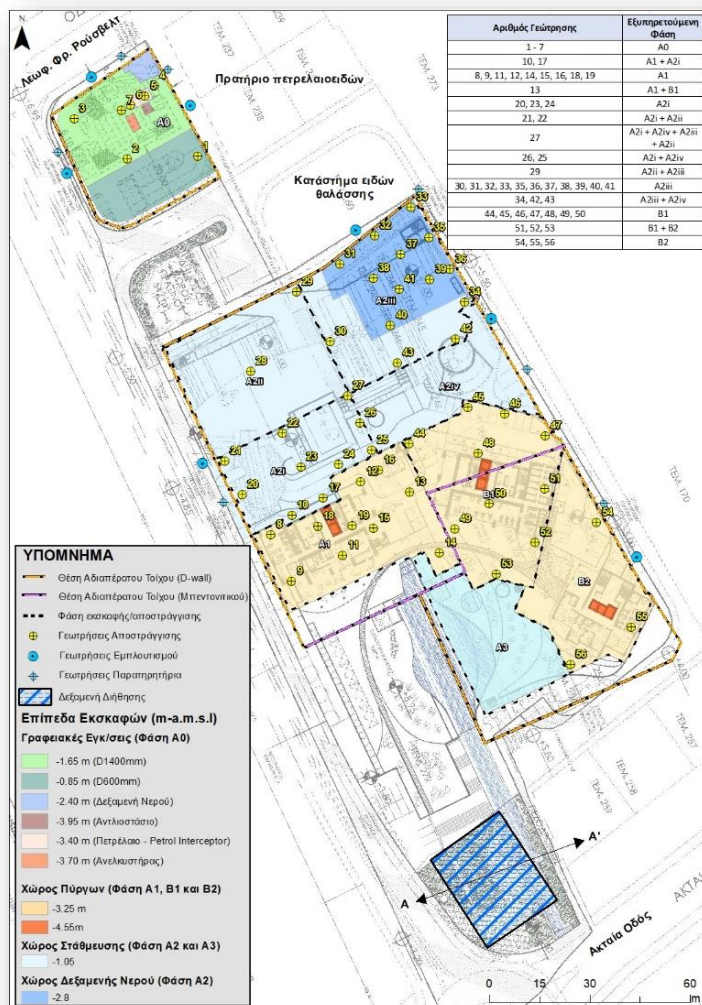


ARMONIA ESTATES LTD



ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2021

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ
ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ
ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΛΕΜΕΣΟΥ

-ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ-



Stavrou 3 Ave., Office 202, Strovolos 2035, Nicosia, Cyprus
Tel.: +35722429444 • Fax: +3572251904
Email: info@iaco.com.cy • Website: www.iaco.com.cy

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ
ΙΩΑΝΝΗ ΛΕΜΕΣΟΥ
-ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ-

Τελική Μελέτη	09/08/2021	Άγιος Ιακωβίδης Μάριος Μουσκουντής	WFM_2021_03_Blue Marine_revision_for_Env_Dep_20210809	Παραδοτέο προς Αρμόδιες Αρχές
Έκδοση/ Αναθεώρηση	Ημερομηνία	Έλεγχος από	Αναφορά Αρχείου	Σχόλια
Κωδικός Έργου:	WFM_2021_03			
Τίτλος Έργου:	ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΛΕΜΕΣΟΥ - ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ			

©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 βιβλιογραφική αναφορά (όπως αναφέρεται παρακάτω) και σύμφωνα με τον περί Δικαιωμάτων Πνευματικής Ιδιοκτησίας Νόμου, Ν. 59/76 και των Κανόνων του Διεθνούς Δικαίου που ισχύουν στην Κύπρο.

Βιβλιογραφική Αναφορά: I.A.CO Environmental and Water Consultants Ltd (2021). ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΛΕΜΕΣΟΥ -ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ-

- ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ -

1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	- 1 -
1.1	Εισαγωγή	- 1 -
1.2	Ιστορικό Μελετών	- 1 -
1.3	Ανάγκη Αναθεώρησης της Μελέτης	- 2 -
1.4	Αντικείμενο Μελέτης	- 6 -
2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	- 7 -
2.1	Γενικά Χαρακτηριστικά Περιοχής Μελέτης.....	- 7 -
2.1.1	Τοποθεσία Έργου	- 7 -
2.1.2	Χρήσεις Περιμετρικών Περιοχών	- 7 -
2.2	Χαρακτηριστικά Έργου Κατασκευής Υπογείων	- 10 -
3	Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ	- 13 -
3.1	Εισαγωγή	- 13 -
3.2	Χημικές Αναλύσεις.....	- 13 -
3.3	Μικροβιολογικές Αναλύσεις	- 15 -
4	ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ.-	17 -
4.1	Εισαγωγή	- 17 -
4.2	Υδρογεωλογικά Χαρακτηριστικά.....	- 18 -
4.2.1	Υδρογεωλογικά Χαρακτηριστικά βάσει δοκιμαστικών αντλήσεων και δοκιμής διήθησης-	18 -
4.2.2	Εκτίμηση υδροπερατότητας σύμφωνα με τις εργασίες αποστράγγισης της υποπεριοχής Α1	- 21 -
4.2.3	Εκτίμηση Ποσοτήτων Αποστράγγισης	- 22 -
4.3	Περιγραφή του Συστήματος Αποστράγγισης και Διάθεσης του Νερού Αποστράγγισης.....	- 25 -
4.3.1	Εισαγωγή - Παραδοχές για το Σχεδιασμό του Συστήματος Αποστράγγισης.....	- 25 -
4.3.2	Γεωτρήσεις Αποστράγγισης.....	- 26 -
4.3.3	Γεωτρήσεις Εμπλουτισμού και Παρατηρητηρίων.....	- 26 -
4.4	Διαχείριση και Διάθεση του Νερού Αποστράγγισης	- 27 -
4.4.1	Δεξαμενή Καθίζησης και Λιποπαγίδα	- 27 -
4.4.2	Διάθεση Νερού Αποστράγγισης.....	- 30 -

**5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ/ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΕΛΙΚΗ ΛΥΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ
ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ.....37**

5.1 Επιπτώσεις Στο Χερσαίο Περιβάλλον 37

5.1.1 Εκτίμηση Επιπτώσεων Λόγω Υδρογεωλογικών Χαρακτηριστικών στις Παρακείμενες Χρήσεις
Γης – Προτεινόμενα Μέτρα.....37

5.1.2 Εκτίμηση Επιπτώσεων στην Ποιότητα του Υπόγειου Νερού – Προτεινόμενα Μέτρα38

5.2 Επιπτώσεις στο Θαλάσσιο Περιβάλλον 41

5.2.1 Διασπορά νερού αποστράγγισης στη θάλασσα – Βασικές Αρχές.....41

5.2.2 Μαθηματική προσομοίωση της ανάμειξης του νερού αποστράγγισης με το θαλασσινό νερό
.....42

5.2.3 Συμπεράσματα προσομοιώσεων49

5.2.4 Εκτίμηση της τροφικής κατάστασης του κόλπου Λεμεσού κατά την ανάμειξη του νερού
αποστράγγισης με το θαλασσινό νερό..... - 52 -

5.3 Γενικά Μέτρα Πρόληψης, Παρακολούθησης και Ελέγχου - 55 -

5.3.1 Ποιοτική και Ποσοτική Παρακολούθηση Νερών Αποστράγγισης - 56 -

5.3.2 Ποιοτική παρακολούθηση θαλάσσιου περιβάλλοντος - 56 -

5.3.3 Άλλα Μέτρα Παρακολούθησης..... - 60 -

6 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ - 60 -

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΤΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΗΘΗΣΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

- ΠΙΝΑΚΕΣ -

Πίνακας 1: Τροποποιημένο πρόγραμμα αποστράγγισεων σύμφωνα με το Φορέα Ανάπτυξης	4 -
Πίνακας 2: Ομάδα Μελέτης	4 -
Πίνακας 3: Διάφορα επίπεδα εκσκαφών για τις υποπεριοχές εκσκαφής του Έργου «Blue Marine»-	12 -
Πίνακας 4: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων (cp. FoodLab Ltd) σε δείγμα νερού που λήφθηκε μετά από 45m ³ άντλησης σε γεώτρηση σε σημείο στα βορειοδυτικά του οικοπέδου ανάπτυξης	15 -
Πίνακας 5: Μικροβιολογικές αναλύσεις από «cp. FoodLab Ltd» σε δείγμα νερού που λήφθηκε μετά από 45m ³ άντλησης από γεώτρηση σε σημείο βορειοδυτικά του χώρου ανάπτυξης, της 31 Μαΐου 2018	16 -
Πίνακας 6: Λιθολογία κορεσμένου πάχους υπο-περιοχών βάσει Γεωτεχνικής Έρευνας (GeoInvest Ltd).	20 -
Πίνακας 7: Ποσότητες νερού αποστράγγισης υποπεριοχής Α1, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της Μελέτης του 2020 και τις πραγματικές ποσότητες που προέκυψαν κατά τις εργασίες αποστράγγισης της εν λόγω περιοχής το 2021.....	22 -
Πίνακας 8: Αναθεωρημένα Αποτελέσματα Συστήματος Αποστράγγισης βάσει του λογισμικού «DC-Dewatering» και του επικαιροποιημένου προγράμματος εργασιών αποστράγγισης	24 -
Πίνακας 9: Αναγκαίες εκτάσεις ζωνών καθίζησης και ταχύτητες για ζώνη καθίζησης 1,5m για αφαίρεση σωματιδίων μεγέθους αδρής ιλύος (0,06mm) και άνω, σε ρυθμό ροής 138,9 l/s.....	29 -
Πίνακας 10: Πρόσφατα φυσικοχημικά δεδομένα στο σταθμό δειγματοληψίας CY_12-C2 O1/B4 στον κόλπο Λεμεσού (Πηγή: Τμήμα Αλιείας και Θαλάσσιων Ερευνών)	42
Πίνακας 11: Αποτελέσματα προσομοίωσης των δύο φάσεων	50
Πίνακας 12: Κατηγορίες τροφικής κατάστασης παράκτιων υδατικών σωμάτων	53 -
Πίνακας 13: Εκτίμηση Δεικτών TRIx και Συντελεστή Αποδοτικότητας σε διάφορες θέσεις εντός των ορίων του πλουμίου κατά τη Φάση 1 και κατάταξη σε κλίμακες.....	55 -
Πίνακας 14: Ποιοτικά χαρακτηριστικά προς παρακολούθηση	56 -
Πίνακας 15: Τροφική κατάταξη παράκτιων υδάτινων σωμάτων βάσει των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης –α (Πηγή Pagou et al, 2007).....	58 -
Πίνακας 16: Προτεινόμενο σχέδιο παρακολούθησης ευτροφισμού με κύρια παράμετρο αξιολόγησης την χλωροφύλλη-α	59 -

- ΧΑΡΤΕΣ -

Χάρτης 1: Δορυφορική εικόνα (2014) της περιοχής μελέτης (πηγή δορυφορικής εικόνας: Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας)	5 -
Χάρτης 2: Επίπεδα εκσκαφών, στάθμη του υπόγειου νερού, θέση αδιαπέρατου τοίχου, θέση γεωτρήσεων και γεωλογικών τομών της Γεωτεχνικής Έρευνας	11 -
Χάρτης 3: Φάσεις Έργου και φάσεις εκσκαφής/αποστράγγισης με τη θέση του αδιαπέρατου τοίχου και τη θέση των προτεινόμενων γεωτρήσεων αποστράγγισης, των γεωτρήσεων εμπλουτισμού, των γεωτρήσεων παρατηρητηρίων και τη θέση της δεξαμενής διήθησης	32 -
Χάρτης 4: Αρχική όδευση, προτεινόμενη όδευση Αρχής Λιμένων και νέα όδευση αγωγού διάθεσης νερών αποστράγγισης για το υπό μελέτη Έργο	36 -
Χάρτης 5: Προτεινόμενη όδευση αγωγού απόρριψης νερού αποστράγγισης	51

- ΕΙΚΟΝΕΣ -

Εικόνα 1: Γενικό Χωροταξικό Σχέδιο (Masterplan) της προγραμματιζόμενης ανάπτυξης	9 -
Εικόνα 2: Πλαίσιο εφαρμογής των διαφόρων αποστραγγιστικών συστημάτων υπόγειου νερού σε σχέση με την αγωγιμότητα και το βάθος εκσκαφής	17 -
Εικόνα 3: Ενδεικτική Γεωλογική τομή 1-1' στην οποία φαίνεται το βάθος του διαφραγματικού τοίχου σε σχέση και με τα επίπεδα εκσκαφής	18 -
Εικόνα 4: Σχηματική αποτύπωση των κύριων λειτουργικών περιοχών μιας δεξαμενής καθίζησης .	28 -
Εικόνα 5: Ενδεικτική διάταξη δεξαμενής διήθησης σε τομή από Δύση σε Ανατολή σε σχέση και με τη λιθολογία της περιοχής	33 -
Εικόνα 6: Μηχανισμός εκδήλωσης εδαφικής υποχώρησης λόγω αφαίρεσης υπόγειου νερού από το έδαφος (Πηγή: Κ. Λουπασάκης Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ «Σημειώσεις Τεχνικής Γεωλογίας»)	38
Εικόνα 7: Διασπορά ρύπου κατά τους άξονες x-y-z για αρχική συγκέντρωση ρύπου 161mg/l και βάθος απόρριψης -8m	44
Εικόνα 8: Διασπορά ρύπου κατά τους άξονες x-y-z για αρχική συγκέντρωση ρύπου 15mg/l	47

- ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ –

Φωτογραφία 1: Άποψη της υπό μελέτη περιοχής (προς νότια) κατά μήκος της οδού Έντισον
..... - 7 -

Φωτογραφία 2: Άποψη της υπό μελέτη περιοχής (προς βόρεια) - 8 -

Φωτογραφία 3: Θέση της μελλοντικής «Ακταίας» οδού (από δυτικά προς ανατολικά) - 8 -

Φωτογραφία 4: Διαμόρφωση της 1^{ης} Δοκιμαστικής Άντλησης στην περιοχή Α2 - 19 -

Φωτογραφία 5: Διαμόρφωση της 2^{ης} Δοκιμαστικής Άντλησης στην περιοχή Α0 - 20 -

1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η περιοχή ανάπτυξης του Έργου βρίσκεται στα δυτικά του Δήμου Λεμεσού, μεταξύ της Μαρίνας Λεμεσού, του Λιμανιού, της Λεωφόρου «Φραγκλίνου Ρούσβελτ» και της σχεδιαζόμενης Λεωφόρου «Ακταία Οδός» που θα ενώνει την Μαρίνα και το Λιμάνι Λεμεσού. Η περιοχή απεικονίζεται στο Χάρτη 1. Το υπό ανάπτυξη Έργο χωροθετείται εντός των τεμαχίων 286, 287, 290 και 291 του Φ/Σχ. 59/020103 στην περιοχή Αγίου Ιωάννη στη Λεμεσό.

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΜΕΛΕΤΩΝ

Το Σεπτέμβριο του 2019 υποβλήθηκε στο Τμήμα Περιβάλλοντος μελέτη με τίτλο «Σχεδιασμός Συστήματος Αποστράγγισης και Διάθεσης του Νερού στο Υπό Ανάπτυξη Έργο “BLUE MARINE”». Το Τμήμα Περιβάλλοντος έπειτα από την εξέταση της εν λόγω μελέτης και διαβούλευσής της με άλλες Αρμόδιες Αρχές (Τμήμα Αλιείας και Θαλάσσιων Ερευνών, Αρχή Λιμένων και Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης), το Φεβρουάριο του 2020 ζήτησε μέσω σχετικής επιστολής (αρ.02.10.011.014.003.004 και ημερομηνίας 27/02/2020), συμπληρωματική έκθεση η οποία να περιλαμβάνει τα εξής:

<...>«Σχεδιασμό του συστήματος αποστράγγισης και προσομοίωση με το ανάλογο μοντέλο διασποράς ρύπων σύμφωνα με της υποδείξεις που περιλαμβάνονται στην επιστολή της Αρχής Λιμένων Κύπρου. Συγκεκριμένα ο αγωγός να έχει μήκος 1445 μέτρα από το τεμάχιο ανέγερσης του έργου και να τοποθετηθεί σε βάθος τουλάχιστον 8 μέτρων. Να ληφθεί υπόψη τυχόν παρουσία Ποσειδωνίας από τα σημεία που διέρχεται ο αγωγός».

<...> «Είναι απαραίτητο να προβείτε σε αναθεώρηση στον υπολογισμό των ποσοτήτων νερού αποστράγγισης και της διάρκειας του εργοταξίου με το σενάριο κατασκευής διαφραγματικού τοίχου στο τεμάχιο ανέγερσης του έργου. Να γίνει διαστασιολόγηση της δεξαμενής καθίζησης σύμφωνα με τα νέα δεδομένα, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται οριακή τιμή για τα αιωρούμενα σωματίδια στο νερό απόρριψης μέχρι 30 mg/L».

Έπειτα και από τις πιο πάνω απαιτήσεις των Αρμοδίων Αρχών, ο Φορέας Ανάπτυξης του Έργου έλαβε την καθοριστική απόφαση για την κατασκευή αδιαπέρατων τοίχων περιμετρικά του Έργου.

Ενόψει των πιο πάνω, τον **Ιούνιο του 2020** υποβλήθηκε στο Τμήμα Περιβάλλοντος αναθεωρημένη μελέτη (από το σημείο αυτό και έπειτα αναφερόμενη ως «Μελέτη 2020») για το Σχεδιασμό του Συστήματος Αποστράγγισης και Διάθεσης του νερού, λαμβάνοντας υπόψη

την απόφαση για κατασκευή αδιαπέρατων τοίχων περιμετρικά του Έργου και τη δυνατότητα διάθεσης και διαχείρισης του νερού αποστράγγισης σε δεξαμενές διήθησης σε διαθέσιμο χώρο εντός της ανάπτυξης.

Το Τμήμα Περιβάλλοντος έπειτα από την εξέταση της υποβληθείσας αναθεωρημένης μελέτης, τον **Ιούλιο του 2020** εξέδωσε περιβαλλοντική έγκριση για τις εργασίες αποστράγγισης του εν λόγω Έργου, μέσω σχετικής επιστολής (αριθμός φακέλου 02.10.011.014.003.004, ημερομηνίας 03/07/2021).

1.3 ΑΝΑΓΚΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η ανάγκη αναθεώρησης της μελέτης για τη διαχείριση του νερού αποστράγγισης προκύπτει από τους πιο κάτω λόγους:

- α. Ο Φορέας Ανάπτυξης του Έργου προχώρησε σε αναθεώρηση των φάσεων κατασκευής του Έργου, όπου σύμφωνα με το νέο χρονοδιάγραμμα υπάρχει χρονική επικάλυψη των φάσεων αποστράγγισης του Έργου, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.
- β. Σύμφωνα με το Φορέα Ανάπτυξης του Έργου, κατά τη φάση αποστράγγισης των γραφειακών εγκαταστάσεων της υποπεριοχής Α0, η οποία άρχισε το Φεβρουάριο του 2021 και ολοκληρώθηκε το Μάιο του 2021, προέκυψαν αυξημένες ανάγκες αποστράγγισης σε σχέση με τις εκτιμώμενες ποσότητες αποστράγγισης που παρατέθηκαν στην Μελέτη του 2020. Οι αυξημένες ποσότητες αποστράγγισης που προέκυψαν κατά τη φάση Α0, σε σχέση με τις εκτιμώμενες, οφείλονται στην πολύ μεγάλη λιθολογική ανομοιομορφία που παρουσιάζεται σε όλη την περιοχή του Έργου. Το γεγονός αυτό εκ των πραγμάτων, προκάλεσε τη μη ολική απομόνωση του πολύ υδροφόρου στρώματος «Χαλίκια και Κροκάλες» από το διαφραγματικό τοίχο, λόγω παρουσίας βαθύτερου φακού του εν λόγω στρώματος. Ο εν λόγω φακός δεν εντοπίστηκε από τη γεωλογική/γεωτεχνική μελέτη, η οποία παρέχει σημειακή πληροφόρηση μέσω των ερευνητικών γεωτρήσεων. Σε τόσο ανομοιόμορφες λιθολογικές συνθήκες η παρουσία ενός τέτοιου φακού που δεν μπορούσε να προβλεφθεί βάσει των αποτελεσμάτων της γεωλογικής μελέτης είναι πιθανή και στις υπόλοιπες φάσεις του Έργου.
- γ. Σύμφωνα με το Φορέα Ανάπτυξης του Έργου, κατά τη φάση αποστράγγισης της υποπεριοχής Α1, η οποία άρχισε τον Ιούνιο του 2021 και αναμένεται να ολοκληρωθεί περί τα τέλη του Σεπτεμβρίου του 2021, προέκυψαν επίσης αυξημένες ημερήσιες ανάγκες αποστράγγισης σε σχέση με τις εκτιμώμενες ημερήσιες ποσότητες αποστράγγισης που παρατέθηκαν στη Μελέτη του 2020. Όπως και στην περίπτωση της Φάσης Α0, οι

αυξημένες ημερήσιες ποσότητες αποστράγγισης που προέκυψαν κατά τη φάση Α1, σε σχέση με τις εκτιμώμενες, ενδέχεται να οφείλονται στην μη ολική απομόνωση του πολύ υδροφόρου στρώματος «Χαλίκια και Κροκάλες» από το διαφραγματικό τοίχο, όπως και στην περίπτωση της φάσης Α0.

Σημειώνεται ότι στη Μελέτη του 2020, για το σχεδιασμό του συστήματος αποστράγγισης λήφθηκε υπόψη ένας αριθμός παραδοχών σχεδιασμού. Ανάμεσα στις εν λόγω παραδοχές, οι οποίες παρουσιάζονται και στην παρούσα μελέτη, είχε τονιστεί ότι η κατασκευή του αδιαπέρατου τοίχου περιμετρικά του Έργου, θα έπρεπε να εκτείνεται τουλάχιστον κατά 1m εντός του ημι-περατού λιθολογικού ορίζοντα «Αμμοϊλύος», αφού διαπεράσει πλήρως το πάρα πολύ υδροπερατό στρώμα χαλικιών και κροκάλων. Επίσης, είχε τονιστεί ότι τυχόν παρεμβαλλόμενες στρώσεις (φακοί) χονδρόκοκκων υλικών που δεν έχουν εντοπιστεί στα πλαίσια της γεωτεχνικής μελέτης, η οποία βασίζεται σε σημειακές παρατηρήσεις (μέσω ερευνητικών γεωτρήσεων), αναμένεται όπως προσδώσουν αυξημένες ποσότητες αποστράγγισης στα εν λόγω σημεία αποστράγγισης.

Ενόψει τα πιο πάνω, ο Φορέας Ανάπτυξης ανέθεσε στην I.A.CO Environmental and Water Consultants Ltd την εκπόνηση αναθεωρημένης μελέτης αναφορικά με το σχεδιασμό του συστήματος αποστράγγισης, καθώς και του συστήματος διάθεσης του νερού αποστράγγισης της προτεινόμενης ανάπτυξης, λαμβάνοντας υπόψη τα σημεία «α», «β» και «γ» που αναφέρονται πιο πάνω, καθώς και τα δεδομένα άντλησης της Φάσης Α1, τα οποία θεωρούνται αντιπροσωπευτικότερα για τις επικείμενες φάσεις αποστράγγισης του Έργου.

Πίνακας 1: Τροποποιημένο πρόγραμμα αποστράγγισεων σύμφωνα με το Φορέα Ανάπτυξης

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΗΝΑΣ																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
A1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																		
A2i - A2iv			■	■	■	■	■	■	■	■																		
B1																		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
B2																					■	■	■	■	■	■	■	■

■ Πλήρης αποστράγγιση μέχρι την κατασκευή της πεδιλόπλακας ("raft")

■ Αποστράγγιση για ταπείνωση της στάθμης του υπόγειου νερού κατά 1m, έπειτα από την κατασκευή της πεδιλόπλακας ("raft")

Πολλά από τα στοιχεία και δεδομένα που παρατίθενται στην παρούσα έκθεση (π.χ. υδρογεωλογικές συνθήκες, δοκιμαστικές αντλήσεις κτλ.) παραμένουν τα ίδια με εκείνα των μελετών του Σεπτεμβρίου 2019 και Ιουνίου 2020 που υποβλήθηκαν στο Τμήμα Περιβάλλοντος, αλλά για σκοπούς πληρότητας, παρατίθενται και στην παρούσα Έκθεση, ώστε να αποτελεί μία αυτόνομη, ολοκληρωμένη αλλά και επικαιροποιημένη μελέτη.

Η ομάδα εμπειρογνομόνων της I.A.CO Ltd που συμμετείχε στην εκπόνηση της παρούσας μελέτης παρουσιάζεται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί.

Πίνακας 2: 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 Μουσκουντής	Γεωλόγος /Υδρογεωλόγος (B.Sc/ M.Sc)	>12
4	Έλενα Νικολάου	Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός (ΕΜΠ)/ Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων (M.Sc)	>5
5	Φωτεινή Ευθυμίου	Γεωλόγος, Μηχανικός Περιβάλλοντος (B.Sc. /M.Sc.)	>2
6	Μάριος Αποστόλου	Πολιτικός Μηχανικός (M.Eng.)	1

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ
ΙΩΑΝΝΗ ΛΕΜΕΣΟΥ
-ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ-



Χάρτης 1: Δορυφορική εικόνα (2014) της περιοχής μελέτης (πηγή δορυφορικής εικόνας: Τμήμα Κτηματολογίου και Χωρομετρίας)

1.4 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης έχουν εκτελεστεί οι πιο κάτω επιμέρους δραστηριότητες:

- Εκτίμηση αναθεωρημένων ποσοτήτων υπόγειου νερού αποστράγγισης βάσει του τροποποιημένου χρονοδιαγράμματος κατασκευής του Έργου και των δεδομένων αποστράγγισης της Φάσης Α1.
- Περιγραφή αναθεωρημένης λύσης διαχείρισης του νερού αποστράγγισης, λαμβάνοντας υπόψη τις αναθεωρημένες εκτιμήσεις των ποσοτήτων αποστράγγισης και του ρυθμού παραγωγής τους.
- 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 αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης

Η εκτίμηση των ποσοτήτων του νερού αποστράγγισης για τις προτεινόμενες γραφειακές εγκαταστάσεις της υποπεριοχής Α0 δεν συμπεριλαμβάνεται στην παρούσα μελέτη, εφόσον στο παρόν στάδιο οι εργασίες αποστράγγισης της εν λόγω Φάσης του Έργου έχουν ολοκληρωθεί.

2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1.1 Τοποθεσία Έργου

Η εμπορική/γραφειακή και οικιστική ανάπτυξη του Έργου «Blue Marine» χωροθετείται στα δυτικά του Δήμου Λεμεσού, μεταξύ της Μαρίνας Λεμεσού, του Λιμανιού, της Λεωφόρου «Φραγκλίνου Ρούσβελτ» και της προγραμματιζόμενης «Ακταίας Οδού» που προβλέπεται να ενώνει τη Μαρίνα με το Λιμάνι Λεμεσού.

Το υπό ανάπτυξη τεμάχιο βρίσκεται, στο νοτιότερο του σύνορο, σε απόσταση περίπου 30m από την ακτογραμμή και έχει μέσο υψόμετρο περίπου 5m – a.m.s.l.

Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται το Γενικό Χωροταξικό Σχέδιο (Masterplan) της ανάπτυξης.

2.1.2 Χρήσεις Περιμετρικών Περιοχών

Στην περιοχή περιμετρικά του χώρου ανάπτυξης χωροθετούνται μεικτές χρήσεις γης. Πιο συγκεκριμένα, στα βόρεια βρίσκεται η Λεωφόρος Φραγκλίνου Ρούσβελτ, στα βορειοανατολικά υπάρχει πρατήριο πετρελαιοειδών και στα ανατολικά, μικρό κατάστημα πώλησης ειδών θαλάσσης. Στα δυτικά υφίστανται οι εγκαταλελειμμένες εγκαταστάσεις της «Coca Cola», ενώ στα νότια και κατά μήκος της ακτής προγραμματίζεται να διέρχεται η «Ακταία οδός». Στις Φωτογραφίες 1 έως 3 παρουσιάζεται γενική άποψη της περιοχής της ανάπτυξης.



Φωτογραφία 1: Άποψη της υπό μελέτη περιοχής (προς νότια) κατά μήκος της οδού Έντισον

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ
ΙΩΑΝΝΗ ΛΕΜΕΣΟΥ
-ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ-

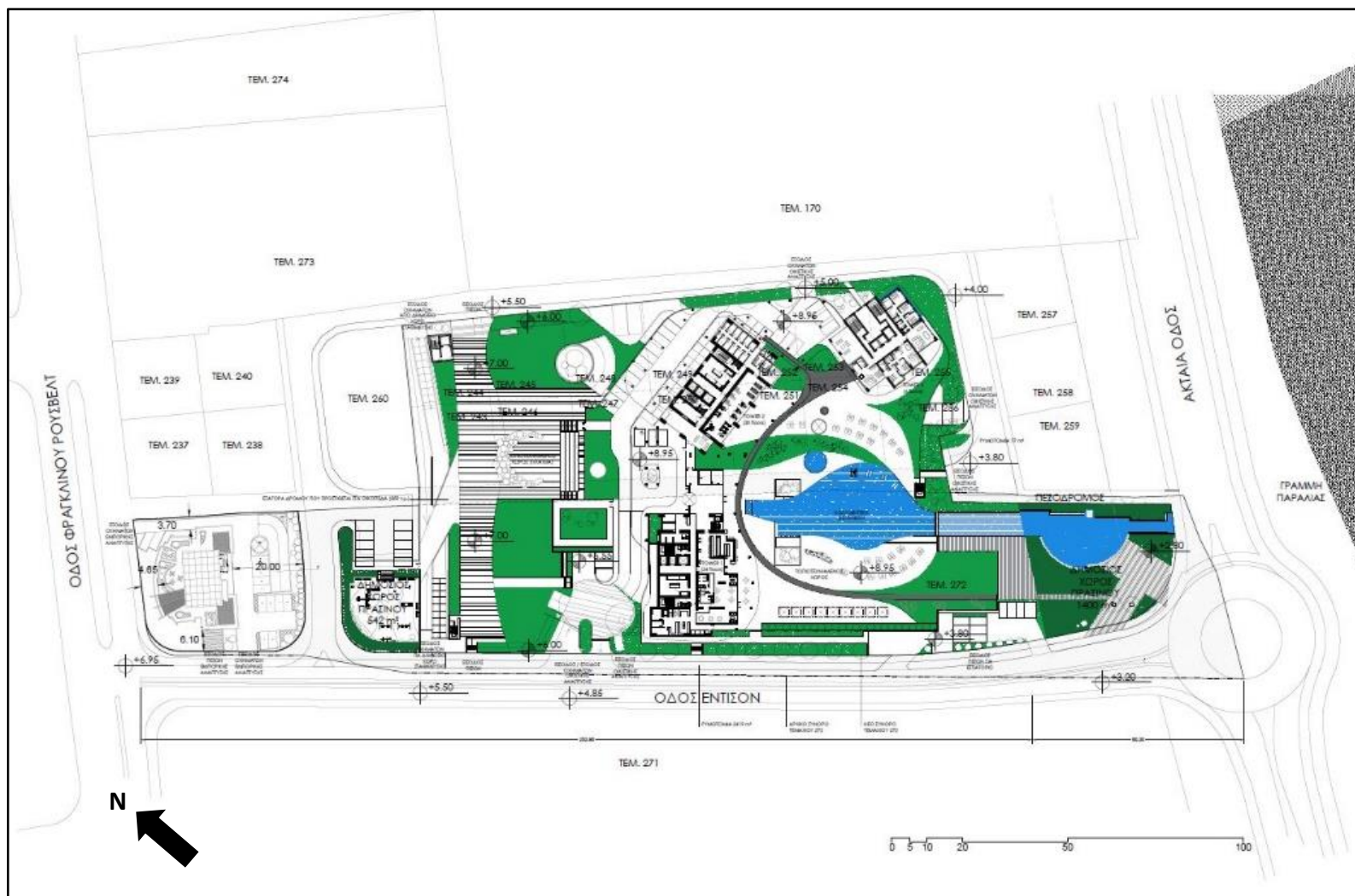


Φωτογραφία 2: Άποψη της υπό μελέτη περιοχής (προς βόρεια)



Φωτογραφία 3: Θέση της μελλοντικής «Ακταίας» οδού (από δυτικά προς ανατολικά)

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΛΕΜΕΣΟΥ
-ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ-



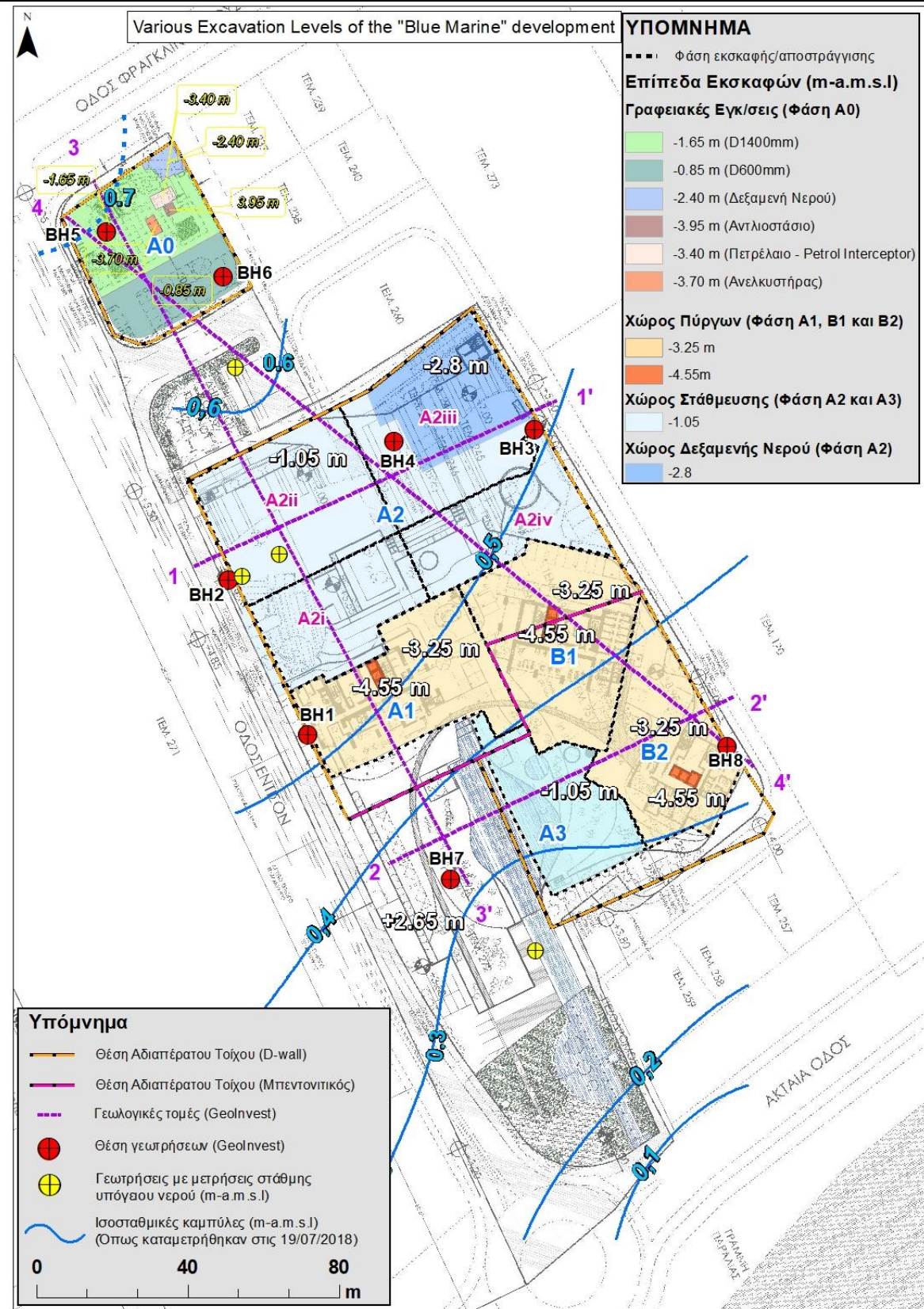
Εικόνα 1: Γενικό Χωροταξικό Σχέδιο (Masterplan) της προγραμματιζόμενης ανάπτυξης

2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΈΡΓΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ

Στο Χάρτη 2 παρουσιάζεται η θέση του αδιαπέρατου τοίχου, όπως έχει ήδη κατασκευαστεί, σε σχέση με τη στάθμη του υπόγειου νερού όπως μετρήθηκε στις 19/7/2018, καθώς και η θέση των ερευνητικών γεωτρήσεων και των γεωλογικών τομών της γεωτεχνικής μελέτης¹.

Σύμφωνα με το τροποποιημένο πρόγραμμα εργασιών αποστράγγισης, αναμένεται να υπάρξει χρονική επικάλυψη των διαφόρων φάσεων αποστράγγισης, γεγονός που αναμένεται να αυξήσει τις παραγόμενες ποσότητες νερού αποστράγγισης, σε σχέση με αυτές που εκτιμήθηκαν στη Μελέτη του 2020. Το επικαιροποιημένο χρονοδιάγραμμα, η σειρά διενέργειας των εκσκαφών σε φάσεις και η περίοδος αποστράγγισης των εκσκαφών για κάθε φάση εκσκαφής/αποστράγγισης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

¹ GEOINVEST (December 2016-January 2017) Geotechnical Investigation at the site of the proposed high-rise buildings for the "Blue Marine" Project in Limassol



Χάρτης 2: Επίπεδα εκσκαφών, στάθμη του υπόγειου νερού, θέση αδιαπέρατου τοίχου, θέση γεωτρήσεων και γεωλογικών τομών της Γεωτεχνικής Έρευνας

Στις περιπτώσεις παρουσίας άλλων κατασκευών, όπως «ανελκυστήρων», «δεξαμενών νερού» κ.λπ. υποδεικνύονται διαφορετικά υψόμετρα εκσκαφών. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται αναλυτικά τα διάφορα επίπεδα εκσκαφών κάθε υποπεριοχής. Σημειώνεται ότι οι εργασίες αποστράγγισης της Φάσης Α0 έχουν ολοκληρωθεί.

Πίνακας 3: Διάφορα επίπεδα εκσκαφών για τις υποπεριοχές εκσκαφής του Έργου «Blue Marine»

Κωδικός Υποπεριοχής εκσκαφής	Έκταση (m ²)	Επίπεδο εκσκαφής (m.msl)		
		Περιοχή	Υψόμετρο	
Α0	1465	Για D (1400mm)**	-1,65	
		Για D (600mm)**	-0,85	
		Ορθογ, Δεξαμενή & υδατοδεξαμενές	-2,40	
		Αντλιοστάσιο	-3,95	
		Πετρέλαιο – (Interceptor)	-3,40	
		Ανελκυστήρας	-3,70	
Α	Α1	1860	Υπόγειο Πύργου	-3,25
			Ανελκυστήρας Πύργου	-4,55
	Α2***	6290	Χώρος Στάθμευσης	-1,05
			Δεξαμενή Νερού	-2,8
	Α3	4690	Εξωτερικοί Χώροι	+2,65
			Χώρος Στάθμευσης	-1,05*
Β	Β1	1845	Υπόγειο Πύργου	-3,25
			Ανελκυστήρας Πύργου	-4,55
	Β2	1845	Υπόγειο Πύργου	-3,25
			Ανελκυστήρας Πύργου	-4,55

*Αναφέρεται αποκλειστικά στον χώρο στάθμευσης της περιοχής Α3 (βλ. Χάρτη 2) έκτασης 1062m²

** Υπόγειοι χώροι Στάθμευσης, Ράμπα, Αποθηκευτικοί χώροι

*** Οι εκσκαφές για την Περιοχή Α2 θα γίνουν σε τέσσερις υποπεριοχές με στόχο τον καλύτερο έλεγχο των ποσοτήτων νερού αποστράγγισης και διάθεσής του νερού

3 Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ποιότητα του νερού αποστράγγισης θεωρείται αυτή που λήφθηκε υπόψη στη Μελέτη του 2020. Στη συνέχεια παρατίθενται τα εν λόγω δεδομένα ποιότητας του νερού αποστράγγισης.

3.2 ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Στις 31/05/2018 πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία σε γεώτρηση στο βορειοδυτικό μέρος των τεμαχίων, μετά από άντληση περίπου 45m³. Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Στον ίδιο Πίνακα και για σκοπούς σύγκρισης, παρατίθενται τα επιτρεπτά ποιοτικά όρια των επεξεργασμένων λυμάτων του Συμβουλίου Αποχετεύσεων Λεμεσού-Αμαθούντας (ΣΑΛΑ), σύμφωνα με την Άδεια Απόρριψης (Αρ. Άδειας 69/2012) του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων (ΤΑΥ) σχετικά με τη διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων από το σταθμό επεξεργασίας αστικών λυμάτων του ΣΑΛΑ.

Στη συνέχεια παρατίθεται αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των χημικών αναλύσεων για τις παραμέτρους που εξετάστηκαν.

➤ pH

Η τιμή του pH «7,3» υποδεικνύει την ουδέτερη οξύτητα του υπόγειου νερού.

➤ Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (μS/cm)

Η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (1885 μS/cm) παρουσιάζεται να είναι εντός των ορίων του πόσιμου νερού. Γενικά αναφέρεται ότι αυξημένη αγωγιμότητα υποδηλώνει και αυξημένες ποσότητες αλάτων κάτι που αναμένεται να συμβεί έπειτα από εκτεταμένη περίοδο άντλησης όπου θα αρχίσει να παρατηρείται διείσδυση θαλασσινού νερού.

➤ Νιτρικά (NO₃⁻)

Η τιμή των 161mg/l συγκέντρωσης νιτρικών παρουσιάζεται να είναι σχετικά αυξημένη, αλλά είναι η αναμενόμενη για την ευρύτερη περιοχή της αστικής Λεμεσού. Σύμφωνα και με την πιο πρόσφατη Έκθεση² Αξιολόγησης της Χημικής Κατάστασης των Υπόγειων Υδάτων της Κύπρου για το έτος 2017, η ποιοτική κατάσταση του «ΣΥΥ (Σύστημα Υπόγειων Υδάτων) CY-8» που αφορά στον παράκτιο υδροφορέα της περιοχής της αστικής Λεμεσού, χαρακτηρίζεται ως «κακή» με τα νιτρικά ιόντα να υπερβαίνουν την Ανώτερη Αποδεκτή Τιμή των 50mg/l.

² Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων 2017, Έκθεση αξιολόγησης της Χημικής Κατάστασης των Υπόγειων Υδάτων της Κύπρου για το 2017

Παρά την κάλυψη σχεδόν όλης της αστικής περιοχής Λεμεσού από το κεντρικό αποχετευτικό σύστημα η συγκέντρωση των νιτρικών στο «ΣΥΥ CY-8» δεν δείχνει να υποχωρεί. Μετά από σχετική διερεύνηση του θέματος από το Τμήμα Περιβάλλοντος, όπως αυτό δηλώνεται στην πιο πάνω Έκθεση, φαίνεται ότι ακόμα υπάρχουν κάποια υποστατικά που δεν ενώθηκαν με το κεντρικό αποχετευτικό σύστημα και εξακολουθούν να χρησιμοποιούν απορροφητικούς λάκκους. Αυτό όμως και πάλι δε δικαιολογεί τη σταθερά υψηλή συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων τα οποία πιθανόν να μεταφέρονται στο «ΣΥΥ CY-8» από τον Ποταμό Γαρύλλη (Φράγμα Πολεμιδιών και περιοχή Βατί).

➤ **SS – Suspended Solids (Αιωρούμενα Σωματίδια)**

Έχει ανιχνευθεί η συγκέντρωση των 22mg/l Αιωρούμενων Σωματιδίων (Suspended Solids), η οποία είναι κάτω από τα 30mg/l, όριο που θέτει το Τμήμα Περιβάλλοντος. Με τη λήψη από μία σειρά μέτρων, κατά τη διαδικασία αποστράγγισης, όπως επεξηγείται και στη συνέχεια, οι συγκεντρώσεις των Αιωρούμενων Σωματιδίων θα διατηρούνται σε χαμηλά και αποδεκτά επίπεδα.

➤ **FOGs (Λίπη, Γράσα και Έλαια)**

Δεν ανιχνεύθηκαν.

➤ **TP (Ολικός Φώσφορος)**

Δεν ανιχνεύθηκε Ολικός Φώσφορος (TP) κάτι που επενεργεί πολύ θετικά στην αποτροπή του φαινομένου ευτροφισμού στην περίπτωση απόρριψης στη θάλασσα.

➤ **Βαρέα Μέταλλα (Pb, As, Cd, Hg)**

Δεν ανιχνεύθηκαν τα πιο πάνω Βαρέα Μέταλλα.

➤ **BOD₅ και COD**

Δεν ανιχνεύθηκε **BOD₅ και COD**, γεγονός το οποίο υποδεικνύει ότι δεν υπάρχει οποιαδήποτε οργανική ή χημική επιβάρυνση η οποία θα μπορούσε να επιφέρει μείωση των επιπέδων διαλυμένου οξυγόνου (DO) στο ενδεχόμενο απόρριψης στη θάλασσα, κάτι που αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη θαλάσσια ζωή.

Πίνακας 4: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων (cp. FoodLab Ltd) σε δείγμα νερού που λήφθηκε μετά από 45m³ άντλησης σε γεώτρηση σε σημείο στα βορειοδυτικά του οικοπέδου ανάπτυξης

Παράμετρος	Δείγμα μετά από 45m ³ άντληση	Ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων λυμάτων ΣΑΛΑ*	Ανώτατα Όρια για νερό ανθρώπινης κατανάλωσης (Ν.87(Ι)/2001)
pH	7,30	6,5-8,5	6,5-8,5
Αγωγιμότητα	1885	2500	2500
Νιτρικά (NO ₃ ⁻)	161	**	50
SS	22	10	-
FOG	<1,60	-	-
TP (Ολ. Φώσφορος)	<0,02	**	-
Μόλυβδος (Pb)	<0,3	150	10
Αρσενικό (As)	3,60	-	10
Κάδμιο (Cd)	<0,10	10	5,0
Υδράργυρος (Hg)	<0,03	5	1,0
BOD ₅ (Σημ.1)	<1	10	-
COD	<1,30	70	-

Σημείωση 1: Για την ανάλυση έγινε χρήση αναστολέα νιτροποίησης

*Σύμφωνα με Άδεια Απόρριψης (69/2012) του Τμήματος Αναπτύξεως Υδάτων σχετικά με τη διάθεση των επεξεργασμένων λυμάτων από το σταθμό επεξεργασίας αστικών λυμάτων του Συμβουλίου Αποχετεύσεων Λεμεσού-Αμαθούνας

**Για τις παραμέτρους αυτές αναφέρεται ότι στην περίπτωση που ο Φορέας Εκμετάλλευσης προτίθεται να απορρίψει στη θάλασσα, θα πρέπει η ημερήσια ποσότητα ολικού αζώτου και του ολικού φωσφόρου να μην υπερβαίνει τα 400kg και 80kg αντίστοιχα.

3.3 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Στον Πίνακα 5 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων στο δείγμα υπόγειου νερού που λήφθηκε μετά από περίπου 45m³ άντλησης. 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».

Όπως παρατηρείται, πέραν από την παρουσία εντερόκοκκων, δεν ανιχνεύθηκε άλλο μικροβιολογικό φορτίο. Η παρουσία εντερόκοκκων ενδεχομένως να είναι τοπική και δεν κρίνεται ως σημαντικός παράγοντας, αφού αναμένεται ότι μετά και από κάποια περίοδο άντλησης το μικροβιολογικό φορτίο θα εξαλειφθεί σχεδόν πλήρως.

Τονίζεται ότι η επιβίωση των ελεύθερα-ζώντων βακτηρίων σε παράκτια νερά μπορεί να είναι περισσότερο περιορισμένη παρά σε ιζήματα εφόσον υπόκεινται τόσο σε ωσμωτικές όσο και διατροφικές πιέσεις λόγω των ολιγοτροφικών συνθηκών των παράκτιων νερών³.

³ Baudart, J. et al "Salmonella spp. and Fecal Coliform Loads in Coastal Waters from a Point vs. Nonpoint Source of Pollution

Πίνακας 5: Μικροβιολογικές αναλύσεις από «cp. FoodLab Ltd» σε δείγμα νερού που λήφθηκε μετά από 45m³ άντλησης από γεώτρηση σε σημείο βορειοδυτικά του χώρου ανάπτυξης, της 31 Μαΐου 2018

Παράμετρος	Δείγμα 281100/001 (μετά από 45m ³ άντληση)	Καθορισμός ποιότητας νερών κολύμβησης N.57(Ι)/2008		
		Εξαιρετική	Καλή	Επαρκής
Κολοβακτηριοειδή	0	-	-	-
Εντερικά κολοβακτηρίδια (*)	0	250	500	500
Εντερόκοκκος (**)	4600	100	200	185

(*) Μέθοδος εξέτασης: CYS EN ISO 9308-1:2014, 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.

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

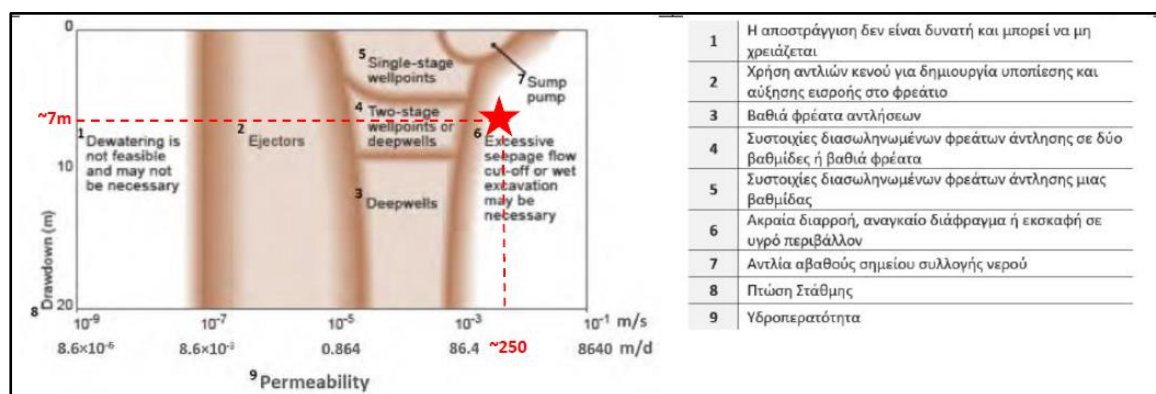
4 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επιλογή του τύπου συστήματος αποστράγγισης εξαρτάται από τα υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά (Υδροπερατότητα και Μεταβιβαστικότητα) και την επιθυμητή ταπείνωση και διατήρηση της στάθμης του υπόγειου νερού σε επίπεδο που να εξασφαλίζει ξηρές συνθήκες καθ' όλη τη διάρκεια εργασιών στις εκσκαφές. Το σύστημα που θα πρέπει να εφαρμοστεί πρέπει να είναι το πλέον αποτελεσματικό, ελαχιστοποιώντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και εξασφαλίζοντας την προστασία της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων στο εργοτάξιο.

Η Εικόνα 2 παρουσιάζει το φάσμα εφαρμογής των διαφόρων διαθέσιμων συστημάτων αποστράγγισης που εφαρμόζονται αναλόγως της υδροπερατότητας και της επιθυμητής ταπείνωσης και διατήρησης της στάθμης του υπόγειου νερού.

Στην προκειμένη περίπτωση, με βάση και τις τιμές Υδροπερατότητας που προέκυψαν από επιτόπιες δοκιμαστικές αντλήσεις διαφάνηκε ότι ήταν αναγκαία η κατασκευή αδιαπέρατου τοίχου για την αποτελεσματική αποστράγγιση των υπογείων και τη διατήρηση ξηρών συνθηκών εκσκαφών. Οι διαφραγματικοί τοίχοι κατασκευάστηκαν στη θέση που παρουσιάζεται στο Χάρτη 2.

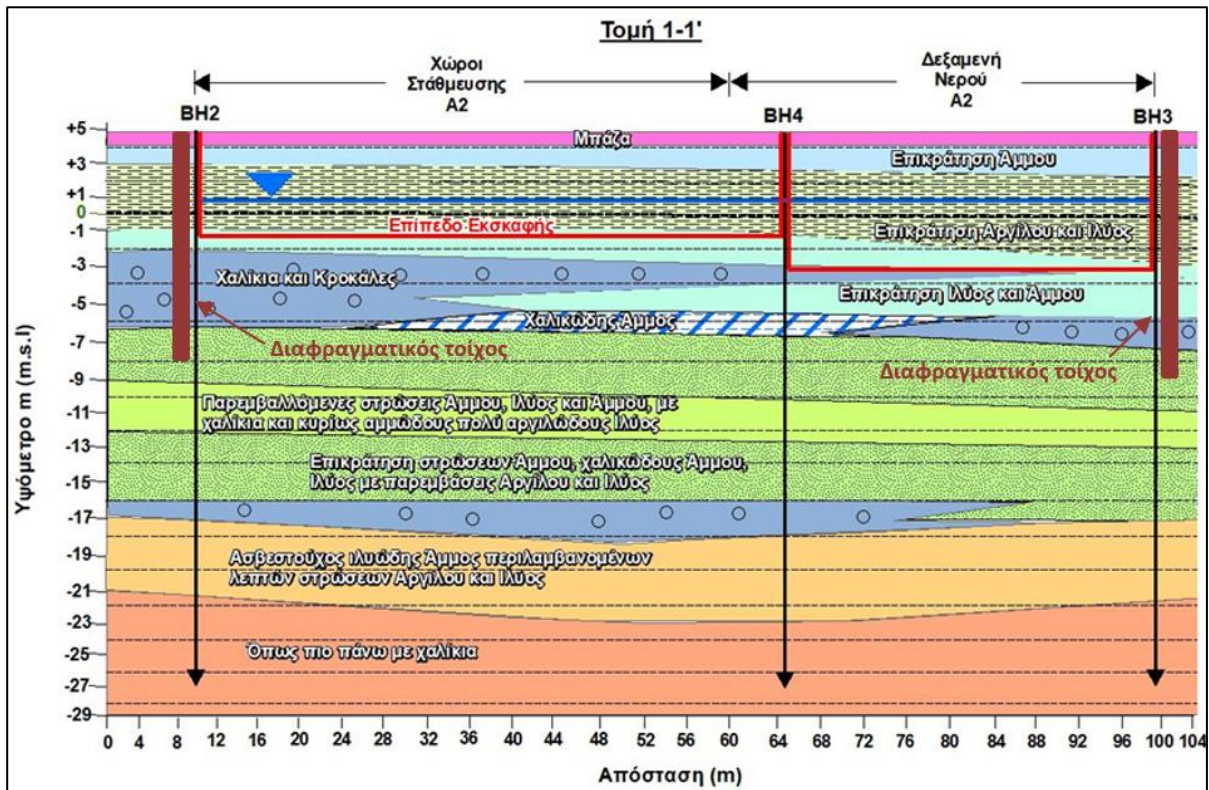


Εικόνα 2: Πλαίσιο εφαρμογής των διαφόρων αποστραγγιστικών συστημάτων υπόγειου νερού σε σχέση με την αγωγιμότητα και το βάθος εκσκαφής⁴

Στόχος της έδρασης του διαφραγματικού τοίχου ήταν να εκτείνεται τουλάχιστον (1) ένα μέτρο εντός του ημι-περατού λιθολογικού οριζοντα «Αμμοϊλύος» διαπερνώντας πλήρως το πολύ υδροφόρο στρώμα χαλικιών και κροκάλων, όπως παρουσιάζεται ενδεικτικά στη

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

γεωλογική τομή της Εικόνας 3. Στο Παράρτημα II, παρουσιάζονται οι γεωλογικές τομές με τα βάθη των εκσκαφών και του αδιαπέρατου τοίχου.



Εικόνα 3: Ενδεικτική Γεωλογική τομή 1-1' στην οποία φαίνεται το βάθος του διαφραγματικού τοίχου σε σχέση και με τα επίπεδα εκσκαφής

4.2 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

4.2.1 Υδρογεωλογικά Χαρακτηριστικά βάσει δοκιμαστικών αντλήσεων και δοκιμής διήθησης

Η στάθμη του υπόγειου νερού καταμετρήθηκε στις 19 Ιουλίου 2018 σε σχέση με τη μέση στάθμη της θάλασσας (βλ. Χάρτη 2). Για το σκοπό αυτό καθορίστηκε και το υψόμετρο της επιφάνειας του εδάφους στα σημεία των γεωτρήσεων/παρατηρητηρίων, έχοντας ως αναφορά τη μέση στάθμη της θάλασσας.

Οι παράμετροι του υδροφορέα, Μεταβιβαστικότητα (Transmissivity), Υδραυλική Αγωγιμότητα (Permeability) και Συντελεστής Αποθηκευτικότητας (Storage Coefficient), προσδιορίστηκαν με τη διεξαγωγή δύο (2) δοκιμαστικών αντλήσεων με τρεις γεωτρήσεις/παρατηρητήρια στην 1^η και δύο στη 2^η περίπτωση από τις οποίες λαμβάνονταν οι σχετικές μετρήσεις πτώσης και επαναφοράς της στάθμης. Οι παράμετροι αυτές είναι βασικές για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό του συστήματος αποστράγγισης.

Η τιμή «T» της Μεταβιβαστικότητας έπειτα από την ανάλυση των δύο δοκιμαστικών αντλήσεων είναι της τάξης των 2.100-2.500 m²/d.

Ταυτόχρονα με τη 2^η δοκιμαστική άντληση πραγματοποιήθηκε δοκιμή διήθησης σε γεώτρηση στα 200m νότια της περιοχής άντλησης.

Μέρος της ποσότητας που αντλείτο στα πλαίσια της δοκιμαστικής άντλησης διοχετευόταν στην εμπλουτιστική γεώτρηση. Ως αποτέλεσμα της δοκιμής διήθησης ήταν η εκτίμηση δυνατότητας διήθησης της τάξης των 12m³/day ανά m² επιφάνειας η οποία θεωρείται αρκετά υψηλή.

Στο Παράρτημα I παρουσιάζονται λεπτομερώς τα αποτελέσματα και η ανάλυση των δοκιμαστικών αντλήσεων.

Στις Φωτογραφίες 4 και 5 παρουσιάζεται η διαμόρφωση των δύο δοκιμαστικών αντλήσεων.

Ο Πίνακας 6 παρουσιάζει τη λιθολογία για το κορεσμένο πάχος κάθε υποπεριοχής εκσκαφής και στο Παράρτημα II παρουσιάζεται αναλυτικά η λιθολογία της περιοχής ανάπτυξης.



Φωτογραφία 4: Διαμόρφωση της 1^{ης} Δοκιμαστικής Άντλησης στην περιοχή A2

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΛΕΜΕΣΟΥ
-ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ-



Φωτογραφία 5: Διαμόρφωση της 2^{ης} Δοκιμαστικής Άντλησης στην περιοχή Α0

Πίνακας 6: Λιθολογία κορεσμένου πάχους υπο-περιοχών βάσει Γεωτεχνικής Έρευνας (GeoInvest Ltd)

Υποπεριοχή εκσκαφής	Υποπεριοχή	Έκταση (m ²)	Κορεσμένο πάχος Εκσκαφής (m)	Βάθος διαφόρων λιθολογικών σχηματισμών σύμφωνα με Γεωτεχνική Έρευνα (m)			
				Ιλύς και Άμμος	Άργιλος	Άμμος	Χαλίκια και κροκάλες
D (1400mm)	A0	816	3,10	0	0	3,10	0
D (600mm)		538	2,30	0	0	2,30	0
Δεξαμ. Νερού		67	3,85	0	0	3,85	0
Αντλιοστάσιο		8	5,40	0	0	4,30	1,10
Πετρέλαιο (Interceptor.)		23	4,85	0	0	4,30	0,55
Ανελκυστήρας		13	5,15	0	0	4,3	0,87
Χώρος Πύργου	A1	1495	4,50	2,50	2	0	0
Ανελκυστήρας Πύργου		29	5,80	0	0	4,45	1,35
Χώρος στάθμευσης	A2	4605	2,35	2,35	0	0	0
Χώρος δεξαμενής Νερού		968	4,10	4,10	0	0	0
Χώρος Στάθμευσης	A3	1062	2,10	2,10	0	0	0
Χώρος Πύργου	B1	1743	4,40	0	0	4,40	0
Ανελκυστήρας Πύργου		32	5,70	0	0	4,40	1,30
Χώρος Πύργου	B2	1361	4,35	0	0	4,35	0
Ανελκυστήρας Πύργου		27	5,65	0	0	5,65	0

4.2.2 Εκτίμηση υδροπερατότητας σύμφωνα με τις εργασίες αποστράγγισης της υποπεριοχής A1

Σύμφωνα με το Φορέα Ανάπτυξης του Έργου, κατά τη φάση αποστράγγισης της υποπεριοχής A1, η οποία άρχισε τον Ιούνιο του 2021 και αναμένεται να ολοκληρωθεί περί τα τέλη του Σεπτεμβρίου του 2021, προέκυψαν αυξημένες ποσότητες νερού αποστράγγισης σε σχέση με τις εκτιμώμενες ποσότητες αποστράγγισης που παρατέθηκαν στη Μελέτη του 2020. Τόσο κατά τις εργασίες αποστράγγισης της υποπεριοχής A0, όσο και κατά τις εργασίες αποστράγγισης της υποπεριοχής A1, οι αυξημένες ποσότητες νερού άντλησης που προέκυψαν σε σχέση με τις εκτιμώμενες, οφείλονται στη μεγάλη λιθολογική ανομοιομορφία που παρουσιάζεται σε όλη την περιοχή του Έργου. Όπως και στην περίπτωση της υποπεριοχής A0, οι αυξημένες ποσότητες αποστράγγισης σχετίζονται με την μη πλήρη απομόνωση του πολύ υδροφόρου στρώματος «Χαλίκια και Κροκάλες» από το διαφραγματικό τοίχο, λόγω παρουσίας βαθύτερου φακού του εν λόγω στρώματος σε σημείο/σημεία περιμετρικά της υποπεριοχής A1. Ο εν λόγω φακός δεν εντοπίστηκε από τη γεωλογική/γεωτεχνική μελέτη, η οποία βασίζεται σε σημειακές παρατηρήσεις των ερευνητικών γεωτρήσεων.

Μία ασφαλής προσέγγιση για την αναθεώρηση των εκτιμήσεων των ποσοτήτων αποστράγγισης που δύναται να απαιτηθεί να αντληθούν στις επικείμενες φάσεις του Έργου (πλην της A0 η οποία έχει ολοκληρωθεί), είναι όπως ληφθεί υπόψη η τιμή της υδροπερατότητας του πυθμένα της εκσκαφής, σύμφωνα με τις συνθήκες αποστράγγισης που διαμορφώθηκαν για τη Φάση A1, η οποία θεωρείται αρκετά αντιπροσωπευτική και για τις επικείμενες φάσεις του Έργου.

Ο ακόλουθος Πίνακας παρουσιάζει τις ποσότητες του νερού αποστράγγισης που αφορούν την εν λόγω υποπεριοχή, σύμφωνα με τη Μελέτη του 2020, καθώς και τις ποσότητες του νερού αποστράγγισης, οι οποίες σύμφωνα με το Φορέα Ανάπτυξης, προέκυψαν κατά τις εργασίες αποστράγγισης της υποπεριοχής A1.

Πίνακας 7: Ποσότητες νερού αποστράγγισης υποπεριοχής Α1, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της Μελέτης του 2020 και τις πραγματικές ποσότητες που προέκυψαν κατά τις εργασίες αποστράγγισης της εν λόγω περιοχής το 2021

Υποπεριοχή	Έκταση (m ²)	Εισροή από πυθμένα με βάση το βαθύτερο σημείο εκσκαφής (m ³ /d)*	Ποσότητες νερού αποστράγγισης που προέκυψαν κατά τις εργασίες αποστράγγισης (m ³ /d)**
A1	1.860	432	~6.100

* Βάσει της υδροπερατότητας του στρώματος «Αμμοϊλύος» που δίδεται στη γεωτεχνική μελέτη της GeolInvest και των εκτιμήσεων του λογισμικού «DC-Dewatering» ($k=0,2m/d$)

** Βάσει στοιχείων που δόθηκαν από τον Φορέα Ανάπτυξης ($k=3,1m/d$)

Όπως παρουσιάζεται στον πιο πάνω Πίνακα, κατά τις εργασίες αποστράγγισης της υποπεριοχής Α1 οι οποίες βρίσκονται σε εξέλιξη, προέκυψαν αρκετά αυξημένες ποσότητες αποστράγγισης, σε σχέση με αυτές που εκτιμήθηκαν βάσει του λογισμικού «DC-Dewatering»⁵ και την υποβληθείσα Μελέτη του 2020, **οι οποίες βασίστηκαν στην τιμή της υδροπερατότητας του στρώματος «Αμμοϊλύος» που δόθηκε στη γεωτεχνική μελέτη της GeolInvest και η οποία ήταν 0,2m/d.**

Οι πραγματικές συνθήκες αποστράγγισης που διαμορφώθηκαν στη Φάση Α1 προσομοιώθηκαν με το λογισμικό «DC-Dewatering», με στόχο να διαφανεί η πραγματική υδροπερατότητα του πυθμένα. Σε αυτή την περίπτωση, αυτή εκτιμήθηκε πλέον σε **3,1m/d**.

4.2.3 Εκτίμηση Ποσοτήτων Αποστράγγισης

Οι αυξημένες ποσότητες των Φάσεων Α0 και Α1, σε σχέση με τις εκτιμώμενες στη Μελέτη 2020 δεν σημαίνει ότι κατ' ανάγκη θα παρουσιαστούν και στις υπόλοιπες φάσεις του Έργου. Παρ' όλα αυτά σε συνδυασμό και με το τροποποιημένο χρονοδιάγραμμα εργασιών αποστράγγισης, για τη διασφάλιση της ορθολογικής διαχείρισης του νερού αποστράγγισης που θα προκύψει από τις επικείμενες φάσεις κατασκευής του Έργου, κρίθηκε σκόπιμο όπως οι αναθεωρημένες ποσότητες βασιστούν στο σενάριο που παρουσιάστηκε στην Α1.

Με βάση την εκτιμώμενη υδροπερατότητα που προέκυψε στη Φάση Α1, το επιθυμητό βάθος ταπείνωσης του υδροφορέα, καθώς και το τροποποιημένο πρόγραμμα εργασιών

⁵ DC-Dewatering, <https://www.dc-software.com/home>

αποστράγγισης, έγινε η αναθεώρηση των εκτιμώμενων απαιτούμενων ποσοτήτων αποστράγγισης.

Σύμφωνα με το τροποποιημένο χρονοδιάγραμμα των εργασιών αποστράγγισης (βλ. Πίνακα 1), προκύπτουν (9) διαφορετικές φάσεις αποστράγγισης, οι οποίες με σειρά χρονικής εκτέλεσης είναι οι εξής:

- **Φάση Αποστράγγισης 1:** Πλήρης αποστράγγιση υποπεριοχής A1 μέχρι την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”).
- **Φάση Αποστράγγισης 2:** Πλήρης αποστράγγιση υποπεριοχής A1 μέχρι την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”) και ταυτόχρονη πλήρης αποστράγγιση υποπεριοχής A2i μέχρι την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”).
- **Φάση Αποστράγγισης 3:** Αποστράγγιση υποπεριοχής A1 για ταπείνωση της στάθμης του υπόγειου νερού κατά 1m, έπειτα από την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”) και ταυτόχρονη πλήρης αποστράγγιση υποπεριοχής A2ii μέχρι την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”).
- **Φάση Αποστράγγισης 4:** Αποστράγγιση υποπεριοχής A1 για ταπείνωση της στάθμης του υπόγειου νερού κατά 1m, έπειτα από την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”) και ταυτόχρονη πλήρης αποστράγγιση υποπεριοχής A2iii μέχρι την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”).
- **Φάση Αποστράγγισης 5:** Αποστράγγιση υποπεριοχής A1 για ταπείνωση της στάθμης του υπόγειου νερού κατά 1m, έπειτα από την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”) και ταυτόχρονη πλήρης αποστράγγιση υποπεριοχής A2iv μέχρι την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”).
- **Φάση Αποστράγγισης 6:** Πλήρης αποστράγγιση υποπεριοχής B1 μέχρι την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”).
- **Φάση Αποστράγγισης 7:** Πλήρης αποστράγγιση υποπεριοχής B1 μέχρι την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”) και ταυτόχρονη πλήρης αποστράγγιση υποπεριοχής B2 μέχρι την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”).
- **Φάση Αποστράγγισης 8:** Αποστράγγιση υποπεριοχής B1 για ταπείνωση της στάθμης του υπόγειου νερού κατά 1m, έπειτα από την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”) και ταυτόχρονη πλήρης αποστράγγιση υποπεριοχής B2 μέχρι την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”).

- **Φάση Αποστράγγισης 9:** Αποστράγγιση υποπεριοχών B1 και B2 για ταπείνωση της στάθμης του υπόγειου νερού κατά 1m, έπειτα από την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”).

Ο Πίνακας 8 παρουσιάζει τις απαιτούμενες ποσότητες αποστράγγισης για κάθε φάση αποστράγγισης, σύμφωνα με τιμές υδροπερατότητας του στρώματος «Αμμοϊλύος» που λήφθηκε υπόψη στη Μελέτη του 2020 και η οποία λήφθηκε από τη γεωλογική/γεωτεχνική μελέτη της Geoinvest. Επίσης, στον ίδιο Πίνακα παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες ποσότητες αποστράγγισης που δύναται να προκύψουν σε περίπτωση που παρουσιαστούν συνθήκες όπως αυτές που παρουσιάστηκαν στη Φάση A1.

Πίνακας 8: Αναθεωρημένα Αποτελέσματα Συστήματος Αποστράγγισης βάσει του λογισμικού «DC-Dewatering» και του επικαιροποιημένου προγράμματος εργασιών αποστράγγισης

Κωδικός Φάσης Αποστράγγισης	Εξυπηρετούμενες Υποπεριοχές	Διάρκεια αποστράγγισης (ημέρες)	Εισροή από Πυθμένα (m ³ /d)*	Συνολική ποσότητα αποστράγγισης (m ³)
1	A1	60	6.143	368.554
2	A1, A2i	60	9.377	562.622
3	A1, A2ii	60	7.297	437.820
4	A1, A2iii	60	11.579	694.757
5	A1, A2iv	60	5.900	353.995
6	B1	60	5.686	341.150
7	B1, B2	90	11.028	992.520
8	B1, B2	60	9.997	599.832
9	B1, B2	120	3.092	371.030

* Βάσει της υδροπερατότητας όπως αυτή προέκυψε κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της αποστράγγισης της υποπεριοχής A1 (k=3,1m/d)

4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

4.3.1 Εισαγωγή - Παραδοχές για το Σχεδιασμό του Συστήματος Αποστράγγισης

Οι παραδοχές που χρησιμοποιήθηκαν σχετικά με τον αναθεωρημένο σχεδιασμό του συστήματος αποστράγγισης είναι οι ακόλουθες:

- Η στάθμη του υπόγειου νερού στην περιοχή θεωρείται εκείνη που καταμετρήθηκε της 19 Ιουλίου 2018, αυξημένη κατά 0,25m, εφόσον κάτι τέτοιο αντικατοπτρίζει καλύτερα τις υγρές συνθήκες του χειμώνα και της άνοιξης.
- Θα υπάρξει χρονική επικάλυψη των διαφόρων φάσεων αποστράγγισης, βάσει του επικαιροποιημένου προγράμματος εργασιών αποστράγγισης το οποίο παραχωρήθηκε από το Φορέα Ανάπτυξης και παρουσιάζεται στον Πίνακα 1.
- Στα επίπεδα εκσκαφής προστίθεται επιπλέον βάθος επιθυμητής ταπείνωσης της στάθμης κατά +50cm για ασφάλεια διατήρησης ξηρών συνθηκών εργασίας.
- Τα επιθυμητά επίπεδα διατήρησης της στάθμης του υπόγειου νερού υιοθετούν ένα έξτρα βάθος υποβάθρου 50cm κάτω από το χαμηλότερο και επιθυμητό επίπεδο, πάντα με αναφορά το μέσο επίπεδο της θάλασσας.
- Η υδροπερατότητα του πολύ υδροφόρου στρώματος χαλικιών και κροκάλων από το οποίο η πλευρική εισροή θα αποκόπτεται από τον αδιαπέρατο τοίχο είναι αυτή που εκτιμήθηκε από τις δύο (2) δοκιμαστικές αντλήσεις.
- Η υδροπερατότητα του πυθμένα των εκσκαφών, βασίστηκε στις εκτιμήσεις που προέκυψαν κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της αποστράγγισης της υποπεριοχής A1 και θεωρήθηκε ως **3,1m/d**.
- Τυχόν παρεμβαλλόμενες στρώσεις (φακοί) χονδρόκοκκων υλικών που δεν έχουν εντοπιστεί στα πλαίσια της γεωτεχνικής μελέτης που βασίζεται σε σημειακές παρατηρήσεις (μέσω ερευνητικών 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.

Γενικά να τονιστεί ότι το σύστημα αποστράγγισης θα πρέπει να τυγχάνει συνεχούς επίβλεψης/παρακολούθησης κατά τη διάρκεια εκτέλεσής των εργασιών αποστράγγισης και να έχει την ευελιξία να προσαρμόζεται αναλόγως των εκάστοτε αναφεόμενων συνθηκών.

4.3.2 Γεωτρήσεις Αποστράγγισης

Για την πλήρη αποστράγγιση των χώρων εκσκαφής κάθε υποπεριοχής του Έργου, πλην της Α0, έχει εκτιμηθεί ένα σύστημα γεωτρήσεων άντλησης εντός του αδιαπέρατου τοίχου προς επίτευξη του επιθυμητού βάθους ταπείνωσης του υδροφορέα σε κάθε φάση. Για την κατασκευή της πεδιλόπλακας (“raft”) θα απαιτηθεί πλήρης αποστράγγιση του χώρου της κάθε εκσκαφής, ενώ σύμφωνα με τον Φορέα Ανάπτυξης, αφού κατασκευαστεί η πεδιλόπλακα (“raft”), η αποστράγγιση για ταπείνωση 1m της υφιστάμενης στάθμης του υπόγειου νερού θα θεωρείται ικανοποιητική για την συνέχιση των εργασιών. Συνολικά θα απαιτηθούν σαράντα εννέα (49) γεωτρήσεις άντλησης (βλ. Χάρτη 4).

Σημειώνεται ότι για κάθε φάση εκσκαφής/αποστράγγισης έχει προταθεί η κατασκευή περισσότερων γεωτρήσεων από αυτές που έχουν εκτιμηθεί, ώστε σε κάθε περίπτωση να υπάρχουν διαθέσιμες εφεδρικές γεωτρήσεις οι οποίες θα μπορούν άμεσα να τεθούν σε λειτουργία στην περίπτωση που αυτό απαιτηθεί. Αυτό μπορεί να συμβεί είτε λόγω αστοχίας κάποιας από τις ενεργές γεωτρήσεις, είτε λόγω αυξημένων αναγκών αποστράγγισης οι οποίες δύναται να προκύψουν για διάφορους λόγους όπως:

- Λόγω πολύ τοπικών υδρογεωλογικών συνθηκών (π.χ. παρουσία χονδρόκοκκων φακών που δεν εντοπίστηκαν στη γεωτεχνική μελέτη).
- Λόγω ανάγκης βαθύτερων εκσκαφών (π.χ. περιοχή ανελκυστήρων) εντός της κύριας εκσκαφής.
- Λόγω απωλειών από κατασκευαστικές αστοχίες στους αδιαπέρατους τοίχους.

Το στόμιο όλων των γεωτρήσεων άντλησης θα πρέπει να είναι σφραγισμένο ώστε η γεώτρηση να είναι προστατευμένη από οποιοσδήποτε 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.

4.3.3 Γεωτρήσεις Εμπλουτισμού και Παρατηρητηρίων

Για τη διατήρηση της στάθμης του υπόγειου νερού εκτός του αδιαπέρατου τοίχου σε σταθερά επίπεδα και τη μείωση του κινδύνου συμπίεσης του εδάφους (μερικής μικρής καθίζησης) εκτός της ανάπτυξης αλλά και επηρεασμού των γειτονικών υποδομών,

προτείνεται η ανόρυξη 7 γεωτρήσεων εμπλουτισμού στα σημεία που υποδεικνύονται στον ακόλουθο Χάρτη.

Η παρακολούθηση της στάθμης του υπόγειου νερού εκτός του αδιαπέρατου τοίχου, προτείνεται να γίνεται με γεωτρήσεις παρατηρητήρια. Σε περίπτωση που παρατηρηθεί πτώση της στάθμης, τότε μέρος της ποσότητας του παραγόμενου νερού αποστράγγισης μετά τη δεξαμενή καθίζησης, ο σχεδιασμός της οποίας παρουσιάζεται πιο κάτω, θα διοχετεύεται στις γεωτρήσεις εμπλουτισμού.

Στον ακόλουθο Χάρτη παρουσιάζεται η προτεινόμενη θέση των γεωτρήσεων εμπλουτισμού και παρακολούθησης.

Για τους σκοπούς αυτούς θα πρέπει να ληφθεί πρόνοια ύπαρξης λάστιχων (PVC) μετά τη δεξαμενή καθίζησης των αιωρούμενων σωματιδίων για μεταφορά νερού στις γεωτρήσεις εμπλουτισμού.

Σημειώνεται ότι σε πρώτη φάση προτείνεται όπως κατασκευαστούν μόνο οι γεωτρήσεις παρατηρητήρια όπου θα γίνεται έλεγχος της στάθμης του νερού. Στην περίπτωση που διαπιστωθεί ταπείνωση της στάθμης, τότε θα πρέπει να ανορυχθούν οι γεωτρήσεις εμπλουτισμού όπως παρουσιάζονται στον ακόλουθο Χάρτη.

Επίσης, θα πρέπει να εντοπισθούν σταθερά τοπογραφικά σημεία (στα σημεία που προτείνονται οι γεωτρήσεις παρακολούθησης) επί του εδάφους που θα πρέπει να παρακολουθούνται σε τακτικά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της αποστράγγισης για έλεγχο οποιουδήποτε φαινομένου συμπίεσης του εδάφους.

Αυτό, σε συνδυασμό με την παρακολούθηση της στάθμης του νερού, θα υποδείξει και την ανάγκη ή όχι ανόρυξης των γεωτρήσεων εμπλουτισμού.

4.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

4.4.1 Δεξαμενή Καθίζησης και Λιποπαγίδα

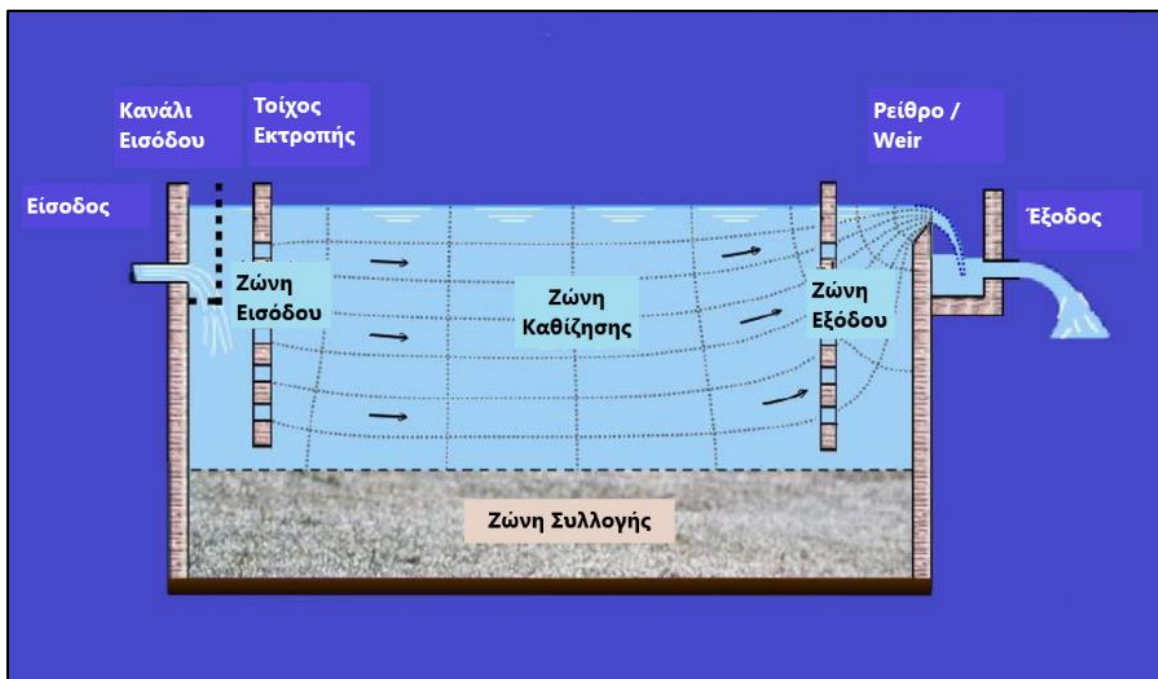
Πριν τη διάθεση του νερού αποστράγγισης στην δεξαμενή καθίζησης, το νερό θα διέρχεται από ελαιοδιαχωριστή/ λιποπαγίδα για την κατακράτηση των FOGs, καθώς και από δεξαμενή καθίζησης για μείωση των αιωρούμενων σωματιδίων, κάτι που είναι πολύ σημαντικό στη διατήρηση της λειτουργικότητας και της διηθητικής ικανότητας των δεξαμενών.

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

Στόχος είναι η απομάκρυνση ιλύος και αδρομερών ιζημάτων που αποτελούν και το μεγαλύτερο μέρος των πλουσιών σε άμμο και ιλύ εδαφών των «ανώτερων» λιθολογικών οριζόντων, μέρος των οποίων αναμένεται να εμπλακεί στην διαδικασία αποστράγγισης.

Το μέγεθος της δεξαμενής καθίζησης εξαρτάται από τη ροή των ποσοτήτων νερού αποστράγγισης. Όπως έχει αναφερθεί, θα υπάρξει χρονική επικάλυψη των διαφόρων φάσεων αποστράγγισης, γεγονός που αναμένεται να αυξήσει τις παραγόμενες ποσότητες νερού αποστράγγισης, σε σχέση με αυτές που εκτιμήθηκαν στη Μελέτη του 2020, η οποία και υπεβλήθη προς το Τμήμα Περιβάλλοντος λαμβάνοντας θετική γνωμοδότηση. Η δεξαμενή καθίζησης σχεδιάζεται ώστε να αντιμετωπίσει ροή ημερήσιας άντλησης της τάξης των 12.000m^3 (~138,9 l/s), σύμφωνα με την εκτιμώμενη μέγιστη ημερήσια άντληση, όπως αυτή παρουσιάζεται στον Πίνακα 9. Ο συντελεστής ασφαλείας που τίθεται στο σχεδιασμό της δεξαμενής θα προσφέρει καθίζηση ακόμη λεπτότερων ιζημάτων διαμέτρου μικρότερης από 0,06mm, τα οποία θα απαιτούν μεγαλύτερο χρόνο παραμονής στη δεξαμενή για σκοπούς καθίζησης τους.

Ο Πίνακας 9 παρουσιάζει τα δεδομένα που λήφθηκαν υπόψη και τα μεγέθη της δεξαμενής με μήκος 15m που περιλαμβάνει τις Ζώνες Εισόδου, Καθίζησης και Εξόδου, πλάτους 5m και βάθους 2m για τις Ζώνες Καθίζησης και Συλλογής των ιζημάτων (Βλ. Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Σχηματική αποτύπωση των κύριων λειτουργικών περιοχών μιας δεξαμενής καθίζησης

Πίνακας 9: Αναγκαίες εκτάσεις ζωνών καθίζησης και ταχύτητες για ζώνη καθίζησης 1,5m για αφαίρεση σωματιδίων μεγέθους αδρής ιλύος (0,06mm) και άνω, σε ρυθμό ροής 138,9 l/s

Περιγραφή	Δεξαμενή Καθίζησης για αφαίρεση αδρής ιλύος και μεγαλύτερα από 0,006mm
Ελάχιστο εμβαδόν ζώνης καθίζησης (m ²)	63
Πλάτος δεξαμενής (m)	5
Αναγκαίο μήκος ζώνης καθίζησης (m)	13,8
Αποδεκτό βάθος ζώνης καθίζησης (m)	1,5
Όγκος Καθίζησης (m ³)	63,1
Χρόνος κράτησης t ₀ (min)	8
Επιπρόσθετα προστίθεται 0,5m στο μήκος της δεξαμενής για τη ζώνη Εισόδου και ακόμη 0,5m για την ζώνη Εξόδου	1
Διατίθεται για τη Ζώνη Συλλογής Ιζημάτων ένα βάθος 50% του βάθους της Ζώνης Καθίζησης (m)	0,5
Μήκος (m)	15
Πλάτος (m)	5
Βάθος (m)	2

4.4.2 Διάθεση Νερού Αποστράγγισης

Στην παρούσα μελέτη εκτιμήθηκαν οι αναθεωρημένες ποσότητες του νερού αποστράγγισης, που δύναται να προκύψουν κατά την αποστράγγιση των εκσκαφών των επικείμενων φάσεων του Έργου. Η ανάγκη αναθεώρησης των ποσοτήτων κρίθηκε απαραίτητη ώστε να ληφθούν υπόψη εκείνες οι λύσεις διάθεσης οι οποίες θα διασφαλίζουν την ορθολογιστική διαχείριση του νερού αποστράγγισης, ακόμη και στις περιπτώσεις που προκύψουν τέτοιες ποσότητες σύμφωνα με σενάριο που προέκυψε στη Φάση Α1.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η προτεινόμενη λύση διαχείρισης του νερού αποστράγγισης.

➤ Προτεινόμενη Λύση Διάθεσης Νερού Αποστράγγισης

Σύμφωνα με τον Φορέα Ανάπτυξης, η διάθεση του νερού αποστράγγισης που προέκυψε από τις εργασίες αποστράγγισης των γραφειακών εγκαταστάσεων της Φάσης Α0, γινόταν σε δεξαμενή διήθησης, η έκταση της οποίας εξ' ανάγκης αυξήθηκε σε 800m² και οι γεωτρήσεις εμπλουτισμού εντός της δεξαμενής από τρεις έγιναν δώδεκα. Η εν λόγω δεξαμενή είναι διαμορφωμένη σε διαθέσιμο χώρο του υπό ανάπτυξη τεμαχίου στον οποίο μελλοντικά θα κατασκευαστεί ο χώρος πρασίνου της ανάπτυξης (βλ. Χάρτη 3).

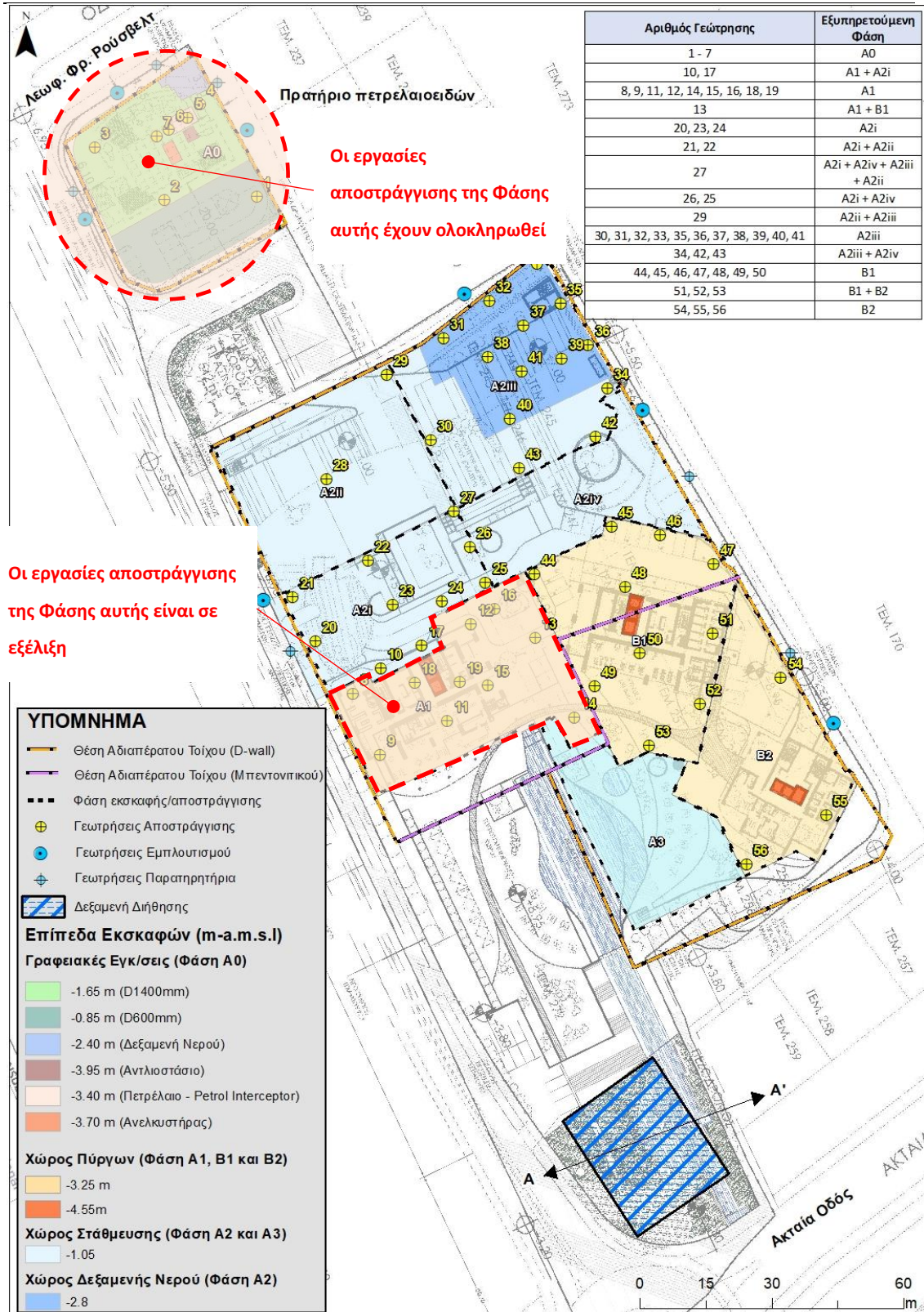
Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της δοκιμής διήθησης που εκπονήθηκε στις 12/06/2019 κατά τη διάρκεια της δοκιμαστικής άντλησης της υποπεριοχής Α0, κατά την οποία εκτιμήθηκε δυνατότητα διήθησης της τάξης των 12m³/day ανά m² επιφάνειας διήθησης, προκύπτει ότι μία δεξαμενή έκτασης **800m²** είναι επαρκής ώστε να διηθεί προς τον υδροφορέα έως και 9.000 - 9.500 m³/day, νοουμένου ότι η αυτή θα υπόκειται σε ορθή λειτουργία και συστηματική συντήρηση.

Ως εκ τούτου, σύμφωνα με τα αναθεωρημένα αποτελέσματα του συστήματος αποστράγγισης τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 9, **οι φάσεις αποστράγγισης με κωδικό «1», «2», «3», «5», «6» και «9» μπορούν να εξυπηρετηθούν πλήρως από την ήδη κατασκευασμένη δεξαμενή διήθησης**, εφόσον ο όγκος νερού που αναμένεται να αντληθεί σε κάθε μια από αυτές τις φάσεις δεν υπερβαίνει τα 9.500m³/day. Ωστόσο, οι φάσεις αποστράγγισης με κωδικό «4», «7» και «8», λόγω των σημαντικών και αυξημένων ποσοτήτων νερού αποστράγγισης που προέκυψαν κατά την επανεκτίμηση των ποσοτήτων, οι οποίες εκτιμώνται πέραν των 9.500m³/day, δύναται να μην μπορούν να εξυπηρετηθούν πλήρως από την ήδη κατασκευασμένη δεξαμενή διήθησης. Αυτό που προτείνεται ως βέλτιστη λύση για τις εν λόγω φάσεις αποστράγγισης είναι η **διήθηση 9.000m³/day** προς τον υδροφορέα μέσω της χρήσης της δεξαμενής διήθησης και η διάθεση του υπόλοιπου όγκου νερού εάν και

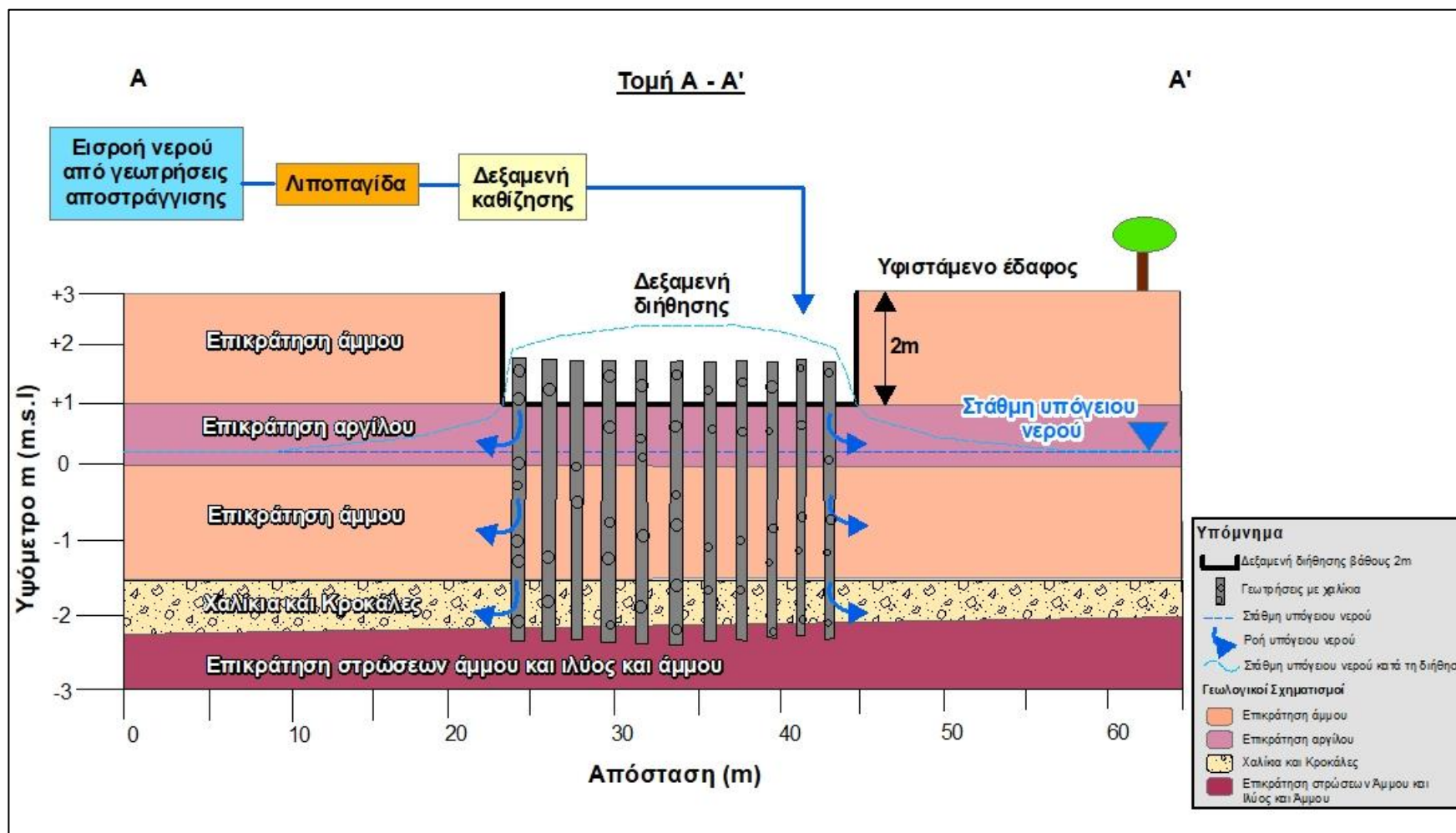
εφόσον προκύψει βάσει του δυσμενέστερου σεναρίου, στη θάλασσα μέσω υποθαλάσσιου αγωγού.

Να σημειωθεί επίσης ότι για την αύξηση του ρυθμού διήθησης εντός της δεξαμενής έχουν δημιουργηθεί 12 γεωτρήσεις βάθους περίπου 4m (με διάμετρο 1m) οι οποίες είναι γεμάτες με χαλίκια και εκτείνονται μέχρι τον πολύ υδροπερατό λιθολογικό ορίζοντα «Χαλίκια και Κροκάλες». Στον ακόλουθο Χάρτη παρουσιάζεται η χωροθέτηση της δεξαμενής διήθησης σε σχέση και με τη λιθολογία της περιοχής ενώ η ακόλουθη εικόνα παρουσιάζει σε τομή (Τομή Α-Α') τη διάταξη της δεξαμενής σε σχέση με τη λιθολογία της περιοχής.

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΛΕΜΕΣΟΥ
-ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ-



Χάρτης 3: Φάσεις Έργου και φάσεις εκσκαφής/αποστράγγισης με τη θέση του αδιαπέρατου τοίχου και τη θέση των προτεινόμενων γεωτρήσεων αποστράγγισης, των γεωτρήσεων εμπλουτισμού, των γεωτρήσεων παρατηρητήριων και τη θέση της δεξαμενής διήθησης



Εικόνα 5: Ενδεικτική διάταξη δεξαμενής διήθησης σε τομή από Δύση σε Ανατολή σε σχέση και με τη λιθολογία της περιοχής

➤ **Διάθεση του νερού στη θάλασσα**

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, σύμφωνα με τον επικαιροποιημένο προγραμματισμό εργασιών αποστράγγισης, σε κάποιες φάσεις αποστράγγισης ενδέχεται ο όγκος της απαιτούμενης αποστράγγισης, βάσει και του σεναρίου αποστράγγισης που εξετάστηκε, να μην μπορεί να διηθηθεί πλήρως προς τον υδροφορέα και να πρέπει να οδηγείται μέσω υποθαλάσσιου αγωγού στη θάλασσα.

Το νερό θα αντλείται σε αγωγούς πίεσης οι οποίοι θα διασταυρώνουν υπογείως τον χώρο της προγραμματιζόμενης «Ακταίας οδού» και θα οδηγούν τα νερά αποστράγγισης στη θάλασσα, στο βάθος των -8m (απόσταση περίπου 700m από την ακτή).

Η προτεινόμενη όδευση του αγωγού λαμβάνει υπόψη τις Ζώνες Αποκλεισμού της Αρχής Λιμένων Κύπρου, σύμφωνα με την επιστολή τους ημερομηνίας 17 Φεβρουαρίου 2020 προς το Τμήμα Περιβάλλοντος (Αριθμός Φακέλου 02.10.011.014.003.004), δίνοντας ιδιαίτερη σημασία στην παρουσία των λιβαδιών ποσειδωνίας στην ευρύτερη περιοχή, με στόχο την καλύτερη δυνατή διάχυση και διάλυση του απορριπτόμενου νερού αποστράγγισης, καθώς επίσης και τον μικρότερο δυνατό επηρεασμό των λιβαδιών ποσειδωνίας.

Στην εν λόγω επιστολή, όπου καθορίζεται η προτεινόμενη όδευση από την Αρχή Λιμένων (βλ. ακόλουθο Χάρτη), έπειτα και από την εξέταση της υποβληθείσας μελέτης του 2019 με τίτλο «Σχεδιασμός Συστήματος Αποστράγγισης και Διάθεσης του Νερού στο Υπό Ανάπτυξη Έργο “BLUE MARINE”», αναφέρονται τα εξής:

«...πρόθεση της Αρχής Λιμένων ήταν η παραχώρηση άδειας χρήσης θαλάσσιου λιμενικού χώρου με σκοπό την εγκατάσταση υποθαλάσσιου αγωγού αποστράγγισης και διάθεσης νερού και υλικών που δύναται να προκύψουν κατά τη διαδικασία της ανέγερσης του κτιρίου Blue Marine. Σημειώνεται ότι ο εν λόγω αγωγός για σκοπούς διασφάλισης της Ασφαλούς Ναυσιπλοΐας των πλοίων και σκαφών, θα πρέπει να τοποθετηθεί σε βάθος τουλάχιστον 8 μέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας και να έχει μήκος 1145 μέτρα από το σημείο που έχει καθοριστεί για την ανέγερση του πολυώροφου κτιρίου.»

Ωστόσο, ενώ η προτεινόμενη από την Αρχή Λιμένων όδευση λύνει σχετικά χωροταξικά προβλήματα τα οποία δεν είναι δημοσίως γνωστά (ζώνη αγκυροβόλησης μεγάλων σκαφών Μαρίνας Λεμεσού και ζώνη VTS λιμανιού Λεμεσού), συνοδεύεται με τρία περιβαλλοντικά προβλήματα που την καθιστά υποδεέστερη περιβαλλοντικά σε σχέση με την λύση που προτείνεται πιο κάτω. Συγκεκριμένα, τα προβλήματα που προκύπτουν είναι:

- *Η νέα όδευση μήκους 1445 μέτρων γίνεται σχεδόν εξολοκλήρου εντός λιβαδιών ποσειδωνίας (από ~500 μέτρων που ίσχυε στην προτεινόμενη) γεγονός που αυξάνει κατά πολύ τη διατάραξη του συγκεκριμένου οικοτόπου.*
- *Το σημείο απόρριψης γίνεται σε βάθος (-8 μέτρων) και σε περιοχή με παρουσία λιβαδιών ποσειδωνίας.*
- *Παρόλο που δεν υπάρχουν σχετικά τοπικά στοιχεία ρευμάτων σε μικρή κλίμακα, η περιοχή όπου προτείνεται η απόρριψη είναι σχεδόν περικλειστη (ξηρά, λιμάνι, κυματοθραύστης), και αυτό αναμένεται να έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη διάχυση και διύλιση του νερού απόρριψης και άρα τη συσσώρευση των οποιοδήποτε ρυπαντών στη περιοχή, γεγονός μη επιθυμητό.*

Για τους πιο πάνω λόγους προτείνεται μια νέα εναλλακτική όδευση του υποθαλάσσιου αγωγού, η οποία παρουσιάζεται στον ακόλουθο Χάρτη με κόκκινο χρώμα. Όπως αναλύεται εκτενώς στη συνέχεια, έχει διαφανεί ότι σε αυτό το βάθος και σε υψηλές συγκεντρώσεις Νιτρικών στην αρχική περίοδο άντλησης, η διάλυση που επιτυγχάνεται είναι πολύ σημαντική και δεν δημιουργείται κίνδυνος ευτροφισμού.

Η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, τα προτεινόμενα μέτρα και το προτεινόμενο πρόγραμμα παρακολούθησης περιγράφονται στη συνέχεια, στο Κεφάλαιο 5.



Χάρτης 4: Αρχική όδευση, προτεινόμενη όδευση Αρχής Λιμένων και νέα όδευση αγωγού διάθεσης νερών αποστράγγισης για το υπό μελέτη Έργο

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

5.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΧΕΡΣΑΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

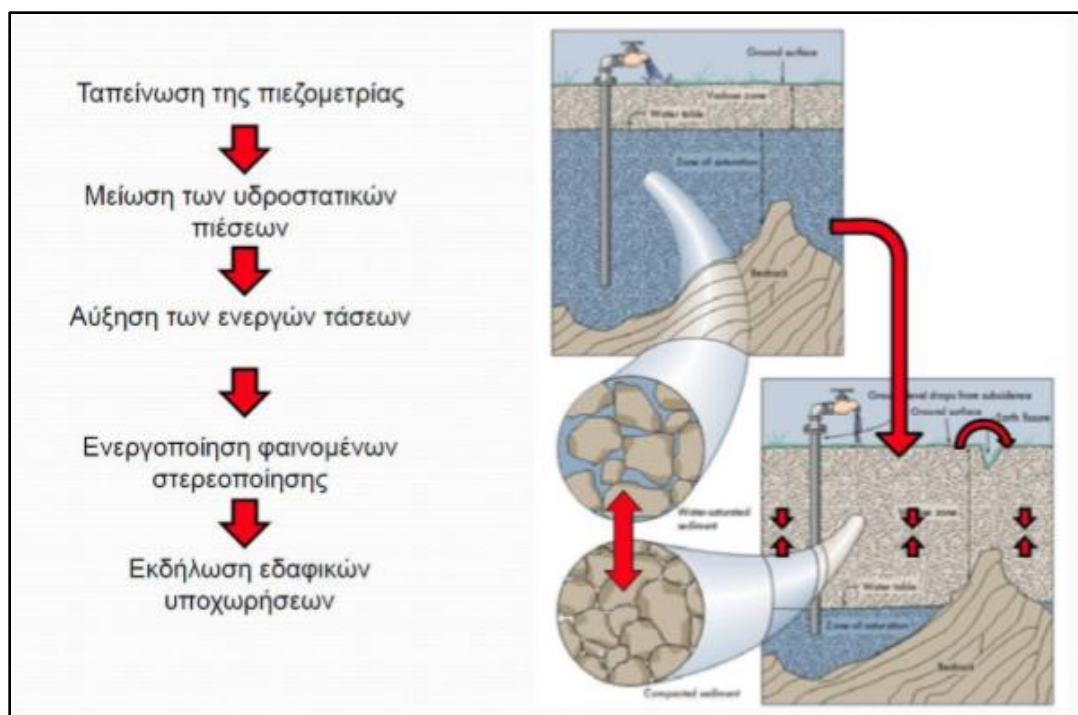
5.1.1 Εκτίμηση Επιπτώσεων Λόγω Υδρογεωλογικών Χαρακτηριστικών στις Παρακείμενες Χρήσεις Γης – Προτεινόμενα Μέτρα

➔ Επιπτώσεις

Λόγω των ποσοτήτων άντλησης που προκύπτουν από την κατασκευή του αδιαπέρατου τοίχου, η πιθανότητα φαινομένων εδαφικής υποχώρησης σε παρακείμενες περιοχές είναι μικρή.

Σημειώνεται ότι εντός της περιοχής ανάπτυξης του Έργου μόνο στην περίπτωση της υποπεριοχής A1 υπάρχει κορεσμένο στρώμα αργίλου πάχους δύο (2) μέτρων σύμφωνα με τη λιθολογία, βάσει της Γεωτεχνικής Έρευνας. Σε καμιά άλλη περίπτωση δεν παρουσιάζεται κορεσμένος άργιλος που προβλέπεται να αποστραγγισθεί. Η κατανομή μεγέθους των σωματιδίων ποικίλει λιγότερο από 5% για χαλίκια, 6 – 11% άμμου, 50-64% ιλύος και 28 - 44% άργιλος. Να σημειωθεί ότι ο άργιλος έχει αυξημένο βαθμό συμπιεστικότητας.

Ο μηχανισμός δημιουργίας εδαφικής υποχώρησης λόγω αφαίρεσης υπόγειου νερού παρουσιάζεται στην Εικόνα 6.



Εικόνα 6: 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, προτείνεται όπως το σύστημα αποστράγγισης να είναι συνδεδεμένο με ένα σύστημα φρεατίων επαναφόρτισης στην περιφέρεια/σύνορα του οικοπέδου, κυρίως βόρεια και ανατολικά, με στόχο τη διατήρηση της σταθερότητας της στάθμης του υπόγειου νερού.

Παράλληλα, για τον έλεγχο της πιο πάνω δραστηριότητας επαναφόρτισης του υδροφορέα, προτείνεται και η τακτική παρακολούθηση της στάθμης του υπόγειου νερού μέσω γεωτρήσεων/παρατηρητηρίων με στόχο τη διαρκή προσαρμογή του ρυθμού επαναφόρτισης προς διατήρηση της σταθερότητας της στάθμης του υπόγειου νερού.

5.1.2 Εκτίμηση Επιπτώσεων στην Ποιότητα του Υπόγειου Νερού – Προτεινόμενα Μέτρα

➔ Επιπτώσεις

Μετά από εκτεταμένη περίοδο άντλησης, το νερό δύναται να υφαλμυρίσει λόγω της διείσδυσης θαλασσινού νερού.

Τονίζεται ότι το φαινόμενο αυτό είναι παροδικό και μετά το πέρας της διαδικασίας της αποστράγγισης η ποιότητα του υδροφορέα, μεσοπρόθεσμα, θα επανέλθει σε αυτή που ήταν πριν τις εργασίες

αποστράγγισης. Θετικό στοιχείο αποτελεί το γεγονός πως ο υδροφορέας δεν χρησιμοποιείται ούτε για ύδρευση αλλά ούτε και άρδευση και σταδιακά η ποιότητα θα επανέλθει στην αρχική κατάσταση.

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 (αβαθών με υψηλή υδροπερατότητα), 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.

➔ **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. Από αυτή θα μπορεί να λαμβάνεται δείγμα για χημικές και μικροβιολογικές αναλύσεις, τόσο από το Φορέα Ανάπτυξης, όσο και από τις Αρμόδιες Αρχές.
- 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.

5.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

5.2.1 Διασπορά νερού αποστράγγισης στη θάλασσα – Βασικές Αρχές

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης και για σκοπούς βελτιστοποίησης των διαδικασιών διάθεσης του νερού αποστράγγισης στη θάλασσα, κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστούν διάφορα σενάρια διάθεσης του νερού στη θάλασσα, με απώτερο σκοπό την εκτίμηση των επιπτώσεων στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Στο σημείο εκβολής ενός συστήματος αγωγών άντλησης του νερού αποστράγγισης από το χώρο του εργοταξίου στο θαλάσσιο περιβάλλον, το πεδίο ροής της διασποράς των ρύπων διακρίνεται σε «γειτονικό πεδίο (near field)» και «απομακρυσμένο πεδίο (far field)».

Το «γειτονικό πεδίο» αναφέρεται στην περιοχή κοντά στο σημείο εκροής όπου υπερισχύουν οι δυνάμεις άνωσης και η αρχική ορμή των ρύπων, ενώ στο «απομακρυσμένο πεδίο» υπερισχύουν οι οριζόντιες συνιστώσες της ταχύτητας των παράκτιων νερών, οι οποίες καθορίζουν τη μεταφορά και την ανάμειξη των ρύπων. Η διάλυση που επιτυγχάνεται στο «γειτονικό πεδίο» αναφέρεται ως «αρχική» αραίωση, ενώ η διάλυση στο μακρινό πεδίο αναφέρεται ως «επόμενη» αραίωση. Σημειώνεται ότι η παρουσία ρευμάτων κατά την αρχική αραίωση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, καθώς η διάλυση δεν εξαρτάται μόνο από τα χαρακτηριστικά της εκροής και τη διαφορά πυκνότητας αλλά και από την ένταση του θαλάσσιου ρεύματος⁶.

Κατά την επόμενη αραίωση, το πεδίο που δημιουργείται μεταξύ ρύπων και θαλάσσιου νερού (διεπιφάνεια), κινείται γενικά υπό την επίδραση ενός ανομοιόμορφου και μη μόνιμου πεδίου ταχυτήτων των θαλάσσιων ρευμάτων και διασπείρεται υπό την επίδραση της τύρβης που αναπτύσσεται στις διεπιφάνειες. Λόγω των μεταβαλλόμενων υδροδυναμικών συνθηκών οι συγκεντρώσεις των ρύπων μεταβάλλονται στο χώρο και το χρόνο⁷.

⁶ Διάθεση υγρών στη θάλασσα-Υποβρύχιοι αγωγοί, Τεύχος Α', Γιάννης Ν. Κρεστενίτης, Θεσσαλονίκη 2009

⁷ Διάθεση λυμάτων στη θάλασσα, Α. Ανδρεαδάκης, ΕΜΠ – ΔΠΜΣ Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, Αθήνα, <https://bit.ly/3xcyXVC>

5.2.2 Μαθηματική προσομοίωση της ανάμειξης του νερού αποστράγγισης με το θαλασσίνο νερό

Με σκοπό τη μελέτη και την ενδεικτική εκτίμηση της διασποράς του ρύπου από το προτεινόμενο σημείο εξόδου, πραγματοποιήθηκε μαθηματική προσομοίωση με το λογισμικό CORMIX 12.0 (United States Environmental Protection Agency, 1988).

Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται πρόσφατα φυσικοχημικά δεδομένα σε σταθμό δειγματοληψίας (CY_12-C2_O1/B4) στην περιοχή του κόλπου της Λεμεσού, τα οποία χρησιμοποιούνται ως δεδομένα ποιότητας της θάλασσας για την εκτίμηση των επιπτώσεων από τη διάθεση του νερού αποστράγγισης.

Πίνακας 10: Πρόσφατα φυσικοχημικά δεδομένα στο σταθμό δειγματοληψίας CY_12-C2 O1/B4 στον κόλπο Λεμεσού (Πηγή: Τμήμα Αλιείας και Θαλάσσιων Ερευνών)

90 th percentile Chl-a Sea (µg/l)	0,11	average EC field (mS/cm)	57,43
medianNH ₄ -Nm (µmol/l)	0,80	average Salinity (0/00) (psu)	38,19
medianNO ₂ -Nm (µmol/l)	0,04	average Temperature (°C)	22,06
medianPO ₄ -Pm (µmol/l)	0,03	average DO (%)	97,3
medianNO ₃ -Nm (µmol/l)	0,74	average DO (mg/l)	8,47
medianNO ₃ -Nm (mg/l)	0,03	average pH	8,07
medianPO ₄ -Pm (mg/l)	0,0007		

Σύμφωνα με τη «Μελέτη Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από την κατασκευή και λειτουργία Μαρίνας στη Λεμεσό»⁸ στον κόλπο Λεμεσού έχουν γίνει μετρήσεις ρευμάτων από το ΤΑΘΕ σε σημείο 2km ανατολικά του παλιού λιμανιού σε βάθος 23m. Οι μετρήσεις κατέδειξαν ότι η κύρια κατεύθυνση των ρευμάτων είναι από τα ανατολικά προς τα δυτικά καθώς η κύρια κατεύθυνση των κυμάτων είναι νοτιοανατολική. Η Περιβαλλοντική Έγκριση για την επέκταση του ιχθυοτροφείου νότια του λιμένα Λεμεσού⁹ αναφέρει ότι στην περιοχή η κατεύθυνση των παράκτιων ρευμάτων είναι παράλληλη με την ακτή, και το χειμώνα η κατεύθυνση εναλλάσσεται μεταξύ δυτικής και ανατολικής κατεύθυνσης ενώ το καλοκαίρι κατευθύνονται από τα ανατολικά στα δυτικά. Η «Μελέτη χαρτογράφησης οικοτόπων και χωροθέτησης των σκαφών για δημιουργία Τεχνητών Υφάλων στις θαλάσσιες περιοχές της Αγ. Νάπας,

⁸ Μελέτη Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από την κατασκευή και λειτουργία Μαρίνας στη Λεμεσό, Νικολαΐδης και Συνεργάτες, Λευκωσία 2008

⁹ Περιβαλλοντική Έγκριση με βάση το άρθρο 11 του περί Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από ορισμένα έργα νόμου για την επέκταση του ιχθυοτροφείου της εταιρείας KIMAGRO FISHFARMING PUBLIC LTD από 500 μέχρι 700 τόνους τσιπούρας/λαβράκι, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τμήμα Περιβάλλοντος, 2001

Λεμεσού (Δασούδι) και Πάφου»¹⁰ αναφέρει ότι στην περιοχή Δασούδι στη Λεμεσό η μέση ταχύτητα των ρευμάτων στο 1m είναι 0,10m/s και στα 10m είναι 0,07m/s.

Τα δεδομένα εισόδου στο μοντέλο και οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής:

- Η ποσότητα νερού που θεωρείται ότι θα εκφορτίζεται στη θάλασσα είναι της τάξης των 3000m³/day ή 0,03m³/s, η οποία θεωρείται η μέγιστη ποσότητα νερού που ενδέχεται να απαιτηθεί να διατεθεί στη θάλασσα, βάσει του δυσμενέστερου σεναρίου.
- Ταχύτητα των ρευμάτων της ευρύτερης περιοχής μελέτης = 0,07 m/s και κατεύθυνση από ανατολικά προς δυτικά.
- Μέση μηνιαία ταχύτητα ανέμου από το Μ.Σ. 388 (Λεμεσός) = 4,40 m/s (1985-1992).
- Αρχική συγκέντρωση του ρύπου (NO₃⁻) του νερού αποστράγγισης = 161mg/l (βλ. Πίνακα 4) και μετάπτωση της συγκέντρωσης που εκτιμάται ότι θα προκύψει μετά από μία με δύο εβδομάδες άντλησης σε τιμή της τάξης των 15mg/l σύμφωνα με εμπειρία σε ανάλογα έργα παράκτιας περιοχής της Λεμεσού.
- Συγκέντρωση ρύπου (NO₃⁻) στη θάλασσα = 0,03mg/l.
- Βάθος αγωγού: -8m.
- Πυκνότητα νερού διάθεσης = 1000kg/m³ και πυκνότητα θάλασσας = 1029kg/m³.
- Διάμετρος σωλήνα/οπής = 0,40m (2×Ø200mm).

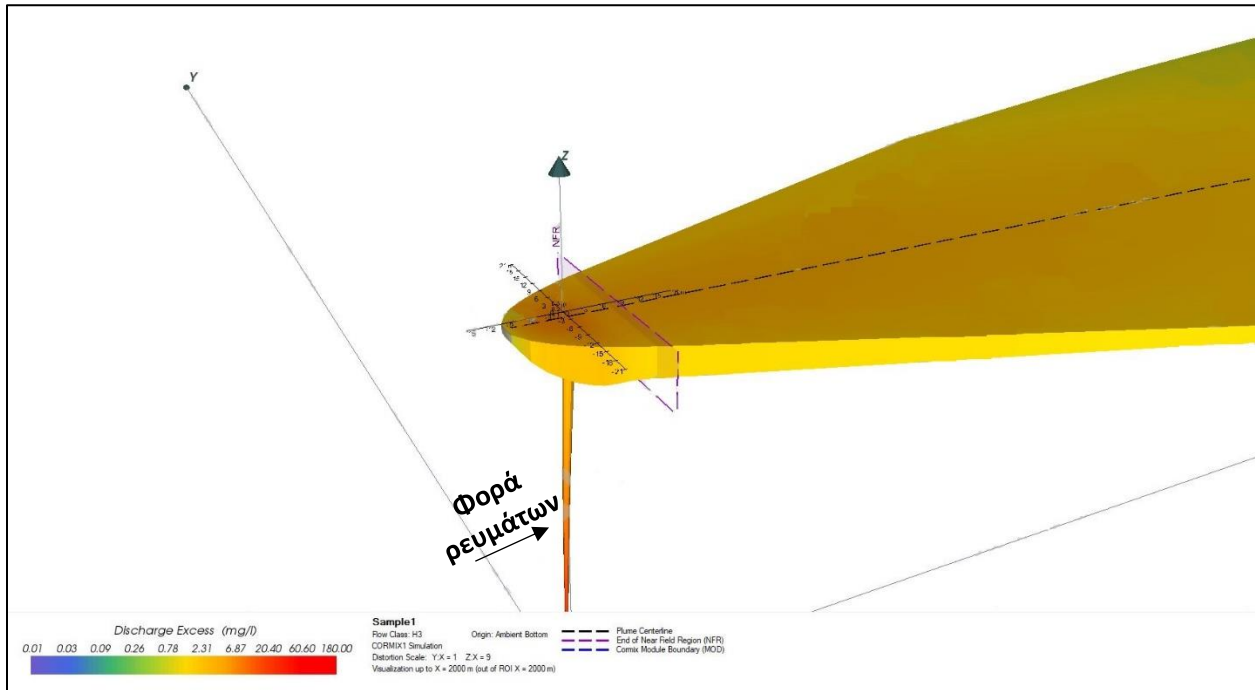
Η διασπορά του ρύπου προσομοιώνεται για τις εξής δύο φάσεις:

- **Φάση 1:** Το σημείο απόρριψης βρίσκεται σε βάθος -8m (685m απόσταση από την ακτή) και η αρχική συγκέντρωση του ρύπου είναι ίση με 161mg/l.
- **Φάση 2:** Το σημείο απόρριψης βρίσκεται σε βάθος -8m και η συγκέντρωση του ρύπου είναι ίση με 15mg/l (όπως αναμένεται να καταλήξει μετά από 1 -2 εβδομάδες άντλησης).

→ **Φάση 1: Βάθος απόρριψης -8m και αρχική συγκέντρωση ρύπου 161mg/l**

¹⁰ Μελέτη χαρτογράφησης οικοτόπων και χωροθέτησης των σκαφών για δημιουργία Τεχνητών Υφάλων στις θαλάσσιες περιοχές Αγ. Νάπας, Λεμεσού (Δασούδι) και Πάφου, CYPRUSUBSEA

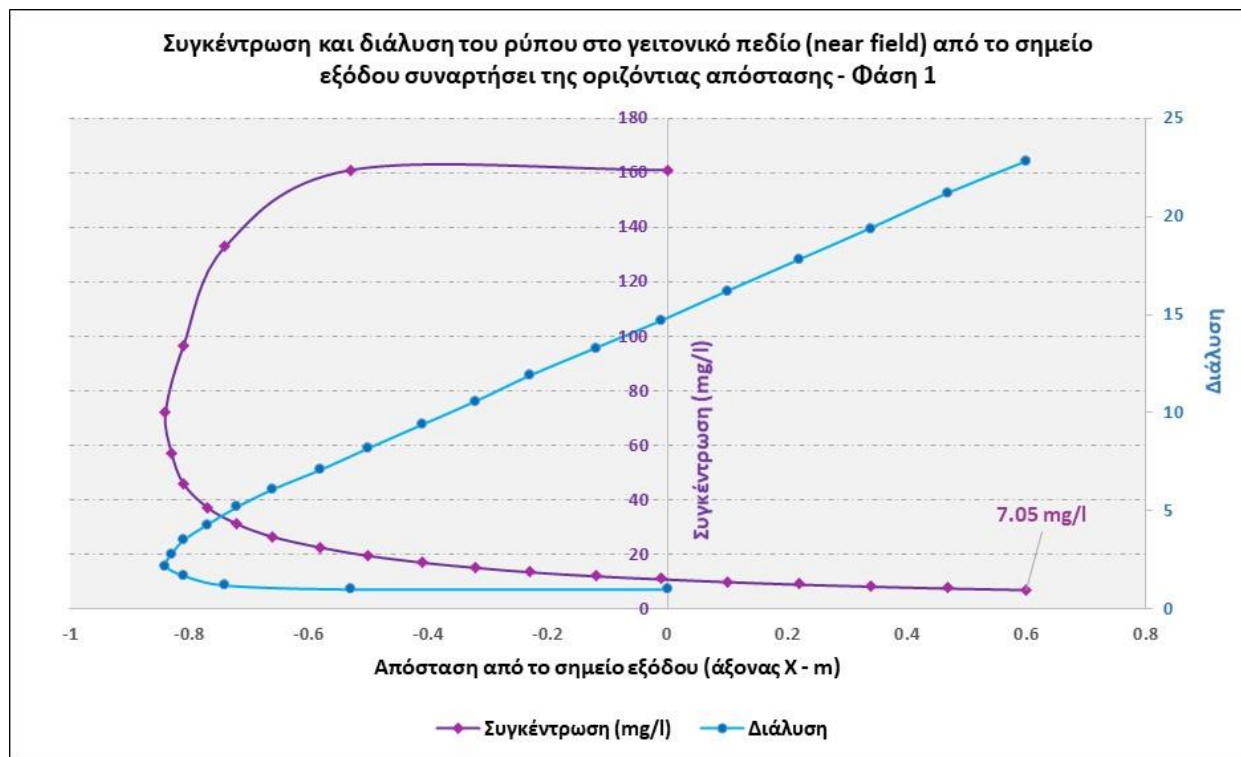
Στην ακόλουθη Εικόνα απεικονίζεται η συγκέντρωση του ρύπου (πλούμιο) από το σημείο εξόδου του αγωγού κατά τους άξονες x-y-z, όπως έχει προσομοιωθεί με τη χρήση των δεδομένων που έχουν αναφερθεί πιο πάνω. Στην Εικόνα διακρίνεται τόσο το «γειτονικό πεδίο (near field)» όσο και το «απομακρυσμένο πεδίο (far field)». Σημειώνεται ότι ο άξονας του «x» ακολουθεί την πορεία του ρεύματος, ο άξονας του «y» είναι κάθετος με την ακτή και ο άξονας του «z» αφορά το βάθος σε σχέση με την επιφάνεια του νερού όπου ο πυθμένας θεωρείται 0 (μηδέν).



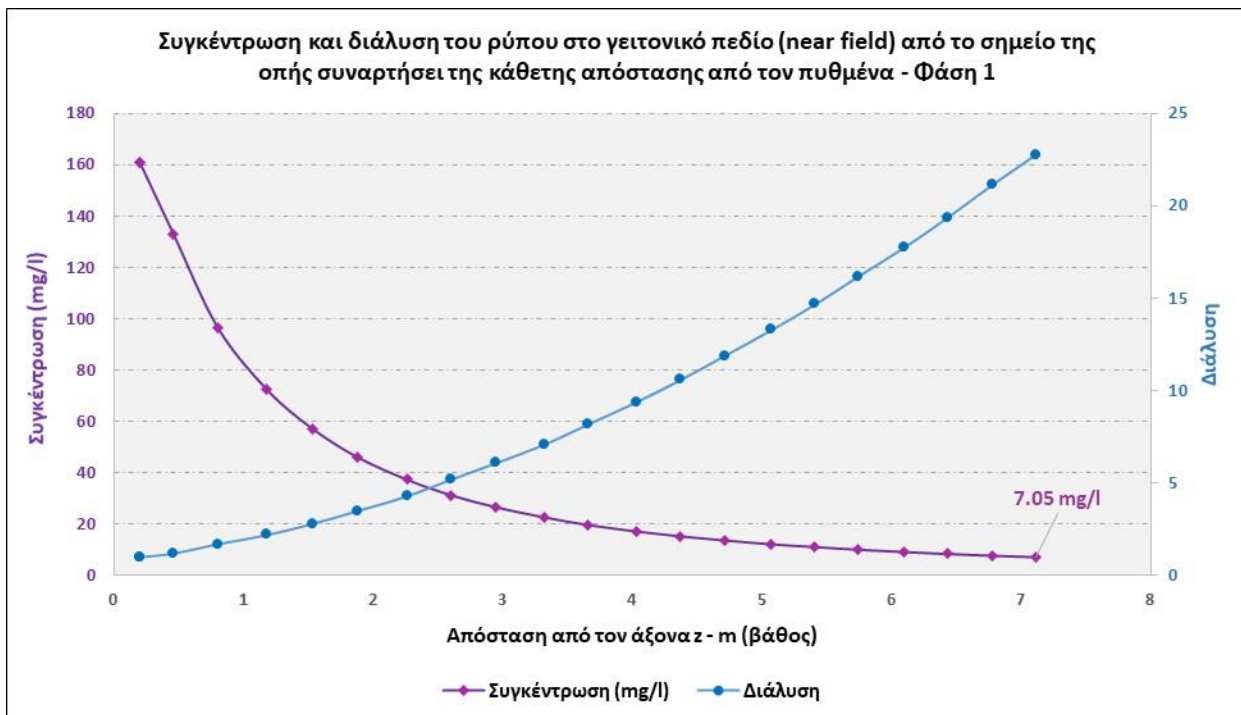
Εικόνα 7: Διασπορά ρύπου κατά τους άξονες x-y-z για αρχική συγκέντρωση ρύπου 161mg/l και βάθος απόρριψης -8m

Στο Διάγραμμα 1 απεικονίζεται η συγκέντρωση του ρύπου συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης από το σημείο εξόδου καθώς και η αραιώση (dilution - S) του ρύπου. Σημειώνεται ότι η αραιώση ορίζεται ως ο λόγος της αρχικής συγκέντρωσης προς τη συγκέντρωση σε μια δεδομένη θέση. Στο Διάγραμμα 2 απεικονίζεται η συγκέντρωση και η διάλυση του ρύπου συναρτήσει της απόστασης κατά τον άξονα του «z», ο οποίος αντιστοιχεί στο ύψος της στήλης νερού (κάθετη απόσταση από τον πυθμένα).

Από τα Διαγράμματα φαίνεται ότι η συγκέντρωση του ρύπου λίγο πριν φτάσει στην επιφάνεια (σε βάθος 7,11m, δηλαδή 0,89m από την επιφάνεια, κατά τον άξονα του «z» και σε απόσταση 0,6m κατά τον άξονα του «x» από το σημείο εξόδου στον πυθμένα) **από 161mg/l που ήταν η αρχική του τιμή μειώνεται σε 7,05mg/l, διαλύεται δηλαδή κατά ~23 φορές από την αρχική συγκέντρωση.** Σημειώνεται ότι οι αρνητικές τιμές της οριζόντιας απόστασης, υποδηλώνουν ότι ο ρύπος ακολουθεί πορεία προς την ανοικτή θάλασσα και όχι την πορεία του ρεύματος.



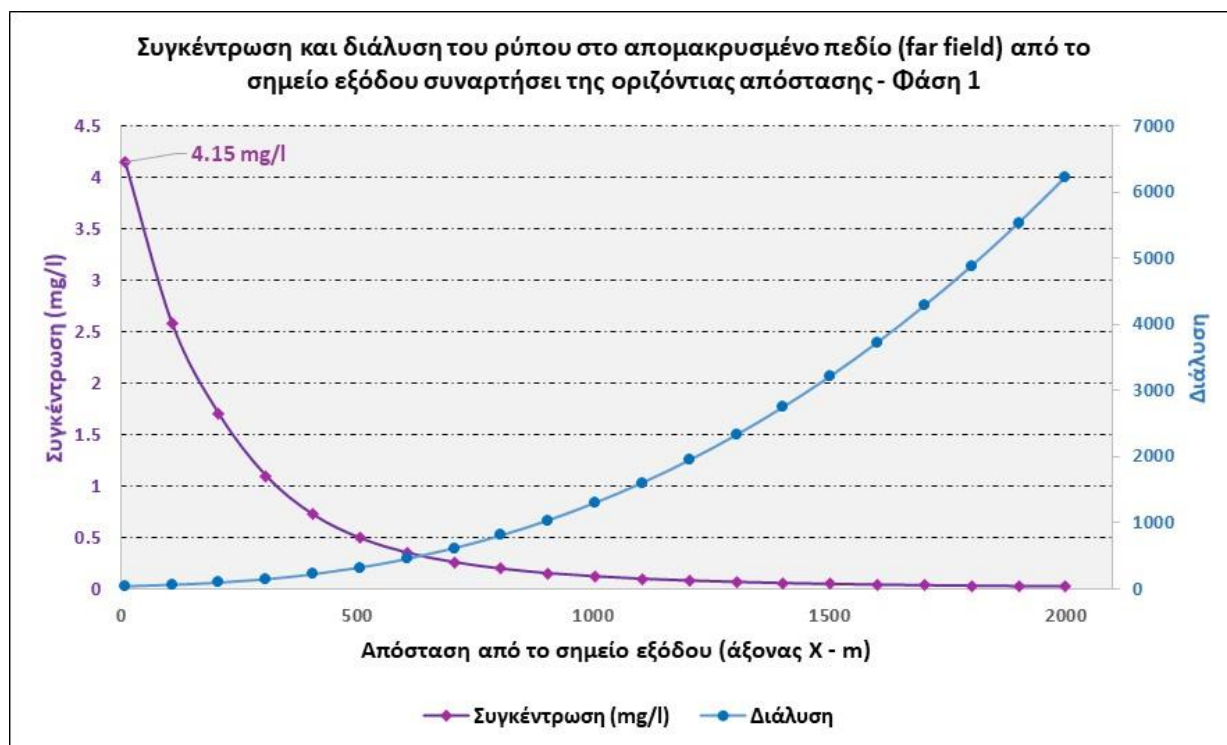
Διάγραμμα 1: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης



Διάγραμμα 2: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της απόστασης από τον άξονα των «z»

Στο Διάγραμμα 3 απεικονίζεται η συγκέντρωση και η διάλυση του ρύπου στο επόμενο στάδιο (far field), στο οποίο ο ρύπος έχει πλέον φθάσει στην επιφάνεια, συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης. **Όταν ο**

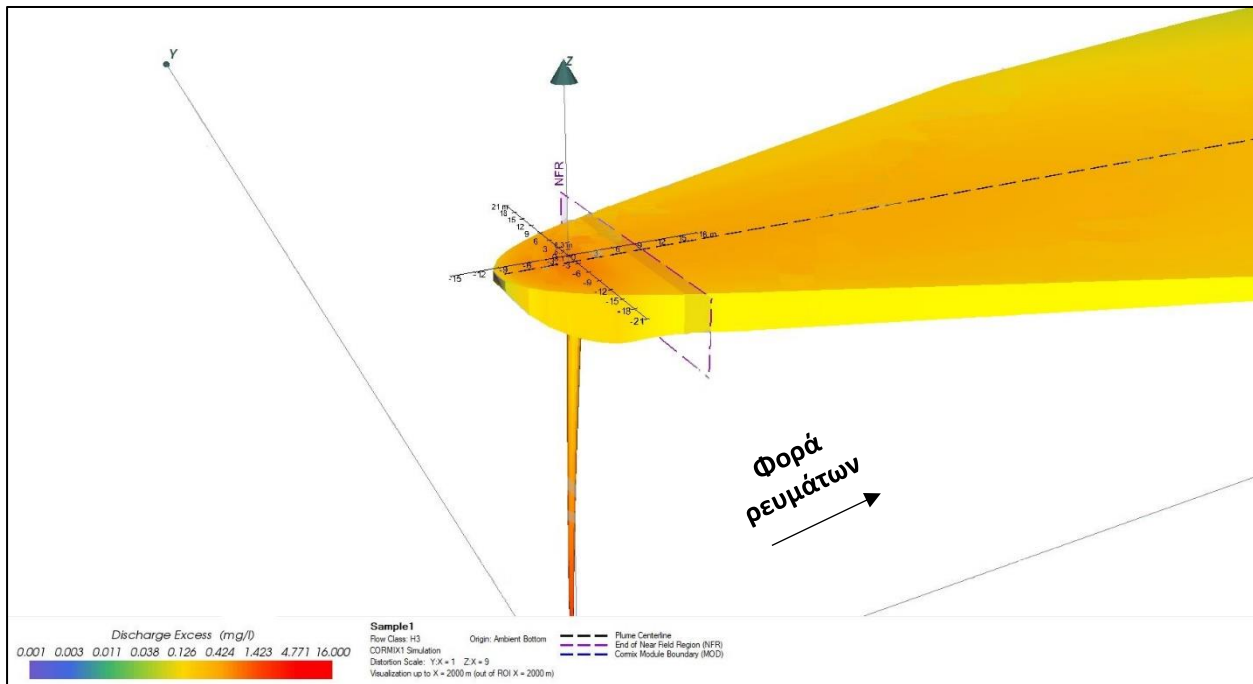
ρύπος φτάνει στην επιφάνεια, η συγκέντρωσή του είναι ίση με 4,15mg/l, έχει δηλαδή διαλυθεί κατά 39 φορές συγκριτικά με την αρχική του συγκέντρωση.



Διάγραμμα 3: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο «απομακρυσμένο πεδίο» συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης

→ **Φάση 2: Βάθος απόρριψης -8m και αρχική συγκέντρωση ρύπου 15mg/l**

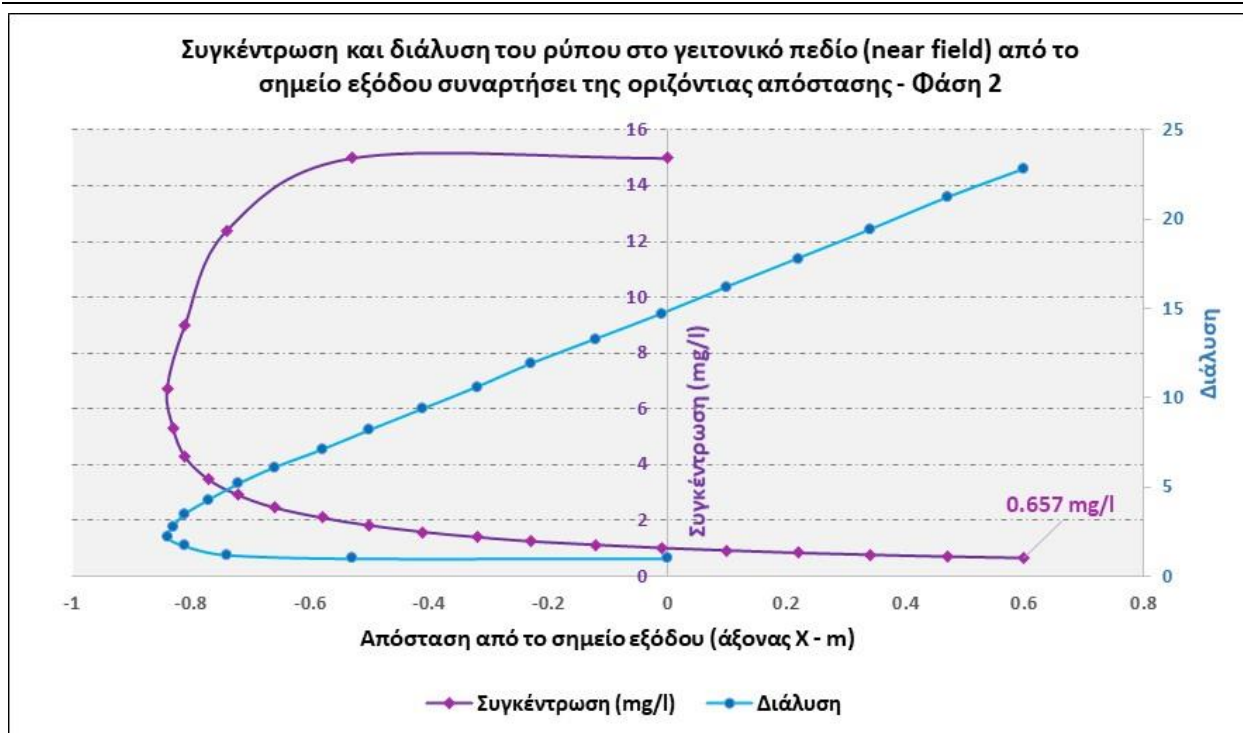
Στην ακόλουθη Εικόνα απεικονίζεται η συγκέντρωση του ρύπου (πλούμιο) από το σημείο εξόδου του αγωγού κατά τους άξονες x-y-z έχοντας ως δεδομένο ότι η αρχική συγκέντρωση ρύπου είναι 15mg/l.



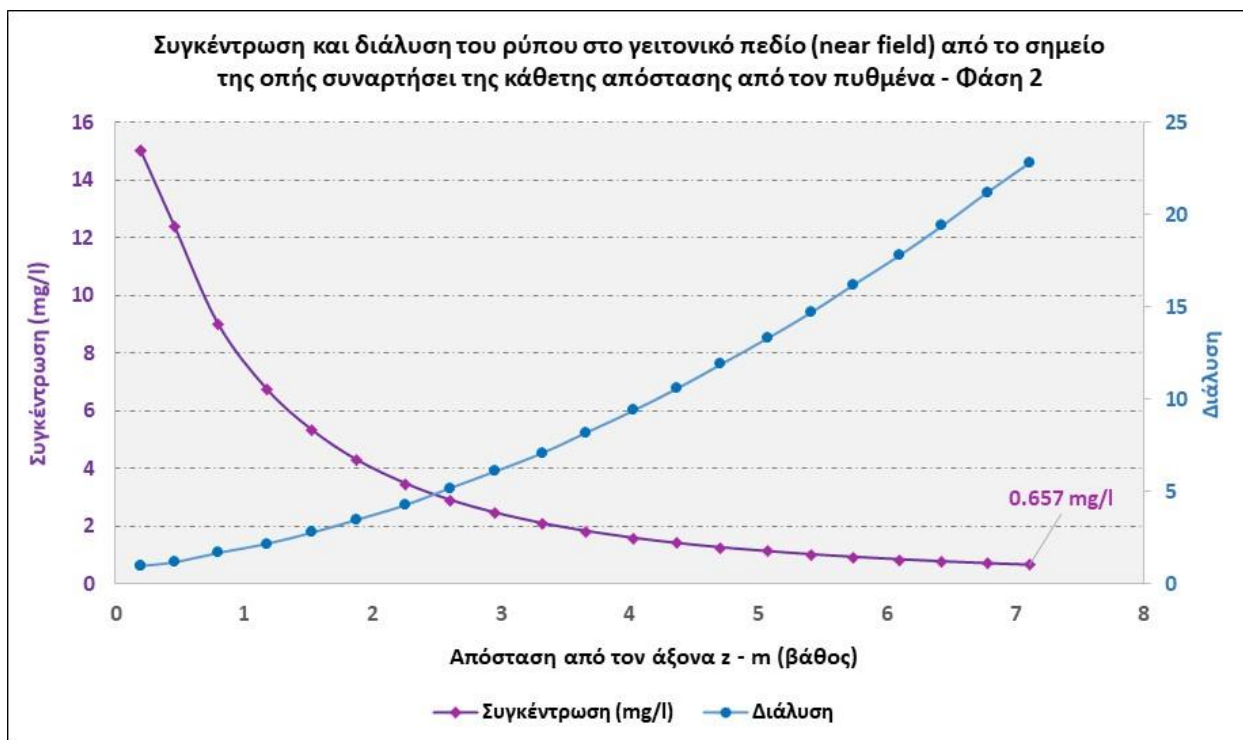
Εικόνα 8: Διασπορά ρύπου κατά τους άξονες x-y-z για αρχική συγκέντρωση ρύπου 15mg/l

Στο Διάγραμμα 4 απεικονίζεται η συγκέντρωση του ρύπου συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης από το σημείο εξόδου καθώς και η αραιώση (dilution - S) του ρύπου, και στο Διάγραμμα 5 απεικονίζεται η συγκέντρωση και η διάλυση του ρύπου συναρτήσει της απόστασης κατά τον άξονα του «z», ο οποίος αντιστοιχεί στο ύψος της στήλης νερού (κάθετη απόσταση από τον πυθμένα).

Από τα Διαγράμματα προκύπτει ότι η συγκέντρωση του ρύπου λίγο πριν φτάσει στην επιφάνεια (σε βάθος 7,11m, δηλαδή 0,89m από την επιφάνεια κατά τον άξονα του «z» και σε απόσταση 0,6m κατά τον άξονα του «x» από το σημείο εξόδου στον πυθμένα) **από 15mg/l που ήταν η αρχική του τιμή μειώνεται σε 0,657mg/l, διαλύεται κατά ~23 φορές από την αρχική συγκέντρωση.**

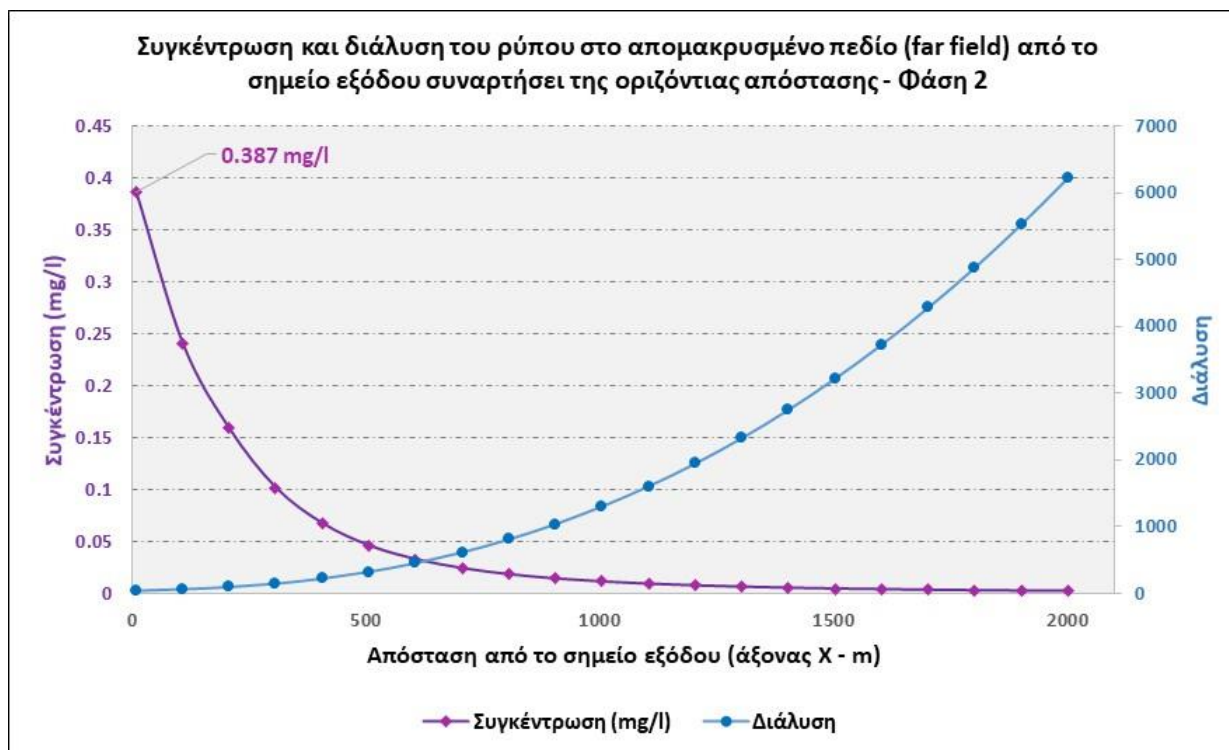


Διάγραμμα 4: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης



Διάγραμμα 5: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της απόστασης από τον άξονα των «z»

Στο Διάγραμμα 6 απεικονίζεται η συγκέντρωση και η διάλυση του ρύπου στο επόμενο στάδιο (far field), στο οποίο ο ρύπος έχει πλέον φθάσει στην επιφάνεια, συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης. Όταν ο ρύπος φθάσει στην επιφάνεια, η συγκέντρωσή του είναι ίση με 0,387mg/l, έχει δηλαδή διαλυθεί κατά 39 φορές συγκριτικά με την αρχική του συγκέντρωση.



Διάγραμμα 6: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο «απομακρυσμένο πεδίο» συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης

5.2.3 Συμπεράσματα προσομοιώσεων

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων, ο ρύπος (νιτρικά) κατά την έναρξη της άντλησης, σε βάθος -8m, διαλύεται σχεδόν εξολοκλήρου πριν οδηγηθεί στην επιφάνεια (7,05mg/l από 161mg/l). Ο ρύπος οδηγείται προς την επιφάνεια λόγω του γεγονότος ότι η πυκνότητα του είναι μικρότερη (1000kg/m³) από την πυκνότητα του θαλασσινού νερού (1029kg/m³). Στον Πίνακα 11 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δύο φάσεων που εξετάστηκαν.

Πίνακας 11: Αποτελέσματα προσομοίωσης των δύο φάσεων

Φάση	Βάθος απόρριψης (m)	Αρχική συγκέντρωση ρύπου (mg/l)	Ταχύτητα ρευμάτων (m/s)	Υπολογιζόμενη συγκέντρωση (mg/l)	
				Πριν οδηγηθεί στην επιφάνεια	Στην επιφάνεια
1	-8,0	161	0,07	7,05 σε βάθος -0,89m	4,15
2	-8,0	15	0,07	0,66 σε βάθος -0,89m	0,39

Οι προσομοιώσεις δείχνουν ότι ο ρύπος μόλις εκφορτιστεί στη θάλασσα και στις δύο φάσεις ακολουθεί πορεία προς την ανοικτή θάλασσα στα πολύ αρχικά στάδια λόγω του γεγονότος ότι η ταχύτητα του νερού που εκφορτίζεται είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από την ταχύτητα των ρευμάτων. Στη συνέχεια, ακολουθεί την κατεύθυνση των θαλάσσιων ρευμάτων η οποία έχει θεωρηθεί να είναι από τα ανατολικά προς τα δυτικά.

Ο ρύπος, στις υψηλότερες του συγκεντρώσεις, μόλις δηλαδή εκφορτιστεί στη θάλασσα, οδηγείται στα ανοικτά. Με την παρουσία όμως των ρευμάτων αλλάζει κατεύθυνση και κινείται παράλληλα προς την ακτογραμμή προς τα δυτικά, σε χαμηλές πλέον συγκεντρώσεις και στις δύο φάσεις.

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης, θεωρώντας ότι η συγκέντρωση του ρύπου μετά από άντληση μίας με δύο εβδομάδες είναι της τάξης των 15mg/l (Φάση 2), δείχνουν ότι στο σημείο απόρριψης βάθους -8m, ο ρύπος φτάνει στην επιφάνεια σε συγκεντρώσεις της τάξης του 0,66mg/l, τιμή η οποία κρίνεται ως ιδιαίτερα χαμηλή για να προκαλέσει προβλήματα ευτροφισμού.

Στον ακόλουθο Χάρτη απεικονίζεται ενδεικτικά η όδευση του αγωγού. Όπως φαίνεται η απόρριψη των νερών αποστράγγισης είναι εκτός των λιβαδιών Ποσειδωνίας και εκτός των Ζωνών Αποκλεισμού της Αρχής Λιμένων.



Χάρτης 5: Προτεινόμενη όδευση αγωγού απόρριψης νερού αποστράγγισης

5.2.4 Εκτίμηση της τροφικής κατάστασης του κόλπου Λεμεσού κατά την ανάμειξη του νερού αποστράγγισης με το θαλασσινό νερό

Το άζωτο είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη φωτοσύνθεση, όμως η υπερβολική παρουσία του προκαλεί το ανεπιθύμητο φαινόμενο του ευτροφισμού. Η κύρια πηγή αζώτου που φθάνει τις παράκτιες περιοχές είναι τα λιπάσματα των γεωργικών καλλιεργειών.

Οι επιπτώσεις της αύξησης των φορτίων αζώτου εξαρτώνται από το επίπεδο ευτροφισμού καθώς και από το ρυθμό ανανέωσης του παράκτιου συστήματος. Έτσι, ο ευτροφισμός και οι συνέπειές του είναι πιο έντονες σε ημίκλειστες περιοχές με αργή ανανέωση νερού.

Μεταβολές του λόγου N:P:Si προκαλούν μεταβολές στη σύνθεση των ειδών «πλαγκτόν» σε μια περιοχή. Υψηλά φορτία N και P μπορεί να οδηγήσουν στην ολική κατανάλωση πυριτικών αλάτων κατά τη διάρκεια επεισοδίων ευτροφισμού, με αποτέλεσμα την αλλαγή της αλληλουχίας των ειδών φυτοπλαγκτόν κατά την υπόλοιπη παραγωγική περίοδο. Παρόμοια, χαμηλές ποσότητες παροχής δημιουργούν ένα περιβάλλον χαμηλών λόγων Si:N και N:P λόγω της διαφορετικής διαθεσιμότητάς τους, οπότε αυτό ευνοεί την επικράτηση ειδών όπως τα κυανοβακτήρια και άλλων τοξικών ειδών πλαγκτόν τα οποία παράγουν τοξικές τοξίνες¹¹. Προκύπτει επομένως ότι η φόρτιση των παράκτιων υδατικών συστημάτων με υπερβολικές ποσότητες θρεπτικών αλάτων προκαλεί σημαντικές μεταβολές στη ποιότητα του παράκτιου περιβάλλοντος όπως:

- α. η εμφάνιση τοξικής άλγης,
- β. η ανάπτυξη μακροάλγης,
- γ. η μείωση της βλάστησης στον πυθμένα, λόγω σκίασης από την αύξηση της επιφανειακής θολερότητας,
- δ. η εμφάνιση υποξικών και ανοξικών συνθηκών, λόγω της αποσύνθεσης της συσσωρευόμενης βιομάζας, και
- ε. μεταβολές στη δομή των βενθικών κοινωνιών (κοινωνιών πυθμένα), λόγω της μείωσης της συγκέντρωσης οξυγόνου στον πυθμένα ή την παρουσία ειδών τοξικού φυτοπλαγκτού.

¹¹ Γεώργιος Συλαίος. Διαχείριση Εσωτερικών & Παράκτιων Υδατικών Συστημάτων II. Ανακτήθηκε την Παρασκευή, 09 Φεβρουαρίου 2018

Για την κατανόηση της τροφικής κατάστασης των παράκτιων υδατικών σωμάτων, αυτά εντάσσονται σε κατηγορίες οι οποίες δηλώνουν τη συχνότητα εμφάνισης και την ένταση των ευτροφικών φαινομένων ως ακολούθως:

Πίνακας 12: Κατηγορίες τροφικής κατάστασης παράκτιων υδατικών σωμάτων

Παράμετρος	Τροφική Κατάσταση				
	Υπερ-Ολιγοτροφικά	Ολιγοτροφικά	Μεσοτροφικά	Ευτροφικά	Υπερτροφικά
Ολικός Φώσφορος (μg/l)	<4	<10	10-35	35-100	>100
Χλωροφύλλη, Chl-a (μg/l)	<1	<2,5	2,5-8,0	8-25	>25
Secchi Depth, SD (m)	>12	>6	3,0-6,0	3-1,5	<1,5

Πηγή: ΟΟΣΑ - Σύστημα ταξινόμησης για τα λιμναία και λιμνοθαλάσσια υδατικά συστήματα

Σύμφωνα με τα πιο πάνω στοιχεία και τα πρόσφατα φυσικοχημικά δεδομένα της υπό μελέτη περιοχής του κόλπου της Λεμεσού (βλ. Πίνακα 14), προκύπτει ότι η εν λόγω περιοχή κατατάσσεται στην κατηγορία των **«υπερ-ολιγοτροφικών»**.

Με σκοπό την εκτίμηση της κατάστασης της περιοχής του κόλπου της Λεμεσού κατά την απόρριψη των νερών αποστράγγισης και την εξέταση ενδεχόμενης μείωσης του τροφικού επιπέδου με αποτέλεσμα την εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού, χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθοι δείκτες τροφικής κατάστασης του παράκτιου συστήματος:

- Δείκτης TRIX (Volleinweider et al, 1998¹²), και
- Συντελεστής Αποδοτικότητας (Efficient Coefficient)

Ο Δείκτης TRIX αποτελεί το γραμμικό συνδυασμό των λογαριθμικών τιμών τεσσάρων κύριων παραμέτρων (Χλωροφύλλη-α (Chl-a), Συγκέντρωση Διαλυμένου Ανόργανου Αζώτου (DIN), Συγκέντρωση Ολικού Φωσφόρου (TP), και το απόλυτο ποσοστό εκτροπής από το κορεσμένο οξυγόνου ($aD\%O = \text{abs}(100\% - DO \text{ Measured } \%)$)).

$$\text{TRIX} = (\text{Log}_{10} [\text{Chl-a} \times aD\%O \times \text{DIN} \times \text{TP}] + k) / m,$$

όπου $k = 1,5$ και $m = 1,2$ είναι συντελεστές κλίμακας, που εισάγονται για να καθορίσουν την κατώτατη οριακή τιμή του δείκτη και την επέκταση της σχετικής τροφικής κλίμακας, από 0 έως 10 μονάδες TRIX (προέκυψαν από την εφαρμογή του Δείκτη στη Βόρειο Αδριατική Θάλασσα).

¹² Franco GIOVANARDI* and Richard A. VOLLENWEIDER¹, Trophic conditions of marine coastal waters: experience in applying the Trophic Index TRIX to two areas of the Adriatic and Tyrrhenian seas

Για την παραγωγή των τιμών του παραπάνω Δείκτη χρησιμοποιούνται οι τιμές των παραπάνω παραμέτρων όπως έχουν μετρηθεί.

Η κατάταξη των υδατικών συστημάτων με το Δείκτη TRIx γίνεται με την ακόλουθη κλίμακα:

- $2 < TRIx < 4$, Υψηλό Τροφικό Επίπεδο, Ολιγοτροφισμός
- $4 \leq TRIx < 5$, Καλό Τροφικό Επίπεδο, Μεσοτροφισμός
- $5 \leq TRIx < 6$, Μέτριο Τροφικό Επίπεδο, Ευτροφισμός
- $6 \leq TRIx < 8$, Χαμηλό Τροφικό Επίπεδο, Υπερτροφισμός

Η τιμή του δείκτη TRIx στην περιοχή υπολογίζεται ίση με 1,9.

Ο Συντελεστής Αποδοτικότητας (Efficiency Coefficient) ορίζεται ως:

$$Eff. Coeff. = \text{Log}_{10} \left(\frac{[Chl-a \times aD\%O]}{[DIN \times TP]} \right)$$

Ο Συντελεστής αυτός εκφράζει το λογάριθμο του λόγου μεταξύ της βιολογικής απόκρισης και της παρουσίας θρεπτικών στο σύστημα. Συνήθως οι τιμές είναι αρνητικές κυμαινόμενες μεταξύ -4,48 (για το Ιόνιο Πέλαγος) και 0,45 (ΒΔ Αδριατική). Έτσι, οι χαμηλές τιμές υποδεικνύουν χαμηλή και αντίστροφα, οι υψηλές τιμές υψηλή θρεπτική αξιοποίηση.

Η τιμή του συντελεστή αποδοτικότητας στην περιοχή υπολογίζεται ίση με -1,85.

Κατά τη διάρκεια της απόρριψης του νερού αποστράγγισης στην υπό μελέτη περιοχή προκύπτουν οι ακόλουθες τιμές των δεικτών TRIx και Συντελεστή Αποδοτικότητας (Πίνακας 13).

Επιπρόσθετα, τονίζεται ότι σε αντίθεση με το γενικό δόγμα ότι στα θαλάσσια ύδατα περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη φυτοπλαγκτού αποτελεί το άζωτο (N), στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, έχει αποδειχτεί ότι ο κύριος περιοριστικός παράγοντας είναι τα φωσφορικά (P)¹³, τα οποία στην προκειμένη περίπτωση βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις (κάτω από το Όριο Ανίχνευσης).

¹³ European Commission – JRC (2009). Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters. Luxembourg.

Πίνακας 13: Εκτίμηση Δεικτών TRIX και Συντελεστή Αποδοτικότητας σε διάφορες θέσεις εντός των ορίων του πλουμίου κατά τη Φάση 1 και κατάταξη σε κλίμακες

α/α	Περιοχές επηρεασμού	Δείκτης TRIX	Συντελεστής Αποδοτικότητας	Κατάταξη συστήματος
Υφιστάμενη κατάσταση				
1	Ευρύτερη περιοχή κόλπου Λεμεσού	1,9	-1,85	Υπερ-Ολιγοτροφισμός-Υψηλό Τροφικό Επίπεδο
Κατά την απόρριψη των νερών αποστράγγισης				
1	Σημείο απόρριψης (DIN: 161 mg/l)	5,0	-5,73	Μεσοτροφισμός - Καλό Τροφικό Επίπεδο
2	«Γειτονικό πεδίο (Nearfield)» (DIN: 7,05 mg/l)	3,88	-4,22	Ολιγοτροφισμός - Υψηλό Τροφικό Επίπεδο
3	«Απομακρυσμένο πεδίο» /Σημείο ανόδου στην επιφάνεια (DIN: 4,15 mg/l max)	3,69	-3,99	Ολιγοτροφισμός - Υψηλό Τροφικό Επίπεδο

Λαμβάνοντας υπόψη τις πιο πάνω εκτιμήσεις, την απουσία Φωσφορικών και το γεγονός ότι η περιοχή αφορά μεγάλο κόλπο και η ανανέωση του νερού δεν είναι αργή, δεν αναμένεται εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού ακόμη και στην αρχική περίοδο άντλησης όπου οι συγκεντρώσεις των Νιτρικών είναι σε ψηλά επίπεδα. Παρόλα αυτά προτείνεται και μια σειρά από μέτρα για την επίτευξη καλύτερης διάχυσης του ρύπου με στόχο την περαιτέρω διάλυσή του.

5.3 ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ, ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

Σημειώνεται ότι τα πιο πάνω αποτελέσματα αφορούν προσομοιώσεις θεωρώντας ότι ο αγωγός έχει μια σπή εξόδου στο τέλος του. Παρόλο που τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η διασπορά του ρύπου που γίνεται είναι σημαντική, προτείνεται όπως οι αγωγοί απόρριψης να έχουν διαχυτήρα/ες με πολλαπλά ακροφύσια, μήκους 100m εκατέρωθεν της σπής ακόλουθη Εικόνα.

5.3.1 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 14 που ακολουθεί. Το δείγμα θα λαμβάνεται από το σημείο εντός του εργοταξίου πριν την άντληση του και απόρριψή του στις δεξαμενές διήθησης ή στη θάλασσα. Για τις δύο πρώτες εβδομάδες από την αρχή της απόρριψης προτείνεται όπως δειγματοληψία να γίνεται σε καθημερινή βάση και στη συνέχεια εβδομαδιαία.

Πίνακας 14: Ποιοτικά χαρακτηριστικά προς παρακολούθηση

Παράμετροι

Ολικά Αιωρούμενα Στερεά (TSS)	As
Θολρότητα	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 ₅	
COD	

5.3.2 Ποιοτική παρακολούθηση θαλάσσιου περιβάλλοντος

Διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, μπορεί να οδηγήσουν στον εμπλουτισμό των παράκτιων περιοχών με θρεπτικά, γεγονός που δυνατό να οδηγήσει σε αυξημένη βιομάζα φυτοπλαγκτού, αυξημένη συχνότητα και διάρκεια εξάνθησης (algal bloom) και αυξημένη παραγωγικότητα. Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α, αποτελεί κοινά αποδεκτό (σε επίπεδο Κρατών Μελών) δείκτη παρακολούθησης ευτροφισμού. Η αύξηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης-α αποτελεί ένδειξη μεταβολής των τροφικών συνθηκών στα παράκτια ύδατα. Η μετάπτωση της φυσιολογικής τροφικής κατάστασης των παράκτιων υδάτων της Κύπρου από ολιγοτροφική σε μεσοτροφική ή ευτροφική, δυνατό να επιφέρει αρνητικές επιπτώσεις όπως:

- 1) αλλαγή στη σύνθεση και λειτουργία της πελαγικής τροφικής αλυσίδας,
- 2) αυξημένη καθίζηση οργανικού υλικού,

3) αυξημένη κατανάλωση οξυγόνου που δυνατό να οδηγήσει στη μείωση της διαθέσιμης συγκέντρωσης με επακόλουθο αλλαγές στη δομή των πελαγικών βιοκοινοτήτων ή θάνατό τους, και

4) ενεργοποίηση επιβλαβούς εξάνθησης φυτοπλαγκτού που δυνατό να προκαλέσει χρωματισμό του νερού, δημιουργία αφρού, δηλητηριάσεις διηθηματοφάγων οργανισμών ή και θάνατο βενθικών ή πελαγικών ειδών.

Το θεσμικό πλαίσιο για τον έλεγχο του ευτροφισμού στα παράκτια ύδατα περιλαμβάνει αριθμό Ευρωπαϊκών Οδηγών, με ενδεικτικές την Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα (2000/60/ΕΟΚ) που απαιτεί την επίτευξη και διατήρηση τουλάχιστον Καλής Κατάστασης στα υδάτινα σώματα και την Οδηγία Πλαίσιο για τη Θάλασσα Στρατηγική (2008/56/ΕΚ)¹⁴ που απαιτεί την επίτευξη ή τη διατήρηση της καλής περιβαλλοντικής κατάστασης στις ευρωπαϊκές θάλασσες το αργότερο μέχρι το 2020, με την έγκριση σχεδίων δράσης που βασίζονται σε 11 ποιοτικούς περιγραφικούς δείκτες, εκ των οποίων ο ένας είναι ο ευτροφισμός. Ο πιο σχετικός ποσοτικοποιημένος στόχος για τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α στα παράκτια ύδατα καθορίζεται βάσει της Οδηγίας 2000/60/ΕΟΚ και οι τιμές στόχοι αφορούν όρια ποιοτικής κατάστασης, όπως περιλαμβάνονται στον Ευρωπαϊκό Κανονισμό 2018/229¹⁵.

Για την Κύπρο οι τιμές της χλωροφύλλης-α έχουν καθοριστεί ως εξής¹²:

- Όριο άριστης/καλής κατάστασης: 0,29 µg/l
- Όριο καλής/μέτριας κατάστασης: 0,53 µg/l

Οι τιμές εκφράζονται ως τιμή του 90^{ου} εκατοστημορίου που υπολογίζεται για την προκαθορισμένη εποχή ανάπτυξης και για πενταετή περίοδο τουλάχιστον. Οι τυποποιημένες συνθήκες αναφοράς (reference conditions) για τη χλωροφύλλη –α στην Κύπρο είναι 0,08 µg/l. Αρμόδια Αρχή για την ποιοτική παρακολούθηση των παράκτιων υδάτων βάσει της Οδηγίας 2000/60/ΕΟΚ είναι το ΤΑΘΕ.

¹⁴ http://www.moa.gov.cy/moa/dfmr/dfmr.nsf/page19_gr/page19_gr?OpenDocument

¹⁵ European Commission (2018). Commission Decision (EU) 2018/229 on establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Commission Decision 2013/480/EU

Επιπρόσθετα οι *Pagou et al (2007)*¹⁶, κατά την άσκηση διαβαθμονόμησης των Κρατών Μελών της Μεσογειακής περιοχής για την Οδηγία 2000/60/ΕΟΚ, πρότειναν τροφική ταξινόμηση για τα παράκτια ύδατα βάσει των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης-α (Πίνακας 15).

Πίνακας 15: Τροφική κατάταξη παράκτιων υδάτινων σωμάτων βάσει των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης -α (Πηγή Pagou et al, 2007).

Τροφικό επίπεδο	Συγκέντρωση χλωροφύλλης -α (μg/l)
Ολιγοτροφικό	<0,1
Κατώτερο μεσοτροφικό	0,1-0,6
Ανώτερο μεσοτροφικό	0,6-2,21
Ευτροφικό	>2,21

Οι συνθήκες των παράκτιων (ένα ναυτικό μίλι από την ακτή) ή εγγύς παράκτιων (500-1500 m από την ακτή) περιοχών της Κύπρου αντικατοπτρίζονται ενδεικτικά για το 2012¹⁷, σε τιμές συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α <0,16 μg/l. Για την περίοδο 2004-2006 οι συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης-α ήταν 0,07-0,11 μg/l, με μέση τιμή το 0,086 μg/l. Υπάρχουν αναφορές για ακόμα πιο χαμηλές συγκεντρώσεις χλωροφύλλης με εύρος τιμών 0,01-0,09 μg/l.

Βάσει των πιο πάνω και στα πλαίσια ποιοτικής παρακολούθησης της θαλάσσιας περιοχής απόρριψης, προτείνεται το πιο κάτω σχέδιο παρακολούθησης ευτροφισμού, με κύρια παράμετρο αξιολόγησης την χλωροφύλλη-α (Πίνακας 16).

¹⁶ Pagou K., Siokou-Frangou I., Papathanasiou E (2007). *Nutrients and their ratios in relation to eutrophication and hab occurrence. The case of eastern Mediterranean coastal waters. Circabc.*

¹⁷ European Environment Agency (2018). *Chlorophyll in transitional, coastal and marine waters.*

Πίνακας 16: Προτεινόμενο σχέδιο παρακολούθησης ευτροφισμού με κύρια παράμετρο αξιολόγησης την χλωροφύλλη-α

Μονάδα μέτρησης: µg/l	
Αναλυτική μέθοδος: Θα καθορισθεί από το εργαστήριο που θα αναλάβει την ανάλυση	
Τύπος δείγματος: νερό	
Εποπτική Παρακολούθηση (για εκτίμηση επιπτώσεων από πιέσεις, σχεδιασμό μελλοντικών προγραμμάτων παρακολούθησης, εκτίμηση μακροπρόθεσμων μεταβολών φυσικών συνθηκών από ανθρώπινες δραστηριότητες)	
Βάθος δειγματοληψίας:	Επιφάνεια 0-0,5 m προς τα δυτικά του σημείου απόρριψης
Συνιστώμενη συχνότητα	βάσει περιβαλλοντικών όρων (προτείνεται μηνιαίως)
Σημείο δειγματοληψίας:	Στην περιοχή που περιλαμβάνει διαμήκη απόσταση 0-10 m από το σημείο απόρριψης
Αριθμός δειγμάτων:	1
Διερευνητική Παρακολούθηση* (για την εξακρίβωση της πηγής και του μεγέθους της ρύπανσης)	
Βάθος δειγματοληψίας:	Κυμαινόμενο προς τα δυτικά του σημείου απόρριψης. Η επιλογή του βάθους στηρίζεται στην κατανομή του φωτός στη στήλη του νερού και στη φυσική κατάσταση της στήλης (ανάμειξη νερού, στρωμάτωση) και στηρίζεται στην εξασθένηση της ηλιακής ακτινοβολίας με το βάθος. Ο καθορισμός της κατακόρυφης εξασθένησης της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να γίνει με φωτόμετρο ή δίσκο Secchi. Βιβλιογραφικά προτείνονται δειγματοληψίες στα βάθη εκείνα όπου η ακτινοβολία μειώνεται στο 95%, 75%, 50%, 25%, 10%, 3% και 1%. Συστήνεται η συλλογή δειγμάτων σε βάθη 0-0,5m (επιφάνεια), 3m, 7m, 10m.
Συνιστώμενη συχνότητα:	Εβδομαδιαίως μέχρι τον εντοπισμό και άρση της πίεσης
Σημείο δειγματοληψίας:	3 σημεία δειγματοληψίας στην περιοχή που περιλαμβάνει διαμήκη αποστάσεις 0-10 m, 10-20 m, 20-30 m από το σημείο απόρριψης.
Αριθμός δειγμάτων:	12

*Σε περίπτωση που οι συγκεντρώσεις της χλωροφύλλη –α υπερθούν τον ετήσιο μέσο όρο ή τιμές > 0,53 µg/l προτείνεται να ενεργοποιείται η διαδικασία διερευνητικής παρακολούθησης

5.3.3 Άλλα Μέτρα Παρακολούθησης

➔ **Τακτική υψομετρική παρακολούθηση σταθερών σημείων στα σύνορα του οικοπέδου**
Συστηματική υψομετρική παρακολούθηση σταθερών σημείων στην επιφάνεια του εδάφους, στα σύνορα του οικοπέδου (τουλάχιστον 1 σημείο σε κάθε πλευρά). Ο στόχος είναι η εξακρίβωση οποιασδήποτε εδαφικής υποχώρησης και λήψης μέτρων διατήρησης της στάθμης του νερού, κατά το δυνατόν, στο αρχικό της επίπεδο. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στα βόρεια και ανατολικά της ανάπτυξης ώστε να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας για τον αποκλεισμό οποιουδήποτε επηρεασμού της Φραγκλίνου Ρούσβελτ, αλλά και των υποστατικών στα ανατολικά.

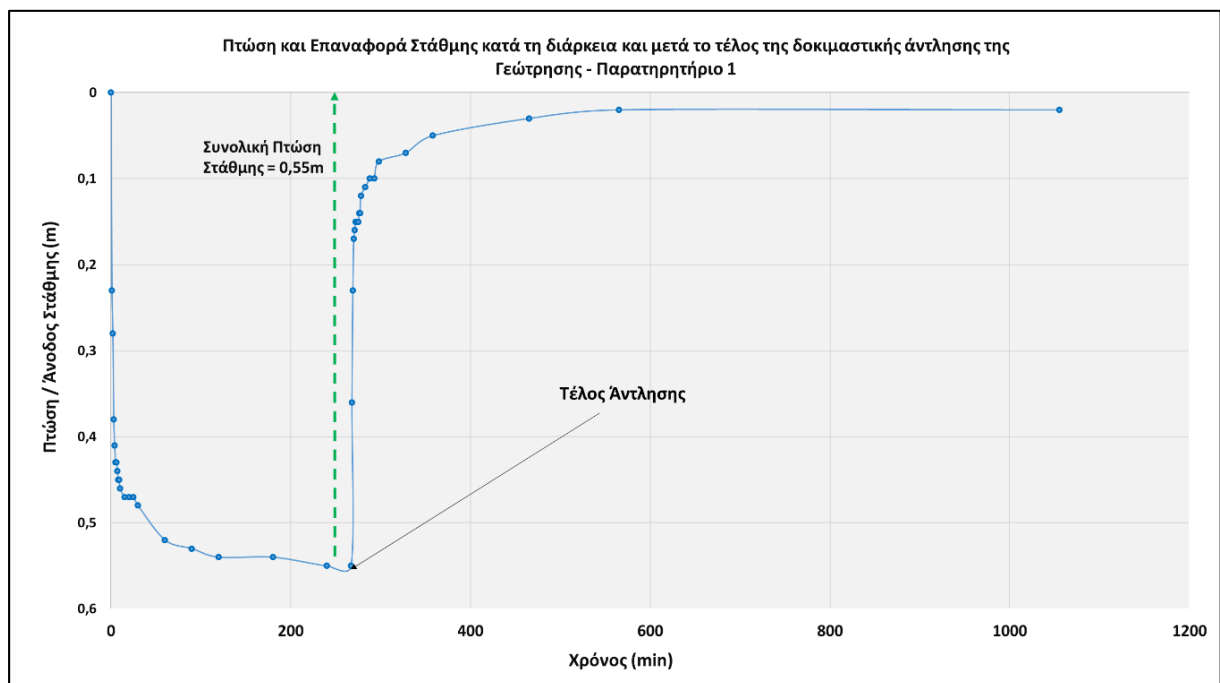
6 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΕΣ ΑΝΤΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΗΘΗΣΗΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΤΗΣ 31/05/2018 ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ Α2

Η δοκιμαστική άντληση διεξήχθη την Πέμπτη 31/05/2018 και διήρκησε 267 λεπτά (4,45 ώρες) με μέσο ρυθμό άντλησης 45m³/h και με την πτώση της στάθμης να σταθεροποιείται μετά από 4 ώρες (240 λεπτά). Στη συνέχεια, η ανύψωση/επαναφορά της στάθμης παρακολουθήθηκε για 13 ώρες, χρόνος στον οποίο παρατηρήθηκε πλήρης επαναφορά της. Η παρακολούθηση τόσο της πτώσης όσο και της επαναφοράς της στάθμης έγινε μέσω δύο γεωτρήσεων-παρατηρητηρίων σε αποστάσεις 5m (Παρατηρητήριο 1) στα βόρεια, και 10m (Παρατηρητήριο 2) στα νότια της γεώτρησης άντλησης (Χάρτης Ι-1).

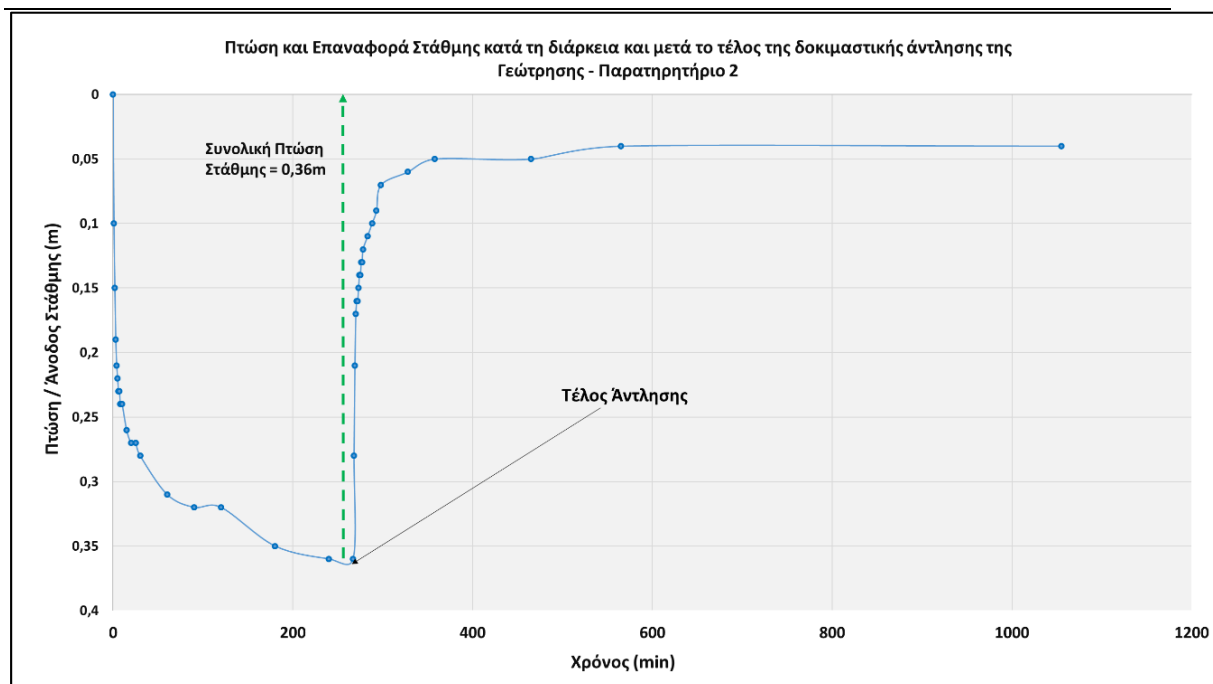
Η παρακολούθηση της δοκιμαστικής άντλησης στις δύο γεωτρήσεις – παρατηρητήρια παρουσιάζεται στα Διαγράμματα Ι-1 και Ι-2.



Διάγραμμα Ι- 1: Πτώση και Επαναφορά της στάθμης κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος της άντλησης στο Παρατηρητήριο αρ. 1.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε τόσο με το λογισμικό «Aquifer Win¹⁸,» όσο και με τη χρήση φύλλων εργασίας “Excel”. Να σημειωθεί ότι για τα αποτελέσματα της ανάλυσης με το λογισμικό «Aquifer Win», το δεκαδικό σύμβολο είναι η τελεία («.») ενώ για την υπόλοιπη μελέτη, συμπεριλαμβανομένων των Πινάκων και Διαγραμμάτων, το σύμβολο είναι το κόμμα («,») και η υποδιαίρεση των χιλιάδων είναι η τελεία («.»).

¹⁸ <https://www.rockware.com>



Διάγραμμα Ι- 2: Πτώση και Επαναφορά της στάθμης κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος της άντλησης στο Παρατηρητήριο αρ. 2.

Οι Πίνακες Ι-1 και Ι-2 παρουσιάζουν τα δεδομένα για τη Πτώση και Επαναφορά της στάθμης στο Παρατηρητήριο 1 και 2 αντίστοιχα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης της πτώσης και επαναφοράς της στάθμης για τις δύο γεωτρήσεις – παρατηρητήρια (Διαγράμματα Ι-3 έως Ι-12).

Με την ανάλυση των αποτελεσμάτων της πτώσης και επαναφοράς της στάθμης στις δύο γεωτρήσεις – παρατηρητήρια, η τιμή της Μεταβιβαστικότητας «Τ» κυμαίνεται από 1709 m²/d μέχρι 2470 m²/d, με μέσο όρο την τιμή των 2084m²/d.

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΛΕΜΕΣΟΥ, ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Πίνακας Ι- 1: Δεδομένα για τη Πτώση και Επαναφορά της στάθμης στο Παρατηρητήριο 1

Γεώτρηση-Παρατηρητήριο 1 5m Βόρεια της Γεώτρησης άντλησης				
Πτώση της Στάθμης				
Ημερομηνία	Χρόνος από έναρξη της άντλησης (min)	Βάθος νερού από επιφάνεια εδάφους (m)*	Πτώση στάθμης νερού - s (m)	
31/05/2018	0	4,70	0	
	1	4,93	0,23	
	2	4,98	0,28	
	3	5,08	0,38	
	4	5,11	0,41	
	5	5,13	0,43	
	6	5,13	0,43	
	7	5,14	0,44	
	8	5,15	0,45	
	9	5,15	0,45	
	10	5,16	0,46	
	15	5,17	0,47	
	20	5,17	0,47	
	25	5,17	0,47	
	30	5,18	0,48	
	60	5,22	0,52	
	90	5,23	0,53	
	120	5,24	0,54	
	180	5,24	0,54	
	240	5,25	0,55	
267	5,25	0,55		
01/06/2018	Επαναφορά στάθμης νερού			
	Χρόνος από έναρξη της άντλησης (min)	Χρόνος από τέλος της άντλησης (min)	Βάθος μέχρι στάθμη νερού (m)	Υπολειπόμενη πτώση - s' (m)
	268	1	5,06	0,36
	269	2	4,93	0,23
	270	3	4,87	0,17
	271	4	4,86	0,16
	272	5	4,85	0,15
	273	6	4,85	0,15
	274	7	4,85	0,15
	275	8	4,85	0,15
	276	9	4,84	0,14
	277	10	4,84	0,14
	278	11	4,82	0,12
	283	16	4,81	0,11
	288	21	4,80	0,10
	293	26	4,80	0,10
	298	31	4,78	0,08
	328	61	4,77	0,07
	358	91	4,75	0,05
	465	198	4,73	0,03
565	298	4,72	0,02	
01/06/2018	1055	788	4,72	0,02

*Υψόμετρο επιφάνειας εδάφους +5,25m (a.m.s.l)

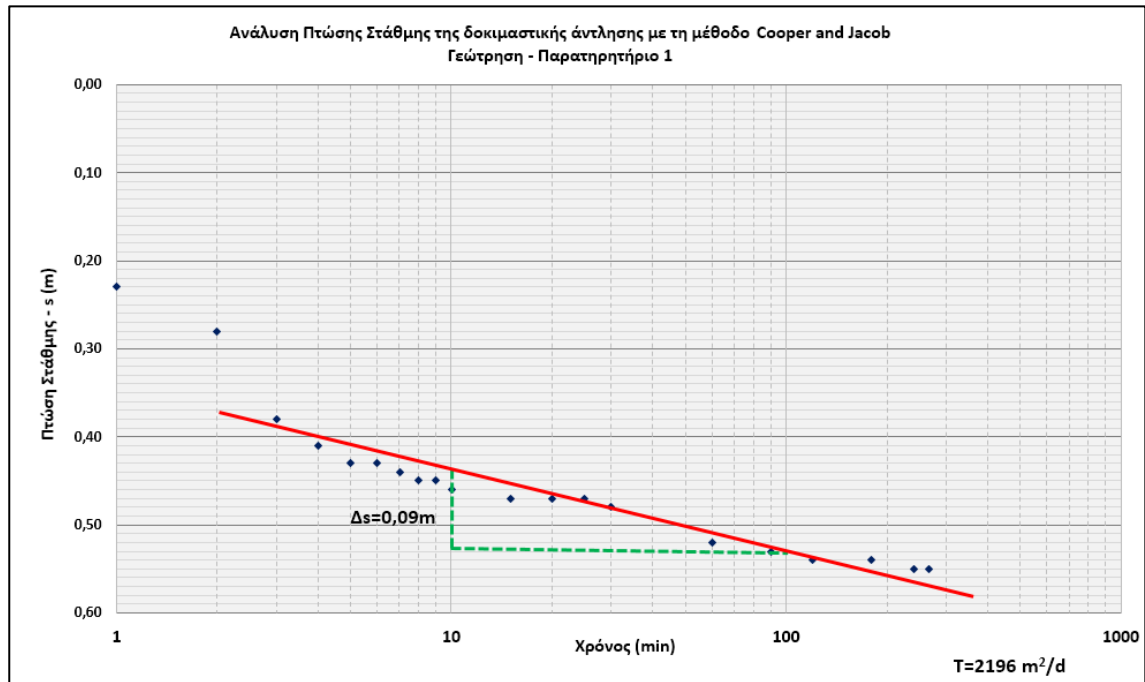
ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ
ΛΕΜΕΣΟΥ, ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Πίνακας Ι- 2: Δεδομένα για τη Πτώση και Επαναφορά της στάθμης στο Παρατηρητήριο 2

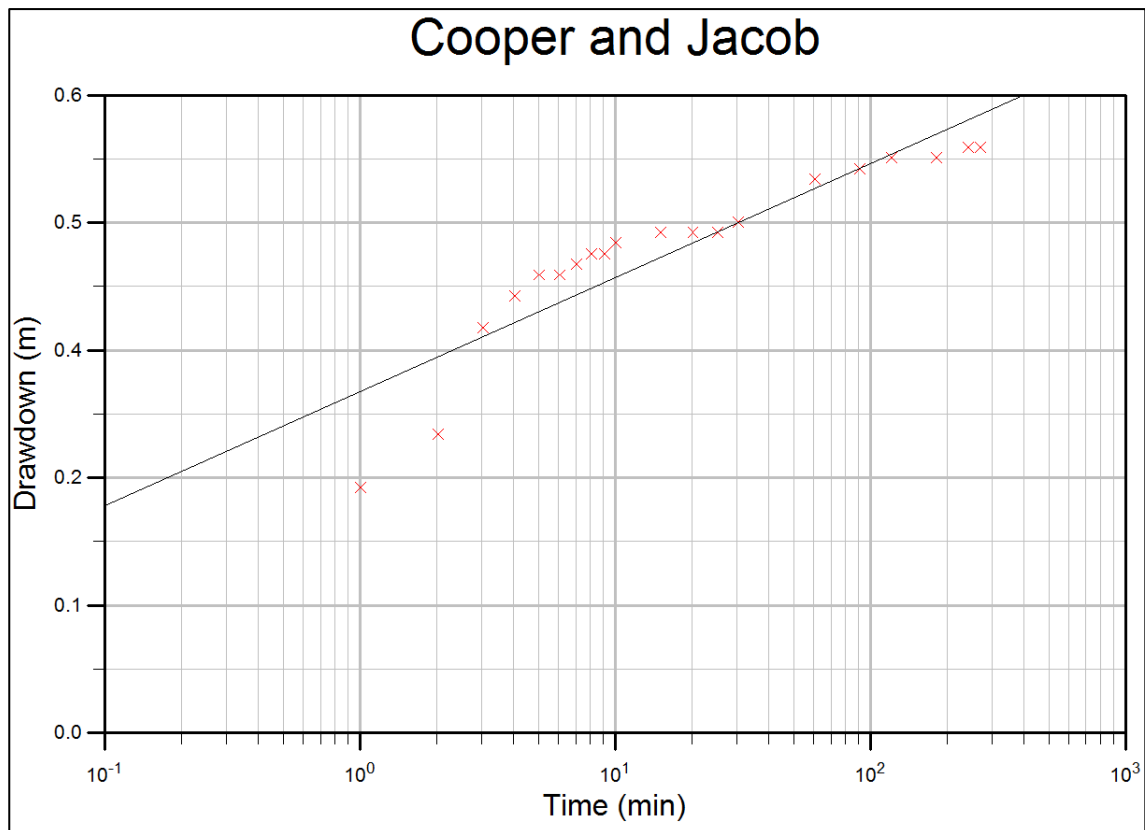
Γεώτρηση-Παρατηρητήριο 2 10m Νότια της Γεώτρησης άντλησης			
Πτώση της Στάθμης			
Ημερομηνία	Χρόνος από έναρξη της άντλησης (min)	Βάθος νερού από επιφάνεια εδάφους (m)	Πτώση στάθμης νερού - s (m)
31/05/2018	0	4,74	0
	1	4,84	0,10
	2	4,89	0,15
	3	4,93	0,19
	4	4,95	0,21
	5	4,96	0,22
	6	4,97	0,23
	7	4,97	0,23
	8	4,98	0,24
	9	4,98	0,24
	10	4,98	0,24
	15	5,00	0,26
	20	5,01	0,27
	25	5,01	0,27
	30	5,02	0,28
	60	5,05	0,31
	90	5,06	0,32
	120	5,06	0,32
	180	5,09	0,35
	240	5,10	0,36
267	5,10	0,36	
Επαναφορά στάθμης νερού			
31/05/2018	Χρόνος από έναρξη της άντλησης (min)	Χρόνος από τέλος της άντλησης (min)	Επαναφορά στάθμης (m) Υπολειπόμενη πτώση - s' (m)
	268	1	5,02
	269	2	4,95
	270	3	4,91
	271	4	4,90
	272	5	4,90
	273	6	4,89
	274	7	4,88
	275	8	4,88
	276	9	4,87
	277	10	4,87
	278	11	4,86
	283	16	4,85
	288	21	4,84
	293	26	4,83
	298	31	4,81
	328	61	4,80
	358	91	4,79
	465	198	4,79
	565	298	4,78
01/06/2018	1055	788	4,78

➤ Γεώτρηση - Παρατηρητήριο - 1

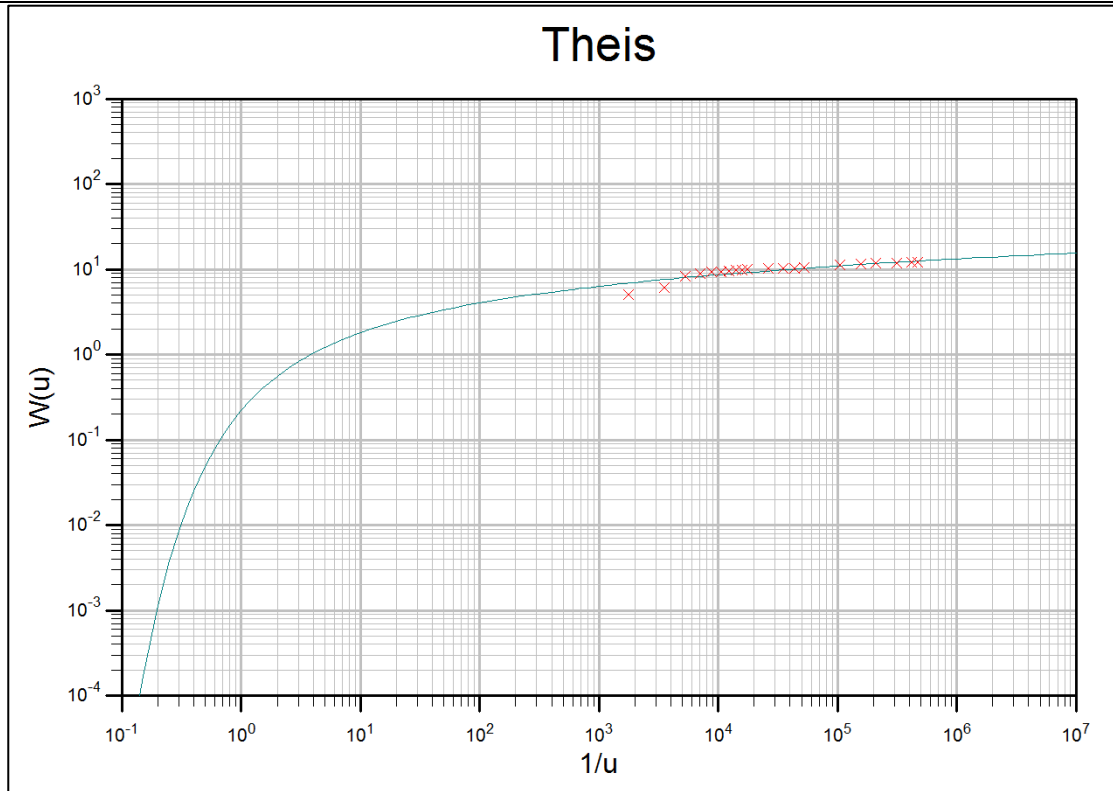
Ανάλυση αποτελεσμάτων της Πτώσης και Επαναφοράς της στάθμης του νερού:



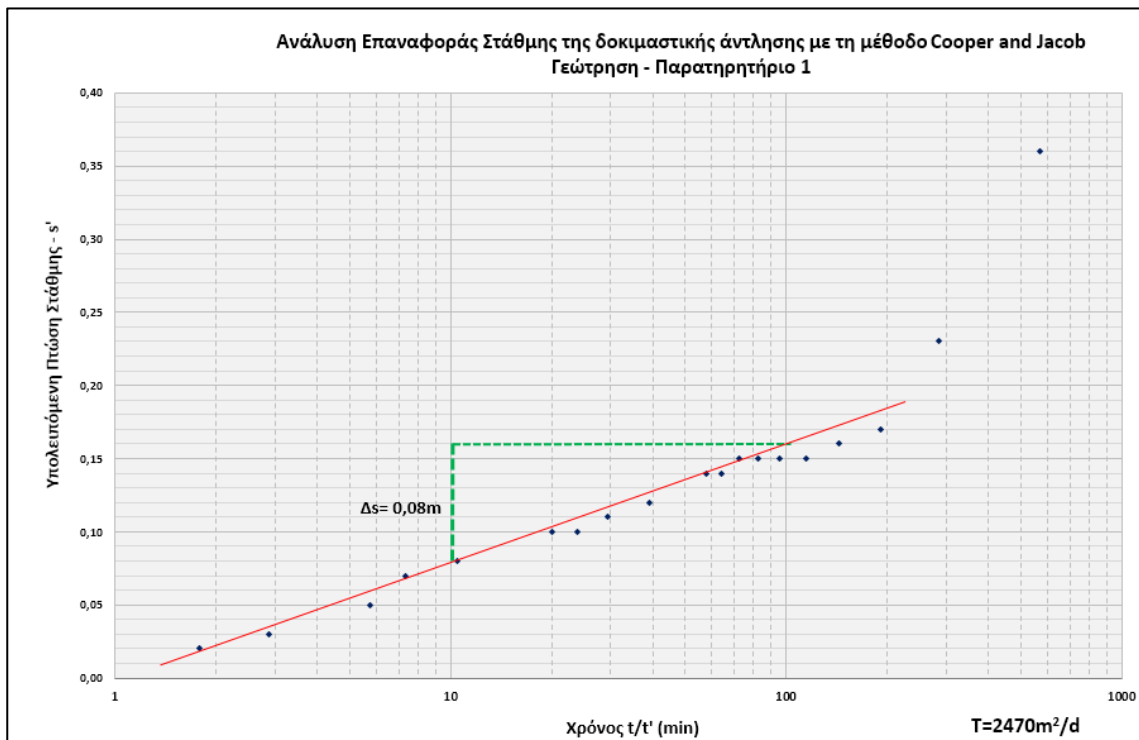
Διάγραμμα Ι- 3: Ανάλυση της Πτώσης της στάθμης στο Παρατηρητήριο 1 με τη χρήση της μεθόδου Cooper and Jacob (με τη χρήση λογισμικού σε Excel) $T=2196 \text{ m}^2/\text{d}$



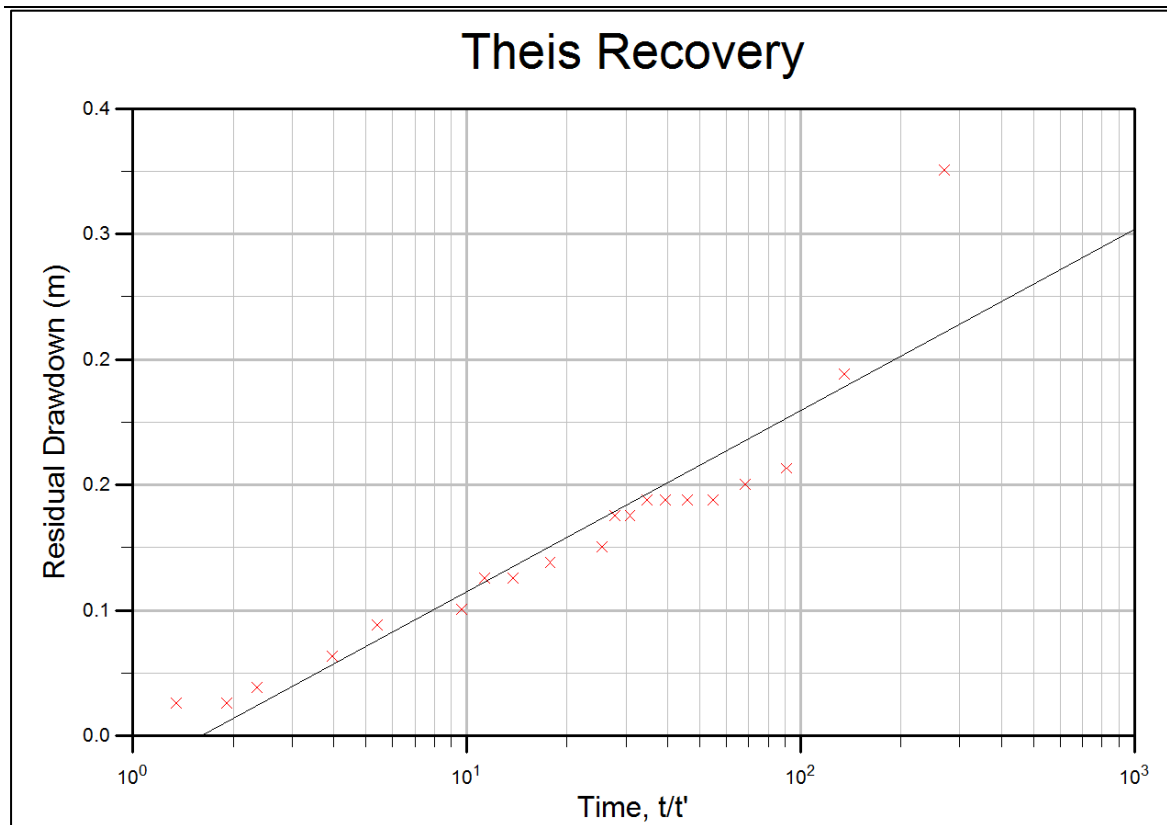
Διάγραμμα Ι- 4: Ανάλυση της Πτώσης της στάθμης στο Παρατηρητήριο 1 με τη χρήση της μεθόδου Cooper and Jacob (με τη χρήση του λογισμικού «Aquifer Win») $T=1839 \text{ m}^2/\text{d}$ and $S=0,001$



Διάγραμμα Ι- 5: Ανάλυση της Πτώσης της στάθμης στο Παρατηρητήριο 1 με τη χρήση της μεθόδου Theis (με τη χρήση του λογισμικού «Aquifer Win») $T=1840 \text{ m}^2/\text{d}$ και $S=0,0001$

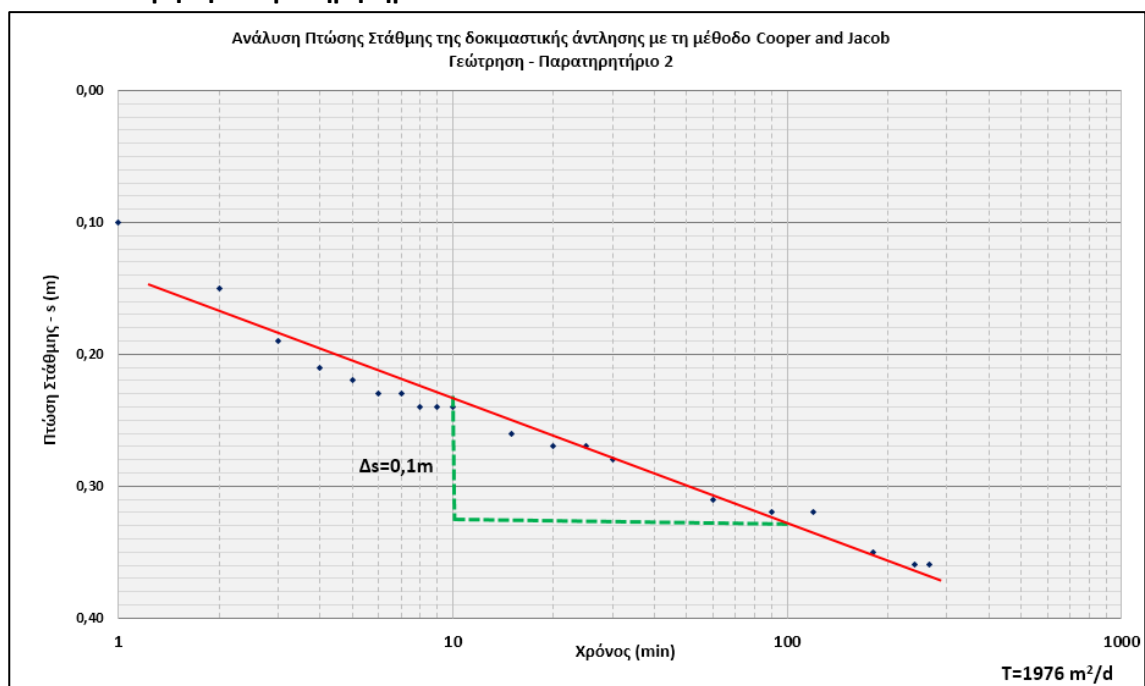


Διάγραμμα Ι- 6: Ανάλυση της Επαναφοράς της στάθμης στο Παρατηρητήριο 1 με τη χρήση της μεθόδου Cooper and Jacob (με τη χρήση λογισμικού στην Excel) $T=2470 \text{ m}^2/\text{d}$

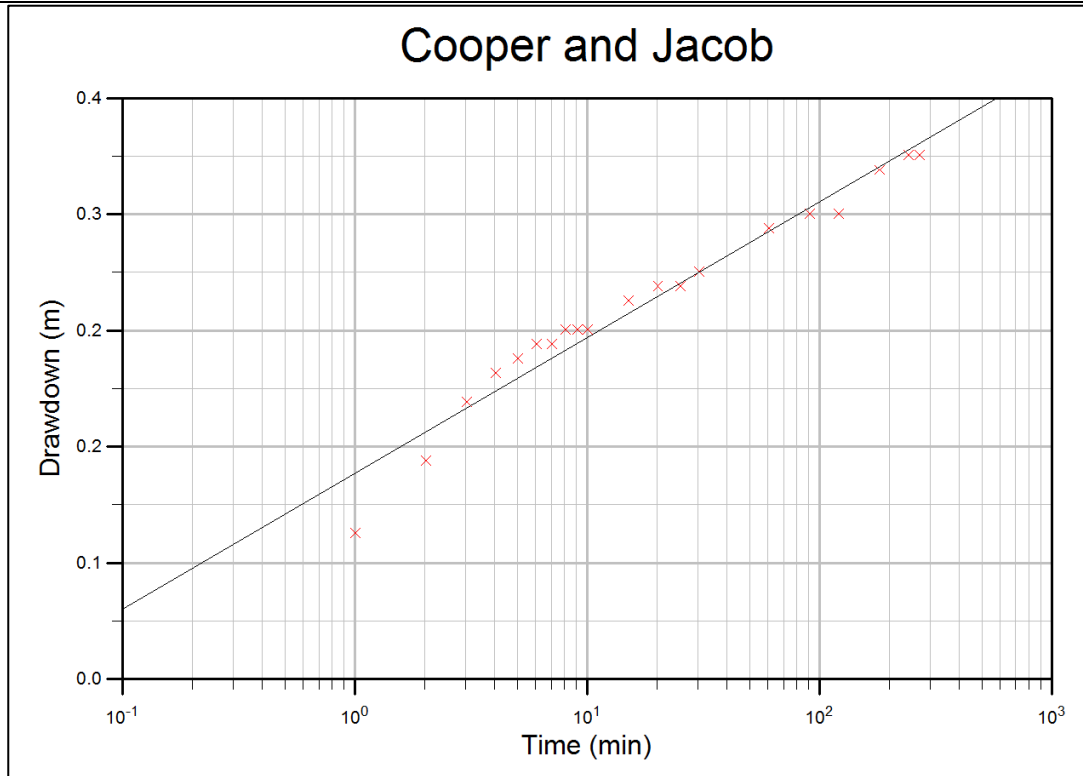


Διάγραμμα Ι- 7: Ανάλυση της Επαναφοράς της στάθμης στο Παρατηρητήριο 1 με τη χρήση της μεθόδου Theis (με τη χρήση του λογισμικού «Aquifer Win») $T=1709 \text{ m}^2/\text{d}$

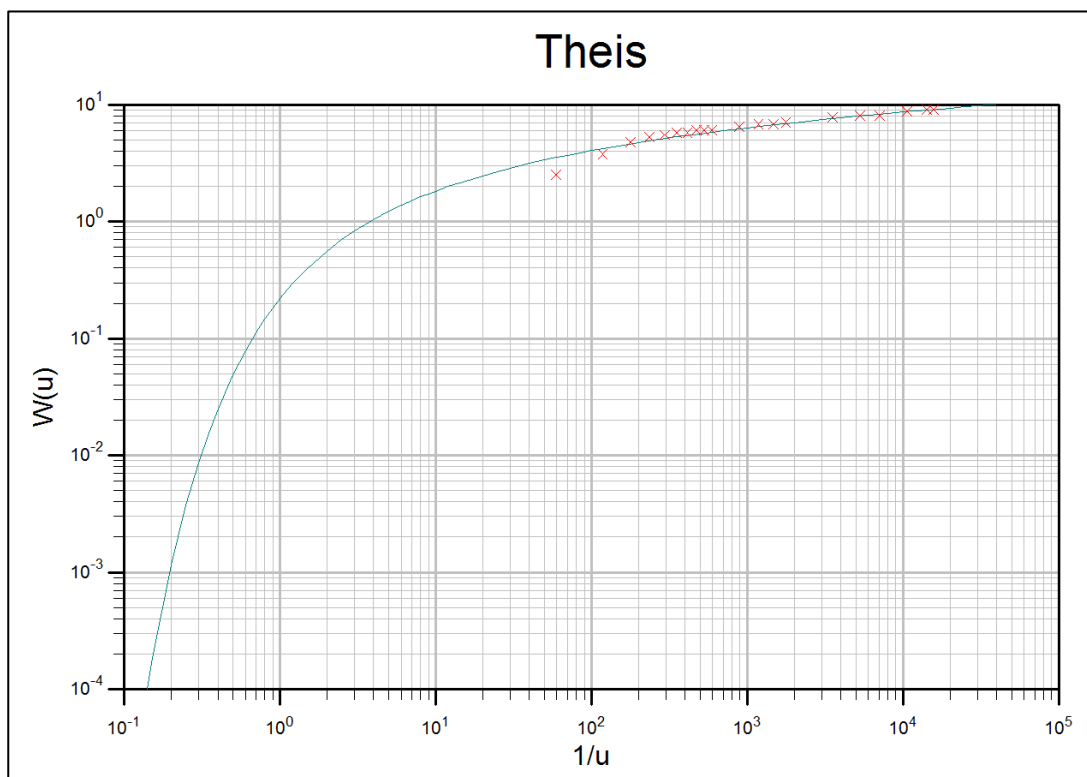
➤ **Γεώτρηση - Παρατηρητήριο - 2**



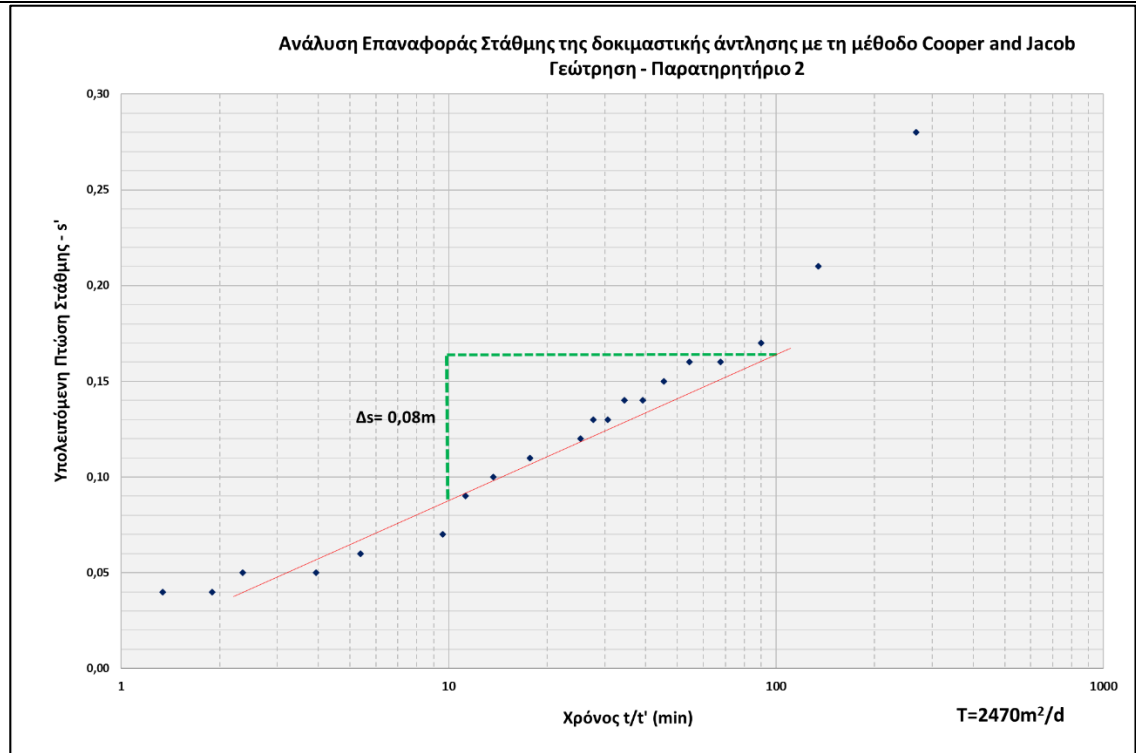
Διάγραμμα Ι- 8: Ανάλυση της Πτώσης της στάθμης στο Παρατηρητήριο 2 με τη χρήση της μεθόδου Cooper and Jacob (με τη χρήση λογισμικού στην Excel) $T=1976 \text{ m}^2/\text{d}$



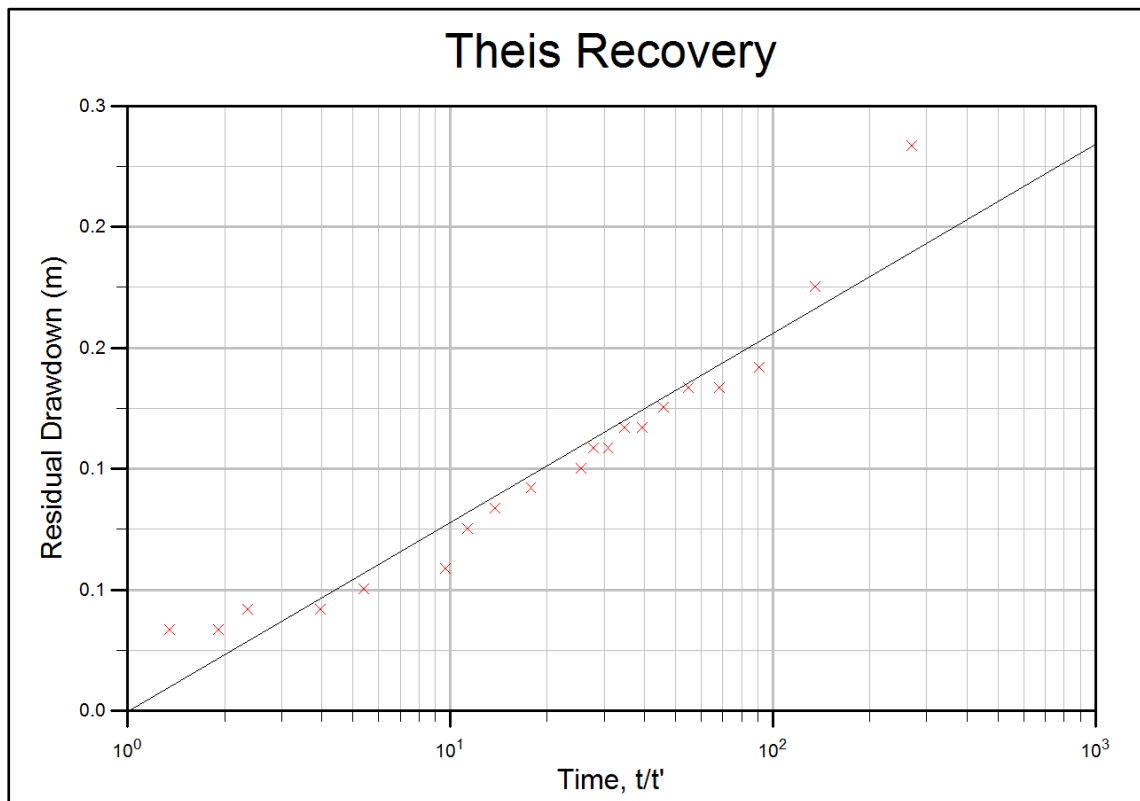
Διάγραμμα Ι- 9: Ανάλυση της Πτώσης της στάθμης στο Παρατηρητήριο 2 με τη χρήση της μεθόδου Cooper and Jacob (με τη χρήση του λογισμικού «Aquifer Win») $T=2114 \text{ m}^2/\text{d}$ and $S=0,0001$



Διάγραμμα Ι- 10: Ανάλυση της Πτώσης της στάθμης στο Παρατηρητήριο 2 με τη χρήση της μεθόδου Theis (με τη χρήση του λογισμικού «Aquifer Win») $T=2117 \text{ m}^2/\text{d}$ και $S=0,001$



Διάγραμμα Ι- 11: Ανάλυση της Επαναφοράς της στάθμης στο Παρατηρητήριο 2 με τη χρήση της μεθόδου Cooper and Jacob (με τη χρήση λογισμικού στην Excel) $T=2470\text{m}^2/\text{d}$



Διάγραμμα Ι- 12: Ανάλυση της Επαναφοράς της στάθμης στο Παρατηρητήριο 2 με τη χρήση της μεθόδου Theis (με τη χρήση του λογισμικού «Aquifer Win») $T=2107\text{ m}^2/\text{d}$

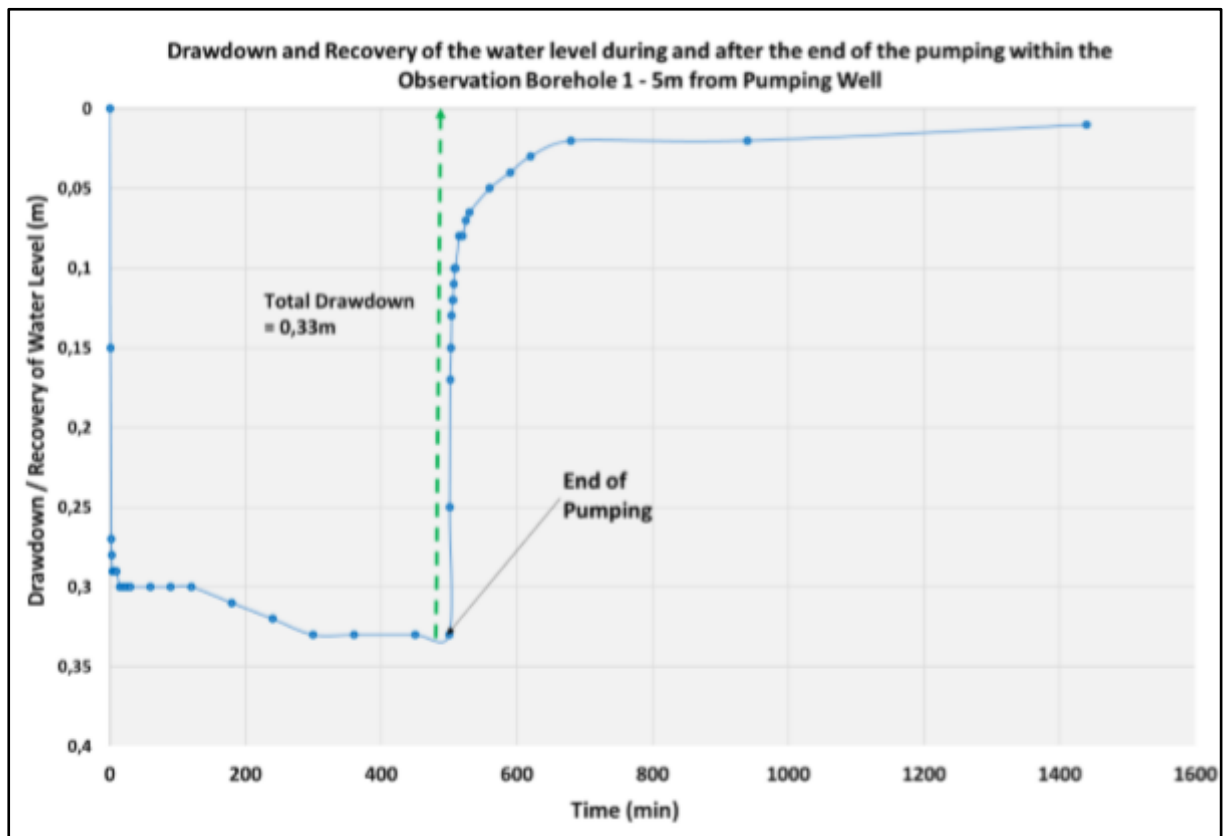
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΤΗΣ 12/06/2019 ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ Α0

Η δεύτερη δοκιμαστική άντληση διεξήχθη στην περιοχή των Γραφείων (Office area υποπεριοχής Α0) την Τετάρτη 12/06/2019 και διήρκεσε 500 λεπτά (8,33 ώρες) με μέσο ρυθμό άντλησης $25\text{m}^3/\text{h}$ και με την πτώση της στάθμης να σταθεροποιείται μετά από 6 ώρες (360 λεπτά).

Στη συνέχεια, παρατηρήθηκε η επαναφορά της στάθμης για 16 ώρες, χρόνος στον οποίο σχεδόν συμπληρώθηκε πλήρης επαναφορά του υδροφορέα (1cm για πλήρη επαναφορά). Η παρακολούθηση τόσο της πτώσης όσο και της επαναφοράς της στάθμης έγινε σε δύο γεωτρήσεις –παρατηρητήρια σε απόσταση 5m και 10m, αντίστοιχα, την Γεώτρηση 1 στα δυτικά και την Γεώτρηση 2 στα ανατολικά της γεώτρησης άντλησης (Χάρτης Ι-1).

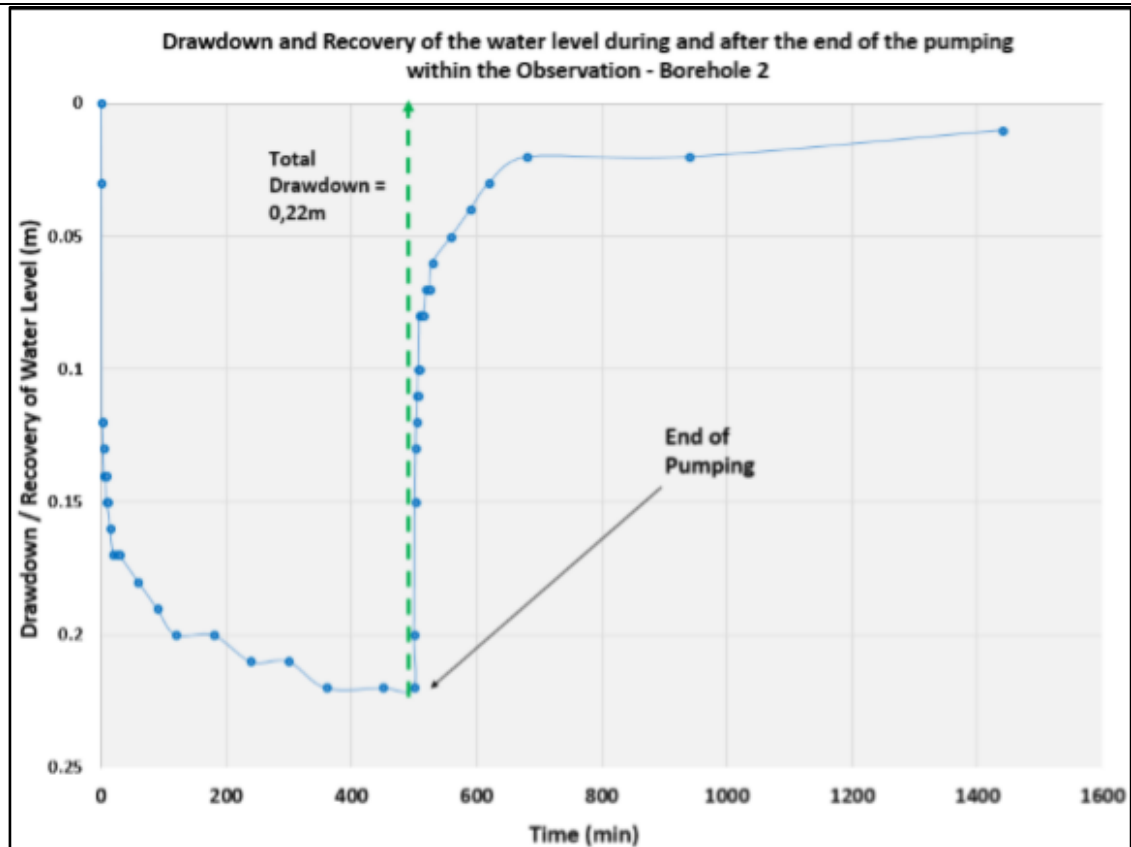
Η παρακολούθηση της δοκιμαστικής άντλησης στις δύο γεωτρήσεις-παρατηρητήρια 1 και 2 παρουσιάζεται στα Διαγράμματα Ι-13 και Ι-14, αντίστοιχα.

Για την ανάλυση και τα αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό «Aquifer Win»¹⁹.



Διάγραμμα Ι- 13: Πτώση και Επαναφορά της στάθμης κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος της άντλησης στο Παρατηρητήριο αρ. 1.

¹⁹ <https://www.rockware.com>



Διάγραμμα Ι- 14: Πτώση και Επαναφορά της στάθμης κατά τη διάρκεια και μετά το τέλος της άντλησης στο Παρατηρητήριο αρ. 2.

Οι Πίνακες Ι-3 και Ι-4 παρουσιάζουν τα δεδομένα για τη Πτώση και Επαναφορά της στάθμης στα Παρατηρητήρια 1 και 2, αντίστοιχα.

Με την ανάλυση των αποτελεσμάτων της πτώσης και επαναφοράς της στάθμης στις δύο γεωτρήσεις – παρατηρητήρια, (Διαγράμματα Ι-15 έως Ι-20), η τιμή της Μεταβιβασιμότητας (Transmissivity) «Τ» κυμαίνεται από 1656 m²/d μέχρι 3361 m²/d, με μέσον όρο την τιμή των 2409m²/d.

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ
ΛΕΜΕΣΟΥ, ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Πίνακας Ι- 3: Δεδομένα για τη Πτώση και Επαναφορά της στάθμης στο Παρατηρητήριο 1

Γεώτρηση-Παρατηρητήριο 1 5 m Δυτικά της Γεώτρησης άντλησης				
Πτώση της Στάθμης				
Ημερομηνία	Χρόνος από έναρξη της άντλησης (min)	Βάθος νερού από άνω μέρος θώρακα γεώτρησης (+9cm από επιφάνεια εδάφους (m))*	Πτώση στάθμης νερού - s (m)	
12/06/2019	0	5,13	0	
	1	5,28	0,15	
	2	5,40	0,27	
	3	5,41	0,28	
	4	5,42	0,29	
	5	5,42	0,29	
	6	5,42	0,29	
	7	5,42	0,29	
	8	5,42	0,29	
	9	5,42	0,29	
	10	5,42	0,29	
	15	5,43	0,30	
	20	5,43	0,30	
	25	5,43	0,30	
	30	5,43	0,30	
	60	5,43	0,30	
	90	5,43	0,30	
	120	5,43	0,30	
	180	5,44	0,31	
	240	5,45	0,32	
	300	5,46	0,33	
	360	5,46	0,33	
	450	5,46	0,33	
	500	5,46	0,33	
	Επαναφορά στάθμης νερού			
	Χρόνος από έναρξη της άντλησης (min)	Χρόνος από τέλος της άντλησης (min)	Βάθος νερού από άνω μέρος θώρακα γεώτρησης (+9cm από επιφάνεια εδάφους (m))*	Υπολειπόμενη πτώση - s' (m)
501	1	5,38	0,25	
502	2	5,30	0,17	
503	3	5,28	0,15	
504	4	5,26	0,13	
505	5	5,25	0,12	
506	6	5,25	0,12	
507	7	5,24	0,11	
508	8	5,23	0,10	
509	9	5,23	0,10	
510	10	5,23	0,10	
515	15	5,21	0,08	
520	20	5,21	0,08	
525	25	5,20	0,07	
530	30	5,20	0,07	
560	60	5,18	0,05	
590	90	5,17	0,04	
620	120	5,16	0,03	
680	180	5,15	0,02	
940	440	5,15	0,02	
13/06/2019	1440	940	5,14	0,01

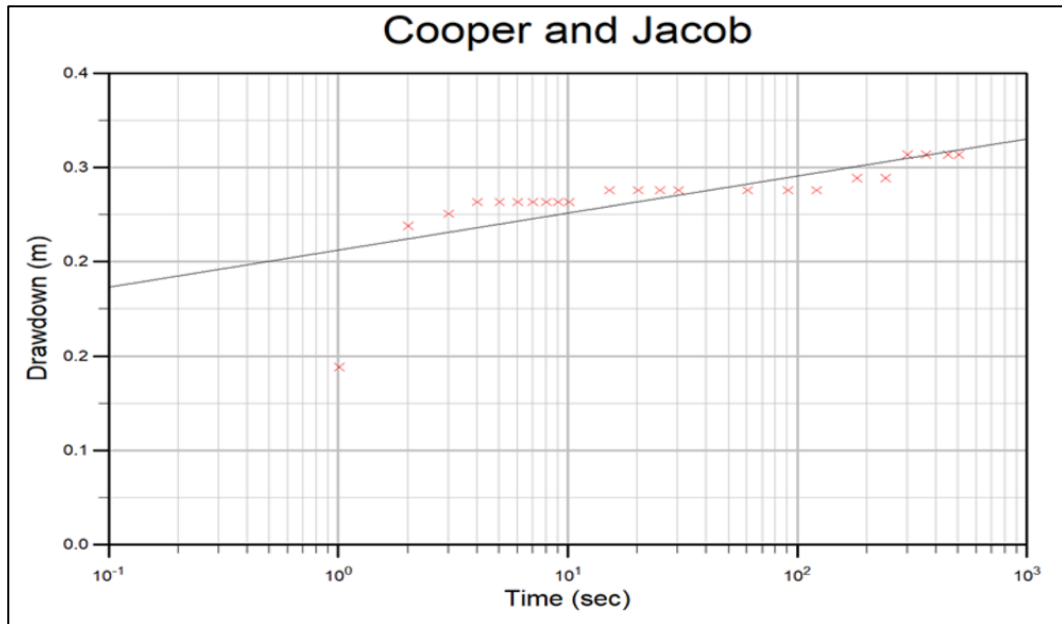
Πίνακας Ι- 4: Δεδομένα για τη Πτώση και Επαναφορά της στάθμης στο Παρατηρητήριο 2

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ
ΛΕΜΕΣΟΥ, ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

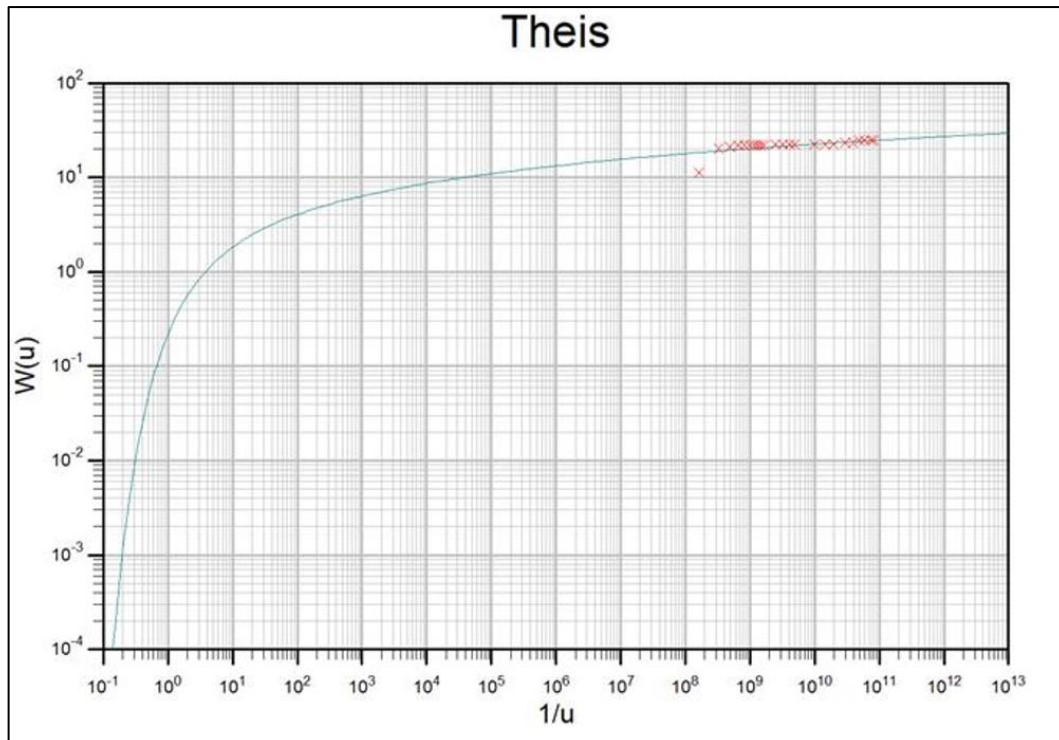
Γεώτρηση-Παρατηρητήριο 2 10 m Ανατολικά της Γεώτρησης άντλησης				
Πτώση της Στάθμης				
Ημερομηνία	Χρόνος από έναρξη της άντλησης (min)	Βάθος νερού από άνω μέρος θώρακα γεώτρησης (+9cm από επιφάνεια εδάφους (m))*	Πτώση στάθμης νερού - s (m)	
12/06/2019	0	5,17	0	
	1	5,20	0,03	
	2	5,29	0,12	
	3	5,29	0,12	
	4	5,30	0,13	
	5	5,31	0,14	
	6	5,31	0,14	
	7	5,31	0,14	
	8	5,31	0,14	
	9	5,32	0,15	
	10	5,32	0,15	
	15	5,33	0,16	
	20	5,34	0,17	
	25	5,34	0,17	
	30	5,34	0,17	
	60	5,35	0,18	
	90	5,36	0,19	
	120	5,37	0,20	
	180	5,37	0,20	
	240	5,38	0,21	
	300	5,38	0,21	
	360	5,39	0,22	
	450	5,39	0,22	
500	5,46	0,22		
Επαναφορά στάθμης νερού				
	Χρόνος από έναρξη της άντλησης (min)	Χρόνος από τέλος της άντλησης (min)	Βάθος νερού από άνω μέρος θώρακα γεώτρησης (+9cm από επιφάνεια εδάφους (m))*	Υπολειπόμενη πτώση - s' (m)
	501	1	5,37	0,20
	502	2	5,32	0,15
	503	3	5,30	0,13
	504	4	5,29	0,12
	505	5	5,28	0,11
	506	6	5,27	0,11
	507	7	5,27	0,10
	508	8	5,25	0,08
	509	9	5,25	0,08
	510	10	5,25	0,08
	515	15	5,25	0,08
	520	20	5,24	0,07
	525	25	5,24	0,07
	530	30	5,23	0,06
	560	60	5,22	0,05
	590	90	5,21	0,04
	620	120	5,20	0,03
	680	180	5,19	0,02
	940	440	5,19	0,02
13/06/2019	1440	940	5,18	0,01

➤ Γεώτρηση - Παρατηρητήριο - 1

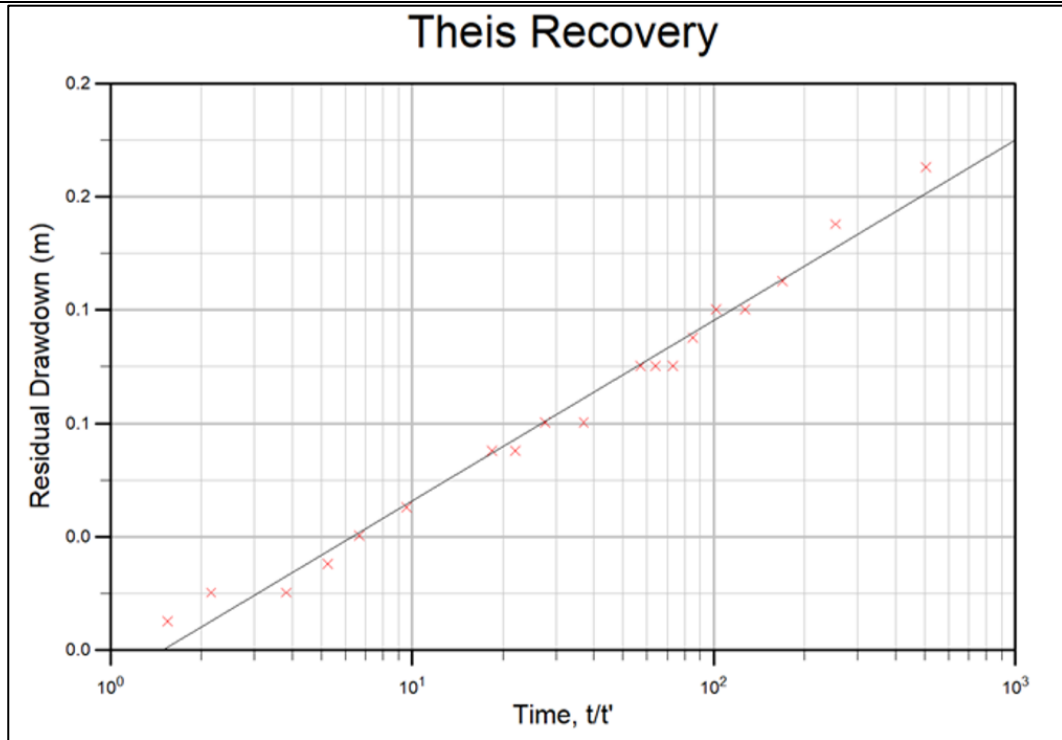
Ανάλυση αποτελεσμάτων της Πτώσης και Επαναφοράς της στάθμης του νερού:



Διάγραμμα I-15: Ανάλυση της Πτώσης της στάθμης στο Παρατηρητήριο 1 με τη χρήση της μεθόδου Cooper and Jacob (με τη χρήση του λογισμικού «Aquifer Win») $T=3357 \text{ m}^2/\text{d}$

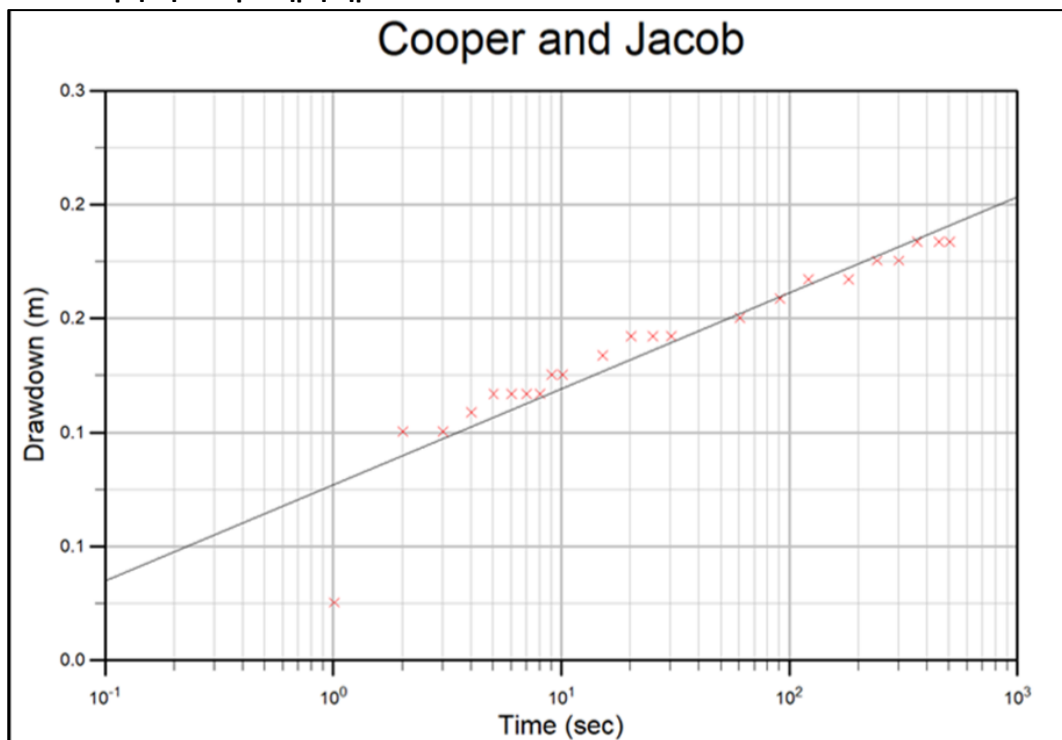


Διάγραμμα I-15: Ανάλυση της Πτώσης της στάθμης στο Παρατηρητήριο 1 με τη χρήση της μεθόδου Theis (με τη χρήση του λογισμικού «Aquifer Win») $T=3361 \text{ m}^2/\text{d}$

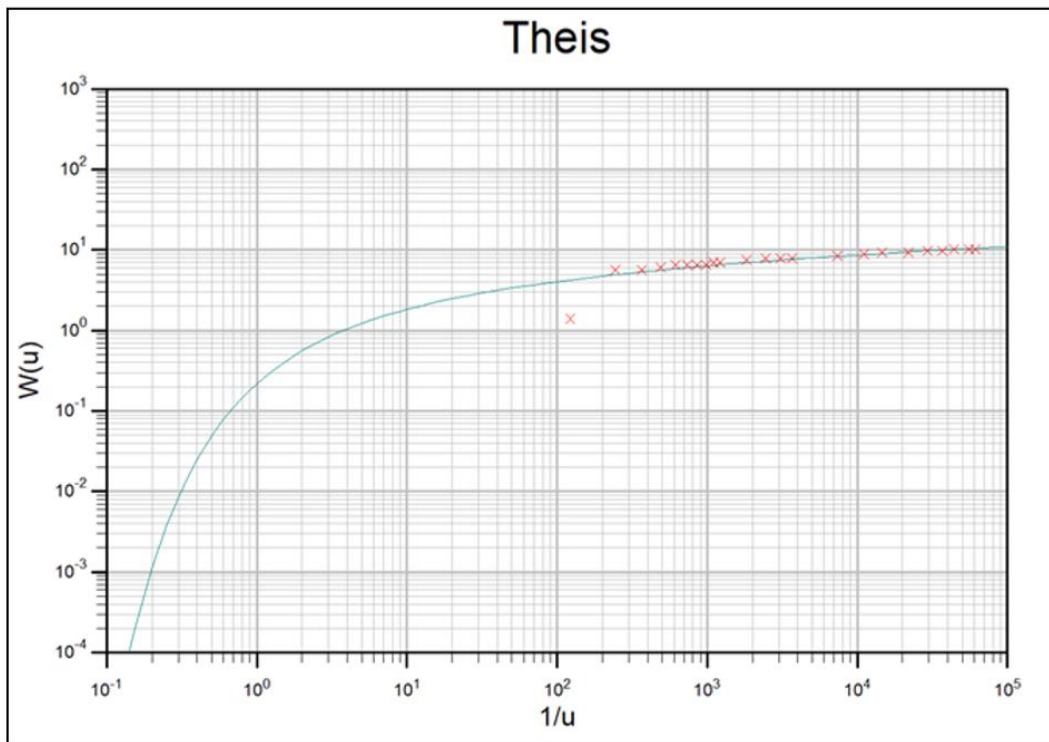


Διάγραμμα I- 16: Ανάλυση της Επαναφοράς της στάθμης στο Παρατηρητήριο 1 με τη χρήση της μεθόδου Theis (με τη χρήση του λογισμικού «Aquifer Win») $T=1656 \text{ m}^2/\text{d}$

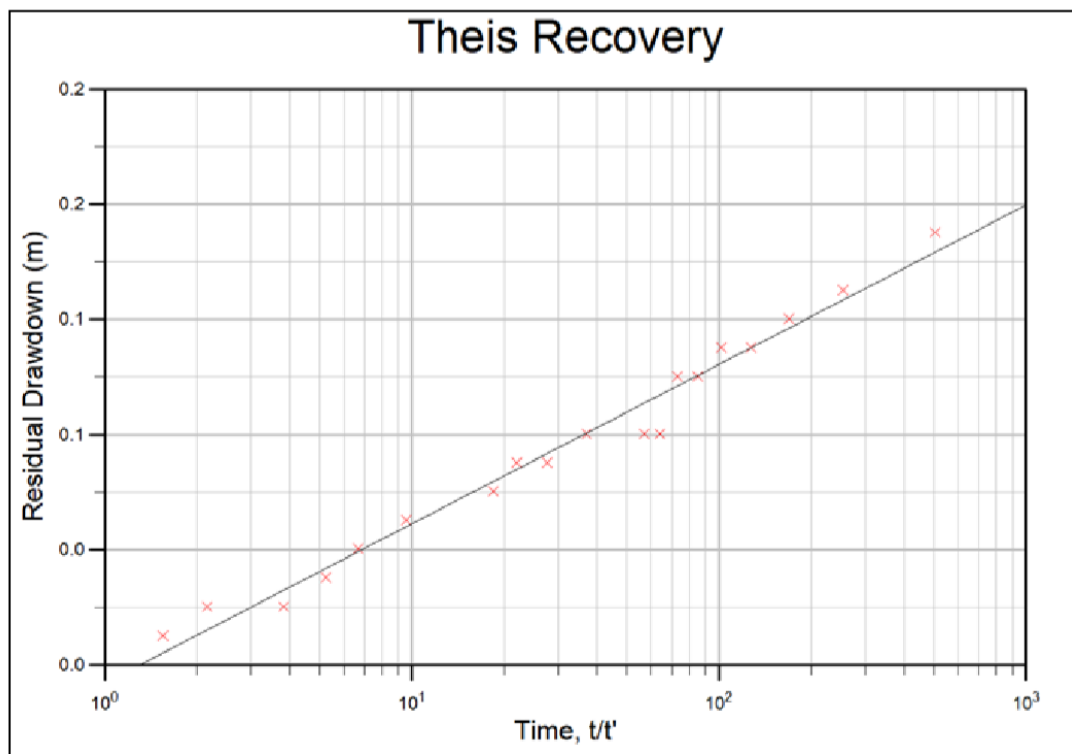
➤ Γεώτρηση - Παρατηρητήριο - 2



Διάγραμμα I- 18: Ανάλυση της Πτώσης της στάθμης στο Παρατηρητήριο 2 με τη χρήση της μεθόδου Cooper and Jacob (με τη χρήση του λογισμικού «Aquifer Win») $T=2086 \text{ m}^2/\text{d}$



Διάγραμμα Ι- 17: Ανάλυση της Πτώσης της στάθμης στο Παρατηρητήριο 2 με τη χρήση της μεθόδου Theis (με τη χρήση του λογισμικού «Aquifer Win») $T=2090 \text{ m}^2/\text{d}$



Διάγραμμα Ι- 18: Ανάλυση της Επαναφοράς της στάθμης στο Παρατηρητήριο 2 με τη χρήση της μεθόδου Theis (με τη χρήση του λογισμικού «Aquifer Win») $T=1904 \text{ m}^2/\text{d}$

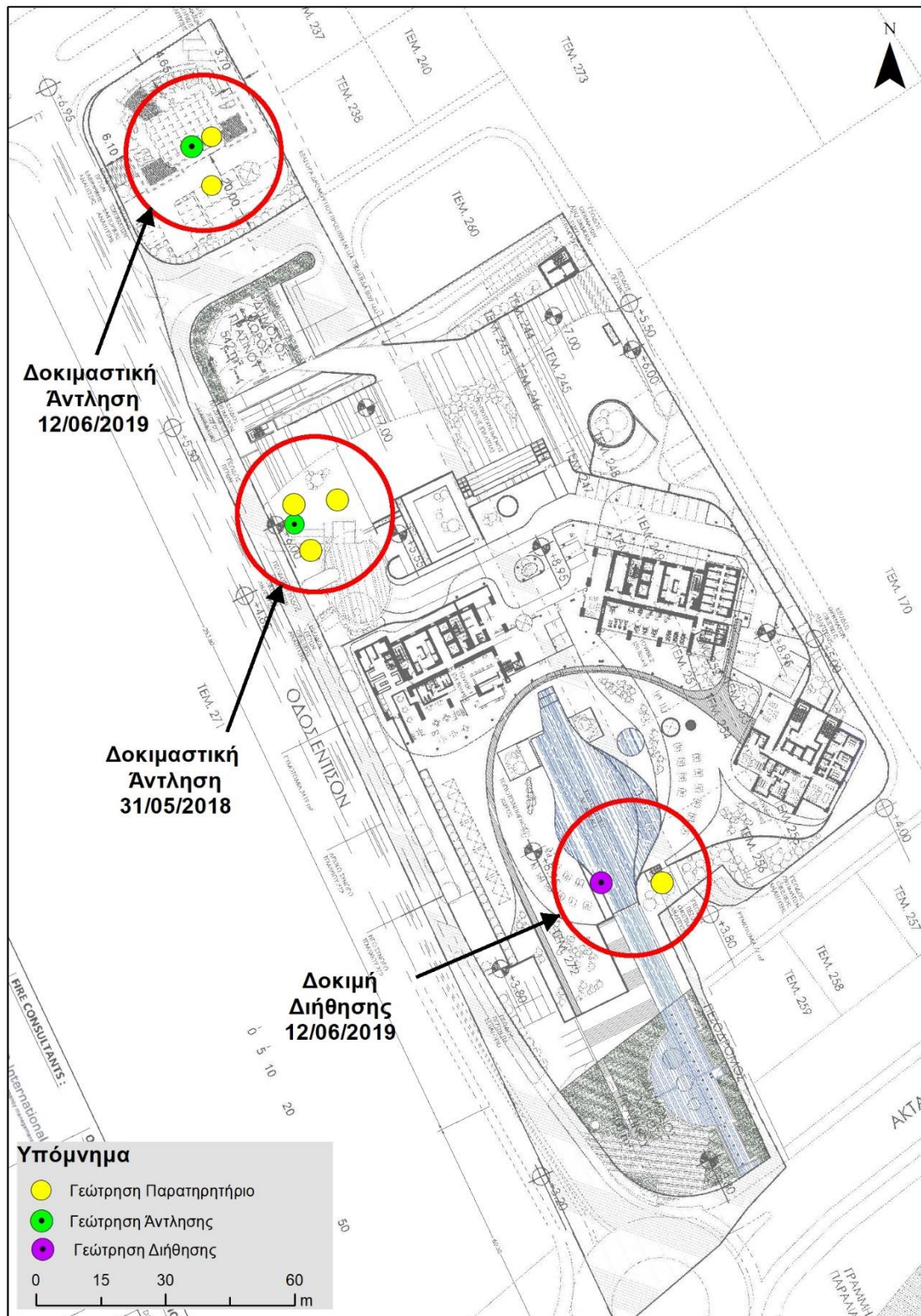
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΤΗΣ 12/06/2019 ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ Β2

Παράλληλα με τη δοκιμαστική άντληση της 12/6/2019 πραγματοποιήθηκε και δοκιμή διήθησης, σε γεώτρηση στα 200m νότια της περιοχής άντλησης (Χάρτης Ι-1). Η γεώτρηση είχε βάθος 10m και διάμετρο φιλτροσωλήνας 300mm, στην οποία περιμετρικά τοποθετήθηκε χαλικόφιλτρο (2-5mm). Στα 10m απόσταση από την γεώτρηση διήθησης υπήρχε γεώτρηση/παρατηρητήριο.

Μέρος της ποσότητας που αντλείτο στα πλαίσια της δοκιμαστικής άντλησης διοχετευόταν στην εμπλουτιστική γεώτρηση. Ως αποτέλεσμα της δοκιμής διήθησης ήταν η σταθεροποίηση ενός ρυθμού διήθησης της τάξης των 4m³/hr σε όλη τη διάρκεια της άντλησης. Δηλαδή, το 16% της ποσότητας που αντλείτο μπορούσε να διηθηθεί στο υπέδαφος μέσω της γεώτρησης διήθησης.

Σημειώνεται ότι καθ' όλη τη διάρκεια της δοκιμής διήθησης λαμβάνονταν μετρήσεις ανά τακτά χρονικά διαστήματα από τη γεώτρηση/παρατηρητήριο χωρίς να παρατηρηθεί οποιοσδήποτε επηρεασμός της στάθμης του νερού στη γεώτρηση/παρατηρητήριο. Αυτό εκλαμβάνεται ότι υπάρχει η δυνατότητα αυξημένων ποσοτήτων διήθησης στην περίπτωση 2 ή και 3 εμπλουτιστικών γεωτρήσεων.

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ
ΛΕΜΕΣΟΥ, ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι



Χάρτης Ι-1: Θέση γεωτρήσεων άντλησης και παρατηρητρίων για τις δύο δοκιμαστικές αντλήσεις και σημείο δοκιμής διήθησης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Η ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η γεωλογία στην περιοχή αποτελείται από πρόσφατες και παλαιότερες αλλουβιακές παράκτιες εναποθέσεις. Αυτές αποτελούνται από αδρομερή και λεπτόκοκκα ιζήματα ιζηματογενούς και πυριγενούς προέλευσης.

Τα ιζηματογενή παρουσιάζουν μειωμένη ανάπτυξη διαστρωματώσεως με αδρομερείς κόκκους, όπως χαλίκια, κροκάλες και ογκόλιθους που βρίσκονται μέσα σε λεπτότερους ιζηματογενείς φακούς ή παρεμβολές, όπως άμμος, άργιλος και ιλύ. Μέρος από αυτά, κυρίως αδρομερείς συσσωρεύσεις, έχουν προέλευση από πυριγενή στρώματα.

Το υπόστρωμα αποτελείται από ασβεστίτικο ψαμμίτη, και κυρίως μάργες του σχηματισμού Λευκωσίας που βρίσκονται σε βάθη μεγαλύτερα από 100 μέτρα.

Οι πρόσφατες αλλουβιακές εναποθέσεις στην περιοχή ανάπτυξης, πάχους 3,90 ως 8,20m, απαντώνται κάτω από στρώση από μπάζα πάχους λιγότερου από 0,50m, και αποτελούνται κυρίως από αμμώδη, αργιλώδη ιλύ διαβρωμένων ασβεστίτικών ιζημάτων.

Οι πρόσφατες παράκτιες εναποθέσεις είναι θαλάσσιες επανεπεξεργασμένες αλλουβιακές εναποθέσεις με διαφορά ποσοστά άμμου και χαλικιών. Πτωχές διαστρώσεις, με απότομες αλλαγές, παρουσιάζουν ένα πάχος από 4 ως 7m κατά μήκος της ακτογραμμής στην περιοχή ανάπτυξης.

Η ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

Αναγνωρίζονται δύο λιθολογικοί ορίζοντες για τις παράκτιες εναποθέσεις με διαφορετικό βαθμό συγκόλλησης:

A) Τον λεπτόκοκκο ορίζοντα από εδάφη πλούσια σε άμμο, εδάφη πλούσια σε ιλύ και άργιλο και συγκολλημένο άμμο με παρεμβολές χαλικιών.

B) Τον αδρομερή ορίζοντα από άμμο και χαλίκια διαφόρων αναλογιών και αμμώδη χαλίκια και κροκάλες.

Τα πλούσια σε άμμο εδάφη (A1), που απαντώνται κυρίως σε βάθη των 4 ως 8m και με πάχος 0,50 ως 1,50m, είναι και ασβεστούχα αλλά και πυριγενούς σύνθεσης. Η κατανομή μεγέθους σωματιδίων ποικίλλει μεταξύ του 3 – 30% χαλίκια, 41 – 93% άμμου, 6-40% ιλύος και λιγότερο από 10% αργίλου.

Τα εδάφη πλούσια σε ιλύ και άργιλο (A2), που απαντώνται κυρίως σε βάθη μεταξύ 1,8 – 3,1m μέχρι 4,20 – 7,70m και βαθύτερα σε 12,90 – 16,50 και 17,0 – 20,0 m, έχουν πάχος 0,20 μέχρι 1,90m και είναι ασβεστούχας σύνθεσης και μέτριας στρωμάτωσης. Η κατανομή μεγέθους των

σωματιδίων ποικίλλει ως λιγότερο από 5% για χαλίκια, 6 – 11% άμμου, 50-64% ιλύος και 28 - 44% άργιλος.

Ο συγκολλημένος ασβεστιτικός άμμος με παρεμβάσεις χαλικιών (A3), βρίσκεται σε βάθη γύρω στα 20m και αποτελείται από επανεπεξεργασμένο ασβεστιτικό ψαμμίτη και ασβεστόλιθο στην παρουσία χαλικιών. Η κατανομή μεγέθους των σωματιδίων ποικίλει μεταξύ 5 -10% για χαλίκια , 72 – 83% άμμου, και 12 – 18% ιλύ και άργιλο.

Οι παράκτιες αδρομερείς συγκεντρώσεις (B) αποτελούνται από πυριγενή υπό-τρογγυλεμένα χαλίκια και κροκάλες ν ανάμεικτα με υπό-γωνιώδη χαλίκια και κροκάλες κατακερματισμένων ιζηματογενών πετρωμάτων.

ΟΙ ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Σύμφωνα με την Γεωτεχνική έρευνα¹ μέχρι το βάθος που διερευνήθηκε υπάρχει ένας «ελεύθερος» καλός και παραγωγικός υδροφορέας ψηλής «μεταβιβαστικότητα/αγωγιμότητας (permeability)» εκτός των τμημάτων με ψηλή περιεκτικότητα άργιλου και ιλύος.

Δοκιμές εργαστηρίου για την αγωγιμότητα αποδίδουν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

Ορίζοντας Α (Αμμώδης, πολύ αργιλώδης ιλύς): $1,1 \times 10^{-5}$ cm/s ή 0,009m/d.

Ορίζοντας Β (Ιλυώδης άμμος και λεπτά χαλίκια): $9,5 \times 10^{-3}$ cm/s ή 8,2m/d.

Ορίζοντας C (Αργιλώδης, πολύ αμμώδης ιλύς): $2,5 \times 10^{-4}$ ή 0,22m/d.

Η «αγωγιμότητα» των αδρομερών υλικών (χαλίκια, κροκάλες) των Οριζόντων Β και D εκτιμάται να είναι τουλάχιστον 10m/d.

Δοκιμαστικές αντλήσεις που έγιναν κατά την μελέτη για τον υδροφορέα Γαρύλλη²⁰ για το Συμβούλιο Υδατοπρομήθειας Λεμεσού και του οποίου η περιοχή ανάπτυξης αποτελεί μέρος, αναφέρει τιμές αγωγιμότητας 24 μέχρι 224m/d και Συντελεστή Αποθηκευτικότητας 0,6 μέχρι 10%. Η ίδια μελέτη παρουσιάζει γεωλογική τομή πλησίον της περιοχής ανάπτυξης με κάπου 2m κατακερματισμένων υλικών/ κροκάλων, ακολουθούμενων από κάπου 7m αργίλου, μάργας και ιλύος, και ακολουθούμενο από σημαντικό πάχος (>50m) άμμου και χαλικιών, περιλαμβανομένων φακών από ιλύ και αργίλου.

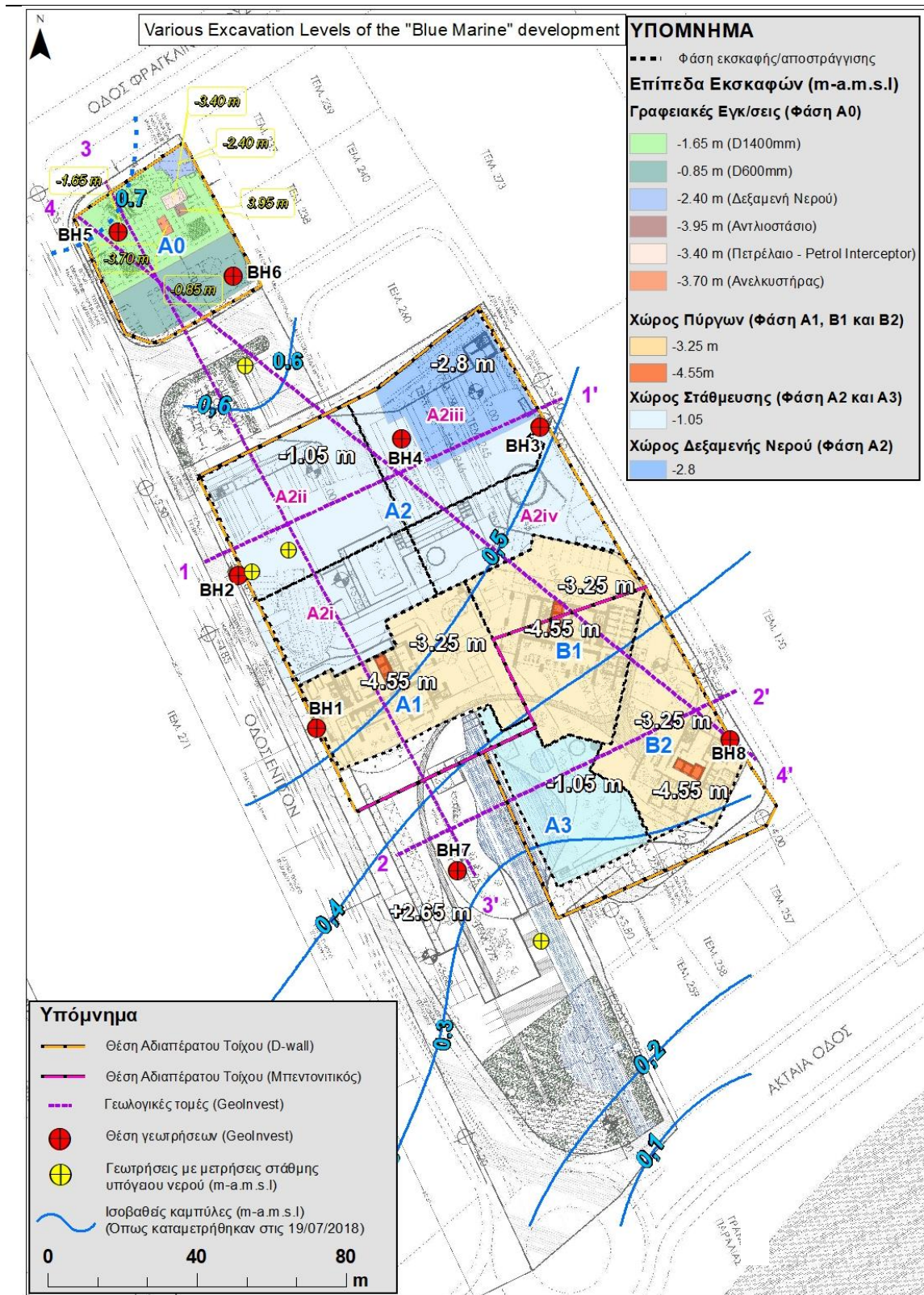
²⁰ "hts" Hydrological Services International Limited: Garyllis Aquifer Study, 1999

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις Γεωτεχνικές έρευνες συμπεραίνεται ότι μπορούν να αναγνωρισθούν 4 κύριοι λιθολογικοί ορίζοντες: Ο κύριος αμμώδης ορίζοντας, ο κυρίως αργιλώδης και ιλυώδης σε διάφορα βάθη μέχρι τα 18m, τον ορίζοντας από συγκολλημένο ασβεστιτικό άμμο που απαντάται σε βάθη μεγαλύτερα από 20m, και τον ορίζοντας από χαλίκια και κροκάλες που απαντώνται σε παρεμβολές με την μονάδα του συγκολλημένου άμμου.

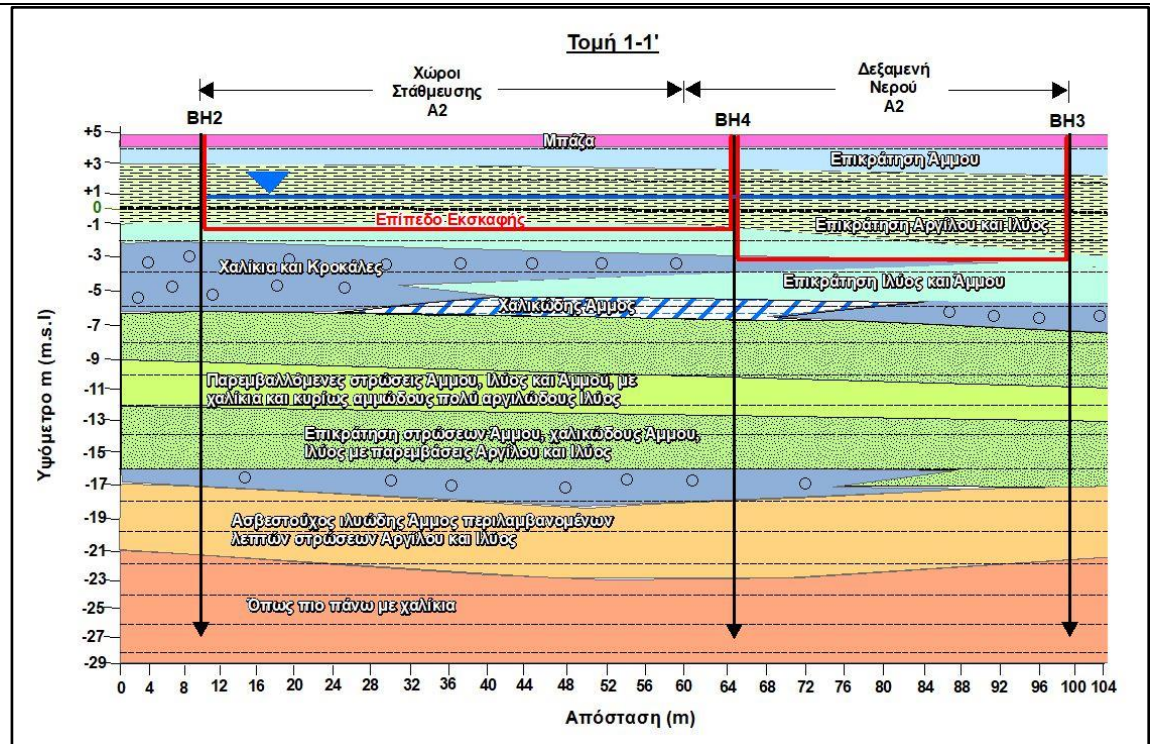
Οι ορίζοντες αυτοί παρουσιάζονται στις γεωλογικές τομές στις Εικόνες ΙΙ.2- ΙΙ.5 κατά μήκος των αξόνων και των γεωτρήσεων που παρουσιάζονται στην Εικόνα ΙΙ.1 της περιοχής ανάπτυξης.

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΛΕΜΕΣΟΥ, ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

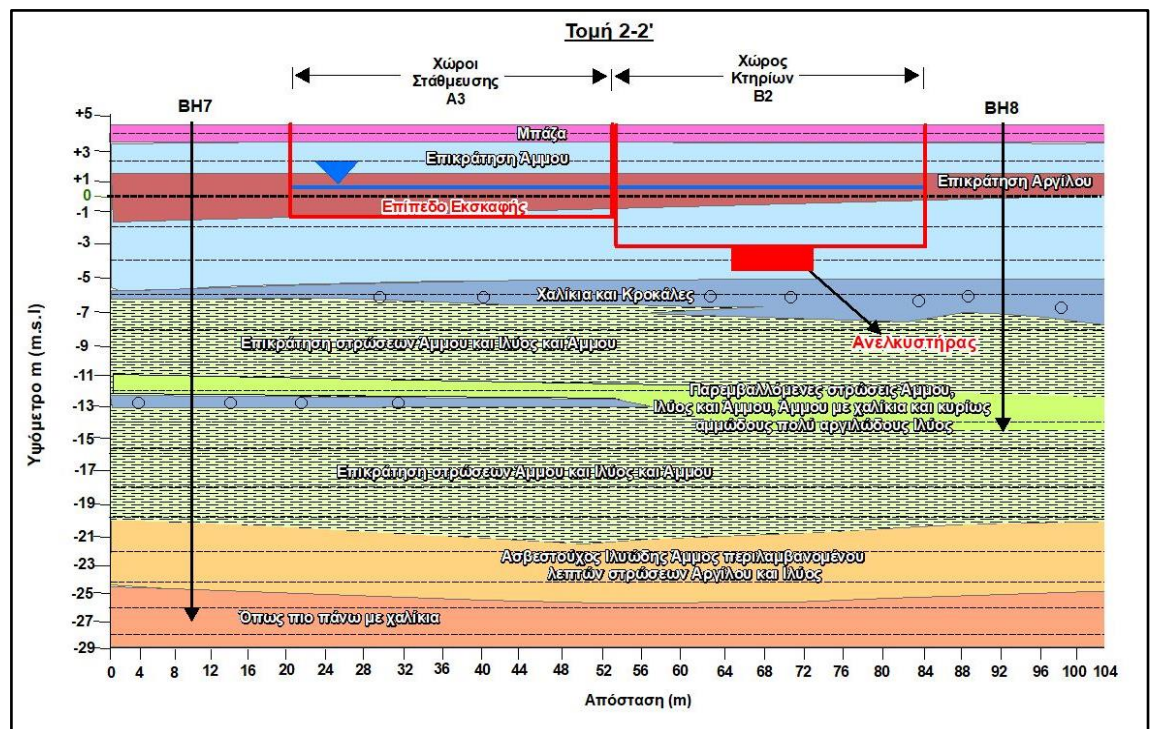


Εικόνα ΙΙ - 1: Θέση των γεωτρήσεων και των αξόνων των γεωλογικών τομών

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «BLUE MARINE» ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗ ΛΕΜΕΣΟΥ, ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

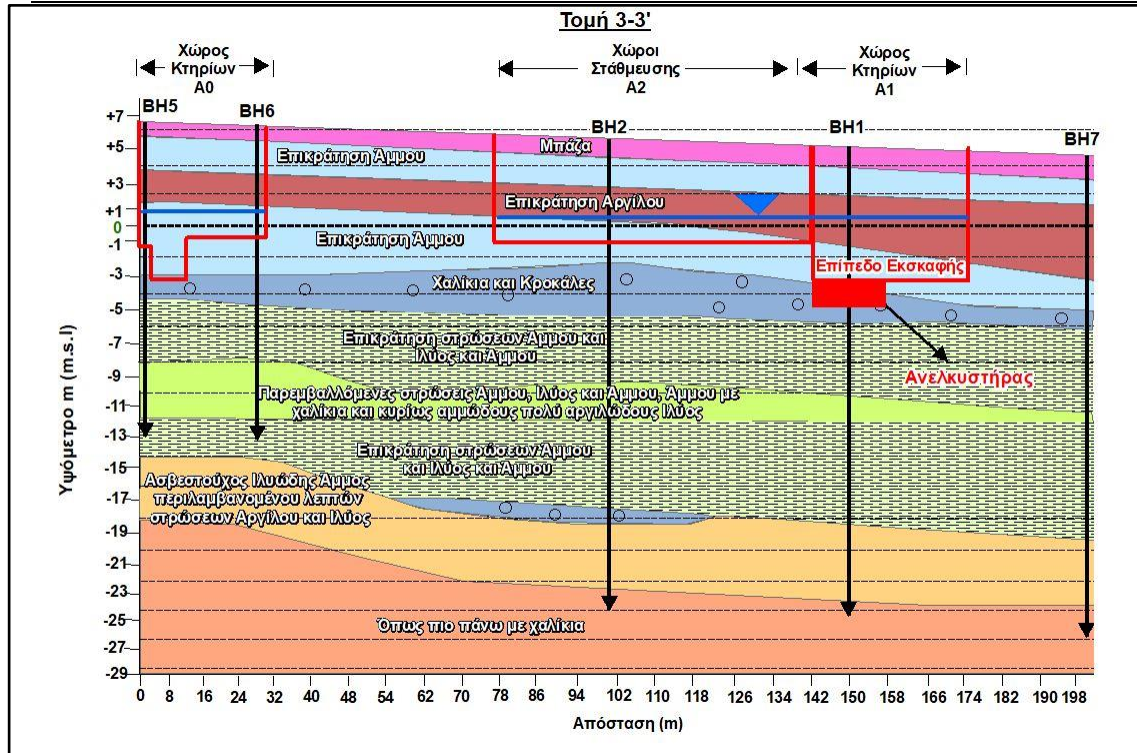


Εικόνα ΙΙ - 2: Γεωλογική τομή 1-1' σύμφωνα με την GeolInvest Ltd

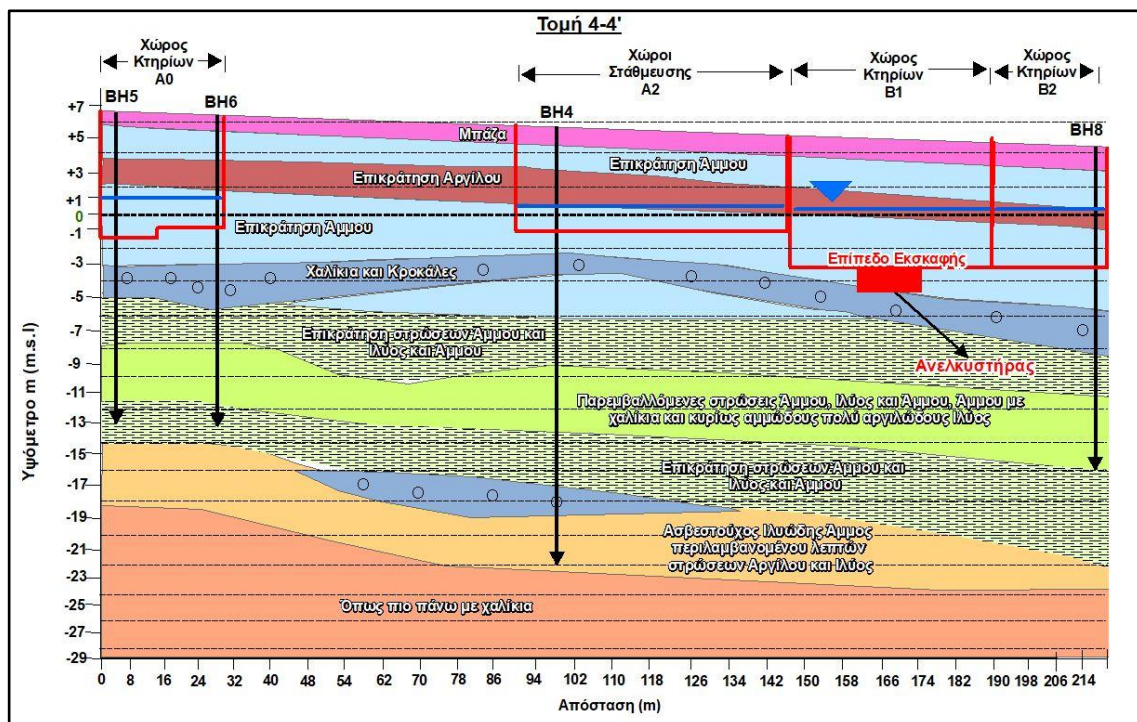


Εικόνα ΙΙ - 3: Γεωλογική τομή 2-2' σύμφωνα με την GeolInvest Ltd

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ



Εικόνα ΙΙ - 4: Γεωλογική τομή 3-3' σύμφωνα με την GeolInvest Ltd



Εικόνα ΙΙ - 5: Γεωλογική τομή 4-4' σύμφωνα με την GeolInvest Ltd