπίστηκε ο κύριος υδροφορέας στο συγκεκριμένο χώρο.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η δεύτερη γεώτρηση χρησιμοποιήθηκε σαν παρατηρητής όμως η αντίδραση ήταν πολύ αργή και η πτώση της στάθμης μικρή, λόγω μεγάλης απόστασης και μικρού ρυθμού άντλησης, οπότε δεν μπορούσαν οι μετρήσεις να χρησιμοποιηθούν για καθορισμό των υδραυλικών παραμέτρων με πιο μεγάλη αξιοπιστία από τις παρατηρήσεις στη γεώτρηση - παρατηρητήριο. Γι' αυτό και τότε δεν έγινε οποιαδήποτε αξιολόγηση τους. Στην συνέχεια όμως, και εφ' όσον στο σημερινό στάδιο των αιτήσεων για τις απαιτούμενες αδειοδοτήσεις για επέκταση της ξενοδοχειακής μονάδας, απαιτούνται τα στοιχεία αυτά, έγινε η αξιολόγηση των πληροφοριών που λήφθηκαν τότε από την δοκιμαστική άντληση σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία από την παρακείμενη περιοχή με τις ίδιες ακριβώς υδρογεωλογικές συνθήκες. Οι υδραυλικές παράμετροι του ανώτερου μέρους του υδροφορέα καθορίστηκαν τελικά με:

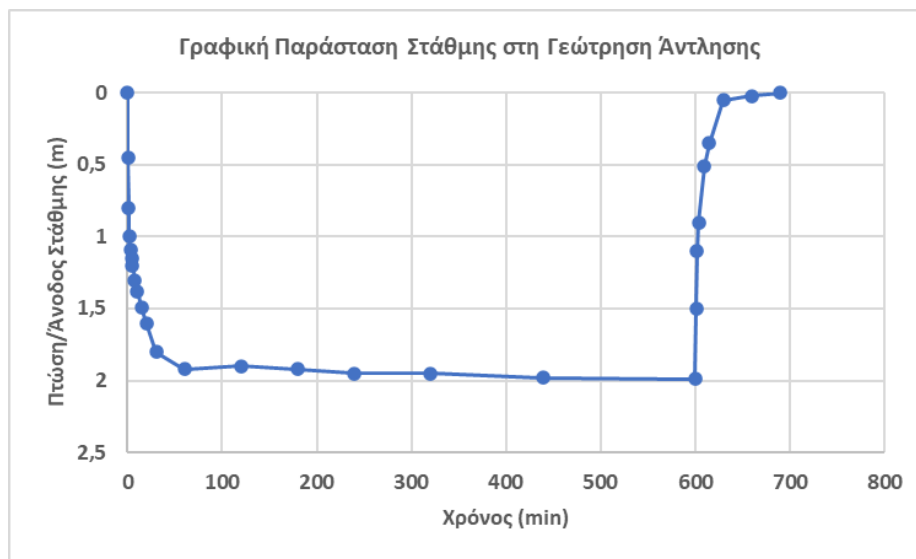
- τις επί τόπου και εργαστηριακές μετρήσεις της διαπερατότητας που έγιναν στα πλαίσια της γεωτεχνικής μελέτης, αξιολογώντας και
- τα αποτελέσματα από την ανάλυση των μετρήσεων πτώσης και επαναφοράς της στάθμης του νερού στην γεώτρηση άντλησης και λαμβάνοντας υπόψη και
- τα αποτελέσματα δοκιμαστικών αντλήσεων σε γειτονικά οικόπεδα.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων στην γεώτρηση άντλησης παρουσιάζονται στο πίνακα 3 και στα γραφήματα στη συνέχεια, πίνακες 3 – 5. Στη συνέχεια παρουσιάζονται και αναλύσεις που έγιναν σε γειτονικό οικόπεδο με παρόμοιες υδρογεωλογικές συνθήκες

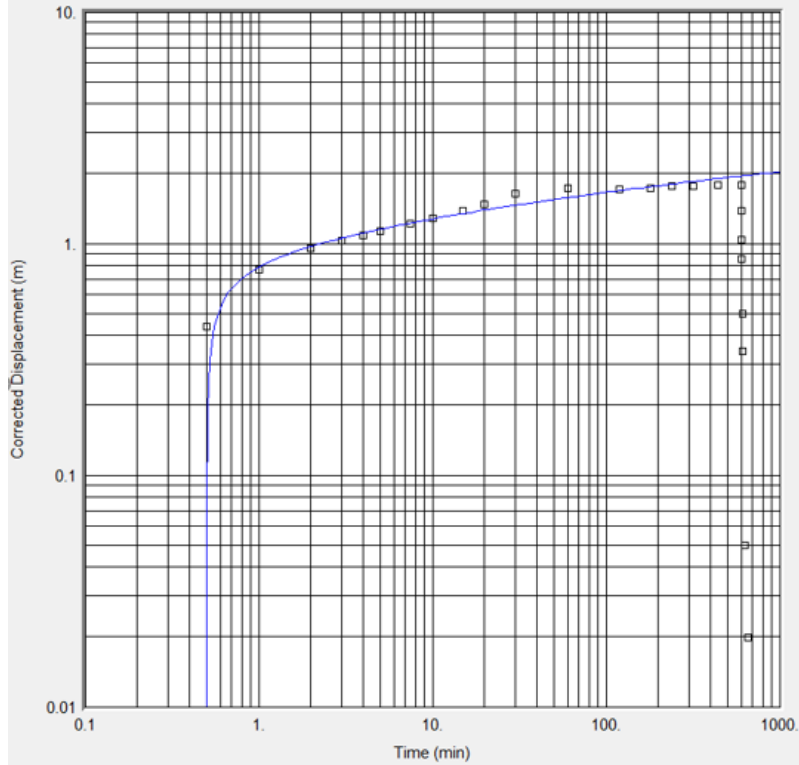
προσαρμοσμένα στη στρωματογραφία του συγκεκριμένου χώρου. Εκτιμάται ότι τα αποτελέσματα είναι πολύ κοντά στη πραγματικότητα.

**Πίνακας 3. Καταγραφή στάθμης στην γεώτρηση άντλησης**

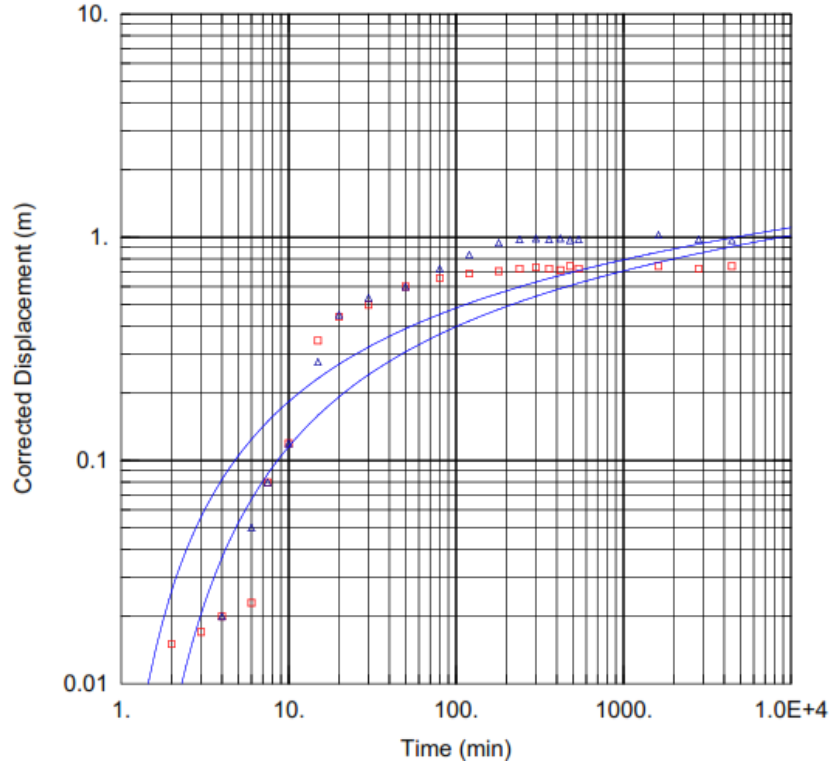
Χρόνος από έναρξη άντλησης (min)	Πτώση στάθμης από στατική m		Χρόνος από έναρξη άντλησης (min)	Επαναφορά στάθμης m	
<b>Ρυθμός άντλησης 7.9 m<sup>3</sup>/H</b>					
0,00	2,50	0	601	4,00	0.49
0,50	2.95	0.45	602	3,60	0.89
1.00	3.30	0.80	604	3,40	1.09
2.00	3.50	1.00	610	3,01	1.48
3.00	3.59	1.09	615	2,85	1.64
4.00	3.65	1.15	630	2,55	1.94
5.00	3.70	1.20	660	2,52	1.97
7.50	3.80	1.30	690	2,50	1,99
10.0	3.88	1.38			
15.0	3.99	1.49			
20.0	4.10	1.60			
30.0	4.30	1.80			
<b>Ρυθμός άντλησης 5 m<sup>3</sup>/H</b>					
60.0	4.42	1.92			
120	4.40	1.90			
180	4.42	1.92			
240	4.45	1.95			
320	4.45	1.95			
440	4.48	1.98			
600	4.49	1.99			



**Εικόνα 7. Χρόνος (min) VS Πτώση/Άνοδος Στάθμης (m)**



Εικόνα 8. Theis Recovery Method – Pumping Well (αναλυτικά στο παράρτημα 1)



Εικόνα 9. Ανάλυση δοκιμαστικής άντλησης με στοιχεία από γειτονικό τεμάχιο, προσαρμοσμένα στις συνθήκες του υπό μελέτη χώρου (αναλυτικά στο παράρτημα 1)

## 5. ΕΙΣΡΟΗ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΚΣΚΑΦΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ ΕΚΣΚΑΦΗΣ

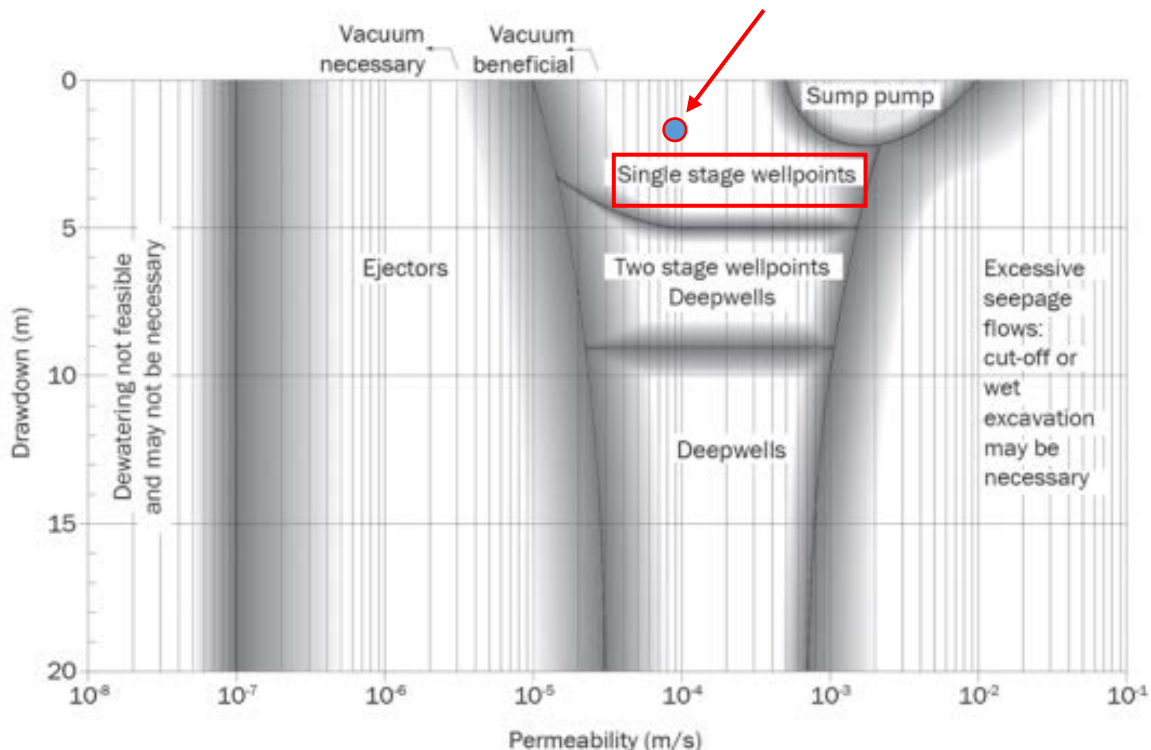
Για λόγους ασφάλειας, η στάθμη του υπογείου νερού πρέπει να ταπεινωθεί κατά μισό μέτρο πιο κάτω από το επίπεδο εκσκαφής, δηλαδή, στα 4.10 μέτρα κάτω από την υφιστάμενη επιφάνεια του εδάφους και 1.6 μέτρα κάτω από τη στατική στάθμη του υπόγειου νερού.

### 5.1. ΈΛΕΓΧΟΣ/ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΣΤΑΘΜΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

Διάφορες τεχνικές ελέγχου και διαχείρισης της στάθμης του υπογείου νερού παρουσιάζονται στην τεχνική έκθεση CIRIA 515 (Ground Water Control, Design and Practice). Η επιλογή της κατάλληλης τεχνικής διαχείρισης εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως:

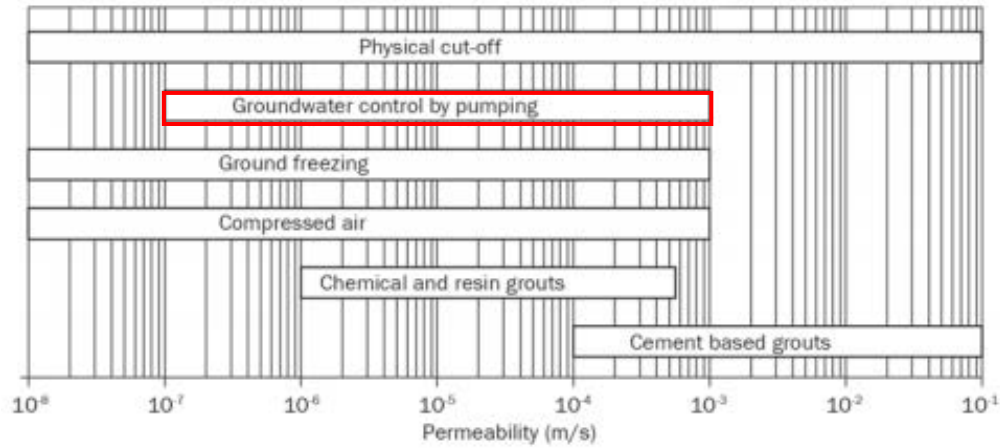
- Λιθολογία/Στρωματογραφία
- Διαπερατότητα εδαφών
- Βάθος και διαστάσεις εκσκαφής
- Το απαιτούμενο βάθος ταπείνωσης της στάθμης του υπογείου νερού
- Η διαχείριση του νερού που έχει εξαχθεί.

Η προτεινόμενη μέθοδος ελέγχου και διαχείρισης του υπογείου νερού μπορεί να αποφασισθεί βάσει των πιο κάτω εικόνων από την τεχνική έκθεση CIRIA 515.

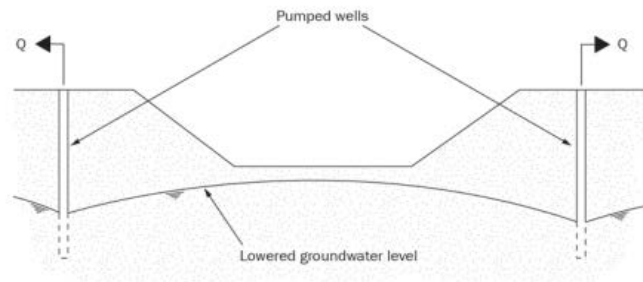


Εικόνα 10. Μέθοδοι αποστράγγισης ανάλογα με την τιμή διαπερατότητας του εδάφους

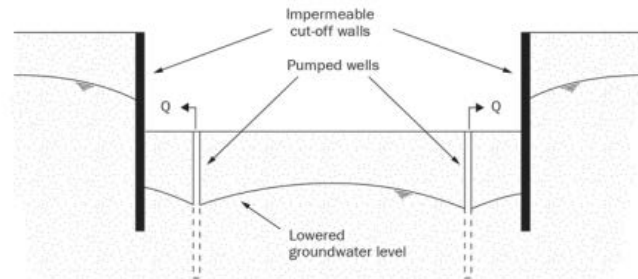




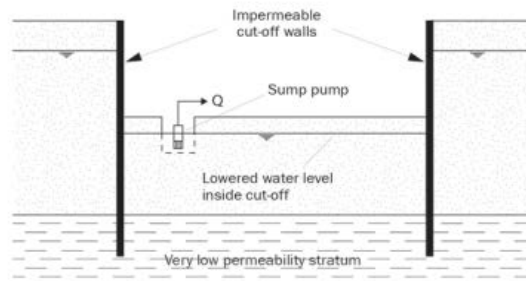
Εικόνα 11. Κατά προσέγγιση εύρος εφαρμογής μεθόδων αποστράγγισης



a) Excavation with battered slopes and external wells



b) Excavation with a retaining wall and wells to prevent water ingress through the base



c) Excavation completely protected by a physical cut-off wall (retaining walls toeing into an impermeable stratum)

Εικόνα 12. Έλεγχος υπογείου νερού με τη χρήση αντλιών και τοίχων αποκοπής πλευρικής εισροής. Στην υπό μελέτη περιοχή ισχύει η περίπτωση c.

Για τον αποτελεσματικό έλεγχο, αποφυγή ή ελαχιστοποίηση της πλευρικής εισροής νερού στην εκσκαφή, η πιο αξιόπιστη λύση είναι η κατασκευή μόνιμου περιμετρικού τοίχου – cutoff wall (διαφραγματικός ή τεμνόμενοι πάσσαλοι), ο οποίος θα εκτείνεται 2-3 περίπου μέτρα εντός των αργιλλοϊλύων οι οποίες είναι χαμηλής διαπερατότητας. Με αυτό τον τρόπο θα επιτευχθεί η υδατοστεγάνωση της εκσκαφής πλευρικά, η οποία θα ευνοήσει την αποτελεσματική και πιο γρήγορη αποστράγγιση του εδάφους αφού η εισροή από τη βάση της εκσκαφής δεν αναμένεται να είναι μεγάλη λόγω της χαμηλής διαπερατότητας παρουσίας των αργιλλοϊλύων. Η κατασκευή τοίχου με χαλύβδινη πασσάλωση? (sheet piling) θα μπορούσε επίσης να βοηθήσει σημαντικά εφ' όσον είναι επιτυχής στην μόνωση της εκσκαφής.

Με την υδατοστεγάνωση των τοίχων της εκσκαφής η πλευρική ροή θα μειωθεί στο ελάχιστο και οι μόνες άξιες λόγου ποσότητες ροής νερού θα προέρχονται μόνο από την βάση της εκσκαφής. Λαμβάνοντας υπόψη τη στρωματογραφία των εδαφών, την διαπερατότητα τους, το βάθος του υπόγειου νερού, το βάθος και το εμβαδόν της εκσκαφής καθώς και την κατασκευή του περιμετρικού τοίχου, έχει υπολογιστεί η αναμενόμενη εισροή νερού από τη βάση της εκσκαφής η οποία, στο ακραίο σενάριο είναι της τάξης των  $\sim 118 \text{ m}^3/\text{day}$  όπως αναφέρεται στη συνέχεια και στο κεφάλαιο 5.

## 5.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

Οι υπολογισμοί αποστράγγισης του υπογείου νερού από το έδαφος έγιναν με τη βοήθεια του λογισμικού DC-Dewatering v.5.20. Στους υπολογισμούς έχουν ληφθεί υπόψη οι πιο κάτω παράμετροι:

- Οι διαστάσεις της εκσκαφής
- Οι διαπερατότητα των στρωμάτων
- Το πορώδες του εδάφους
- Τα φαινόμενα βάρη των εδαφών
- Το βάθος της στάθμης του υπογείου νερού
- Το επιθυμητό βάθος ταπείνωσης της στάθμης του υπογείου νερού
- Η χρήση περιμετρικού τοίχου που θα αποκόπτει την πλευρική εισροή νερού στην εκσκαφή και
- Ο ρυθμός εισροής νερού από τη βάση της εκσκαφής

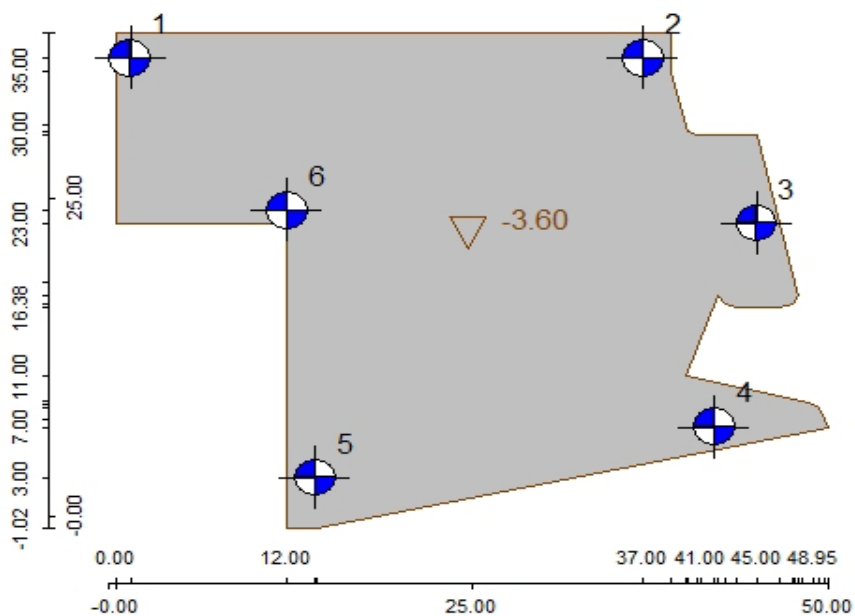
### 5.2.1. ΣΗΜΕΙΑ ΑΝΤΛΗΣΗΣ

Η επιφάνεια της εκσκαφής είναι της τάξης των  $\sim 1300 \text{ m}^2$  με το τελικό βάθος της να φτάνει στα 3,60 μέτρα περίπου κάτω από την υφιστάμενη επιφάνεια της εκσκαφής (ένα περίπου μέτρο κάτω από την στατική επιφάνεια του νερού). Για να αποστραγγιστεί το υπέδαφος, η στάθμη του νερού θα πρέπει να ταπεινωθεί τουλάχιστο 0,5 μέτρο κάτω από την κατώτατη επιφάνεια της πλάκας του υπογείου (3.60μ), δηλαδή στα 4.10 μ. Το κορεσμένο σε νερό πάχος του υπεδάφους το οποίο θα πρέπει να αποστραγγιστεί θα κυμανθεί γύρω στα 1,60 μέτρα.

Τα σημεία άντλησης (βαθιά φρέατα/γεωτρήσεις) προτείνεται να τοποθετηθούν εντός του χώρου εκσκαφής όπως φαίνεται στην εικόνα 13 πιο κάτω. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς θα ήταν καλό να φτάνουν στα 7,50 μέτρα βάθος, περίπου 3.5 μέτρα κάτω από την επιθυμητή πτώση της στάθμης και να έχουν διάμετρο 80 εκατοστά. Οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες των φρεάτων με αναφορές στη διάμετρο της σωλήνωσης, το είδος και πάχος του χαλκόφιλτρου είναι γενικά γνωστές και περαιτέρω αναφορά σ' αυτές δεν κρίνεται απαραίτητη. Άλλωστε αυτό θα είναι στις υποχρεώσεις του εξειδικευμένου εργολάβου που θα αναλάβει το έργο των εκσκαφών και αποστραγγίσεων, ο οποίος θα πρέπει να πραγματοποιήσει δική του μελέτη και να την υποβάλει για έγκριση στον κύριο εργολάβο και στους μελετητές.

### 5.2.2. ΡΥΘΜΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ

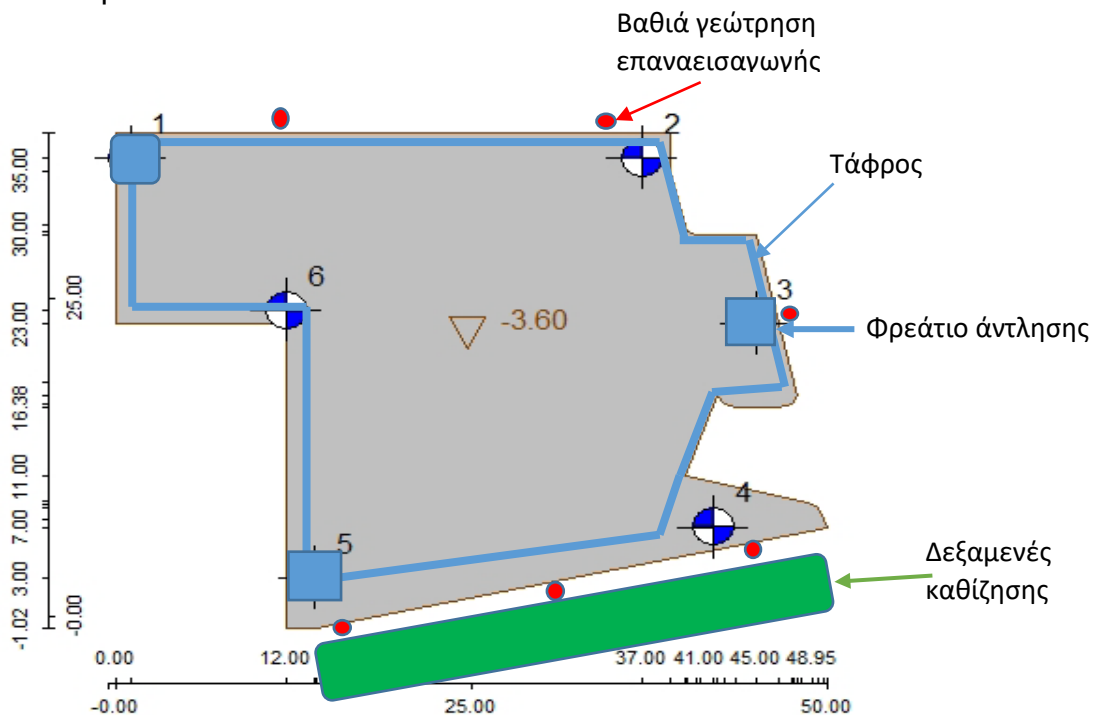
Σύμφωνα με τους υπολογισμούς με το ειδικό λογισμικό, ιδανικά, οι 6 αντλίες θα αντλούν **1,70-1,80 m<sup>3</sup>/h** ή **40.8 – 43,2 m<sup>3</sup>/day** νερού η κάθε μία ή συνολικά **10,63 m<sup>3</sup>/h** ή **255,1 m<sup>3</sup>/day**. Υπολογίζεται ότι ο όγκος νερού που βρίσκεται στον χώρο και πρέπει να απομακρυνθεί είναι, στο ακραίο σενάριο, της τάξης των **~890 m<sup>3</sup>** (στη πραγματικότητα μπορεί να της τάξης των **~500 m<sup>3</sup>**). Σύμφωνα λοιπόν με τους πιο πάνω ρυθμούς άντλησης θα χρειαστούν περίπου **5.5 ημέρες** για την πλήρη αποστράγγιση του χώρου. Μετά το πέρας των 8 ημερών θα πρέπει να συνεχίσει η άντληση με μικρότερο ρυθμό της τάξης των **~3,8 m<sup>3</sup>/h** ή **~91m<sup>3</sup>/day** λόγω της υπολειπόμενης εισροής νερού από την βάση της εκσκαφής. Οι προτεινόμενες θέσεις των φρεάτων/γεωτρήσεων άντλησης φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί. Αναλυτικά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο παράρτημα 2.



Εικόνα 13. Θέσεις φρεάτων/γεωτρήσεων

Εναλλακτικά οι γεωτρήσεις άντλησης θα μπορούσαν να αντικατασταθούν με φρεάτια άντλησης (sump wells), λόγω του μικρού βάθους ταπείνωσης της στάθμης (<1.60μ). Αυτό θα βοηθήσει στη δραστική μείωση των ποσοτήτων νερού που θα πρέπει να αντληθούν γιατί θα περιοριστεί η άντληση στο ανώτερο μέρος του επιφανειακού υδροφορέα, που πιθανώς να μην επηρεάζεται άμεσα από τον κύριο υδροφορέα που εντοπίζεται σε βάθη πέραν των 10 μέτρων. Τα φρεάτια μπορεί να ενώνονται μεταξύ τους με μικρή τάφρο που θα γεμίσει με χαλίκι και η άντληση να περιορίζεται σε 1-3 σημεία. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται δραματικά η δυνατότητα άντλησης μεγαλύτερων ποσοτήτων νερού από λιγότερα σημεία άντλησης μειώνοντας έτσι και το κόστος αγοράς και λειτουργίας των αντλιών, αλλά και του χρόνου επίτευξης της επιθυμητής ταπείνωσης τη στάθμης. Από την άλλη όμως θα χρειαστεί να ληφθούν και τα κατάλληλα μέτρα για αποφυγή ή μείωση της ροής μεγάλης ποσότητας λεπτομερών υλικών μέσα στα φρεάτια άντλησης. Πράγμα που μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση χαλικόφιλτρου και ειδικών μεταλλικών ή πλαστικών φίλτρων γύρω από την αντλία. Και αυτές οι πρακτικές είναι ευρέως γνωστές και διαδεδομένες και περαιτέρω αναφορά δεν κρίνεται απαραίτητη, εφ' όσον ο εξειδικευμένος εργολάβος αυτονόητα θα πρέπει να είναι γνώστης των δεδομένων αυτών.

Οι προτεινόμενες θέσεις των φρεατίων άντλησης και των τάφρων που θα τα ενώνουν φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί.



**Εικόνα 14. Θέσεις φρεατίων (Sump Wells), βαθιών γεωτρήσεων επαναεισαγωγής, τάφρων και δεξαμενών καθίζησης**

## 6. ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΚΑΤΑ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

### 6.1. ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

Η αποστράγγιση του χώρου μέσω άντλησης, εξαγωγής και απόρριψης του υπογείου νερού σε υδάτινα σώματα π.χ. θάλασσα, ρυάκια, κλπ., χρειάζεται την εξασφάλιση ειδικής άδειας από τις Αρχές. Τόσο ο υπεύθυνος μηχανικός του έργου όσο και ο εργολάβος θα πρέπει να κατανοήσουν υπό ποιες συνθήκες καλύπτονται από την έγκριση τέτοιου είδους εργασίες και να ετοιμάσουν αναλυτικά τις απαραίτητες δηλώσεις για τις μεθόδους που θα ακολουθηθούν καθώς και το συνοδευόμενο σύστημα διασφάλισης της ποιότητας των εργασιών.

### 6.2. ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Η διαχείριση του αντλούμενου νερού μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους.

- Με την απομάκρυνση και απόρριψη σε άλλο, αδειοδοτημένο χώρο με τη χρήση βυτιοφόρων
- με την επανεισαγωγή του στον υδροφόρο ορίζοντα μέσω γεωτρήσεων στο κατάλληλο βάθος
- με την απόρριψη στη θάλασσα εφ' όσον εκτιμηθεί ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις δεν είναι απαγορευτικές.

Στην πρώτη περίπτωση θα πρέπει να εξεταστούν:

- Οι συνέπειες που θα προκαλέσει η απόρριψη τέτοιας ποσότητας και ποιότητας νερού στον συγκεκριμένο χώρο
- Η δυνατότητα του περιβάλλοντος χώρου όπου θα γίνει η απόρριψη να δεχτεί τέτοιες ποσότητες νερού και
- Τυχόν μόλυνση των επιφανειακών και υπόγειων νερών.
- Ταυτόχρονα, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και το γεγονός ότι στο νερό θα υπάρχει και κάποια ποσότητα ιζήματος το οποίο πιθανό να δημιουργήσει επιπλοκές στο χώρο που θα απορριφθεί.

Η δεύτερη λύση στη προκειμένη περίπτωση φαίνεται η πιο ευνοϊκή, αν και όλα θα εξαρτηθούν από τις ποσότητες του υπόγειου νερού που θα πρέπει να αντληθούν, πράγμα που θα φανεί στα πρώτα στάδια της αποστράγγισης στη πράξη. Αν οι ποσότητες είναι πιο μικρές από τις εκτιμώμενες, που είναι και το πιο πιθανό, η πρώτη περίπτωση ίσως να θεωρηθεί καλύτερη.

Η Τρίτη περίπτωση θα μπορούσε επίσης να εξεταστεί αν οι πρώτες δύο είναι δύσκολο να εφαρμοστούν λόγω της μη διάθεσης επαρκούς χώρου για την επί τόπου επεξεργασία του αντλούμενου νερού με δεξαμενές καθίζησης. Λύση που θα απαιτήσει και καθορισμό των τυχόν περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο θαλάσσιο περιβάλλον από την απόρριψη του νερού. Έχει για το σκοπό αυτό γίνει και χημική ανάλυση του υπόγειου νερού για τις απαιτούμενες παραμέτρους και παρουσιάζεται στο παράρτημα 3.

### 6.2.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΑΝΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Λαμβάνοντας υπόψη τα πιο πάνω και με βάση τα στοιχεία στο χέρι, ως ιδανική λύση, στο στάδιο αυτό, φαίνεται να είναι η επανεισαγωγή του αντλούμενου νερού στον υδροφόρα μέσω 35-40 μέτρων βάθους γεωτρήσεων, διαμέτρου τουλάχιστον 80 cm, με περιτυλιγμένη με φίλτρο για μείωση της απορρόφησης αιωρούμενων στερεών σωματιδίων διάτρητη (1-2 mm άνοιγμα) σωλήνωση διαμέτρου 200-250 mm και κάλυψη του χώρου γύρω από αυτή με χαλικόφιλτρο.

Μια επί πλέον σημαντική παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η πιθανότητα της σταδιακής μείωσης του όγκου των πόρων στο υπέδαφος γύρω από τις γεωτρήσεις επανεισαγωγής του νερού με τα λεπτομερή στερεά σωματίδια που θα μεταφέρονται με το νερό. Για την αποφυγή αυτού του φαινομένου, θα πρέπει να γίνει ο απαραίτητος σχεδιασμός και των φρεάτων επανεισαγωγής αλλά και προσθήκη δεξαμενών καθίζησης των λεπτομερών στερεών σωματιδίων, όπως ενδεικτικά αναφέρεται πιο πάνω. Θα πρέπει το αντλούμενο νερό πρώτα να περάσει από επεξεργασία ώστε τα λεπτόκοκκα ιζήματα να κατακαθίσουν στη δεξαμενή συλλογής πριν επανεισαχθεί στον υδροφόρο ορίζοντα. Τα μέτρα αρχίζουν από το σωστό σχεδιασμό των γεωτρήσεων άντλησης και επανεισαγωγής (χρήση ειδικά σχεδιασμένων φίλτρων) με ενδιάμεσο στάδιο τις δεξαμενές καθίζησης. Σε αυτή την περίπτωση τα αιωρούμενα στερεά σωματίδια που θα παραμείνουν στο νερό πρέπει να είναι της τάξης των  $<80\text{g/m}^3$ . Η χωρητικότητα των δεξαμενών απόρριψης και επεξεργασίας εξαρτάται από τις ποσότητες του αντλούμενου νερού ανά μέρα, στη προκειμένη περίπτωση γύρω στα  $120\text{ m}^3$ . Μια πιθανή διάταξη τους στο χώρο παρουσιάζεται στο σχ. 14. Στη περίπτωση μεταφοράς του νερού με βυτιοφόρο σε αδειοδοτημένο χώρο όπως π.χ. Βατί ή Πεντάκωμο οι δεξαμενές καθίζησης δεν κρίνονται απαραίτητες.

Προτείνονται στη φάση αυτή 2-3 γεωτρήσεις βόρεια και 2-3 νότια της εκσκαφής για άντληση και άλλες τόσες για επανεισαγωγή, όπως φαίνονται στην εικόνα 13. Έτσι εξυπηρετείται και ο σκοπός της διατήρησης της στάθμης του νερού περίπου στα υφιστάμενα επίπεδα γύρω από την εκσκαφή προς αποφυγή ξεπλύματος των λεπτομερών υλικών από το υπέδαφος και της πρόκλησης καθίζησης των γειτονικών κατασκευών. Εάν οι γεωτρήσεις επανεισαγωγής είναι βαθιές τότε μπορεί να μειωθούν στις 3. Στις δύο θα διοχετεύεται το νερό και η μια θα παραμείνει για χρήση σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

### 6.2.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΦΡΕΑΤΩΝ ΕΠΑΝΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

Στην υπό μελέτη περιοχή σε περίπτωση που τα φρέατα επανεισαγωγής του νερού είναι βάθους 12,00 μέτρων και λαμβάνοντας υπόψη μια μέση διαπερατότητα (μέσος όρος άμμων και χαλικιών) της τάξης των  $5\text{ m/day}$  καθώς και το εμβαδόν της παράπλευρης επιφάνειας και της βάσης του φρέατος που είναι της τάξης των  $21,6\text{m}^2$ , υπολογίζεται ότι ο ρυθμός διείσδυσης του νερού, θα είναι της τάξης των  $\sim 144\text{m}^3/\text{day}$  ανά φρεάτιο. Νοουμένου ότι ο αναμενόμενος ρυθμός υπολειπόμενης εισροής από την βάση της

εκσκαφής είναι της τάξης των  $\sim 118 \text{ m}^3/\text{day}$  θα ήταν καλό να κατασκευαστούν 4-6 φρέατα επανεισαγωγής του νερού όπου μπορεί να απορρίπτεται νερό στα δύο από αυτά και μετά στα άλλα δύο εναλλάξ με τα δύο να παραμένουν για χρήση σε περίπτωση ανάγκης.

Εναλλακτικά, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν λιγότερες, 2-3 αλλά πιο βαθιές γεωτρήσεις, 35-40 μέτρων π.χ., στις οποίες θα διοχετεύεται το νερό εναλλάξ με τη δεύτερη να παραμένει για χρήση σε περίπτωση ανάγκης.

Με βάση τα πιο πάνω δεδομένα φαίνεται πως με τον αριθμό φρεάτων/γεωτρήσεων των πιο πάνω διαστάσεων θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η αποστράγγιση της εκσκαφής ακόμα και υπό το χειρότερο σενάριο. Τονίζεται όμως πως στους υπολογισμούς έχουν χρησιμοποιηθεί και εμπειρικές παράμετροι αλλά και άλλα θεωρητικά κριτήρια και επομένως, τα πιο πάνω αποτελέσματα θα πρέπει να επιβεβαιωθούν ή/και να αναθεωρηθούν κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της αποστράγγισης. Τα δεδομένα της μελέτης αυτής θα πρέπει να θεωρηθούν σαν η βάση για την έναρξη των εργασιών. Από εκεί και πέρα η πράξη θα δείξει και τη συνέχεια. Είναι πλέον θέμα του εργολάβου που θα αναλάβει την κατασκευή και αποστράγγιση της εκσκαφής να προχωρήσει με βάση τα πρώτα δεδομένα που θα ληφθούν από τις πραγματικές συνθήκες αποστράγγισης να αναβαθμίσει/αναθεωρήσει, αν χρειαστεί, τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής. Η αναθεώρηση ή όχι του αριθμού των φρεάτων άντλησης και των φρεάτων διοχέτευσης των αντλούμενων νερών στο υπέδαφος θα διαφανεί στα πρώτα στάδια της αποστράγγισης. Αυτό που είναι σίγουρο, είναι πως οι δυνατότητες διοχέτευσης των νερών στο υπέδαφος είναι πολύ μεγάλες, κατά πάσα πιθανότητα πολύ μεγαλύτερες από ότι αναφέρεται πιο πάνω, και ότι με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται και η διοχέτευση των νερών απ' ευθείας στη θάλασσα με τις πιθανές επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον. Από την άλλη, λόγω της μικρής έκτασης της εκσκαφής και του μικρού βάθους ταπείνωσης της στάθμης του υπόγειου νερού είναι πολύ πιθανό οι ποσότητες του νερού που θα αντλούνται καθημερινά για σταθεροποίηση της στο επιθυμητό επίπεδο να είναι αρκετά πιο μικρές από τις εκτιμώμενες, οπότεν θα μπορούσε να μεταφέρεται με βυτιοφόρα σε αδειοδοτημένο χώρο για απόρριψη. Τέλος, λόγω της στενότητας του χώρου και δυσκολίας στην εξεύρεση χώρου για δεξαμενές καθίζησης, δεν θα πρέπει να απορρίπτεται και η περίπτωση απόρριψης του νερού στη θάλασσα, εφ' όσον οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις το επιτρέπουν και εφ' όσον εξασφαλισθεί και η απαραίτητη αδειοδότηση.

## 7. ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Για να καταστεί δυνατή η κατασκευή του υπογείου απαιτείται η κατασκευή τοίχου περιμετρικά της εκσκαφής για στήριξη των πρανών της εκσκαφής και για περιορισμό της πλευρικής ροής του υπόγειου νερού μέσα στην εκσκαφή. Ο σχεδιασμός του τοίχου (πάχος, στήριξη με αγκύρια, βάθος κλπ) θα πρέπει να γίνει από τους μηχανικούς μελετητές του έργου.

Το βάθος της εκσκαφής θα πρέπει να φθάσει, σύμφωνα με τα κατασκευαστικά σχέδια στα 3.6 μέτρα κάτω από την υφιστάμενη επιφάνεια του εδάφους. Θα πρέπει δε να παρακολουθείται ενόργανα για καταμέτρηση τυχόν πλευρικών κινήσεων. Συνεχής ενόργανη παρακολούθηση της στάθμης του υπόγειου νερού τόσο εντός όσο και εκτός, περιμετρικά της εκσκαφής, είναι επίσης απαραίτητη.

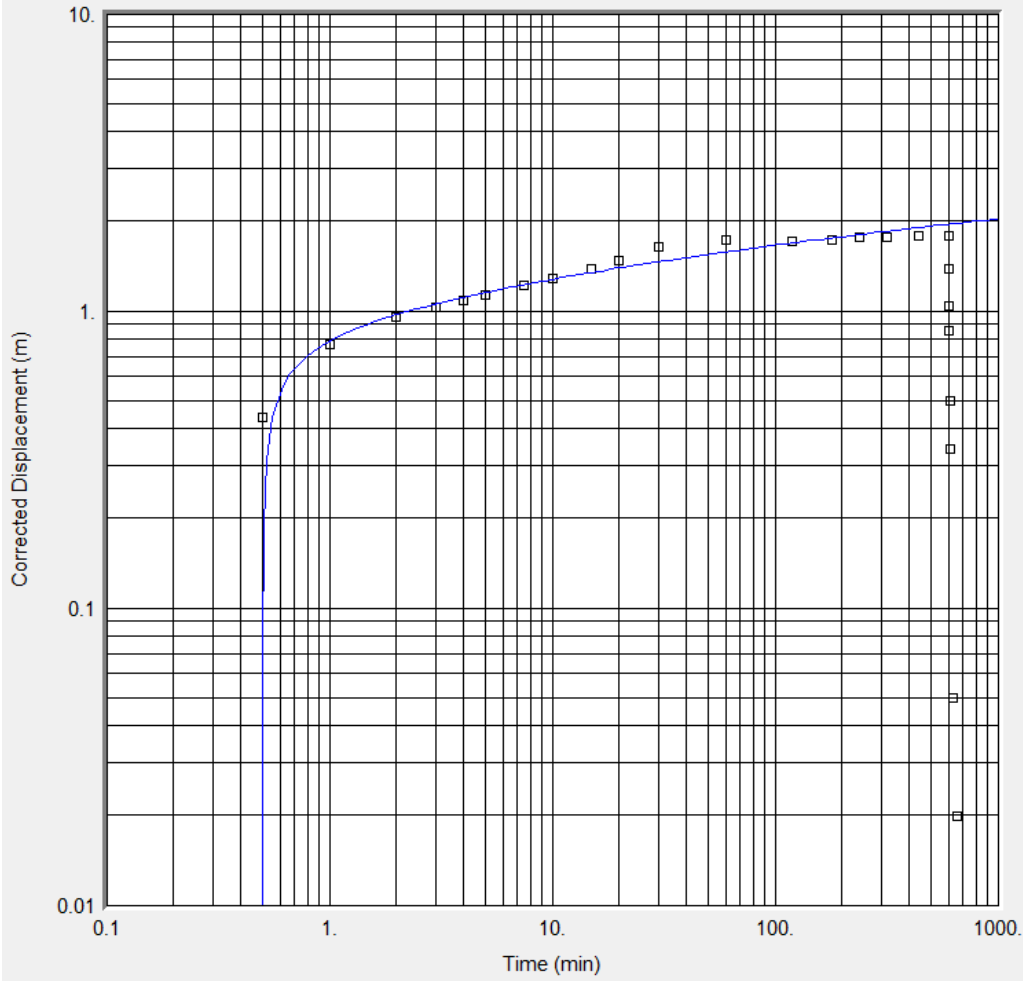
Επειδή η κατασκευή διαφραγματικού τοίχου είναι χρονοβόρα και πολύ δαπανηρή, θα μπορούσε να μελετηθεί και η περίπτωση συνδυασμού χαλύβδινης πασσάλωσης (sheet piling) και διαφραγματικού τοίχου ή τοίχου με τεμνόμενους πασσάλους. Θα μπορούσε να μελετηθεί η πιο κάτω διαδικασία:

- Κατασκευή αρχικά του sheet piling μέχρι το βάθος των 6-8 μέτρων (το επακριβές βάθος θα πρέπει να καθορισθεί μετά από ειδική μελέτη από τον πολιτικό μηχανικό), ώστε να αντέχει στις πλευρικές ωθήσεις των γαιών.
- Έναρξη αποστράγγισης με ταυτόχρονη εκσκαφή μέχρι τη στάθμη του υπόγειου νερού.
- Με την ταπείνωση της στάθμης στο απαιτούμενο βάθος συμπληρώνεται η εκσκαφή μέχρι το βάθος των 3.5 μέτρων.
- Αν οι αντλούμενες ποσότητες για σταθεροποίηση της στάθμης δεν είναι μεγάλες τότε ακυρώνεται ο διαφραγματικός τοίχος μέχρι το βάθος των αργιλοϊλύων. Σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να γίνει ο συνδυασμός όπως αναφέρεται πιο πάνω.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1  
ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΩΝ ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ

# THEIS RECOVERY METHOD – PUMPING WELL



## Obs. Wells

□ PW

## Aquifer Model

Unconfined

## Solution

Theis

## Parameters

$T = 61.43 \text{ m}^2/\text{day}$

$S = 0.02015$

$Kz/Kr = 1$

$b = 10. \text{ m}$

Data Set:  
Date: 01/22/21  
Time: 12:42:08

---

PROJECT INFORMATION

Company: GEOINVEST  
Test Well: PW1

---

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 10. m  
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

---

PUMPING WELL DATA

No. of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: PW

X Location: 0. m  
Y Location: 0. m

Casing Radius: 0.125 m  
Well Radius: 0.14 m

Fully Penetrating Well

No. of pumping periods: 18

Pumping Period Data					
<u>Time (min)</u>	<u>Rate (m<sup>3</sup>/day)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Rate (m<sup>3</sup>/day)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Rate (m<sup>3</sup>/day)</u>
0.5	127.	7.5	127.	120.	127.
1.	127.	10.	127.	180.	127.
2.	127.	15.	127.	240.	127.
3.	127.	20.	127.	320.	127.
4.	127.	30.	127.	440.	127.
5.	127.	60.	127.	600.	127.

---

OBSERVATION WELL DATA

No. of observation wells: 1

Observation Well No. 1: PW

X Location: 0. m  
Y Location: 0. m

Radial distance from PW: 0. m

Fully Penetrating Well

No. of Observations: 26

Observation Data					
<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
0.5	0.45	20.	1.6	601.	1.5
1.	0.8	30.	1.8	602.	1.1
2.	1.	60.	1.92	604.	0.9
3.	1.09	120.	1.9	610.	0.51
4.	1.15	180.	1.92	615.	0.35
5.	1.2	240.	1.95	630.	0.05
7.5	1.3	320.	1.95	660.	0.02
10.	1.38	440.	1.98	690.	0.
15.	1.49	600.	1.99		

---

SOLUTION

Pumping Test  
Aquifer Model: Unconfined  
Solution Method: Theis

---

VISUAL ESTIMATION RESULTS

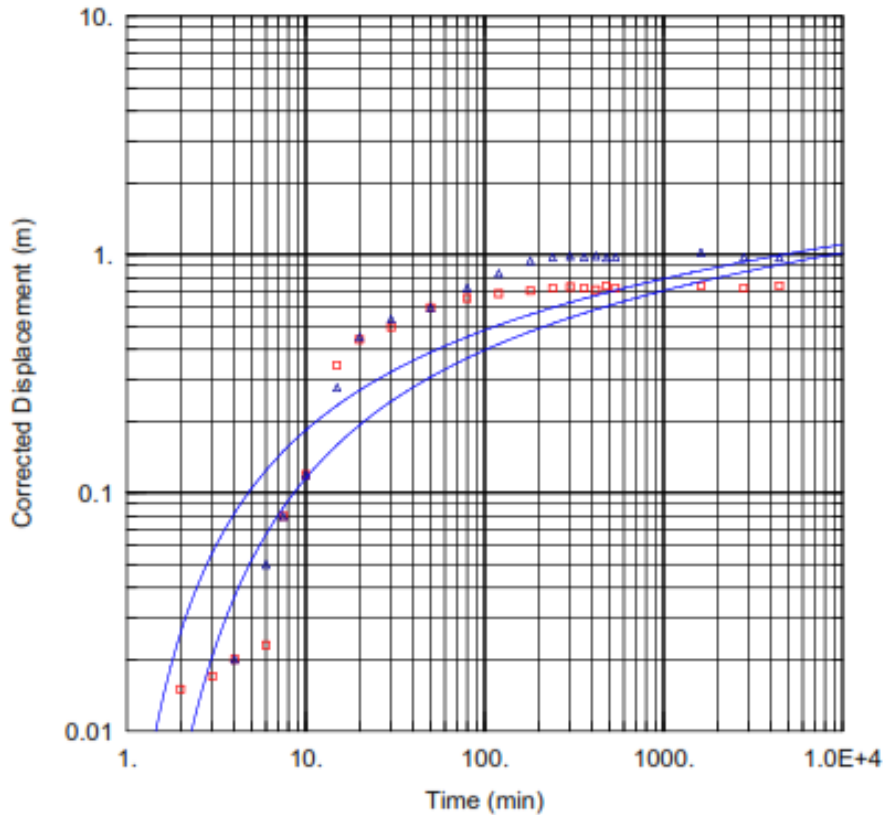
Estimated Parameters

<u>Parameter</u>	<u>Estimate</u>	
T	61.43	m <sup>2</sup> /day
S	0.02015	
Kz/Kr	1.	
b	10.	m

$K = T/b = 6.143 \text{ m/day (0.00711 cm/sec)}$

$Ss = S/b = 0.002015 \text{ 1/m}$

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΩΝ ΑΝΤΛΗΣΕΩΝ ΜΕ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΓΕΙΤΟΝΙΚΟ ΤΕΜΑΧΙΟ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΑ  
ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΧΩΡΟΥ**



<u>WELL TEST ANALYSIS</u>					
Data Set: C:\Users\User\Desktop\CROWNE PLAZA.aqt					
Date: <u>01/25/21</u>			Time: <u>11:17:44</u>		
<u>PROJECT INFORMATION</u>					
Company: <u>GEOINVEST</u>					
Test Well: <u>PW</u>					
<u>WELL DATA</u>					
Pumping Wells			Observation Wells		
Well Name	X (m)	Y (m)	Well Name	X (m)	Y (m)
PW	0	0	□ OW1	6.15	0
			△ OW2	4.47	0
<u>SOLUTION</u>					
Aquifer Model: <u>Unconfined</u>			Solution Method: <u>Theis</u>		
T = <u>88.25</u> m <sup>2</sup> /day			S = <u>0.01992</u>		
Kz/Kr = <u>1.</u>			b = <u>10.</u> m		

AQTESOLV for Windows

---

Data Set: C:\Users\User\Desktop\CROWNE PLAZA.aqt  
Date: 01/25/21  
Time: 11:18:04

---

PROJECT INFORMATION

Company: GEOINVEST  
Test Well: PW

---

AQUIFER DATA

Saturated Thickness: 10. m  
Anisotropy Ratio (Kz/Kr): 1.

---

PUMPING WELL DATA

No. of pumping wells: 1

Pumping Well No. 1: PW

X Location: 0. m  
Y Location: 0. m

Casing Radius: 0.125 m  
Well Radius: 0.14 m

Fully Penetrating Well

No. of pumping periods: 26

<u>Pumping Period Data</u>			
<u>Time (min)</u>	<u>Rate (m<sup>3</sup>/day)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Rate (m<sup>3</sup>/day)</u>
0.5	150.	120.	150.
1.	150.	180.	150.
2.	150.	240.	150.
3.	150.	300.	150.
4.	150.	360.	150.
5.	150.	420.	150.
7.5	150.	480.	150.
10.	150.	600.	150.
15.	150.	720.	150.
20.	150.	880.	150.
30.	150.	1240.	150.
50.	150.	1420.	150.
80.	150.	1440.	150.

---

OBSERVATION WELL DATA

No. of observation wells: 2

Observation Well No. 1: OW1

X Location: 6.15 m  
Y Location: 0. m

Radial distance from PW: 6.15 m

Fully Penetrating Well

No. of Observations: 23

<u>Observation Data</u>			
<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>	<u>Time (min)</u>	<u>Displacement (m)</u>
1.	0.01	120.	0.71

---

AQTESOLV for Windows

Time (min)	Displacement (m)	Time (min)	Displacement (m)
2.	0.015	180.	0.73
3.	0.017	240.	0.75
4.	0.02	300.	0.76
6.	0.023	360.	0.75
7.5	0.08	420.	0.74
10.	0.12	480.	0.77
15.	0.35	540.	0.75
20.	0.45	1620.	0.77
30.	0.51	2820.	0.75
50.	0.62	4450.	0.77
80.	0.68		

Observation Well No. 2: OW2

X Location: 4.47 m  
Y Location: 0. m

Radial distance from PW: 4.47 m

Fully Penetrating Well

No. of Observations: 21

Observation Data			
Time (min)	Displacement (m)	Time (min)	Displacement (m)
3.	0.01	180.	0.99
4.	0.02	240.	1.03
6.	0.05	300.	1.04
7.5	0.08	360.	1.03
10.	0.12	420.	1.04
15.	0.28	480.	1.02
20.	0.46	540.	1.03
30.	0.55	1620.	1.08
50.	0.62	2820.	1.03
80.	0.75	4450.	1.02
120.	0.87		

SOLUTION

Pumping Test  
Aquifer Model: Unconfined  
Solution Method: Theis

VISUAL ESTIMATION RESULTS

Estimated Parameters

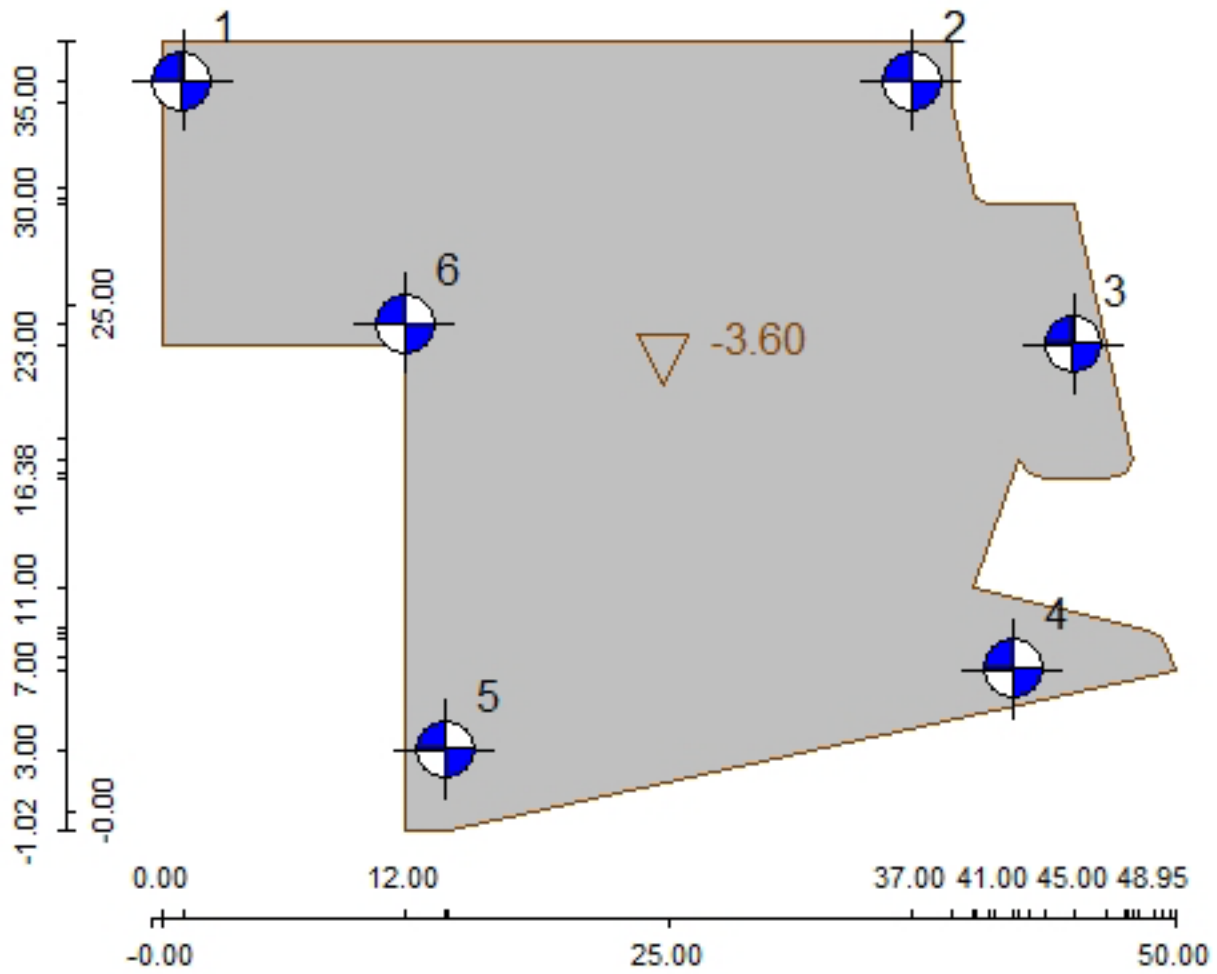
Parameter	Estimate	
T	88.25	m <sup>2</sup> /day
S	0.01992	
Kz/Kr	1.	
b	10.	m

$K = T/b = 8.825 \text{ m/day}$  (0.01021 cm/sec)  
 $S_s = S/b = 0.001992 \text{ 1/m}$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ



# Well Locations



Input file: Z:\PERMEABILITY TESTS\CROWN PLAZA\DCDewt2\_6wells.dba

## Analysis of ground water lowering (Herth/Arndts 1994)

### Subsoil

Ground water depth                    2.50 m  
 Depth of aquitard                    12.00 m  
 Water level H                        9.50 m  
 Storage coefficient p                0.20  
 Ground water situation:    Unconfined aquifer

### Soil layer data

	sand	gravel	sand	clayey silt
Layer height Δh[m]	3.50	4.00	4.50	8.00
Permeability k[m/s]	$9.90 \cdot 10^{-6}$	$9.60 \cdot 10^{-5}$	$9.90 \cdot 10^{-6}$	$2.00 \cdot 10^{-7}$
Porous component n[-]	0.40	0.45	0.4	0.3
Layer type	permeable	permeable	permeable	Impermeable Low perm.

### Subsoil pit

No.	Depth [m]	X [m]	Y [m]	(continue)		Enclosure to [m]	Tight base		
				X [m]	Y [m]		Top [m]	Thickness [m]	Permeability, k, [m/s]
1	3.60	0.00	23.00	42.26	17.40	16.00	12.00	1.00	$5.00 \cdot 10^{-7}$
		0.00	38.00	40.00	11.00				
		39.00	38.00	48.17	9.01				
		39.00	35.00	48.95	8.77				
		39.93	30.68	49.28	8.48				
		40.22	30.19	49.77	7.66				
		40.76	30.00	50.06	6.88				
		41.00	30.00	14.10	-1.00				
		45.00	30.00	12.00	-1.00				
		47.69	18.46	12.00	23.00				
		47.83	17.40						
		47.44	16.72						
		46.67	16.38						
		45.07	16.38						
		43.52	16.38						
42.74	16.72								

## Series 1

Lowering = **1.60 m** under static water level 2.50 m

Subsoil pit no. 1, Depth = 3.60 m:

Well Name	X [m]	Y [m]	Diameter [mm]	Depth [m]
1	1.00	36.00	800	7.50
2	37.00	36.00	800	7.50
3	45.00	23.00	800	7.50
4	42.00	7.00	800	7.50
5	14.00	3.00	800	7.50
6	12.00	23.00	800	7.50

No	Water level in the well below surf. [m]	Lowering funnel $s_{EB}$ [m]	Wetted filter height h [m]	Capacity q [m <sup>3</sup> /h]
1	7.20	3.10	0.30	1.79
2	7.21	3.11	0.29	1.70
3	7.20	3.10	0.30	1.78
4	7.20	3.10	0.30	1.80
5	7.20	3.10	0.30	1.80
6	7.20	3.10	0.30	1.76

Required pumped quantity Q 0: **3.82 m<sup>3</sup>/h**, Q max: **3.82 m<sup>3</sup>/h**

Required: **3** wells

Available: **6** wells

Available pumped quantity Q: **10.63 m<sup>3</sup>/h** \*\*\* sufficient \*\*\*

Maximum pumping capacity: **1.80 m<sup>3</sup>/h**

Required filter length: **0.30 m**

Residual inflow through the wall: **0.000 m<sup>3</sup>/h**

Residual inflow through the base: **3.821 m<sup>3</sup>/h**

Inflow by rainfall: **0.000 m<sup>3</sup>/h**

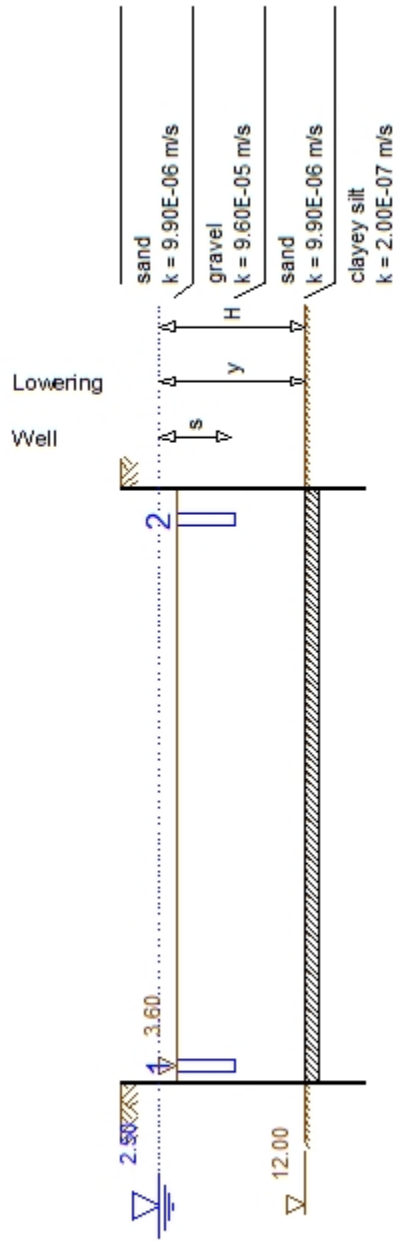
Pumping capacity of the wells: **10.630 m<sup>3</sup>/h**

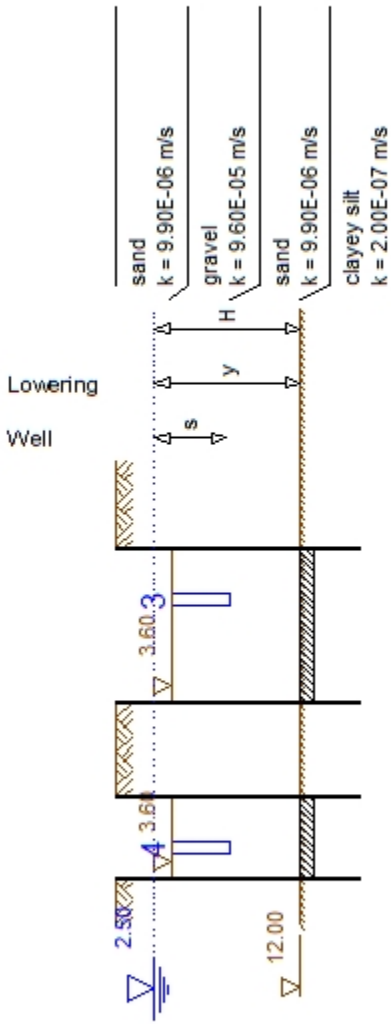
Water volume of subsoil pit: **888.8 m<sup>3</sup>**

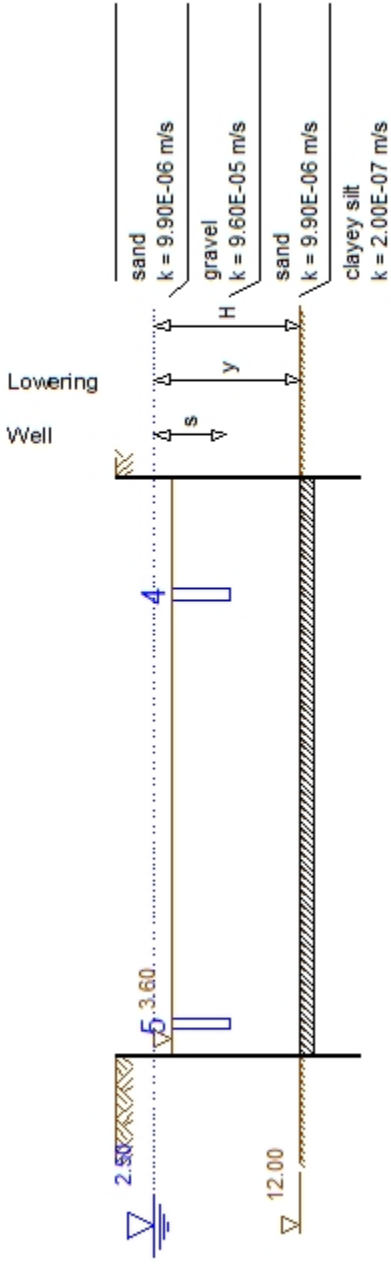
Time to pump dry: **130.5 h / ~5.5 days**

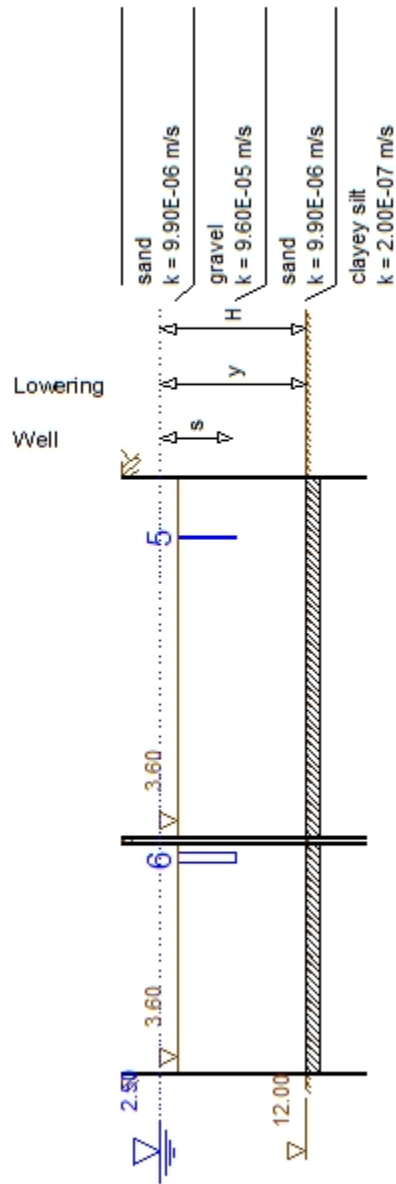
Lowering outside after 30 days: 0.68 m

Minimum range acc. to Weyrauch (Bautechnik 7/2004): **52 m**









## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

### ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ





**Χημικό – Μικροβιολογικό Εργαστήριο PANKEMI LAB**

<b>Όνομα Πελάτη:</b>	CHURCHILL MANAGEMENT	<b>Καταχώρηση Δείγματος:</b>	Μαρκίδου Α.
<b>Διεύθυνση Πελάτη:</b>	Προμαχών Ελευθερίας 2, Άγιος Αθανάσιος, 4103	<b>Αναλυτής:</b>	Κων/νου Α. Τσιαήλη Ε.
<b>Όνομασία Δείγματος:</b>	Υπόγειο νερό αποστράγγισης εκσκαφής	<b>Σύνταξη Αναφοράς:</b>	Κων/νου Α.
<b>Περιγραφή Δείγματος:</b>	1 x 1,5L σε πλαστικό μπουκάλι	<b>Ημ. Εισαγ. Δείγματος:</b>	27/01/21
<b>Στοιχεία Δείγματος:</b>	Project: Επέκταση ξενοδοχείου CROWNE PLAZA / Λεμεσός	<b>Ημ. Αποπεράτωσης:</b>	02/02/21
<b>Δειγματοληψία:</b>	Πελάτης / Εργαστήριο	<b>Ημ. Έκδοσης Έκθεσης:</b>	03/02/21
<b>Κωδικός Εργαστηρίου:</b>	C056621	<b>A/A Έκθεσης:</b>	C210566/1/1

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Παράμετρος	Μέθοδος		Ευρεθείσα Τιμή	Μονάδες
pH	M/pH	APHA 4500-H	7,57	---
Αγωγιμότητα (Conductivity)	M/CON	APHA 2510	4210	μS/cm
Θολότητα (Turbidity)	Φωτομετρικά		8,4	NTU
Αμμωνιακά	M/NH <sub>4</sub>	ASTM D1426	0,6	mg/L
Χλωριούχα (Cl <sup>-</sup> )	M/Cl	APHA 4500-Cl	1000	mg/L
Νιτρικά (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	M/NO <sub>3</sub>	APHA 4500-NO <sub>3</sub>	45	mg/L
Θειικά (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	M/SO <sub>4</sub>	ASTM D516	463	mg/L
Θειούχα (S <sup>2-</sup> )	M/S	---	<2,1*	μg/L
Ολικό Άζωτο (TN)	M/TN	APHA 4500-N	12,4	mg/L
Χημικώς Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)	M/COD	APHA 5220	<8*	mgO <sub>2</sub> /L
Βιολογικώς Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD <sub>5</sub> )	M/BOD	APHA 5210 D:2005	<25*	mgO <sub>2</sub> /L
Λίπη & Έλαια (Fat Oil Grease)	M/FOG	APHA 5520	<0,1*	mg/L
Αιωρούμ. Στερεά (T. Suspended Solids)	M/TSS	APHA 2540-D	1,4	mg/L
Ολικός Φωσφόρος (TP)	M/3-ICP	ISO 11885:2009	<16*	μg/L
Μόλυβδος (Pb)	M/3-ICP	ISO 11885:2009	<6,0*	μg/L
Αρσενικό (As)			<0,5*	μg/L
Κάδμιο (Cd)			<4,0*	μg/L
Υδράργυρος (Hg)			<0,5*	μg/L
Total Phenols	ASTM		<5,0*	μg/L

\*LOD \*\*LOQ

Κων/νου Α. – Τσιαήλη Ε.  
Χημικοί Αναλυτές

Μαρκίδου Ανδρούλα  
Τεχνικός Υπεύθυνος

**ΤΕΛΟΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Η δειγματοληψία είναι εκτός πεδίου διαπίστευσης.

Η ανάλυση αναφέρεται αποκλειστικά στο πιο πάνω αναγραφόμενο δείγμα ως ελήφθη. Η έκθεση έχει καθαρά επιστημονικό χαρακτήρα και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαφημιστικούς σκοπούς. Απαγορεύεται η μερική ανατύπωση της έκθεσης χωρίς τη γραπτή έγκριση του εργαστηρίου.



**PANKEMI LAB**  
Laboratory Analyses & Services

**Έκθεση Αποτελεσμάτων**

Έντυπο: **E11-01/1**  
Ημ. Έκδοσης: 28/02/2019  
Υπ έκδοσης Υπ έγκρισης  
ΥΠ ΤΥ

**Χημικό - Μικροβιολογικό Εργαστήριο PANKEMI LAB**



<b>Όνομα Πελάτη:</b>	Churchill Management	<b>Καταχώρηση Δείγματος:</b>	Μαρκίδου Α.
<b>Διεύθυνση Πελάτη:</b>	Προμαχών Ελευθερίας 2, Άγιος Αθανάσιος, 4103	<b>Αναλυτής:</b>	Καζαφά Ν.
<b>Όνομασία Δείγματος:</b>	Υπόγειο νερό αποστράγγισης εκσκαφής	<b>Σύνταξη Αναφοράς:</b>	X"Ττοφή Μ.
<b>Περιγραφή Δείγματος:</b>	1 x 1,5 L σε πλαστικό μπουκάλι	<b>Ημ. Εισαγ. Δείγματος:</b>	27/01/21
<b>Στοιχεία δείγματος:</b>	Project: Επέκταση ξενοδοχείου CROWNE PLAZA / Λεμεσός	<b>Ημ. Αποπεράτωσης:</b>	29/01/21
<b>Δειγματοληψία:</b>	Πελάτης / Εργαστήριο	<b>Ημ. Έκδοσης Έκθεσης:</b>	01/02/21
<b>Κωδικός Εργαστηρίου:</b>	C056621	<b>Α/Α Έκθεσης:</b>	C210566/1/2

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Προσδιορισμός	Μέθοδος	Ευρεθείσες Τιμές	Μονάδες
Total aerobic count (36°C)	ISO 6222:1999	3,4x10 <sup>3</sup>	cfu/ml
Coliforms	ISO 9308-2:2012	<1	MPN/100ml
E.coli	ISO 9308-2:2012	<1	MPN/100ml
Intestinal enterococci	ISO 7899-2:2000	80	cfu/100ml

Καζαφά Νικιάσα  
Αναλυτής

Μαρκίδου Ανδρούλα  
Τεχνικός Υπεύθυνος

**ΤΕΛΟΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

Η δειγματοληψία είναι εκτός πεδίου διαπίστευσης  
Η ανάλυση αναφέρεται αποκλειστικά στο πιο πάνω αναγραφόμενο δείγμα ως ελήφθη. Η έκθεση έχει καθαρά επιστημονικό χαρακτήρα και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαφημιστικούς σκοπούς. Απαγορεύεται η μερική ανατύπωση της έκθεσης χωρίς τη γραπτή έγκριση του εργαστηρίου.

Βιομηχανική Περιοχή Αραδίππου, P.O. BOX 40261, 6302 Λάρνακα. Τηλ.00357-24813345 Φαξ. 00357-24813346 info@pankemilab.com