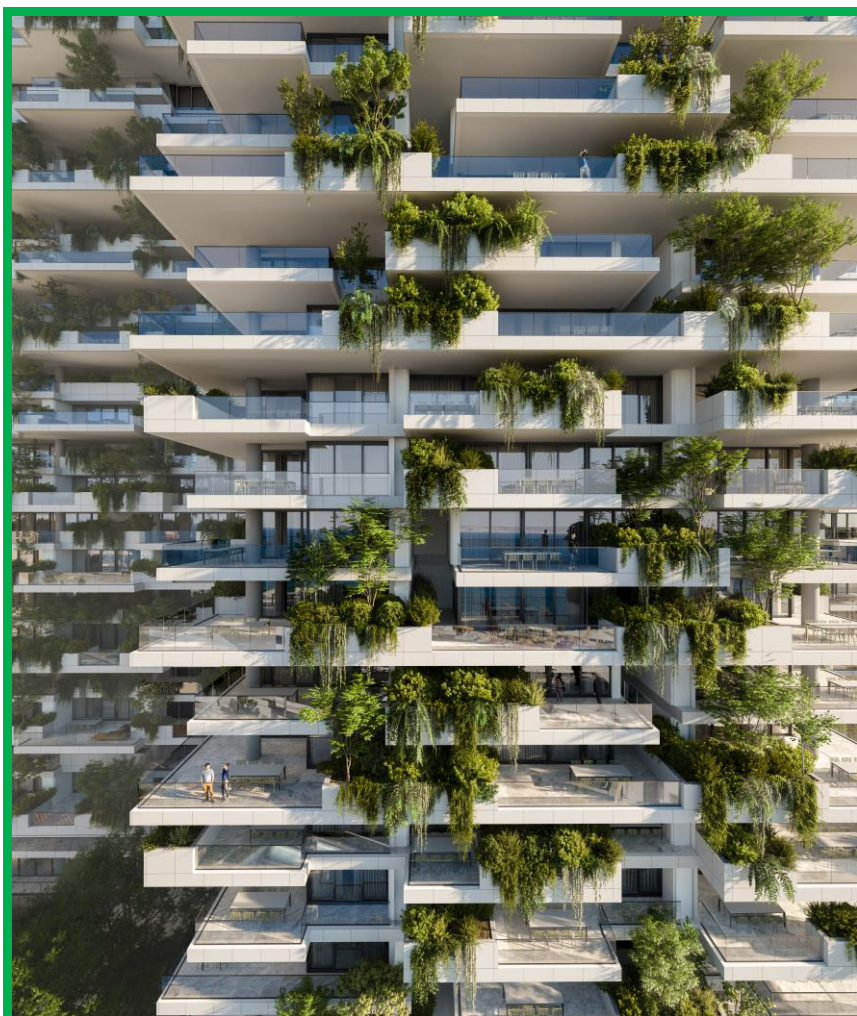


---

**ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ  
ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ  
ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΙΚΙΣΤΙΚΗΣ, ΓΡΑΦΕΙΑΚΗΣ  
ΚΑΙ ΕΜΠΟΡΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΟΝΟΜΑΣΙΑ  
«STASTON PROJECT» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ**

---



**ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ**

**ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2021**

## **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ**

### **Αντικείμενο Τεχνικής Έκθεσης**

Πληροφορίες που αφορούν τις εργασίες μείωσης της στάθμης του υπόγειου νερού από την κατασκευή οικιστικής, γραφειακής και εμπορικής ανάπτυξης με την ονομασία «STASTON PROJECT»

### **Περιοχή Έργου**

Ενορία Χρυσοπολίτισσας, Δήμος Λάρνακας

### **Ιδιοκτήτης Έργου**

**ΟΜΙΚΡΟ ΚΤΗΜΑΤΙΚΗ ΛΤΔ**

### **Μελετητής**

Π. Νικολαΐδης & Συνεργάτες ΕΠΕ

Πολιτικοί Μηχανικοί & Μηχανικοί  
Περιβάλλοντος

Αγίου Παύλου 61. 1107 Άγιος Ανδρέας,  
Λευκωσία-Κύπρος

Τηλ: +357 22311958, Φαξ: +357 22312519

Email: [nicol@nanda.com.cy](mailto:nicol@nanda.com.cy)

### **Τύπος Παραδοτέου**

Τελική Έκθεση

### **Ημερομηνία Παράδοσης**

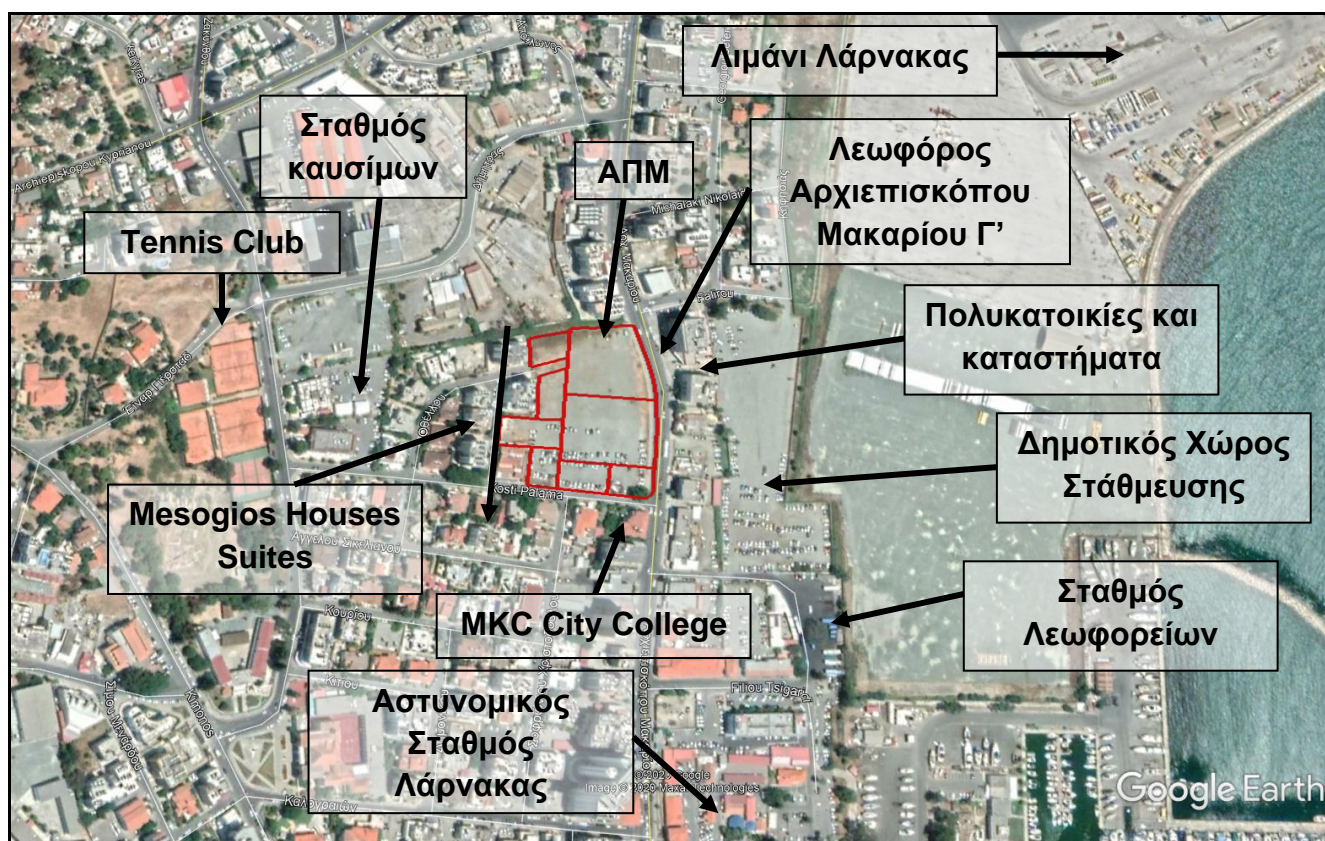
Σεπτέμβριος 2021

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έκθεση αυτή περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες που αφορούν τις εργασίες μείωσης της στάθμης του υπόγειου νερού από την κατασκευή οικιστικής, γραφειακής και εμπορικής ανάπτυξης με την ονομασία «STASTON PROJECT» της εταιρείας «ΟΜΙΚΡΟ ΚΤΗΜΑΤΙΚΗ ΛΤΔ».

Το ΠΕ χωροθετείται εντός των διοικητικών ορίων του Δήμου Λάρνακας στην ενορία Χρυσοπολίτισσας, εντός των τεμαχίων 880, 84, 65, 882, 881, 67, 51, 66 με Φύλλα Σχέδια (Φ/Σχ): 41/490403 & (Φ/Σχ): 41/570101 (Τμήμα 4). Η τοποθεσία ανέγερσης του ΠΕ βρίσκεται σε απόσταση περίπου 500 m βόρεια του πυρήνα του Δήμου Λάρνακας και σε απόσταση 500 m περίπου νότιο δυτικά του Λιμανιού Λάρνακας.

Το ανατολικό σύνορο των τεμαχίων εφάπτεται με τη λεωφόρο Αρχιεπισκόπου Μακαρίου Γ'.



Για το σκοπό των εργασιών μείωσης της στάθμης του υπόγειου νερού έχουν πραγματοποιηθεί δοκιμές άντλησης (rumping tests). Στα πλαίσια αυτά έχει εκπονηθεί Τεχνική Έκθεση για την εκσκαφή και διαχείριση του αντλούμενου νερού κατά την εκσκαφή και κατασκευή του υπόγειου χώρου του Προτεινόμενου Έργου (ΠΕ). Η εν λόγω τεχνική έκθεση συνοδεύει το έγγραφο αυτό σε ηλεκτρονική μορφή (CD).

Σημειώνεται το ΠΕ αποτελείται από 2 ψηλά κτίρια στα οποία προβλέπεται η κατασκευή δώροφου υπόγειου χώρου στάθμευσης. Η έκταση του υπόγειου χώρου και κατ' επέκταση της εκσκαφής είναι της τάξης των 8,970 τ.μ. και για τα 2 κτίρια. Οι εκσκαφές θα φθάσουν

στα 8 περίπου μέτρα. Η στατική στάθμη του υδροφορέα φτάνει μέχρι τα 3 μέτρα, όμως κάτω από τη στάθμη αυτή, τα πρόσφατα θαλάσσια παράκτια κοιτάσματα είναι πλήρως κορεσμένα και ως εκ τούτου συναντώνται μεγάλες ποσότητες υπόγειων υδάτων, κάτι που επιβεβαιώθηκε από τις χημικές αναλύσεις του νερού που πραγματοποιήθηκαν.

Στο **Κεφάλαιο 2** που ακολουθεί πιο κάτω, απαντώνται όλα τα ερωτήματα του κατευθυντήριου Οδηγού του Τμήματος Περιβάλλοντος «Ετοιμασία Μελετών Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον που αφορά την επαναφορά του αντλούμενου νερού στον υδροφόρο ορίζοντα – Ελάχιστα απαιτούμενα στοιχεία».

## **2 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ**

**2.1 Εκπόνηση σχετικής λεπτομερούς γεωλογικής/γεωτεχνικής έρευνας από εξειδικευμένο οίκο με παρουσίαση και ανάλυση της λιθολογικής τομής του υπεδάφους και των υδρογεωλογικών δεδομένων.**

Επισυνάπτεται η Τεχνική Έκθεση με CD.

**2.2 Αποτύπωση σε χωροταξικό σχέδιο τυχόν διαφραγματικού τοίχου με τεχνικές πληροφορίες της κατασκευής του.**

Ο διαφραγματικός τοίχος θα τοποθετηθεί στα όρια της εκσκαφής των υπόγειων χώρων όπως φαίνεται στο Κεφάλαιο 2 της Τεχνικής Έκθεσης (Figure 1, Figure 2) η οποία επισυνάπτεται με CD. Επίσης παρουσιάζεται μια τυπική τομή διαφραγματικού τοίχου στο Κεφάλαιο 3 (Diagram 1) της εν λόγω έκθεσης.

**2.3 Καθορισμός των θέσεων, του βάθους, και των βασικών κατασκευαστικών χαρακτηριστικών των γεωτρήσεων άντλησης, των γεωτρήσεων παρατήρησης καθώς και των γεωτρήσεων κατείσδυσης /διήθησης. Αν το λιθολογικό υπόβαθρο είναι το ίδιο στην περιοχή γεωτρήσεων, να επιβεβαιωθεί και δηλωθεί με τομές.**

Οι σχετικές πληροφορίες αναφέρονται στα Κεφάλαια 2, 3, 5, 6 και στα Παράρτημα 1 και 2 της Τεχνικής Έκθεσης η οποία επισυνάπτεται με CD.

**2.4 Διεξαγωγή δοκιμαστικών αντλήσεων και ερμηνεία αποτελεσμάτων με βάση επιστημονικά αποδεκτή μεθοδολογία. Να συνοδεύεται με ανάλογη παρακολούθηση της αντλούμενης ή/και παρατηρούμενων γεωτρήσεων.**

Έχει γίνει και αναφέρεται στο Παράρτημα 1 της Τεχνικής Έκθεσης η οποία επισυνάπτεται με CD.

**2.5 Οι δοκιμές κατείσδυσης/διήθησης σε απορροφητικές τάφρους/γεωτρήσεις ή εισπίεσης σε γεωτρήσεις του αντλούμενου νερού να γίνονται στο χώρο και στον ορίζοντα του υπόγειου νερού όπου θα προταθεί ως ο τελικός αποδέκτης του αντλούμενου νερού.**

Γίνεται αναφορά στο Κεφάλαιο 6 και Παράρτημα 2 της Τεχνικής Έκθεσης η οποία επισυνάπτεται με CD.

**2.6 Κατά τις δοκιμές άντλησης και διάθεσης, παράμετροι όπως ο ρυθμός άντλησης και η διάρκεια της δοκιμής να είναι τέτοιοι έτσι ώστε να επιτρέπεται η εξαγωγή ασφαλών αποτελεσμάτων και να είναι εφικτή η προβολή τους σε πραγματικές συνθήκες και μεγέθη. Συστήνεται όπως οι δοκιμές διαρκούν το ελάχιστο έξι ώρες.**

Γίνεται αναφορά στο Κεφάλαιο 4 και Παράρτημα 1 της Τεχνικής Έκθεσης η οποία επισυνάπτεται με CD.

**2.7 Κατά τις δοκιμές κατείσδυσης/διήθησης ή εισπίεσης να παρακολουθείται και να καταγράφεται σε τακτό χρονικό διάστημα ο ρυθμός αύξησης της στάθμης του νερού στη δοκιμαστική γεώτρηση και σε μια τουλάχιστον γεώτρηση παρακολούθησης πλησίον της δοκιμαστικής. Κατά τη διάρκεια των δοκιμών να καταγράφεται ο ρυθμός και οι ποσότητες άντλησης και διάθεσης καθώς και αλλαγές στον υδροφόρο ορίζοντα υπό επηρεασμό.**

Γίνεται αναφορά στο Παράρτημα 2 της Τεχνικής Έκθεσης η οποία επισυνάπτεται με CD.

**2.8 Να γίνει διαστασιολόγηση της/των δεξαμενής/ών καθίζησης των αιωρούμενων σωματιδίων (εάν θα γίνουν) ως αποτέλεσμα της ανάλυσης των υδρογεωλογικών δεδομένων του έργου.**

Σύμφωνα με την Τεχνική Έκθεση, οι μέγιστες αντλήσεις αναμένονται να φτάσουν περίπου τα 1740 m<sup>3</sup>/day. Από το κτίριο Α αναμένεται να γίνονται 1100 m<sup>3</sup>/day ενώ για το κτίριο Β θα είναι 640 m<sup>3</sup>/day. Σύμφωνα με τις ποσότητες αυτές και τους υπολογισμούς που παρατίθενται πιο κάτω, η διαστασιολόγηση των δεξαμενών καθίζησης πρέπει να είναι τουλάχιστον 3 m (Μήκος) X 1 m (Πλάτος) x 3m (Βάθος) για τις αντλήσεις του κτιρίου Α ενώ για το κτίριο Β οι διαστάσεις πρέπει να είναι τουλάχιστον 2 m (Μήκος) X 1 m (Πλάτος) x 3m.

Από τα βιβλιογραφικά δεδομένα το overflow rate για αυτού του είδους τις διαδικασίες ορίζεται ως 9800 g/day/ft<sup>2</sup> και με τις απαραίτητες μετατροπές υπολογίζεται ως ~400 m<sup>3</sup>/day/m<sup>2</sup>. Η επιφάνεια της δεξαμενής ορίζεται ως το πηλίκο των αντλήσεων προς το overflow rate και έτσι στην προκειμένη περίπτωση είναι 2,75 m<sup>2</sup> για τις αντλήσεις του κτιρίου Α ενώ για τις αντλήσεις του κτιρίου Β υπολογίστηκε σε 1.6 m<sup>2</sup>. Το βάθος ορίστηκε στα 3m που είναι και το σύνηθες.

Επισυνάπτεται στο Συνημμένο ΙΙ ο σχεδιασμός της δεξαμενής.

**2.9 Να γίνει υπολογισμός του ισοζυγίου άντλησης – απόρριψης και εκτίμηση για αλλαγές στον υδροφόρο ορίζοντα υπό επηρεασμό.**

Γίνεται αναφορά στο Παράρτημα 1 και στο Παράρτημα 2 της Τεχνικής Έκθεσης η οποία επισυνάπτεται με CD.

**2.10 Να γίνει χημική ανάλυση του αντλούμενου νερού [Ολικά αιωρούμενα σωματίδια (TSS), Ηλεκτρική αγωγιμότητα (Conductivity), πλήρης ιοντική ανάλυση, βιοχημικά/χημικά απαιτούμενο οξυγόνο, Ολικός φωσφόρος, Ολικό άζωτο, Θολερότητα (Turbidity), Λίπη έλαια και γράσα (F.O.G), E. Coli@37 °C, T. Coliforms@37 °C, Enterococci spp. @37 °C]**

Οι χημικές αναλύσεις που έγιναν επισυνάπτονται στο Συνημμένο Ι.

## **ΣΥΝΗΜΜΕΝΟ Ι – ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ**



**Aristos Loucaides**  
Chemical Laboratory Ltd

ΕΠΙΜΕΤΡΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ | **ΑΡΙΣΤΟΥ ΛΟΥΚΑΙΔΗ ΑΤΑ**

- Λεωφόρος Λάρνακας 777, 2102 Αγία Λαύρα  
Τ.Θ. 20879, CY-2151 Λεμεσός, Κύπρος  
Τηλ. +357 22 874 873, φαξ, +357 22 874 873  
- e-mail: [administration@arlab.com](mailto:administration@arlab.com)

**ARISTOS LOUCAIDES** | CHEMICAL LABORATORY LTD

- 77C Laicaia Avenue, 2102 Agia Laia  
P.O. Box 20879, CY-2151 Limassol, Cyprus  
Tel. +357 22 874 873, Fax: +357 22 874 873  
- e-mail: [admin@arlab.com](mailto:admin@arlab.com)

Αρ. εργασίας: 18275  
Αρ. δείγματος: 221156-57

2/8/2021

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ

<b>Όνομα:</b>	<b>Τάκης Ιωάννου</b>
<b>Διεύθυνση πελάτη:</b>	Εμμανουήλ Μπενάκη 34, Στρόβαλος, 2050
<b>Είδος δείγματος:</b>	Νερό σε πλαστικό μπουκάλι 1,5L, T=31,3°C
<b>Περιοχή δειγματοληψίας:</b>	Λάρνακα - απέναντι από νέο λιμάνι για μελλοντικό έργο
<b>Ημερομ. δειγματοληψίας:</b>	21-06-2021
<b>Δειγματολήπτης:</b>	Πελάτης (με οδηγίες εργαστηρίου)
<b>Ημερομ. παραλαβής δείγματος:</b>	19-07-2021
<b>Ημερομ. έναρξης ανάλυσης:</b>	19-07-2021
<b>Ημερομ. παραδόσεως αποτελεσμάτων:</b>	02-08-2021

Παράμετρος	Μονάδα	Μέθοδος	221156	221157	Όρια ποσισμού**
pH	-	CW01	7,50	7,62	6,5-9,5
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	μS/cm	CW02	3,11	3,31	2,5
Χλωριούχα	mg/L	CW11	377	459	250
Θειικά	mg/L	CW12	1275	1425	250
Φθοριούχα	mg/L	CW18	0,880	0,965	1,5
Ασβέστιο	mg/L	CW23	136	158	-
Βόριο	μg/L	CW35A ICP OES	955	1150	1000
Στρώντιο, Sr	mg/L	CW35A ICP OES	2,52	2,65	-

\*= Not CYS-CYSAB accredited & Not CYS-CYSAB accredited for the expression of O & G. \*\*= σύμφωνα με Ν.870/2001

221156= Δείγμα νερού από γεώτρηση W1 Monitoring well, βάθος γεώτρησης: 14m (20m απόσταση μεταξύ W1-W2)  
221157= Δείγμα νερού από γεώτρηση W2 Monitoring well, βάθος γεώτρησης: 14m (20m απόσταση μεταξύ W1-W2)

### ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΕΙΣ & ΕΡΜΗΝΕΙΕΣ:

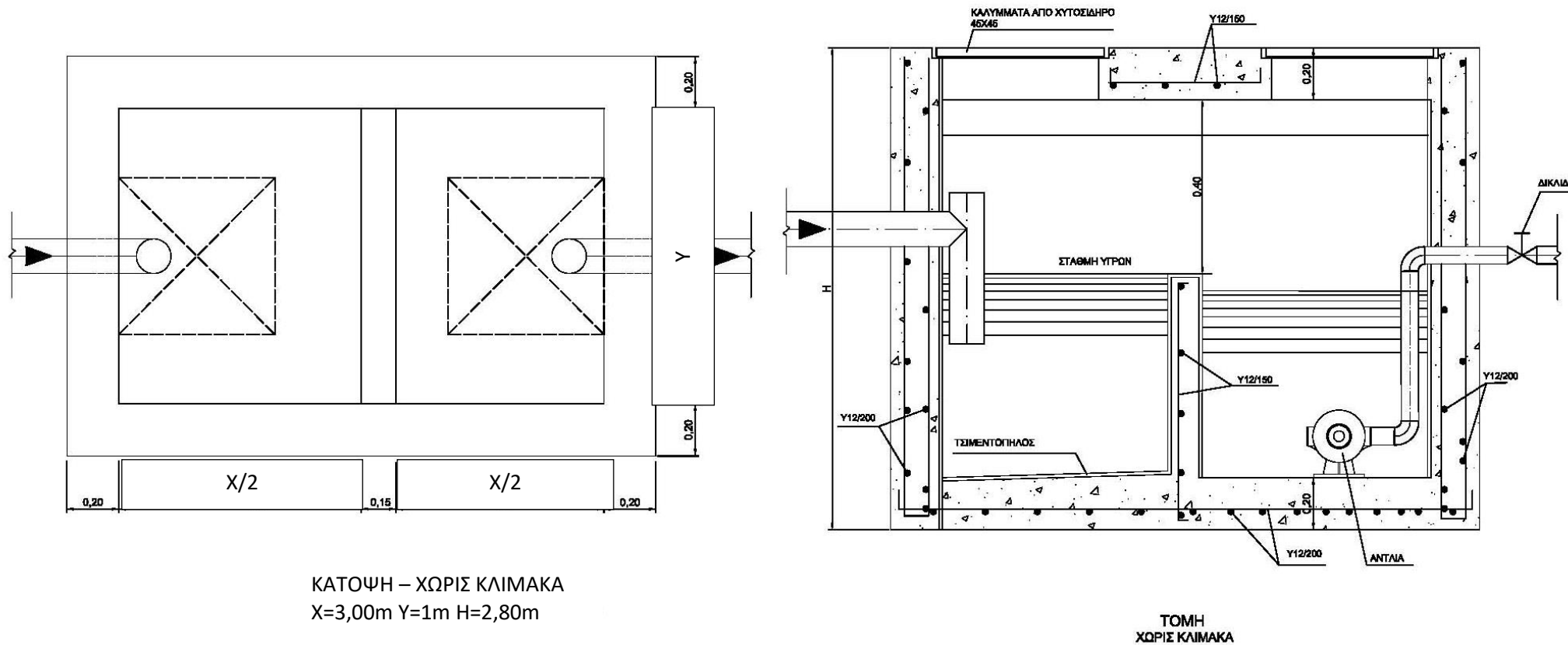
Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης στα παραπάνω δείγματα, το νερό είναι υφάλμυρο (σύμφωνα με #13 FTPO102.1 για την έκφραση Γ & Ε) και παρουσιάζει αυξημένη συγκέντρωση θειικών. Επίσης, παρουσιάζει χαρακτηριστικές συγκεντρώσεις φθοριούχων, βόριου και στρώντιου, οι οποίες προσομοιάζουν ή/και κατεβεικνύουν επιρρεασμό από θαλασσινό νερό.

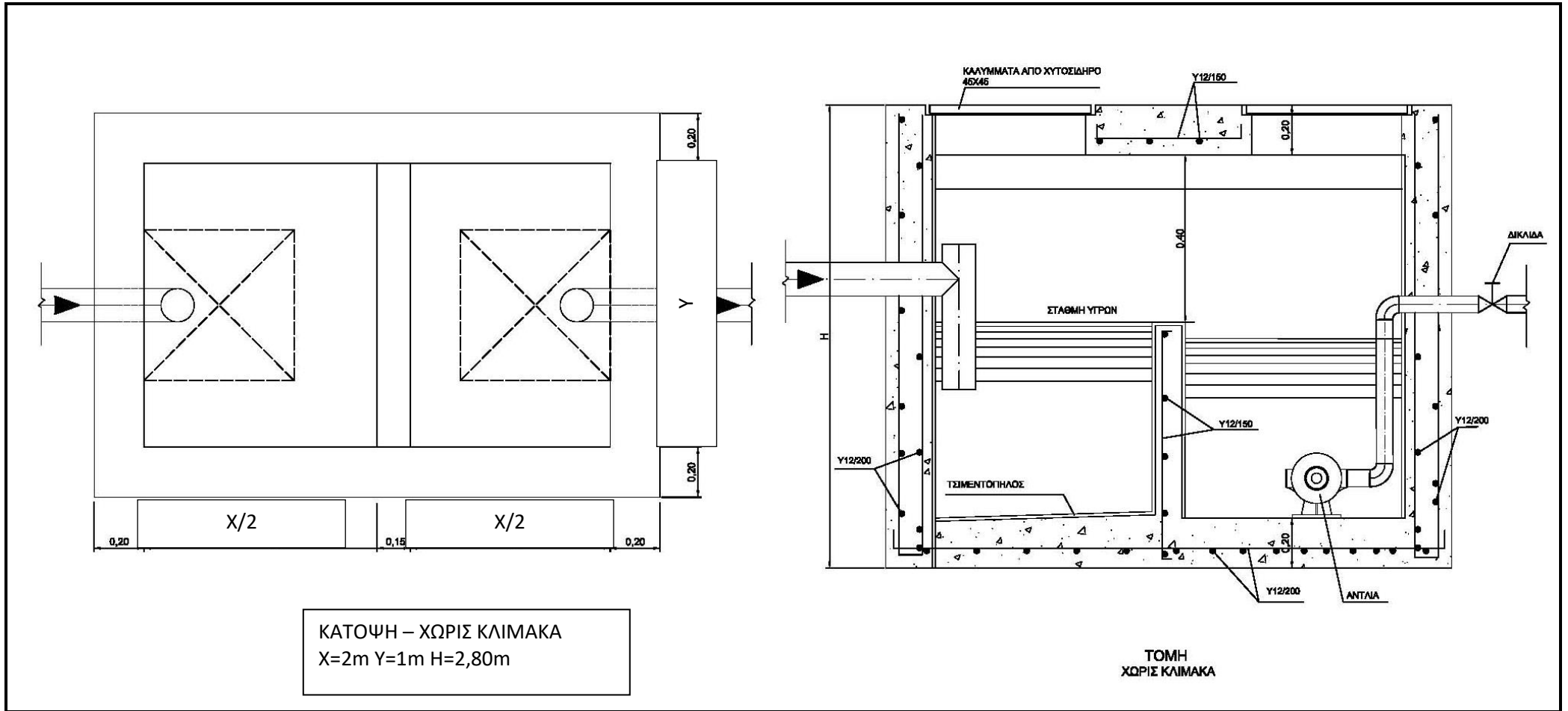
Τα αποτελέσματα αφορούν τα δείγματα που παραδόθηκαν στα εργαστήρια. Τα δείγματα που αφορούν τη δειγματοληψία δεν έχει διενεργηθεί από το εργαστήριο μας, γιατί η αρμοδιότητα ανήκει κατά κύριο λόγο σε πληροφορίες που οι ενδιαφερόμενοι. Τα δέματα εργαστηρίου Χημικού Λουκαΐδη ΑΤΑ, δεν αναλαμβάνουν καμία ευθύνη για την ακεραιότητα των πληροφοριών αυτών. Τα δείγματα για μικροβιολογικούς ελέγχους πρέπει να παραδίδονται στο εργαστήριο εντός 12 ωρών από τη δειγματοληψία. Τα δείγματα για μικροβιολογικούς ελέγχους πρέπει να παραδίδονται στο εργαστήριο εντός 12 ωρών από τη δειγματοληψία. Τα δείγματα που αφορούν τη δειγματοληψία "H" είναι διαθέσιμα για μη ισοσταθμισμένη κατάσταση δείγματος κατά την παράδοση. Για αυτό το λόγο υπάρχει κάποιο πιθανότητα να υπερασπιστούν τα αποτελέσματα λόγω του ότι δεν υπάρχει συμμόρφωση με τα κριτήρια σταθερότητας δείγματος. Για τη συγκεκριμένη απόδοση γίνεται αναφορά στο κύριο μέρος της παρούσας εργαστηριακής αναφοράς. Η έκφραση Γνωστέοιων & Γνωστέων (Γ&Ε - O&G) που αναφέρεται σε διαπιστωμένες παραμέτρους εμπίπτει στο πεδίο διεπίστευσης των CYS-CYSAB. Το πεδίο "Παραπάνω 2βόριο" δεν εμπίπτει στο πεδίο διεπίστευσης των CYS-CYSAB και αφορά τις παραμέτρους που υποδεικνύονται ως "Not CYS-CYSAB accredited for the expression of O & G". Όταν η έκφραση Γ&Ε γίνεται στη βάση οδών που περιέχουν μεγαλύτερο αριθμό παραμέτρων από αυτές που είναι αναγκαίες, τότε αυτή αναφέρεται μόνο στις παραμέτρους που έχουν ελεγχθεί και δίνεται στην παρούσα Εργαστηριακή Αναφορά. Όταν η έκφραση Γ&Ε βασίζεται σε πληροφορίες που έχουν δοθεί από τον πελάτη ή άλλες σύγχρονες πηγές, αυτές οι πληροφορίες έχουν επισημανθεί κατάλληλα και σύμφωνα με ευρωπαϊκές διαδικασίες του εργαστηρίου που σχετίζονται με την έκφραση Γ&Ε. Αυτή η εργαστηριακή αναφορά μπορεί να αναπαράχθει μόνο στην ολόκληρη της. Τμηματική ή αποσπασματική αναπαράχθεια επιτρέπεται μόνο μετά από γραπτή άδεια του ενδιαφερόμενου.

Σελίδα 1 από 2

## **ΣΥΝΗΜΜΕΝΟ ΙΙ – Τεχνικά Σχέδια Δεξαμενών**







## **STASTON PROJECT - LARNACA**

### **Μεθοδολογία Αποστράγγισης**

**Εκτελεστική Περίληψη του Αγγλικού Κειμένου με ημερομηνία  
Αύγουστος 2021**

**CK\_N104\_21**

**1**

### **Εκτελεστική Περίληψη**

1. Πλήρης περιγραφή της προτεινόμενης Ανάπτυξης δίδεται στην **Έκθεση**, Staston Project – Dewatering Method Statement. Το οικοδομικό τεμάχιο έχει ολικό εμβαδό 10,052 m<sup>2</sup> και, χωρίζεται σε δύο μέρη, Plot A με εμβαδό 6357 m<sup>2</sup> και Plot B με εμβαδό 3695 m<sup>2</sup>.

Τα αντίστοιχα εμβαδά εκσκαφής στο επίπεδο θεμελίωσης είναι **5485 m<sup>2</sup>** και **3485 m<sup>2</sup>** (σύνολο 8970 m<sup>2</sup>).

2. Σύμφωνα με τα ευρήματα της γεωτεχνικής έρευνας, η οποία έγινε εντός του οικοπέδου της προτεινόμενης ανάπτυξης (8 διερευνητικές γεωτρήσεις σε μέγιστο βάθος 60 μέτρων), αναμένεται ότι ο υδροφόρος ορίζοντας ευρίσκεται σε βάθος που κυμαίνεται από 1.3 μέχρι 3 μέτρα, κάτω από το υφιστάμενο έδαφος (0.3 έως 0.35 μέτρα πάνω από το μέσο υψόμετρο της θάλασσας). Κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα, τα πρόσφατα θαλάσσια κοιτάσματα (recent marine deposits), είναι πλήρως κεκορεσμένα και, επομένως περιέχουν μεγάλες ποσότητες νερού.

3. Σκοπός της Μελέτης είναι ο υπολογισμός της εκτιμώμενης ποσότητας νερού άντλησης κατά την διάρκεια εκσκαφής του υπογείου και θεμελιώσεων των προτεινόμενων κτιρίων και, λαμβάνοντας υπόψη τις διάφορες φάσεις κατασκευής, να προταθεί η προτιμητέα μέθοδος αποστράγγισης καθώς και η μέθοδος απόρριψης του νερού άντλησης.

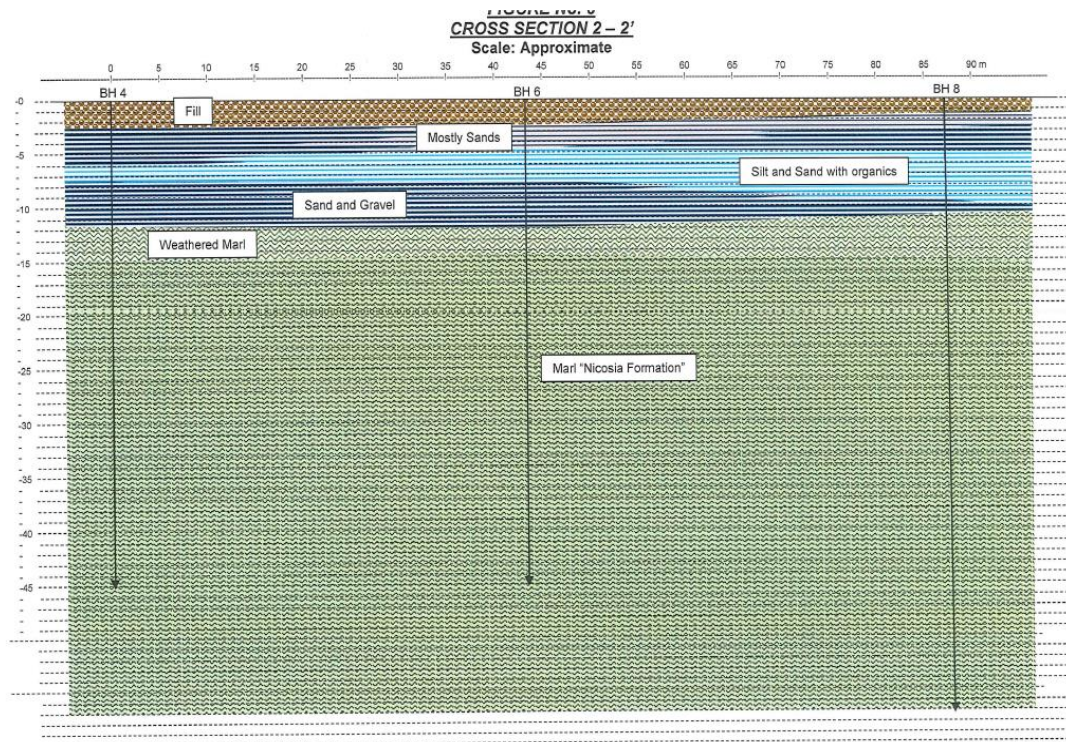
4. Σύμφωνα με την Γεωτεχνική Μελέτη (Geoinvest – Μάρτιος/Απρίλιος 2019), η περισσότερη εισροή νερού εντός των εκσκαφών αναμένεται από τον γεωλογικό Ορίζοντα Β (Group Β), ο οποίος αποτελείται κυρίως από Αλλουβιακές Προσχώσεις (Silty, Gravelly Sand), και ο οποίος επεκτείνεται σε βάθος 9-10 μέτρων, και παρουσιάζει υδροπερατότητα της τάξης των 2.0x10<sup>-3</sup> cm/s ή 1.72 m/ημέρα.

5. Η υδροπερατότητα του υποκείμενου γεωλογικού ορίζοντα C (Group C) ο οποίος απαντάται σε βάθη μεγαλύτερα των 10 μέτρων, και αντιπροσωπεύεται από τον σχηματισμό της Μάργας (Nicosia Marl), είναι χαμηλή, της τάξης των 1.74x10<sup>-7</sup> cm/s ή 0.00023 m/ημέρα.

6. Για καλύτερη αξιολόγηση της επι τόπου διαπερατότητας των αλλουβιακών σχηματισμών (mass permeability) του Ορίζοντα Β, διεξήχθη πλήρης δοκιμή άντλησης, οι λεπτομέρειες και τα αποτελέσματα της οποίας παρατίθενται στην **Έκθεση** (Appendix I). Συνοπτικά η δοκιμή άντλησης έδωσε τα πιο κάτω αποτελέσματα για τον Ορίζοντα Β:

- Τιμές διαπερατότητας που κυμαίνονται μεταξύ 5 - 6.5 m/ημέρα.
- Τιμές Transmissivity 5-6.4 m<sup>2</sup>/ημέρα.
- Τιμές Storativity μεταξύ 19-25%.
- Groundwater gradient (dh/dl) μεταξύ 0.001 - 0.002.

7. Το ολικό εμβαδό σε κάτοψη (building footprint), για το οποίο θα γίνει εκσκαφή στο βάθος θεμελίωσης, θα είναι  $8,970 \text{ m}^2$ . Θα κατασκευαστούν δύο υπόγεια με υπολογιζόμενο βάθος θεμελίωσης στα 8.5 με 9 μέτρα, κάτω από το υφιστάμενο υψόμετρο εδάφους.



Σχεδιάγραμμα 1 - Τυπική Γεωλογική Τομή (Geoinvest, March-April 2019)

8. Επιβάλλεται όπως, για τον έλεγχο της οριζόντιας ροής νερού προς την εκσκαφή να κατασκευαστεί μόνιμος περιμετρικός υδατοστεγής τοίχος (διάφραγμα/πασσαλότοιχος), σε βάθος τουλάχιστο 7 μέτρα κάτω από το χαμηλότερο σημείο εκσκαφής. Ο τοίχος θα είναι πακτωμένος εντός του ορίζοντα C, ο οποίος έχει χαμηλή διαπερατότητα.

9. Λαμβάνοντας υπόψη την γεωλογική στρατηγραφία της περιοχής του έργου, τα βάθη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, το βάθος της προτεινόμενης εκσκαφής, την κατασκευή περιμετρικού στεγανού διαφραγματικού τοίχου και τα αποτελέσματα των γεωτεχνικών ερευνών και εργαστηριακών δοκιμών όπως και της δοκιμής άντλησης, έγινε υπολογισμός των ποσοτήτων νερού που αναμένεται να εισρέουν εντός της εκσκαφής κατά την διάρκεια της κατασκευής, με ανάλυση με την μέθοδο flow net, θεωρώντας την εισροή νερού μεταξύ των κάθετων διαφραγματικών τοίχων, οι οποίοι αποτελούν flow lines αδιαπέραστα στοιχεία, επειδή το νερό δεν μπορεί να διεισδύσει διαμέσου των.

10. Με την προϋπόθεση ότι ο στεγανός περιμετρικός τοίχος θα κατασκευαστεί σε βάθος τουλάχιστον 7 μέτρα κάτω από το χαμηλότερο σημείο εκσκαφής, και λαμβάνοντας υπόψη διαπερατότητα της Μάργας της τάξης των 0.00023 m/ημέρα, υπολογίζεται ότι η εισροή νερού εντός της εκσκαφής θα είναι της τάξης των 0.1 – 0.2 m<sup>3</sup> ανα τετραγωνικό μέτρο εμβαδού κάτοψης εκσκαφής, ανα ημέρα. Αυτό μεταφράζεται σε περίπου 1,740 κυβικά μέτρα ανα ημέρα, για ολόκληρη την εκσκαφή ή, εναλλακτικά, σε 1,100 για το Plot A και 640 κυβικά μέτρα ανα ημέρα για το Plot B, αν η εκσκαφή εκτελεστεί σε δύο φάσεις, δηλαδή να διαιρεθεί το έργο σε δύο περιοχές (θαλάμους), με την κατασκευή προσωρινού ενδιάμεσου διαφραγματικού ή άλλου στεγανού τοίχου, ο οποίος θα κατεδαφιστεί μετά την συμπλήρωση της πρώτης φάσης.

11. Υπολογίζεται ότι στην περίπτωση κατά την οποία η εκσκαφή θα γίνει σε μία φάση, θα χρειαστεί η άντληση 70 m<sup>3</sup> /hour και, υπολογίζεται ότι θα χρειαστούν 8 γεωτρήσεις άντλησης (Plate 1, της Έκθεσης), σε συνδυασμό με αριθμό επιφανειακών πηγαδιών άντλησης μικρού βάθους (sump wells). Σε περίπτωση που η εκσκαφή θα γίνει σε δύο φάσεις, θα χρειαστεί άντληση περίπου 45 m<sup>3</sup> /hour για το Plot A και 25 m<sup>3</sup> /hour για το Plot B. Για κάθε φάση θα χρειαστούν 6 γεωτρήσεις άντλησης σε συνδυασμό με αριθμό επιφανειακών πηγαδιών άντλησης (sump wells).

12. Ακόμα ένας παράγοντας που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τον υπολογισμό των ποσοτήτων νερού άντλησης, είναι η περιεκτικότητα νερού που ευρίσκονται αποθηκευμένες μέσα στους πόρους των Αλλουβιακών προσχώσεων (Silty, Gravelly Sand), του ορίζοντα B, οι οποίες θα πρέπει να εκσκαφθούν στο βάθος θεμελίωσης (one-time storage). Όπως έχει υπολογιστεί κατά την διάρκεια της δοκιμαστικής άντλησης, το storativity του ορίζοντα B είναι γύρω στο 25%. Αυτό μεταφράζεται σε μια ολική ποσότητα νερού περίπου 6.500 m<sup>3</sup>.

13. Το σύστημα αποστράγγισης θα συνδεθεί με σύστημα φρεατίων επαναφόρτισης (recharge wells) τα οποία θα εγκατασταθούν στην περιφέρεια της εκσκαφής (**Έκθεση** - Plate 1), για την απόρριψη του νερού άντλησης.

14. Για το συγκεκριμένο έργο προκρίνεται η λύση της διάθεσης του αντλούμενου νερού σε φρεάτια επαναφόρτισης με βάθος μέχρι 11 μέτρων, έτσι ώστε να διοχετευθούν οι ποσότητες του νερού σε κατάλληλο γεωλογικό σχηματισμό (Ορίζοντα B – Αλλουβιακές προσχώσεις), με ικανοποιητική διαπερατότητα. Για την διερεύνηση της ικανότητας του Υδροφορέα να χρησιμοποιηθεί για την επαναφορά του αντλούμενου νερού έγινε ολοκληρωμένη δοκιμή επαναφόρτισης του υδροφορέα (infiltration test) με αντλούμενες ποσότητες νερού. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στην **Έκθεση** (Appendix II).

15. Με βάση τα αποτελέσματα της δοκιμής επαναφόρτισης, υπολογίζεται ότι 20 m<sup>3</sup>/ώρα θα μπορούν να επανεισαχθούν στον υδροφόρα μέσω κάθε γεώτρησης.

16. Για σκοπούς υπολογισμού θεωρείται ότι για την αποστράγγιση ποσότητας νερού 70 m<sup>3</sup>/hour (περίπτωση ολικής εκσκαφής), θα ανορυχθούν περίπου 7 φρεάτια επαναφόρτισης (recharge wells), ή εάν η εκσκαφή γίνει σε δύο φάσεις 4 φρεάτια. Λαμβάνεται υπόψη ότι 'Stand by' φρεάτια θα πρέπει να είναι διαθέσιμα, για τις περιπτώσεις που κάποια φρεάτια θα χρειαστούν μερική συντήρηση.

Τυπική διάταξη φρεατίου επαναφόρτισης δίδεται πιο κάτω:

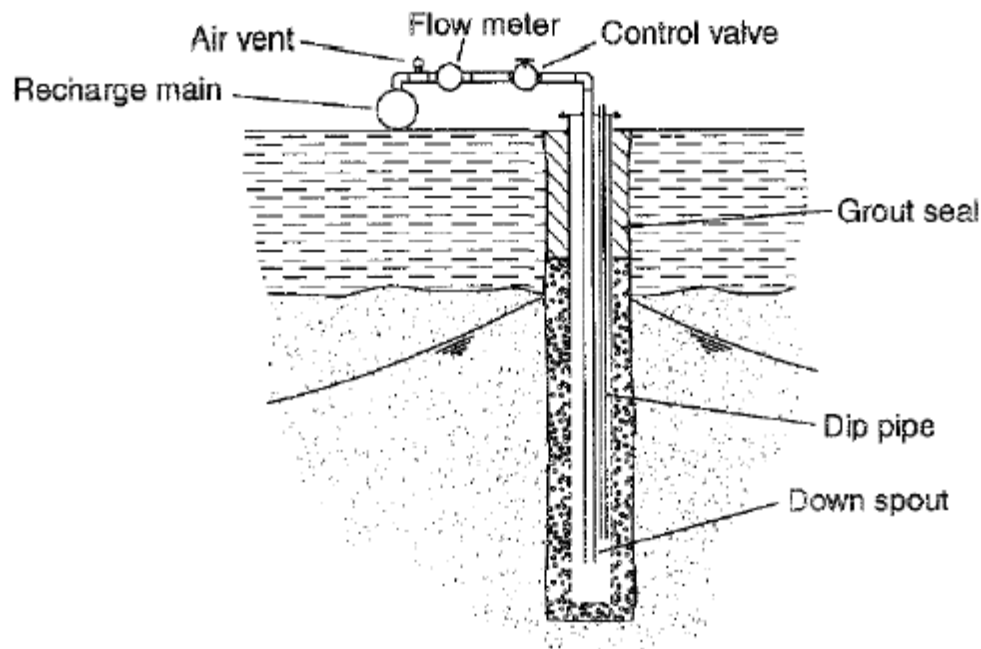


Fig.3 Recharge Well

### **Φρεάτιο Επαναφόρτισης**

16. **Μείωση της συγκέντρωσης των στερεών στο αντλούμενο νερό.**

Για να μειωθεί η συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών στο αντλούμενο νερό και η πιθανή απόφραξη των φιλτροσωλήνων, προτείνεται η κατασκευή δεξαμενής καθίζησης με διαστάσεις 10 μέτρα μήκος, 3 μέτρα βάθος και 3 μέτρα πλάτος έτσι ώστε να επιτευχθεί υδραυλικός χρόνος παραμονής 0.4 ώρες και μείωση των αιωρούμενων στερεών στα 30mg/l.

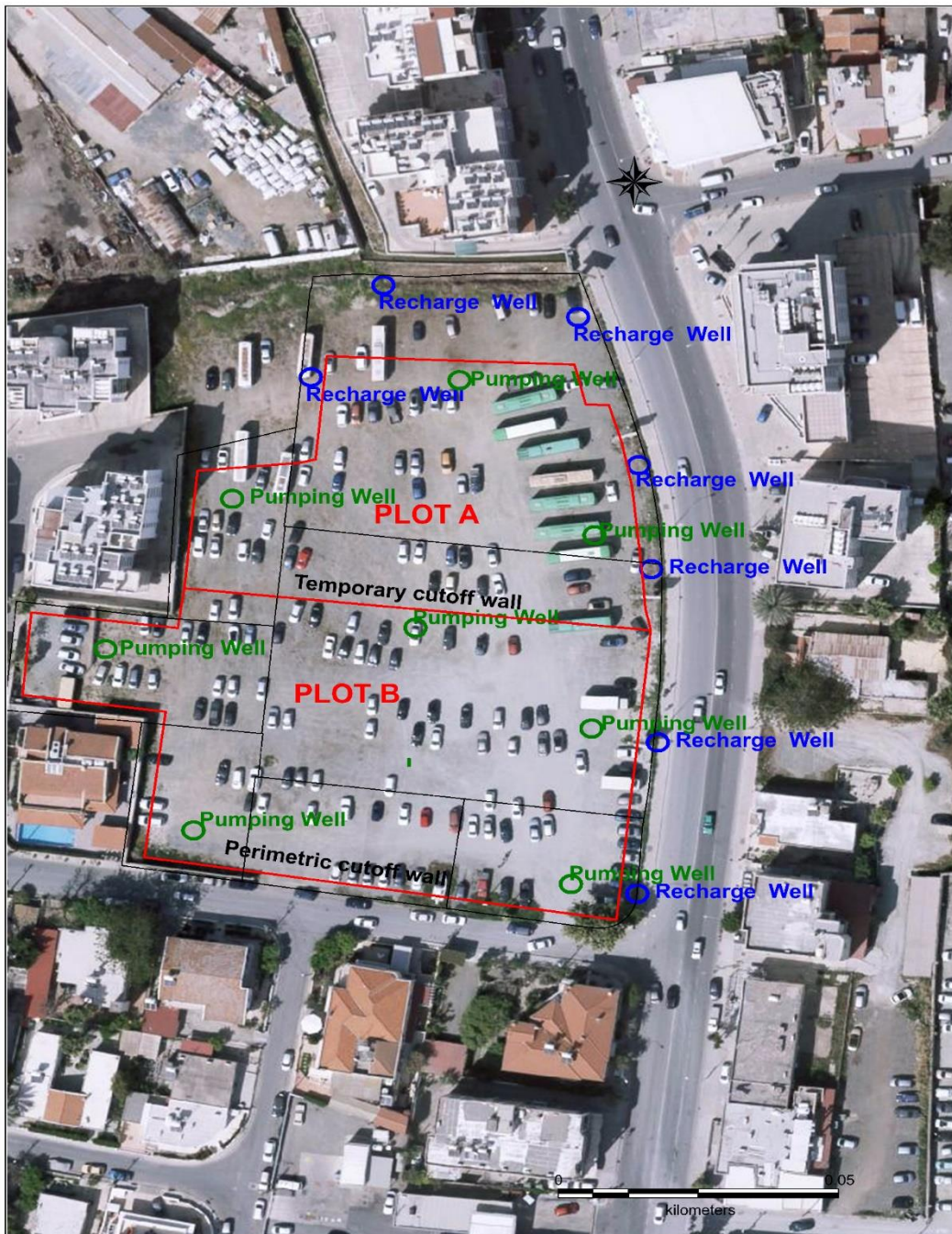


Plate 1. Proposed arrangement of drainage (pumping wells) and recharge holes in basement – Perimetric and Temporary Cut off Walls



**STASTON PROJECT - Larnaca  
Dewatering Method Statement**

**CK\_N103\_21**

## Contents

<b>1. Introduction – Project description .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Hydrogeological Regime.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Hydrogeology .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Permeabilities based on Laboratory testing .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Inflow of water into the excavations during construction .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Ground Water Control.....</b>	<b>11</b>
<b>4 Mitigation of Environmental Effects .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Dewatering Consenting.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Discharge to the Environment.....</b>	<b>15</b>
<b>4.3 Dewatering Discharge Quality – Suspended Solids .....</b>	<b>17</b>
<b>4.3.1 Settling Tank Design .....</b>	<b>17</b>
<b>5. Ground Water Recharge System.....</b>	<b>19</b>
<b>5.1 Recharge Trenches .....</b>	<b>19</b>
<b>5.2 Recharge Wells .....</b>	<b>20</b>
<b>6. Recharge Wells for the in situ determination of Field Infiltration Rate .</b>	<b>21</b>
<b>6.1 General.....</b>	<b>21</b>
<b>6.2 Installation of Recharge Well - Recharge Test Procedure.....</b>	<b>21</b>
<b>Appendix I – Pumping Test .....</b>	<b>24</b>
<b>Appendix II – Infiltration Test .....</b>	<b>43</b>

## **1. Introduction – Project description**

The building plot is situated on the coastal zone of Larnaca, close to the Port, between Archbishop Makarios Avenue and Costis Palamas and Desdemona Streets. It is relatively flat, with small differences in elevation, of the order 3 – 5 meters above mean sea level, and covers a total area of 10,052 m<sup>2</sup>.

The proposed use of the project will be mixed, i.e. residential, offices, commercial and, also, public parking areas. The plot is divided into two parts;

Plot A has an area of 6357 m<sup>2</sup> and will include two towers of mixed use, mainly of residential and commercial use. The footprint of the buildings has an area of 1657 m<sup>2</sup>. Tower A will comprise 25 levels, two basements, ground floor, mezzanine and 21 storeys and tower B will comprise 33 levels, two basements, ground floor, mezzanine and 29 storeys.

Plot B has an area of 3695 m<sup>2</sup> and will have one tower of hotel use. The footprint of the building is 923 m<sup>2</sup>. The tower will comprise 30 levels, two basements, ground floor, mezzanine and 26 storeys.

Areas of the Residential and Hotel basements, that have to be excavated down to final foundation level, are 5485 m<sup>2</sup> and 3485 m<sup>2</sup>, respectively.



*Fig.1 – Location Map*

## **2. Hydrogeological Regime**

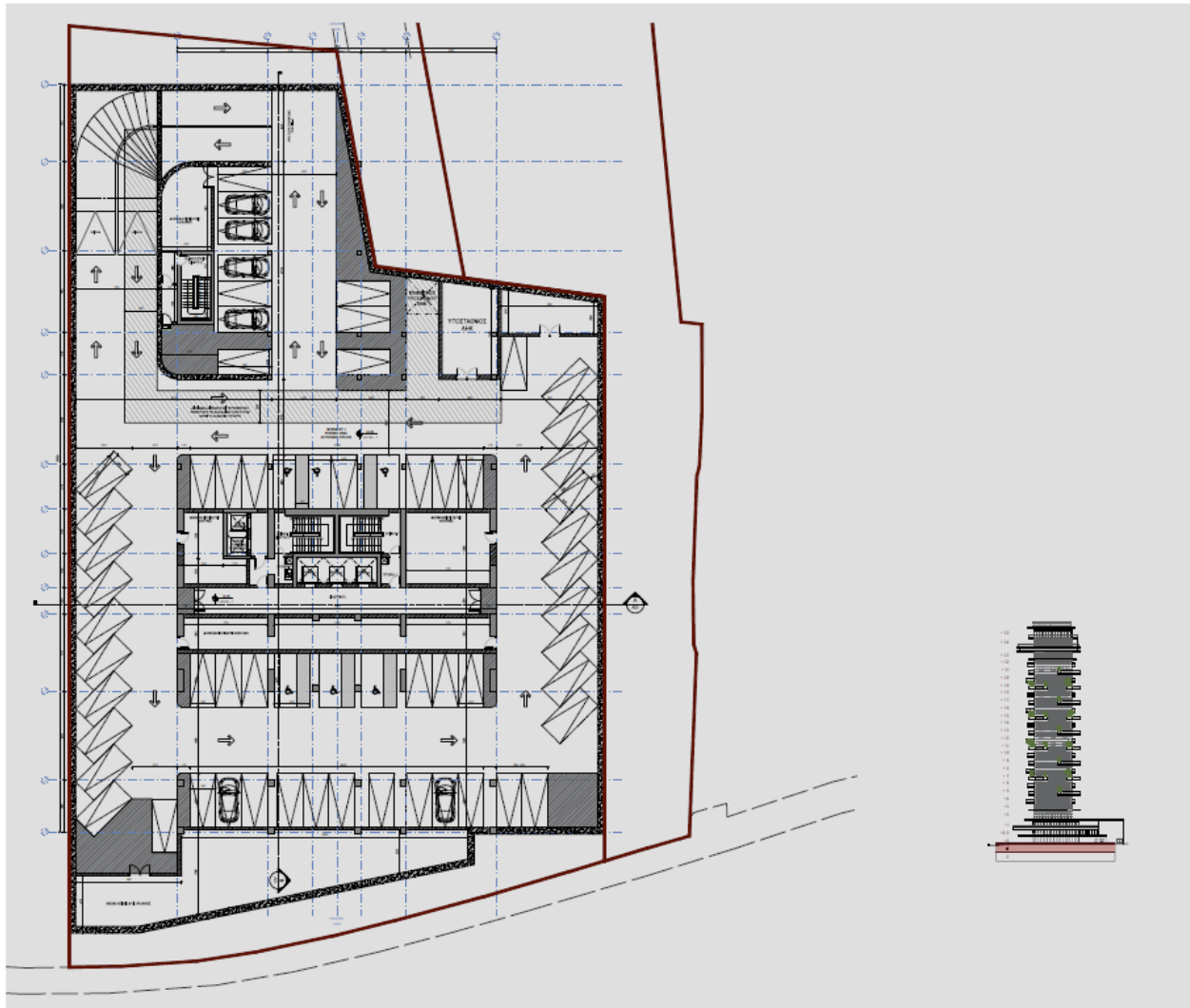
### **2.1 Hydrogeology**

The hydrogeological conditions prevailing at the building site have been preliminarily assessed, based on the results of eight (8) investigation boreholes of a total depth of 360 meters, drilled within the area of the building plot (*Geoinvest, March-April 2019*). Six exploratory boreholes were taken down to 40 meters depth each and two exploratory holes down to 60 meters below ground level. The investigation boreholes were taken down to a maximum depth of 60 m, with associated disturbed /undisturbed sampling and, in situ and laboratory testing.

Results so obtained, were also correlated to existing information obtained from desk study sources, i.e. available geological/geotechnical information from previous construction, geotechnical and hydrogeological work carried out in the broader area of the proposed Project.

**Staston Project - Larnaca**  
**Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**

In order to assess the mass permeability of the foundation strata, a full-scale Pumping test was carried out within the site during July 2021. Measurements recorded during the pumping test were fully analyzed with the use of a specialized



*Figure 2- Basement Plan – Plot A (Eraclis Papachristou Architects)*

Computer programme and correlated to laboratory and in situ permeability tests. The procedure adopted for the Pumping test and analysis of the results in both tabular and graphical form are given in Appendix I – Pumping Test.

In order to further assess the infiltration potential of recharge wells, a full field infiltration test was carried during period 27/10/2020 – 02/11/2020. The testing

procedure adopted and an analysis of the results in both tabular and graphical form are given in Appendix I – Pumping Test detailed in Appendix II – Infiltration Test.



*Figure 3 - Basement Plan – Plot B (Eraclis Papachristou Architects)*

The ground hydrogeological model considered, provides information for:

- Determine requirements for ground water control and any practical or Environmental constraints.
- Develop preliminary conceptual model of ground water flow.
- Estimate total flow rate required to achieve drawdown at site down to excavation depth.

Based on the findings of the geological campaign undertaken, two geological formations are encountered at the site under study:

1. A thin soil cover, man-made Fill (Horizon A). This consists mainly of material of variable size and origin with a thickness of about 1 – 2.5 m.
2. The granular Recent Marine Coastal Deposits (Horizon B), which consist of fine to very fine grained sands, intercalated with silts and clays and coarse

grained soils like sandy gravel with cobbles and occasionally with boulders, mostly at the base of the horizon. The maximum thickness of this group is of the order 8 – 10 m.

3. Nicosia Formation (Horizon C), represented by cohesive, khaki, weathered, highly fissured, partially decomposed Marl on top, turning gradually to fresh, dark gray, bluish and greenish gray, Marl.

Additional information and further elaboration on the site geology, is given in the relevant geological report.

From available information derived from the geological investigation work performed within the building site (*Geoinvest, March-April 2019*), and the Pumping and Infiltration Tests performed recently, the following hydrogeological data may be deduced for the different soil groups:

- There is only one unconfined aquiferous horizon (water table aquifer) at the site, which is related to the soils of the Recent Marine Coastal Deposits.
- Small amounts of ground water may be present also within occasional sand rich sections of the Nicosia Formation (Marl).
- Static ground water table was encountered in all boreholes at depths varying between 1.8 and 3 m below existing ground level (0.3 to 0.35 m above mean sea level amsl).
- Below the water table, the recent marine coastal deposits are fully saturated and, therefore high amounts of ground water is to be encountered.
- The water table aquifer is sea intruded since it is in direct contact to the sea, thus forming a constant head inflow boundary. Chemical analyses of water samples taken at the completion of the pumping test, confirm the statement.

## **2.2 Permeabilities based on Laboratory testing**

No in situ permeability tests (Lefranc, Magg or constant head) were performed during the site investigation drilling, since the conditions were not favorable for such in situ testing, due to shallow ground water table. Four laboratory falling head permeability tests, in accordance with BS5930, were performed on selected samples with the following results:

- Group B – Sand and Silt + Organics:  $9.45 \times 10^{-3}$  cm/s or 0.81 m/day
- Group B – Silty, Gravelly Sand:  $2.0 \times 10^{-3}$  cm/s or 1.72 m/day
- Group C – Marl:  $1.74 \times 10^{-7}$  cm/s or 0.00023 m/day
- The in situ permeability of the coarse material (Gravel, Cobbles) of Group B is estimated to be in the range of 5 – 10 meters per day, depending on the content of the fine material.

**Staston Project - Larnaca**  
**Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**

Based on *Terzaghi's Permeability and drainage characteristics of Soils*, from the above results it is evident that the permeability of the Recent Marine Coastal Deposits (group B) is high, greater than 0.8 m/day for the fine grained soils, over 1.7 m/day for the sands, over 5 m/day for the gravel and, for the Nicosia formation (Marl) is low to poor, 0.00023 m/day.

Group	Soil Description	Depth Range(m)
<b>A</b>	<b>Fill</b> , consisting mainly of material of variable size and origin-Man made	Variable thickness 1 – 2.5 m
<b>B</b>	<b>Granular Recent Marine Coastal Deposits</b> (Horizon B)  Consisting of: Both fine grained soils like sands, silts and clays and coarse grained soils like sandy gravel with cobbles and occasionally with boulders.	8 – 10 m
<b>C</b>	<b>Nicosia Formation - Marl</b>  Represented by cohesive, khaki, weathered, highly fissured, partially decomposed Marl on top, turning gradually to fresh, dark gray, bluish and greenish gray	9 - >50 m (unverified)

**Table 1** - Soil description with Depth – Boreholes 1- 8



## Staston Project - Larnaca Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021

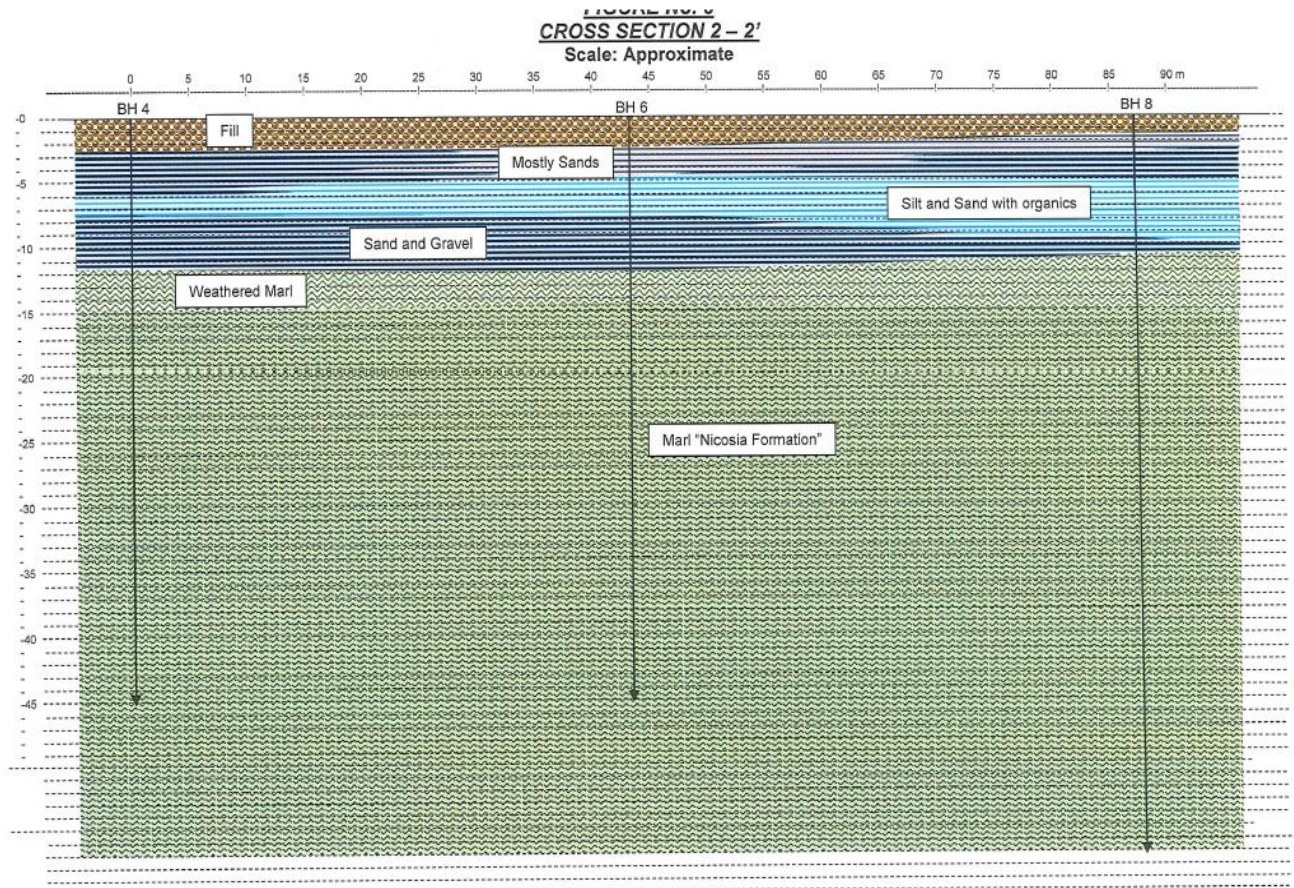


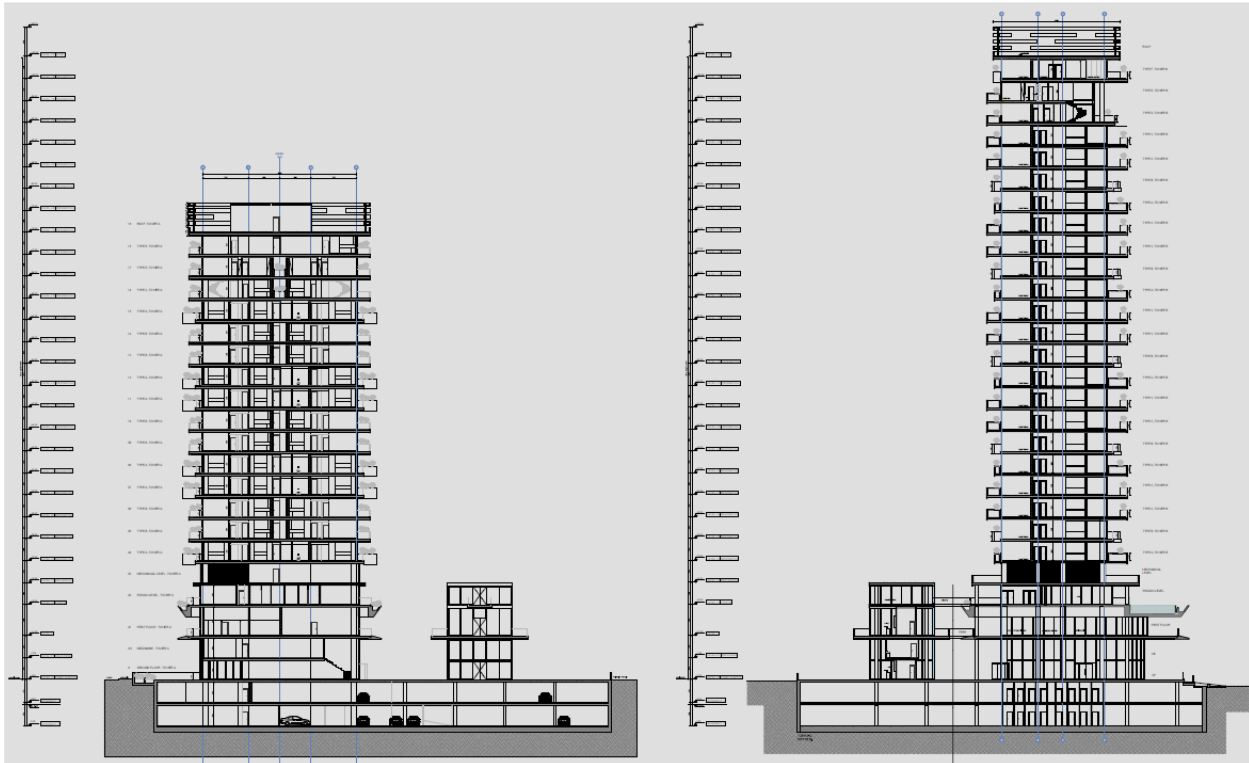
Figure 4 – Typical Geological Cross Section (Geoinvest, March-April 2019)

### 3. Inflow of water into the excavations during construction

For the control of ground water seepages into the excavation, a permanent cut off wall (watertight diaphragm/secant pile) will be constructed to a depth of at least 7 m below the final excavation level and, preferably, at least 5m into the hard grey Marl. It is recommended that sand rich sections are avoided. The positive cut-off will provide an impermeable barrier that will prevent any horizontal flows into the excavation from the Recent Marine Coastal Deposits. This will greatly facilitate the lowering of the water table during construction, since lateral movement of ground water towards the excavation will be prevented and seepage paths towards the base of the excavations through the relatively impermeable Marl formation will be substantially increased.

Static ground water table was encountered in all boreholes at depths varying between 1.8 and 3 m below existing ground level (0.3 to 0.35 m above mean sea level amsl). Considering the installation of a positive cut-off wall into the relatively impermeable Marl horizon, as described above, and for the case of two level

basements, the problems of dewatering are expected to be relatively low and manageable.



*Figure 5 – Residential Basement Cross Sections (Eraclis Papachristou Architects)*

From the available geotechnical information (sources mentioned above), it is expected that the strata at the anticipated excavation level will be represented by the lower part of group B (dense, not cemented, variably sized, rounded, silty-sandy gravel coarse grained sandy gravel with cobbles and occasionally with boulders of mostly igneous origin), close to the contact with the underlying Nicosia Marl. This part of Group B exhibits, moderate to high permeabilities.

The permeability results obtained during laboratory testing have been further substantiated by the valuable information obtained during the performance of the full scale Pumping and Infiltration Tests, performed at the site (Appendices I & II).

Based on the pumping test results the following conclusions may be drawn:

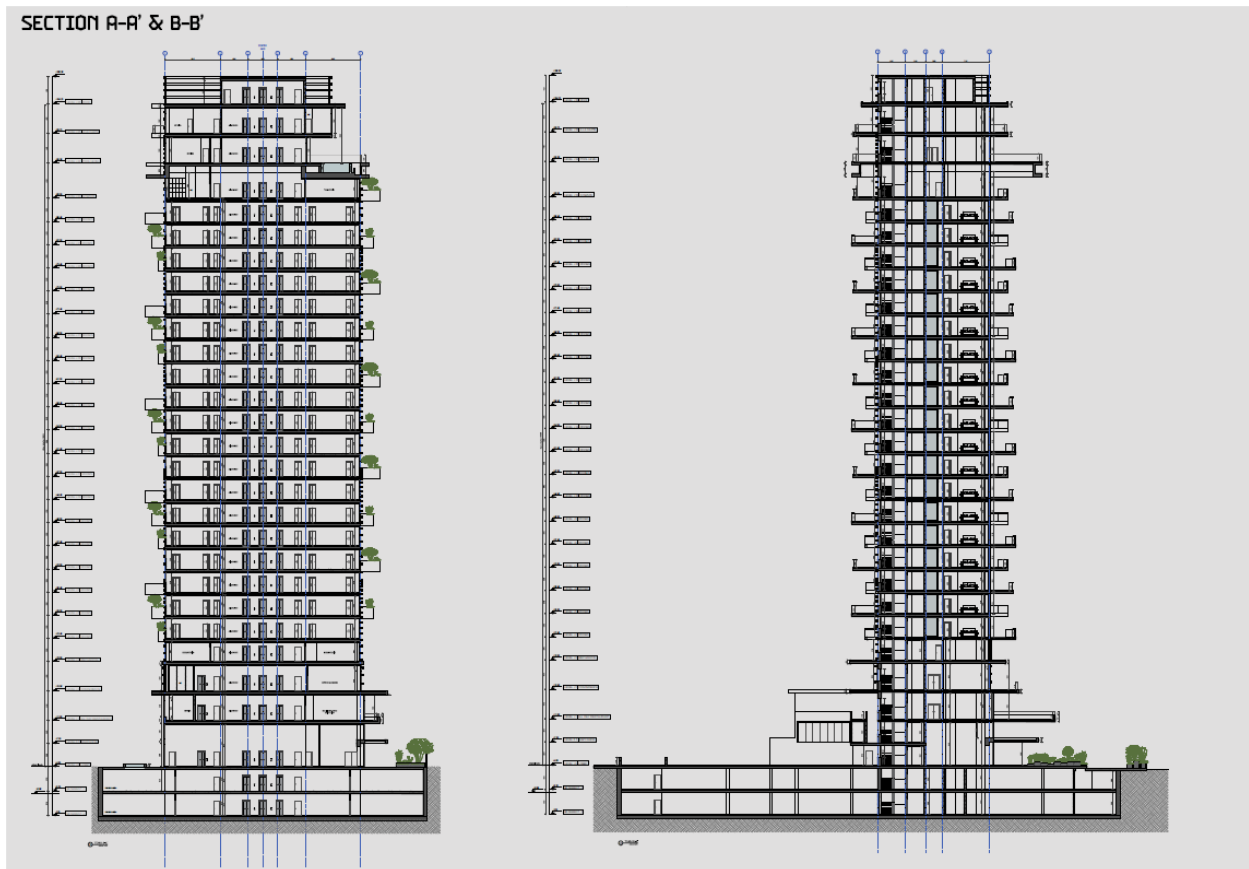
- Nine minutes after start of pumping, steady-state conditions were attained. This is due to the existing constant head sea level inflow boundary.

**Staston Project - Larnaca**  
**Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**

- Recovery analysis (Jacob's and Theis method) showed Permeability values of the unconfined aquifer (Group B) to be in the range of 5 to 6.5 m/day. (Transmissivity values 5-6.4 m<sup>2</sup>/day).
- Storativity values are in the range of 19-25%.
- Groundwater gradient (dh/dl) is in the range to 0.001-0.002.

Arrangements of Test pumping well and monitoring holes was at distances of 4m (BH1), 8 (BH2) and 20 m (W2 Injection well).

Appendix I shows all results obtained during the test, in both tabular and graphical form.



*Figure 6 – Hotel Basement Cross Sections (Eraclis Papachristou Architects)*

Of great importance of course, are the actual permeabilities of the stratum into which the diaphragm wall will be keyed-in, below the base of the excavation. As previously mentioned, it is recommended that the cut-off wall is keyed-in at least 5m into the Nicosia Marl formation (Group C), which exhibits very low

permeabilities of the order of 0.00023 m/day and, below the zone of weathering, may be considered as practically impervious.

Considering the stratigraphy of the site, the ground water levels established, the depth of the proposed excavation, the impermeable perimetric diaphragm wall to be installed and, the test results obtained from the site investigations and laboratory tests and Pumping/Infiltration tests, an estimate of the anticipated inflow of water into the excavation during construction has been made. It has been considered that some water inflow will come partly from around the wall and partly directly, from the strata below the base of the excavation, from horizons B and C.

The site is characterized by one, sea intruded phreatic aquifer. Water level is at depths 1.8 to 3m below existing ground surface. Nevertheless, as previously stated, these recorded water levels, are expected to be 0.5 to 1.3 m amsl.

During excavation the ground water level will have to be reduced at least 1m below the from time to time, excavation level. Considering the anticipated excavation depth (two basement levels), the static water level regime, the relatively impervious Nicosia Marl stratum into which a watertight impervious cut-off wall will be keyed-in, the seepages from behind the diaphragm wall and the stratum below will be small.

Provided that a watertight perimetric wall will be taken down to a depth of about 7m below excavation level, it is estimated that the inflow into the excavation will be in the region of 0.1 to 0.2 m<sup>3</sup> per square meter of plan excavated area per day. This translates into a total of around 1740 cubic meters per day for the whole excavated area or, 1100 cubic meters per day for Plot A (Towers A and B) and, 640 cubic meters per day for Plot B, if the excavation is carried out in two stages by constructing a temporary intermediate secant pile or other, cut off wall. The temporary wall will be demolished as excavation progresses for the next Plot.

### **3.1 Ground Water Control**

There are several techniques or methods available for controlling ground water flow into excavations at a construction site. The selection of a technique or techniques appropriate to a particular project, at a particular site, will depend on many factors. However, the lithology and permeability of the soils will always be of paramount importance.

Considering the total footprint of the basement areas and the established permeabilities of the underlying stratum (MARL), it is possible to proceed with the excavation of the basement area in either one or two stages, as previously mentioned. In the case of excavating both basements simultaneously, pumping of

about 70 m<sup>3</sup> /hour will be necessary and it is estimated that, for this case 8 no. pumping wells will be required (see Plate 1), in combination with a number of shallow sump wells. In the case when the excavation is carried out in two stages then, pumping rates of about 45 m<sup>3</sup> /hour will be necessary for plot A and 25 m<sup>3</sup> /hour for Plot B.

An additional factor to be taken into consideration in calculating quantities of water that have to be pumped, is the quantity of water contained within the pores of recent marine deposits within the excavated areas (Group B), which will have to be excavated down to final excavation level. As calculated during the pumping test, a Storativity of 25% may be considered for this stratum (one-time storage), which translates into a total quantity of water of approximately 6.500 m<sup>3</sup>.

Ground water control recommendations are mainly based on the publication by CIRIA 515 (Ground Water Control, Design and Practice). The proposed ground water control method has been selected, partly, from figure 1.10 of this publication, also considering the relatively shallow excavation depth.

Considering the necessity to lower the water table at least 1m below the excavation level and that, most of the inflow will be from the strata below, the water table has to be lowered for the whole working area. It is necessary, therefore, to design for a pump-well system that will work in combination with the physical cut-off wall and the system of Recharge Wells which will be constructed for the disposal of dewatering water.

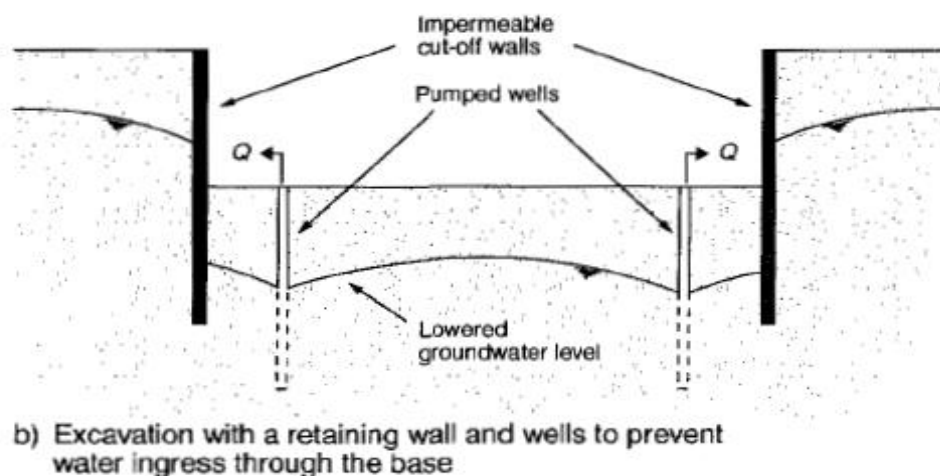


Diagram 1 – Indicative Pump-well Dewatering System

**Staston Project - Larnaca**  
**Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**

In the current case, most of the inflow will originate from Horizon B and not from behind the impervious cut-off wall. It is, therefore, necessary to cover the excavated area with a number of pump wells, which will have to be drilled down to relatively shallow depths, about 6 m below excavation level. In combination with the deep wells, surface sump wells should also be installed, operating in shallow pits or trenches. It is preliminarily estimated that, for the case when the excavation will be carried out in one stage 8 no. pumping wells will be required whereas if the excavation is carried out in two stages, 6 no. wells will be required for each stage, in combination with a number of shallow sump wells/trenches which, which in this case, are expected to be more effective than deep wells.

**Staston Project - Larnaca**  
**Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**



*Plate 1. Proposed arrangement of drainage (pumping wells) and recharge holes in basement*

The boreholes need to be 800-900 mm in diameter with a 300mm perforated steel pipe installed at the centre. The pipe must be wrapped in geotextile 200 grams/ m<sup>2</sup>, to minimize the amount of silt and clay in the pumped water. The space between the pipe and the external wall of the borehole must be filled with a mixture (50-50) of single size 10 and 20 mm aggregates.

It is standard practice to adjust the design of the de-watering system to suit the equipment available and techniques preferable to the contractor, so its final nature can be adjusted accordingly after re-evaluation of all factors considered.

### **Lifts' Wells**

For the excavation of the Lifts' wells which extend 1 m below the general excavation level, a separate perimetric watertight cut-off may be constructed with the use of either sheet steel piles or secant piles. This will facilitate the excavation and dewatering to the required depth.

## **4 Mitigation of Environmental Effects**

### **4.1 Dewatering Consenting**

Environmental permits are required for extracting groundwater for dewatering purposes and for the disposal of the discharge into water bodies (sea, rivers) or the storm water system.

All sites that implement dewatering must obtain the necessary permits from the competent Authorities. The Engineer and Contractor must fully understand the conditions and lead-in times for activities covered by the permits.

Compliance with permit conditions can be demonstrated through the ITP for the project and associated quality assurance records.

### **4.2 Discharge to the Environment**

It is usual practice to discharge dewatering water into the environment. Specific factors that need to be addressed are the siting of the discharge, the effects on the discharge location and the ability of the discharge environment to accept the volume of discharge.

It is important to be aware, that not only is groundwater being extracted to lower the water table, but it is also likely that there will be sediment mobilized by ground



water flow and also possible that contaminants residing in the groundwater will be drawn into the system.

Therefore, it is of paramount importance to implement appropriate monitoring and treatment.

Potential methods include:

- Implementation of mitigation measures, such as devices to treat the discharge, to reduce or avoid adverse discharge of suspended solids or contaminants.
- Appropriate design of the dewatering system to minimize the loss of fines from in-situ soils and avoid ground settlement.
- Proper containment of any wastewater system being worked on and removal of septic water prior to works as appropriate.

In this connection, the following possible solutions have been considered:

1. Return the pumped water to the aquifer, outside the excavation area, through suitably constructed infiltration spreading grounds and/or recharge wells.
2. Use it partly for irrigation purposes, provided that it satisfies the necessary quality criteria for agricultural use.

In the case of the Staston Project, considering the results obtained from the full scale infiltration test is considered feasible to use a recharge system, where ground water abstracted by the dewatering system is returned back to the aquifer, outside the excavation area, through suitably constructed infiltration spreading grounds and/or recharge wells. Such a scheme requires caution and careful planning.

This proposal offers the following advantages:

1. An important environmental benefit of the recharge method is that, by returning the pumped water to the aquifer, the possibility of increasing the salinity of the coastal aquifer due to excessive pumping to the sea (sea water intrusion), is avoided.
2. Prevents excessive aquifer depletion and, therefore does not put other ground water sources at risk.
3. Sensitive adjacent structures are not affected.

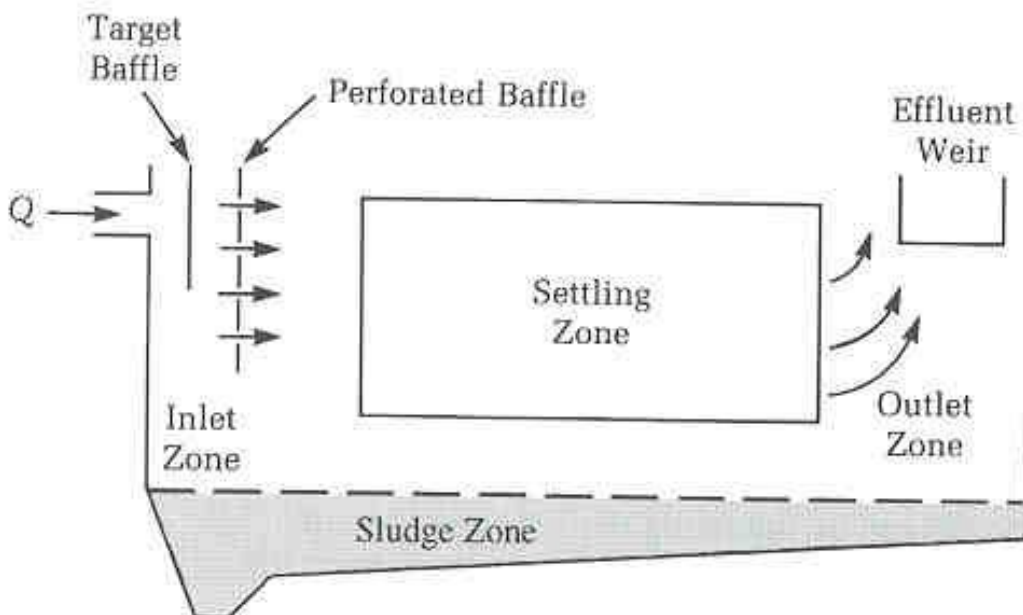
### 4.3 Dewatering Discharge Quality – Suspended Solids

Dewatering permits require that dewatering water pass through a sediment removal device such as a sediment tank, prior to discharge, with total suspended solids (TSS) in the discharge leaving the site not exceeding 30 g/m<sup>3</sup>. Deviations from the TSS limits are generally noted through a visual check of the water being released into the environment. Standard samples can be used for comparison to allow a rough instant field assessment of discharge quality. If required a sample is taken and tested in a laboratory (24 hr. to 48 hr. turn-around).

Adequate removing of fines from pumped water is **critical** for the efficient operation of recharge wells and avoidance of filter clogging. Therefore, if considered necessary, further treatment of pumped water (e.g. use of sand or mechanical filters) should be carried out.

#### 4.3.1 Settling Tank Design

Based on particle size and density of silt particles, it is estimated that a settling tank having dimensions 10m length by 3m wide by 3m height will be required for the efficient removal of fines. Settling times are expected to be in the region of 1 hour.



*Diagram 2 – Basin Model*

## **Settling- Definition**

A unit operation in which solids are drawn toward a source of attraction. The particular type of settling considered here, is gravitational settling. It should be noted that settling is different from sedimentation.

## **Advantages of Settling Tanks**

- Simplest technologies
- Little energy input
- Relatively inexpensive to install and operate
- No specialized operational skills
- Easily incorporated into new or existing facilities

## **Factors affecting settling velocities ( $V_o$ )**

- particle specific gravity
- particle size distribution

Design data required to ascertain mechanical construction are, specific gravity of solids, size distribution of solids, underflow construction, operating temperature, and geographical location.

## **Basic design principles**

- Chamfered weir to enhance laminar flow(85% of water depth)
- full-width weir
- Determine effective settling zone and sludge zone
- Basin floor area of 41 liters per minute (Lpm) per m<sup>2</sup> of flow.
- 250 to 410 Lpm per m width of weir for outflow.
- Submerge inlet weir 15% of basin water depth.
- Use 25 cm wide weirs and use rounded edges.
- Maximize length of settling chamber as much as possible.
- In plan, the length may vary from two to four times the width.
- The length may also vary from ten to 20 times the depth. The depth of the basin may vary from 2 to 6 m. The influent is introduced at one end and allowed to flow through the length of the clarifier toward the other end.

Because primary sedimentation tanks remove the solids that settle quickly, it is only particles with a long settling time that will be discharged from the primary

treatment. Therefore, samples of discharge water that meet the approved limits should be prepared in a laboratory based on the typical particle size expected to be discharged from the primary tanks. These can be compared with samples taken on site to allow approximation of the TSS value of the discharge.

This would allow any compliance breach to be addressed early. The visual testing is low cost and able to be actioned and recorded quickly.

## **5. Ground Water Recharge System**

The recharge system shall be used as a means of disposing the ground water abstracted by the dewatering system. Such a scheme requires caution and careful planning. Due to the existence of the relatively impervious Marl horizon C, encountered at a shallow depth below the final excavation level, in this case it is advantageous to use a combination of a cut off and a large diameter well recharge system.

As previously mentioned, recharge wells are prone to clogging by even small quantities of suspended solids, and therefore, it is important that settling tanks are used. As a rule of thumb, for each abstraction well two or three recharge wells may be required when abstracting and recharging into the same aquifer. This is to allow for sufficient capacity and for a number of the wells to be out of commission being rehabilitated.

**The viability of ground water recharge has been adequately investigated through a site specific infiltration test carried out.** In order to minimize the effects of recirculation, recharge should be carried out at the greatest possible distance from the dewatering system operating at any time.

The operation of any form of a recharge system will require a recharge consent from the environmental authorities. This provision applies even if the ground water is being abstracted and returned to the same aquifer in the same site.

### **5.1 Recharge Trenches**

Recharge trenches have to be excavated to penetrate through the superficial low permeability deposits, which in this case is the fill, horizon A. Therefore, will have to be excavated down to the Recent Alluvial Deposits (Horizon B), about 4 to 5 m deep, where alluvial deposits of higher permeability have been encountered and also, so that the return of recharge water back to the main excavation is avoided,

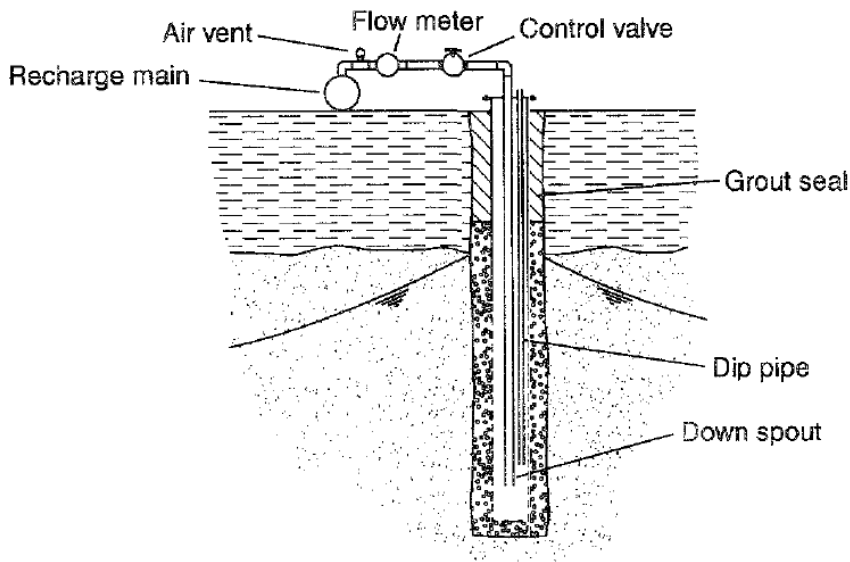
as much as possible. The trenches will have to be kept topped up with water, so that infiltration occurs out of the base of the trench.

## 5.2 Recharge Wells

Unlike recharge trenches, recharge wells can be designed to inject water at a specific level in the sequence of the stratification, where higher permeabilities are encountered. For the specific site under consideration, the wells can be taken down to a depth of 6 to 8 meters, in horizon B, where the predominant fraction is Gravel, with estimated permeabilities (based on laboratory and pumping test) of the order of 5 to 6.5 m/day

The hydraulic requirements of recharge wells are essentially the same as those of extraction wells. As a result, recharge wells are designed, drilled and developed the same way as extraction wells. On the other hand, recharge wells are prone to clogging, and therefore recharge water should be as clean as possible, with the use of suitable settling tanks as previously discussed.

If the standing ground water level is found at a higher elevation the recharge wells may require a grout seal in order to prevent water from travelling up the filter pack to ground level. In such a case, the well head can be sealed, and the recharge pipework pressurized slightly, so that the feed head is 2 to 3 m above ground level. In order to avoid over pressurizing the well a standpipe may be installed which can overflow if the pressure is exceeded.



*Diagram 3 – Schematic presentation of Recharge Well*

Considering permeabilities of the order of 5 to 6.5 m/day, and considering the results obtained from the infiltration test, then an estimated quantity of water of 20 m<sup>3</sup> per day may be recharged through each borehole, without pressurization of the inlet pipework. Water will pass through a sediment removal device as a settling tank, prior to injection, in order that water used will have total suspended solids (TSS) not exceeding 30 g/m<sup>3</sup>.

Based on the above, 7 no. infiltration wells (see Plate 1), will be adequate for the re-injection of the estimated quantities of water during dewatering, back to the aquifer.

## **6. Recharge Wells for the in situ determination of Field Infiltration Rate**

### **6.1 General**

One no. (1) Recharge Test well was drilled at an approximate distance of 20 m, from the pumping well in order to assess the in situ recharge potential by injecting water at a specific level in the marine beach deposits horizon (Group B). The borehole was drilled to a depth of 14 m, into the Marl stratum.

For the specific site under consideration, the wells were taken through horizon B down to geological horizon C, where the predominant fraction in horizon B is sand/Gravel, with estimated permeabilities (based on the performed pumping test) of the order of 5 to 6.5 m/day.

Perforated, slotted or screened pipe was used in that section where injection was intended. The hole aperture in the pipe is smaller than any aggregate placed between the liner and the borehole wall. The perforated pipe commenced below the overlying unsuitable strata (Fill).

### **6.2 Installation of Recharge Well - Recharge Test Procedure**

The wells were installed as shown schematically in Diagram 2 and have the following technical characteristics:

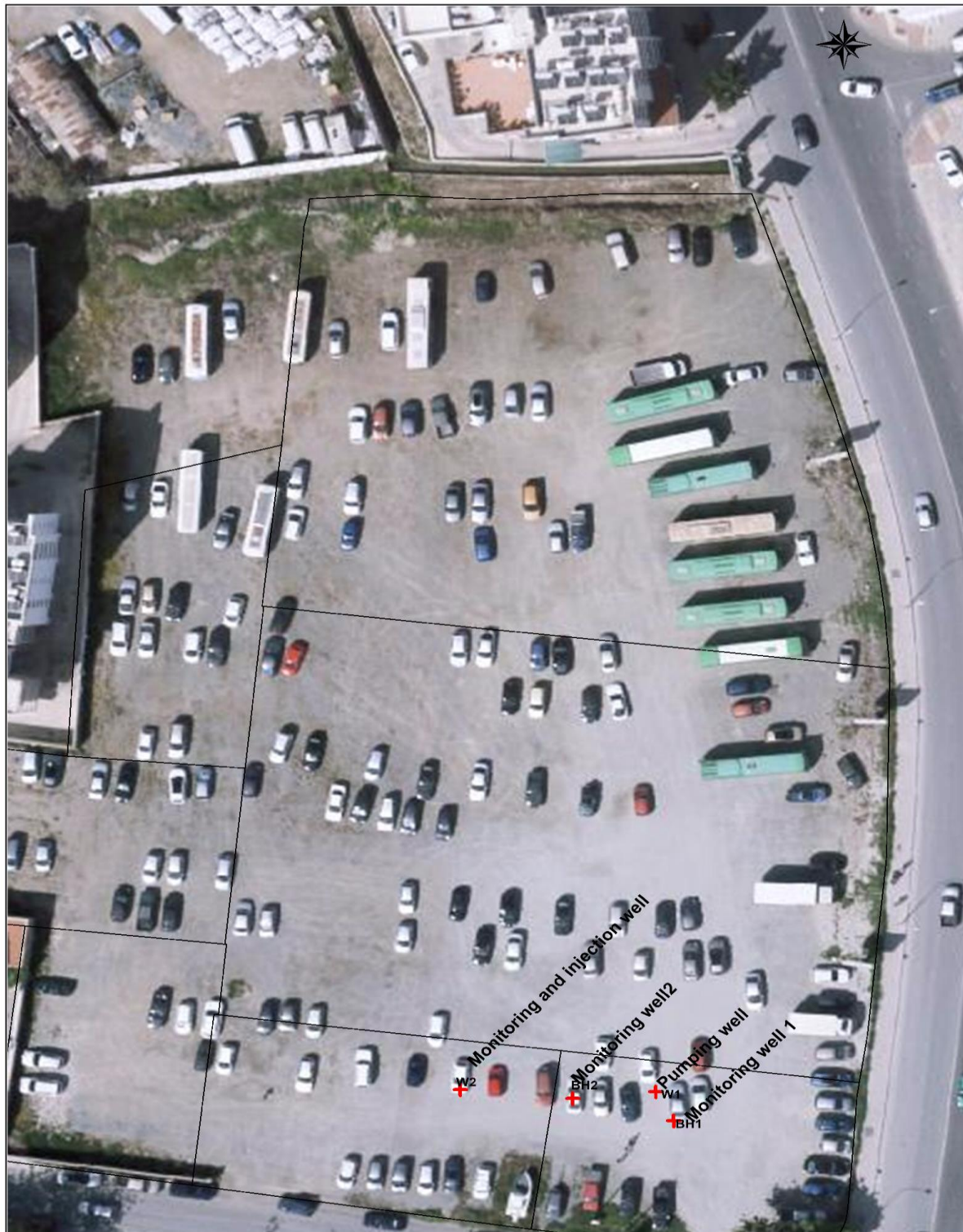


Plate 2. Pumping and infiltration test arrangements.

**Staston Project - Larnaca**  
**Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**

The injection test was carried out for a total period of 6 hours and 40 minutes. Well W1 was used as the pumping well. Boreholes BH1 and BH2 were used as monitoring holes.

Recharge rates achieved were 4.6, 10.2, 15, 20, and 25 m<sup>3</sup>/hr

- For the rates of 4.6 to 15 m<sup>3</sup>/hr no change in water levels in the monitoring holes was observed.
- For the rates of 20 m<sup>3</sup>/hr a change of 20 cm in the water level of BH2 was recorded.
- For the rates of 25 m<sup>3</sup>/hr a change of 44 cm in the water level of BH2 was recorded

The infiltration test, therefore, is considered successful for the method proposed for water disposal during dewatering.

Actual field measurements recorded during the in situ tests carried out at the site of the proposed Staston Project are given in tabular and graphical form, in Appendix II-infiltration Test.



**Appendix I – Pumping Test**

## **Appendix I**

### **STASTON PROJECT LARNACA**

#### **Pump Test Report**

#### **SUMMARY**

There is one unconfined water bearing horizon (water table aquifer) at the site, which is related to the Recent Marine Coastal Deposits.

The unconfined, water table aquifer, is sea intruded since it is in direct contact to the sea, thus forming a constant head inflow boundary.

Chemical analyses of water samples taken at the completion of the pumping test, confirm the statement.

A pumping well and three monitoring wells, spaced at various distances from pumped well, were constructed. Nine minutes after start of pumping, steady-state conditions were attained. This is due to the existing constant head sea level inflow boundary.

Recovery analysis (Coopr-Jacob's and Theis method) showed Permeability values of the unconfined aquifer (Group B) to be in the range of 5 to 6.5 m/day. (Transmissivity values 5-6.4 m<sup>2</sup>/day).

Storativity values are in the range of 19-25%.

Groundwater gradient (dh/dl) is in the range to 0.001-0.002.

Practical experience from other pumping test carried out in similar formations the S= 20-25%. For this study the values of T and S T=5.5 m<sup>2</sup>/day και S= 25% are recommended.

## **INTRODUCTION**

### **General**

STASTON is to develop commercially and residentially its property in Larnaca. The project is to be located in Chrisopolitissa Locality, Larnaca Municipality, Plots Nos 65,66,67,880,881 and 882, of Catastrical Sheet/Plan 41/490 403 Section 04. The area lies within the coastal zone of Larnaca, at distance of about 350 meters from the sea. Rock, and Groundwater conditions need to be established to design the proper foundations and protect the buildings from groundwater inflows. Geological-Hydrogeological and Geotechnical conditions prevailing at the building site have been assessed, and reported by *Geoinvest, March-April 2019*. To assess the Groundwater conditions and the mass permeability of the foundation strata, pumping tests is required.

### **Purpose**

The purpose of the pumping test is to assess and evaluate the local aquifer characteristics of the coastal aquifer present at plots in which STASTON proposes its project. For this, a 24-hour constant rate pumping test was carried out on the 18<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> June 2021.

Aquifer characteristics are:

- Transmissivity, Permeability, and Storativity or Storage coefficient.

These are needed to plan and design dewatering procedures.

### **Aquifer Lithological Groups**

Based on the findings of the geological campaign undertaken, the following geological formations are encountered at the site under study:

4. A thin soil cover, man-made Fill (Group A). This consists mainly of material of variable size and origin with a thickness of about 1 – 2.5 m.
5. Recent Marine Coastal Deposits (Group B), which consist of fine to very fine grained sands, intercalated with silts and clays and coarse grained sandy gravel with cobbles and occasionally boulders, mostly at the base of the horizon. The maximum thickness of this group is of the order 8 – 10 m.
6. Nicosia Formation (Group C), represented by cohesive, khaki, weathered, highly fissured, partially decomposed Marl on top, turning gradually to fresh, dark gray, bluish and greenish gray, Marl.

Additional information and further elaboration on the site geology, is given in the relevant geological report.

### **Aquifer characterization**

Available information derived from the geological investigation work performed within the building site (*Geoinvest, March-April 2019*), and the Pumping and Infiltration Tests

performed recently, the following hydrogeological data may be deduced for the different soil groups:

- There is only one unconfined water bearing horizon (water table aquifer) at the site, which is related to the Recent Marine Coastal Deposits.
- Small amounts of ground water may be present also within occasional sand rich sections of the Nicosia Formation (Marl).
- Static ground water table was encountered in all boreholes at depths varying between 1.8 and 3 m below existing ground level (0.3 to 0.35 m above mean sea level amsl).
- Below the water table, the recent marine coastal deposits are fully saturated and, therefore high amounts of ground water is to be encountered.

The water table aquifer is sea intruded since it is in direct contact to the sea, thus forming a constant head inflow boundary. Chemical analyses of water samples taken at the completion of the pumping test, confirm the statement.

## PUMPING TEST

### Pumping Test Methodology

A pumping well and three monitoring wells, spaced at various distances from pumped well, were constructed. The pumping well W1, and three monitoring wells BH1 BH2 and W2 were located in the southern part of the project area as shown in Figure 1. Well, W2, was used as infiltration well after the completion of the pumping test. Properties of all wells are given in Table 1.

Table 1. Well characteristics of the pumping and monitoring wells.

PUMPING TEST AT STASTON LARNACA								
PLOT REFERENCE								
				Top OF Pipe	GW Elevation			
							Well	Casing
		Elevation m	Pipe length	Elevation m	rest	Depth m	Diameter	Diameter
PUMPING WELL NAME W1		3.6	0.82	4.42	1.3	14	1.0m	350mm
RECHARGE WELL NAME W2		4	0.99	4.99	1.33	14	1.0m	
MONITORING WELL NAME BH1		3.6	0.5	4.1	1.34	12		30mm
MONITORING WELL NAME BH2		3.7	0.37	4.07	1.34	12		30mm

Pre-test water-level measurements were taken for the identification of trends (e.g., *barometric fluctuations*) that may require correction prior to pumping test data interpretation.

The following equipment were used in carrying out the pumping test.

**Staston Project - Larnaca**  
**Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**

1. 5.5H.P Hitachi heavy duty submersible pump and cable
2. In line water flow meter (for determining the pumping rate)
3. Electric tape Depth/water level sounder (for determining the depth to water level)
4. Generator (for powering the submersed pump)
5. Stopwatch (for taking time intervals)

The Pumping test arrangements are presented in photographic form in page 5.

The test was conducted in two stages namely;

Constant rate discharge stage.

- During the Constant rate discharge stage, the pumping well W1, was pumped at a constant rate, and the water levels in the pumped well was measured and recorded. After pumping for twenty-four (24) hours, the well was allowed to recover and the recovering water level for fourteen (14) hours was measured again at the same time intervals as that of the discharge stage.

During the constant rate pumping, time-drawdown data were also collected from the observation wells. All recorded data are given in APPEND 1.

Recovery stage

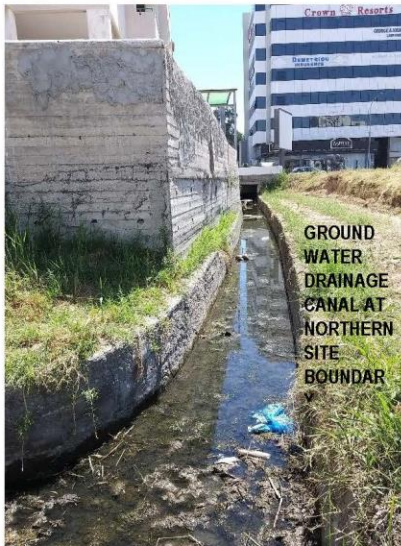
- Recovery water-level (residual drawdown) measurements after the termination of pumping were also taken from the pumped and the monitoring wells, for a period of fourteen (14) hours, to be interpreted as an integral part of any pumping test.

Discharge during the 24-hour pumping amounted to 470 m<sup>3</sup>. The Drawdown Vs Time graphs presented in APPEND 1 indicates that the drawdown stabilised at approximately 15 minutes after pumping started.

Full recovery was attained in all wells in less than 10 minutes after pumping stopped.

Pumping and recovery test data are given in Figure 2, and in table and graphical form in APPEND 1.

**Staston Project - Larnaca  
Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**



The Pumping test arrangements in photographic form

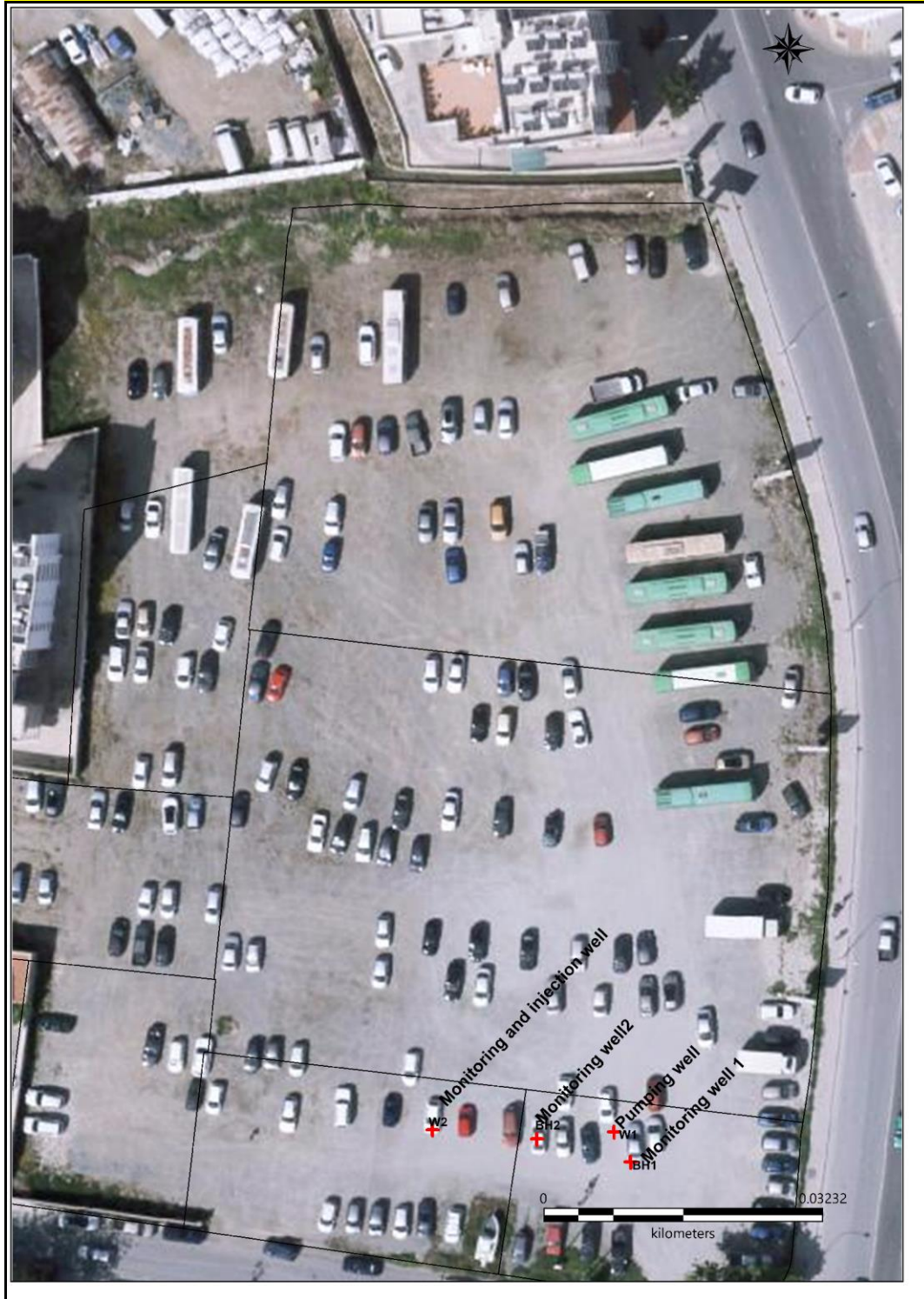
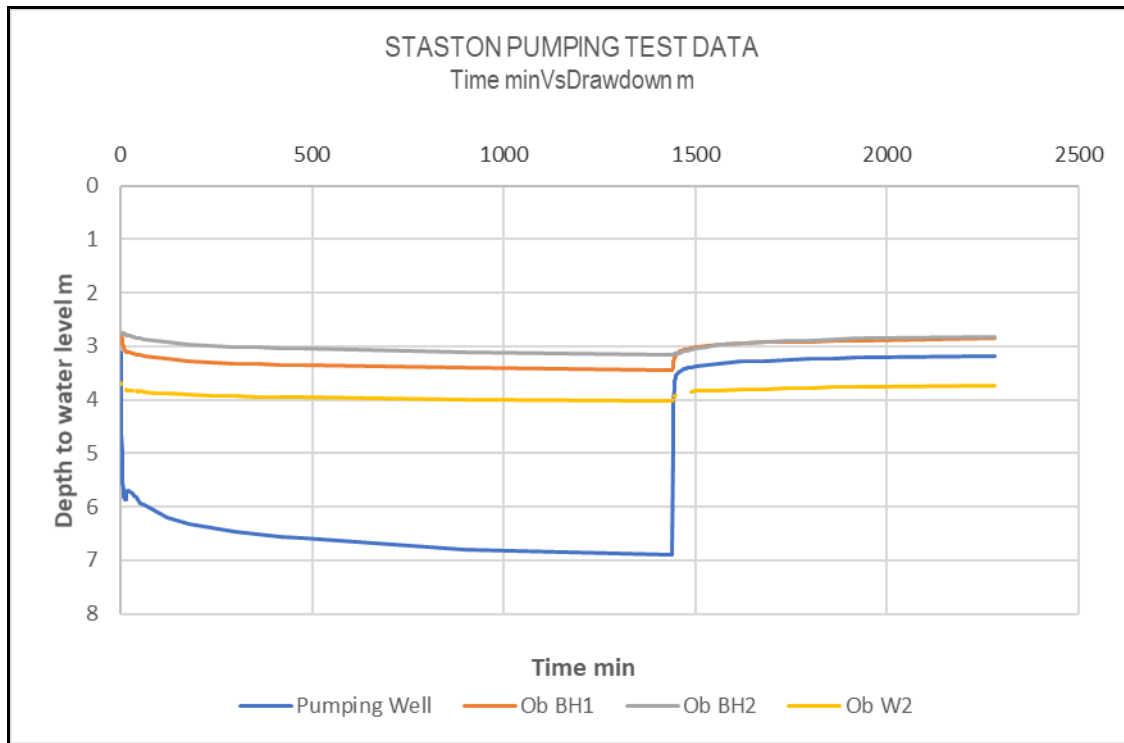


Figure 1. Site Location Plan Pumping and infiltration test Boreholes on Google Satellite image

Figure 2 below shows the pumping test Time-Drawdown results in graphical form.



**Figure 2.** Arithmetic plot of the pumping test Time-Drawdown data

## PUMPING TEST ANALYSIS

The pumping test Time-Drawdown data were plotted on Arithmetic, Semilogarithmic, and Log-Log scale graphs.

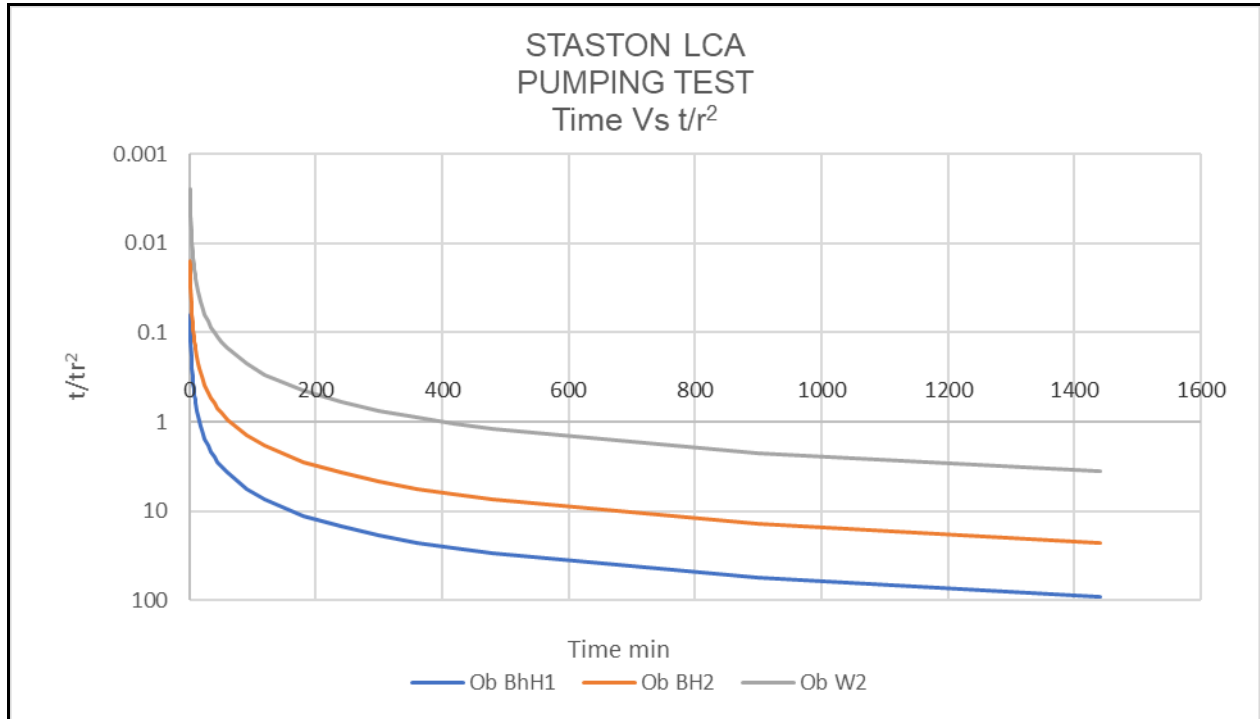
Then a diagnostic test was performed in order to establish the appropriate model to apply and select the proper analytical solution.

The Theis and Boulder solutions were chosen in determining the aquifer parameters. The aquifer properties were estimated from the pumping test by fitting mathematical models (type curves) to response data (water level changes) using a procedure called curve matching. In particular, the curve matching technique of computer software known as aquifer test was used in this analysis. The type curve for the discharging and recovery as well as the field data are shown in the APPEND 1.



## Results

Plot of Time- $t/r^2$  data, shown in Figure 3, indicate that Steady state conditions are observed in all three monitoring wells. The influence of a constant head inflow boundary is clearly indicated.



**Figure 3.**

Using the computer software, Waterloo Aquifer test model Pro 10, for Analysis of the first 9 minutes of all data, and the Theis solution, the average T and S are:  $T=86.4 \text{ m}^2/\text{day}$  και  $S= 10\%$ .

Using the same model and the data of monitoring well BH1, and BH2, the Boulton solution gives  $T=5,22 \text{ m}^2/\text{day}$  και  $S= 19\%$ , and  $T= 17\text{m}^2/\text{day}$   $S=0.028$  respectively. Practical experience from other pumping test carried out in similar formations the  $S= 20-25\%$ . For this study the values of T and S  $T=5.5 \text{ m}^2/\text{day}$  και  $S= 25\%$  are recommended.

Full recovery levels were reached in the pumping well 8 minutes after pumping stopped. Full recovery levels were reached in all monitoring well. Almost immediately after pumping stopped, indicating the influence of a constant head inflow boundary, which is the sea.

Using the Cooper-Jacob solution for the recovery data of the pumping well,  $\Delta s=1.75$  m, T is estimated to be  $T=64$  m<sup>2</sup>/day.

Data used:

$Q= 470$  m<sup>3</sup>/day

$\Delta s=1.75$  m, (one log cycle)

Aquifer thickness  $b =11$  m

$K =$  permeability m/day

$T =$  Transmissivity m<sup>2</sup>/day ( $T=Kb$ )

$T=2.3*Q/4\pi \Delta s$

$T=2.3*470/4*3.14*1.75=64$  m<sup>2</sup>/day

**$K= 64/11=5.8$  m/day**

### **Summary of pumping test analysis**

Based on the pumping test results the following conclusions may be drawn:

- Nine minutes after start of pumping, steady-state conditions were attained. This is due to the existing constant head sea level inflow boundary.
- Recovery analysis (Coopr-Jacob's and Theis method) showed Permeability values of the unconfined aquifer (Group B) to be in the range of 5 to 6.5 m/day. (Transmissivity values 5-6.4 m<sup>2</sup>/day).
- Storativity values are in the range of 19-25%.

Groundwater gradient ( $dh/dl$ ) is in the range to 0.001-0.002.

### **Recommendations**

Practical experience from other pumping test carried out tin similar formations the  $S= 20-25\%$ . For this study the values of T and S  $T=5.5$  m<sup>2</sup>/day και  $S= 25\%$  are recommended.

## **APPEND 1.**

### **HYDRAULIC TEST RESULTS.**

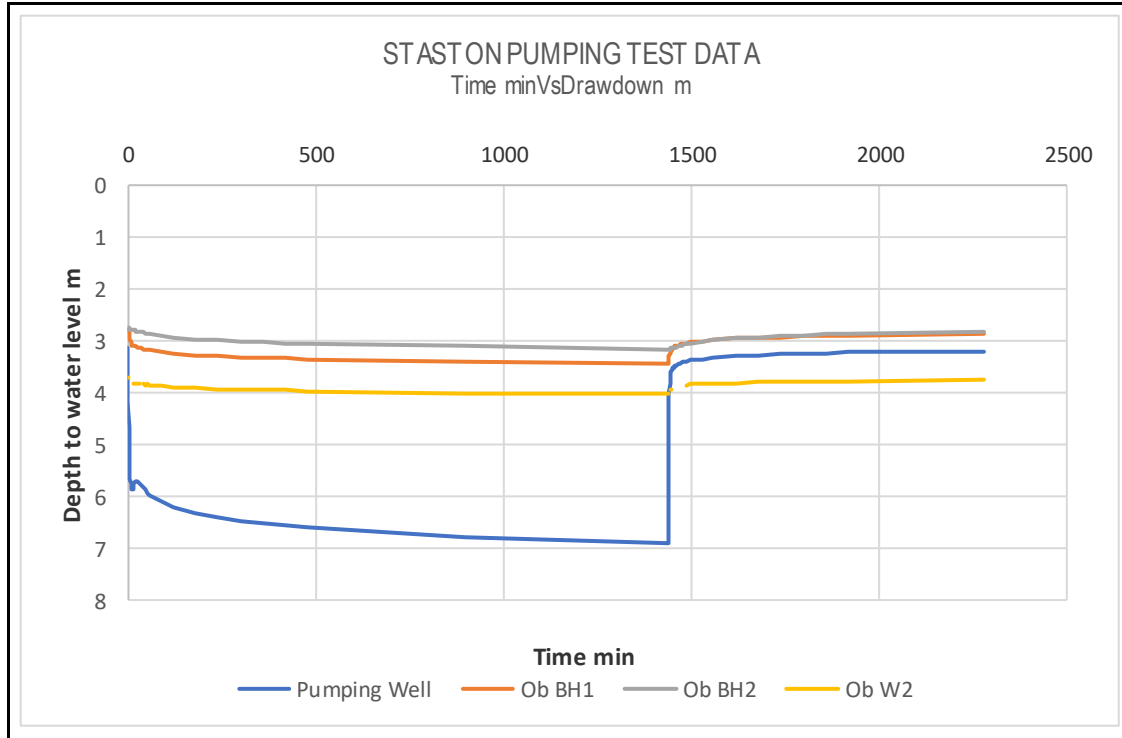
- **Pumping test data**

**Staston Project - Larnaca**  
**Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**

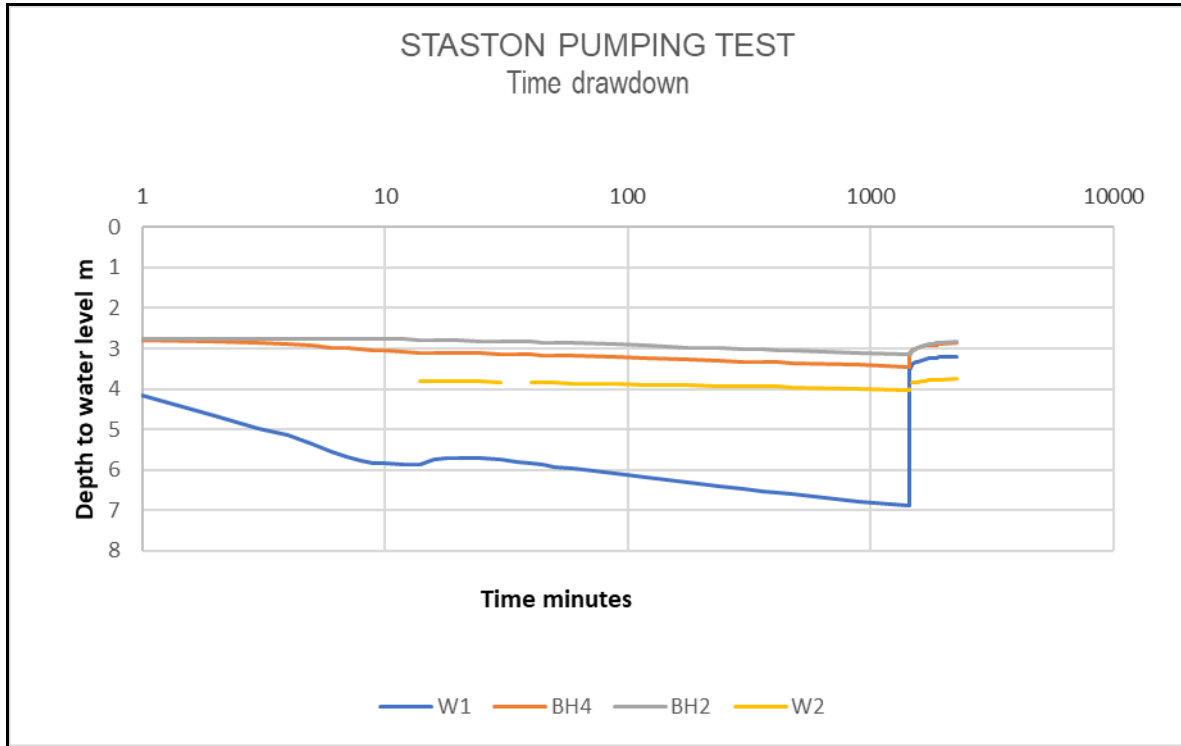
PUMPING TEST MEASUREMENTS								
Pumping well		W1						
Depth		14 m	Fully penetrating					
Pump at		12.5m						
Date commenced	19/06/2021							
Date completed	20/06/2021							
Concrete		2 m	(0-2)					
Casing		12 m	(2-14)					
Distance from Pumping well								
						BH1	BH2	W2
Date	Time	Time elapsed	Pumping rate	Depth to Water level	Drawdown s (m)	Drawdown s (m)	Drawdown s (m)	Drawdown s (m)
		min	m <sup>3</sup> /hr	m				
19/06/2021	9.15	0		3.12	0			
		1	23	4.15	1.03	0.01	0	
		2		4.65	1.53	0.05	0	
		3		4.98	1.86	0.08	0	0.065
		4		5.13	2.01	0.12	0	
		5		5.36	2.24	0.15	0.005	
		6	23	5.55	2.43	0.19	0.005	0.095
		7		5.67	2.55	0.21	0.005	
		8	22	5.76	2.64	0.24	0.01	0.105
		9		5.83	2.71	0.26	0.01	
	9.25	10		5.85	2.73	0.28	0.01	0.115
		12	20.5	5.86	2.74	0.305	0.01	
		14	19.5	5.87	2.75	0.32	0.02	0.12
		16		5.74	2.62	0.325	0.03	0.125
		18		5.71	2.59	0.33	0.04	0.125
		20		5.7	2.58	0.33	0.045	0.125
		25		5.72	2.6	0.34	0.05	0.125
		30	19.5	5.75	2.63	0.35	0.065	0.135
		35		5.79	2.67	0.36	0.07	
		40		5.83	2.71	0.37	0.08	0.145
		45		5.865	2.745	0.38	0.09	0.15
		50		5.93	2.81	0.39	0.1	0.135
	10.15	60	19.5	5.96	2.84	0.4	0.11	0.165
		90		6.09	2.97	0.435	0.14	0.185
	11.15	120		6.2	3.08	0.46	0.17	0.195
	12.15	180		6.32	3.2	0.5	0.21	0.215
	13.15	240		6.4	3.28	0.52	0.23	0.225
	14.15	300	19.5	6.47	3.35	0.54	0.25	0.235
	15.15	360		6.52	3.4	0.55	0.26	0.25
	16.15	420		6.56	3.44	0.56	0.28	0.255

**Staston Project - Larnaca**  
**Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**

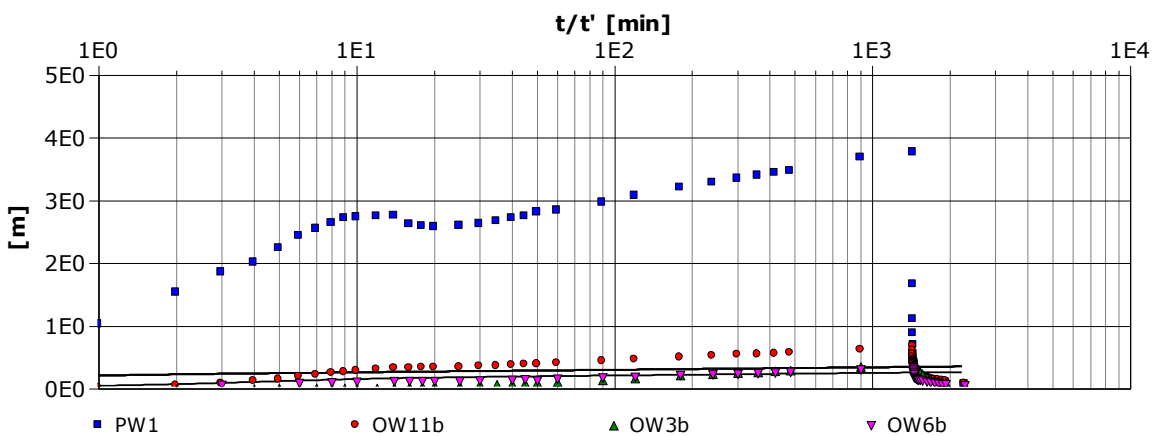
	17.15	480		6.59	3.47	0.57	0.29	0.265
	24.15	900		6.8	3.68	0.615	0.35	0.31
20/06/2021	9.15	1440		6.89	3.77	0.67	0.39	0.335



Arithmetic plot of Time-Drawdown data



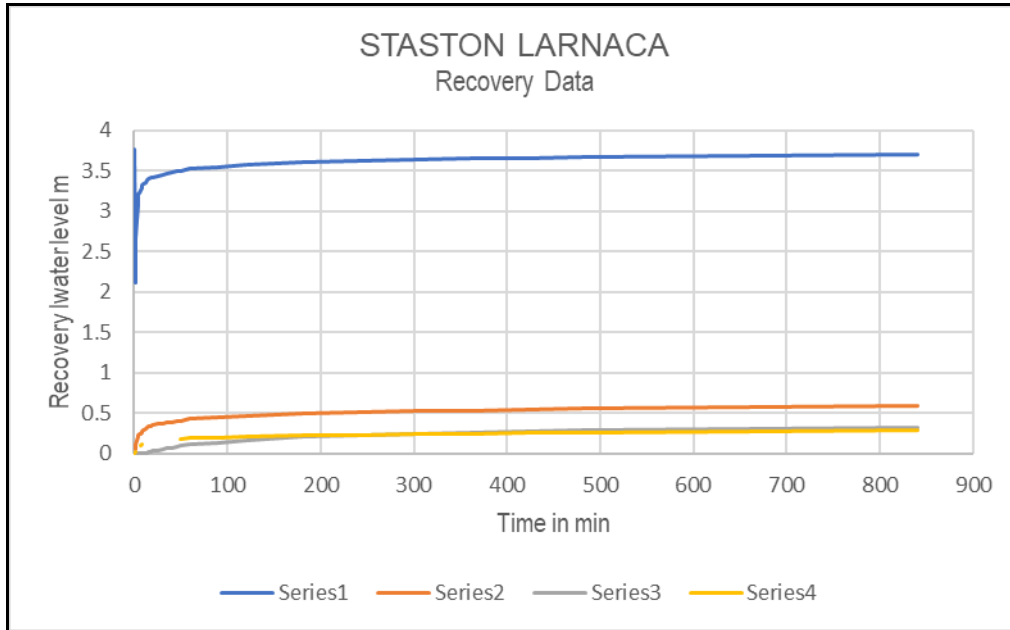
Semilogarithmic plot of Time-Drawdown data. Nine minutes after pumping started, Steady state conditions are observed in all three monitoring wells. The influence of a constant head inflow boundary is clearly indicated.



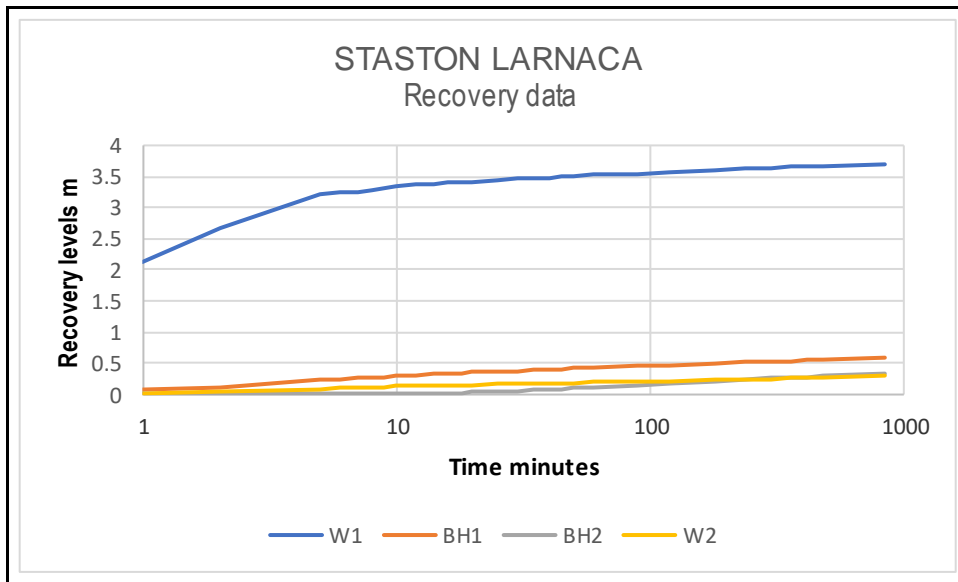
Logarithmic (Log-Log) plot of Time-Drawdown data. Nine minutes after pumping started, Steady state conditions are observed in all three monitoring wells. The influence of a constant head inflow boundary is clearly indicated. The graph indicates that the aquifer is leaky with delayed yield from storage. These confirm that the aquifer is unconfined and influenced by a constant head inflow boundary, in this case the sea. The first 9 minutes follow the Theis type curve.

**Staston Project - Larnaca**  
**Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**

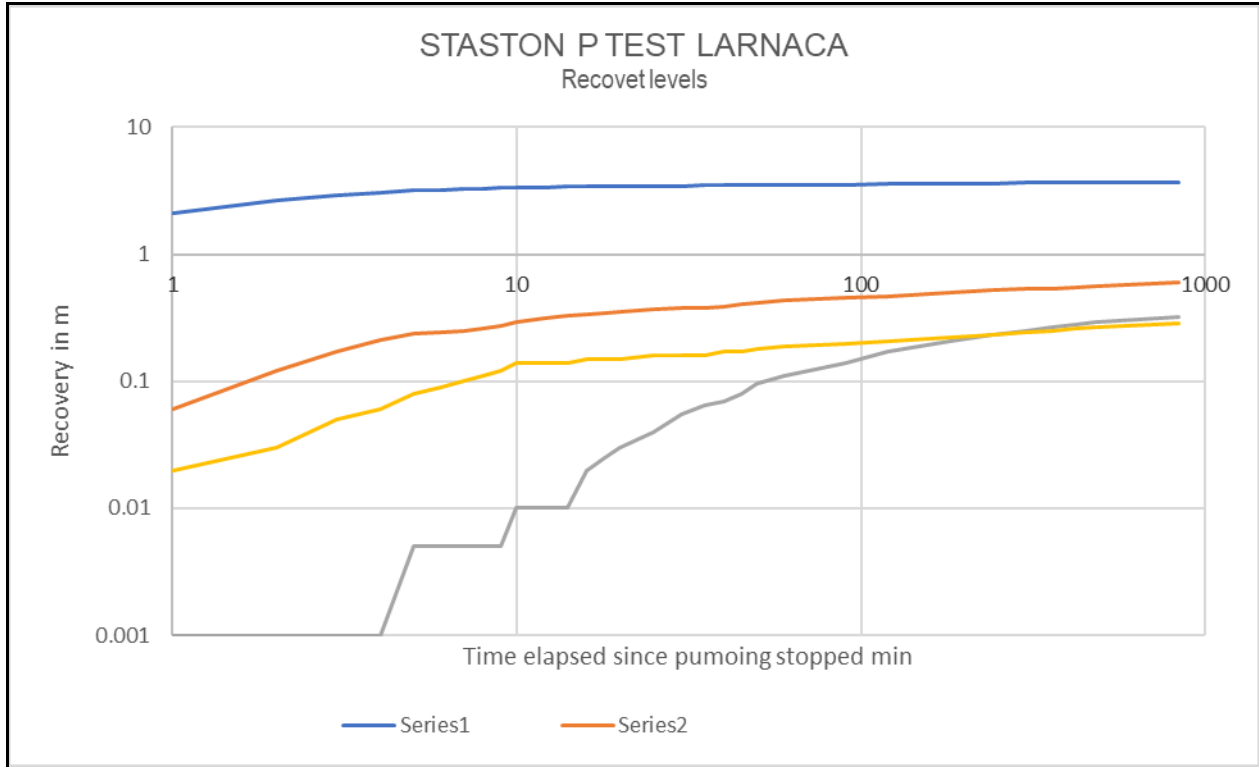
RECOVERY						W1	BH1	BH2	W2
20/06/2021	9.15	1440	0	6.89	3.77				
		1441	1	4.78	2.11	0.06	0.001	0.02	
		1442	2	4.22	2.67	0.12	0.001	0.03	
		1443	3	4	2.89				
		1444	4	3.81	3.08				
		1445	5	3.68	3.21	0.235	0.005	0.08	
		1446	6	3.66	3.23	0.24	0.005	0.09	
		1447	7	3.63	3.26	0.25	0.005	0.1	
		1448	8	3.6	3.29	0.26	0.005	0.11	
		1449	9	3.57	3.32	0.275	0.005	0.12	
		1450	10	3.545	3.345	0.29	0.01	0.14	
		1452	12	3.53	3.36	0.31	0.01	0.14	
		1454	14	3.505	3.385	0.325	0.01	0.14	
		1456	16	3.49	3.4	0.335	0.02	0.15	
		1458	18	3.47	3.42	0.345	0.025	0.15	
		1460	20	3.47	3.42	0.35	0.03	0.15	
		1465	25	3.45	3.44	0.37	0.04	0.16	
		1470	30	3.435	3.455	0.375	0.055	0.16	
		1475	35	3.425	3.465	0.38	0.065	0.16	
		1480	40	3.41	3.48	0.39	0.07	0.17	
		1485	45	3.4	3.49	0.4	0.08	0.17	
		1490	50	3.39	3.5	0.41	0.095	0.18	
20/06/2021	10.15	1500	60	3.37	3.52	0.43	0.11	0.19	
20/06/2021	10.46	1530	90	3.345	3.545	0.45	0.14	0.195	
	11.15	1560	120	3.32	3.57	0.47	0.17	0.205	
	12.15	1620	180	3.285	3.605	0.5	0.205	0.22	
	13.15	1680	240	3.27	3.62	0.52	0.23	0.23	
	14.15	1740	300	3.245	3.645	0.53	0.25	0.24	
	15.15	1800	360	3.235	3.655	0.537	0.265	0.25	
	16.15	1860	420	3.235	3.655	0.545	0.28	0.26	
	17.15	1920	480	3.22	3.67	0.555	0.29	0.265	
20/06/2021	23.15	2280	840	3.19	3.7	0.595	0.32	0.285	



Arithmetic plot of Time-Recovery data

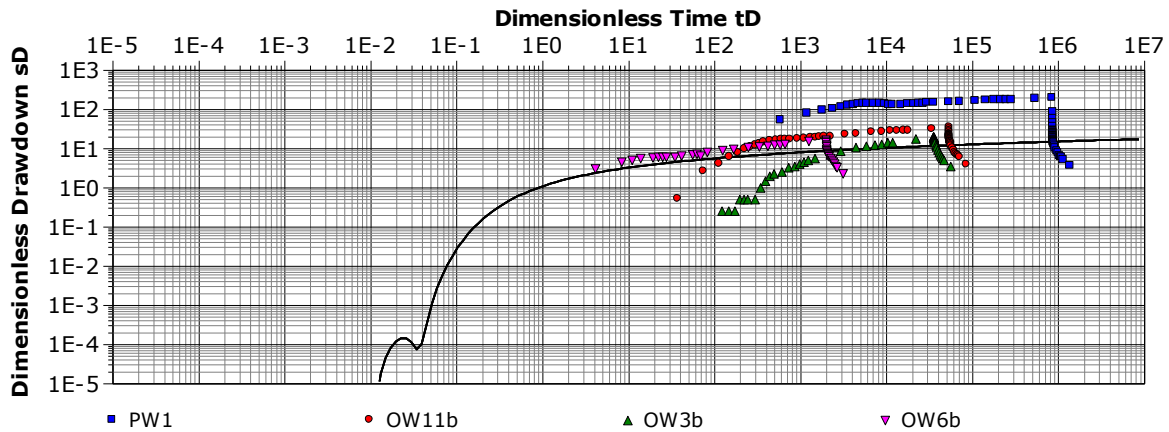


Semilogarithmic plot of Time-Recovery data. Full recovery levels were reached in the pumping well 8 minutes after pumping stopped. Full recovery levels were reached in all monitoring well. Almost immediately after pumping stopped, indicating the influence of a constant head inflow boundary, which is the sea.



Semilogarithmic plot of Time-Recovery data. Full recovery levels were reached in the pumping well 8 minutes after pumping stopped. Full recovery levels were reached in all monitoring well. Almost immediately after pumping stopped, indicating the influence of a constant head inflow boundary, which is the sea.

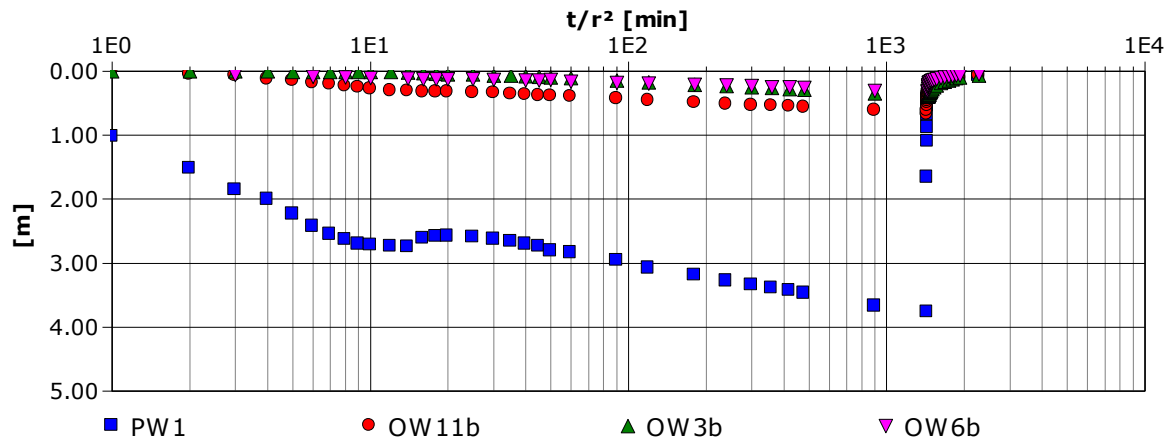
**Pumping test analysis graphs**





Time-drawdown plot on Log-Log scale.

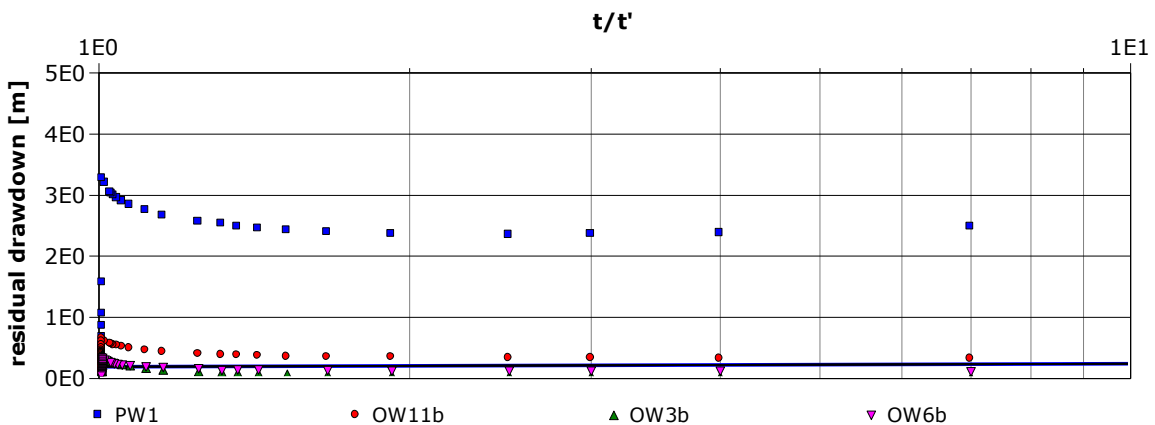
Using the computer software, Waterloo Aquifer test model Pro 10, for Analysis of the first 9 minutes of all data, and the Theis solution, the average T and S are:  $T=86.4 \text{ m}^2/\text{day}$  και  $S= 10\%$ .



Using the same model and the data of monitoring well BH1, and BH2, the Boulton solution gives  $T=5,22 \text{ m}^2/\text{day}$  και  $S= 19\%$ , and  $T= 17\text{m}^2/\text{day}$   $S=0.028$  respectively.

Practical experience from other pumping test carried out in similar formations the  $S= 20\text{-}25\%$ . For this study the T and S are:  $T=5.5 \text{ m}^2/\text{day}$  και  $S= 25\%$ .

- **Recovery test data**



Using the Cooper-Jacob solution for the recovery data of the pumping well,  $\Delta s=1.75$  m,  
T is estimated  $T=64$  m<sup>2</sup>/day.

## **CHEMICAL ANALYSIS**

# Staston Project - Larnaca Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021



Aristos Loucaides  
Chemical Laboratory Ltd

ΧΗΜΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ | **ΑΡΙΣΤΟΥ ΛΟΥΚΑΪΔΗ ΑΤΑ**  
↳ Λεωφόρος Λάρνακας 77Γ, 2102 Αγλαντζιά  
Τ.Θ. 20379, CY-2151 Λευκωσία, Κύπρος  
Τηλ. +357 22 874 872, Φαξ. +357 22 874 873  
↳ ηλ. διεύθυνση: administration@aristlab.com

**ARISTOS LOUCAIDES** | CHEMICAL LABORATORY LTD  
↳ 77C Larnaca Avenue, 2102 Aglanjia  
P.O. Box 20379, CY-2151 Nicosia, Cyprus  
Tel. +357 22 874 872, Fax. +357 22 874 873  
↳ e-mail: administration@aristlab.com

Αρ. εργασίας: 18275  
Αρ. δείγματος: 221156-57

2/8/2021

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ

Όνομα: **Τάκης Ιωάννου**  
Διεύθυνση πελάτη: **Εμμανουήλ Μπενάκη 34, Στρόβολος, 2050**  
Είδος δείγματος: **Νερό σε πλαστικό μπουκάλι 1,5L, T=31,3°C**  
Περιοχή δειγματοληψίας: **Λάρνακα - απέναντι από νέο λιμάνι για μελλοντικό έργο**  
Ημερομ. δειγματοληψίας: **21-06-2021**  
Δειγματολήπτης: **Πελάτης (με οδηγίες εργαστηρίου)**  
Ημερομ. παραλαβής δείγματος: **19-07-2021**  
Ημερομ. έναρξης ανάλυσης: **19-07-2021**  
Ημερομ. παραδόσεως αποτελεσμάτων: **02-08-2021**

Παράμετρος	Μονάδα	Μέθοδος	221156	221157	Όρια πόσιμου**
pH	-	CW01	7,50	7,62	6,5-9,5
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	mS/cm	CW02	3,11	3,51	2,5
Χλωριούχα	mg/L	CW11	377	459	250
Θειικά	mg/L	CW12	1275	1425	250
Φθοριούχα	mg/L	CW18	0,880	0,966	1,5
Ασβέστιο	mg/L	CW23	136	158	-
Βόριο	μg/L	CW35A ICP OES	955	1150	1000
Στρόντιο, Sr	mg/L	CW35A ICP OES	2,52	2,65	-

\*= Not CYS-CYSAB accredited & Not CYS-CYSAB accredited for the expression of O & I's >>>> \*\*= σύμφωνα με Ν.87(Ι)/2001

221156= Δείγμα νερού από γεώτρηση W1 Pumping well, Βάθος γεώτρησης: 14m (20m απόσταση μεταξύ W1-W2)  
221157= Δείγμα νερού από γεώτρηση W2 Monitoring well, Βάθος γεώτρησης: 14m (20m απόσταση μεταξύ W1-W2)

### ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΕΙΣ & ΕΡΜΗΝΕΙΣ:

Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης στα παραπάνω δείγματα, το νερό είναι υφάλμυρο (σύμφωνα με #13 FTΠΟΙ02.1 για την έκφραση Γ & Ε) και παρουσιάζει αυξημένη συγκέντρωση θειικών. Επίσης, παρουσιάζει χαρακτηριστικές συγκεντρώσεις φθοριούχων, βορίου και στρόντιου, οι οποίες προσομοιάζουν ή/και καταδεικνύουν επιρρασμό από θαλασσίνο νερό.

Τα αποτελέσματα αφορούν τα δείγματα που παραδόθηκαν στο εργαστήριο.

Για δείγματα των οποίων η δειγματοληψία δεν έχει διενεργηθεί από το εργαστήριο μας, αυτή η εργαστηριακή αναφορά δίνεται καλή τη πίστη ως προς τις πληροφορίες που τα συνοδεύουν. Το Χημικό Εργαστήριο Αριστού Λουκαΐδη Ατά, δεν αναλαμβάνει καμία ευθύνη για την ορθότητα των πληροφοριών αυτών.

Τα δείγματα για μικροβιολογικούς ελέγχους πρέπει να παραδίδονται στο εργαστήριο εντός 12 ωρών από τη δειγματοληψία.

Σε αντίθετη περίπτωση επηρεάζεται η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Αυτό δεν ισχύει για δειγματοληψίες Λεγεωνέλλας.

Η χρήση του συμβόλου "\*" είναι ένδειξη για μη κανονιστική κατάσταση δείγματος κατά την παραλαβή.

Για αυτό το δείγμα υπάρχει κάποια πιθανότητα να επηρεαστούν τα αποτελέσματα λόγω του ότι δεν υπάρχει συμμόρφωση με τα κριτήρια σταθερότητας δείγματος.

Για τη συγκεκριμένη απόκλιση γίνεται αναφορά στο κυρίως μέρος της παρούσας Εργαστηριακής Αναφοράς.

Η έκφραση Γνωματεύσεων & Ερμηνειών (Γ&Ε - O&I's) που αναφέρεται σε διαπιστευμένες παραμέτρους εμπίπτει στο πεδίο διαπίστευσης των CYS-CYSAB.

Το πεδίο "Περιοχή Σχόλια" δεν εμπίπτει στο πεδίο διαπίστευσης των CYS-CYSAB και αφορά τις παραμέτρους που υποδεικνύονται ως

"Not CYS-CYSAB accredited for the expression of O & I's".

Όταν η έκφραση Γ&Ε γίνεται στη βάση οδηγιών που περιέχουν μεγαλύτερο αριθμό παραμέτρων από αυτές που έχουν αναλυθεί,

τότε αυτή αναφέρεται μόνο στις παραμέτρους που έχουν ελεγχθεί και δίνονται στην παρούσα Εργαστηριακή Αναφορά.

Όταν η έκφραση Γ&Ε βασίζεται σε πληροφορίες που έχουν δοθεί από τον πελάτη ή άλλες εξωτερικές πηγές, αυτές οι πληροφορίες έχουν επικυρωθεί κατάλληλα και σύμφωνα με κωπικότερες διαδικασίες του εργαστηρίου που σχετίζονται με την έκφραση Γ&Ε.

Αυτή η εργαστηριακή αναφορά μπορεί να αναπαράχθει μόνο στην ολότητα της.

Τμηματική ή αποσπασματική αναπαραγωγή επιτρέπεται μόνο μετά από γραπτή εξουσιοδότηση του εργαστηρίου.

Σελίδα 1 από 2

**Appendix II – Infiltration Test**

**Appendix II.**

**STASTON PROJECT LARNACA**

## **Infiltration (recharge) Test Report**

### **General**

Appendix II assesses the results of the infiltration or recharge test performed at the STRASTON Project site.

The infiltration test arrangements are the same as those for the Pumping test. The same four wells were used, with the exception that W2 well was used as the infiltration hole.

The characteristics of the wells are given in Table 1 below.

Table 1. Technical characteristics of the wells.

INFILTRATION TEST AT STASTON LARNACA								
				Top OF Pipe	GW Elevation			
		Elevation m	Pipe length	Elevation m	rest	Depth m	Well Diameter	Casing Diameter
PUMPING WELL NAME W1		3.6	0.82	4.42	1.3	14	1.0m	350mm
RECHARCE WELL NAME W2		4	0.99	4.99	1.33	14	1.0m	
MONITORING WELL NAME BH1		3.6	0.5	4.1	1.34	12		30mm
MONITORING WELL NAME BH2		3.7	0.37	4.07	1.34	12		30mm

One no. (1) Recharge Test well was drilled at an approximate distance of 20 m, from the pumping well in order to assess the in situ recharge potential by injecting water at a specific level in the marine beach deposits horizon (Group B). The borehole was drilled to a depth of 14 m, 12m in horizon B and 2m into the Marl stratum.

For the specific site under consideration, the wells were taken through horizon B down to geological horizon C, where the predominant fraction in horizon B is sand/Gravel, with estimated permeabilities (based on the performed pumping test) of the order of 5 to 6.5 m/day.

Perforated, slotted or screened pipe was used in that section where injection was intended. The hole aperture in the pipe is smaller than any aggregate placed between the liner and the borehole wall. The perforated pipe commenced below the overlying unsuitable strata (Fill).

### **Installation of Recharge Well - Recharge Test Procedure**

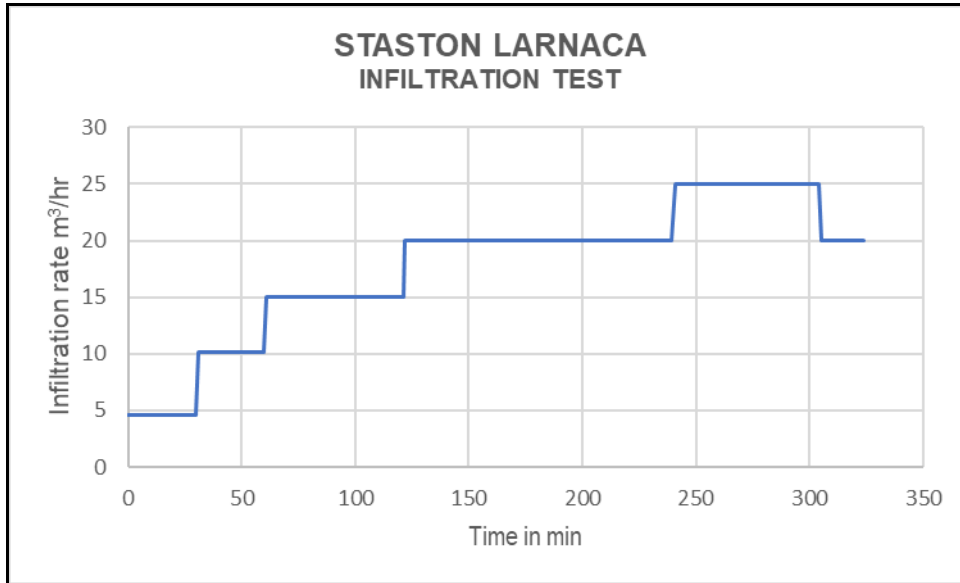
The wells were installed as shown schematically in Figure1.



**Figure 1.** Infiltration test arrangements

The injection test was carried out on the 24<sup>th</sup> of June 2021, for a total period of 6hours and 40 minutes. Well, W1, was used as the pumping well. Boreholes BH1 and BH2 were used as monitoring holes.

Recharge rates achieved were 4.6, 10.2, 15, 20, and 25 m<sup>3</sup>/hr. The recharge rate-time is given in Figure 2.



**Figure 2.** The recharge rate-time, Graphical presentation

The Infiltration test data are given in Table 2.

For the rates of 4.6 to 15 m<sup>3</sup>/hr no change in water levels in the monitoring holes was observed.

For the rates of 20 m<sup>3</sup>/hr a change of 20 cm in the water level of BH2 was recorded.

For the rates of 25 m<sup>3</sup>/hr a change of 44 cm in the water level of BH2 was recorded

The infiltration test, therefore, is considered successful for the method proposed for water disposal during dewatering.

The recharge system shall be used as a means of disposing the ground water abstracted by the dewatering system. Such a scheme requires caution and careful planning. Due to the existence of the relatively impervious Marl horizon C, encountered at a shallow depth below the final excavation level, in this case it is advantageous to use a combination of a cut off and a large diameter well recharge system

**Staston Project - Larnaca  
Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**

**Table 2.** Infiltration test data

				INFILTRATION TEST MEASUREMENTS					
W1				Pumping well		W1			
14 m				Depth		14 m			
Rates				P Rate		Various rates			
24/06/2021				Date commenced		24/06/2021			
24/06/2021				Date completed		24/06/2021			
W1				Monitoring Well		W1	BH1	BH2	W2
Time	Pumping	Time	Pumping	Pumped	Depth to	Depth to	Depth to		
	Duration	elapsed	rate	volume	Water level	Water level	Water level		
	min	min	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup>	m	m	m		
24/06/2021									
11.00	START	0	4.56		3.13	2.8	2.77	3.7	
11.10	10	10	4.56		3.13	2.835	2.78		
11.20	10	20	4.56			2.85	2.79		
11.30	10	30	4.56	2.28		2.86	2.795		
11.31	1	31	10.2						
11.35	4	35	10.2			2.88	2.795		
11.48	18	48	10.2			2.93	2.88		
12.00	12	60	10.2	5.10		2.95	2.81		
12.00		61	15						
12.10	10	70	15			3	2.81		
12.28	18	88	15			3.025	2.83		
12.36	8	96	15						
12.45	9	105	15			3	2.825		
13.00	15	120	15			3.03	2.835		
13.16	1	121	15	16.50		3.05	2.84		
13.16		122	20						
13.30	14	134	20		5.34	3.14	2.845		
13.45	15	149	20		5.41	3.17	2.85		
14.00	15	164	20		5.45	3.18	2.86		
14.17	17	181	20		5.5	3.19	2.86		
14.32	15	196	20		5.52	3.19	2.865		
14.45	13	209	20		5.52	3.195	2.865		
15.00	15	224	20		5.56	3.205	2.87		
15.15	15	239	20	39.67	5.57	3.205	2.865	1.63	
15.17	2	241	25						
15.25	8	249	25		6.9	3.26	2.865	1.17	
15.30	5	254	25		7	3.27	2.865	1.11	
15.35	5	259	25					1.085	
15.40	5	264	25		7.12	3.295	2.87	1.07	
15.50	10	274	25		7.15	3.3	2.87	1.03	
16.00	10	284	25		7.19	3.3	2.87	1.02	
16.10	10	294	25		7.2	3.3	2.87	1	
16.20	10	304	25	27.08	7.21	3.3	2.87	0.99	
16.21	1	305	20						



**Staston Project - Larnaca  
Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021**

16.30	9	314	20		5.84	3.26	2.87	1.36
16.40	10	324	20	6.67	5.8	3.24	2.87	1.36
				97.30				3.05
16.45	RECOVERY PERIOD							
16.55					5.28	3.93	2.85	3.35
17.16					5.24	3.91	2.83	3.42
18.12					5.19	3.86	2.8	3.46

The coastal beach deposits aquifer in the area is fully saturated. The STASTON Projects includes the construction of towers and underground basements, the foundations of which need to be in the auriferous zone. Therefore, excavations and dewatering are required.

Therefore, for the control of ground water seepages into the excavation, a permanent cut off wall (watertight diaphragm/secant pile) will be constructed to a depth of at least 7 m below the final excavation level and, preferably, at least 5m into the hard grey Marl. It is recommended that sand rich sections are avoided. The positive cut-off will provide an impermeable barrier that will prevent any horizontal flows into the excavation from the Recent Marine Coastal Deposits. This will greatly facilitate the lowering of the water table during construction, since lateral movement of ground water towards the excavation will be prevented and seepage paths towards the base of the excavations through the relatively impermeable Marl formation will be substantially increased.

The infiltration test indicated that the recharge rate should be in the range of 12-15 m<sup>3</sup>/hour per borehole.

Dewatering wells should be placed within the permanent cut off wall, at selected locations.

The high groundwater levels and the low ground water gradient,  $dh/dl=0.001$ , requires that recharge wells for the disposal of the dewatered amounts, be placed outside the diaphragm wall.

To avoid mounting of recharged water, the relative wells should be placed along the groundwater level contour lines.

A proposed pumping and recharge arrangements is presented in Figure 3.

Staston Project - Larnaca  
Hydrogeological Conditions-Dewatering Method Statement, August 2021

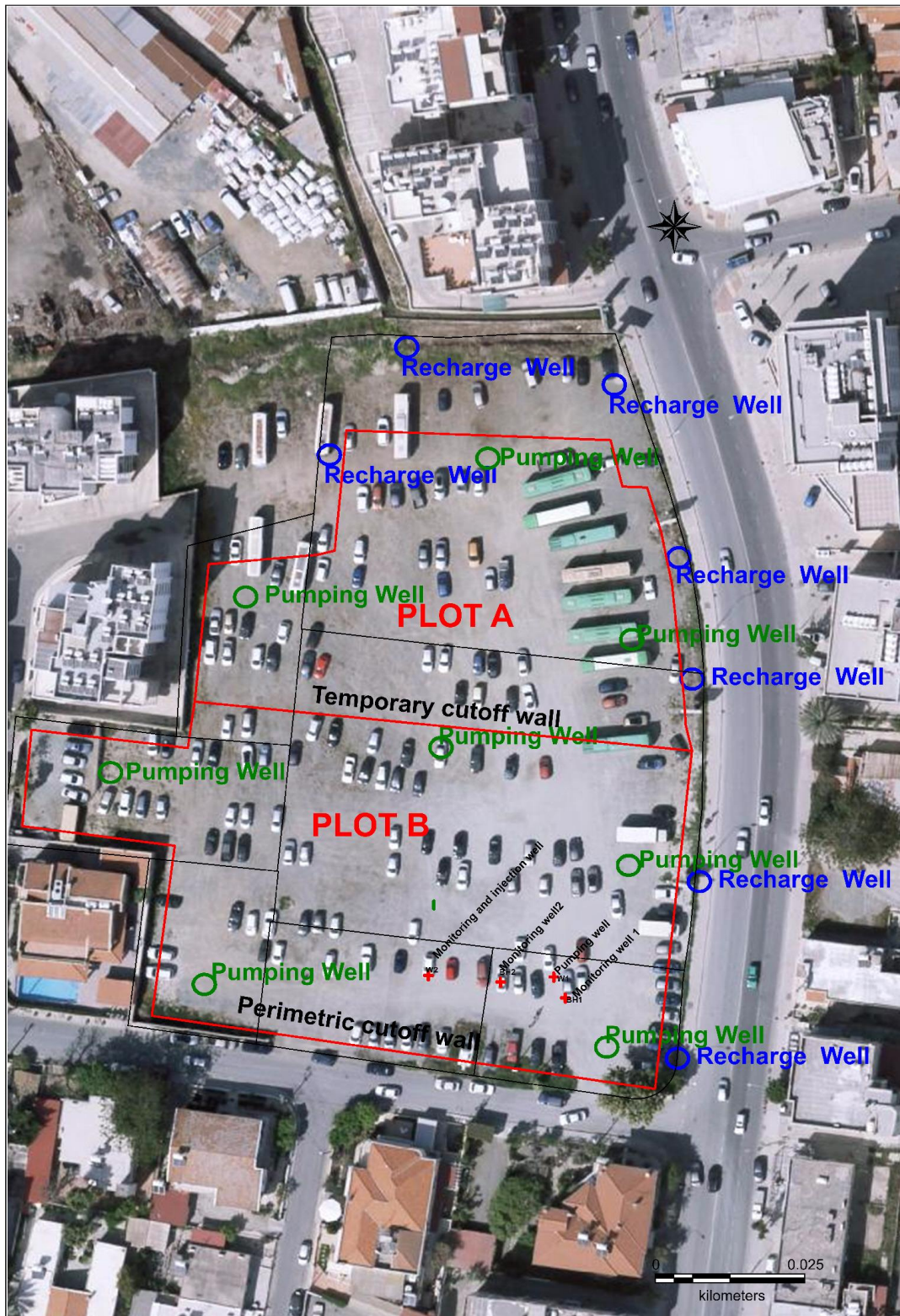


Figure 3. Proposed pumping and recharge arrangements layout

# STASTON PROJECT - LARNACA

## Χρονοδιάγραμμα Αποστράγγισης

### 1. Μεθοδολογία Κατασκευής

Πληροφορίες όσον αφορά την Μεθοδολογία Αποστράγγισης δίδονται στην σχετική μελέτη που έχει ήδη υποβληθεί. Στο παρόν σημείωμα δίδονται πληροφορίες που αφορούν το αναμενόμενο χρονοδιάγραμμα αποστράγγισης.

Στην πιο πάνω μελέτη δίδονται όλες οι πληροφορίες όσον αφορά τα αναμενόμενα βάθη εκσκαφής και οι απαιτήσεις άντλησης.

#### 1.1 Γενικά

Το ολικό εμβαδό σε κάτοψη (*building footprint*), για το οποίο θα γίνει εκσκαφή στο βάθος θεμελίωσης, θα είναι 8.970 m<sup>2</sup>. Θα κατασκευαστούν δύο υπόγεια με υπολογιζόμενο βάθος θεμελίωσης στα 8.5 με 9 μέτρα, κάτω από το υφιστάμενο υψόμετρο εδάφους.

Επιβάλλεται όπως, για τον έλεγχο της οριζόντιας ροής νερού προς την εκσκαφή να κατασκευαστεί μόνιμος περιμετρικός υδατοστεγής τοίχος (διάφραγμα/πασσαλότοιχος), σε βάθος τουλάχιστο 7 μέτρα κάτω από το χαμηλότερο σημείο εκσκαφής, για την προσωρινή αντιστήριξη των πρανών της εκσκαφής και, την ελαχιστοποίηση της οριζόντιας εισροής υπόγειου νερού. Ο τοίχος θα είναι πακτωμένος εντός του ορίζοντα C, ο οποίος έχει πολύ χαμηλή διαπερατότητα.

#### 1.2 Στάδια Κατασκευής

Σύμφωνα με τον προκαταρκτικό προγραμματισμό της κατασκευής και, λαμβάνοντας υπόψη τις σχετικά μικρές αναμενόμενες εισροές νερού εντός των εκσκαφών, η εκσκαφή του υπογείου μπορεί να γίνει σε ένα ή δύο στάδια – περισσότερες λεπτομέρειες δίδονται στην Έκθεση Αποστράγγισης.

Για περιορισμό των απαιτήσεων άντλησης και για κατασκευαστικούς λόγους, αναμένεται ότι η εκσκαφή θα γίνει σε δύο φάσεις, ήτοι η πρώτη φάση να αφορά το Plot A (θάλαμος εμβαδού περίπου 5.485 m<sup>2</sup>) και η δεύτερη το Plot B (θάλαμος εμβαδού περίπου 3485 m<sup>2</sup>), με την κατασκευή προσωρινού ενδιάμεσου διαφραγματικού ή άλλου στεγανού τοίχου, ο οποίος θα κατεδαφιστεί μετά την συμπλήρωση της πρώτης φάσης της εκσκαφής.

Η έναρξη του δεύτερου σταδίου εκσκαφής προϋποθέτει την κατασκευή της πλάκας θεμελίωσης και πλακών οροφής υπογείου της προηγούμενης φάσης εκσκαφής για να επιτυγχάνεται σταθεροποίηση και σφράγισης της ροής από την προηγούμενη εκσκαφή.

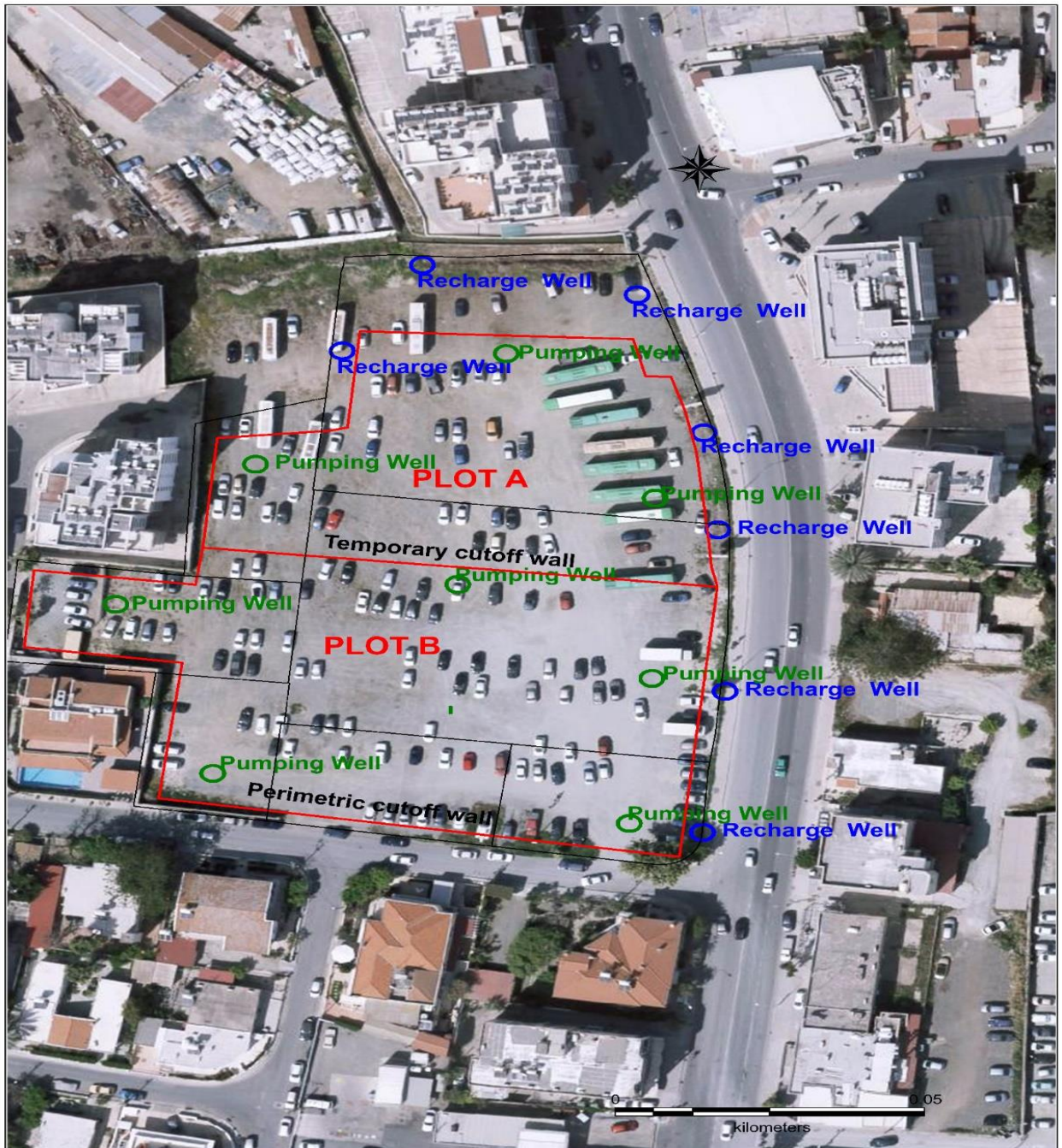
Ο στεγανός περιμετρικός τοίχος θα κατασκευαστεί με την μέθοδο του διαφραγματικού τοίχου (diaphragm wall) ή των αλληλοτεμνόμενων πασσάλων

(secant pile wall). Ο προσωρινός ενδιάμεσος τοίχος μπορεί να είναι πασσαλότοιχος ή να κατασκευαστεί με την μέθοδο sheet piling.

Τα στάδια κατασκευής περιγράφονται πιο κάτω και, φαίνονται στην Εικόνα 1.

Στάδιο 1 – Κατασκευή Νότιου υπογείου (stage 1)

Στάδιο 2 – Κατασκευή Βόρειου υπογείου (stage 2)



Εικόνα 1 – Plot A and Plot B – Cut off Walls

## 2 Χρονοδιάγραμμα Αποπεράτωσης Εργασιών Αποστράγγισης

Το χρονοδιάγραμμα αποπεράτωσης εργασιών αποστράγγισης υπόγειων νερών θα εξαρτηθεί κατά μεγάλο βαθμό από την μεθοδολογία που θα ακολουθήσει ο Εργολάβος του Έργου, για την κατασκευή του πασσαλότοιχου/διαφραγματικού τοίχου και, της μετέπειτα εκσκαφής.

Σύμφωνα με τα ευρήματα της γεωτεχνικής έρευνας, η οποία έγινε εντός του οικοπέδου της προτεινόμενης ανάπτυξης (8 διερευνητικές γεωτρήσεις σε μέγιστο βάθος 60 μέτρων), αναμένεται ότι ο υδροφόρος ορίζοντας ευρίσκεται σε βάθος που κυμαίνεται από 1.3 μέχρι 3 μέτρα, κάτω από το υφιστάμενο έδαφος (0.3 έως 0.35 μέτρα πάνω από το μέσο υπόμετρο της θάλασσας). Κάτω από τον υδροφόρο ορίζοντα, τα πρόσφατα θαλάσσια κοιτάσματα (recent marine deposits), είναι πλήρως κεκορεσμένα και, επομένως περιέχουν μεγάλες ποσότητες νερού.

Στην περίπτωση του διαφραγματικού τοίχου η εκσκαφή κάθε θαλάμου και λόγω του μικρού σχετικά βάθους αναμένεται να γίνει σε μια φάση, ενώ στην περίπτωση κατασκευής πασσαλότοιχου σε δύο φάσεις λόγω της κατασκευής της κεφαλοδοκού (capping beam) και guide wall, σε αρχικό βάθος 1 μέτρου από την επιφάνεια του εδάφους.

Σημειώνεται ότι κατά την διάρκεια κατασκευής του περιμετρικού αδιαπέραστου τοίχου (cut-off wall) καθώς και του ενδιάμεσου προσωρινού τοίχου, δεν θα χρειάζεται η λειτουργία του συστήματος αποστράγγισης. Το σύστημα θα πρέπει να είναι σε λειτουργία κατά την διάρκεια της εκσκαφής και των κατασκευαστικών εργασιών μέχρι και την πλάκα υπογείου.

Η χρονική διάρκεια των εργασιών που απαιτούν αποστράγγιση και, αφορούν την εκσκαφή και κατασκευή της θεμελίωσης (Πασσαλότοιχου – Secant Pile Wall) και, άλλων συναφών κατασκευών μέχρι και την πλάκα του υπογείου, εκτιμάται όπως πιο κάτω:

### Αρχικό Στάδιο

Εκσκαφή σε όλο τον χώρο του Έργου σε βάθος 1 μέτρου από την επιφάνεια του εδάφους για την εγκατάσταση του οδηγού (guide wall) και κατασκευή της κεφαλοδοκού του περιμετρικού τοίχου (2 φάσεις)

**4 εβδομάδες**

### Στάδιο 1 – Κατασκευή πασσαλότοιχων

Κατασκευή περιμετρικού τοίχου αντιστήριξης  
Κατασκευή προσωρινού ενδιάμεσου τοίχου

12 εβδομάδες

4 εβδομάδες

Σύνολο για το Στάδιο 1

**16 εβδομάδες**

**Στάδιο 2** – Εκσκαφή πρώτης Φάσης στο βάθος θεμελίωσης (αποστράγγιση)

**7 εβδομάδες**

**Στάδιο 3** – Συμπλήρωση κατασκευαστικών εργασιών μέχρι την και την πλάκα Υπογείου, Φάσης 1(αποστράγγιση)

**18 εβδομάδες**

**Στάδιο 4** – Κατεδάφιση προσωρινού ενδιάμεσου τοίχου  
Εκσκαφή δεύτερης Φάσης στο βάθος  
θεμελίωσης (αποστράγγιση).

**6 εβδομάδες**

**Στάδιο 5** – Συμπλήρωση κατασκευαστικών εργασιών  
μέχρι την και την πλάκα Υπογείου, Φάσης 2 (αποστράγγιση)

**16 εβδομάδες**

Καταληκτικά υπολογίζεται ότι, το σύστημα αποστράγγισης θα είναι σε λειτουργία για διάστημα 47 εβδομάδων από την ημερομηνία έναρξης εκσκαφών.

Στο πιο πάνω χρονοδιάγραμμα περιλαμβάνεται και η εκσκαφή των φρεατίων ανελκυστήρων.

### 3. Παρακολούθηση Πιθανών Καθιζήσεων Γειτονικών Κτιρίων

Προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος monitoring με την εγκατάσταση πιεζόμετρων τύπου standpipe, για παρακολούθηση της διακύμανσης του υδροφόρου ορίζοντα κατά την διάρκεια των εργασιών αποστράγγισης.

Όμως, λαμβάνοντας υπόψη ότι η ταπείνωση του υδροφόρου ορίζοντα που απαιτείται προσωρινά για σκοπούς αποστράγγισης θα είναι λιγότερη από δυο μέτρα σε όλη την έκταση του οικοπέδου, και ότι ο διαφραγματικός τοίχος θα διεισδύει σε βάθος τουλάχιστο 7 μέτρα κάτω από το μέγιστο βάθος εκσκαφής, η καταβίβαση του υδροφόρου ορίζοντα εκτός του τοίχου θα είναι πολύ μικρή.

Επιπλέον, το σύστημα των γεωτρήσεων επαναφοράς του αντλούμενου νερού πίσω στον υδροφορέα, διασφαλίζει ότι η στάθμη του νερού εκτός της εκσκαφής θα διατηρείται σταθερή.

Σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα δεν υπάρχουν υφιστάμενα κτίρια σε κοντινή απόσταση, που θα μπορούσαν να επηρεαστούν.