

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ  
2021

ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ  
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ  
ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ



Stavrou 3 Ave., Office 202, Strovolos 2035, Nicosia, Cyprus  
Tel.: +35722429444 • Fax: +35722519904  
Email: [info@iaco.com.cy](mailto:info@iaco.com.cy) • Website: [www.iaco.com.cy](http://www.iaco.com.cy)



ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ

---

Τελική Έκθεση	27/10/2021	Ιάκωβος Ιακωβίδης Άγις Ιακωβίδης Μάριος Μουσκουντής	WFM_2019_03_SLC_for_env_dep_20211027	Παραδοτέο προς Αρμόδιες Αρχές
Έκδοση/ Αναθεώρηση	Ημερομηνία	Έλεγχος από	Αναφορά Αρχείου	Σχόλια
Κωδικός Έργου:	WFM_2019_03			
Τίτλος Έργου:	ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ			

©Απαγορεύεται η αναδημοσίευση, η αναπαραγωγή, ολική, μερική ή περιληπτική, ή η απόδοση κατά παράφραση ή διασκευή του περιεχομένου της παρούσας έκθεσης, με οποιονδήποτε τρόπο, μηχανικό, ηλεκτρονικό, φωτοτυπικό, ηχογράφησης ή άλλο, χωρίς προηγούμενη γραπτή άδεια της εταιρείας I.A.CO Environmental & Water Consultants Ltd και σύμφωνα με τον περί Δικαιωμάτων Πνευματικής Ιδιοκτησίας Νόμου, Ν. 59/76 και/ή οποιασδήποτε άλλης σχετικής ισχύουσας νομοθεσίας και/ή κανονισμών της Κυπριακής και Ευρωπαϊκής νομοθεσίας και των Κανόνων του Διεθνούς Δικαίου που ισχύουν στην Κύπρο.

**Βιβλιογραφική Αναφορά:** I.A.CO Environmental and Water Consultants Ltd (2021). ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ



**- ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ -**

<b>1</b>	<b>ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....</b>	<b>- 1 -</b>
1.1	Εισαγωγή.....	- 1 -
1.2	Γενικά Χαρακτηριστικά της Άμεσης Περιοχής Μελέτης.....	- 3 -
1.3	Χαρακτηριστικά Υπόγειων Χώρων.....	- 6 -
1.4	Αντικείμενο της Μελέτης.....	- 6 -
<b>2</b>	<b>Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ .....</b>	<b>- 8 -</b>
2.1	Χημικές Αναλύσεις.....	- 8 -
2.2	Μικροβιολογικές Αναλύσεις.....	- 10 -
<b>3</b>	<b>ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ .....</b>	<b>- 12 -</b>
3.1	Σύστημα Αποστράγγισης .....	- 12 -
3.1.1	Εισαγωγή.....	- 12 -
3.1.2	Υδρογεωλογικά Χαρακτηριστικά .....	- 13 -
3.1.3	Γεωλογικά Χαρακτηριστικά υπό μελέτη τεμαχίου .....	- 27 -
3.1.4	Παραδοχές για το σχεδιασμό του Συστήματος Αποστράγγισης .....	- 32 -
3.1.5	Εκτίμηση Ποσοτήτων Αποστράγγισης και Περιγραφή Συστήματος Αποστράγγισης .....	- 33 -
3.1.6	Περιγραφή Συστήματος Αποστράγγισης.....	- 34 -
3.2	Διαχείριση του Νερού Αποστράγγισης.....	- 40 -
3.2.1	Εισαγωγή.....	- 40 -
3.2.2	Δεξαμενή Καθίζησης .....	- 42 -
3.2.3	Δεξαμενή Διήθησης.....	- 43 -
<b>4</b>	<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ/ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΕΛΙΚΗ ΛΥΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ .....</b>	<b>- 45 -</b>
4.1	Επιπτώσεις Στο Χερσαίο Περιβάλλον .....	- 45 -
4.1.1	Εκτίμηση Επιπτώσεων Λόγω Υδρογεωλογικών Χαρακτηριστικών στις Παρακείμενες Χρήσεις Γης – Προτεινόμενα Μέτρα .....	- 45 -
4.1.2	Εκτίμηση Επιπτώσεων στην Ποιότητα του Υπόγειου Νερού – Προτεινόμενα Μέτρα .....	- 46 -
4.2	Γενικά μέτρα πρόληψης, παρακολούθησης και ελέγχου .....	- 47 -
4.2.1	Ποιοτική και ποσοτική παρακολούθηση νερών αποστράγγισης .....	- 47 -
4.3	ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ .....	- 48 -

**- ΠΙΝΑΚΕΣ -**

Πίνακας 1: Ομάδα Μελέτης .....	- 2 -
Πίνακας 2: Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειου νερού στην περιοχή μελέτης (από δειγματοληψία 25/06 και 01/07/2019).....	- 10 -
Πίνακας 3: Μικροβιολογικές αναλύσεις σε δείγματα νερού που λήφθηκαν στις 25/06/2019 και 01/07/2019 από σημείο εντός του υπό μελέτη τεμαχίου .....	- 11 -
Πίνακας 4: Μετρήσεις πτώσης στάθμης και επαναφοράς του υδροφορέα σε όλη τη διάρκεια της δοκιμαστικής άντλησης στη Γεώτρηση - Παρατηρητήριο 1 .....	- 21 -
Πίνακας 5: Μετρήσεις πτώσης στάθμης και επαναφοράς του υδροφορέα σε όλη τη διάρκεια της δοκιμαστικής άντλησης στη Γεώτρηση - Παρατηρητήριο 2 .....	- 22 -
Πίνακας 6: Εκτιμήσεις ποσοτήτων αποστράγγισης για βάθος εκσκαφής 8,5m από την επιφάνεια και διατήρηση της στάθμης 0,5m κάτω από το επίπεδο των εκσκαφών.....	- 34 -
Πίνακας 7: Αναγκαία έκταση ζώνης καθίζησης και ταχύτητες για ζώνη καθίζησης 1,5m για αφαίρεση σωματιδίων μεσαίου μεγέθους ιλύος (0,06mm) και άνω, σε ρυθμό ροής 11,5 l/s .....	- 43 -
Πίνακας 8: Ποιοτικά χαρακτηριστικά προς παρακολούθηση .....	- 47 -

**- ΧΑΡΤΕΣ -**

Χάρτης 1: Δορυφορική εικόνα της περιοχής μελέτης με το υπό μελέτη τεμάχιο .....	- 2 -
Χάρτης 2: Οδικό δίκτυο στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.....	- 3 -
Χάρτης 3: Άποψη της περιοχής μελέτης με τη θέση των γεωτρήσεων/παρατηρητηρίων, τη θέση των γεωτρήσεων άντλησης, τη θέση των διερευνητικών γεωτρήσεων και τη θέση των γεωλογικών τομών της γεωτεχνικής/ γεωλογικής μελέτης της Geoinvest .....	- 14 -
Χάρτης 4: Κάτοψη προτεινόμενου συστήματος αποστράγγισης.....	- 36 -

**- ΕΙΚΟΝΕΣ -**

Εικόνα 1: Πλαίσιο εφαρμογής των διαφόρων αποστραγγιστικών συστημάτων υπόγειου νερού σε σχέση με την αγωγιμότητα και το βάθος εκσκαφής .....	- 12 -
Εικόνα 2: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς βορρά .....	- 28 -
Εικόνα 3: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς ανατολή .....	- 29 -
Εικόνα 4: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς νότο .....	- 29 -
Εικόνα 5: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς δύση .....	- 30 -
Εικόνα 6: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς βορειοανατολικά .....	- 30 -
Εικόνα 7: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς βορειοδυτικά (ενδεικτική προέκταση υδροφόρου στρώματος προς τα νότια, νοτιοανατολικά, βορειοανατολικά και βόρεια).....	- 31 -
Εικόνα 8: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς νοτιοδυτικά (ενδεικτική προέκταση υδροφόρου στρώματος προς τα νότια, νοτιοανατολικά, βορειοανατολικά και βόρεια).....	- 31 -
Εικόνα 9: Ενδεικτική τομή συστήματος αποστράγγισης του δυτικού μέρους του τεμαχίου με περιμετρική συλλεκτήρια τάφρο για τη διατήρηση ξηρών συνθηκών αφού η εκσκαφή φτάσει στο τελικό της επίπεδο..-	- 37 -
Εικόνα 10: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς βορειοδυτικά (ενδεικτική προέκταση υδροφόρου στρώματος προς τα νότια και νοτιοανατολικά και θέση αδιαπέρατου τοίχου).....	- 38 -
Εικόνα 11: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς βορειοδυτικά (ενδεικτική προέκταση υδροφόρου στρώματος προς τα νότια, νοτιοανατολικά και βορειοανατολικά και θέση αδιαπέρατου τοίχου)....	- 38 -
.....	- 38 -
Εικόνα 12: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς νοτιοδυτικά (ενδεικτική προέκταση υδροφόρου στρώματος προς τα νότια, νοτιοανατολικά και βορειοανατολικά και θέση αδιαπέρατου τοίχου)....	- 39 -
.....	- 39 -
Εικόνα 13: Σχηματική αποτύπωση των κύριων λειτουργικών περιοχών μιας δεξαμενής καθίζησης .....	- 42 -
Εικόνα 14: Διάταξη δεξαμενής διήθησης σε τομή από Βορρά προς Νότο και σε σχέση με τη λιθολογία της περιοχής. Η θέση της Τομής παρουσιάζεται στο Χάρτη 4 .....	- 44 -
Εικόνα 15: Μηχανισμός εκδήλωσης εδαφικής υποχώρησης λόγω αφαίρεσης υπόγειου νερού από το έδαφος (Πηγή: Κ. Λουπασάκης Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ «Σημειώσεις Τεχνικής Γεωλογίας») .....	- 45 -

**- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ -**

Διάγραμμα 1: Ανάλυση Επαναφοράς Στάθμης της Δοκιμαστικής άντλησης με τη μέθοδο Cooper and Jacob στη Γεώτρηση Άντλησης της 2 <sup>ης</sup> Δοκιμαστικής Άντλησης.....	- 17 -
Διάγραμμα 2: Ανάλυση Επαναφοράς Στάθμης της Δοκιμαστικής άντλησης με τη μέθοδο Cooper and Jacob στη Γεώτρηση Άντλησης της 3 <sup>ης</sup> Δοκιμαστικής Άντλησης.....	- 18 -
Διάγραμμα 3: Πτώση και Επαναφορά Στάθμης κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος της δοκιμαστικής άντλησης της Γεώτρησης – Παρατηρητήριο 1.....	- 23 -
Διάγραμμα 4: Πτώση και Επαναφορά Στάθμης κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος της δοκιμαστικής άντλησης της Γεώτρησης – Παρατηρητήριο 2.....	- 24 -
Διάγραμμα 5: Ανάλυση Πτώσης Στάθμης με τη μέθοδο «Cooper and Jacob» στη Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 1 (βάσει Λογισμικού «Aquifer Win»), $T = 101 \text{ m}^2/\text{d}$ και $S = 0,00046$ .....	- 24 -
Διάγραμμα 6: Ανάλυση Πτώσης Στάθμης με τη μέθοδο Theis στη Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 1 (βάσει Λογισμικού «Aquifer Win») $T=101 \text{ m}^2/\text{d}$ και $S=0,00045$ .....	- 25 -
Διάγραμμα 7: Ανάλυση Επαναφοράς Στάθμης με τη μέθοδο Theis στη Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 1 (βάσει Λογισμικού «Aquifer Win») $T=66\text{m}^2/\text{d}$ .....	- 25 -
Διάγραμμα 8: Ανάλυση Πτώσης Στάθμης με τη μέθοδο Cooper and Jacob στη Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 2 (βάσει Λογισμικού «Aquifer Win») $T=320 \text{ m}^2/\text{d}$ και $S=6,5\text{e}^{-005}$ .....	- 26 -
Διάγραμμα 9: Ανάλυση Πτώσης Στάθμης με τη μέθοδο Theis στη Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 2 (βάσει Λογισμικού «Aquifer Win») $T=323 \text{ m}^2/\text{d}$ και $S=6,5\text{e}^{-005}$ .....	- 26 -
Διάγραμμα 10: Ανάλυση Επαναφοράς Στάθμης με τη μέθοδο Theis στη Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 2 (βάσει Λογισμικού «Aquifer Win») $T=190\text{m}^2/\text{d}$ .....	- 27 -
Διάγραμμα 11: Καμπύλες διηθητικότητας για διάφορα είδη εδαφών .....	- 41 -



## 1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Η εταιρεία «SAVVAS KAKOS & ASSOCIATES» ανέθεσε στην «I.A.CO Environmental and Water Consultants Ltd», το σχεδιασμό του συστήματος αποστράγγισης, εκτίμησης και διάθεσης των ποσοτήτων νερού προς άντληση, του υπό ανάπτυξη Έργου μικτής οικιστικής – γραφειακής – εμπορικής χρήσης «Salt lake city», το οποίο χωροθετείται στην Ενορία Σκάλας, στο Δήμο Λάρνακας.

Το υπό ανάπτυξη Έργο αφορά στην κατασκευή και λειτουργία δύο ψηλών κτηρίων οικιστικής, γραφειακής, εμπορικής χρήσης, συνολικά δεκαεπτά (17) ορόφων έκαστο, πλέον του ισογείου και των τριών υπόγειων επιπέδων και κτηριακής υποδομής περιμετρικά των πύργων, παράλληλα με τα επίπεδα του ισογείου, πρώτου και δεύτερου ορόφου, στην οποία θα χωροθετούνται εργαστήρια τέχνης και εκθεσιακοί χώροι, καταστήματα, γραφεία και εστιατόρια/ μπαρ. Το Έργο, συνολικής έκτασης 29.518m<sup>2</sup>, θα ανεγερθεί στο τεμάχιο 1099 του Φ/ΣΧ. 50/080302. Η τοποθεσία του έργου βρίσκεται περίπου 4km νοτιοδυτικά του Διεθνούς Αεροδρομίου Λάρνακας «Γλαύκος Κληρίδης» (βλ. Χάρτες 1 και 2).

Το 2019 υποβλήθηκε προς το Τμήμα Περιβάλλοντος η «Μελέτη Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από την Κατασκευή και Λειτουργία ανάπτυξης μικτής οικιστικής – γραφειακής – εμπορικής χρήσης στην Ενορία Σκάλας, στο Δήμο Λάρνακας». Στα πλαίσια της εξέτασης της εν λόγω αίτησης από την Αρμόδια Περιβαλλοντική Αρχή ζητήθηκε από το Φορέα Ανάπτυξης, μεταξύ άλλων, η υποβολή συμπληρωματικών στοιχείων που αφορούν στα δεδομένα αποστράγγισης του Προτεινόμενου Έργου.

Ενόψει των πιο πάνω, στόχος της παρούσας μελέτης είναι η εκτίμηση των ποσοτήτων αποστράγγισης, η παρουσίαση και περιγραφή του τρόπου αποστράγγισης για διατήρηση ξηρών συνθηκών εργασίας στην εκσκαφή, καθώς και η παρουσίαση του τρόπου διαχείρισης και διάθεσης του νερού αποστράγγισης του εν λόγω Έργου. Να σημειωθεί ότι η παρούσα μελέτη έλαβε υπόψη τον κατευθυντήριο δημοσιευμένο Οδηγό του Τμήματος Περιβάλλοντος, ημερομηνίας 26/11/2020, ο οποίος περιλαμβάνει τα ελάχιστα απαιτούμενα στοιχεία που πρέπει να περιλαμβάνει η Μελέτη Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον, αναφορικά με την επαναφορά του αντλούμενου νερού στον υδροφόρο ορίζοντα.

ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ

Η ομάδα εμπειρογνομόνων της I.A.CO Ltd που συμμετείχε στην εκπόνηση της παρούσας μελέτης παρουσιάζεται στον Πίνακα 1 που ακολουθεί.

**Πίνακας 1: Ομάδα Μελέτης**

A/A	Όνομα	Ειδικότητα	Σχετική Εμπειρία (χρόνια)
1	Ιάκωβος Ιακωβίδης	Ειδικός Υδατικής Ανάπτυξης, Υδρολόγος /Υδρογεωλόγος (B.Sc., M.Sc.)	>40
2	Άγης Ιακωβίδης	Πολιτικός Μηχανικός/ Μηχανικός Περιβάλλοντος (B.Sc., M.Sc)	>20
3	Μάριος Μουσκουνητής	Γεωλόγος /Υδρογεωλόγος (B.Sc/ M.Sc)	>12
4	Έλενα Νικολάου	Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός (ΕΜΠ)/ Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων (M.Sc)	>6
5	Φωτεινή Ευθυμίου	Γεωλόγος /Μηχανικός Περιβάλλοντος (B.Sc. /M.Sc.)	>2
6	Μάριος Αποστόλου	Πολιτικός Μηχανικός (ΕΜΠ)	>1



**Χάρτης 1: Δορυφορική εικόνα της περιοχής μελέτης με το υπό μελέτη τεμάχιο**

ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ



Χάρτης 2: Οδικό δίκτυο στην ευρύτερη περιοχή μελέτης

## 1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΆΜΕΣΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στην περιοχή μελέτης, το περιβάλλον είναι ιδιαίτερα υποβαθμισμένο λόγω της περιμετρικής και παρακείμενης αστικής ανάπτυξης και δόμησης. Στη βόρεια, ανατολική και δυτική πλευρά του τεμαχίου βρίσκονται κατοικίες και υποστατικά, ενώ στη νότια πλευρά του συνορεύει με καλλιέργεια σιτηρών. Νοτιοδυτικά, το τεμάχιο γειτνιάζει με ευκαλυπτόνα. Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης εντοπίζεται αριθμός πολυκατοικιών, καταστημάτων, χώρων εστίασης (εστιατόρια, καφετέριες) και τουριστικών καταλυμάτων. Άποψη της περιοχής μελέτης παρουσιάζεται στις Φωτογραφίες 1-4.



ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ  
ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE  
CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ

---



**Φωτογραφία 1: Άποψη της περιοχής μελέτης (προς νοτιοδυτικά)**



**Φωτογραφία 2: Άποψη της περιοχής μελέτης (προς νοτιοανατολικά)**



ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ



**Φωτογραφία 3: Άποψη της περιοχής μελέτης (προς βορειοδυτικά)**



**Φωτογραφία 4: Άποψη της περιοχής μελέτης (προς νοτιοανατολικά)**

### 1.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ

---

Τα δύο ψηλά κτήρια, γραφειακής και εμπορικής χρήσης, θα έχουν δύο (2) επίπεδα υπογείων, τα οποία σχεδόν θα καταλαμβάνουν όλη την έκταση του οικοπέδου. Τα υπόγεια θα κατασκευαστούν σε μία ενιαία φάση εκσκαφής με βάθος 8,5m από την επιφάνεια του εδάφους.

### 1.4 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

---

Αντικείμενο της μελέτης είναι ο σχεδιασμός του συστήματος αποστράγγισης και διάθεσης του νερού αποστράγγισης, λαμβάνοντας υπόψη το δημοσιευμένο κατευθυντήριο οδηγό του Τμήματος Περιβάλλοντος<sup>1</sup>.

Με βάση και τον εν λόγω κατευθυντήριο οδηγό του Τμήματος Περιβάλλοντος, στα πλαίσια της παρούσας μελέτης έχουν εκπονηθεί οι πιο κάτω επιμέρους δραστηριότητες:

#### ✓ Καθορισμός Ποιότητας Υπόγειου Νερού Αποστράγγισης

- Δειγματοληψία και Ανάλυση για τις εξής χημικές και μικροβιολογικές παραμέτρους: *pH, Electric Conductivity, Nitrates, Total Suspended Solids, Arsenic, COD, BOD<sub>5</sub>, FOG, Total Phosphorus (TP), Pb, Cd, Hg, E-coli, Enterococcus και Total coliforms.*
- Αξιολόγηση και καθορισμός της ποιότητας του νερού αποστράγγισης.

#### ✓ Καθορισμός Ποσοτήτων Υπόγειου Νερού Αποστράγγισης

- Περιγραφή των γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών στην περιοχή ανάπτυξης του έργου, βάσει των πορισμάτων της γεωλογικής/ γεωτεχνικής έρευνας που εκπονήθηκε τον Ιούνιο – Ιούλιο 2018 στο χώρο του υπό εξέταση τεμαχίου<sup>2</sup>, καθώς και των αποτελεσμάτων των πέντε δοκιμαστικών αντλήσεων που εκπονήθηκαν εντός του τεμαχίου στις 25/06/19, 01/07/19, 07/10/20, 12/10/20 και 14/10/20.
- Ανάλυση της λιθολογικής τομής του υπεδάφους και των υδρογεωλογικών του χαρακτηριστικών βάσει των πορισμάτων της γεωλογικής/ γεωτεχνικής μελέτης και των αποτελεσμάτων των πέντε εκπονηθέντων δοκιμαστικών αντλήσεων.

---

<sup>1</sup>[http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/E5465AE94FFB2C80C225856F002AF890/\\$file/ΟΔΗΓΟ Dewatering 2.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/E5465AE94FFB2C80C225856F002AF890/$file/ΟΔΗΓΟ Dewatering 2.pdf)

<sup>2</sup> GEOINVEST LTD – Γεωέρευνα, Γεωλογική/ Γεωτεχνική έρευνα στο χώρο της προτεινόμενης ανάπτυξης «Salt lake city» στη Λάρνακα, Ιούνιος – Ιούλιος 2018

- Εκτίμηση των απαιτούμενων ποσοτήτων αποστράγγισης και περιγραφή του συστήματος αποστράγγισης.
  - Καθορισμός των θέσεων, του βάθους, και των βασικών κατασκευαστικών χαρακτηριστικών των γεωτρήσεων άντλησης και των γεωτρήσεων παρατήρησης.
  - Επιβεβαίωση διαφοροποίησης λιθολογικού υποβάθρου σε σημεία του υπό εξέταση τεμαχίου με την παρουσίαση τρισδιάστατων λιθολογικών τομών.
  - Διεξαγωγή δοκιμαστικών αντλήσεων, παρακολούθηση πορείας άντλησης, ερμηνεία αποτελεσμάτων με βάση επιστημονικά αποδεκτή μεθοδολογία και εξαγωγή αποτελεσμάτων βάσει πραγματικών συνθηκών και μεγεθών.
- ✓ **Περιγραφή τελικής λύσης διαχείρισης και διάθεσης του νερού αποστράγγισης**
- Περιγραφή του τρόπου διαχείρισης του νερού αποστράγγισης.
  - Αποτύπωση σε χωροταξικό σχέδιο διαφραγματικού τοίχου με τεχνικές πληροφορίες της κατασκευής του.
  - Περιγραφή της τελικής επιλογής διάθεσης του νερού αποστράγγισης.
  - Διαστασιολόγηση της δεξαμενής καθίζησης των αιωρούμενων σωματιδίων ως αποτέλεσμα της ανάλυσης των υδρογεωλογικών δεδομένων του έργου.
- ✓ **Αξιολόγηση/ Εκτίμηση Επιπτώσεων από τη Διαχείριση Διάθεσης του Νερού Αποστράγγισης**
- Επιπτώσεις στο χερσαίο και θαλάσσιο περιβάλλον.
  - Προτεινόμενα μέτρα αποφυγής ή μείωσης των επιπτώσεων.
  - Γενικά μέτρα πρόληψης, παρακολούθησης και ελέγχου.
  - Σχέδιο έκτακτης ανάγκης.

## 2 Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

### 2.1 ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Στις 25/06/2019 και 01/07/2019 πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες σε σημείο εντός του υπό εξέταση τεμαχίου. Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Στον ίδιο Πίνακα και για σκοπούς σύγκρισης, παρατίθενται τα επιτρεπτά όρια απόρριψης επεξεργασμένων λυμάτων με βάση το Σταθμό Επεξεργασίας στη Λάρνακα<sup>3</sup>, σύμφωνα με την Άδεια Απόρριψης (Αρ. Άδειας 55/2008) από το Τμήμα Περιβάλλοντος προς το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων (ΤΑΥ).

Στη συνέχεια παρατίθεται μία σύντομη αναφορά στα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων για τις παραμέτρους που εξετάστηκαν. **Σημειώνεται ότι, όπως περιγράφεται και στη συνέχεια (βλ. Υποκεφάλαιο 3.1.4), η διάθεση του νερού αποστράγγισης θα γίνεται σε διαθέσιμο χώρο εντός του τεμαχίου. Αυτό συνεπάγεται ότι η ποιότητα του νερού που θα απορρίπτεται θα είναι η ίδια με αυτή του αποδέκτη, αφού ουσιαστικά η άντληση και διάθεση θα γίνεται από και προς τον ίδιο υδροφόρα.**

#### ➤ pH

Η τιμή του pH «7,5» και «7,6», κατά τις δειγματοληψίες στις 25/06 και 01/07, αντίστοιχα, υποδεικνύει την ουδέτερη οξύτητα του υπόγειου νερού στην περιοχή.

#### ➤ Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (μS/cm)

Η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (28.120 μS/cm και 16.860 μS/cm, αντίστοιχα) παρουσιάζεται να είναι υψηλή και να υποδηλώνει υφάλμυρο νερό, το οποίο οφείλεται στην εγγύτητα της περιοχής με τη θάλασσα και τις εμπλουτισμένες με άλατα αμμώδης θαλάσσιες αποθέσεις στην περιοχή μελέτης.

#### ➤ Νιτρικά (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Δεν έχει ανιχνευθεί συγκέντρωση Νιτρικών.

#### ➤ TSS – Total Suspended Solids (Ολικά αιωρούμενα σωματίδια)

Έχει ανιχνευθεί συγκέντρωση 606 mg/L και 4036 mg/L αιωρούμενων σωματιδίων (Suspended Solids), αντίστοιχα, κατά τις δειγματοληψίες στις 25/06 και 01/07. Η εν λόγω ψηλή ένδειξη αιωρούμενων σωματιδίων, οφείλεται στο γεγονός ότι το κατά τη διάρκεια των δοκιμαστικών

<sup>3</sup>[http://www.moa.gov.cy/moa/WDD/wdd.nsf/all/8863D061E8293713C2258251003FF9B9/\\$file/2012Larnacas.pdf?openelement](http://www.moa.gov.cy/moa/WDD/wdd.nsf/all/8863D061E8293713C2258251003FF9B9/$file/2012Larnacas.pdf?openelement)



αντλήσεων, στην οποία λήφθηκαν και τα εν λόγω δείγματα, το πολύ λεπτόκοκκο υλικό «αργιλικές αμμοιλύεις» δεν μπορούσε να κατακρατηθεί από το χαλίκι που ήταν τοποθετημένο περιμετρικά της φιλτροσωλήνας, με αποτέλεσμα το αντλούμενο νερό να περιέχει ψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων (βλ. Φωτογραφία 5). Με τη λήψη μίας σειράς μέτρων κατά τη διαδικασία αποστράγγισης (δεξαμενή καθίζησης και χαλικόφιλτρα), οι συγκεντρώσεις των Αιωρούμενων Σωματιδίων θα διατηρούνται σε χαμηλά και αποδεκτά επίπεδα.



**Φωτογραφία 5: Νερό άντλησης με υψηλή συγκέντρωση αιρούμενων σωματιδίων**

➤ **Arsenic (Αρσενικό)**

Έχει ανιχνευθεί συγκέντρωση 66μg/l και 27μg/l αρσενικού, κατά τις δειγματοληψίες στις 25/06 και 01/07, αντίστοιχα. Υψηλές συγκεντρώσεις αρσενικού προκύπτουν κυρίως από ανθρωπογενείς πηγές και δραστηριότητες, όπως είναι η καύση κάρβουνου, η γεωργία (χρήση και έκχυση στο έδαφος παρασιτοκτόνων, μυκητοκτόνων και λιπασμάτων) και η βιομηχανία (βιομηχανικά απόβλητα, συντηρητικά ξυλείας, χρωστικές ουσίες, βαφές, παρασκευή φυτοφαρμάκων μυκητοκτόνων και λιπασμάτων κ.α.

➤ **BOD<sub>5</sub> και COD**

Οι τιμές του BOD<sub>5</sub> που ανιχνεύτηκαν είναι εντός των αποδεκτών ορίων απόρριψης επεξεργασμένων λυμάτων σε απορροφητικούς λάκκους, ενώ οι τιμές του COD παρουσιάζονται ψηλές, γεγονός που ενδεχομένως να οφείλεται στις χρήσεις γης περιμετρικά

του τεμαχίου. Παρόλα αυτά, όπως έχει προαναφερθεί, η διάθεση του νερού θα γίνεται σε ίδιας ποιότητας αποδέκτη σε πολύ κοντινή απόσταση από την περιοχή άντλησης.

➤ **FOGs (Λίπη, Γράσα και Έλαια)**

Στην δειγματοληψία της 25/06 δεν έχει ανιχνευθεί συγκέντρωση FOGs (mg/l). Ωστόσο, στις 01/07, ανιχνεύτηκαν 12mg/l λίπη και έλαια. Η συγκέντρωση αυτή σχετίζεται με τις ανθρώπινες δραστηριότητες στην ευρύτερη περιοχή.

**Πίνακας 2: Ποιοτικά χαρακτηριστικά υπόγειου νερού στην περιοχή μελέτης (από δειγματοληψία 25/06 και 01/07/2019)**

Παράμετρος	Μονάδες	Αποτέλεσμα 25/06 (ΝΔ)	Αποτελέσματα 01/07 (ΒΑ)	Επιτρεπτά ποιοτικά χαρακτηριστικά τριτοβάθμια επεξεργασμένων λυμάτων κατά την διάθεση σε απορροφητικούς λάκκους ή/και τάφρους, σύμφωνα με τον περί Ελέγχου της Ρύπανσης των Νερών Νόμο (Νόμος 106(Ι) του 2002)
<b>Χημικές αναλύσεις</b>				
pH		7,5	7,6	6,5-8,5
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα	μS/cm	28.120	16.860	2.500
Νιτρικά (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	<0,07	<0,03	50
Αιωρούμενα Στερεά (TSS)	mg/l	606	4.036	10
Λίπη και Έλαια (FOG)	mg/l	---	12	5
Ολικός Φώσφορος (TP)	mg/l	<0.006	0,01	-
Μόλυβδος (Pb)	μg/l	<0,33	<1,0	0,15
Αρσενικό (As)	μg/l	66	27	0,01
Κάδμιο (Cd)	μg/l	0,26	<0,20	0,01
Υδράργυρος (Hg)	μg/l	<0,03	<0,03	0,005
BOD <sub>5</sub>	mg/l	43	60	70
COD	mg/l	260	492	10

## 2.2 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Στον Πίνακα 3 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων στα δείγματα νερού που λήφθηκαν στις 25/06/2019 και 01/07/2019 από γεώτρηση εντός του υπό ανάπτυξη τεμαχίου. Για σκοπούς σύγκρισης, παρατίθενται και τα

όρια μικροβιολογικού φορτίου που τίθενται για τα νερά κολύμβησης στον «περί Διαχείρισης της Ποιότητας των Νερών Κολύμβησης Νόμος Ν. 57(Ι)/2008».

Στα δείγματα που εξετάστηκαν δεν ανιχνεύθηκαν εντερικά κολοβακτηρίδια, ενώ η συγκέντρωση των κολοβακτηριδίων και του εντερόκοκκου που ανιχνεύθηκαν είναι εκτός αποδεκτών ορίων και ενδέχεται να σχετίζονται με απώλειες του αποχετευτικού συστήματος της Λάρνακας ή σε υποστατικά που δεν έχουν ενωθεί ακόμη με το αποχετευτικό σύστημα.

**Πίνακας 3: Μικροβιολογικές αναλύσεις σε δείγματα νερού που λήφθηκαν στις 25/06/2019 και 01/07/2019 από σημείο εντός του υπό μελέτη τεμαχίου**

Παράμετρος	Δείγμα 25/06	Δείγμα 01/07	Καθορισμός ποιότητας νερών κολύμβησης Ν.57(Ι)/2008		
			Εξαιρετική	Καλή	Επαρκής
Εντερικά Κολοβακτηρίδια (*) Cfu/100ml	< 1	< 1	250	500	500
Κολοβακτηριοειδή (*) Cfu/100ml	22.000	17.000	-	-	-
Εντερόκοκκος (**) Cfu/100ml	400	3.000	100	200	185

(\*) Μέθοδος εξέτασης: CYS EN ISO 9308-1:2014, σε μονάδες cfu/100ml.

(\*\*) Μέθοδος εξέτασης: EN ISO 7899-2:2000, σε μονάδες cfu/100ml.

Σημ. 1: Τα ολικά κολοβακτηριοειδή δεν συμπεριλαμβάνονται ως δείκτης ποιότητας των νερών κολύμβησης στα πρότυπα του Νόμου ή στην Οδηγία της Ε.Κ.

Στο σημείο αυτό να τονισθεί ακόμη μία φορά ότι, όπως περιγράφεται και στη συνέχεια, η διάθεση του νερού αποστράγγισης θα γίνεται σε διαθέσιμο χώρο εντός του τεμαχίου, στα ανατολικά της ανάπτυξης. Αυτό συνεπάγεται ότι η ποιότητα του νερού που θα απορρίπτεται θα είναι η ίδια με αυτή του αποδέκτη, αφού ουσιαστικά η άντληση και διάθεση θα γίνεται από και προς τον ίδιο υδροφορέα.

### 3 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

#### 3.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

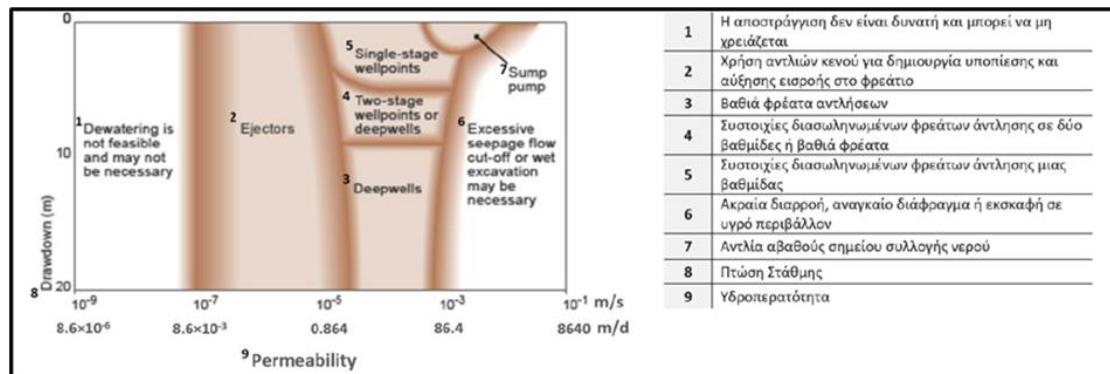
##### 3.1.1 Εισαγωγή

Η επιλογή του συστήματος αποστράγγισης για διατήρηση ξηρών συνθηκών στις εκσκαφές, κατά τη διάρκεια κατασκευής των υπογείων χώρων, εξαρτάται από τα πιο κάτω:

- Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά του υδροφορέα, υδροπερατότητα και μεταβιβασιμότητα του υδροφορέα.
- Επιθυμητή ταπείνωση της στάθμης του υπόγειου νερού.
- Επιλογές διάθεσης του νερού αποστράγγισης.

Επιπρόσθετα, το σύστημα που θα πρέπει να εφαρμοστεί πρέπει να είναι το πλέον αποτελεσματικό, ελαχιστοποιώντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και εξασφαλίζοντας τη προστασία της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων στο εργοτάξιο.

Η Εικόνα 1 επιδεικνύει το φάσμα εφαρμογής των διαφόρων διαθέσιμων συστημάτων αποστράγγισης που εφαρμόζονται σε σχέση με την υδροπερατότητα και την απαιτούμενη ταπείνωση και διατήρηση της στάθμης του υπόγειου νερού.



**Εικόνα 1: Πλαίσιο εφαρμογής των διαφόρων αποστραγγιστικών συστημάτων υπόγειου νερού σε σχέση με την αγωγιμότητα και το βάθος εκσκαφής<sup>4</sup>**

<sup>4</sup> Preene, M. Roberts et al (2000) – Groundwater Control Design & Practice (CIRIA C515), London, CIRIA)

### 3.1.2 Υδρογεωλογικά Χαρακτηριστικά

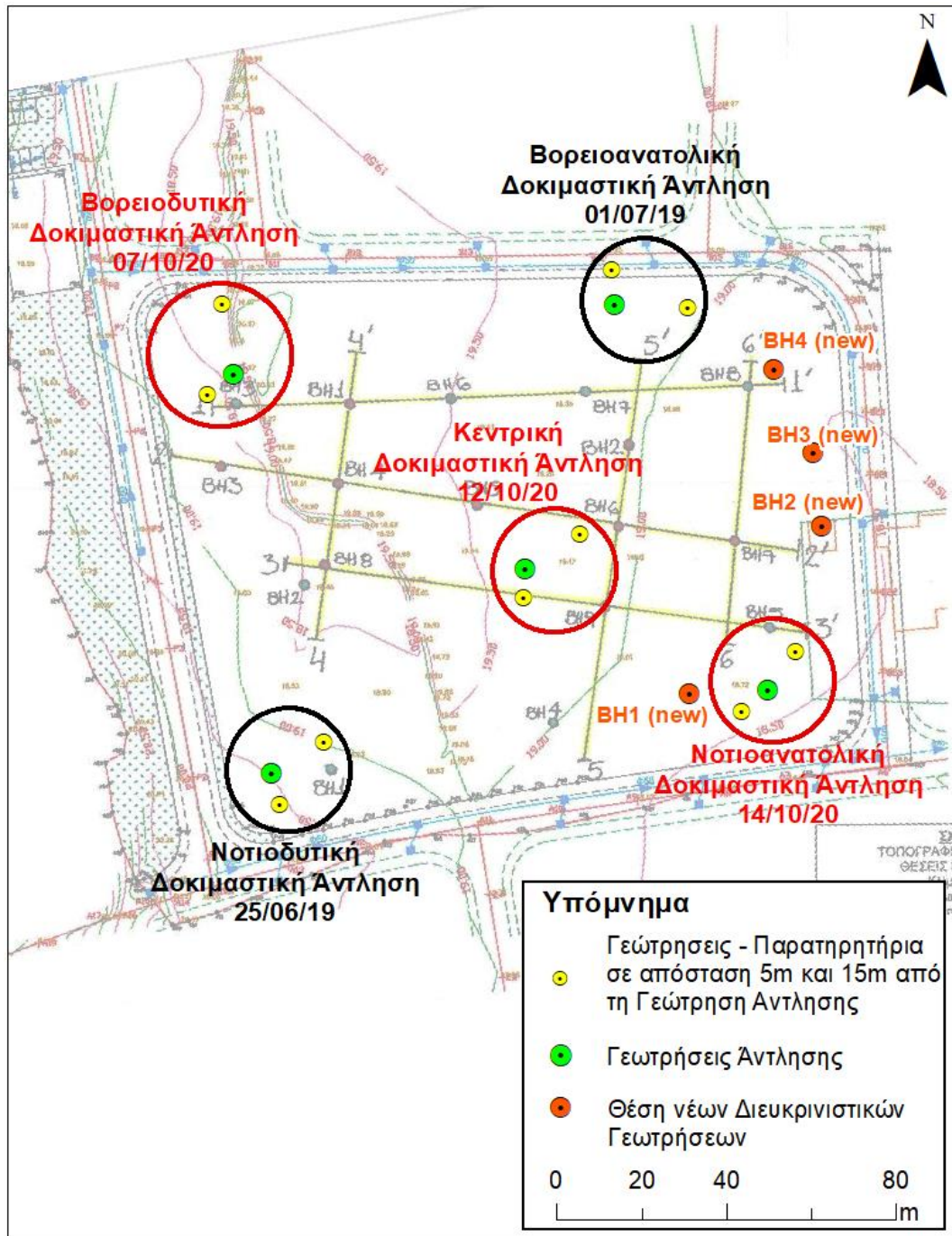
Οι παράμετροι του υδροφορέα, μεταβιβασιμότητα (transmissivity), υδραυλική αγωγιμότητα (permeability) και συντελεστής αποθηκευτικότητας (storage coefficient), προσδιορίστηκαν με τη διεξαγωγή **πέντε (5)** δοκιμαστικών αντλήσεων και με τη λήψη μετρήσεων από δύο γεωτρήσεις/παρατηρητήρια, ανά δοκιμαστική άντληση. Ο προσδιορισμός των παραμέτρων αυτών είναι βασικός για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό του συστήματος αποστράγγισης και για τον υπολογισμό του όγκου νερού αποστράγγισης προς περαιτέρω διαχείριση.

Αρχικά εκπονήθηκαν **δύο (2)** δοκιμαστικές αντλήσεις στις 25/06/19 κα 01/07/19, ενώ στη συνέχεια κρίθηκε σκόπιμο από τους Συμβούλους όπως εκπονηθούν ακόμη **τρεις (3)** ώστε να καλυφθεί όλη η έκταση του υπό μελέτη τεμαχίου και να αποκτηθεί πλήρης εικόνα όλης της περιοχής μελέτης, αναφορικά με τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά. Οι εν λόγω δοκιμαστικές αντλήσεις εκπονήθηκαν στις 07/10/20, 12/10/20 και 14/10/20.

Η θέση όλων των δοκιμαστικών αντλήσεων παρουσιάζεται στο Χάρτη 3 που ακολουθεί, σε σχέση και με τις θέσεις όλων των διερευνητικών γεωτρήσεων της Geoinvest.



ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ



**Χάρτης 3: Άποψη της περιοχής μελέτης με τη θέση των γεωτρήσεων/παρατηρητηρίων, τη θέση των γεωτρήσεων άντλησης, τη θέση των διερευνητικών γεωτρήσεων και τη θέση των γεωλογικών τομών της γεωτεχνικής/ γεωλογικής μελέτης της Geoinvest**

Στη συνέχεια παρατίθεται η περιγραφή των πέντε δοκιμαστικών αντλήσεων, συμπεριλαμβανομένου κάποιων σχολίων – παρατηρήσεων για τα αποτελέσματα της κάθε δοκιμαστικής άντλησης.

→ **1<sup>η</sup> Δοκιμαστική Άντληση – Νοτιοδυτικά (25/06/2019)**

Η στατική στάθμη του υπόγειου νερού καταμετρήθηκε στις 25 Ιουνίου 2019 σε βάθος 3,2m από την επιφάνεια του εδάφους. Η άντληση άρχισε στις 08:15 το πρωί και μετά από 10 λεπτά **διακόπηκε** λόγω πτώσης στάθμης κάτω από το επίπεδο της αντλίας η οποία ήταν τοποθετημένη στα 13,5m βάθος. Ο όγκος νερού που αντλήθηκε σε αυτά τα 10 λεπτά ήταν της τάξης του 1,5m<sup>3</sup>, δηλαδή ρυθμός άντλησης της τάξης των 9m<sup>3</sup>/h.

Σημειώνεται ότι στη διάρκεια της άντλησης δεν παρατηρήθηκε επηρεασμός (πτώση στάθμης) στα δύο (2) παρατηρητήρια τα οποία βρίσκονταν σε απόσταση 5m και 15m από τη γεώτρηση άντλησης.

Η απότομη πτώση στάθμης κάτω από το επίπεδο της αντλίας και η επακόλουθη διακοπή της άντλησης υποδηλώνει πολύ χαμηλές τιμές υδροπερατότητας, σε επίπεδα τα οποία δεν ήταν εφικτή η συνέχιση της δοκιμαστικής άντλησης **ακόμη και με το χαμηλότερο δυνατό ρυθμό άντλησης**. Η λιθολογία των στρωμάτων που προέκυψε από την ανόρυξη της γεώτρησης, Αργιλικές Αμμοιλείς και Μάργα, επιβεβαιώνει την πολύ χαμηλή υδροπερατότητα των στρωμάτων (βλ. Φωτογραφία 6).



**Φωτογραφία 6: Λιθολογικοί Ορίζοντες που προέκυψαν κατά την ανόρυξη της γεώτρησης άντλησης της 1<sup>ης</sup> Δοκιμαστικής Άντλησης**



→ **2<sup>η</sup> Δοκιμαστική Άντληση – Βορειοανατολικά (01/07/2019)**

Η στατική στάθμη του υπόγειου νερού μετρήθηκε σε βάθος 2,8m από την επιφάνεια του εδάφους. Η άντληση άρχισε στις 08:30 το πρωί και μετά από 15 λεπτά, όπως και στην 1<sup>η</sup> δοκιμαστική άντληση, διακόπηκε λόγω πτώσης στάθμης κάτω από το επίπεδο της αντλίας η οποία ήταν τοποθετημένη στα 13,5m βάθος. Ο όγκος νερού που αντλήθηκε σε αυτά τα 15 λεπτά ήταν της τάξης των 2m<sup>3</sup>, δηλαδή ρυθμός άντλησης της τάξης των 8m<sup>3</sup>/h.

Στο διάστημα της άντλησης δεν παρατηρήθηκε επηρεασμός (πτώση στάθμης) στα δύο (2) παρατηρητήρια τα οποία βρίσκονταν σε απόσταση 5m και 15m από τη γεώτρηση άντλησης.

Μετά τη διακοπή της άντλησης και για διάστημα 1 ώρας και 30 λεπτών έγινε παρακολούθηση της επαναφοράς της στάθμης στη γεώτρηση άντλησης. Το Διάγραμμα 1 παρουσιάζει ενδεικτική ανάλυση των μετρήσεων της επαναφοράς με τη μέθοδο Cooper Jacob, η οποία δίνει τιμή Μεταβιβαστικότητας της τάξης των 5,5m<sup>2</sup>/d ή Υδροπερατότητας της τάξης του 0,5m/d αν θεωρηθεί πάχος υδροφορέα 11m (βλ. Γεωλογική Τομή 1-1' της Γεωτεχνικής Μελέτης της GeoInvest, Ιούνιος – Ιούλιος 2018<sup>5</sup>).

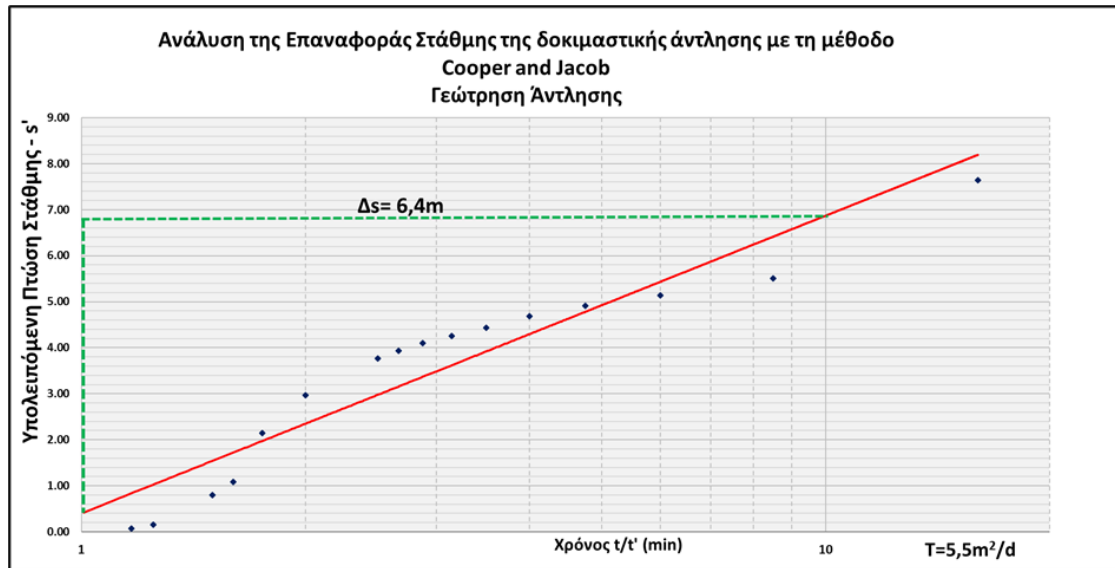
Όπως και στην 1<sup>η</sup> δοκιμαστική άντληση, η απότομη πτώση στάθμης κάτω από το επίπεδο της αντλίας και η επακόλουθη διακοπή της άντλησης υποδηλώνει **χαμηλές τιμές υδροπερατότητας, σε επίπεδα τα οποία δεν ήταν εφικτή η συνέχιση της δοκιμαστικής άντλησης ακόμη και με το χαμηλότερο δυνατό ρυθμό άντλησης.** Η λιθολογία των στρωμάτων που προέκυψε από την ανόρυξη της γεώτρησης επιβεβαιώνει την πολύ χαμηλή υδροπερατότητα των στρωμάτων (βλ. Φωτογραφία 7).



<sup>5</sup> GeoInvest LTD – Γεωέρευνα, Γεωλογική – Γεωτεχνική Έρευνα στο χώρο της Προτεινόμενης Ανάπτυξης “Salt lake city” στη Λάρνακα, Ιούνιος – Ιούλιος 2018



**Φωτογραφία 7: Λιθολογικοί Ορίζοντες που προέκυψαν κατά την ανόρυξη της γεώτρησης άντλησης της 2<sup>ης</sup> Δοκιμαστικής Άντλησης**



**Διάγραμμα 1: Ανάλυση Επαναφοράς Στάθμης της Δοκιμαστικής άντλησης με τη μέθοδο Cooper and Jacob στη Γεώτρηση Άντλησης της 2<sup>ης</sup> Δοκιμαστικής Άντλησης**

**→ 3<sup>η</sup> Δοκιμαστική Άντληση – Βορειοδυτικά (07/10/2020)**

Η στατική στάθμη του υπόγειου νερού καταμετρήθηκε σε βάθος 2,40m από την επιφάνεια του εδάφους. Η άντληση διακόπηκε μετά το πέρας 20 λεπτών λόγω πτώσης στάθμης κάτω από το επίπεδο της αντλίας η οποία ήταν τοποθετημένη στα 19m βάθος. Ο όγκος νερού που αντλήθηκε σε αυτά τα 20 λεπτά ήταν της τάξης των 4m<sup>3</sup>, δηλαδή ρυθμός άντλησης της τάξης των 12m<sup>3</sup>/h.

Στο διάστημα της άντλησης παρατηρήθηκε πολύ μικρός επηρεασμός (πτώση στάθμης) μόνο στο 1<sup>ο</sup> παρατηρητήριο το οποίο βρισκόταν σε απόσταση 5m από την γεώτρηση άντλησης, ενώ στο 2<sup>ο</sup> παρατηρητήριο το οποίο βρισκόταν σε απόσταση 15m από τη γεώτρηση άντλησης δεν παρατηρήθηκε κάποιος επηρεασμός.

Μετά τη διακοπή της άντλησης και για διάστημα 24 ωρών έγινε παρακολούθηση της επαναφοράς της στάθμης στη γεώτρηση άντλησης. Το Διάγραμμα 2 παρουσιάζει ενδεικτική ανάλυση των μετρήσεων της επαναφοράς με τη μέθοδο Cooper Jacob, η οποία δίνει τιμή Μεταβιβαστικότητας της τάξης των 4,8m<sup>2</sup>/d, ή Υδροπερατότητα της τάξης του **0,4-0,5m/d**, αν θεωρηθεί πάχος υδροφορέα 10m-12m.

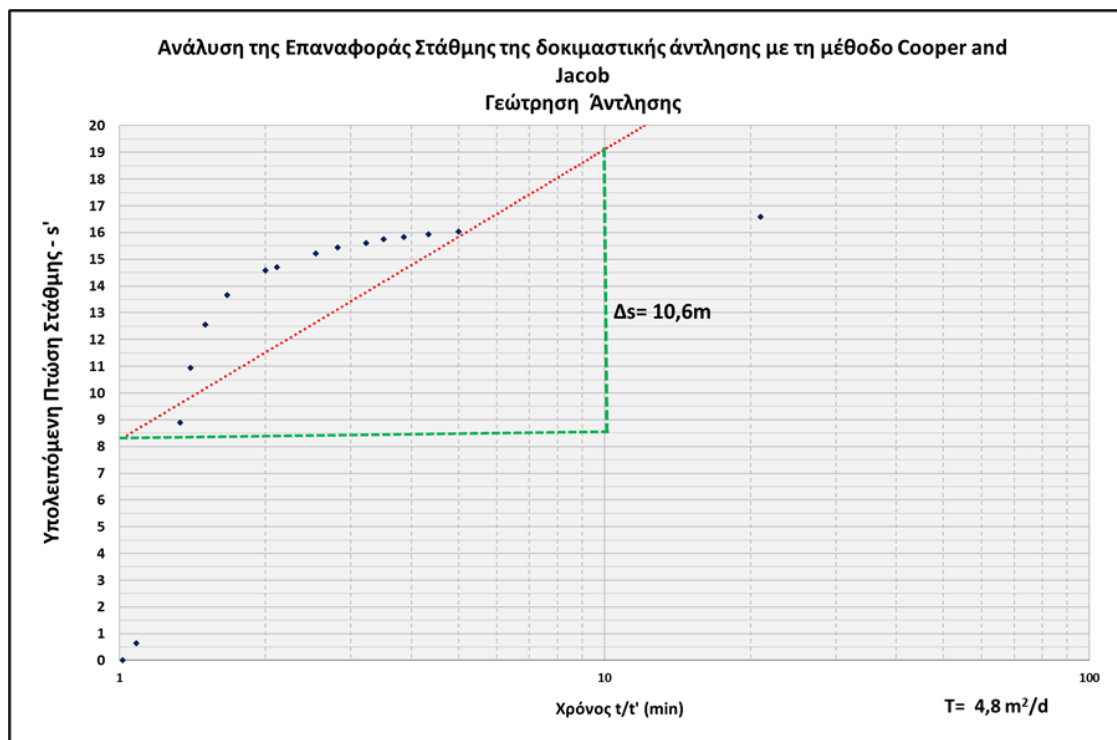
Όπως και στις δύο (2) προηγούμενες δοκιμαστικές αντλήσεις, η απότομη πτώση στάθμης και η επακόλουθη διακοπή της άντλησης υποδηλώνει πολύ χαμηλές τιμές υδροπερατότητας, σε επίπεδα τα οποία δεν ήταν εφικτή η συνέχιση της δοκιμαστικής άντλησης ακόμη και με το χαμηλότερο δυνατό ρυθμό άντλησης. Η λιθολογία των στρωμάτων που προέκυψαν από την

ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ

ανόρυξη της γεώτρησης επιβεβαιώνει την πολύ χαμηλή υδροπερατότητα των στρωμάτων (βλ. Φωτογραφία 8).



**Φωτογραφία 8: Μαργαϊκός σχηματισμός που προέκυψε κατά την ανόρυξη της γεώτρησης άντλησης της 3<sup>ης</sup> Δοκιμαστικής Άντλησης**



**Διάγραμμα 2: Ανάλυση Επαναφοράς Στάθμης της Δοκιμαστικής άντλησης με τη μέθοδο Cooper and Jacob στη Γεώτρηση Άντλησης της 3<sup>ης</sup> Δοκιμαστικής Άντλησης**



→ **4<sup>η</sup> Δοκιμαστική Άντληση – Κεντρικά (12/10/2020)**

Η στατική στάθμη του υπόγειου νερού καταμετρήθηκε σε βάθος 2,77m. Η άντληση διακόπηκε μετά το πέρας 25 λεπτών, λόγω πτώσης στάθμης κάτω από το επίπεδο της αντλίας η οποία ήταν τοποθετημένη στα 19m βάθος. Ο όγκος νερού που αντλήθηκε σε αυτά τα 25 λεπτά ήταν της τάξης των 5m<sup>3</sup>, δηλαδή ρυθμός άντλησης της τάξης των 12m<sup>3</sup>/h.

Στο διάστημα της άντλησης παρατηρήθηκε μικρός επηρεασμός (πτώση στάθμης) μόνο στο 1<sup>ο</sup> παρατηρητήριο το οποίο βρισκόταν σε απόσταση 5m από την γεώτρηση άντλησης, ενώ στο 2<sup>ο</sup> παρατηρητήριο το οποίο βρισκόταν σε απόσταση 15m από τη γεώτρηση άντλησης δεν παρατηρήθηκε κάποιος επηρεασμός.

Όπως και στις τρεις προηγούμενες δοκιμαστικές αντλήσεις, η απότομη πτώση στάθμης κάτω από το επίπεδο της αντλίας με την επακόλουθη διακοπή της άντλησης υποδηλώνει πολύ χαμηλές τιμές υδροπερατότητας, σε επίπεδα τα οποία δεν ήταν εφικτή η συνέχιση της δοκιμαστικής άντλησης ακόμη και με το χαμηλότερο δυνατό ρυθμό άντλησης.

Η λιθολογία των στρωμάτων που προέκυψαν από την ανόρυξη της γεώτρησης επιβεβαιώνει την πολύ χαμηλή υδροπερατότητα των στρωμάτων (βλ. Φωτογραφία 9).



**Φωτογραφία 9: Λιθολογικοί Ορίζοντες που προέκυψαν κατά την ανόρυξη της γεώτρησης άντλησης της 4<sup>ης</sup> Δοκιμαστικής Άντλησης (αριστερά Μάργα και δεξιά Αργυλικές Αμμοίλες)**

**→ 5<sup>η</sup> Δοκιμαστική Άντληση – Νοτιοανατολικά (14/10/2020)**

Η στατική στάθμη του υπόγειου νερού καταμετρήθηκε σε βάθος 3,15m από την επιφάνεια.

Σε αντίθεση με τις προηγούμενες τέσσερις (4) δοκιμαστικές αντλήσεις που εκπονήθηκαν στο υπό μελέτη τεμάχιο, κατά το διάστημα της 5<sup>ης</sup> δοκιμαστικής άντλησης σε νοτιοανατολικό σημείο του τεμαχίου (βλ. Χάρτη 3) παρατηρήθηκε πτώση στάθμης και στα δύο (2) παρατηρητήρια, απόστασης 5m και 15m αντίστοιχα από την γεώτρηση άντλησης, η οποία έτυχε συνεχούς καταμέτρησης.

Στα Διαγράμματα 4-5 παρουσιάζεται η πτώση στάθμης και η επαναφοράς για όλη τη διάρκεια της δοκιμαστικής άντλησης στα δύο παρατηρητήρια, ενώ στα Διαγράμματα 6-11 παρουσιάζεται η ανάλυση των αποτελεσμάτων με το λογισμικό «Aquifer Win»<sup>6</sup>.

Ο συνολικός όγκος νερού που αντλήθηκε κατά τη διάρκεια των επτά (7) ωρών δοκιμαστικής άντλησης ήταν της τάξης των 135,5m<sup>3</sup>, αντιστοιχώντας σε ρυθμό άντλησης της τάξης των 17,03m<sup>3</sup>/h.

Η τιμή «T» της μεταβιβασιμότητας, έπειτα από την ανάλυση της πτώσης και επαναφοράς της στάθμης στις δύο γεωτρήσεις – παρατηρητήρια, κυμαίνεται από 101m<sup>2</sup>/d μέχρι 323,2m<sup>2</sup>/d, με μέση τιμή 184m<sup>2</sup>/d, ενώ ο συντελεστής αποθηκευτικότητας που προκύπτει είναι της τάξης του 1×10<sup>-4</sup>, υποδηλώνοντας υπό πίεση υδροφορέα. Αντίστοιχα, οι τιμές της υδραυλικής αγωγιμότητας, θεωρώντας πάχος υδροφορέα 6m με 7m, είναι της τάξης των 25-30m/d. Στους Πίνακες 4 και 5 παρουσιάζονται οι μετρήσεις πτώσης στάθμης και επαναφοράς του υδροφορέα σε όλη τη διάρκεια της δοκιμαστικής άντλησης και στα δύο (2) παρατηρητήρια, απόστασης 5m και 15m αντίστοιχα από την γεώτρηση άντλησης.

Στη Φωτογραφία 10 παρουσιάζονται άμμοι με χαλίκια και κροκάλες που προέκυψαν από την ανόρυξη των γεωτρήσεων της δοκιμαστικής άντλησης για την περιοχή, λιθολογικός ορίζοντας στον οποίο αποδίδονται και οι ψηλές τιμές υδροπερατότητας που προέκυψαν από τη δοκιμαστική άντληση.

<sup>6</sup> <https://www.rockware.com>

ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ

Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 1 5m νότια από την Γεώτρηση Άντλησης					
Πτώση Στάθμης					
Ημερομηνία	Χρόνος από την αρχή της άντλησης (min)	Βάθος νερού* (m)	Πτώση Στάθμης (m) - s		
14/10/20	0	3,44	0		
	1	3,89	0,45		
	2	4,07	0,63		
	3	4,36	0,92		
	4	4,57	1,13		
	6	4,87	1,43		
	7	4,99	1,55		
	8	5,1	1,66		
	9	5,18	1,74		
	10	5,27	1,83		
	15	5,5	2,06		
	20	5,59	2,15		
	25	5,66	2,22		
	30	5,69	2,25		
	60	5,77	2,33		
	90	5,82	2,38		
	120	5,83	2,39		
	180	5,86	2,42		
	240	5,88	2,44		
	300	5,9	2,46		
	360	5,92	2,48		
	420	5,93	2,49		
		Χρόνος από την αρχή της δοκιμαστικής άντλησης (min)	Χρόνος από το τέλος της δοκιμαστικής άντλησης (min)	Βάθος νερού (m)	Υπολειπόμενη Πτώση Στάθμης (m) - s'
		422	2	5,93	2,49
		423	3	5,91	2,47
		424	4	5,76	2,32
		425	5	5,51	2,07
		426	6	5,20	1,76
		427	7	5,03	1,59
		428	8	4,83	1,39
		429	9	4,67	1,23
		430	10	4,51	1,07
		435	15	4,10	0,66
	440	20	3,85	0,41	
	445	25	3,80	0,36	
	450	30	3,81	0,37	
	480	60	3,71	0,27	
	510	90	3,67	0,23	
	540	120	3,66	0,22	
	600	180	3,63	0,19	

**Πίνακας 4: Μετρήσεις πτώσης στάθμης και επαναφοράς του υδροφορέα σε όλη τη διάρκεια της δοκιμαστικής άντλησης στη Γεώτρηση - Παρατηρητήριο 1**

ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ

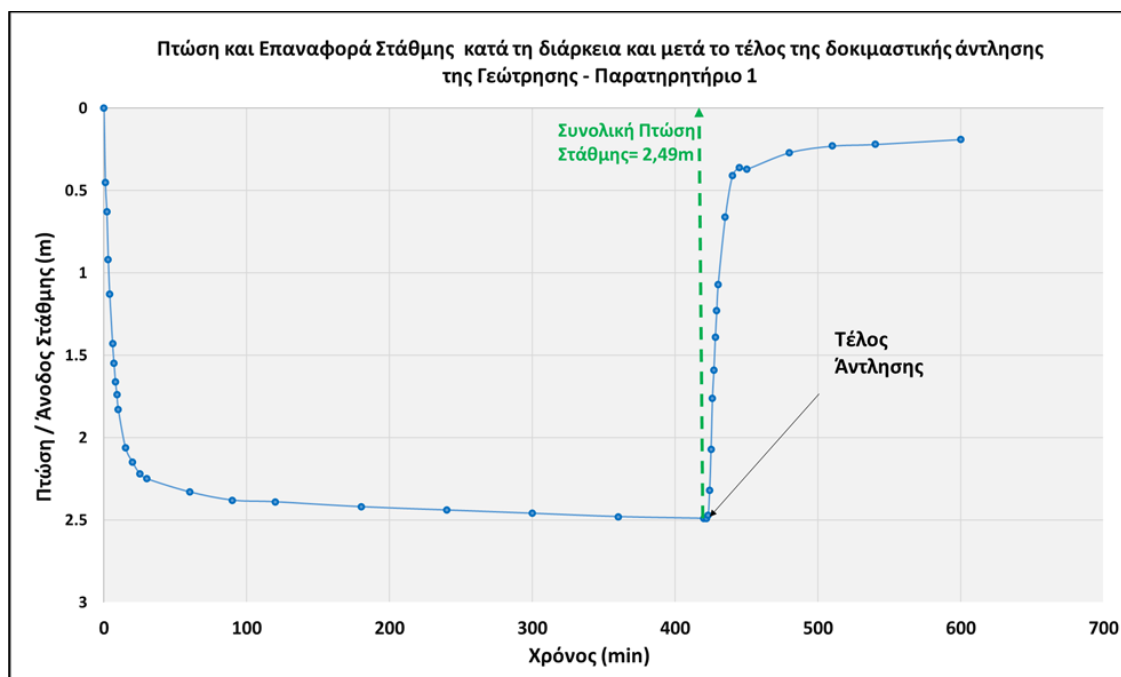
Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 2 15m βορειοανατολικά από την Γεώτρηση Άντλησης				
Πτώση Στάθμης				
Ημερομηνία	Χρόνος από την αρχή της άντλησης (min)	Βάθος νερού* (m)	Πτώση Στάθμης (m) - s	
14/10/20	0	3,18	0	
	4	3,57	0,39	
	9	3,75	0,57	
	10	3,78	0,6	
	15	3,84	0,66	
	20	3,88	0,7	
	25	3,91	0,73	
	30	3,92	0,74	
	60	3,96	0,78	
	90	3,99	0,81	
	120	4,01	0,83	
	180	4,04	0,86	
	240	4,06	0,88	
	300	4,09	0,91	
	360	4,12	0,94	
	420	4,14	0,96	
		Χρόνος από την αρχή της δοκιμαστικής άντλησης (min)	Χρόνος από το τέλος της δοκιμαστικής άντλησης (min)	Υπολειπόμενη Πτώση Στάθμης (m) - s'
		421	1	4,14
		424	4	4,11
		425	5	4,02
		426	6	3,89
		427	7	3,85
		428	8	3,80
		429	9	3,74
		430	10	3,70
		435	15	3,54
		440	20	3,46
		445	25	3,43
	450	30	3,42	
	480	60	3,38	
	510	90	3,36	
	540	120	3,34	
	570	180	3,32	

**Πίνακας 5: Μετρήσεις πτώσης στάθμης και επαναφοράς του υδροφορέα σε όλη τη διάρκεια της δοκιμαστικής άντλησης στη Γεώτρηση - Παρατηρητήριο 2**

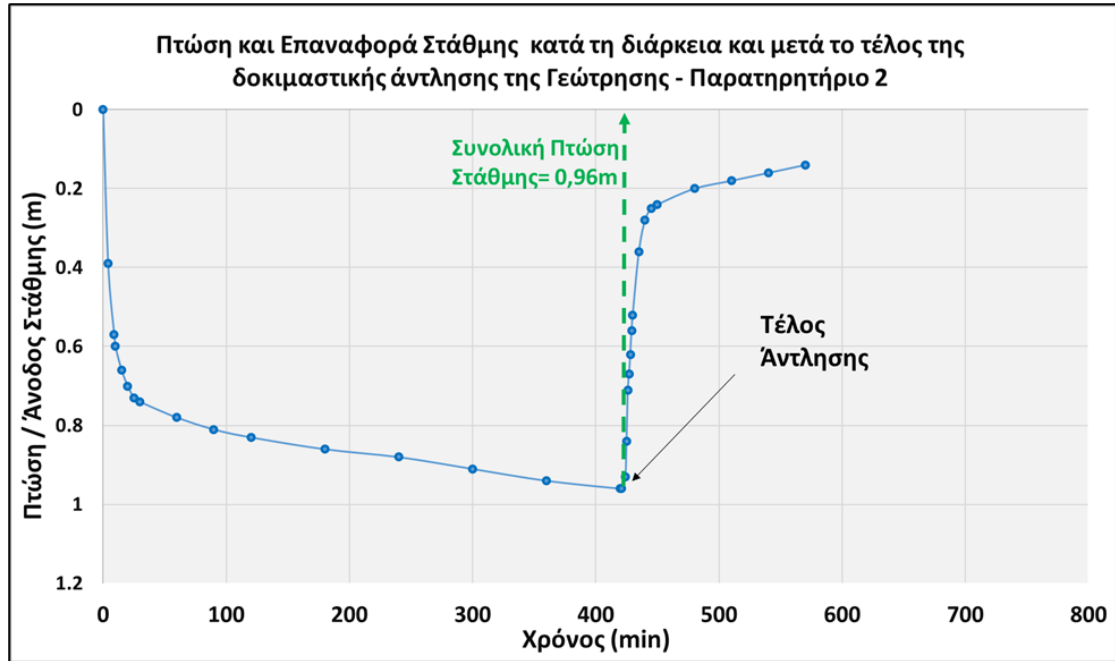




**Φωτογραφία 10: Άμμοι με χαλίκια που προέκυψαν κατά την ανόρυξη της γεώτρησης άντλησης της 5<sup>ης</sup> Δοκιμαστικής Άντλησης**

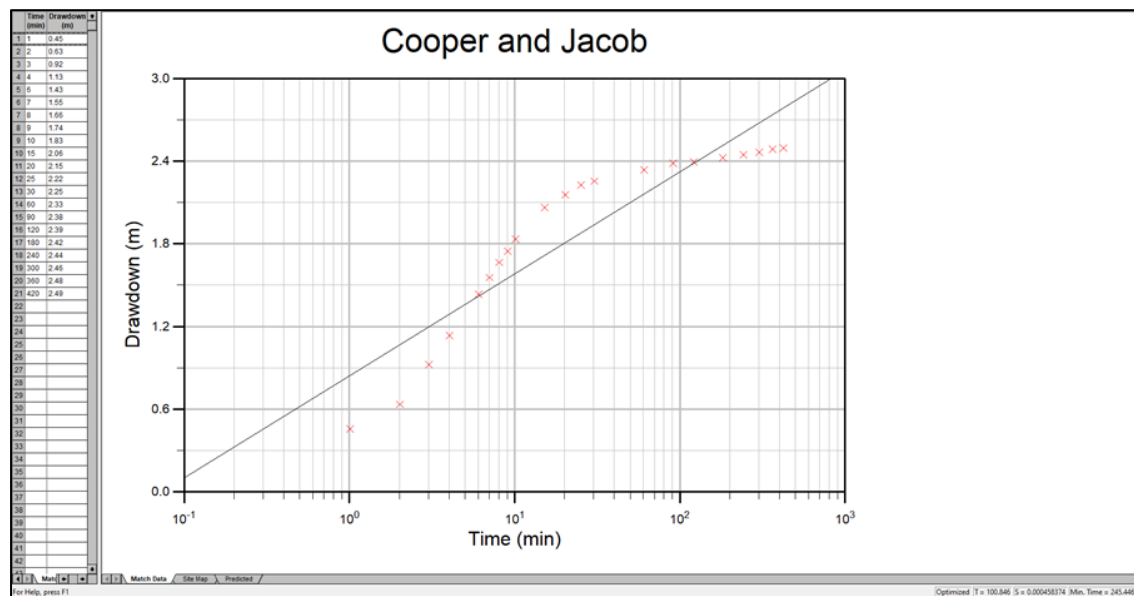


**Διάγραμμα 3: Πτώση και Επαναφορά Στάθμης κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος της δοκιμαστικής άντλησης της Γεώτρησης – Παρατηρητήριο 1**



**Διάγραμμα 4: Πτώση και Επαναφορά Στάθμης κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος της δοκιμαστικής άντλησης της Γεώτρησης – Παρατηρητήριο 2**

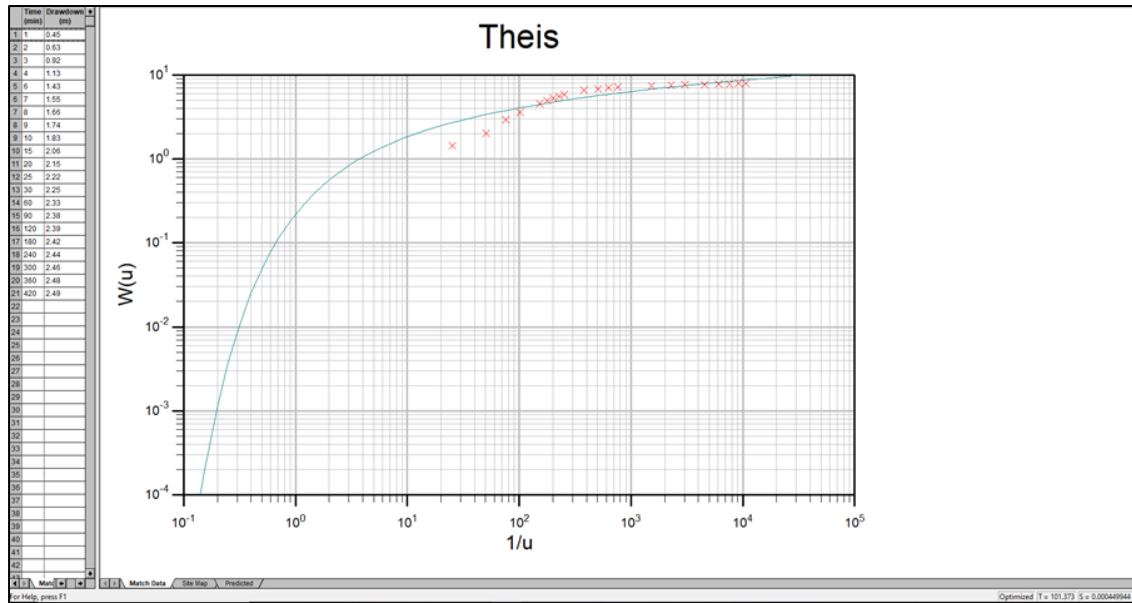
➤ **Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 1**



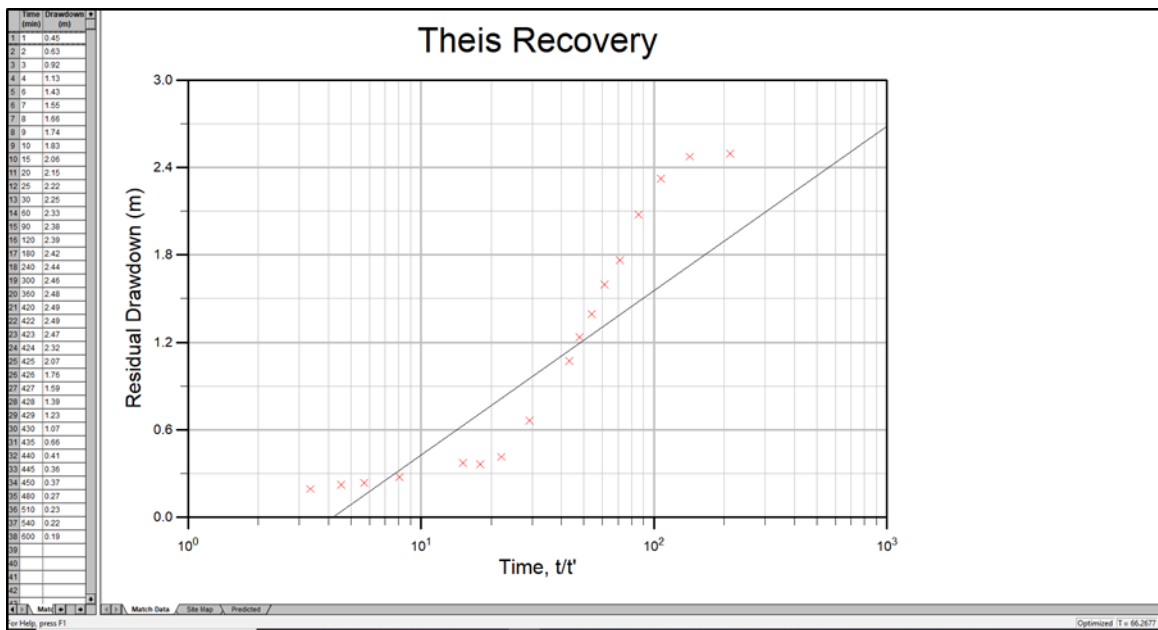
**Διάγραμμα 5: Ανάλυση Πτώσης Στάθμης με τη μέθοδο «Cooper and Jacob» στη Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 1 (βάσει λογισμικού «Aquifer Win»),  $T = 101 \text{ m}^2/\text{d}$  και  $S = 0,00046$**



ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ

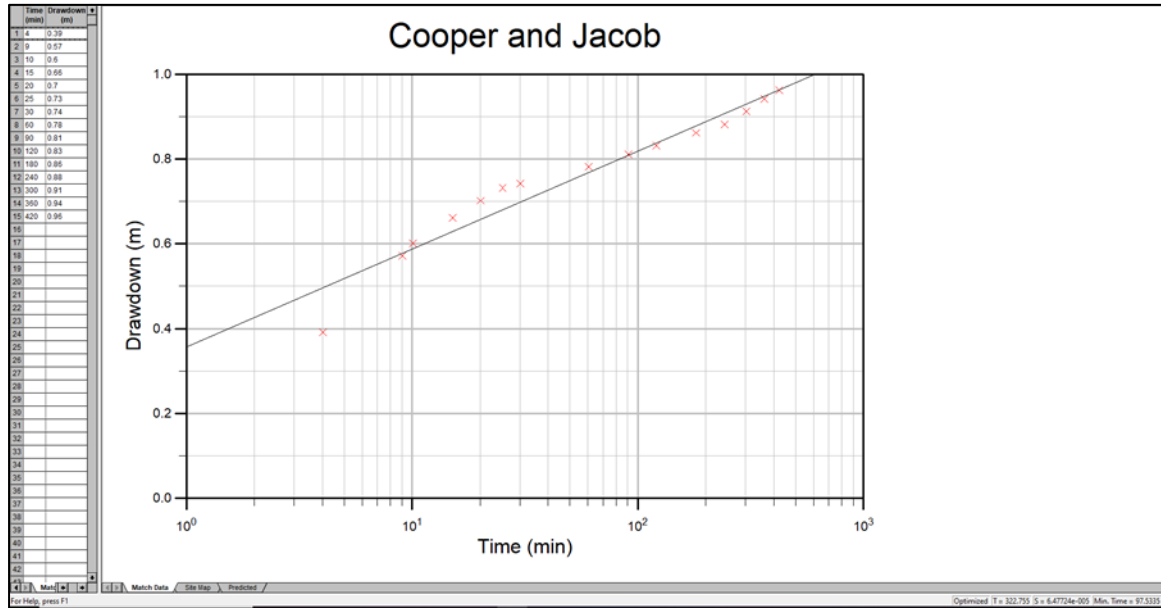


**Διάγραμμα 6: Ανάλυση Πτώσης Στάθμης με τη μέθοδο Theis στη Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 1 (βάσει Λογισμικού «Aquifer Win»)  $T=101 \text{ m}^2/\text{d}$  και  $S=0,00045$**

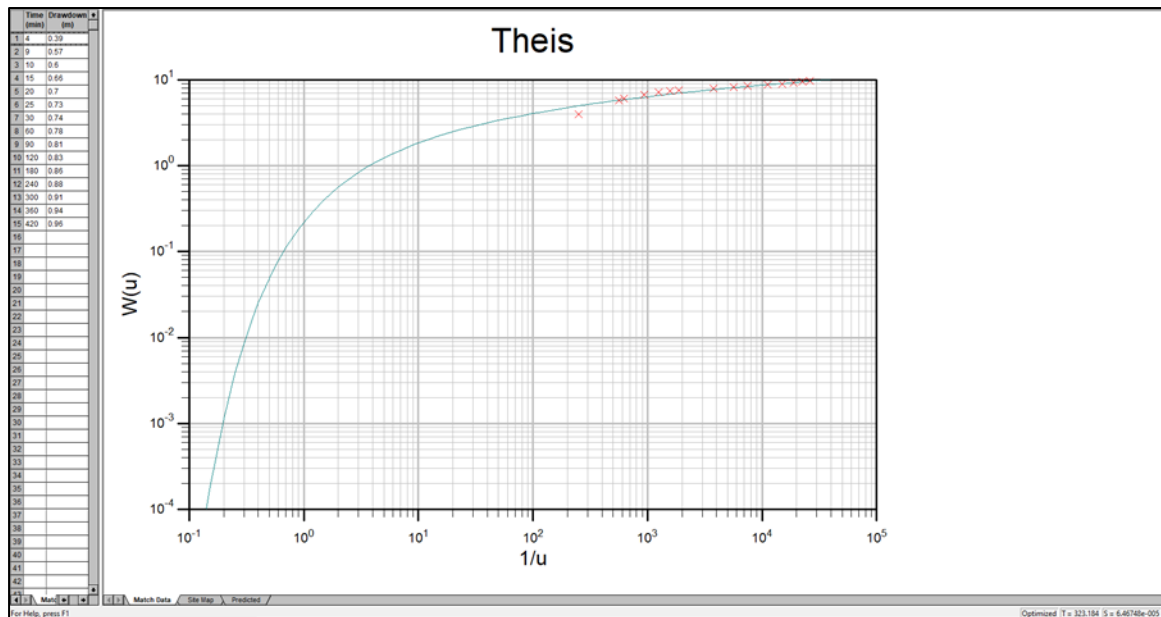


**Διάγραμμα 7: Ανάλυση Επαναφοράς Στάθμης με τη μέθοδο Theis στη Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 1 (βάσει Λογισμικού «Aquifer Win»)  $T=66\text{m}^2/\text{d}$**

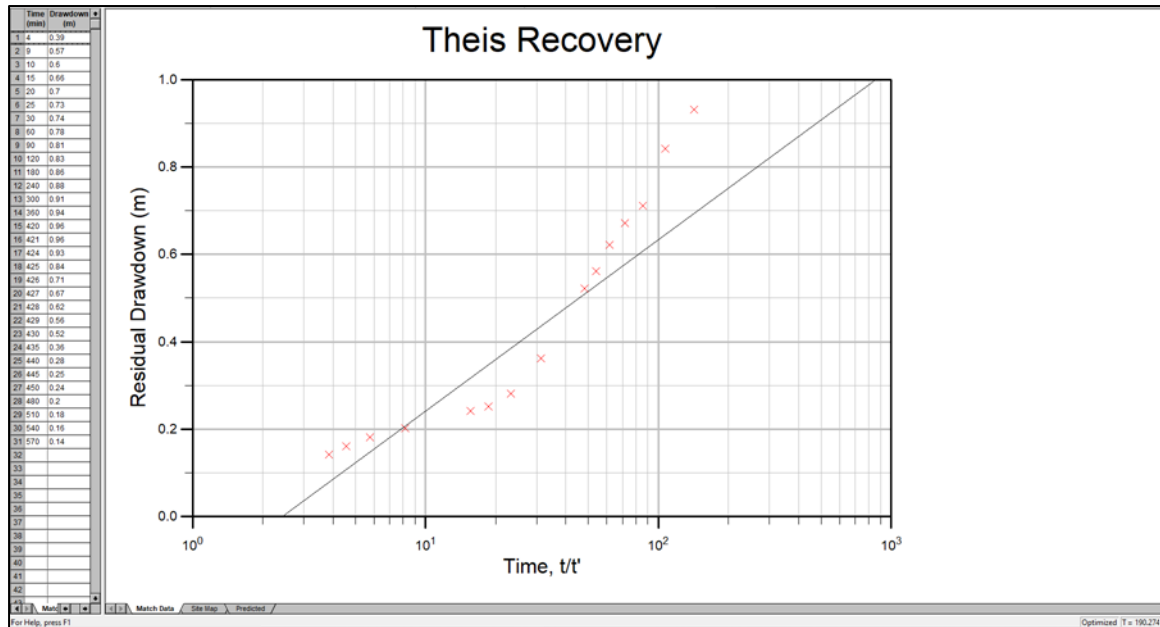
➤ Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 2



**Διάγραμμα 8: Ανάλυση Πτώσης Στάθμης με τη μέθοδο Cooper and Jacob στη Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 2 (βάσει Λογισμικού «Aquifer Win»)  $T=320 \text{ m}^2/\text{d}$  και  $S=6,5 \cdot 10^{-5}$**



**Διάγραμμα 9: Ανάλυση Πτώσης Στάθμης με τη μέθοδο Theis στη Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 2 (βάσει Λογισμικού «Aquifer Win»)  $T=323 \text{ m}^2/\text{d}$  και  $S=6,5 \cdot 10^{-5}$**



**Διάγραμμα 10: Ανάλυση Επαναφοράς Στάθμης με τη μέθοδο Theis στη Γεώτρηση – Παρατηρητήριο 2 (βάσει Λογισμικού «Aquifer Win»)  $T=190m^2/d$**

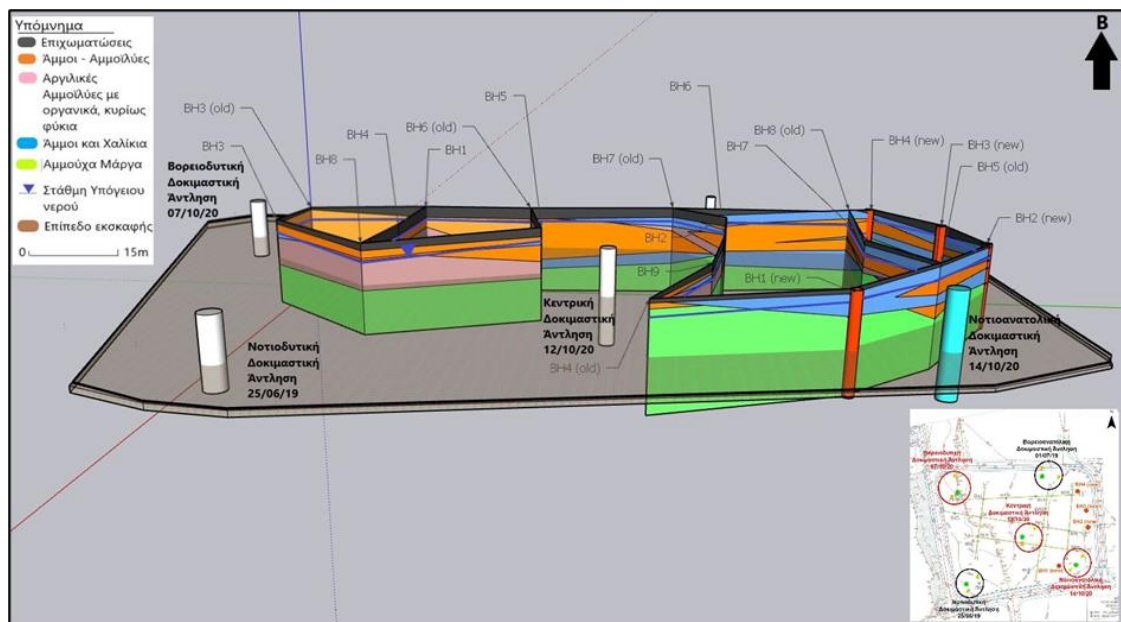
### 3.1.3 Γεωλογικά Χαρακτηριστικά υπό μελέτη τεμαχίου

Ενόψει και των αποτελεσμάτων των πέντε (5) δοκιμαστικών αντλήσεων που αναλύθηκαν πιο πάνω, προκύπτει μία σαφής ανομοιομορφία των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών του τεμαχίου η οποία οφείλεται στην αλλαγή της λιθολογίας σε μικρές αποστάσεις. Για πλήρη αντίληψη των γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής, η γεωλογία της περιοχής, όπως προέκυψε στη Γεωτεχνική μελέτη της GeoInvest (Ιούνιος – Ιούλιος 2018) και στην ανάλυση τεσσάρων (4) νέων διερευνητικών γεωτρήσεων στα ανατολικά του τεμαχίου (όπως έχει προταθεί από την I.A.CO), επίσης από την Geoinvest, κατά τον μήνα Δεκέμβριο του 2020, παρουσιάζεται σε τρισδιάστατη μορφή και σε διαφορετικές οπτικές γωνίες στις Εικόνες 2-8. Στις Εικόνες αυτές παρουσιάζονται επίσης τα όρια του υπό μελέτη τεμαχίου τα οποία συμπίπτουν με τα όρια της εκσκαφής, το τελικό επίπεδο της εκσκαφής, οι θέσεις όλων των διερευνητικών γεωτρήσεων, καθώς και οι θέσεις των γεωτρήσεων άντλησης των πέντε (5) εκπονηθέντων δοκιμαστικών αντλήσεων.

Όπως φαίνεται, στα νοτιοδυτικά, δυτικά, βορειοδυτικά και κεντρικά της ανάπτυξης, δεν παρουσιάζεται κάποιο υδροφόρο στρώμα με το τελικό επίπεδο της εκσκαφής να εκτείνεται εντός των λιθολογικών στρωμάτων «Άμμοι – Αμμοιλείς», «Αργλικές Αμμοιλείς με οργανικά, κυρίως φύκια» και «Αμμούχας Μάργας». Αυτό δικαιολογεί και τις πολύ χαμηλές τιμές υδροπερατότητας που προέκυψαν από την εκπόνηση των δοκιμαστικών αντλήσεων στα βορειοδυτικά, στα νοτιοδυτικά και στο κέντρο του τεμαχίου.

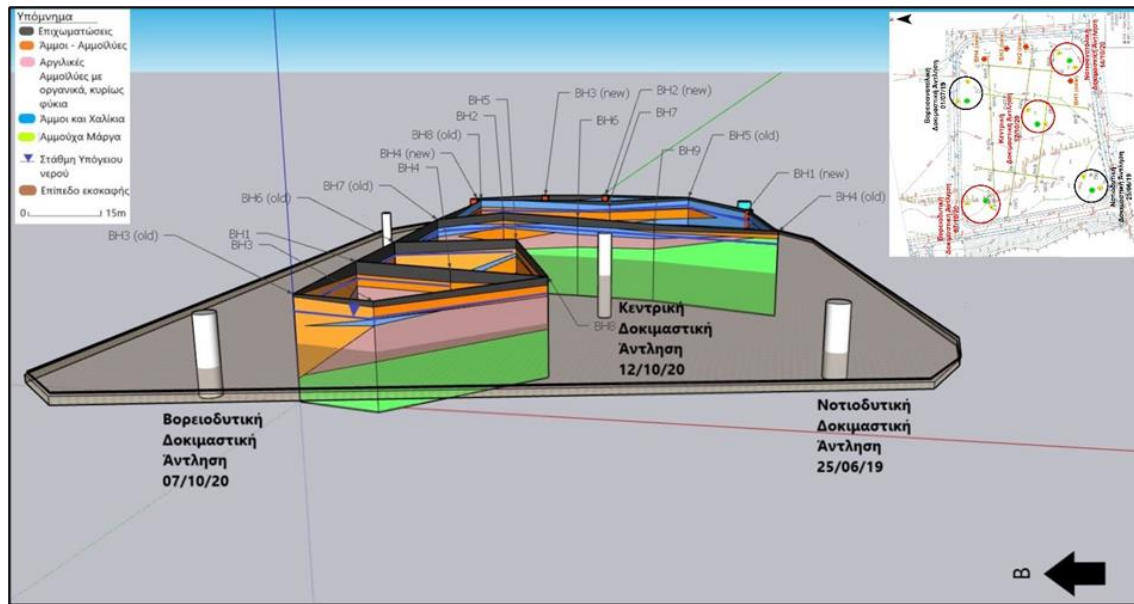
Στα νοτιοανατολικά, στα ανατολικά και βορειοανατολικά της ανάπτυξης, παρατηρείται η παρουσία του λιθολογικού οριζοντα «Άμμοι και Χαλίκια» στον οποίο αποδίδονται και οι ψηλές τιμές υδροπερατότητας που προέκυψαν από τα αποτελέσματα της νοτιοανατολικής δοκιμαστικής άντλησης. **Οι πλευρικές εισροές υπόγειου νερού του οριζοντα αυτού θα πρέπει να αποκοπούν με την κατασκευή κάποιου είδους διαφραγματικού τοίχου.**

Ο οριζοντας αυτός, όπως φαίνεται και στις Εικόνες 7 και 8, δεν εκτείνεται προς το κέντρο του τεμαχίου, αφού ο εν λόγω οριζοντας δεν εντοπίστηκε στη διερευνητική γεώτρηση «ΒΗ7». Επίσης, σύμφωνα με τη χωροθέτηση των τεσσάρων (4) νέων διερευνητικών γεωτρήσεων, αλλά και τα αποτελέσματα της Γεωτεχνικής Μελέτης, είναι ξεκάθαρο ότι ο υδροφόρος αυτός οριζοντας εκτείνεται σε όλο το μήκος του ανατολικού συνόρου του τεμαχίου, ενώ εμφανίζεται και στα βορειοανατολικά της ανάπτυξης (βλ. Εικόνα 4), πολύ οριακά κάτω από το τελικό επίπεδο της εκσκαφής. Παρά την παρουσία το εν λόγω στρώματος στα βορειοανατολικά, τα αποτελέσματα της βορειοανατολικής δοκιμαστικής άντλησης που εκπονήθηκε σε απόσταση περίπου 30m από τις βορειοανατολικές διερευνητικές γεωτρήσεις υπέδειξαν χαμηλές τιμές υδροπερατότητας. Το γεγονός αυτό μπορεί να εξηγηθεί στο ότι το υδροφόρο στρώμα που ανευρέθηκε στις διερευνητικές γεωτρήσεις «ΒΗ7 old» και «ΒΗ8 old» στα βορειοανατολικά είναι υπό μορφή «φακού» ο οποίος δεν εκτείνεται σε μεγάλη απόσταση προς τα βόρεια με αποτέλεσμα να μην παρατηρηθούν ψηλές τιμές υδροπερατότητας στη βορειοανατολική δοκιμαστική άντληση.

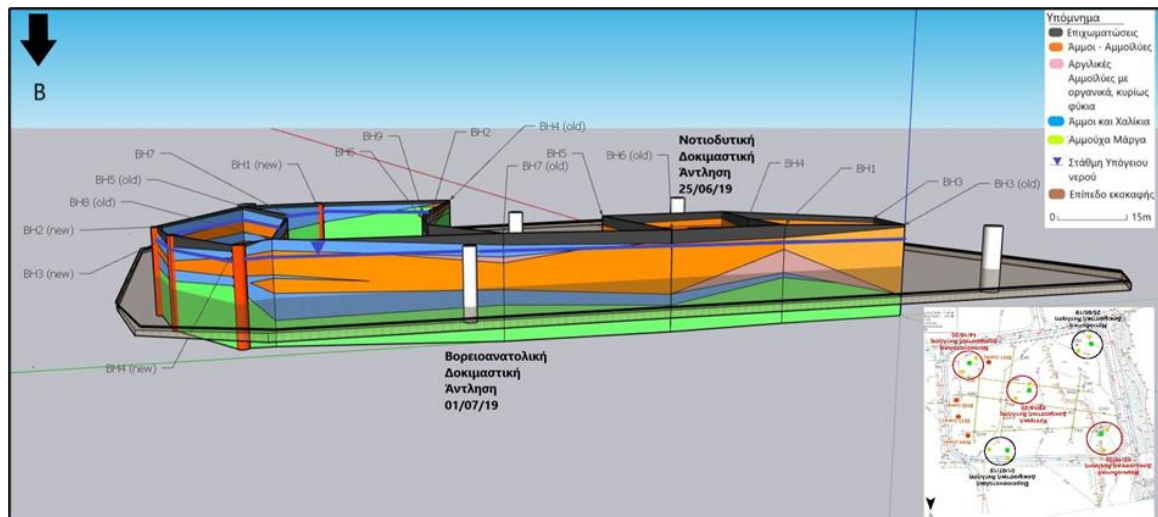


**Εικόνα 2: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς βορρά**

ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ



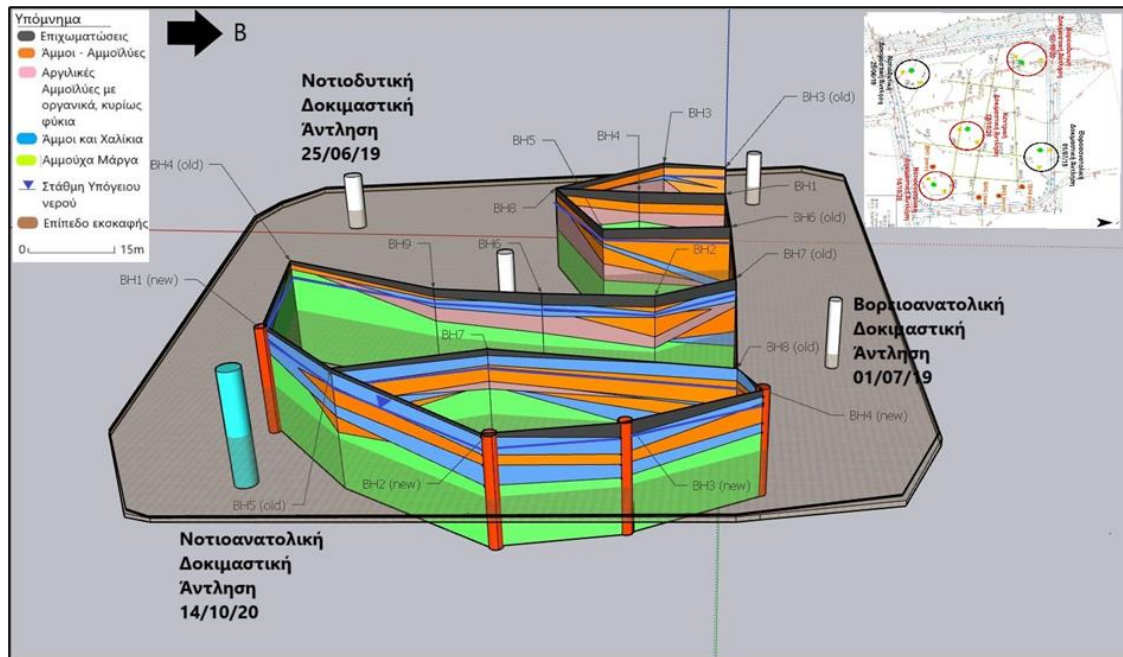
**Εικόνα 3: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς ανατολή**



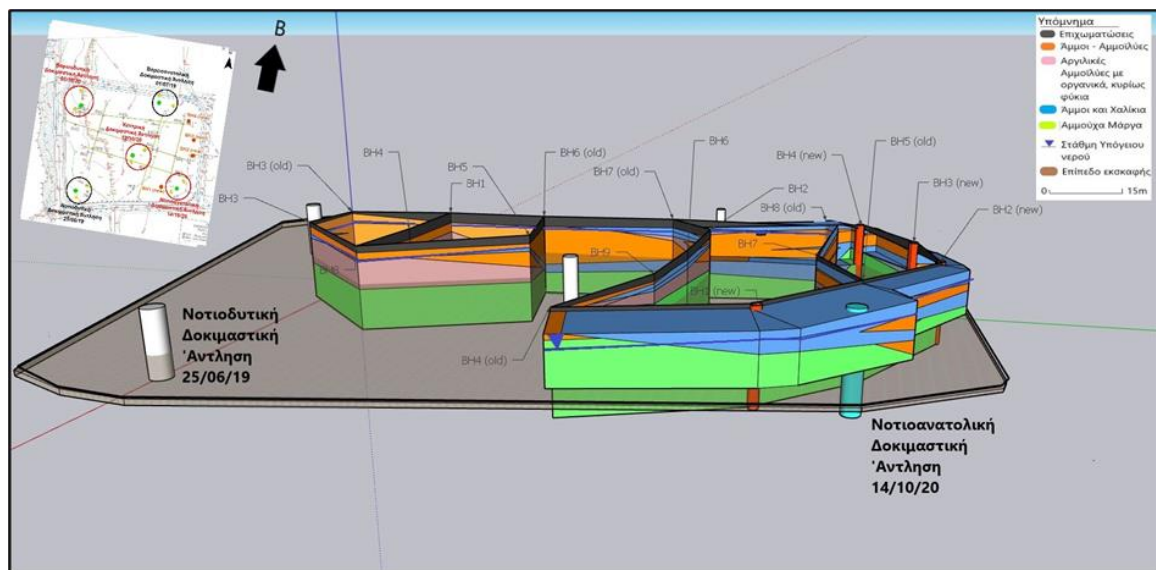
**Εικόνα 4: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς νότο**



ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ

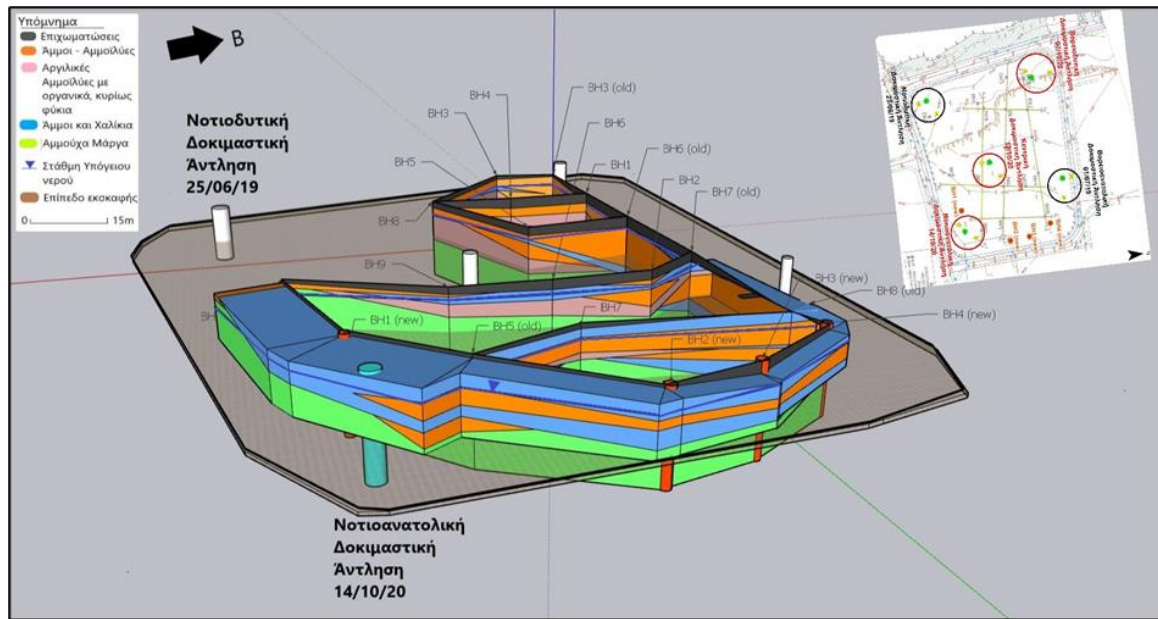


**Εικόνα 5: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς δύση**

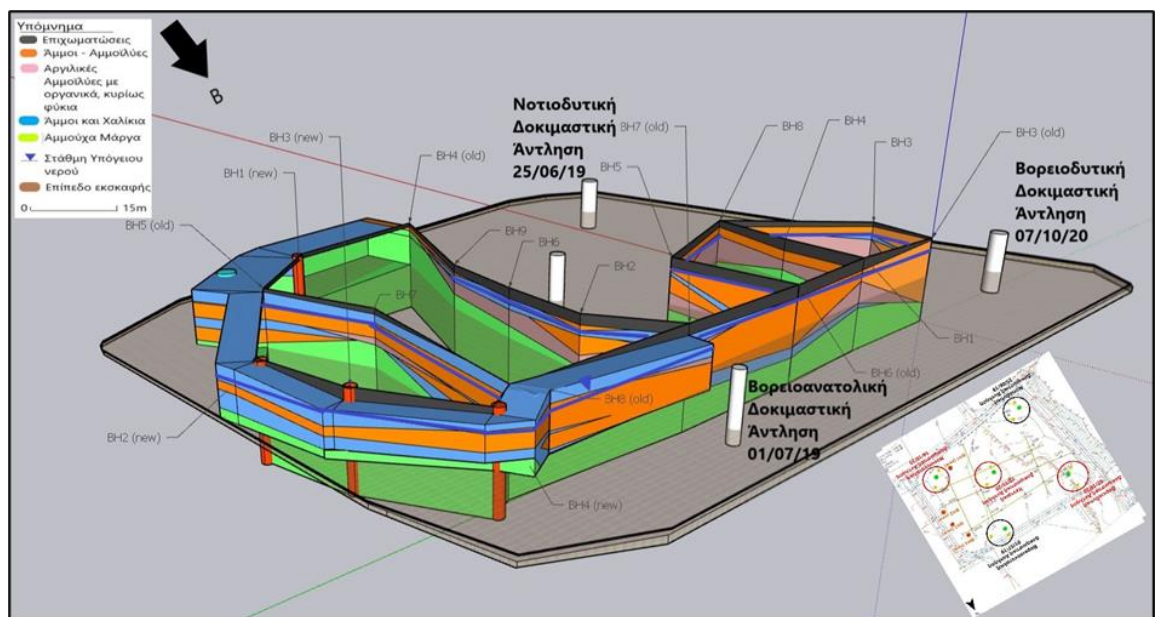


**Εικόνα 6: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς βορειοανατολικά**

ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ



**Εικόνα 7: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς βορειοδυτικά (ενδεικτική προέκταση υδροφόρου στρώματος προς τα νότια, νοτιοανατολικά, βορειοανατολικά και βόρεια)**



**Εικόνα 8: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς νοτιοδυτικά (ενδεικτική προέκταση υδροφόρου στρώματος προς τα νότια, νοτιοανατολικά, βορειοανατολικά και βόρεια)**

### 3.1.4 Παραδοχές για το σχεδιασμό του Συστήματος Αποστράγγισης

Οι παραδοχές σχετικά με το σχεδιασμό του συστήματος αποστράγγισης είναι οι ακόλουθες:

- Ο σχεδιασμός του συστήματος αποστράγγισης βασίστηκε στην ανομοιομορφία των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών του τεμαχίου, γεγονός που επιβεβαιώθηκε από την Γεωτεχνική Μελέτη του 2018, την ανάλυση των επιπλέον ερευνητικών γεωτρήσεων, καθώς και την ανάλυση των πέντε δοκιμαστικών αντλήσεων στη περιοχή του τεμαχίου.
- Η στάθμη του υπόγειου νερού στην περιοχή θεωρείται 2m από την επιφάνεια του εδάφους.
- Το συνολικό βάθος εκσκαφής είναι 8,5m από την επιφάνεια.
- Ο αδιαπέρατος πασσαλότοιχος θα κατασκευαστεί στα νοτιοανατολικά, βορειοανατολικά, καθώς και σε όλο το μήκος του ανατολικού συνόρου της ανάπτυξης (βλ. Χάρτη 4), θα διέρχεται κάτω από το επίπεδο της εκσκαφής (βάθους 8,5m) και θα εκτείνεται τουλάχιστον 2m εντός της Μάργας απομονώνοντας και αποκόπτοντας πλήρως το υδροφόρο στρώμα «Άμμοι και Χαλίκια».
- Για την αποστράγγιση του βορειοδυτικού, δυτικού και νοτιοδυτικού μέρους του τεμαχίου θα κατασκευαστεί σύστημα βαθιών γεωτρήσεων σε συνδυασμό με περιμετρικές συλλεκτήριες τάφρους. Η περιμετρική συλλεκτήρια τάφρος θα πρέπει να έχει βάθος 0,5m κάτω από το χαμηλότερο επίπεδο της εκσκαφής και πλάτος τουλάχιστον 0,3m.
- Για τη διατήρησης ξηρών συνθηκών εργασίας η στάθμη του υπόγειου νερού πρέπει να διατηρείται τουλάχιστον 50cm κάτω από το επίπεδο εκσκαφής.
- Η τιμή της υδροπερατότητας του υδροφόρου στρώματος «Άμμοι και Χαλίκια» βασίστηκε στη δοκιμαστική άντληση που έγινε στις 14/10/2020 και η οποία εκτιμήθηκε σε **25 - 30m/d**.
- Η τιμή της υδροπερατότητας της Μάργας, εντός της οποίας θα εκτείνεται ο πασσαλότοιχος στα νοτιοανατολικά, βορειοανατολικά, καθώς και σε όλο το μήκος του ανατολικού συνόρου της ανάπτυξης βασίστηκε στις εκτιμήσεις υδροπερατότητας που δίδονται στη γεωτεχνική μελέτη της Geoinvest και θεωρήθηκε ως **0,0015 m/d**.



- Η τιμή της υδροπερατότητας του υδροφόρου στρώματος στο δυτικό μέρος του τεμαχίου βασίστηκε στις δοκιμαστικές αντλήσεις που έγιναν στις 01/07/2019 και 07/10/2020, βάσει των οποίων η εν λόγω τιμή εκτιμήθηκε σε **0,5m/d**.
- Τυχόν παρεμβαλλόμενες στρώσεις (φακοί) χονδρόκοκκων υλικών ή φακών του υδροφόρου στρώματος «Άμμοι και Χαλίκια» που δεν έχουν εντοπιστεί στα πλαίσια της γεωτεχνικής μελέτης, η οποία βασίζεται σε σημειακές παρατηρήσεις (μέσω διερευνητικών γεωτρήσεων), θα προσδίδουν αυξημένες ποσότητες αποστράγγισης, και για το λόγο αυτό η διαδικασία αποστράγγισης θα πρέπει να τυγχάνει συνεχούς επίβλεψης κατά τη διάρκεια εκτέλεσής της έτσι ώστε να προσαρμόζεται αναλόγως των εκάστοτε υδρογεωλογικών συνθηκών.

### 3.1.5 Εκτίμηση Ποσοτήτων Αποστράγγισης και Περιγραφή Συστήματος Αποστράγγισης

Σε συνέχεια των πιο πάνω παραδοχών, εκτιμήθηκαν οι απαιτούμενες ποσότητες αποστράγγισης για διατήρηση ξηρών συνθηκών σύμφωνα με το προτεινόμενο σύστημα αποστράγγισης.

Για την εκτίμηση των ποσοτήτων αποστράγγισης οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 6, έγινε η εξής προσέγγιση:

A) Εκτίμηση του εσώκλειστου όγκου προς αποστράγγιση εντός διαφραγματικού τοίχου για την έκταση που εκτείνεται το υδροφόρο στρώμα «Άμμοι και Χαλίκια» στα ανατολικά του τεμαχίου. Η έκταση αυτή θεωρήθηκε ίση με  $8.500\text{m}^2$  με τον εσώκλειστο όγκο νερού προς αποστράγγιση αποθηκευμένο στο υδροφόρο στρώμα να εκτιμάται σε  **$2.800\text{m}^3$** , θεωρώντας 5% Συντελεστή Αποθηκευτικότητας.

B) Η εκτίμηση της ημερήσιας αποστράγγισης που απαιτείται για τη δυτική περιοχή στην οποία δεν θα κατασκευαστεί διαφραγματικός τοίχος έγινε με τη μέθοδο USBR<sup>7</sup> και αφορά στον ημερήσιο όγκο που θα αποστραγγίζεται από τις περιμετρικές τάφρους οι οποίες θα οδηγούν το νερό σε φρεάτια άντλησης (sumps). Ο όγκος της ημερήσιας αποστράγγισης που θα προέρχεται από το λιθολογικό ορίζοντα Αμμοίλεις εκτιμάται σε  **$780\text{m}^3/\text{d}$** .

Γ) Η εκτίμηση της ημερήσιας αποστράγγισης που απαιτείται για την ανατολική περιοχή στην οποία θα κατασκευαστεί διαφραγματικός τοίχος και αφορά στις ποσότητες που θα προέρχονται από τον μαργαϊκό πυθμένα της εκσκαφής (residual flow) έγινε με το λογισμικό DC-Dewatering. Ο ημερήσιος αυτός όγκος εκτιμάται σε  **$100-200\text{m}^3/\text{d}$** .

---

<sup>7</sup>J. Luthin (1966) *Drainage Engineering*, John Wiley & Sons, Inc

Ενόψει των πιο πάνω, διαφαίνεται ότι ένας όγκος της τάξης των 2.800m<sup>3</sup> θα πρέπει να τύχει αποστράγγισης ώστε να αποστραγγιστεί το νερό που είναι αποθηκευμένο εσώκλειστο εντός του υδροφόρου στρώματος «Άμμοι και Χαλίκια». Πέραν τούτου, ένας ημερήσιος όγκος της τάξης των 900-1000m<sup>3</sup>/d θα πρέπει να τυγχάνει ημερήσιας αποστράγγισης μέσω ενός συνδυασμένου συστήματος βαθιών γεωτρήσεων και περιμετρικών συλλεκτήριων τάφρων (trenches) με αβαθή φρεάτια (sumps). Η περιγραφή του συστήματος αποστράγγισης γίνεται στη συνέχεια στο υποκεφάλαιο 3.1.5.

**Πίνακας 6: Εκτιμήσεις ποσοτήτων αποστράγγισης για βάθος εκσκαφής 8,5m από την επιφάνεια και διατήρηση της στάθμης 0,5m κάτω από το επίπεδο των εκσκαφών**

Εμβαδό Εκσκαφής (m <sup>2</sup> )	Βάθος εκσκαφής (m)	Κορεσμένο βάθος εκσκαφής (m)	Όγκος κορεσμένων εκσκαφών (m <sup>3</sup> )	<sup>1</sup> Όγκος νερού Εσώκλειστος	<sup>2</sup> Δυτικό μέρος τεμαχίου (m <sup>3</sup> /d)	Ανατολικό μέρος τεμαχίου (κατασκευή αδιαπέρατου τοίχου)	Εκτιμώμενος μέγιστος ημερήσιος όγκος νερού αποστράγγισης (m <sup>3</sup> /d)
						<sup>3</sup> Ημερήσια ποσότητα νερού αποστράγγισης με αδιαπέρατο τοίχο από μαργαϊκό πυθμένα εκσκαφής (m <sup>3</sup> /d)	
19.690	8,5	6,5	127.985	2.800	780	~100 - 200	~900 - 1000
<p><sup>1</sup> Θεωρώντας 5% πορώδες υδροφόρου στρώματος σε όλο το εμβαδό του τεμαχίου (συντηρητική προσέγγιση)</p> <p><sup>2</sup> Εκτίμηση με τη μέθοδο USBR<sup>9</sup></p> <p><sup>3</sup> Με το λογισμικό DC-Dewatering</p>							

Οι πιο πάνω εκτιμήσεις βασίζονται στη λιθολογία της περιοχής, όπως αναλύεται στη Γεωτεχνική Μελέτη του 2018, καθώς και στην ανομοιομορφία των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών του τεμαχίου. Η λιθολογία όσο και τα χαρακτηριστικά του υδροφορέα μπορεί να μεταβάλλονται από σημείο σε σημείο και για αυτό η τελική εφαρμογή αποστράγγισης θα πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα, παρακολουθώντας τις εξελίξεις στο εργοτάξιο κατά τη διάρκεια της αποστράγγισης.

### 3.1.6 Περιγραφή Συστήματος Αποστράγγισης

Για τη φάση εκσκαφής/αποστράγγισης του Έργου το σύστημα αποστράγγισης που προτείνεται και το οποίο απεικονίζεται στο Χάρτη 4 είναι το εξής:

α) Κατασκευή περιμετρικής συλλεκτήριας τάφρου (trench) η οποία θα οδηγεί το νερό σε τέσσερα (4) φρεάτια άντλησης (sumps). Τα δύο δυτικά φρεάτια άντλησης (sumps) αναμένεται να αποστραγγίζουν 16-20m<sup>3</sup>/h, ενώ τα ανατολικά 4-5m<sup>3</sup>/h.

β) Κατασκευή πέντε (5) γεωτρήσεων άντλησης βάθους 10m για την αποστράγγιση του εσώκλειστου εντός διαφραγματικού τοίχου υπόγειου νερού, από το λιθολογικό ορίζοντα «Άμμοι και Χαλίκια» μέχρι την ταπείνωση της στάθμης στα επιθυμητά επίπεδα (βλ. Χάρτη 4).

Οι τέσσερις (4) γεωτρήσεις προτείνεται όπως τοποθετηθούν στα ανατολικά, ενώ προτείνεται και μία (1) εφεδρική γεώτρηση στα δυτικά (βλ. Χάρτη 4).

Οι βαθιές γεωτρήσεις άντλησης, πέραν από την αποστράγγιση του εσώκλειστου νερού στα αρχικά στάδια των εργασιών αποστράγγισης, θα διασφαλίζουν την απρόσκοπτη αποστράγγιση σε περίπτωση παρουσίας αυξημένων αναγκών αποστράγγισης, λόγω των πιο κάτω περιπτώσεων:

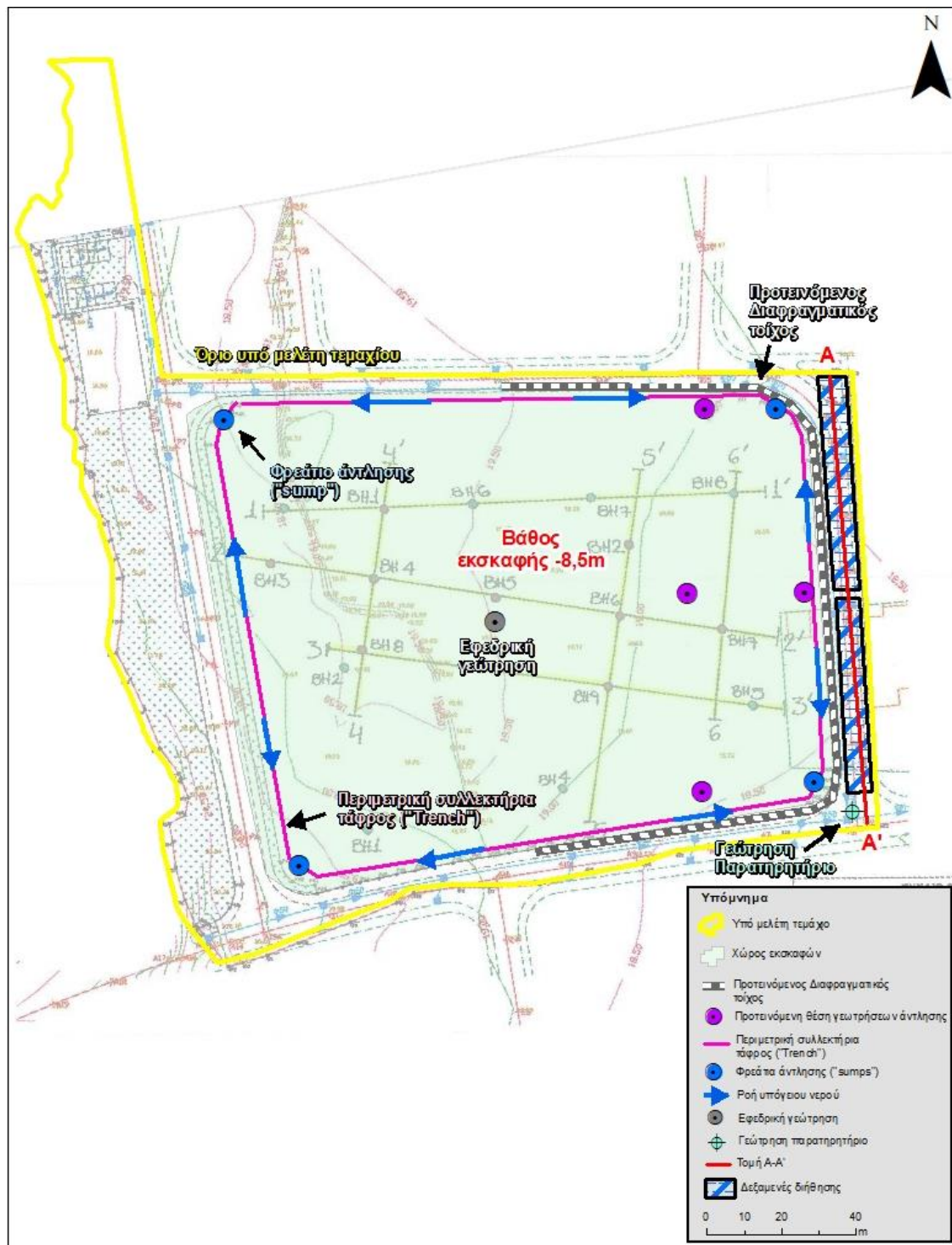
- Λόγω πολύ τοπικών υδρογεωλογικών συνθηκών (π.χ. παρουσία φακού του στρώματος «Άμμοι και Χαλίκια» που δεν εντοπίστηκαν στη γεωτεχνική μελέτη).
- Λόγω ανάγκης βαθύτερων εκσκαφών (π.χ. περιοχή ανελκυστήρων) εντός της κύριας εκσκαφής.
- Λόγω απωλειών από κατασκευαστικές αστοχίες του πασσαλότοιχου.

**Το στόμιο κάθε γεώτρησης άντλησης θα πρέπει να είναι σφραγισμένο, ώστε η κάθε γεώτρηση να είναι προστατευμένη από οποιεσδήποτε ατυχηματικές εισροές ανεπιθύμητου υλικού εντός της γεώτρησης από εργασίες στο εργοτάξιο (π.χ. λάσπης κτλ.) οι οποίες μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο τη λειτουργικότητα της γεώτρησης αλλά και τον τελικό αποδέκτη του νερού αποστράγγισης.**

**Επίσης, όλες οι γεωτρήσεις θα πρέπει να είναι επενδυμένες με κατάλληλης διαβάθμισης χαλικόφιλτρο για την αποφυγή άντλησης αιωρούμενων σωματιδίων.**

Η περιμετρική συλλεκτήρια τάφρος θα πρέπει να έχει βάθος 0,5m κάτω από το χαμηλότερο εκάστοτε επίπεδο της εκσκαφής και πλάτος τουλάχιστον 0,3m (βλ. Εικόνα 9). Εντός της τάφρου θα πρέπει να τοποθετηθεί στρώση από ομοιόμορφο χαλίκι 5mm η οποία θα κρατά σταθερά τα πρηνή της τάφρου, ενώ παράλληλα θα επιτρέπει την απρόσκοπτη ροή του νερού προς τα φρεάτια (sumps). Η τάφρος, με κλίση 0,5%-0,7%, θα οδηγεί τη ροή σε 4 φρεάτια άντλησης.

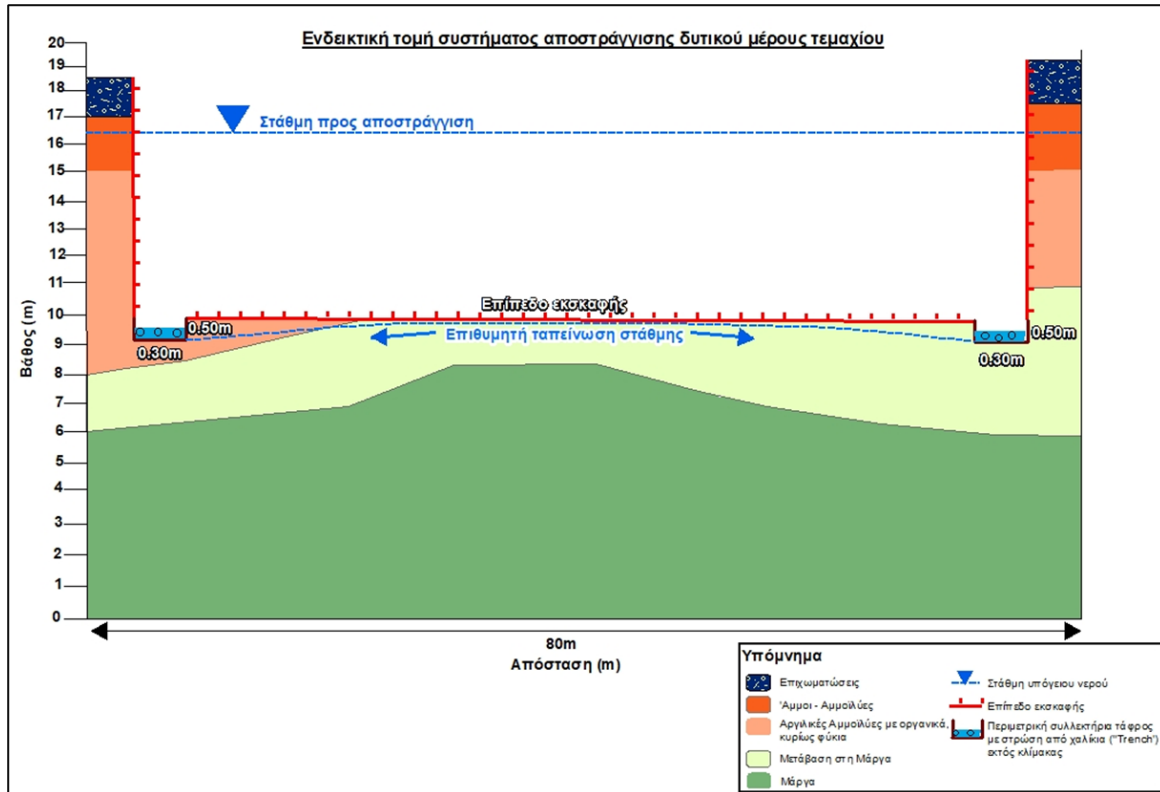
ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ



**Χάρτης 4: Κάτοψη προτεινόμενου συστήματος αποστράγγισης**

ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ

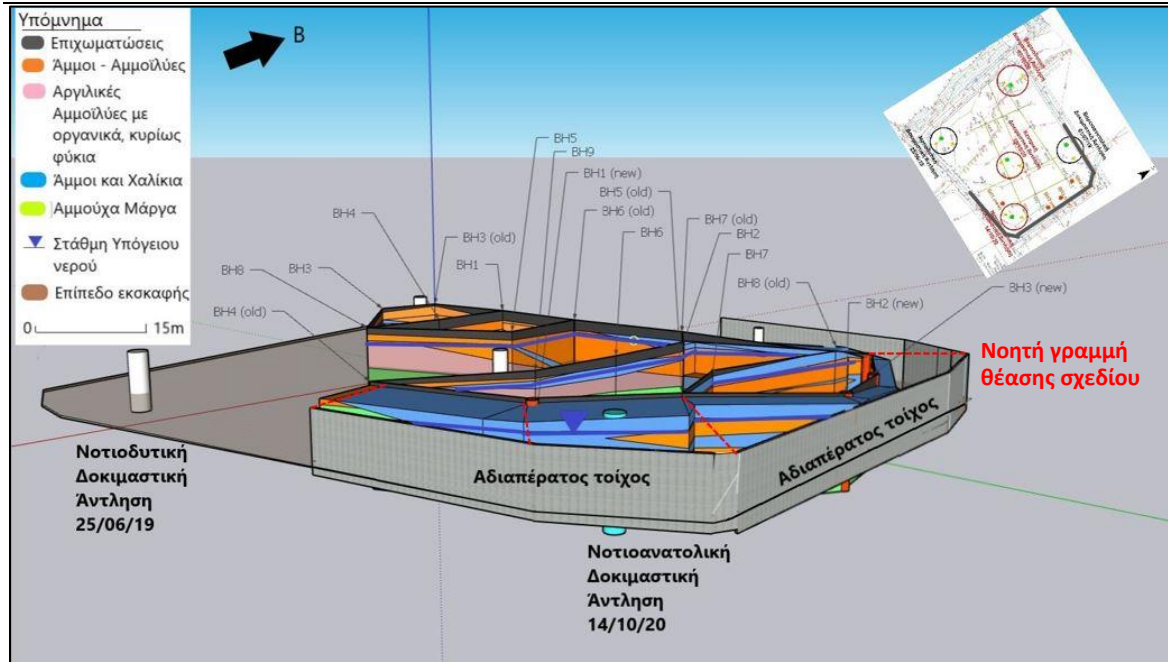
Η ακόλουθη Εικόνα 9 παρουσιάζει τη διαμόρφωση του συστήματος αποστράγγισης στο δυτικό μέρος του υπό εξέταση τεμαχίου, σε σχέση με τη λιθολογία της περιοχής, το τελικό επίπεδο της εκσκαφής και την περιμετρική συλλεκτήρια τάφρο. Αντίστοιχα, οι Εικόνες 10-12 παρουσιάζουν σε τρισδιάστατη μορφή και διαφορετικές κατευθύνσεις το προτεινόμενο σύστημα αποστράγγισης.



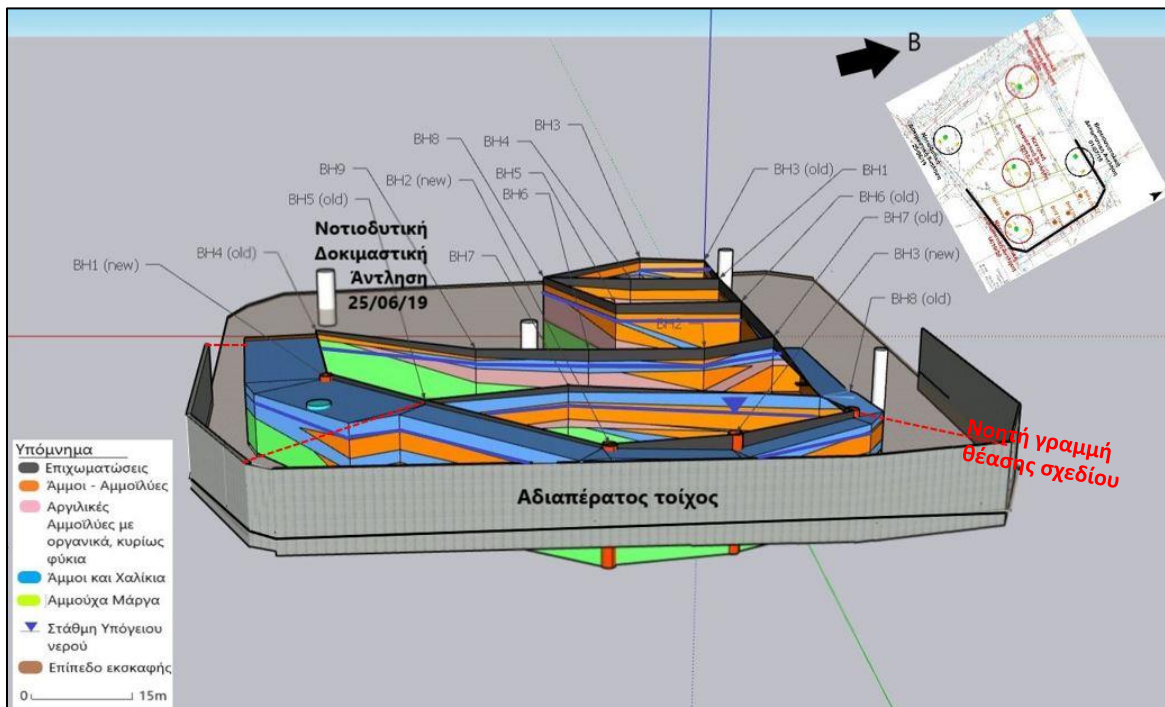
**Εικόνα 9: Ενδεικτική τομή συστήματος αποστράγγισης του δυτικού μέρους του τεμαχίου με περιμετρική συλλεκτήρια τάφρο για τη διατήρηση ξηρών συνθηκών αφού η εκσκαφή φτάσει στο τελικό της επίπεδο**



ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ

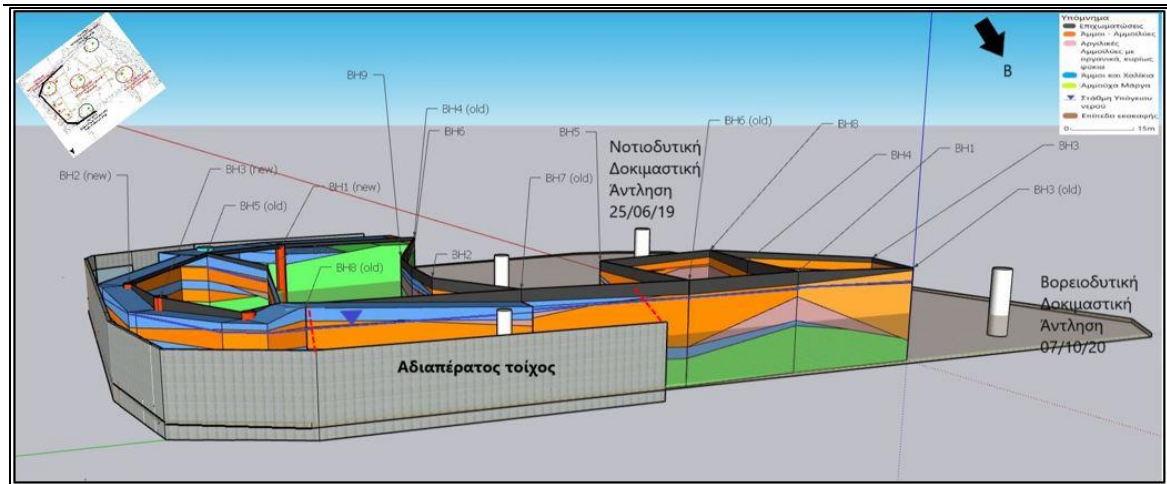


Εικόνα 10: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς βορειοδυτικά (ενδεικτική προέκταση υδροφόρου στρώματος προς τα νότια και νοτιοανατολικά και θέση αδιαπέρατου τοίχου)



Εικόνα 11: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς βορειοδυτικά (ενδεικτική προέκταση υδροφόρου στρώματος προς τα νότια, νοτιοανατολικά και βορειοανατολικά και θέση αδιαπέρατου τοίχου)

ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ



**Εικόνα 12: Τρισδιάστατη απεικόνιση υπό μελέτη τεμαχίου προς νοτιοδυτικά (ενδεικτική προέκταση υδροφόρου στρώματος προς τα νότια, νοτιοανατολικά και βορειοανατολικά και θέση αδιαπέρατου τοίχου)**

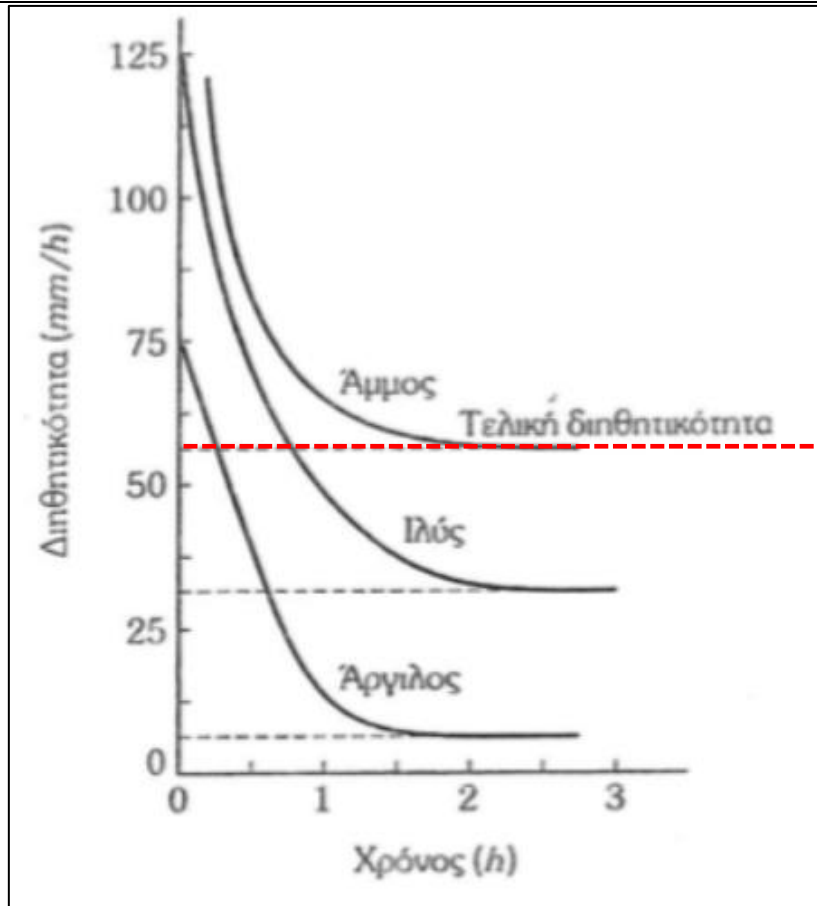
### **3.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ**

---

#### **3.2.1 Εισαγωγή**

Η διάθεση του νερού αποστράγγισης θα γίνεται σε διαθέσιμο χώρο στα ανατολικά εντός του τεμαχίου, αλλά εκτός του πασσαλότοιχου. Στο χώρο αυτό προτείνεται όπως κατασκευαστούν δύο δεξαμενές διήθησης έκτασης 500m<sup>2</sup> (10m πλάτος × 50m μήκος) και βάθους 1,5m έκαστη, όπως φαίνεται στο Χάρτη 4. Ο τρόπος αυτός διάθεσης του νερού θεωρείται ως βέλτιστη λύση διαχείρισης του νερού αποστράγγισης, τόσο λόγω της μικρής απόστασης από το σύστημα αποστράγγισης, αλλά και λόγω της ίδιας ποιοτικής σύστασης του νερού αποστράγγισης με εκείνου του υδροφορέα στον οποίο θα καταλήγει, αφού ουσιαστικά η άντληση και απόρριψη θα γίνεται από και προς τον ίδιο υδροφορέα.

Εντός κάθε δεξαμενής διήθησης προτείνεται η κατασκευή 3 γεωτρήσεων διαμέτρου 1m και βάθους 5m για διευκόλυνση της διηθητικότητας. Αναμένεται ότι κάθε δεξαμενή χωρητικότητας 750m<sup>3</sup> θα μπορεί να διηθεί το ελάχιστο 600m<sup>3</sup>/d θεωρώντας μία συντηρητική τιμή διηθητικότητας που αντιστοιχεί σε αμμώδη εδάφη της τάξης των 50mm/hr (βλ. Διάγραμμα 11). Σημειώνεται ότι στην πραγματικότητα η διήθηση θα επιτυγχάνεται μέσω του πολύ υδροφόρου στρώματος «Άμμοι και Χαλίκια» που εντοπίστηκε στην περιοχή που προτείνονται οι δεξαμενές, γεγονός που αναμένεται να προσδώσει δυνατότητες διηθητικότητας πέραν των εκτιμώμενων.



Διάγραμμα 11: Καμπύλες διηθητικότητας για διάφορα είδη εδαφών <sup>8</sup>

Αυτό που προτείνεται ως βέλτιστη λύση για τη διάθεση του νερού αποστράγγισης είναι όπως το νερό άντλησης από το σύστημα γεωτρήσεων των εκσκαφών του έργου, να διέρχεται πρώτα από λιποπαγίδα, έπειτα από δεξαμενή καθίζησης και στη συνέχεια από δεξαμενή άντλησης, να καταλήγει στις δεξαμενές διήθησης εντός του υπό μελέτη τεμαχίου.

Λόγω της πολύ κοντινής απόστασης μεταξύ του χώρου εκσκαφής και του διαθέσιμου χώρου εντός του τεμαχίου στον οποίο θα γίνεται η διάθεση του νερού αποστράγγισης, δεν αναμένεται οποιοσδήποτε επηρεασμός της ποιοτικής σύστασης του υδροφορέα.

<sup>8</sup>[https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php/TGH222/Lecture\\_2\\_Ardeuseis\\_2019.pdf](https://eclass.hmu.gr/modules/document/file.php/TGH222/Lecture_2_Ardeuseis_2019.pdf)

### 3.2.2 Δεξαμενή Καθίζησης

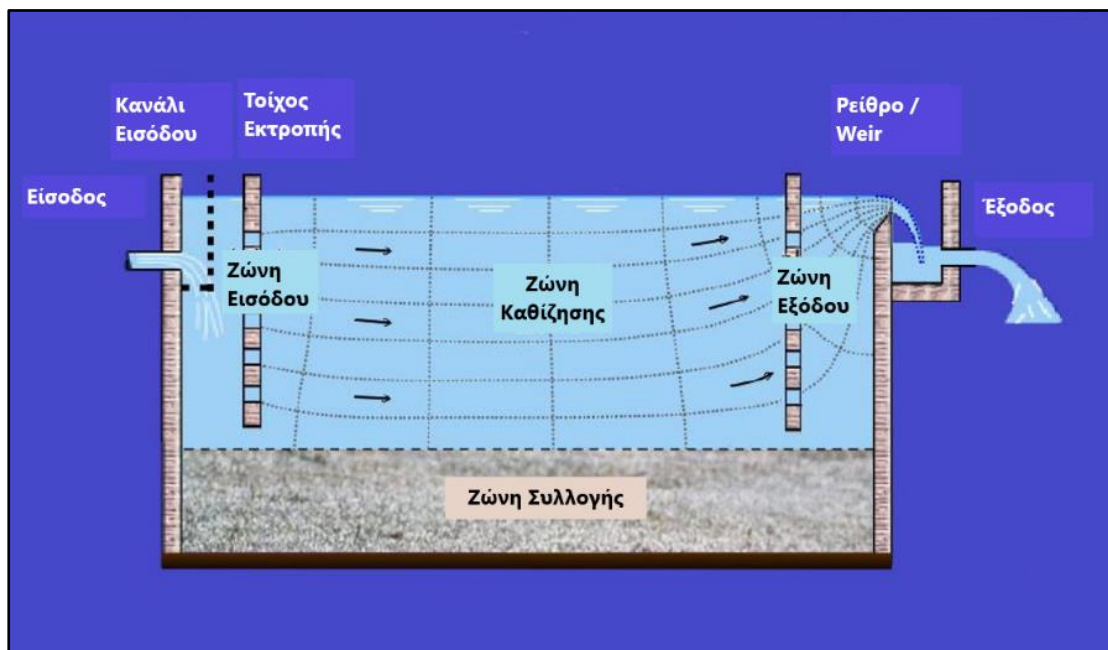
Πριν τη διάθεση του νερού αποστράγγισης στη δεξαμενή καθίζησης, το νερό θα πρέπει να διέρχεται από ελαιοδιαχωριστή/λιποπαγίδα για την κατακράτηση τυχόν FOGs και πετρελαιοειδών καταλοίπων, καθώς και από δεξαμενή καθίζησης για μείωση της συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων στο νερό που θα οδηγείται στον τελικό αποδέκτη. Αυτό είναι πολύ σημαντικό στη διατήρηση της λειτουργικότητας και της διηθητικής ικανότητας των δεξαμενών διήθησης, μειώνοντας και οποιεσδήποτε ανάγκες συντήρησης.

Για την επίτευξη αποτελεσματικής απομάκρυνσης σωματιδίων απαιτείται χαμηλή οριζόντια ταχύτητα ροής και αποφυγή τυρβώδους ροής στην είσοδο και έξοδο της δεξαμενής καθίζησης. Επιπλέον, απαιτείται επαρκής και εύκολα προσιτή ζώνη συλλογής των καθιζήσεων στερεών.

**Στόχος είναι η καθίζηση σωματιδίων μεγέθους μέχρι μεσαίου μεγέθους ιλύος (0,06mm και μεγαλύτερα).**

Το μέγεθος της δεξαμενής καθίζησης εξαρτάται από τη ροή των ποσοτήτων νερού αποστράγγισης. Η δεξαμενή καθίζησης σχεδιάζεται ώστε να αντιμετωπίσει ροή ημερήσιας άντλησης της τάξης των 1000m<sup>3</sup> ή 11,5 l/s.

Ο Πίνακας 7 παρουσιάζει τα δεδομένα που λήφθηκαν υπόψη και τα μεγέθη της δεξαμενής με μήκος 5m που περιλαμβάνει τις ζώνες Εισόδου, Καθίζησης και Εξόδου, πλάτους 1,3m και βάθους 2,25m για τις ζώνες Καθίζησης και συλλογής των ιζημάτων (Βλ. Εικόνα 13).



**Εικόνα 13: Σχηματική αποτύπωση των κύριων λειτουργικών περιοχών μιας δεξαμενής καθίζησης**



ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ

**Πίνακας 7: Αναγκαία έκταση ζώνης καθίζησης και ταχύτητες για ζώνη καθίζησης 1,5m για αφαίρεση σωματιδίων μεσαίου μεγέθους ιλύος (0,06mm) και άνω, σε ρυθμό ροής 11,5 l/s**

Περιγραφή	Δεξαμενή Καθίζησης για αφαίρεση μεσαίου μεγέθους ιλύος και μεγαλύτερα από 0,01mm
Ελάχιστο εμβαδόν ζώνης καθίζησης (m <sup>2</sup> )	5,3
Πλάτος δεξαμενής (m)	1,3
Αναγκαίο μήκος ζώνης καθίζησης (m)	4
Αποδεκτό βάθος ζώνης καθίζησης (m)	1,5
Όγκος Καθίζησης (m <sup>3</sup> )	7,9
Χρόνος κράτησης (s)	682
Επιπρόσθετα προστίθεται 0,5m στο μήκος της δεξαμενής για τη ζώνη Εισόδου και ακόμη 0,5m για την ζώνη Εξόδου	1
Επίσης, διατίθεται για τη Ζώνη Συλλογής Ιζημάτων ένα βάθος 50% του βάθους της Ζώνης Καθίζησης = (m)	0,75
<b>Μήκος (m)</b>	<b>5,0</b>
<b>Πλάτος (m)</b>	<b>1,3</b>
<b>Βάθος (m)</b>	<b>2,25</b>

### 3.2.3 Δεξαμενή Διήθησης

Το νερό αποστράγγισης, αφού διέλθει από τη δεξαμενή καθίζησης, απαλλαγμένο από αιωρούμενα σωματίδια, θα διατίθεται σε κατάλληλα διαμορφωμένες και διαστασιοποιημένες δεξαμενές διήθησης οι οποίες θα διαμορφωθούν σε διαθέσιμο χώρο κατά μήκος του ανατολικού συνόρου του υπό ανάπτυξη τεμαχίου, εντός του τεμαχίου και εκτός διαφραγματικού τοίχου.

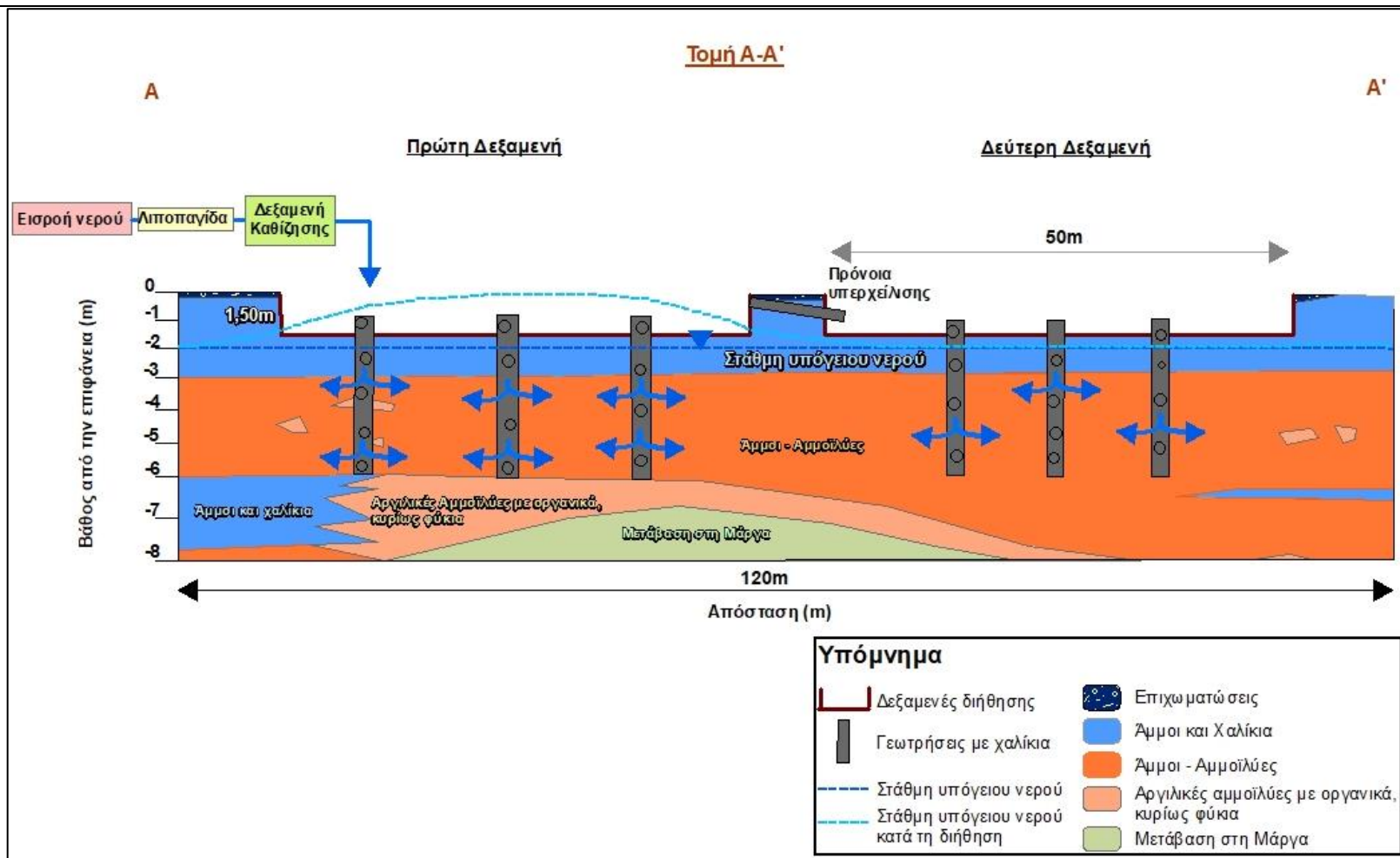
Ο τρόπος αυτός της διαχείρισης θεωρείται ως ο βέλτιστος τρόπος διάθεσης του νερού αποστράγγισης, αποφεύγοντας με αυτό τον τρόπο την απόρριψη στη θάλασσα.

Λαμβάνοντας υπόψη μία δυνατότητα διήθησης της τάξης των 50mm/hr, διαφαίνεται ότι δύο απορροφητικές τάφροι των 500m<sup>2</sup> μπορούν να απορροφήσουν πέραν των 1000m<sup>3</sup>/day, ποσότητα η οποία φαίνεται να είναι πολύ ικανοποιητική σε σχέση και με την απαιτούμενη άντληση. Σημειώνεται ότι στην πραγματικότητα η διήθηση θα επιτυγχάνεται μέσω του πολύ υδροφόρου στρώματος «Άμμοι και Χαλίκια» που εντοπίστηκε στην περιοχή που προτείνονται οι δεξαμενές, γεγονός που αναμένεται η μία δεξαμενή να μπορεί από μόνη της να εξυπηρετεί τις απαιτούμενες ποσότητες με τη δεύτερη δεξαμενή να είναι εφεδρική.

Η διαμόρφωση των δεξαμενών διήθησης προτείνεται όπως γίνει σε σειρά με πρόνοια υπερχειλίσας από τη μία στην άλλη, όπως παρουσιάζεται στην ακόλουθη Εικόνα 14.

Η διαδικασία διήθησης του νερού αποστράγγισης σε απορροφητικές τάφρους δεν αναμένεται να έχει οποιεσδήποτε επιπτώσεις στις γειτονικές υποδομές και κατοικίες. Σε κάθε περίπτωση, για σκοπούς ασφαλείας και οπτικής όχλησης, ο χώρος προτείνεται να είναι περιφραγμένος, να ελέγχεται και να μην είναι προσβάσιμος σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα.

ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «SALT LAKE CITY» ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΛΑΡΝΑΚΑΣ



Εικόνα 14: Διάταξη δεξαμενής διήθησης σε τομή από Βορρά προς Νότο και σε σχέση με τη λιθολογία της περιοχής. Η θέση της Τομής παρουσιάζεται στο Χάρτη 4.



## 4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ/ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΕΛΙΚΗ ΛΥΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

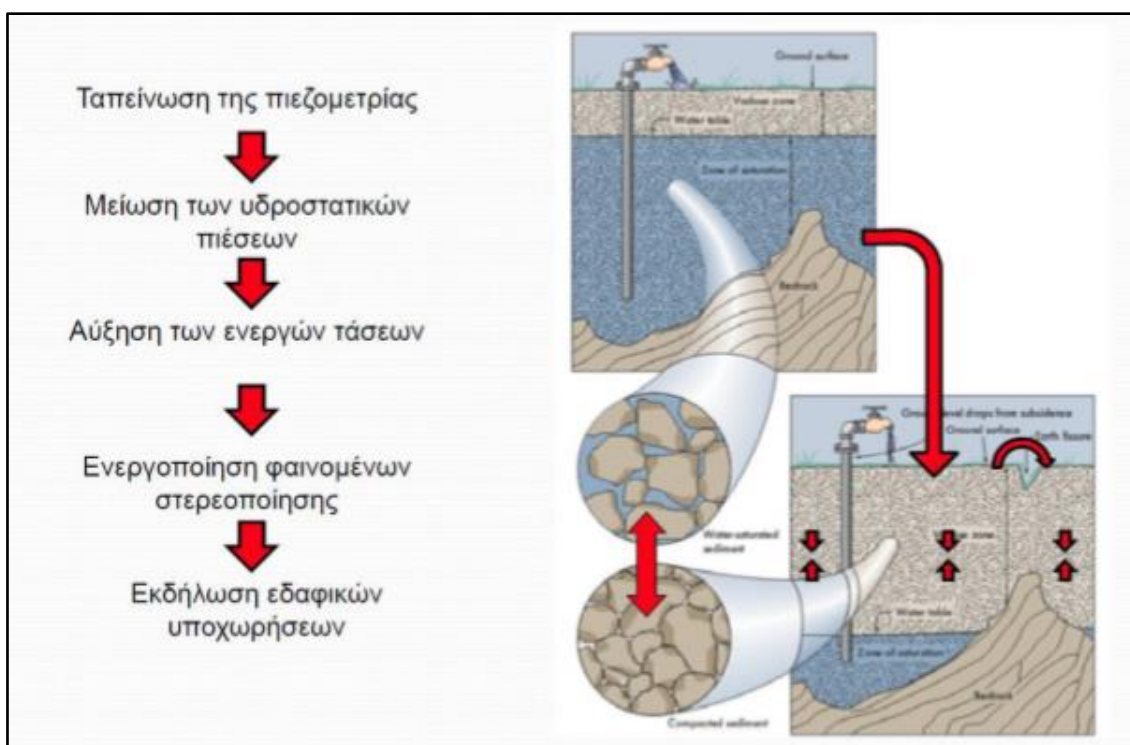
### 4.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΧΕΡΣΑΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

#### 4.1.1 Εκτίμηση Επιπτώσεων Λόγω Υδρογεωλογικών Χαρακτηριστικών στις Παρακείμενες Χρήσεις Γης – Προτεινόμενα Μέτρα

##### ➔ Επιπτώσεις

Δεν αναμένονται οποιεσδήποτε επιπτώσεις σε παρακείμενες περιοχές λόγω της αυξημένης άντλησης, ενόψει και του γεγονότος πως το τεμάχιο δεν γειτνιάζει με παρακείμενες κατοικίες ή πολυκατοικίες, ή οποιεσδήποτε άλλες υποδομές που δύναται να επηρεαστούν. Πέραν τούτου ο εμπλουτισμός που θα γίνεται στα ανατολικά του τεμαχίου μέσω των απορροφητικών τάφρων αναμένεται να διατηρεί σταθερά τα επίπεδα του υπόγειου νερού εκτός του διαφραγματικού τοίχου.

Φαινόμενα «εδαφικής υποχώρησης» μπορεί να προκύψουν λόγω της αφαίρεσης ποσοτήτων υπόγειου νερού σε σύντομο χρονικό διάστημα και στερεοποίησης κάποιου στρώματος που αποστραγγίζεται, λόγω μεταβολής του γεωστατικού πεδίου τάσεων, αν το στρώμα αυτό είναι επιρρεπές προς αυτό, όπως αργιλικές στρώσεις (βλ. Εικόνα 15).



Εικόνα 15: Μηχανισμός εκδήλωσης εδαφικής υποχώρησης λόγω αφαίρεσης υπόγειου νερού από το έδαφος (Πηγή: Κ. Λουπασάκης Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ «Σημειώσεις Τεχνικής Γεωλογίας»)

##### ➔ Προτεινόμενα Μέτρα

Για την εξάλειψη του οποιουδήποτε ενδεχόμενου παρουσίας του ανεπιθύμητου αυτού φαινομένου, αναφέρεται ότι προβλέπεται τακτική παρακολούθηση της στάθμης του υπόγειου νερού μέσω μίας γεώτρησης/παρατηρητηρίου στα νοτιοανατολικά του τεμαχίου (βλ. Χάρτη 4).

#### 4.1.2 Εκτίμηση Επιπτώσεων στην Ποιότητα του Υπόγειου Νερού – Προτεινόμενα Μέτρα

##### ➔ **Επιπτώσεις**

Επηρεασμός της ποιότητας του υπογείου νερού δύναται να επισυμβεί λόγω «ατυχηματικής» ρύπανσης από τυχόν διαρροές των μηχανημάτων και οχημάτων του εργοταξίου και από τις «κακές» πρακτικές εργασίας κατά τη διάρκεια των κατασκευαστικών εργασιών. Επηρεασμός της ποιότητας μπορεί να προκύψει και από πιθανά ατυχήματα στο χώρο εργοταξίου που μπορούν να προκαλέσουν διαρροή καυσίμων/λιπαντικών. Αν αυτού του τύπου τα απόβλητα καταλήξουν στα υπόγεια ύδατα της περιοχής μπορούν να προκαλέσουν επιβάρυνση της ποιότητας του νερού αποστράγγισης, με αποτέλεσμα να προκληθούν κίνδυνοι οι οποίοι να σχετίζονται κυρίως με τη ρύπανση λόγω υδρογονανθράκων και ελαίων, στο νερό αποστράγγισης και στον αποδέκτη απόρριψης.

Λαμβάνοντας υπόψη την ψηλή τρωτότητα σε ρύπανση του υδροφορέα της περιοχής μελέτης λόγω των υδρογεωλογικών χαρακτηριστικών του και των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων της περιοχής, η λήψη προληπτικών μέτρων για αποφυγή «ατυχηματικής» ρύπανσης, καθίσταται επιβεβλημένη.

Η μη λήψη κατάλληλων μέτρων μπορεί να οδηγήσει σε απορρόφηση αιωρούμενων σωματιδίων διαμέσου των γεωτρήσεων άντλησης, δημιουργώντας ανεπιθύμητα αυξημένα επίπεδα θολερότητας θέτοντας σε κίνδυνο τη λειτουργικότητα των δεξαμενών διήθησης.

##### ➔ **Μέτρα εξάλειψης της θολερότητας/ αιωρούμενα σωματίδια**

Η μείωση της θολερότητας/αιωρούμενων σωματιδίων του παραγόμενου νερού αποστράγγισης επιτυγχάνεται τόσο με την κατασκευή κατάλληλου χαλκικόφιλτρου σε όλες τις γεωτρήσεις άντλησης, όσο και με την κατασκευή κατάλληλου μεγέθους δεξαμενής καθίζησης πριν τη διάθεσή του στις δεξαμενές διήθησης (βλ. Παράγραφο 3.2.3).

##### ➔ **Μέτρα πρόληψης «ατυχηματικής» ρύπανσης**

Για την αποφυγή οποιασδήποτε «ατυχηματικής» ρύπανσης του υπογείου νερού και κατ' επέκταση την αποφυγή ρύπανσης του υδροφορέα και του παράκτιου περιβάλλοντος από εργασίες που λαμβάνουν χώρα στο εργοτάξιο, θα πρέπει να λαμβάνονται τα πιο κάτω προληπτικά μέτρα:

- Το επιφανειακό «στόμιο» όλων των αντλητικών γεωτρήσεων θα πρέπει να σφραγιστεί με τρόπο ώστε οποιαδήποτε «ατυχηματική» ρύπανση να μην μπορεί να οδηγηθεί κατευθείαν στον υδροφορέα μέσω της γεώτρησης.
- Το νερό άντλησης θα πρέπει μετά τη λιποπαγίδα να διέρχεται από δεξαμενή καθίζησης.
- Σωστή και επαρκής συντήρηση μηχανημάτων και οχημάτων κατασκευής.



- Συνεχής ενημέρωση και εκπαίδευση του προσωπικού κατασκευής (εργάτες, οδηγοί, κ.λπ.) με στόχο τη μείωση των κινδύνων πρόκλησης ατυχήματος.
- Βελτιστοποίηση των εργασιών κατασκευής και διαχείριση της κυκλοφορίας (αποτελεσματικός προγραμματισμός των διαδρομών των οχημάτων) για αποφυγή τυχαίων ατυχημάτων.
- Τήρηση όλων των κανονισμών σχετικά με την ασφάλεια και την υγεία βάσει της εθνικής και διεθνούς νομοθεσίας.
- Ύπαρξη στο εργοτάξιο κατάλληλων μέσων συλλογής διαρροών μηχανέλαιων και άλλων μέσων αντιρρύπανσης του εδάφους του εργοταξίου σε περιπτώσεις ατυχημάτων.

## 4.2 ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ, ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

### 4.2.1 Ποιοτική και ποσοτική παρακολούθηση νερών αποστράγγισης

Σε όλη τη διάρκεια της περιόδου αποστράγγισης προτείνεται τακτική δειγματοληψία και ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού αποστράγγισης. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που προτείνεται να παρακολουθούνται παρουσιάζονται στον Πίνακα 8 που ακολουθεί. Το δείγμα θα λαμβάνεται από το σημείο εντός του εργοταξίου πριν την άντληση του για απόρριψη στα ανατολικά του τεμαχίου. Για τις δύο πρώτες εβδομάδες από την αρχή της απόρριψης προτείνεται όπως δειγματοληψία να γίνεται σε καθημερινή βάση και στη συνέχεια εβδομαδιαία.

**Πίνακας 8: Ποιοτικά χαρακτηριστικά προς παρακολούθηση**

Παράμετροι	
Ολικά Αιωρούμενα Στερεά (TSS)	As
Θολερότητα	Cd
Νιτρικά	Ni
Αγωγιμότητα	Hg
Νιτρώδη	Pb
FOG	Zn
Φωσφορικά	Fe
Χλωριούχα	Cu
Ολικό άζωτο	Cr
E. Coli@37 °C	Si
T. Coliforms@37 °C	
Enterococci spp. @37 °C	
BOD <sub>5</sub>	
COD	

#### 4.3 ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ

---

Οι εργασίες αποστράγγισης πρέπει να είναι απρόσκοπτες χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα παύσης τους, αφού αυτό θα προκαλέσει ανεπιθύμητο πλημμυρισμό των εκσκαφών. Κάτι τέτοιο θα προκαλέσει ζημιές στις υπό εξέλιξη κατασκευές με μεγάλες οικονομικές απώλειες, αλλά θα δημιουργήσει και τις συνθήκες για πρόκληση ατυχηματικής ρύπανσης.

Για το λόγο αυτό σε όλα τα στάδια των εργασιών αποστράγγισης θα είναι σε ισχύ μία σειρά από μέτρα ασφαλείας και προβλεπόμενες δράσεις ώστε σε καμία περίπτωση να μη διακοπούν οι εργασίες αποστράγγισης αλλά και να μην προκληθούν οποιαδήποτε φαινόμενα ρύπανσης.

Τα μέτρα ασφαλείας και οι δράσεις συνοψίζονται ως εξής:

- Το σύστημα αποστράγγισης θα βρίσκεται υπό 24<sup>ωρη</sup> παρακολούθηση και θα έχει τους απαραίτητους αυτοματισμούς ώστε να προσαρμόζεται αναλόγως των αναφευόμενων συνθηκών και απαιτήσεων αποστράγγισης.
- Για τη δυνατότητα άντλησης επιπλέον ποσοτήτων που δύναται να προκύψουν είτε λόγω τοπικών υδρογεωλογικών συνθηκών, είτε λόγω απωλειών του πασσαλότοιχου αλλά και σε περίπτωση έντονων βροχοπτώσεων θα είναι «Stand-by» και πλήρως εξοπλισμένη ώστε να τεθεί ανά πάσα στιγμή σε λειτουργία μία εφεδρική γεώτρηση άντλησης. Σε αυτό θα βοηθήσουν και τέσσερις γεωτρήσεις στα ανατολικά του τεμαχίου οι οποίες θα απαιτηθούν στα αρχικά στάδια της αποστράγγισης για την άντληση του εσώκλειστου όγκου νερού.
- Όσον αφορά στο θέμα της διάθεσης του νερού σε δεξαμενή διήθησης εντός του υπό ανάπτυξη τεμαχίου, λήφθηκε πρόνοια ασφαλείας υπερχειλίσης σε δεύτερη δεξαμενή στην περίπτωση που αυτό απαιτηθεί.
- Σε όλη τη διάρκεια της περιόδου αποστράγγισης προτείνεται τακτική δειγματοληψία και ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού αποστράγγισης ώστε σε περίπτωση ατυχηματικής ρύπανσης το νερό αποστράγγισης να σταματήσει να διατίθεται σε σημείο ανατολικά και εντός του τεμαχίου, εντός του ιδίου υδροφορέα, και να μεταφέρεται με τη χρήση βυτιοφόρων σε ειδικές αδειοδοτημένες μονάδες. Η διαδικασία αυτή θα συνεχιστεί μέχρι την αποκατάσταση της ποιότητας του νερού αποστράγγισης. Σημειώνεται ότι το νερό αποστράγγισης πριν την τελική απόρριψή του θα διέρχεται τόσο από λιποπαγίδα, όσο και από δεξαμενή καθίζησης.

-Τέλος-