

Pafilia Limassol Landmark Building Limited



**ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΗ ΓΙΑ ΤΗ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «LIMASSOL ΝΕΟ» ΣΤΗ ΛΕΜΕΣΟ**



Stavrou 3 Ave., Office 202, Strovolos 2035, Nicosia, Cyprus

Tel.: +35722429444 • Fax: +35722519904

Email: info@iaco.com.cy • Website: www.iaco.com.cy

Τελική Έκθεση	Άγης Ιακωβίδης Μάριος Μουσκουντής	WFM_2018_02_Pafilia_Final	Παραδοτέο προς Αρμόδιες Αρχές
Έκδοση/ Αναθεώρηση	Έλεγχος από	Αναφορά αρχείου	Σχόλια
Κωδικός Έργου:	WFM_2018_02		
Τίτλος Έργου:	ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «LIMASSOL NEO» ΣΤΗ ΛΕΜΕΣΟ		

© 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 (2019). ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «LIMASSOL NEO» ΣΤΗ ΛΕΜΕΣΟ

- ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ -

1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	- 1 -
1.1	Εισαγωγή.....	- 1 -
1.2	Αντικείμενο Μελέτης	- 4 -
2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	- 5 -
2.1	Γενικά Χαρακτηριστικά Περιοχής Μελέτης	- 5 -
2.1.1	Τοποθεσία Έργου	- 5 -
2.1.2	Περιμετρικές Χρήσεις Γης	- 5 -
2.2	Χαρακτηριστικά Έργου Κατασκευής Υπογείων	- 7 -
3	Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ	- 10 -
3.1	Χημικές αναλύσεις.....	- 10 -
3.2	Μικροβιολογικές αναλύσεις.....	- 12 -
3.3	Αποτελέσματα ποιότητας του υπόγειου νερού αποστράγγισης της ανάπτυξης «ONE» -	13 -
3.4	Συμπεράσματα σχετικά με την ποιότητα του Υπόγειου Νερού Προς Αποστράγγιση	- 13 -
4	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ	- 15 -
4.1	Υδρογεωλογικά Χαρακτηριστικά.....	- 15 -
4.1.1	Γεωλογικά Χαρακτηριστικά	- 15 -
4.1.2	Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά του υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής	- 15 -
4.2	Εκτίμηση Ποσότητας νερού Αποστράγγισης και σύστημα αποστράγγισης	- 16 -
4.2.1	Εκτίμηση όγκου νερού αποστράγγισης.....	- 16 -
4.2.2	Σύστημα αποστράγγισης.....	- 17 -
5	ΕΞΕΤΑΣΗ ΛΥΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ	- 19 -
5.1	Εναλλακτικές Επιλογές Διάθεσης Νερού Άντλησης	- 19 -
5.2	Περιγραφή Προτεινόμενης Λύσης.....	- 19 -
6	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ/ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΕΛΙΚΗ ΛΥΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ	- 22 -
6.1	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΧΕΡΣΑΙΟ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	- 22 -
6.1.1	Εκτίμηση Επιπτώσεων Λόγω Υδρογεωλογικών Χαρακτηριστικών στις Παρακείμενες Χρήσεις Γης – Προτεινόμενα Μέτρα	- 22 -
6.1.2	Εκτίμηση Επιπτώσεων στην Ποιότητα του Υπόγειου Νερού – Προτεινόμενα Μέτρα	- 23 -
6.1.3	Εκτίμηση Επιπτώσεων στην Ποιότητα του Θαλάσσιου νερού – Ευτροφισμός και διασπορά νερού αποστράγγισης	- 25 -

6.2	Γενικά μέτρα πρόληψης, παρακολούθησης και ελέγχου	38 -
6.2.1	Ποιοτική και ποσοτική παρακολούθηση νερών αποστράγγισης	38 -
6.2.2	Ποιοτική παρακολούθηση θαλάσσιου περιβάλλοντος	39 -
6.2.3	Άλλα μέτρα παρακολούθησης	42 -
6.3	ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ	42 -
7	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	44 -
	Παράρτημα Ι Γεωλογικές Τομές στην Περιοχή Ανάπτυξης	44 -

- ΠΙΝΑΚΕΣ -

Πίνακας 1:	Ομάδα Μελέτης.....	3 -
Πίνακας 2:	Βάθη εκσκαφής	8 -
Πίνακας 3:	Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων (cp. FoodLab Ltd) σε δείγμα νερού που λήφθηκε μετά από 15m ³ άντλησης σε γεώτρηση σε σημείο στα βόρεια του οικοπέδου ανάπτυξης.....	11 -
Πίνακας 4:	Μικροβιολογικές αναλύσεις από «cp. FoodLab Ltd» σε δείγμα νερού που λήφθηκε μετά από 15m ³ άντλησης από γεώτρηση σε σημείο βόρεια του χώρου ανάπτυξης, στις 23 Ιανουαρίου 2019	12 -
Πίνακας 5:	Αποτελέσματα Χημικών Αναλύσεων του νερού αποστράγγισης της υπό κατασκευή ανάπτυξης «ONE».....	13 -
Πίνακας 6:	Εκτιμώμενη υδραυλική αγωγιμότητα	16 -
Πίνακας 7:	Εκτιμώμενοι όγκοι άντλησης για σκοπούς εκσκαφής.....	17 -
Πίνακας 8:	Συνολικός όγκος νερού αποστράγγισης ανά στάδιο (m ³ /day)	17 -
Πίνακας 9:	Πρόσφατα φυσικοχημικά δεδομένα περιοχής κόλπου Λεμεσού.....	26 -
Πίνακας 10:	Συγκριτικά αποτελέσματα των τριών σεναρίων που εξετάστηκαν	34 -
Πίνακας 11:	Κατηγορίες τροφικής κατάστασης παράκτιων υδατικών σωμάτων	35 -
Πίνακας 12:	Εκτίμηση Δεικτών TRIx και Συντελεστή Αποδοτικότητας σε διάφορες θέσεις εντός των ορίων του πλουμίου στο Σενάριο 2 και κατάταξη σε κλίμακες	37 -
Πίνακας 13:	Ποιοτικά χαρακτηριστικά προς παρακολούθηση	38 -
Πίνακας 14:	Τροφική κατάταξη παράκτιων υδάτινων σωμάτων βάσει των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης -α (Πηγή Pagou et al, 2007).....	40 -
Πίνακας 15:	Προτεινόμενο σχέδιο παρακολούθησης ευτροφισμού με κύρια παράμετρο αξιολόγησης την χλωροφύλλη-α.....	41 -

- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ -

Διάγραμμα 1: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης βάθος –	- 28 -
40m	- 28 -
Διάγραμμα 2: Συγκέντρωση και διάλυση ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της απόστασης από τον άξονα των «z» σε βάθος -40m	- 29 -
Διάγραμμα 3: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο «απομακρυσμένο πεδίο» συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης σε βάθος -40m.....	- 29 -
Διάγραμμα 4: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης σε βάθος -10m.....	- 31 -
Διάγραμμα 5: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της απόστασης από τον άξονα των z σε βάθος -10m.....	- 31 -
Διάγραμμα 6: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο «απομακρυσμένο πεδίο» συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης σε βάθος -10m.....	- 32 -
Διάγραμμα 7: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης σε βάθος -10m και αρχική συγκέντρωση ρύπου 15mg/l.....	- 33 -
Διάγραμμα 8: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της απόστασης από τον άξονα των z σε βάθος -10m και αρχική συγκέντρωση ρύπου 15mg/l.....	- 34 -

- ΧΑΡΤΕΣ -

Χάρτης 1: Δορυφορική εικόνα περιοχής χωροθέτησης έργου «Limassol Neo».....	- 2 -
Χάρτης 2: Στάδια φάσης κατασκευής έργου.....	- 9 -
Χάρτης 3: Σχηματική απεικόνιση της προτεινόμενης λύσης απόρριψης στη θάλασσα.....	- 21 -

- ΕΙΚΟΝΕΣ -

Εικόνα 1: Φωτορεαλιστική απεικόνιση του έργου Limassol Neo	- 3 -
Εικόνα 2: Μηχανισμός εκδήλωσης εδαφικής υποχώρησης λόγω αφαίρεσης υπόγειου νερού από το έδαφος.....	- 23 -
(Πηγή: Κ. Λουπασάκης Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ «Σημειώσεις διαλέξεων Τεχνικής Γεωλογίας)	- 23 -
Εικόνα 3: Διασπορά ρύπου κατά τους άξονες x-y-z για συγκέντρωση 149mg/l και βάθος απόρριψης - 40m	- 27 -
Εικόνα 4: Διασπορά ρύπου κατά τους άξονες x-z για συγκέντρωση 149mg/l και βάθος απόρριψης - 40m	- 28 -
Εικόνα 5: Διασπορά ρύπου κατά τους άξονες x-y-z για συγκέντρωση 149mg/l και βάθος απόρριψης - 10m	- 30 -

- ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ -

Φωτογραφία 1: Μερική άποψη του υπό ανάπτυξη τεμαχίου και οικιστική χρήση περιμετρικά (κατεύθυνση φωτογραφίας: προς Νοτιοανατολικά)	- 5 -
Φωτογραφία 2: Μερική άποψη του υπό ανάπτυξη τεμαχίου και οικιστική χρήση περιμετρικά (κατεύθυνση φωτογραφίας: προς Βόρεια)	- 6 -
Φωτογραφία 3: Μερική άποψη του υπό ανάπτυξη τεμαχίου	- 6 -
(κατεύθυνση φωτογραφίας: προς Νοτιοδυτικά)	- 6 -
Φωτογραφία 4: Αεροφωτογραφία με συνολική άποψη του οικοπέδου της προτεινόμενη ανάπτυξης	- 7 -

1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα έκθεση αποτελεί Συμπληρωματική Περιβαλλοντική Μελέτη Εξειδικευμένη για τη διαχείριση του υπόγειου νερού αποστράγγισης κατά τη διάρκεια κατασκευής της ανάπτυξης «Limassol Neo» στη Λεμεσό. Η θέση του προτεινόμενου έργου απεικονίζεται στο Χάρτη 1, ενώ στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται φωτορεαλιστική απεικόνιση της προτεινόμενης ανάπτυξης.

Το προτεινόμενο έργο αφορά στην κατασκευή μεγάλης κλίμακας ανάπτυξη, η οποία περιλαμβάνει 4 πολυώροφα κτήρια με διαμερίσματα, καταστήματα, εστιατόρια, υπόγειους χώρους στάθμευσης και χώρους πρασίνου.

Ο Φορέας ανάπτυξης του υπό μελέτη έργου είναι η εταιρεία «Pafilia Limassol Landmark Building Limited», η οποία έχει αναθέσει στην I.A.CO Environmental & Water Consultants Ltd την εκπόνηση της παρούσας μελέτης.

Το έργο «Limassol Neo» χωροθετείται στο τεμάχιο 217 του Φ/Σχ. 54/590103 συνολικού εμβαδού 23.754m². Η κάλυψη της ανάπτυξης ανέρχεται στα 9.150m² και το συνολικό δομήσιμο εμβαδό κάλυψης ανέρχεται στα 61.980m².

Το Τμήμα Περιβάλλοντος στα πλαίσια εξέτασης της ΠΕΕΠ κατά τη διαδικασία αίτησης για έκδοση Πολεοδομικής Άδειας (ΠΑ460/2017), έχει εκδώσει Περιβαλλοντική Γνωμάτευση με όρους. Ένας από τους ουσιώδεις όρους της Γνωμάτευσης, αφορά στην **εκπόνηση συμπληρωματικής περιβαλλοντικής εξειδικευμένης μελέτης** σχετικά με τη διάθεση του νερού αποστράγγισης που θα προκύψει από τις εκσκαφές. Η μελέτη αυτή σύμφωνα με κατευθυντήριο έγγραφο του Τμήματος Περιβάλλοντος πρέπει να περιέχει τουλάχιστον τα ακόλουθα.

1. *Εξέταση διάφορων επιλογών διάθεσης των νερών από τις εκσκαφές.*
2. *Ανάπτυξη και περιγραφή επιλεχθείσας επιλογής (τελικός αποδέκτης, τρόπος άντλησης και μεταφοράς του νερού, ποσότητες, ρυθμός απόρριψης, χρονική διάρκεια, μοντέλο διασποράς του αντλούμενου νερού στην περίπτωση που εφαρμόζεται κ.α.).*
3. *Ποιότητα νερού που προκύπτει από τις εκσκαφές και προορίζεται προς διάθεση (αναφορά σε περιπτώσεις ιστορικής ρύπανσης στην περιοχή, πιθανόν γειτνιάζον ρυπογόνες δραστηριότητες).*
4. *Μέτρα επεξεργασίας του νερού πριν από την απόρριψη για την αποτελεσματική αφαίρεση των αιωρούμενων στερεών και πιθανών άλλων ρύπων εφόσον καταστεί ανάγκη.*
5. *Μέτρα μείωσης εισόδου υπογείων νερών στο χώρο της ανάπτυξης.*
6. *Μεθοδολογία και τεχνικά χαρακτηριστικά άντλησης του υπογείου νερού για ταπείνωση της στάθμης του υδροφόρου και μέτρα μείωσης εισδοχής αιωρούμενων στερεών στο προς άντληση νερό.*
7. *Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του αποδέκτη των νερών προς διάθεση και εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων που θα έχει σε αυτό η συγκεκριμένη άντληση.*

8. Περιγραφή και στοιχειοθέτηση του προγράμματος παρακολούθησης, τόσο της ποιότητας του αντλούμενου νερού όσο και της κατάστασης του αποδέκτη (ποιες παράμετροι θα μετρούνται και με ποια συχνότητα).
9. Περιγραφή των γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών στην περιοχή ανάπτυξης του έργου.
10. Μέτρα αποφυγής διάβρωσης του εδάφους.
11. Πιθανές επιπτώσεις στον υδροφόρο της περιοχής από την εντατική άντληση.
12. Σχέδιο αντιμετώπισης περιπτώσεων έκτακτης ανάγκης.



Χάρτης 1: Δορυφορική εικόνα περιοχής χωροθέτησης έργου «Limassol Neo»



Εικόνα 1: Φωτορεαλιστική απεικόνιση του έργου Limassol Neo

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

Πίνακας 1: Ομάδα Μελέτης

A/A	Όνοματεπώνυμο	Ειδικότητα	Σχετική εμπειρία (χρόνια)
1	Ιάκωβος Ιακωβίδης	Ειδικός Υδατικής Ανάπτυξης, Υδρολόγος / Υδρογεωλόγος (BSc., MSc.)	>40
2	Άγισ Ιακωβίδης	Πολιτικός Μηχανικός / Μηχανικός Περιβάλλοντος (BSc., MSc.)	>15
3	Μάριος Μουσκουντής	Γεωλόγος, Υδρογεωλόγος (MSc)	>9
4	Χρυσάνθη Δημητρίου	Χημικός Μηχανικός, Μηχανική Ρευστών (MSc)	>12
5	Αθηνά Παπαθεοδούλου	Βιολόγος, Περιβαλλοντική και Υδατική Διαχείριση (MSc)	>9
6	Έλενα Νικολάου	Τοπογράφος Μηχανικός, Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων (MSc)	>3
7	Φωτεινή Ευθυμίου	Γεωλόγος/Μηχανικός Περιβάλλοντος (MSc)	1

1.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης και προς κάλυψη των πιο πάνω απαιτήσεων του Τμήματος Περιβάλλοντος έχουν εκπονηθεί οι πιο κάτω δραστηριότητες:

- **Καθορισμός Ποιότητας Υπόγειου Νερού Αποστράγγισης**
 - Δειγματοληψία και Ανάλυση για τις εξής χημικές και μικροβιολογικές παραμέτρους *Ph, Electric Conductivity, Nitrates, Total Suspended Solids, Fats, Oils and Greases, Total Phosphorous, Lead, Arsenic, Cadmium, Mercury, BOD, COD, E-coli, Total coliforms και Enterococcus.*
 - Αξιολόγηση και καθορισμός της ποιότητας του νερού αποστράγγισης.
- **Καθορισμός Ποσοτήτων Υπόγειου Νερού Αποστράγγισης**
 - Περιγραφή των γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών στην περιοχή ανάπτυξης του έργου.
 - Περιγραφή του συστήματος αποστράγγισης (μεθοδολογία, διαφραγματικός τοίχος κτλ).
- **Εξέταση διαφόρων επιλογών διάθεσης του νερού αποστράγγισης**
 - Καθορισμός εναλλακτικών επιλογών διάθεση
 - Περιγραφή της τελικής επιλογής του συστήματος διάθεσης του νερού
- **Αξιολόγηση/ Εκτίμηση Επιπτώσεων από την Διαχείριση του Νερού Αποστράγγισης**
 - Επιπτώσεις στο χερσαίο και θαλάσσιο περιβάλλον
 - Προτεινόμενα μέτρα
 - Γενικά μέτρα πρόληψης, παρακολούθησης και ελέγχου
 - Σχέδιο αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης

2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

2.1.1 Τοποθεσία Έργου

Η εμπορική και οικιστική ανάπτυξη του Έργου «Limassol Neo» βρίσκεται στο Δήμο Λεμεσού επί της παραλιακής Λεωφόρου 28^{ης} Οκτωβρίου και συγκεκριμένα χωροθετείται στο τεμάχιο 217 του Φ/Σχ. 54/590103 όπως απεικονίζεται στη δορυφορική εικόνα του Χάρτη 1. Σημειώνεται ότι τα τελευταία τρία χρόνια το τεμάχιο χρησιμοποιείται ως χώρος στάθμευσης.

Το υπό ανάπτυξη τεμάχιο έχει μέσο υψόμετρο 1,9 m – a.m.s.l (χαμηλότερο υψόμετρο 1,2m στο νοτιοανατολικό σύνορο του τεμαχίου και υψηλότερο 3,4m στα δυτικά).

2.1.2 Περιμετρικές Χρήσεις Γης

Στην περιοχή περιμετρικά του χώρου ανάπτυξης χωροθετούνται μεικτές χρήσεις. Πιο συγκεκριμένα, στα βόρεια και ανατολικά του τεμαχίου η χρήση γης είναι οικιστική, στα δυτικά βρίσκεται ο Δημοτικός Κήπος, ενώ στα νοτιοανατολικά βρίσκεται η Δημοτική Πινακοθήκη. Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης υπάρχουν αναπτύξεις που σχετίζονται με γραφειακές και εμπορικές δραστηριότητες, καθώς επίσης και με δραστηριότητες αναψυχής (βλ. Φωτογραφία 1). Άποψη του τεμαχίου παρουσιάζεται στις Φωτογραφίες 1-4.



Φωτογραφία 1: Μερική άποψη του υπό ανάπτυξη τεμαχίου και οικιστική χρήση περιμετρικά (κατεύθυνση φωτογραφίας: προς Νοτιοανατολικά)



Φωτογραφία 2: Μερική άποψη του υπό ανάπτυξη τεμαχίου και οικιστική χρήση περιμετρικά (κατεύθυνση φωτογραφίας: προς Βόρεια)



Φωτογραφία 3: Μερική άποψη του υπό ανάπτυξη τεμαχίου (κατεύθυνση φωτογραφίας: προς Νοτιοδυτικά)



Φωτογραφία 4: Αεροφωτογραφία με συνολική άποψη του οικοπέδου της προτεινόμενη ανάπτυξης

2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΈΡΓΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ

Το προτεινόμενο έργο αφορά στην κατασκευή τεσσάρων οικιστικών πύργων (39, 33, 33 και 28 ορόφων) καθώς και εμπορικών χρήσεων συνολικού εμβαδού 2.100m². Περιλαμβάνει την κατασκευή **υπόγειου χώρου στάθμευσης δύο επιπέδων** και καλυμμένου χώρου στάθμευσης 5 επιπέδων. Η κατασκευή του έργου διαχωρίζεται σε τρεις φάσεις: α) Φάση Α – κατασκευή Πύργων 1&2, β) Φάση Β – κατασκευή Πύργου 3 και γ) Φάση Γ – κατασκευή Πύργου 4 και δημόσιου χώρου στάθμευσης.

Σύμφωνα με τη «Μελέτη Αποστράγγισης Εκσκαφών Υπογείων¹» η οποία εκπονήθηκε από την εταιρεία «P. Papadopoulos and Associates Consulting Engineers L.L.C», για την κατασκευή των υπογείων απαιτείται εκσκαφή σε βάθος περίπου 10,4m από την επιφάνεια του εδάφους και η κατασκευή περιμετρικού διαφραγματικού τοίχου για την στήριξη των πρανών της εκσκαφής. Για σκοπούς περιορισμού του όγκου άντλησης οι τρεις φάσεις κατασκευής διαχωρίζονται σε επιμέρους στάδια (6 συνολικά στάδια, βλ. Χάρτη 2). Η έναρξη κάθε σταδίου προϋποθέτει την κατασκευή πλάκας θεμελίωσης και πλακών οροφής υπογείων του προηγούμενου σταδίου, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται πλήρης σταθεροποίηση και σφράγιση της ροής από την προηγούμενη εκσκαφή.

Σύμφωνα με τη Μελέτη¹ τα βάθη εκσκαφής για τους τέσσερις πύργους παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα. Σημειώνεται ότι στην περιοχή των ανελκυστήρων το βάθος εκσκαφής θα είναι

¹ NEO Limassol, Μελέτη Αποστράγγισης Εκσκαφών Υπογείων, P. Papadopoulos and Associates Consulting Engineers L.L.C

μεγαλύτερο ώστε να επιτραπεί η διαμόρφωση του κατάλληλου χώρου/πηγαδιού για τους ανελκυστήρες.

Πίνακας 2: Βάθη εκσκαφής

Κτήριο	Βάθος εκσκαφής (m)	Βάθος εκσκαφής πηγαδιού ανελκυστήρα (m)
Πύργος 1	10,4	13,5
Πύργος 2	10,2	13,3
Πύργος 3	9,5	12,3
Πύργος 4	10,2	13,3



Χάρτης 2: Στάδια φάσης κατασκευής έργου

3 Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

3.1 ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Στις 23/01/2019 πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία σε γεώτρηση στα βόρεια του τεμαχίου σε δείγμα το οποίο λήφθηκε μετά από άντληση 15m³. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Στον ίδιο Πίνακα και για σκοπούς σύγκρισης, παρατίθενται τα επιτρεπτά όρια των επεξεργασμένων λυμάτων του Συμβουλίου Αποχετεύσεων Λεμεσού-Αμαθούντας (ΣΑΛΑ), σύμφωνα με την Άδεια Απόρριψης (Αρ. Άδειας 69/2012) από το Τμήμα Περιβάλλοντος προς το Τμήμα 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 «7,5» υποδεικνύει την ουδέτερη οξύτητα του υπόγειου νερού.

➤ Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (μS/cm)

Η Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (1825 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 κάποια περίοδο άντλησης όπου θα αρχίσει να παρατηρείται διείσδυση θαλασσινού νερού.

➤ Νιτρικά (NO₃)

Η τιμή των 149mg/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 τον παράκτιο υδροφόρα της περιοχής της αστικής Λεμεσού, χαρακτηρίζεται ως «κακή» με τα νιτρικά ιόντα να υπερβαίνουν την Ανώτερη Αποδεκτή Τιμή των 50mg/l. 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 δεν δικαιολογεί τη σταθερά υψηλή συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων τα οποία πιθανόν να μεταφέρονται στο «ΣΥΥ CY-8» από τον Ποταμό Γαρύλλη.

Όπως επεξηγείται και στη συνέχεια, η ψηλή συγκέντρωση νιτρικών αναμένεται να παρατηρηθεί μόνο στα αρχικά στάδια της άντλησης, ενώ στη συνέχεια η συγκέντρωση αυτή θα μειωθεί δραματικά.

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

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

Όπως παρουσιάζεται, δεν έχουν ανιχνευθεί Αιωρούμενα Σωματίδια (Suspended Solids). Με τη λήψη από μία σειρά μέτρων, κατά τη διαδικασία αποστράγγισης, όπως εξηγείται και στη συνέχεια, οι συγκεντρώσεις των Αιωρούμενων Σωματιδίων θα διατηρούνται σε χαμηλά και επιτρεπτά επίπεδα.

➤ **FOGs (Λίπη και Έλαια)**

Δεν ανιχνευθήκαν οποιαδήποτε FOGs (λίπη και έλαια).

➤ **TP (Ολικός Φώσφορος)**

Δεν έχει ανιχνευθεί Ολικός Φώσφορος (TP) κάτι που επενεργεί θετικά στην αποτροπή του φαινομένου Ευτροφισμού.

➤ **Βαρέα Μέταλλα (Pb, As, Cd, Hg)**

Τα Βαρέα Μέταλλα Μόλυβδος (Pb), Κάδμιο (Cd) και Υδράργυρος (Hg) δεν ανιχνεύθηκαν στα τρία δείγματα που αναλύθηκαν. Πολύ μικρή συγκέντρωση Αρσενικού (As) που ανιχνεύθηκε δεν αποτελεί σημείο ανησυχίας αφού είναι χαμηλότερη και από τα όρια του πόσιμου νερού.

➤ **BOD₅ και COD**

Σημειώνεται ότι τα επίπεδα του BOD₅ και COD είναι πολύ χαμηλά, γεγονός το οποίο υποδεικνύει ότι δεν υπάρχει οποιαδήποτε οργανική 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 3: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων (cp. FoodLab Ltd) σε δείγμα νερού που λήφθηκε μετά από 15m³ άντλησης σε γεώτρηση σε σημείο στα βόρεια του οικοπέδου ανάπτυξης

Παράμετρος	Δείγμα 281100/001 (μετά από 15m ³ άντληση)	Ποιοτικά χαρακτηριστικά επεξεργασμένων λυμάτων ΣΑΛΑ*	Ανώτατα Όρια για νερό ανθρώπινης κατανάλωσης (N.87(I)/2001)
pH (α)	7,5	6,5-8,5	6,5-8,5
Αγωγιμότητα (β)	1825	2500	2500
Νιτρικά (NO ₃ ⁻) (γ)	149	**	50
SS (δ)	<1,3	10	-
FOG (ε) Σημ.1	<4,7	-	-
TP (Ολ. Φώσφορος) (ζ) Σημ.1	<0,07	**	-
Μόλυβδος (Pb) (η)	<0,33	150	10
Αρσενικό (As) (θ)	2,85	-	10
Κάδμιο (Cd) (ι) Σημ.1	<0,20	10	5,0
Υδράργυρος (Hg) (κ)	0,35	5	1,0
BOD ₅ (λ) Σημ.1	<3	10	-
COD (μ)	4	70	-

(α) Μέθοδος APHA 4500A:2017, (β) Μέθοδος APHA 2510A/B:2017 σε μονάδες μS/cm, (γ) Μέθοδος APHA 2017 (4110C) σε μονάδες mg/l, (δ) Μέθοδος APHA 2017 (2540D) σε μονάδες mg/l, (ε) Μέθοδος 5520A/B: APHA 2017 σε μονάδες mg/l, (ζ) Μέθοδος APHA 3120B:2017 σε μονάδες mg/l, (η) Μέθοδος APHA 3120B:2017 σε μονάδες mg/l, (θ) Μέθοδος APHA 2017(5210D) σε μονάδες mg/l, (ι) Μέθοδος APHA 2017 (5520D) σε μονάδες mg/l

Σημείωση 1: Η τιμή είναι μεταξύ του ορίου ανίχνευσης και του ορίου ποσοτικού προσδιορισμού

Σημείωση 2: Για την ανάλυση έγινε χρήση αναστολέα νιτροποίησης

*Σύμφωνα με Άδεια Απόρριψης (69/2012) από Τμήμα Περιβάλλοντος προς Τμήμα 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.

3.2 ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Στον Πίνακα 4 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων στο δείγμα υπόγειου νερού που λήφθηκε μετά από περίπου 15m³ 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 πολύ μικρή παρουσία εντερόκοκκων δεν ανιχνεύθηκε άλλο μικροβιολογικό φορτίο. Η παρουσία εντερόκοκκων ενδεχομένως να είναι τοπική και δεν αποτελεί σημαντικό παράγοντα, αφού αναμένεται ότι μετά και από κάποια περίοδο άντλησης το μικροβιολογικό φορτίο θα εξαλειφθεί σχεδόν πλήρως.

Επίσης, 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.

Πίνακας 4: Μικροβιολογικές αναλύσεις από «cp. FoodLab Ltd» σε δείγμα νερού που λήφθηκε μετά από 15m³ άντλησης από γεώτρηση σε σημείο βόρεια του χώρου ανάπτυξης, στις 23 Ιανουαρίου 2019

Παράμετρος	Δείγμα 281100/001 (μετά από 15m ³ άντληση)	Καθορισμός ποιότητας νερών κολύμβησης Ν.57(Ι)/2008		
		Εξαιρετική	Καλή	Επαρκής
Κολοβακτηριοειδή	0	-	-	-
Εντερικά κολοβακτηρίδια (*)	0	250	500	500
Εντερόκοκκος (**)	45	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

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

3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ «ONE»

Η υπό κατασκευή ανάπτυξη «ONE», του ίδιου φορέα ανάπτυξης, βρίσκεται 750m βορειοανατολικά της προτεινόμενης ανάπτυξης «Limassol Neo» στο παραλιακό μέτωπο επί της Λεωφόρου 28^{ης} Οκτωβρίου. Στην ανάπτυξη αυτή οι εργασίες αποστράγγισης και απόρριψης νερού στη θάλασσα, βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο. Στον Πίνακα 5 που ακολουθεί παρουσιάζονται πρόσφατα αποτελέσματα χημικών αναλύσεων του νερού αποστράγγισης (από Ιούλιο 2018 μέχρι Σεπτέμβριο 2018). Οι αναλύσεις αυτές αφορούν δείγματα υπόγειου νερού αποστράγγισης και όπως παρατηρείται από την πολύ υψηλή αγωγιμότητα και τις αυξημένες συγκεντρώσεις χλωρίου το νερό χαρακτηρίζεται ως «υφάλμυρο» (Brackish water) λόγω της θαλάσσιας διείσδυσης. Αξιοσημείωτη είναι και η χαμηλή παρουσία θρεπτικών (Νιτρικών Αλάτων, Νιτρώδη, Ολικό Άζωτο).

Αυτό αποδεικνύει το γεγονός ότι μετά από κάποια περίοδο άντλησης, η οποία εκτιμάται σε μια με δύο εβδομάδες, η αρχική ποιότητα του νερού αλλάζει δραματικά και προσομοιώνεται όλο και περισσότερο με την ποιότητα του θαλασσινού νερού, με τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών να μειώνονται δραματικά.

Πίνακας 5: Αποτελέσματα Χημικών Αναλύσεων του νερού αποστράγγισης της υπό κατασκευή ανάπτυξης «ONE»

Παράμετρος	WS1 27/07/2018	WS1 02/08/2018	WS1 27/09/2018	WS1 18/11/2018
pH	7,78	7,75	7,54	7,37
Αγωγιμότητα (μS/cm)	22200	22600	24200	24000
Νιτρικά Άλατα (NO ₃ ⁻) (mg/l)	4,6	37	11,7	12,9
Χλωριούχα (mg/l)	6400	7100	6625	6500
TSS (mg/l)	<5	<5	<5	<5
FOG*	0,0920	0,105	0,1235	0,086
Ολικό Άζωτο (mg/l)	<15	<15	22,5	15
Νιτρώδη (mg/l)	0,019	0,017	0,013	0,009
Φωσφορικά (mg/l)	0,05	0,06	0,06	1,71

3.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΡΟΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ

Όσον αφορά στην ποιότητα του νερού αποστράγγισης, συμπεραίνεται ότι είναι σε αναμενόμενα πλαίσια για την αστική περιοχή της Λεμεσού με σχετικά υψηλή συγκέντρωση νιτρικών. Θετικό στοιχείο είναι η πολύ χαμηλή συγκέντρωση φωσφορικών, αιωρούμενων σωματιδίων, BOD₅ και COD και η μη ανίχνευση βαρέων μετάλλων (ανιχνεύθηκαν μόνο αμελητέες ποσότητες Αρσενικού). Επίσης, δεν ανιχνεύθηκε οποιαδήποτε αξιοσημείωτη μικροβιολογική μόλυνση.

Τονίζεται ότι, η ποιότητα του υπόγειου νερού όπως έχει διαφανεί από δείγμα που λήφθηκε μετά από 15m³ άντλησης αντιπροσωπεύει μόνο τα αρχικά στάδια της άντλησης (1 με 2 εβδομάδες). Στη συνέχεια η ποιότητα του νερού αναμένεται να αλλάξει δραματικά και με την πάροδο του χρόνου άντλησης όπου θα προσομοιώνεται όλο και περισσότερο με την ποιότητα του θαλασσινού νερού. Αυτό αποδεικνύεται και από πρόσφατα αποτελέσματα χημικών αναλύσεων του νερού αποστράγγισης (από Ιούλιο 2018 μέχρι Σεπτέμβριο 2018) παρακείμενης υπό κατασκευή ανάπτυξης σε δείγματα υπόγειου νερού τα οποία λήφθηκαν μετά από μεγάλη περίοδο εκτεταμένης άντλησης.

Η ποιότητα του νερού προσομοιώνεται όλο και περισσότερο με αυτή του θαλασσινού νερού λόγω της θαλάσσιας διείσδυσης, απόρροια της εκτεταμένης περιόδου άντλησης, με αξιοσημείωτη χαμηλή παρουσία θρεπτικών (Νιτρικών Αλάτων, Νιτρώδη, Ολικό Άζωτο).

4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

4.1 ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

4.1.1 Γεωλογικά Χαρακτηριστικά

Η άμεση περιοχή μελέτης, με βάση και την Γεωτεχνική Έρευνα⁴ (GEOINVEST LTD) που εκπονήθηκε στην περιοχή, μπορεί να διαχωριστεί σε πέντε (5) λιθολογικούς Ορίζοντες:

(Α) Πρόσφατες Αλλουβιακές Αποθέσεις, οι οποίες αποτελούνται κυρίως από Ιλύ με διάφορα ποσοστά Αργίλου, Άμμου και Χαλικιών. Οι αποθέσεις αυτές εκτείνονται σε βάθη από 0,2-2,8m από την επιφάνεια.

(Β) Θαλάσσιες Αποθέσεις, οι οποίες αποτελούνται κυρίως από Άμμο και Χαλίκια σε διάφορα ποσοστά, με λιγότερο ποσοστό ιλύς, είτε σαν ξεχωριστό στρώμα ή φακό, είτε σε ανάμειξη με τα άλλα υλικά. Βρίσκονται κάτω από τις πρόσφατες αλλουβιακές αποθέσεις και εκτείνονται σε βάθη 7-12m.

(C) Λεπτόκοκκες παλαιότερες παράκτιες αποθέσεις, οι οποίες έχουν φτωχή διαστρωμάτωση και βρίσκονται κάτω από τις θαλάσσιες αποθέσεις όπου εκτείνονται σε βάθη 25,4-27,5m. Αποτελούνται κυρίως από Ιλύ Άργιλο και Άμμο. Επίσης, στις αποθέσεις αυτές αναμένονται και λεπτοί φακοί από χαλίκια.

(D) Συνεκτική άμμος με εναλλαγές Χαλικιών και παλαιών αλλουβιακών και παράκτιων αποθέσεων, τα οποία βρέθηκαν σε βάθη μέχρι και 50m και αποτελούνται από συγκολλημένη Άμμο με φακούς από Χαλίκια και λεπτούς φακούς από Άργιλο και Ιλύ, παρόμοια με του ορίζοντα C

(E) Ασβεστιτικός Ψαμμίτης του Σχηματισμού Λευκωσίας. Ο Ορίζοντας αυτός αποτελεί και το γεωλογικό υπόβαθρο (bedrock) της περιοχής και εμφανίζεται σε βάθος περίπου 60-70m από την επιφάνεια του εδάφους στην περιοχή.

Στο Παράρτημα I παρουσιάζονται οι γεωλογικές τομές με τους πιο πάνω λιθολογικούς ορίζοντες.

4.1.2 Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά του υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής

Σύμφωνα με εργαστηριακές δοκιμές που εκπονήθηκαν σχετικά με την υδροπερατότητα (permeability) των διαφόρων λιθολογικών σχηματισμών στα πλαίσια της προαναφερόμενης Γεωτεχνική Έρευνας, έχει διαφανεί ότι υπάρχουν δύο κύριοι υδροφόροι ορίζοντες στην περιοχή, οι οποίοι σχετίζονται με αποθέσεις άμμου και χαλικιών.

Ο πρώτος, ο οποίος είναι φρεάτιος (ελεύθερος), αφορά τον Ορίζοντα Β και βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους.

Ο δεύτερος, ο οποίος είναι υπό πίεση, λόγω της παρουσίας του ημι-διαπερατού Ορίζοντα C σχετίζεται με τους Ορίζοντες D και E.

Ένας τρίτος λιγότερο διαπερατός (ημι-διαπερατός) υδροφορέας σχετίζεται με τα πλούσια σε Άμμο τμήματα τα οποία εμφανίζονται κυρίως στο άνω και κάτω μέρος της μεταβατικής ζώνης από τον Ορίζοντα Β και D.

Σημειώνεται επίσης, ότι λόγω του μεγάλου αριθμού γεωτρήσεων που είχαν ανορυχθεί στο παρελθόν για γεωργικούς και υδρευτικούς σκοπούς, καθώς επίσης και των αμμώδων φακών μέσα στον

⁴ Geological – Geotechnical Investigation at the site of the proposed development “Pafilia New Project” along 28th October Avenue in Limassol, GEOINVEST, June-July 2018

Ορίζοντα C, οι τρεις υδροφόροι ορίζοντες φαίνεται να είναι διασυνδεδεμένοι λειτουργώντας ως ενιαίος υδροφορέας.

Η υδροπερατότητα, βάσει εργαστηριακών δοκιμών έχει εκτιμηθεί ως ακολούθως:

Πίνακας 6: Εκτιμώμενη υδραυλική αγωγιμότητα

Τύπος εδάφους	Υδραυλική Αγωγιμότητα (cm/s)	Ορίζοντας
Ιλυώδης άμμος και λεπτό χαλίκι	0,5 to 10 m/day	B
Αμμώδες, αργιλώδες και ιλυώδες	<0.09 m/day	C
Αργιλώδες, πολύ αμμώδης ιλύς	<1,0 m/day	C

Βάσει των πιο πάνω αποτελεσμάτων, η υδροπερατότητα των Οριζόντων B είναι υψηλή, ενώ του Ορίζοντα C που είναι πλούσιο σε άργιλο/ιλύ είναι σχετικά χαμηλή. Μέτριας υδροπερατότητας είναι το τμήμα του Ορίζοντα C που είναι πλούσιο σε Άμμο.

Ο Ορίζοντας D (αν και δεν έγινε εργαστηριακή δοκιμή), λόγω της λιθολογίας του αναμένεται να έχει υψηλή υδροπερατότητα.

Η στάθμη του υπόγειου νερού συναντάται περίπου σε βάθος 1,2m-2,0m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, το οποίο έχει μικρή διακύμανση αναλόγως της εποχής και της βροχόπτωσης.

4.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

4.2.1 Εκτίμηση όγκου νερού αποστράγγισης

Η εκτίμηση του όγκου του νερού προς αποστράγγιση έγινε με το λογισμικό PLAXIS 3D (2018) όπως περιγράφεται στη Μελέτη¹. Οι παραδοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του όγκου είναι οι ακόλουθες:

- Έχει χρησιμοποιηθεί η «υπέρ της ασφάλειας» τιμή υδροπερατότητα των 2m/d για τον Ορίζοντα C, στον οποίο θα εκτίνεται και ο διαφραγματικός τοίχος, έτσι ώστε να ληφθεί ικανοποιητικά υπόψη η παρουσία φακών μεγαλύτερης υδροπερατότητας σε αυτό το στρώμα.
- Η ροή διαμέσου των υδροφορέων εκφράζεται από το νόμο του Darcy.
- Η συγκεκριμένη εκφόρτιση βασίζεται στην κλίση της πίεσης των πόρων των υπόγειων υδάτων.
- Ως οριακή συνθήκη ορίστηκε η επιφάνεια σε βάθος 60m με μηδενική ροή διαμέσου αυτής της επιφάνειας.

Οι εκτιμώμενοι όγκοι άντλησης νερού αποστράγγισης για κάθε στάδιο εκσκαφής παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 7.

Πίνακας 7: Εκτιμώμενοι όγκοι άντλησης για σκοπούς εκσκαφής

Στάδιο κατασκευής	Μέγιστος όγκος άντλησης μέχρι το υψόμετρο εκσκαφής βάσης πύργου συμπ. Φρεατίου ανελκυστήρα (m ³ /day)	Επιπλέον όγκος άντλησης για σκοπούς αποσυμπίεσης (m ³ /day)	Μέγιστος συνολικός όγκος άντλησης (m ³ /day)
Στάδιο 1	3.547	1000	4.547
Στάδιο 2	3.846	1000	4.846
Στάδιο 3	2.192	-	2.192
Στάδιο 4	3.881	1000	4.881
Στάδιο 5	3.288	1000	4.288
Στάδιο 6	3.013	-	3.016

Το σύστημα αποστράγγισης θα είναι συνδεδεμένο με ένα σύστημα φρεατίων επαναφόρτισης του υδροφορέα, στην περιφέρεια της εκσκαφής και εκτός του διαφραγματικού τοίχου, με στόχο τη διατήρηση των επιπέδων υπόγειου ύδατος σε σταθερή κατάσταση έξω από την περιοχή εκσκαφής. Το σύστημα επαναφόρτισης θα αποτελείται από φρεάτια που θα βρίσκονται σε βάθος περίπου 8m από την επιφάνεια του εδάφους μέσα στη στρώση με υδροπερατότητα 10,0m/day. Με βάση την υδροπερατότητα των στρώσεων και από προηγούμενη εμπειρία σε αντίστοιχα θέματα, η απορροφητικότητα των φρεατίων αυτών εκτιμάται σε 35m³/day ανά φρεάτιο.

Για την επίτευξη ικανοποιητικής επαναφόρτισης του νερού αποστράγγισης πίσω στον υδροφορέα σύμφωνα με τη Μελέτη¹ εκτιμάται ότι θα απαιτηθούν περίπου 50 φρεάτια συνολικής απορροφητικότητας 1.750m³/day.

Ως εκ τούτου η συνολική εκτιμώμενη ποσότητα όγκου νερού αποστράγγισης (βλ. Πίνακα 8) διαμορφώνεται ανά στάδιο ως ακολούθως:

Πίνακας 8: Συνολικός όγκος νερού αποστράγγισης ανά στάδιο (m³/day)

Στάδιο κατασκευής	Μέγιστος συνολικός όγκος άντλησης (m ³ /day)	Όγκος επαναφόρτισης (m ³ /day)	Συνολικός όγκος νερού αποστράγγισης (m ³ /day)
Στάδιο 1	4.547	1.750	2.797
Στάδιο 2	4.846	1.750	3.096
Στάδιο 3	2.192	1.750	442
Στάδιο 4	4.881	1.750	3.131
Στάδιο 5	4.288	1.750	2.538
Στάδιο 6	3.016	1.750	1.266

Σημειώνεται πως η χρονική διάρκεια για την εκσκαφή και κατασκευή της θεμελίωσης κάθε σταδίου εκτιμάται σε 20 περίπου εβδομάδες από την ημερομηνία έναρξης.

4.2.2 Σύστημα αποστράγγισης

Ο λεπτομερής σχεδιασμός του συστήματος αποστράγγισης, με όλα τα απαραίτητα συνοδευτικά σχέδια όπως έχει εκπονηθεί από την «P. Papadopoulos and Associates Consulting Engineers L.L.C», συνοδεύει την αίτηση για έκδοση οικοδομικής άδειας του έργου.

Περιμετρικά της εκσκαφής κάθε σταδίου προβλέπεται διαφραγματικός τοίχος πάχους 60cm και βάθους 20m για τη στήριξη των πρανών της εκσκαφής και για τη δημιουργία στεγανού φράγματος το οποίο θα αναχαιτίζει την πλευρική εισροή υπόγειου νερού προς την εκσκαφή. Την κατασκευή του διαφραγματικού τοίχου θα ακολουθήσει εκσκαφή έτσι ώστε να επιτευχθούν τα τελικά υψόμετρα.

Για τη στήριξη του διαφραγματικού τοίχου θα χρησιμοποιηθεί ένα σύστημα εσωτερικών χαλύβδινων αντιρήδων για να αποφευχθεί η ανάγκη για τοποθέτηση αγκυρίων στο έδαφος. Η συμπεριφορά του διαφραγματικού τοίχου θα παρακολουθείται με κλισιόμετρα και οπτικά σημεία που θα καταμετρούν τις πλευρικές κινήσεις του τοίχου γύρω από την εκσκαφή σε όλα τα στάδια της κατασκευής. Η πιεζομετρική επιφάνεια του υδροφόρου ορίζοντα θα παρακολουθείται μέσω πιεζομετρικών φρεατίων στην περίμετρο και στο εσωτερικό της εκσκαφής.

Περιληπτικά αναφέρεται ότι για την εξασφάλιση ξηρών και σταθερών συνθηκών εργασίας, η στάθμη του νερού θα πρέπει να ταπεινωθεί 75cm κάτω από το επίπεδο έδρασης τη θεμελίωσης (βάθος 10,55m από την επιφάνεια του εδάφους). Για σκοπούς της άντλησης/αποστράγγισης, προτείνεται η τοποθέτηση μιας στρώσης φίλτρου πάχους 40cm ακριβώς κάτω από τη θεμελίωση. Η ροή του νερού θα διευκολύνεται μέσω της στρώσης αυτής προς τα σημεία άντλησης του νερού εκτός της εκσκαφής.

Για το σκοπό αυτό τοποθετείται ο απαιτούμενος αριθμός αντλιών έτσι ώστε η στάθμη να ταπεινώνεται ομοιόμορφα και όχι περισσότερο από 75cm κάτω από το βάθος της θεμελίωσης. Όλες οι αντλίες θα είναι εφοδιασμένες με χαλικό φίλτρο, έτσι ώστε να γίνεται φιλτράρισμα αιωρούμενων σωματιδίων.

Για την άντληση και αποσυμπίεση των υπόγειων νερών θα κατασκευαστούν και πηγάδια παθητικής αποσυμπίεσης (passive relief wells). Τα πηγάδια αποσυμπίεσης θα ενεργοποιούνται με το άνοιγμα των βαλβίδων όταν και εφόσον απαιτείται τοπικά επιπλέον ταπείνωση της στάθμης της πίεσης του υπόγειου ορίζοντα με σκοπό την επίτευξη επαρκούς περιθωρίου υδραυλικής ασφάλειας.

Για τον έλεγχο της ροής του νερού στην εκσκαφή του κατώτερου σημείου εκσκαφής στο πηγάδι ανελκυστήρα, θα εγκατασταθούν πέντε φρεάτια παθητικής αποσυμπίεσης με σκοπό την αποσυμπίεση των ανωτέρω στρωμάτων αργίλου και της υποκείμενης υδροφόρου ζώνης.

5 ΕΞΕΤΑΣΗ ΛΥΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΨΗΣ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ

5.1 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΆΝΤΛΗΣΗΣ

Στα πιο πάνω Κεφάλαια 3 και 4 γίνεται έχει γίνει εκτενής ανάλυση για τον καθορισμό της ποιότητας και της ποσότητας του νερού αποστράγγισης. Όπως προκύπτει τόσο οι μεγάλες ποσότητες αποστράγγισης, όσο και ο υφάλμυρος/αλμυρός χαρακτήρας του νερού αποστράγγισης μετά από κάποια περίοδο άντλησης, καθιστούν την απόρριψη στη θάλασσα ως την μόνη εφικτή επιλογή, αποκλείοντας ενδεχόμενες εναλλακτικές όπως χρήση για σκοπούς **Άρδευσης** (π.χ. μέσω αγωγού ανακυκλωμένου του ΤΑΥ), μεταφοράς μέσω του δικτύου του **ΣΑΛΑ** στο σταθμό επεξεργασίας λυμάτων ή **μεταφορά με βυτιοφόρα σε άλλο αποδέκτη**. Η τελευταία θα απαιτείται χρήση και συνεχής διακίνηση πολύ μεγάλου αριθμού βυτιοφόρων όλο το 24_{ωρο}, λόγω των μεγάλων ποσοτήτων αποστράγγισης που συνήθως προκύπτουν η οποία συνοδεύεται από σωρεία σημαντικών περιβαλλοντικών και κυκλοφοριακών προβλημάτων. Η λύση αυτή δεν θα μπορούσε να εφαρμοστεί, παρά μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης για τη διαχείριση πολύ περιορισμένων ποσοτήτων νερού αποστράγγισης, όπου ακόμη και σε αυτή τη περίπτωση, η ποιότητα του νερού άντλησης αναμένεται να είναι τέτοια που κυρίως λόγω αυξημένης αλατότητας η απόρριψη του δύναται να περιοριστεί μόνο σε αδιαπέραστες δεξαμενές εξάτμισης, νοουμένου ότι εξασφαλιστεί η απαιτούμενη άδεια.

5.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΛΥΣΗΣ

Το σύστημα αποστράγγισης έχει περιγραφεί αναλυτικά στο Υποκεφάλαιο 4.2.2. Σημειώνεται ότι για το λεπτομερή σχεδιασμό του συστήματος αποστράγγισης έχει εκπονηθεί ξεχωριστή μελέτη από την «P. Papadopoulos and Associates Consulting Engineers L.L.C» η οποία συνοδεύει την αίτηση για την άδεια οικοδομής της όλης ανάπτυξης.

Αυτό που προτείνεται ως τελική λύση για τη διάθεση του νερού αποστράγγισης είναι το νερό άντλησης από το σύστημα γεωτρήσεων να διέρχεται πρώτα από λιποπαγίδα, στη συνέχεια από δεξαμενή καθίζησης και έπειτα από δεξαμενή άντλησης προς την θάλασσα. Το νερό θα αντλείται σε δύο αγωγούς πίεσης διαμέτρου $\varnothing 200\text{mm}$ οι οποίοι θα διασταυρώνουν υπογείως την οδό 28^{ης} Οκτωβρίου και θα οδηγούν τα νερά αποστράγγισης στη θάλασσα, στο βάθος των -10m (απόσταση περίπου 700m από την ακτή).

Σύμφωνα με το Καθοδηγητικό Έγγραφο του Τμήματος Περιβάλλοντος (βλ. Υποκεφάλαιο 1.1) , το βάθος απόρριψης του νερού αποστράγγισης στη θάλασσα ορίστηκε στα -40m.

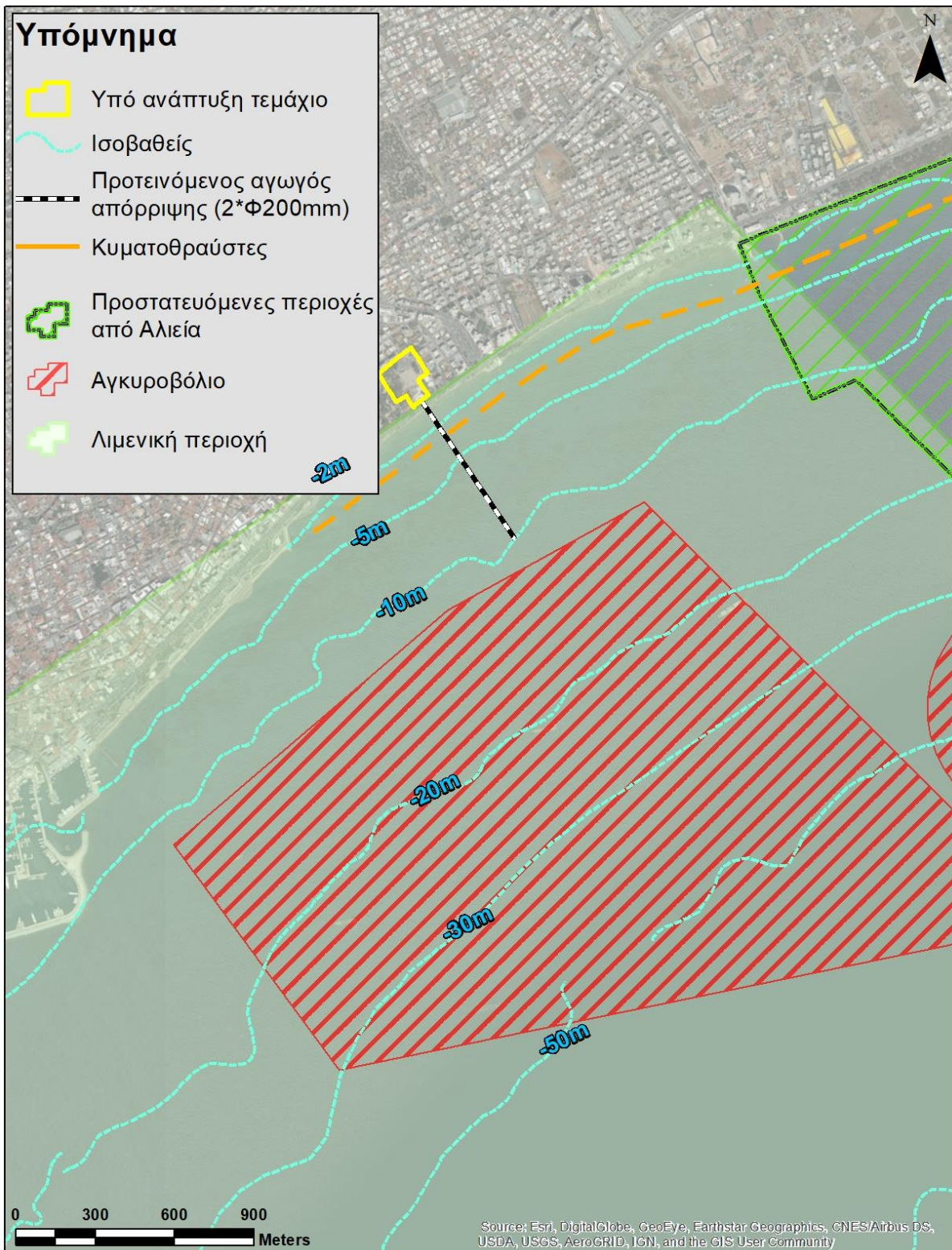
Στην προκειμένη περίπτωση, προτείνεται όπως αυτό διαφοροποιηθεί και καθοριστεί σε βάθος -10m, αφού, όπως αναλύεται εκτενώς στη συνέχεια (βλ. Υποκεφάλαιο 6.1.3), έχει διαφανεί ότι σε αυτό το βάθος, ακόμα και σε υψηλές συγκεντρώσεις του ρύπου στην αρχική περίοδο άντλησης, η διάλυση που επιτυγχάνεται είναι πολύ σημαντική και δεν υπάρχει κίνδυνος ευτροφισμού. Επιπλέον, όπως φαίνεται και στο Χάρτη 3, το βάθος -40m βρίσκεται εντός του Αγκυροβολίου του Λιμανιού Λεμεσού, κάτι που αποτελεί απαγορευτικό παράγοντα για την κατασκευή αγωγού εντός της περιοχής αυτής (βλ. Υποκεφάλαιο 5.2).

Σύμφωνα με τους περί της Αρχής Λιμένων Κύπρου (Λειτουργία Περιοχών Λιμένων) Κανονισμούς ΚΔΠ 372/2016, ισχύουν τα ακόλουθα όσον αφορά τη λειτουργία των Λιμενικών Περιοχών.

- *Απαγορεύεται σε οποιοδήποτε πρόσωπο να προκαλεί ή πράττει ή παραλείπει να πράττει οτιδήποτε το οποίο δύναται να δημιουργήσει με οποιονδήποτε τρόπο:*
 - *επιβάρυνση των υδάτων ή των ακτών της λιμενικής περιοχής,*
 - *εμπόδιο ή κίνδυνο στη ναυσιπλοΐα σε λιμενική περιοχή.*
- *Κανένα αντικείμενο δύναται ή επιτρέπεται να εκρέει, απορρίπτεται, διοχετεύεται ή αποδεσμεύεται εντός των υδάτων, ή έρχεται σε επαφή με τα ύδατα ή εναποτίθεται οπουδήποτε εντός της λιμενικής περιοχής το οποίο δύναται με οποιονδήποτε τρόπο:*
 - *να προκαλεί βλάβη σε σκάφη ή περιουσία, ή να προκαλεί οχληρία ή να θέτει σε κίνδυνο ζωή ή την υγεία ανθρώπων ή να προκαλεί ασθένεια σε ζώα ή φυτά.*
- *Όλα τα εκτελούμενα υποθαλάσσια και άλλα έργα με σε λιμενική περιοχή, τα οποία δυνατόν να συνιστούν κίνδυνο σε πρόσωπα ή σε ιδιοκτησία, πρέπει να αναφέρονται γραπτώς στην Αρχή από το πρόσωπο το οποίο έχει την ευθύνη και να επισημαίνονται με τρόπο ευκρινή, ο οποίος εγκρίνεται από την Αρχή.*

Όπως φαίνεται και στο Χάρτη 3, ο προτεινόμενος αγωγός απόρριψης βρίσκεται εντός Λιμενικής περιοχής και για το λόγο αυτό θα πρέπει να εξασφαλιστούν από το φορέα ανάπτυξης οι απαιτούμενες άδειες από την Αρχή Λιμένων.

Η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, τα προτεινόμενα μέτρα και το προτεινόμενο πρόγραμμα παρακολούθησης περιγράφονται στη συνέχεια, στο Κεφάλαιο 6.



Χάρτης 3: Σχηματική απεικόνιση της προτεινόμενης λύσης απόρριψης στη θάλασσα

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

6.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΧΕΡΣΑΙΟ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

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

→ Επιπτώσεις

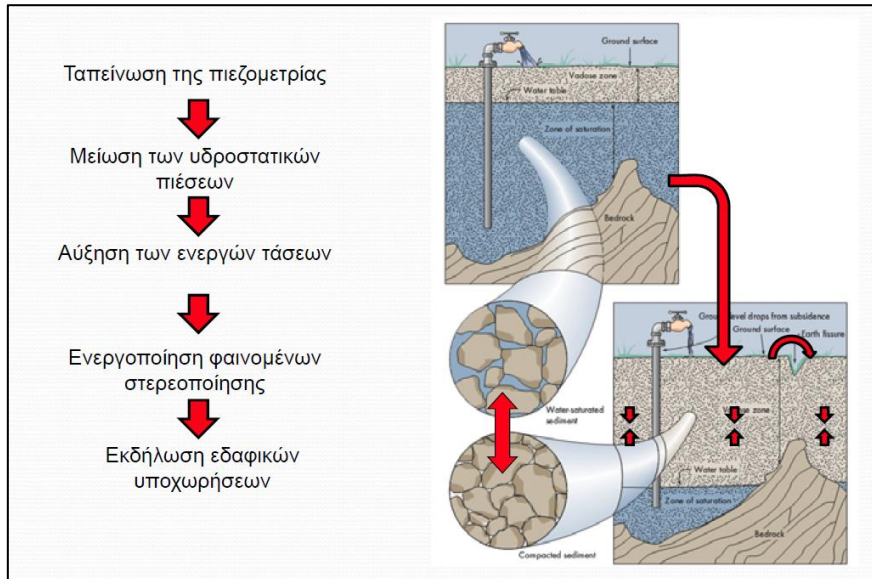
Στην περίπτωση της περιοχής του Έργου, και όπως προκύπτει από τη λιθολογία που παρουσιάζουν οι ερευνητικές γεωτρήσεις (Βλέπε Παράρτημα Ι) υπάρχουν στρώσεις κυρίως με Ιλύ, Άμμο και Άργιλο. Αν και η αμμοϊλύς έχει μικρό βαθμό συμπιεστότητας υπάρχει όμως και παρουσία αργίλου με αυξημένο βαθμό συμπιεστικότητα. Ο μηχανισμός δημιουργίας εδαφικής υποχώρησης λόγω αφαίρεσης υπόγειου νερού παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.

Επαναλαμβάνεται ότι πριν τις εκσκαφές και την αποστράγγιση, προβλέπεται η εγκατάσταση αδιαπέραστου διαφραγματικού τοίχου που θα περιορίζει σε μεγάλο βαθμό την παρεμβολή και απότομη πτώση της στάθμης του υπόγειου νερού στις περιοχές εκτός του διαφραγματικού τοίχου.

→ Προτεινόμενα Μέτρα

Για την εξάλειψη του οποιουδήποτε ενδεχόμενου παρουσίας του ανεπιθύμητου αυτού φαινομένου, όπως έχει προαναφερθεί και στο Κεφάλαιο 4.2, αναφέρεται ότι το σύστημα αποστράγγισης θα είναι συνδεδεμένο με ένα σύστημα φρεατίων επαναφόρτισης στην περιφέρεια της εκσκαφής και εξωτερικά του διαφραγματικού τοίχου με στόχο τη διατήρηση της στάθμης του υπόγειου νερού έξω από την περιοχή του διαφραγματικού τοίχου σταθερή. Το σύστημα επαναφόρτισης θα αποτελείται από φρεάτια επενδυμένα με χαλικό φίλτρο που θα βρίσκονται σε βάθος περίπου 8m από την επιφάνεια του εδάφους μέσα στη στρώση με υδροπερατότητα 10,0m/day. Εκτιμάται ότι σε κάθε στάδιο εκσκαφής/αποστράγγισης, 1750m³/d θα χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό (βλ. Πίνακα 8, Υποκεφάλαιο 4.2.1). Η ποσότητα αυτή εκτιμήθηκε σύμφωνα με τη μελέτη¹ σχεδιασμού του συστήματος αποστράγγισης.

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



Εικόνα 2: Μηχανισμός εκδήλωσης εδαφικής υποχώρησης λόγω αφαίρεσης υπόγειου νερού από το έδαφος
(Πηγή: Κ. Λουπασάκης Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ «Σημειώσεις διαλέξεων Τεχνικής Γεωλογίας»)

6.1.2 Εκτίμηση Επιπτώσεων στην Ποιότητα του Υπόγειου Νερού – Προτεινόμενα Μέτρα

➔ Επιπτώσεις

Όπως έχει αναλυθεί στο Κεφάλαιο 3, μετά από κάποια περίοδο άντλησης η οποία εκτιμάται σε μία με δύο εβδομάδες, το νερό αναμένεται να υφαλμυρίσει, λόγω της διείσδυσης θαλασσινού νερού. Παρόλο που ο διαφραγματικός τοίχος αποκόπτει την πλευρική εισροή υπόγειου νερού, εντούτοις η απουσία ενός αδιαπέρατου στρώματος, το οποίο σε συνδυασμό με την κατασκευή του διαφραγματικού τοίχου θα δημιουργούσε ένα απομονωμένο σύστημα με λίγες ανάγκες αποστράγγισης, αυτή δημιουργεί ανάγκες άντλησης σημαντικών ποσοτήτων που εισέρχονται από τον πυθμένα της εκσκαφής (residual flow). Οι σημαντικές αυτές ποσότητες άντλησης ευνοούν τη θαλάσσια διείσδυση.

Τονίζεται ότι το φαινόμενο αυτό είναι παροδικό και μετά το πέρας της διαδικασίας της άντλησης 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 ενδέχεται να μπορεί να υπάρξει και 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 οποία ενισχύεται

και από τον μεγάλο αριθμό των γεωτρήσεων αποστράγγισης οι οποίες δημιουργούν απευθείας σύνδεση του υδροφορέα με την επιφάνεια, η λήψη προληπτικών μέτρων για αποφυγή «ατυχηματικής» ρύπανσης, καθίσταται επιβεβλημένη. Τα μέτρα αυτά θα διασφαλίζουν και την ποιότητα του νερού που καταλήγει στη θάλασσα μέσω της άντλησης για αποστράγγιση.

Η μη λήψη κατάλληλων μέτρων μπορεί να οδηγήσει σε απορρόφηση αιωρούμενων σωματιδίων διαμέσου των γεωτρήσεων άντλησης, δημιουργώντας ανεπιθύμητα αυξημένα επίπεδα θολερότητας.

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

Η μείωση της θολερότητας/αιωρούμενων σωματιδίων του παραγόμενου νερού αποστράγγισης μπορεί να επιτευχθεί τόσο με την κατασκευή χαλκίκοφιλτρων σε όλες τις γεωτρήσεις άντλησης, όσο και με την κατασκευή κατάλληλου μεγέθους δεξαμενής καθίζησης πριν την απόρριψη στη θάλασσα. Το μέγεθος της δεξαμενής εξαρτάται από τον τύπο των εδαφών που αποστραγγίζονται, το ρυθμό άντλησης και το χρόνο που απαιτείται για την κατακάθιση των ιζημάτων και πρέπει να αποτελεί μέρος του σχεδιασμού του συστήματος αποστράγγισης.

➔ **Μέτρα πρόληψης «ατυχηματικής» ρύπανσης**

Για την αποφυγή οποιασδήποτε «ατυχηματικής» ρύπανσης του υπογείου νερού και κατ' επέκταση την αποφυγή ρύπανσης του θαλάσσιου 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 δεξαμενή καθίζησης να διέρχεται από λιποπαγίδα και στη συνέχεια να καταλήγει σε προσωρινή δεξαμενή από όπου θα μπορεί να λαμβάνεται δείγμα για χημικές και μικροβιολογικές αναλύσεις, τόσο από τον φορέα της 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 μηχανελαίων και άλλων μέσων αντιρρύπανσης του εδάφους του εργοταξίου σε περιπτώσεις ατυχημάτων.
- Ύπαρξη εφεδρικής γεννήτριας έτσι ώστε να είναι δυνατή η συνέχιση της αντλητικής δραστηριότητας σε περιπτώσεις έκτακτων περιπτώσεων διακοπής παροχής ηλεκτρικού ρεύματος.

- Σχέδιο έκτακτης ανάγκης σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο σταματήσει η απόρριψη στη θάλασσα (βλ. Υποκεφάλαιο 6.3).

6.1.3 Εκτίμηση Επιπτώσεων στην Ποιότητα του Θαλάσσιου νερού – Ευτροφισμός και διασπορά νερού αποστράγγισης

➔ Διασπορά του 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 ανωστικές δυνάμεις 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 αραιώση, ενώ η διάλυση στο μακρινό πεδίο αναφέρεται ως επόμενη αραιώση. Σημειώνεται ότι η παρουσία ρευμάτων κατά την αρχική αραιώση 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 ρεύματος⁵.

Κατά την επόμενη αραιώση, 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 χρόνο⁶.

➔ Μαθηματική προσομοίωση της ανάμειξης του νερού αποστράγγισης με το θαλασσινό 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 11.0 (United States Environmental Protection Agency, 1988).

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται πρόσφατα φυσικοχημικά δεδομένα της περιοχής του κόλπου της Λεμεσού, τα οποία χρησιμοποιούνται ως δεδομένα ποιότητας της θάλασσας, για την εκτίμηση των επιπτώσεων από τη διάθεση του νερού αποστράγγισης.

⁵ Διάθεση υγρών στη θάλασσα-Υποβρύχιοι αγωγοί, Τεύχος Α', Γιάννης Ν. Κρεστενίτης, Θεσσαλονίκη 2009

⁶ Διάθεση λυμάτων στη θάλασσα, Α. Ανδρεαδάκης, ΕΜΠ – ΔΠΜΣ Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων, Αθήνα, <https://goo.gl/PKKFvA>

Πίνακας 9: Πρόσφατα φυσικοχημικά δεδομένα περιοχής κόλπου Λεμεσού

90 th percentile Chl-a Sea (μg/l)	0,14	medianNO ₃ -Nm (mg/l)	0,006
medianNH ₄ -Nm (μmol/l)	1,21	average EC field (mS/cm)	57,5
medianNH ₄ -Nm (mg/l)	0,017	average Salinity (0/00) (psu)	38,8
medianNO ₂ -Nm (μmol/l)	0,071	average Temperature (°C)	21,6
medianNO ₂ -Nm (mg/l)	0,001	average DO (%)	97,6
medianPO ₄ -Pm (μmol/l)	0,02	average DO (mg/l)	7,15
medianPO ₄ -Pm (mg/l)	0,0006	average pH	8,04
medianNO ₃ -Nm (μmol/l)	0,43		

Πηγή: Τμήμα Αλιείας και Θαλάσσιων Ερευνών

Σύμφωνα με την «Μελέτη Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από την κατασκευή και λειτουργία Μαρίνας στη Λεμεσό»⁷ 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 Λεμεσού⁸ 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, Λεμεσού (Δασούδι) και Πάφου»⁹ αναφέρει ότι στην περιοχή Δασούδι στη Λεμεσό η μέση ταχύτητα των ρευμάτων στο 1m είναι 0,1m/s και στα 10m είναι 0,07m/s.

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

- Ποσότητα νερού που θα εκφορτίζεται ~ 2800m³/day ή 0,032m³/s (βλ. Υποκεφάλαιο 4.2.1)
- 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) = 4,4 m/s (1985-1992)
- Αρχική συγκέντρωση του ρύπου (NO₃) του νερού αποστράγγισης = 149mg/l (βλ. Υποκεφάλαιο 3.1) και συγκέντρωση που εκτιμάται ότι θα προκύψει μετά από μία με δύο βδομάδες άντλησης = 15mg/l (βλ. Υποκεφάλαιο 3.3, Μέσος Όρος συγκέντρωσης NO₃ ανάπτυξης ONE)
- Συγκέντρωση ρύπου (NO₃) στη θάλασσα = 0,006mg/l (βλ. Πίνακα 9)
- Βάθος αγωγού: -40m και -10m
- Πυκνότητα νερού διάθεσης = 1000kg/m³ και πυκνότητα θάλασσας = 1029kg/m³
- Διάμετρος σωλήνα/οπής = 0,4m (2×Ø200mm)

⁷ Μελέτη Εκτίμησης των Επιπτώσεων στο Περιβάλλον από την κατασκευή και λειτουργία Μαρίνας στη Λεμεσό, Νικολαΐδης και Συνεργάτες, Λευκωσία 2008

⁸ 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 στυπούρας/λαβράκι, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Τμήμα Περιβάλλοντος, 2001

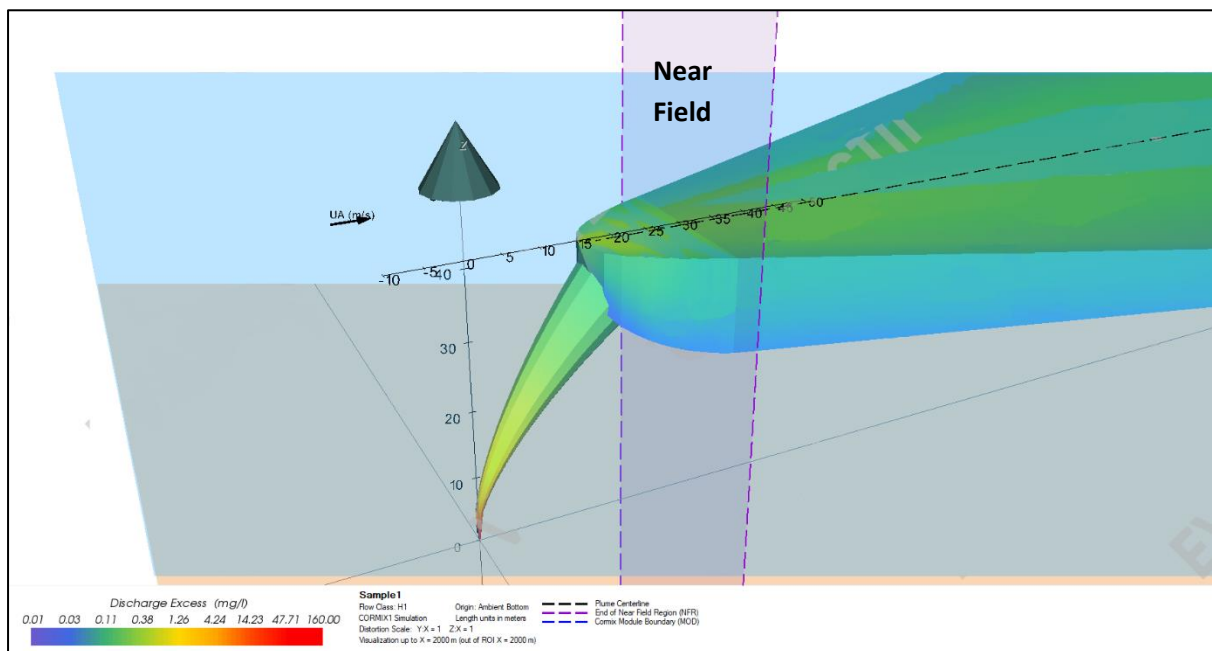
⁹ Μελέτη χαρτογράφησης οικοτόπων και χωροθέτησης των σκαφών για δημιουργία Τεχνητών Υφάλων στις θαλάσσιες περιοχές Αγ. Νάπας, Λεμεσού (Δασούδι) και Πάφου, CYPRUSUBSEA

Σημειώνεται ότι έχουν προσομοιωθεί τα εξής 3 σενάρια:

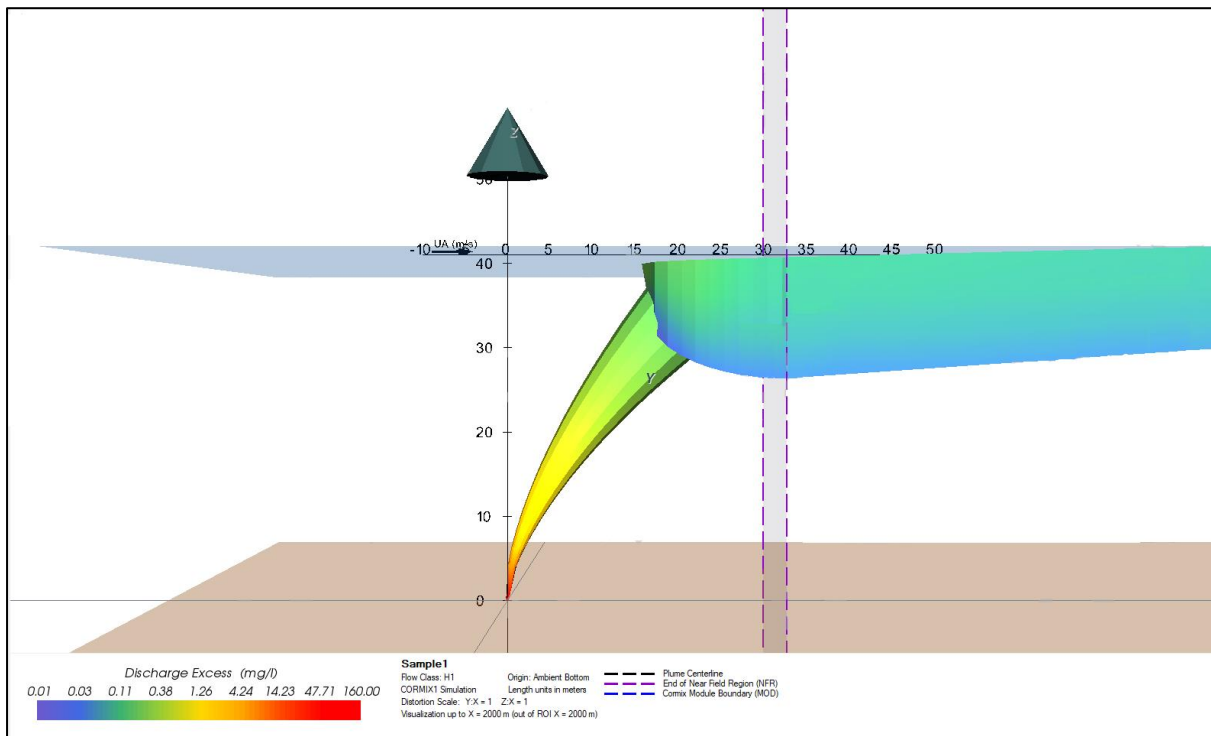
- **1^ο Σενάριο:** Το σημείο απόρριψης βρίσκεται σε βάθος -40m (~2km απόσταση από την ακτή) σύμφωνα και με τις κατευθυντήριες οδηγίες του Τμήματος Περιβάλλοντος και η συγκέντρωση ρύπου είναι ίση με 149mg/l.
- **2^ο Σενάριο:** Το σημείο απόρριψης βρίσκεται σε βάθος -10m (~700m απόσταση από την ακτή και πριν το Αγκυροβόλιο) και η συγκέντρωση του ρύπου είναι ίση με 149mg/l.
- **3^ο Σενάριο:** Το σημείο απόρριψης βρίσκεται σε βάθος -10m και η συγκέντρωση του ρύπου είναι ίση με 15mg/l.

1^ο Σενάριο

Στις Εικόνες που ακολουθούν απεικονίζεται η συγκέντρωση του ρύπου (πλούμιο) από το σημείο εξόδου του αγωγού, με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία που έχουν αναφερθεί πιο πάνω, κατά τους άξονες x-y-z (βλ. Εικόνα 3) και κατά τους άξονες x-z (βλ. Εικόνα 4). Στις Εικόνες διακρίνεται και το «γειτονικό πεδίο (near 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).

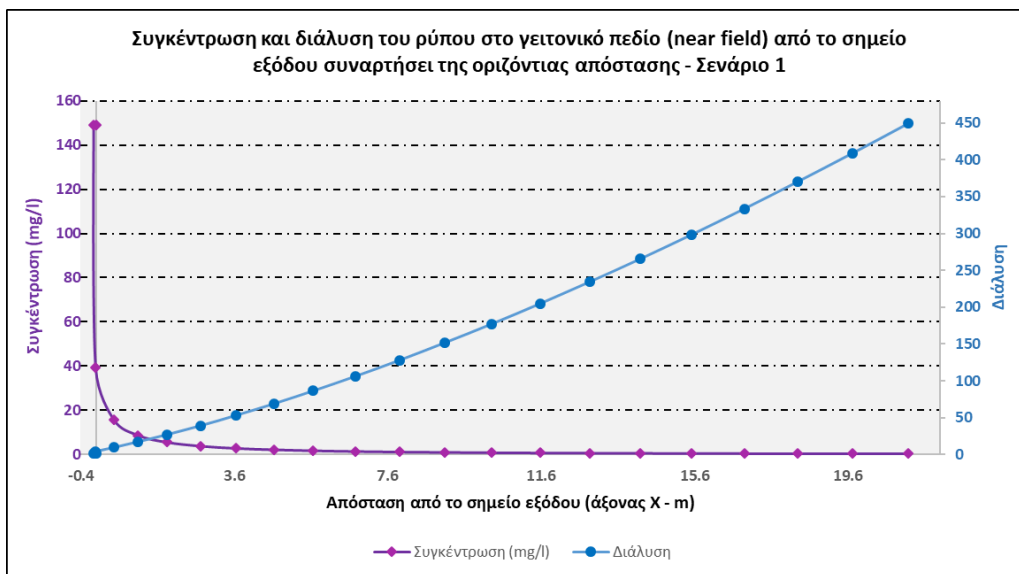


Εικόνα 3: Διασπορά ρύπου κατά τους άξονες x-y-z για συγκέντρωση 149mg/l και βάθος απόρριψης -40m

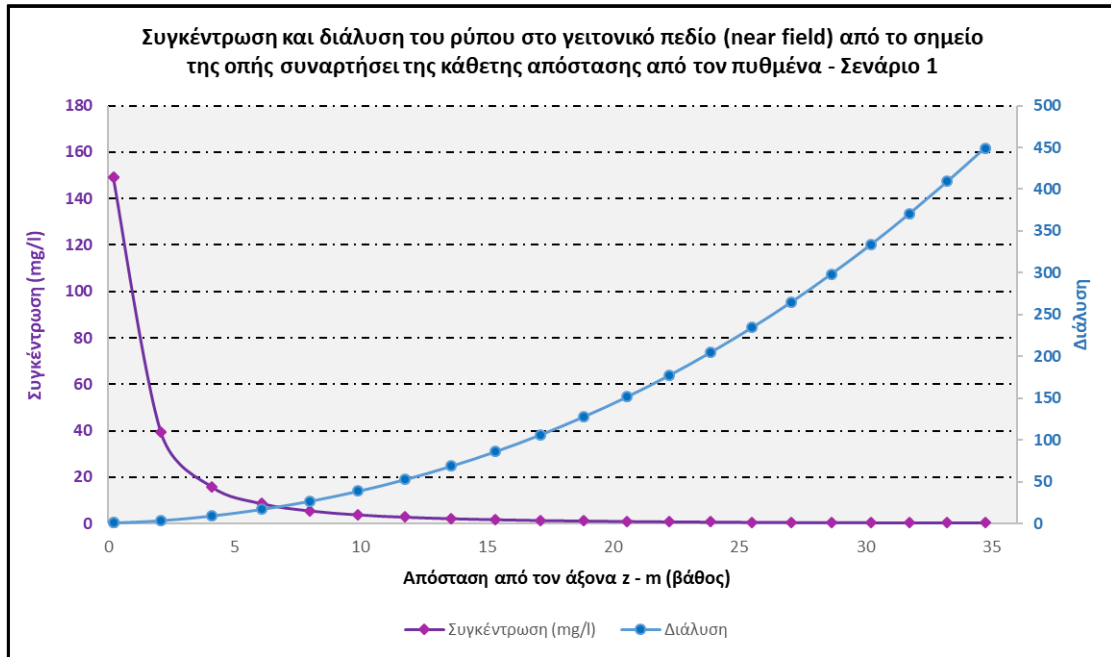


Εικόνα 4: Διασπορά ρύπου κατά τους άξονες x-z για συγκέντρωση 149mg/l και βάθος απόρριψης -40m

Στο Διάγραμμα 1 απεικονίζεται η συγκέντρωση του ρύπου συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης από το σημείο εξόδου καθώς και η αραίωση (dilution - S) του ρύπου. Σημειώνεται ότι η αραίωση 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 απόσταση 34,7m κατά τον άξονα του «z» και σε απόσταση 21,2m κατά τον άξονα του «x» από το σημείο εξόδου στον πυθμένα) από 149 mg/l που ήταν η αρχική του τιμή μειώνεται σε 0,332 mg/l, διαλύεται σχεδόν εξολοκλήρου (κατά 448 φορές από την αρχική συγκέντρωση).

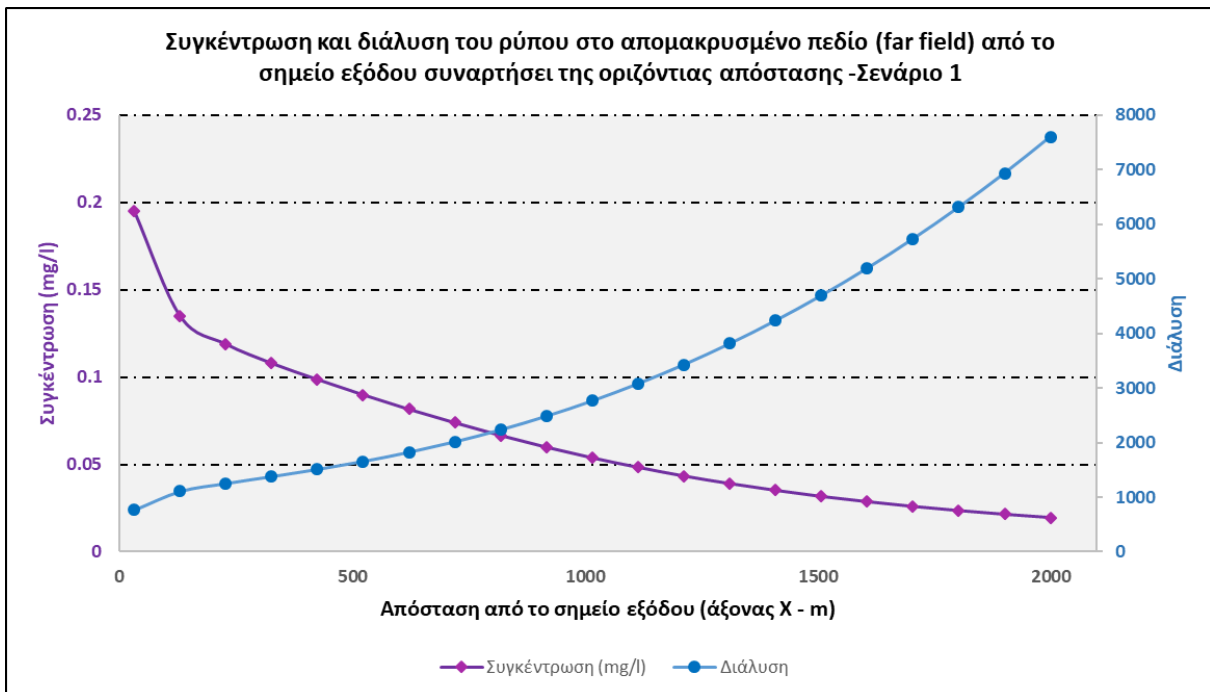


Διάγραμμα 1: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης βάθος – 40m



Διάγραμμα 2: Συγκέντρωση και διάλυση ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της απόστασης από τον άξονα των «z» σε βάθος -40m

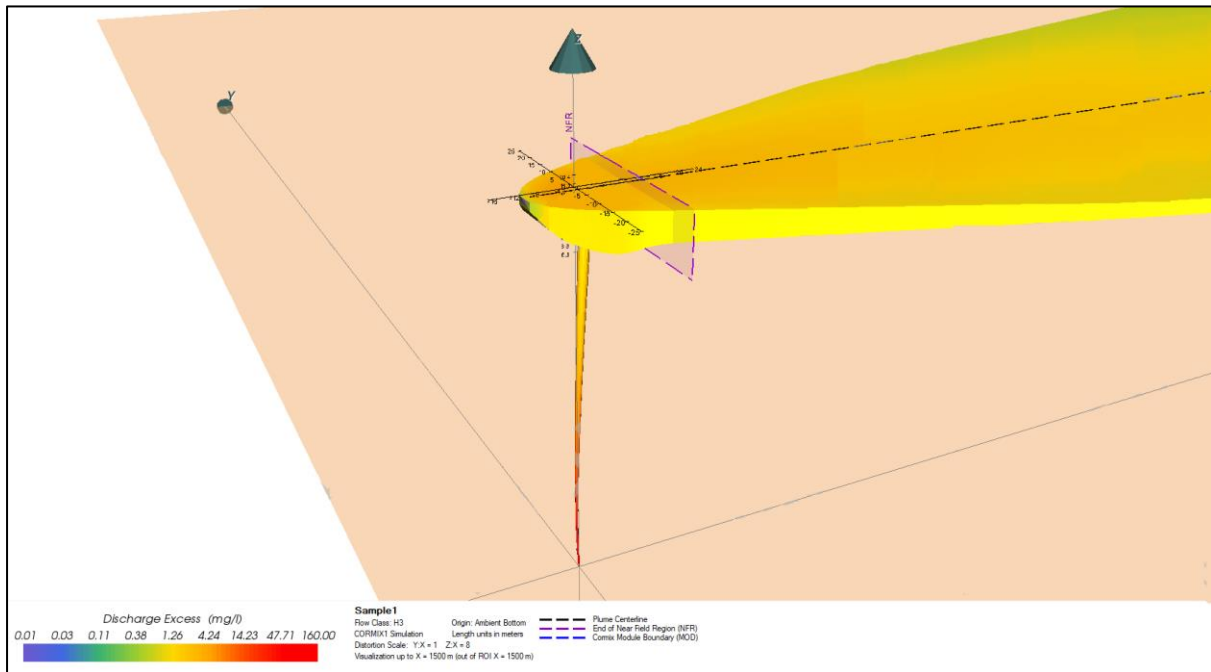
Στο Διάγραμμα 3 απεικονίζεται η συγκέντρωση και η διάλυση του ρύπου στο επόμενο στάδιο, στο οποίο ο ρύπος έχει πλέον φθάσει στην επιφάνεια, συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης. Όταν ο ρύπος έχει φθάσει στην επιφάνεια, η συγκέντρωσή του είναι ίση με 0,195mg/l, έχει δηλαδή διαλυθεί κατά 764 φορές συγκριτικά με την αρχική συγκέντρωση.



Διάγραμμα 3: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο «απομακρυσμένο πεδίο» συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης σε βάθος -40m

2° Σενάριο

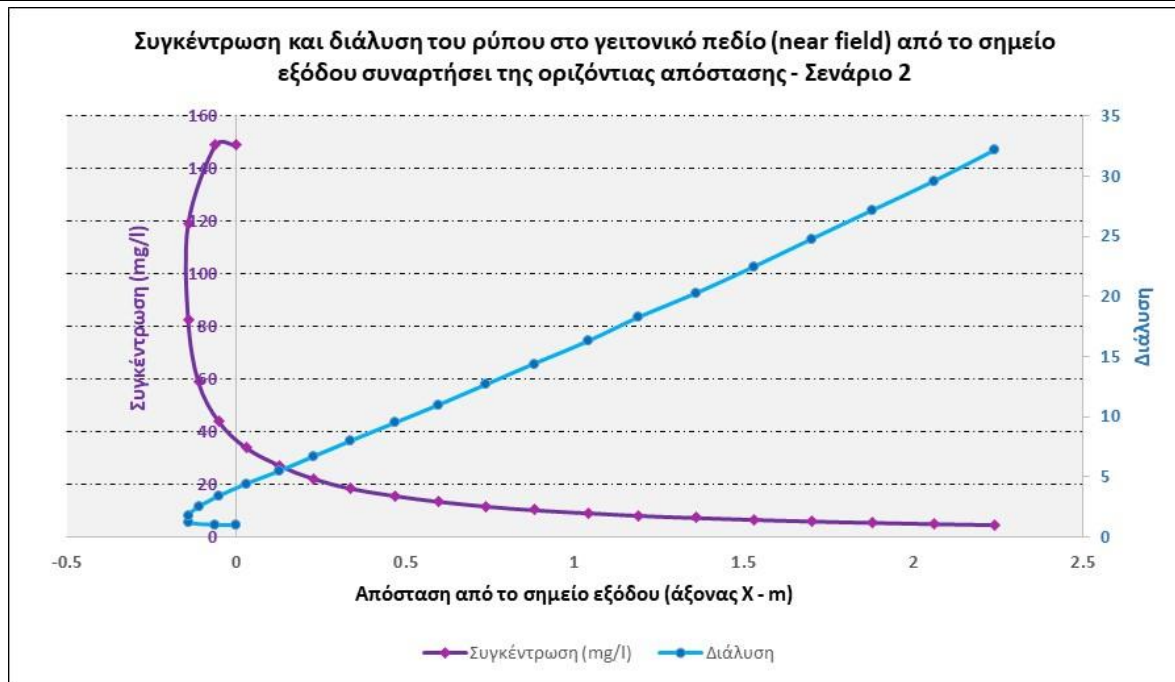
Στις Εικόνες που ακολουθούν απεικονίζεται η συγκέντρωση του ρύπου (πλούμιο) από το σημείο εξόδου του αγωγού, με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία που έχουν αναφερθεί πιο πάνω, κατά τους άξονες x-y-z (βλ. Εικόνα 5).



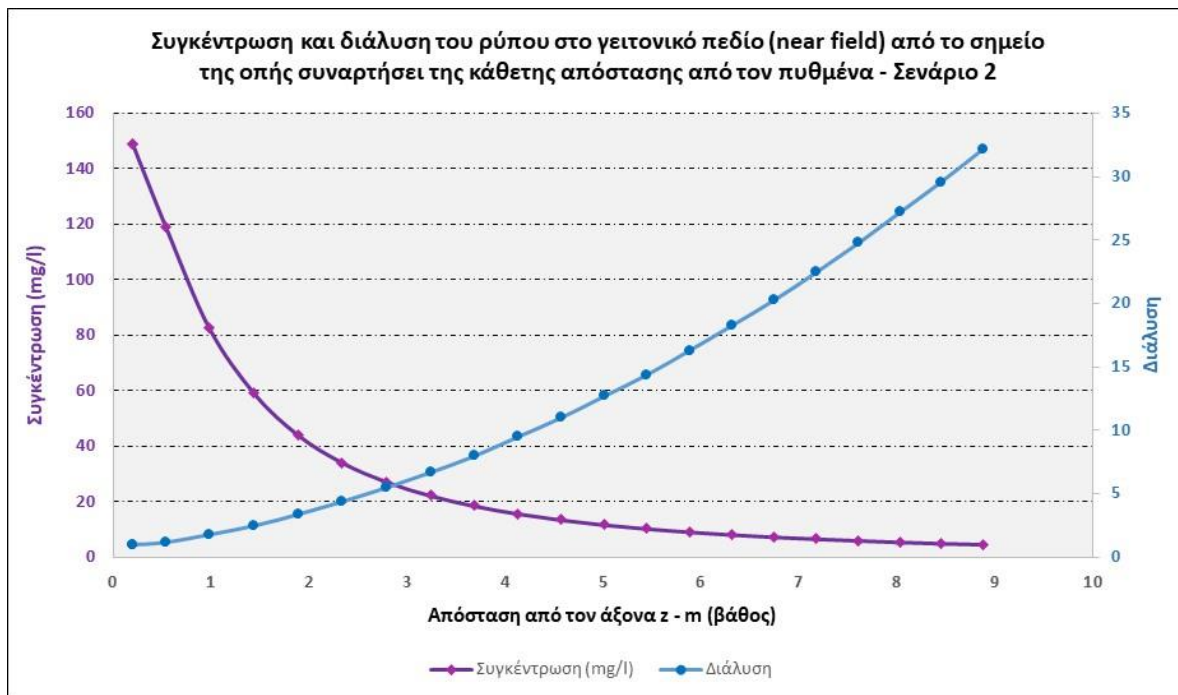
Εικόνα 5: Διασπορά ρύπου κατά τους άξονες x-y-z για συγκέντρωση 149mg/l και βάθος απόρριψης -10m

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 απόσταση 8,9m, δηλαδή 1,1m από την επιφάνεια, κατά τον άξονα του «z» και σε απόσταση 2,2m κατά τον άξονα του «x» από το σημείο εξόδου στον πυθμένα) από 149mg/l που ήταν η αρχική του τιμή μειώνεται σε 4,63mg/l, **διαλύεται κατά 32 φορές από την αρχική συγκέντρωση.**

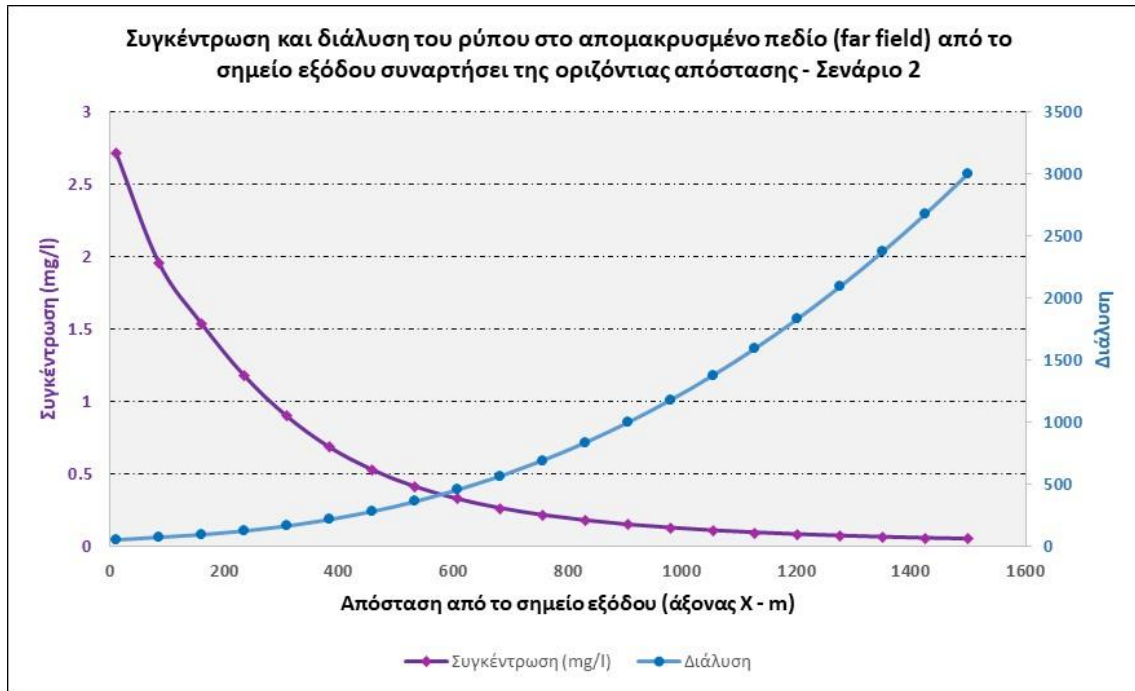


Διάγραμμα 4: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης σε βάθος -10m



Διάγραμμα 5: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της απόστασης από τον άξονα των z σε βάθος -10m

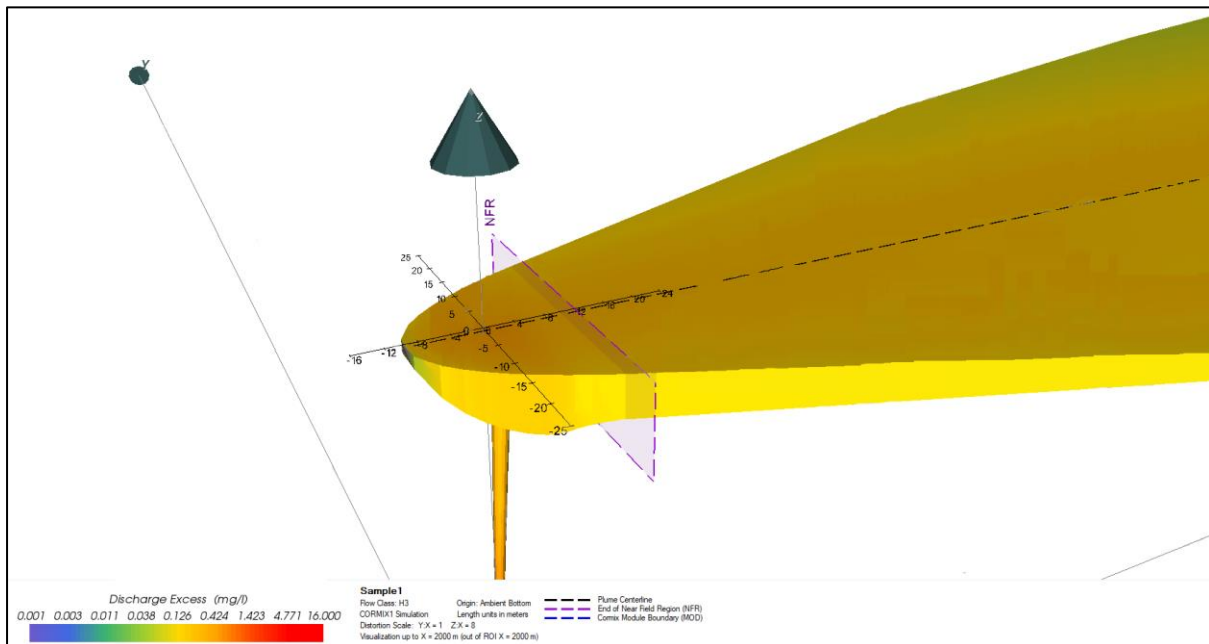
Στο Διάγραμμα 6 απεικονίζεται η συγκέντρωση και η διάλυση του ρύπου στο επόμενο στάδιο, στο οποίο ο ρύπος έχει πλέον φθάσει στην επιφάνεια, συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης. Όταν ο ρύπος φθάσει στην επιφάνεια, η συγκέντρωσή του είναι ίση με 2,72mg/l, έχει δηλαδή διαλυθεί κατά 55 φορές συγκριτικά με την αρχική συγκέντρωση.



Διάγραμμα 6: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο «απομακρυσμένο πεδίο» συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης σε βάθος -10m

3° Σενάριο

Στην Εικόνα που ακολουθεί απεικονίζεται η συγκέντρωση του ρύπου (πλούμιο) από το σημείο εξόδου του αγωγού μετά από άντληση 1 με 2 εβδομάδες, με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία που έχουν αναφερθεί πιο πάνω, κατά τους άξονες x-y-z.

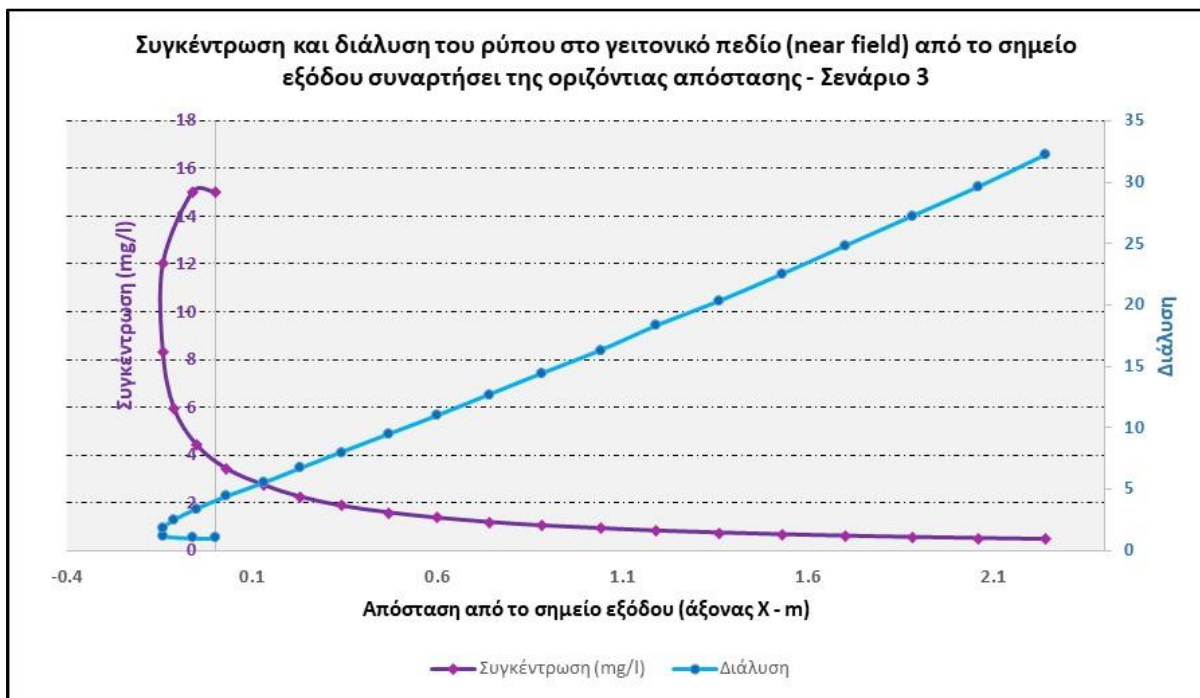


Εικόνα 6: Διασπορά ρύπου κατά τους άξονες x-y-z για συγκέντρωση ρύπου 15mg/l και βάθος απόρριψης -10m

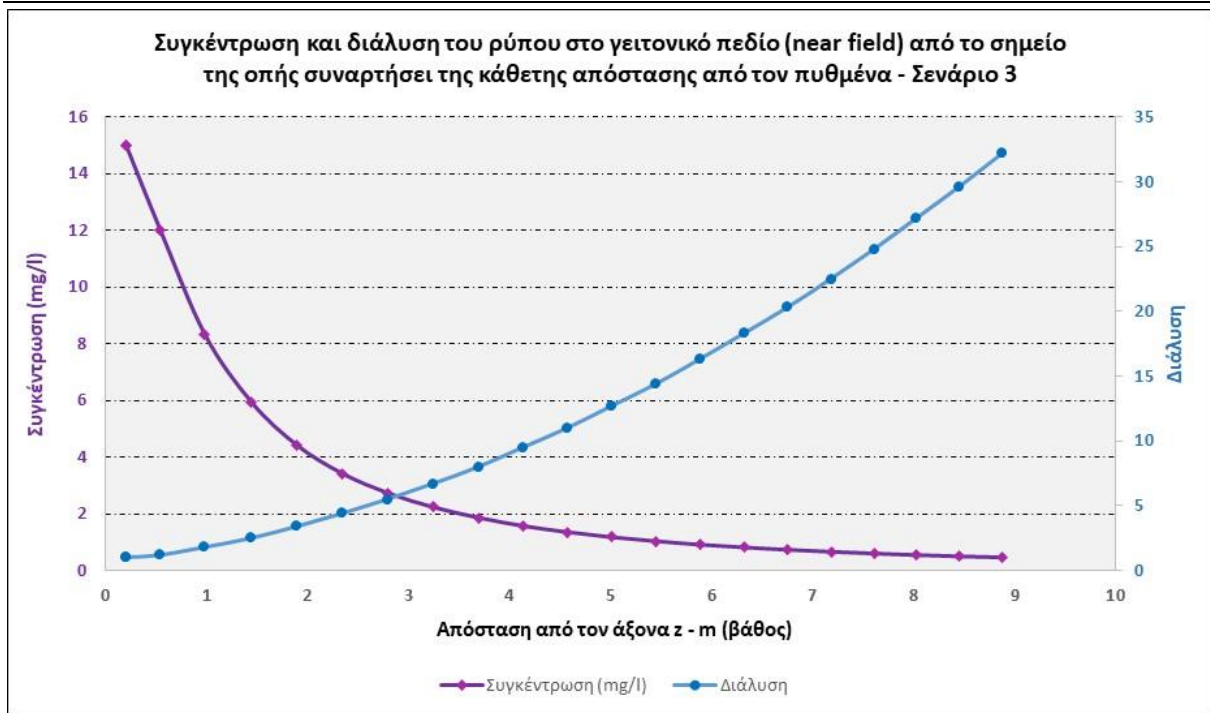
Στο Διάγραμμα 7 απεικονίζεται η συγκέντρωση του ρύπου συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης (άξονας x) από το σημείο εξόδου καθώς και η αραίωση (dilution - S) του ρύπου. Στο Διάγραμμα 8 απεικονίζεται η συγκέντρωση και η διάλυση του ρύπου συναρτήσει της απόστασης κατά τον άξονα του «z», ο οποίος αντιστοιχεί 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 απόσταση 8,88m κατά τον άξονα του «z» και σε απόσταση 2,24m κατά τον άξονα του «x» από το σημείο εξόδου στον πυθμένα) από 15mg/l που ήταν η αρχική του τιμή μειώνεται σε 0,466mg/l, **διαλύεται κατά 32 φορές από την αρχική συγκέντρωση.**

Ως εκ τούτου, ο ρύπος φθάνει στην επιφάνεια με πολύ μικρές συγκεντρώσεις, της τάξης του 0,274mg/l.



Διάγραμμα 7: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της οριζόντιας απόστασης σε βάθος -10m και αρχική συγκέντρωση ρύπου 15mg/l



Διάγραμμα 8: Συγκέντρωση και διάλυση του ρύπου στο γειτονικό πεδίο συναρτήσει της απόστασης από τον άξονα των z σε βάθος -10m και αρχική συγκέντρωση ρύπου 15mg/l

Σύνοψη

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων, ο ρύπος (νιτρικά) κατά την έναρξη της άντλησης, σε βάθος -40m, διαλύεται σχεδόν εξολοκλήρου πριν οδηγηθεί στην επιφάνεια (0,332mg/l από 149mg/l). Η διάλυση του ρύπου σε βάθος -10m, όπως είναι αναμενόμενο, είναι κατά 14 φορές λιγότερη σε σχέση με τη διάλυση στο βάθος των -40m (4,63mg/l από 149mg/l). Ο ρύπος οδηγείται προς την επιφάνεια λόγω του γεγονότος ότι η πυκνότητα του είναι μικρότερη (1000kg/m^3) από την πυκνότητα του θαλασσινού νερού (1029kg/m^3). Στον Πίνακα 10 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των τριών σεναρίων που εξετάστηκαν.

Πίνακας 10: Συγκριτικά αποτελέσματα των τριών σεναρίων που εξετάστηκαν

Σενάριο	Βάθος απόρριψης (m)	Αρχική συγκέντρωση ρύπου (mg/l)	Ταχύτητα ρευμάτων (m/s)	Υπολογιζόμενη συγκέντρωση (mg/l)	
				Πριν οδηγηθεί στην επιφάνεια	Στην επιφάνεια
1 ^ο	-40	149	0,07	0,33 σε βάθος -5,3m	0,19
2 ^ο	-10	149	0,07	4,63 σε βάθος -1,1m	2,72
3 ^ο	-10	15	0,07	0,47 σε βάθος -1,1m	0,27

Οι προσομοιώσεις δείχνουν ότι ο ρύπος ακολουθεί την κατεύθυνση των θαλάσσιων ρευμάτων που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Η αλλαγή στην κατεύθυνση του ρύπου είναι εμφανής στο Διάγραμμα 4. Ο ρύπος, χωρίς την παρουσία ρευμάτων, θα κατευθυνόταν προς την ανοιχτή θάλασσα ακολουθώντας την πορεία του αγωγού. Με την παρουσία όμως των ρευμάτων αλλάζει κατεύθυνση και κινείται παράλληλα προς την ακτογραμμή προς τα δυτικά, σε πολύ χαμηλές πλέον συγκεντρώσεις και στα τρία εξεταζόμενα σενάρια. Επιπρόσθετα, η παρουσία των κυματοθραυστών αποτελεί φυσικό εμπόδιο στην απευθείας μεταφορά του ρύπου αυτού πολύ κοντά στην ακτογραμμή.

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης θεωρώντας ότι η συγκέντρωση του ρύπου μετά από άντληση μία με δύο εβδομάδες είναι της τάξης των 15mg/l (Σενάριο 3), δείχνουν ότι στο σημείο απόρριψης βάθους -10m, ο ρύπος φτάνει στην επιφάνεια σε συγκεντρώσεις της τάξης του 0,274mg/l, τιμή η οποία κρίνεται ως πολύ χαμηλή για να εμπεριέχει τη δυνατότητα πρόκλησης προβλημάτων ευτροφισμού.

→ Εκτίμηση της τροφικής κατάστασης της περιοχής του κόλπου Λεμεσού κατά την ανάμιξη 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 ποτάμιες παροχές 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 τοξίνες¹⁰. 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.

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 11: 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					

¹⁰ Γεώργιος Συλαίος. Διαχείριση Εσωτερικών & Παράκτιων Υδατικών Συστημάτων II. Ανακτήθηκε την Παρασκευή, 09 Φεβρουαρίου 2018 από <https://eclass.duth.gr/courses/TMC150/>

Σύμφωνα με τα πιο πάνω στοιχεία και τα πρόσφατα φυσικοχημικά δεδομένα της υπό μελέτη περιοχής του κόλπου της Λεμεσού (βλ. Πίνακα 9), 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, 1998¹¹), 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).

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:

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

Η τιμή του δείκτη TRIX στην περιοχή υπολογίζεται ίση με 1,8.

Ο Συντελεστής Αποδοτικότητας (Efficiency Coefficient) ορίζεται ως:

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

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 -1,6.

Κατά τη διάρκεια της απόρριψης του νερού αποστράγγισης στην υπό μελέτη περιοχή προκύπτουν οι ακόλουθες τιμές των δεικτών TRIX και Συντελεστή Αποδοτικότητας (Πίνακας 12).

¹¹ 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

Πίνακας 12: Εκτίμηση Δεικτών TRIX και Συντελεστή Αποδοτικότητας σε διάφορες θέσεις εντός των ορίων του πλουμίου στο Σενάριο 2 και κατάταξη σε κλίμακες

α/α	Περιοχές επηρεασμού	Δείκτης TRIX	Συντελεστής Αποδοτικότητας	Κατάταξη συστήματος
Υφιστάμενη κατάσταση				
1	Ευρύτερη περιοχή κόλπου Λεμεσού	1,8	-1,6	Υπερ-Ολιγοτροφισμός-Υψηλό Τροφικό Επίπεδο
Κατά την απόρριψη των νερών αποστράγγισης				
1	Σημείο /θέση απόρριψης (DIN: 149 mg/l)	5,16*	-5,42*	Μεσοτροφισμός - Καλό Τροφικό Επίπεδο
2	«Γειτονικό πεδίο (Nearfield)» (DIN: 4,63 mg/l)	3,72*	-3,92*	Ολιγοτροφισμός - Υψηλό Τροφικό Επίπεδο
3	«Απομακρυσμένο πεδίο» /Σημείο ανόδου στην επιφάνεια (DIN: 2,72 mg/l max)	3,53*	-3,68*	Ολιγοτροφισμός - Υψηλό Τροφικό Επίπεδο
*οι εν λόγω τιμές περιορίζονται εντός των ορίων του πλουμίου				

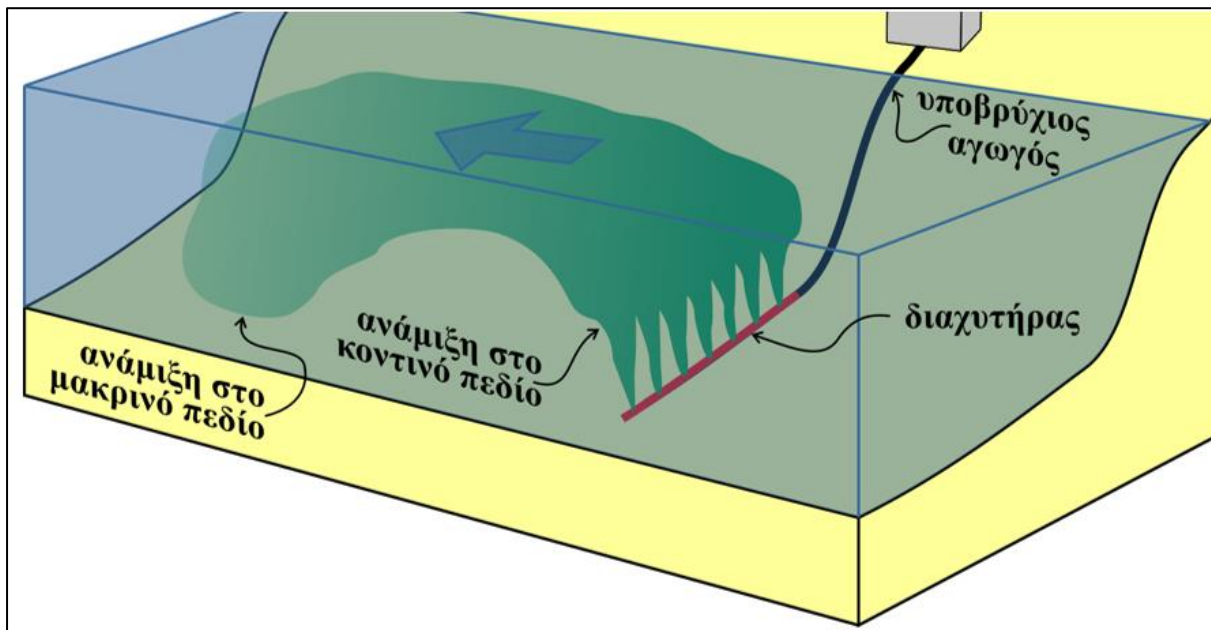
Επιπρόσθετα, τονίζεται ότι σε αντίθεση με το γενικό δόγμα ότι στα θαλάσσια ύδατα περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη φυτοπλαγκτού αποτελεί το άζωτο (N), στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, έχει αποδειχτεί ότι ο κύριος περιοριστικός παράγοντας είναι τα φωσφορικά (P)¹², τα οποία στην προκειμένη περίπτωση βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις (βλ. Υποκεφάλαιο 3.1).

Λαμβανομένων υπόψη των πιο πάνω εκτιμήσεων και του γεγονότος ότι η περιοχή δεν είναι ημίκλειστη 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.

→ Μέτρα για την επίτευξη καλύτερης διάχυσης του ρύπου

Σημειώνεται ότι τα πιο πάνω αποτελέσματα αφορούν προσομοιώσεις θεωρώντας ότι ο αγωγός έχει μία οπή 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, όπως φαίνεται στην ακόλουθη Εικόνα 7.

¹² European Commission – JRC (2009). Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters. Luxembourg.



Εικόνα 7: Σχηματική απεικόνιση αγωγού με διαχύτρηρα πολλαπλών ακροφυσίων

6.2 ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΛΗΨΗΣ, ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

6.2.1 Ποιοτική και ποσοτική παρακολούθηση νερών αποστράγγισης

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

Πίνακας 13: Ποιοτικά χαρακτηριστικά προς παρακολούθηση

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

6.2.2 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 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 Οδηγιών, 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 Θαλάσσια Στρατηγική (2008/56/ΕΚ)¹³ 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 2018/229¹⁴.

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.

¹³ http://www.moa.gov.cy/moa/dfmr/dfmr.nsf/page19_gr/page19_gr?OpenDocument

¹⁴European 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)*¹⁵, 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 14).

Πίνακας 14: 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 2012¹⁶, 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 15).

¹⁵ 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.*

¹⁶ European Environment Agency (2018). *Chlorophyll in transitional, coastal and marine waters.*

Πίνακας 15: Προτεινόμενο σχέδιο παρακολούθησης ευτροφισμού με κύρια παράμετρο αξιολόγησης την χλωροφύλλη-α

Μονάδα μέτρησης: $\mu\text{g/l}$

Αναλυτική μέθοδος: Θα καθοριστεί 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 υπερβούν τον ετήσιο μέσο όρο ή τιμές $> 0,53 \mu\text{g/l}$ προτείνεται να ενεργοποιείται η διαδικασία διερευνητικής παρακολούθησης.

6.2.3 Άλλα μέτρα παρακολούθησης

➔ Τακτική υψομετρική παρακολούθηση σταθερών σημείων εκτός του διαφραγματικού τοίχου

Συστηματική υψομετρική παρακολούθηση σταθερών σημείων στην επιφάνεια του εδάφους, πέραν του διαφραγματικού τοίχου (τουλάχιστον 1 σημείο σε κάθε πλευρά). Ο στόχος είναι η εξακρίβωση οποιασδήποτε εδαφικής υποχώρησης και λήψης μέτρων διατήρησης της στάθμης του νερού στο αρχικό της επίπεδο.

6.3 ΣΧΕΔΙΟ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ

Σε περίπτωση όπου για οποιοδήποτε λόγο θα πρέπει να σταματήσει η απόρριψη του νερού αποστράγγισης στη θάλασσα, τότε θα πρέπει να υπάρχει εναλλακτική λύση διάθεσης του νερού, αφού σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να διακοπούν οι εργασίες αποστράγγισης.

Η εναλλακτική λύση που προτείνεται για τη διαχείριση του νερού αποστράγγισης σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης είναι αυτή της **επανεισαγωγής του νερού πίσω στον υδροφορέα μέσω γεωτρήσεων ή μεγάλων απορροφητικών δεξαμενών**. Στην προκειμένη περίπτωση, ευνοείται η εναλλακτική αυτή λύση, λόγω και της μεγάλης έκτασης του οικοπέδου της ανάπτυξης.

Σημειώνεται ότι η μέθοδος αυτή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για περιορισμένο χρονικό διάστημα μέχρι την επανέναρξη της απόρριψης στη θάλασσα, αφού σε σύντομο χρονικό διάστημα μειώνεται η απορροφητική ικανότητα των γεωτρήσεων ή λάκκων/δεξαμενών. Αυτό οφείλεται στους εξής λόγους:

➔ Υδρογεωλογικά θέματα

Η ποσότητα απορρόφησης εξαρτάται από την υδροπερατότητα του στρώματος, την επιφάνεια διατομής για την κίνηση του νερού και την υδραυλική κλίση (ή πίεση που θα μπορεί να τεθεί με μηχανικά μέσα) στην εμπλουτιστική γεώτρηση.

Με τη διαδικασία άντλησης για σκοπούς αποστράγγισης, υπάρχει το ενδεχόμενο επαναφοράς μέρους της ποσότητας που διατίθεται μέσω της εμπλουτιστικής γεώτρησης(ων) και επανάντλησης κάτι που θα δυσκολεύει την αποστράγγιση.

➔ Θέματα φραξίματος (clogging) της γεώτρησης

Η μεγαλύτερη πρόκληση στην τεχνική αυτή, έγκειται στη διαχείριση του φραξίματος της γεώτρησης που μειώνει την απόδοση της και απαιτεί αυξανόμενη εισαγωγή πίεσης.

Το φράξιμο επισυμβαίνει στο μέτωπο γεώτρησης /υδροφορέα (συνήθως στο χαλικόφιλτρο αν υπάρχει) ή στο ίδιο το υδροφόρο πλησίον της γεώτρησης.

Γενικά υπάρχουν 4 τύποι φραξίματος:

- **Χημικός:** που γίνεται λόγω εναπόθεσης στοιχείων όπως οξειδίων σιδήρου κ.α., διάλυσης συνδυετικών στοιχείων του υδροφόρου (ασβέστιο κ.α.) και λόγω διαφοράς θερμοκρασίας του νερού επανεισαγωγής που επενεργεί στην εναπόθεση ασβεστίου και άλλων στοιχείων στα τοιχώματα της γεώτρησης.

- **Φυσικός:** που γίνεται λόγω εναπόθεσης αιωρούμενων στερεών και λεπτών ιζημάτων στους ενδιάμεσους χώρους των πόρων του υδροφόρου.
- **Μηχανικός:** που γίνεται λόγω παγιδευμένων φυσαλίδων αέρα/δέσμευση αερίων που μειώνουν την υδροπερατότητα.
- **Βιολογικός:** που γίνεται λόγω ανάπτυξης αλγών και εναπόθεσης οξειδίων σιδήρου (σκουριάς) στις οπές του διάτρητου/φίλτρου του θώρακα της γεώτρησης.

Για τον ακριβή σχεδιασμό ενός τέτοιου συστήματος έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να γίνει πλήρης υδρογεωλογική μελέτη των συνθηκών και των ποσοτήτων νερού που θα μπορούν να τύχουν διαχείρισης, λαμβάνοντας υπόψη και το διαθέσιμο χώρο.

7 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι - ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (GEOINVEST LTD)

