



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ  
ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ  
ΝΑΥΠΗΓΕΙΟΥ ΣΤΟ *RAS AL KHAIR*,  
*ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ*



ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΑΜ:41324

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΔΡ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΛΕΞΑΚΗΣ


ΑΝΑΠΛ.ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ



Δήλωση ακαδημαϊκής ακεραιότητας  
(*Declaration of academic integrity*)

Η υπογράφουσα υπεύθυνα δηλώνει, ότι η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του υπό Κατασκευή Ναυπηγείου στο Ras Al Khair, Σαουδική Αραβία», είναι αποκλειστικά δική μου δουλειά και ότι, αν υπάρχουν αποσπάσματα κειμένου ή διαγράμματα από βιβλία ή μελέτες ή επιστημονικά άρθρα ή εισηγήσεις/παρουσιάσεις σε συνέδρια, σε ηλεκτρονική ή μη μορφή, από σελίδες του διαδικτύου ή άλλες πηγές, όλες αυτές αναφέρονται στην κατάλληλη θέση εντός του κειμένου της διπλωματικής εργασίας, περιλαμβάνονται στις βιβλιογραφικές αναφορές της διπλωματικής εργασίας μου και αυτές αναγράφονται πλήρως.

(Υπογραφή)



Κατερίνη Νικολάου

Ημερομηνία: 10/11/2019

Το πρωτότυπο αντίτυπο  
φυλάσσεται στη βιβλιοθήκη του  
Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Αφιερώνεται στον ανιψιό μου Άγγελο

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με αφορμή την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσοι συνέβαλαν στη σύλληψη και εκπόνηση της και ιδιαίτερα:

Τον επιβλέποντα καθηγητή μου, αξιότιμο κ. Δρ. Δημήτριο Αλεξάκη για την υποστήριξη του, τις παραγωγικές υποδείξεις του και το εξαιρετικό κλίμα συνεργασίας που διαμόρφωσε συμβάλλοντας τα μέγιστα για την κατάρτιση της διπλωματικής μου εργασίας. Την αξιότιμη κ. Δρ. Δήμητρα Γαμβρουλά, μέλος της τριμελούς επιτροπής. Καθώς και όλους τους καθηγητές του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, ιδιαίτερα τους κ. Δρ. Γεώργιο Εξαρχάκο και κ. Δρ. Φίλη-Τριαντάφυλλο Κόκκινο, για την πολύτιμη βοήθεια και το ειλικρινές ενδιαφέρον τους.

Ευχαριστίες απευθύνω σε όλα τα στελέχη της Archirodon N.V. και ιδιαίτερα στον κύριο Φρίξο Παπακωστίδη και τον κύριο Ιωάννη Καραμανλή, για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσαν προκειμένου να μου προσφέρουν πληροφορίες, τα κατάλληλα στοιχεία και δεδομένα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια και τους φίλους μου για τη στήριξη, την ελπίδα και τη δύναμη καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Περιεχόμενα

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΝΑΥΠΗΓΕΙΟΥ ΣΤΟ RAS AL KHAIR .....	9
Επισκόπηση.....	9
ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT UNDER CONSTRUCTION MARITIME YARD IN RAS AL KHAIR .....	10
Assessment Overview .....	10
ΣΥΝΟΨΗ.....	11
Νομικό Πλαίσιο & Πλαίσιο Πολιτικής.....	11
Επισκόπηση Έργου.....	11
Υφιστάμενη Κατάσταση.....	12
Οι Επιπτώσεις κατά τη Φάση Κατασκευής.....	15
Οι Επιπτώσεις κατά τη Φάση Λειτουργίας.....	17
Αθροιστικές Επιπτώσεις .....	18
Σύνοψη Αντισταθμιστικών Μέτρων .....	19
Συμπεράσματα και Περιορισμοί .....	28
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	29
1.1. Ενδιαφερόμενα Μέρη .....	29
1.2. Στόχοι της ΑΠΕ .....	30
1.3. Διαδικασία ΑΠΕ.....	30
1.4. Μεθοδολογία.....	30
2. ΝΟΜΙΚΟ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ .....	32
2.1. Ισχύον Ρυθμιστικό Πλαίσιο.....	32
2.2. Περιβαλλοντικοί Κανονισμοί της RC.....	32
2.2.1. Ποιότητα του Αέρα .....	33
2.2.2. Υδάτινο Περιβάλλον .....	33
2.3. Διαχείριση Επικίνδυνων Υλικών .....	34
2.4. Οικολογία.....	35
2.5. Θόρυβος.....	37
2.6. Κυκλοφορία και Μεταφορές .....	37
2.7. Διαχείριση Αποβλήτων .....	37
2.8. Βυθοκόρηση.....	38
2.9. Άλλες Απαιτήσεις.....	38
2.9.1. Περιβαλλοντικές Απαιτήσεις και Πολιτικές από τους Εταίρους .....	39

2.9.2.	Απαιτήσεις Saudi Aramco .....	39
2.9.3.	Απαιτήσεις Bahri (Εθνική Ναυτιλιακή της Σαουδικής Αραβίας) .....	39
2.9.4.	Απαιτήσεις Διεθνούς Οργανισμού Ναυσιπλοΐας (International Maritime Organization - IMO) 40	
3.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ .....	41
3.1.	Τοποθεσία και Περιβάλλον Χώρος .....	41
3.2.	Στόχοι του Έργου .....	42
3.3.	Αιτιολογήσεις Δημιουργίας του Έργου.....	42
3.4.	Λεπτομερής Περιγραφή του Έργου και των Διαφόρων Τμημάτων .....	43
3.5.	Διαχείριση Έργου στη Φάση της Κατασκευής.....	46
3.6.	Διαχείριση Έργου στη Φάση της Λειτουργίας.....	46
4.	ΒΑΣΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ – ΓΡΑΜΜΗ ΒΑΣΗΣ.....	46
4.1.	Γενικό Περιβάλλον .....	47
4.2.	Κλίμα.....	48
4.3.	Ποιότητα του Αέρα .....	49
4.4.	Έδαφος και Γεωλογία.....	50
4.5.	Υπόγεια Ύδατα .....	51
4.6.	Επιφανειακά Ύδατα .....	52
4.7.	Χερσαία Οικολογία .....	55
4.8.	Οικολογία Ακτογραμμής και Θαλάσσια Οικολογία.....	56
4.9.	Θόρυβος.....	60
4.10.	Κοινωνιοοικονομικές Συνθήκες.....	61
4.11.	Κυκλοφορία και Μεταφορές .....	61
5.	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ.....	64
5.1.	Ποιότητα του Αέρα .....	65
5.1.1.	Φάση Κατασκευής .....	65
5.1.2.	Φάση Λειτουργίας .....	67
5.2.	Έδαφος και Γεωλογία.....	73
5.2.1.	Φάση Κατασκευής .....	73
5.2.2.	Φάση Λειτουργίας .....	78
5.3.	Υπόγεια Ύδατα .....	79
5.3.1.	Φάση Κατασκευής .....	79
5.3.2.	Φάση Λειτουργίας .....	81
5.4.	Επιφανειακά Ύδατα .....	83
5.4.1.	Φάση Κατασκευής .....	83

5.4.2.	Φάση Λειτουργίας .....	84
5.5.	Χερσαία Οικολογία .....	88
5.5.1.	Φάση Κατασκευής .....	88
5.5.2.	Φάση Λειτουργίας .....	88
5.6.	Ακτογραμμή και Θαλάσσια Οικολογία .....	89
5.6.1.	Φάση Κατασκευής .....	89
5.6.2.	Φάση Λειτουργίας .....	90
5.7.	Θόρυβος.....	91
5.7.1.	Φάση Κατασκευής .....	91
5.7.2.	Φάση Λειτουργίας .....	93
5.8.	Κοινωνικές Επιπτώσεις .....	95
5.9.	Κυκλοφορία και Μεταφορές .....	96
5.9.1.	Φάση Κατασκευής .....	97
5.9.2.	Φάση Λειτουργίας .....	98
6.	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....	98
6.1.	Μη Δημιουργία του Ναυπηγείου .....	98
6.2.	Τοποθεσία του Έργου .....	99
7.	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ .....	99
8.	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ.....	103
8.1.	Περιοχές Διατήρησης.....	103
8.2.	Βιωσιμότητα .....	104
8.3.	Αντισταθμιστικά Μέτρα.....	104
8.3.1.	Ποιότητα του Αέρα .....	104
8.3.2.	Έδαφος και Υπόγεια Ύδατα.....	107
8.3.3.	Επιφανειακά Ύδατα .....	109
8.3.4.	Χερσαία Οικολογία .....	111
8.3.5.	Ακτογραμμή και Θαλάσσια Οικολογία .....	112
8.3.6.	Θόρυβος.....	113
8.3.7.	Κοινωνικές Επιπτώσεις .....	115
8.3.8.	Κυκλοφορία και Μεταφορές .....	116
8.3.9.	Επαγγελματική Υγεία και Ασφάλεια.....	117
9.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	119
9.1.	Επιπτώσεις Φάσης Κατασκευής .....	119
9.2.	Επιπτώσεις Φάσης Λειτουργίας .....	120
9.3.	Αθροιστικές Επιπτώσεις .....	121
9.4.	Συμπεράσματα και Περιορισμοί .....	122



BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	123
-------------------	-----

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΚΡΩΝΥΜΙΩΝ

ΑΠΕ	Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
ΑΜΕ	General Authority of Meteorology & Environment / Γενική Αρχή Μετεωρολογίας και Περιβάλλοντος
dBΑ	Decibels
CO	Carbon Monoxide / Μονοξείδιο του Άνθρακα
ΕCΒ	Environmental Consulting Bureau / Τεχνικό Γραφείο Περιβαλλοντικής Συμβουλευτικής
ΙΑΙΑ	International Association for Impact Assessment / Διεθνής Ένωση Αξιολόγησης Επιπτώσεων
ΙΜΟ	International Maritime Organization / Διεθνής Οργανισμός Ναυσιπλοΐας
ΙUCN	International Union for the Conservation of Nature / Διεθνής Ένωση για τη Διατήρηση της Φύσης
ΜVPI	Motor Vehicle Periodic Inspection
NCWCD	National Commission for Wildlife Conservation and Development / Εθνική Επιτροπή για τη Διατήρηση και Ανάπτυξη της Άγριας Ζωής
NOx	Nitrogen Oxides / Οξείδια του Αζώτου
PM	Particulate Matter / Σωματίδια
RC	Royal Commission of Jubail, Yanbu & Ras Al Khair
RCER	Royal Commission Environmental Regulations
RPS – ASA	RPS-Applied Science Associates
SAEP	Saudi Aramco Engineering Procedure
SAES	Saudi Aramco Engineering Standard
SOx	Sulphur Oxides / Οξείδια του Θείου
SWCC	Saline Water Conversion Corporation / Εταιρεία Μετατροπής Θαλασσινού Νερού
US EPA	United States Environmental Protection Agency
VOC	Volatile Organic Compound
WRAP	Western Region Air Partnership

## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΥΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΝΑΥΠΗΓΕΙΟΥ ΣΤΟ RAS AL KHAIR

### Επισκόπηση

Η Saudi Arabian Oil Company (Saudi Aramco), η οποία ενεργεί εκ μέρους των Εταίρων που απαρτίζονται από την Saudi Aramco, την Bahri (the National Shipping Company of Saudi Arabia), την Hyundai Heavy Industries Co. Limited και την Lamprell Energy Limited, ανέθεσαν τη Μελέτη και Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΑΠΕ) της κατασκευής και λειτουργίας του Ναυπηγείου στην περιοχή του Ras Al Khair σε τρίτο, ανεξάρτητο μέρος, το Τεχνικό Γραφείο Περιβαλλοντικής Συμβουλευτικής (Environmental Consulting Bureau – ECB) σε συνεργασία με την RPS-Applied Science Associates (RPS - ASA). Η εν λόγω περιοχή βρίσκεται 80km βόρεια της βιομηχανικής πόλης του Jubail, στην Ανατολική πλευρά της Σαουδικής.

Σκοπός δημιουργίας του «υπερ-Ναυπηγείου» θα είναι να εξυπηρετεί την κατασκευή, τις εργασίες συντήρησης και επισκευής πλατφορμών/εξεδρών γεώτρησης και εξόρυξης, υπεράκτιων πλοίων υποστήριξης, καθώς και εμπορικών πλοίων (δεξαμενοπλοίων, φορτηγών και επιβατηγών). Οι σχετικές εγκαταστάσεις θα περιλαμβάνουν κτηριακή υποδομή, σταθμούς κατασκευής, εργαστήρια, κεντρικές και άλλες υπηρεσίες. Το παρόν έργο σύμφωνα με τη διαδικασία της Saudi Aramco Engineering Procedure (SAEP-13) έχει ταξινομηθεί ως έργο Category 3, δηλαδή ως ένα έργο που χρήζει ολοκληρωμένης μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Hejazi et al., 2009). Η συγκεκριμένη μελέτη αποφασίστηκε να διεξαχθεί κατά το στάδιο της πρότασης του έργου, ώστε να ληφθούν επαρκή και αποτελεσματικά αντισταθμιστικά και μέτρα πρόληψης για το στάδιο της κατασκευής και λειτουργίας του Ναυπηγείου.

## ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT UNDER CONSTRUCTION MARITIME YARD IN RAS AL KHAIR

### Assessment Overview

The Saudi Arabian Oil Company (Saudi Aramco), acting on behalf of The Partners (Saudi Aramco, the National Shipping Company of Saudi Arabia (Bahri), Hyundai Heavy Industries Co. Limited and Lamprell Energy Limited) has commissioned the Environmental Consulting Bureau (ECB) to undertake a third party Environmental Impact Assessment (EIA) Study for the construction and operation of a Maritime Yard project in Ras Al Khair, 80 km north of Jubail Industrial City in the Eastern Province of Saudi Arabia. The Maritime Yard shall cater to building, and maintenance, repair and overhaul (MRO) activities, of rigs, platforms and offshore support vessel as well as of commercial ships such as tankers and other transportation Vessels . The associated facilities to be created will include new buildings, fabrication areas, workshops, central services and other utilities.

In conformity with Saudi Aramco Engineering Procedure (SAEP-13) the Maritime Yard Project has been classified as Category III and hence requires a comprehensive Environmental Impact Assessment (EIA) prior to commencement of its execution. The main objective of this EIA is to assess in advance the impacts from the construction and operational phases of the proposed maritime yard project and to identify mitigation and control measures.

This EIA study has been prepared within the regulatory provisions of the Royal Commission for Jubail, Yanbu and Ras Al Khair (RC). The regulations of the RC as prescribed in the Royal Commission Environmental Regulations (RCER, 2015) apply as the project site is located within the industrial city of Ras Al Khair. Further, this EIA has been carried out in fulfillment of the partners' commitment to environmental protection as stated in their respective policies and standards.

In this respect, firstly the Legal & Regulatory Framework are presented, an extensive Project description is given and the Existing Environment conditions are discussed and assessed. In the following chapter, the project's environmental impact is outlined, based on relevant literature review and taking into account ECB 's studies and measurements. Closing, Environmental Management is proposed, as well as Mitigation measures.

# ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΡΓΟΥ

## ΣΥΝΟΨΗ

### Νομικό Πλαίσιο & Πλαίσιο Πολιτικής

Η παρούσα έρευνα βασίστηκε στις ρυθμιστικές διατάξεις της Royal Commission του Jubail, Yanbu και Ras Al Khair (RC), οι οποίες είναι ισχύουσες, εφόσον το έργο θα εκτελεστεί εντός της βιομηχανικής ζώνης του Ras Al Khair. Επιπρόσθετα, η Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΑΠΕ), διεξάγεται κατά τη συμμόρφωση των εταιρών στα πρότυπα που έχουν θέσει για την προστασία του περιβάλλοντος.

### Επισκόπηση Έργου

Οι υπεράκτιες πετρελαϊκές εγκαταστάσεις και οι εκτεταμένες δραστηριότητες για το φυσικό αέριο, έχουν αναπτυχθεί δυσανάλογα σε σύγκριση με τον τομέα της ναυτιλίας στη Σαουδική Αραβία. Αυτή η έλλειψη έγινε αντιληπτή, τόσο από τους εταίρους, όσο και από την Κυβέρνηση, οι οποίοι έκριναν ως μείζονος σημασίας τη δημιουργία «υπερ-Ναυπηγείου» (Maritime Yard) στην περιοχή. Σκοπός της δημιουργίας του θα είναι η εξυπηρέτηση δραστηριοτήτων κατασκευής, επιδιόρθωσης και συντήρησης υπεράκτιων εγκαταστάσεων και πλατφορμών εξόρυξης, όπως επίσης και εμπορικών (φορητών και δεξαμενοπλοίων) αλλά και επιβατηγών πλοίων στα χωρικά ύδατα. Οι σχετικές εγκαταστάσεις θα περιλαμβάνουν νέα κτήρια, χώρους κατασκευής, εργαστήρια, κεντρικές υπηρεσίες και άλλες υπηρεσίες κοινής ωφέλειας. Το Ναυπηγείο θα είναι παρακείμενο στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις του λιμένος του Ras Al Khair.

Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχουν κατοικημένες περιοχές κοντά στην περιοχή του έργου ( η πιο κοντινή είναι στα 70km), εκτός κάποιων εγκαταστάσεων όπου στεγάζονται προσωρινά οι εργαζόμενοι στα τρέχοντα αναπτυξιακά έργα (Archirodon, 2016).

Το Ναυπηγείο θα περιλαμβάνει:

- Θαλάσσιες εγκαταστάσεις
- Χερσαίες εγκαταστάσεις
- Βοηθητικές εγκαταστάσεις & υπηρεσίες

Η συνολική του έκταση θα είναι 12.000.000 τμ. , η άμεση υπεράκτια περιοχή στα 9-10m βάθος και ο κυματοθραύστης θα εκτείνεται στο 1km βόρεια της Γιάρδας. Η πρόσβαση θα γίνεται μέσω ενός καναλιού πλάτους 300m και βάθους 11m, το οποίο θα εκτείνεται περίπου στα 3,6km βορειοανατολικά. Επιπλέον, υπολογίζεται ότι η χωρητικότητα κατασκευής πλοίων θα ανέρχεται ετησίως στους 360 χιλιάδες τόνους (σε ισοδύναμο χάλυβα) (Archirodon, 2016).

Το έργο ξεκίνησε το Μάρτιο του 2018, η διάρκειά του εκτιμάται στους 64 μήνες, ενώ το προσωπικό που θα απασχοληθεί θα ανέλθει στα 8.000 άτομα (συμπεριλαμβανομένης της ομάδας διαχείρισης) την περίοδο αιχμής. Θα δημιουργηθούν προσωρινές εγκαταστάσεις για την κατασκευή της γιάρδας, εντός της περιοχής που έχει παραχωρηθεί στους εταίρους.

Οι συνολικές απαιτήσεις σε ανθρώπινο δυναμικό, όταν η γιάρδα θα βρίσκεται σε πλήρη λειτουργία (2030) εκτιμάται ότι θα ανέρχονται στους 16.067 υπαλλήλους (Archirodon, 2016).

### Υφιστάμενη Κατάσταση

Οι υφιστάμενες συνθήκες καθορίστηκαν μέσω ανασκόπησης της σχετικής βιβλιογραφίας, με επιτόπιες έρευνες και βασίστηκαν στην εκτενή και πολυετή σχετική εμπειρία του Γραφείου Περιβαλλοντικής Συμβουλευτικής (Environmental Consulting Bureau – ECB). Στη συνέχεια παρατίθενται συνοπτικά οι συνθήκες που καταγράφηκαν

- Η περιοχή του Ras Al-Khair, διαφοροποιείται από τις γύρω κλιματικές ζώνες, καθώς έχει όλο το χρόνο υψηλότερη υγρασία, η οποία αυξάνεται προς το νότο. Στην περιοχή, πνέουν κυρίως βορειοδυτικοί άνεμοι με ακανόνιστες βροχοπτώσεις και μέση θερμοκρασία τους 25 °C.
- Η βιομηχανική ρύπανση στην περιοχή, προέρχεται κυρίως από την κατασκευαστική ζώνη, καθώς και τις εγκαταστάσεις τσιμέντου, πετρελαίου και φυσικού αερίου.
- Η χερσαία έκταση αποτελείται από λεπτό, αμμώδες έδαφος. Η ακτογραμμή είναι επικλινή και αμμώδης, ενώ το ενδότερο τμήμα είναι κυρίως υγρό και λασπώδες, με στρώματα αργίλου και αλάτων.

- Σύμφωνα με γεωτεχνικές μελέτες, οι οποίες διεξήχθησαν από την Fugro-Suhaimi Ltd., τα υπόγεια ύδατα της περιοχής κατασκευής της γιάρδας βρίσκονται 1,5-2,0m κάτω από το επίπεδο του εδάφους. Επιπλέον, λόγω της εγγύτητας της περιοχής στη θάλασσα, τα υπόγεια ύδατα επηρεάζονται από την παλιρροϊκή κίνηση και είναι εξαιρετικά αλατώδη.
- Η ποιότητα του νερού του Αραβικού Κόλπου αξιολογήθηκε με επιτόπιες μετρήσεις σε 15 διαφορετικά σημεία για μια σειρά παραμέτρων(αλατότητα,διαλυμένο οξυγόνο,θερμοκρασία της επιφάνειας των θαλάσσιων υδάτων κ.ο.κ) με τα αποτελέσματα, όπως φαίνονται στον Πιν.1 .

**Πιν.1 : Σύνοψη επιτόπιων μετρήσεων σε 15 τοποθεσίες (ECB, 2014)**

Zones	Surface Water Salinity (ppt)			Bottom Water Salinity (ppt)		
	Minimum	Maximum	Average	Minimum	Maximum	Average
Nearshore stations	41.61	43.33	42.45	41.69	43.35	42.63
Middle stations	41.36	42.60	41.70	41.53	42.74	42.20
Offshore stations	40.89	41.23	41.05	41.25	42.22	41.68
Zones	Surface Water DO (mg/l)			Bottom Water DO (mg/l)		
	Minimum	Maximum	Average	Minimum	Maximum	Average
Nearshore stations	6.10	7.10	6.67	6.50	7.10	6.83
Middle stations	6.10	7.10	6.67	5.10	6.10	5.87
Offshore stations	6.10	6.50	6.23	5.30	6.00	5.77
Zones	Surface Temperature (°C)			Bottom Temperature (°C)		
	Minimum	Maximum	Average	Minimum	Maximum	Average
Nearshore stations	29.22	29.57	29.38	29.12	29.56	29.23
Middle stations	28.02	29.07	28.52	27.36	28.49	27.96
Offshore stations	28.05	28.05	28.05	26.80	27.55	27.18
Zones	Surface Water pH			Bottom Water pH		
	Minimum	Maximum	Average	Minimum	Maximum	Average
Nearshore stations	8.15	8.26	8.21	8.23	8.20	8.26
Middle stations	8.24	8.28	8.26	8.24	8.26	8.25
Offshore stations	8.22	8.28	8.25	8.23	8.28	8.26
Zones	Surface Water Turbidity (NTU)			Bottom Water Turbidity (NTU)		
	Minimum	Maximum	Average	Minimum	Maximum	Average
Nearshore stations	1.20	3.90	2.52	1.00	2.90	2.07
Middle stations	0.50	1.50	1.12	0.20	1.20	0.82
Offshore stations	0.90	1.40	1.07	0.30	1.10	0.70
Zones	Surface Water Chlorophyll-a (µg/l)			Bottom Water Chlorophyll-a (µg/l)		
	Minimum	Maximum	Average	Minimum	Maximum	Average
Nearshore stations	1.20	2.00	1.57	1.60	2.00	1.82
Middle stations	1.30	2.20	1.78	1.60	2.40	2.12
Offshore stations	1.30	2.30	1.67	1.80	2.10	1.93

- Το έδαφος, το οποίο όπως προαναφέρθηκε είναι αλατούχο, πορώδες και ασβεστολιθικό, έχει αραιή βλάστηση και δεν είναι καλλιεργήσιμο. Η κυρίαρχη βλάστηση, ανθεκτική σε υγρασία, υψηλές θερμοκρασίες και στις ακραίες συνθήκες της ερήμου, είναι τυπική της περιοχής.
- Τα είδη που ζουν στην περιοχή είναι οι καμήλες, κάποια πτηνά, τρωκτικά, σκορπιοί και η αλεπού της ερήμου.
- Στον Πιν.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αξιολόγησης της ακτής

**Πιν.2 : Σύνοψη αξιολόγησης ακτογραμμής (ECB, 2014)**

Station/Transect	RK-NS-01	RK-NS-02	RK-NS-03	RK-NS-04	RK-NS-05	RK-NS-06	RK-NS-07
Date of survey	8-Aug-14	8-Aug-14	8-Aug-14	8-Aug-14	8-Aug-14	8-Aug-14	8-Aug-14
Shoreline description	Elevation 20cm	Elevation 20 cm	Elevation 30 cm	Elevation 20 cm	Elevation more than 50cm with halophytes	Elevation 1 m with halophytes	Elevation 1 m with halophytes
Intertidal extent	3.-5m	3-5m	5-10m	50-60 m	3-5 m	3-5 m	3-5 m
Substratum	Sand with rocky outgrowths	Big rocks on shore/coarse sand with dead algae	Sandy shores with litter	Coarse sand with litter	Coarse sand with dead shells and plants	Coarse sand with dead shells and litter	Coarse sand with litter
Water depth	0cm	<10cm	0 cm	<10cm	0 cm	<5cm	<5cm
Fauna	Crab holes	Crab holes		crab holes			
Flora	Halophytes	Halophytes	Halophytes	Halophytes	Halophytes	Halophytes	Halophytes
30m seaward							
Water depth	30cm	90cm	10cm	< 10cm	90cm	70cm	70cm
Substratum	Coarse/fine sand	Coarse sand with dead shells	Coarse/fine sand with dead algae	Coarse sand	Coarse/fine sand	Coarse sand with shells	Coarse sand with pebbles and shell fragments
Fauna	Crab holes	Few crab holes	few dead shell	few dead shell		few cerithids	
Flora							
60m seaward							
Water depth	100cm	150 cm	110cm	30cm	150cm	150cm	120 cm
Substratum	Sand with pebbles	Coarse sand with dead shells and pebbles	Thin sand on Rock	Coarse sand on rock	Thin Sand on rock	Thin Sand on rock	Coarse sand with pebbles, rocks and shell fragments
Fauna	Few Cerpulids		Few cerpulids	Few Cerithids	Tunicates	Tunicates	Sponges and cerithids
Flora	Encrusted algae	Encrusted algae, Padina sp.	Encrusted algae and, Padina sp. Jania sp.	Encrusted algae and Jania sp.	Encrusted algae, Padina sp. and Jania sp.	Encrusted algae, Padina sp. and Jania sp.	Thin seagrass (>5%) ( <i>Halodule uninervis</i> )
90m seaward							
Water depth	150 cm	Deep water	Deep water	90cm	Deep water	Deep water	Deep water
Substratum	Sand with pebbles			Thin Sand on rocks			
Fauna	Few dead shells			Few Cerithids			
Flora	Encrusted algae			Jania sp. and encrusted algae			

- Αναφορικά με τις μελέτες ηχορρύπανσης, ο θόρυβος επιτρέπεται να είναι συνεχής κατά τη διάρκεια της ημέρας και νύχτας, δεδομένης της απομονωμένης τοποθεσίας. Ο κυριότερος θόρυβος που παρατηρήθηκε προέρχεται από τα κύματα στην ακτογραμμή, ενώ στην ενδοχώρα τα επίπεδα θορύβου είναι αρκετά χαμηλότερα.

- Η περιοχή του Ras Al Khair ήταν απρόσιτη και απομακρυσμένη, αρκετά αραιοκατοικημένη από κάποιες εγκαταστάσεις Βεδουίνων. Δεν υπήρχαν μόνιμες εγκαταστάσεις ή ιδιόκτητα εδάφη πριν εκβιομηχανιστεί. Σήμερα, έχει εγκατασταθεί Μονάδα Παροχής Ενέργειας με μετατροπή και χρήση θαλασσινού νερού, η οποία αναμένεται να τροφοδοτήσει τις νέες βιομηχανικές μονάδες. Επιπρόσθετα υπό κατασκευή είναι μια αρκετά μεγάλη σιδηροδρομική σύνδεση, η οποία θα εξυπηρετεί τη μεταφορά πρώτων υλών και υλικών.
- Η πρόσβαση στην περιοχή θα διεξάγεται κυρίως μέσω του αυτοκινητοδρόμου Dammam – Al Khafji : υπάρχει ασφαλτωμένη οδός μίας λωρίδας, η οποία οδηγεί από τον αυτοκινητόδρομο Dammam – Al Khafji στο Ras Al-Khair και καταλήγει στην παράκτια περιοχή. Ήδη από το 2014, έχουν γίνει μετρήσεις της κυκλοφορίας, οι οποίες έδειξαν αυξημένη κίνηση μεταξύ 7-8 π.μ. και 4-5 μ.μ.

### Οι Επιπτώσεις κατά τη Φάση Κατασκευής

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τη φάση της κατασκευής του Ναυπηγείου παρουσιάζονται παρακάτω:

- Ο ατμοσφαιρικός αέρας θα επιβαρυνθεί προσωρινά κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου λόγω εκπομπών καυσαερίου (από τα μηχανήματα, τον εξοπλισμό και τις βυθοκόρους) και σκόνης. Περίπου 2,2 tn σκόνης υπολογίζεται ότι θα δημιουργούνται μηνιαίως από την προετοιμασία του εδάφους, τον καθαρισμό, τις εκσκαφές, την επιχωμάτωση και αποθήκευση.
- Παράλληλα, θα επηρεαστεί η περιοχή σε γεωλογικό επίπεδο ακολούθως: το ανώτερο στρώμα του εδάφους θα αφαιρεθεί και θα γίνουν εκσκαφές, θα συμπυκνωθεί το έδαφος σε ανένγυχτες περιοχές και θα επηρεαστεί η φυσική αποστράγγιση. Υπάρχει επίσης και πιθανότητα ρύπανσης του εδάφους από τυχόν διαρροές χημικών και καυσίμων.
- Η φυσική βαθυμετρία και η διαμόρφωση της ακτογραμμής θα μεταβληθούν σημαντικά και ανεπιστρεπτί εξαιτίας της βυθοκόρησης και της δημιουργίας πρόσβασης στην περιοχή του έργου. Η ανάληψη τέτοιων δραστηριοτήτων, συνήθως εγείρει ανησυχίες για την πιθανή δημιουργία ιζημάτων και την πιθανή διάβρωση λόγω των επιπτώσεων στην κυκλοφορία των θαλάσσιων υδάτων. Ωστόσο, κάτι τέτοιο δεν ισχύει σε αυτή την περίπτωση, όπως έδειξε και η μελέτη μοντελοποίησης διασποράς ιζημάτων, λόγω του ταχέως παλιρροϊκού κύκλου. (ECB, 2014).



- Αρκετά μεγάλες θα είναι και οι ανάγκες για πόσιμο νερό (περίπου  $1.560\text{m}^3/\text{day}$ ) αυτούς τους 64 μήνες, τόσο για το εργατικό δυναμικό των 4.000, όσο και για άλλες επιτόπιες εργασίες σχετικές με το έργο. Το πόσιμο νερό θα το παρέχει το εθνικό δίκτυο, το οποίο θα διαχειρίζεται η Εταιρεία Μετατροπής Θαλασσινού Νερού (Saline Water Conversion Corporation – SWCC) εγκεκριμένο από την Saudi Aramco και την Royal Commission (RC).
- Περίπου  $1.300\text{m}^3$  υγειονομικών λυμάτων θα παράγονται ημερησίως, για την επεξεργασία και απόρριψη των οποίων θα παρασχεθεί ειδική μονάδα για τη φάση κατασκευής. Δεν υπάρχουν ακόμη λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με το πρόγραμμα, αλλά αναμένεται τα λύματα να υφίστανται επεξεργασία σύμφωνα με τα πρότυπα της RC (RCER, 2010) για επαναχρησιμοποίησή τους στο εργοτάξιο, όπως για παράδειγμα για την καταστολή σκόνης.
- Παρόλο που στην περιοχή δεν υπάρχει έντονη βλάστηση, ούτε και είδη προς εξαφάνιση, έχει εντοπιστεί ένα είδος ερπετού, η σαύρα *Uromax aegyptia*, που περιλαμβάνεται στην IUCN Red list (IUCN, 2014).
- Για τη δημιουργία της λεκάνης του Ναυπηγείου, θα καταστραφεί η χλωρίδα του βυθού, ενώ η δημιουργία του καναλιού θα έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση κάποιων λίγων κοραλιών της περιοχής, απώλεια η οποία δεδομένης της αλλαγής των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, θα πρέπει να αντισταθμιστεί. Η διασπορά και εναπόθεση ιζημάτων, είναι αναπόφευκτη κατά τη βυθοκόρηση και επιχωμάτωση. Ωστόσο, παρά τις ανησυχίες για επιπτώσεις στους οικοτόπους και σε περιοχές εκτός του αποτυπώματος του έργου, η μελέτη μοντελοποίησης έδειξε ότι αυτές θα περιοριστούν σε μεγάλο βαθμό στις όμορες μόνο περιοχές του έργου.
- Οι εργασίες που θα πραγματοποιηθούν (εκσκαφές, βυθοκόρηση, επιχωμάτωση, διάνοιξη κ.ο.κ) θα εκτοξεύσουν τα επίπεδα του θορύβου στην περιοχή (Archiodon, 2016).
- Το παρόν έργο δεν αναμένεται να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στις τοπικές κοινωνίες, καθώς θα διεξαχθεί στη βιομηχανική ζώνη του Ras Al Khair και άρα δεν απαιτείται η επανεγκατάσταση κατοίκων, ενώ κάποιες επιχειρήσεις θα επωφεληθούν από τις απαιτήσεις σε προμήθειες. Τέλος, όταν τεθεί σε πλήρη λειτουργία, υπολογίζεται ότι θα απασχολεί σχεδόν 17.000 εργαζόμενους σε διάφορες θέσεις, ενισχύοντας έτσι την τοπική οικονομία.

## Οι Επιπτώσεις κατά τη Φάση Λειτουργίας

Παρακάτω παρουσιάζονται πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τη φάση λειτουργίας του Ναυπηγείου:

- Το έργο δεν αναμένεται να προκαλέσει άμεσα επιδείνωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, καθώς δε θα γίνεται χρήση καυστήρων/λέβητων που λειτουργούν με ορυκτά καύσιμα, ούτε και καύση ή μαζική αποθήκευση υδρογονανθράκων που προκαλούν απελευθέρωση πτητικών ουσιών. Παρόλα αυτά, πρέπει να σημειωθεί ότι η μεταφορά του μεγάλου εργατικού δυναμικού, το οποίο θα υπερβαίνει τους 16.000, θα είναι αναμφισβήτητα πηγή εκπομπών καυσαερίων από τα μέσα μεταφοράς τους. Οι εκπομπές αυτές, πιθανά θα αυξήσουν τα επίπεδα ρύπων οξειδίων του αζώτου, του άνθρακα και σωματιδίων (NOx, SOx, CO, PM), ρύποι οι οποίοι είναι ήδη αυξημένοι στις βιομηχανικές και αστικές περιοχές της Σαουδικής Αραβίας.
- Κατά τη λειτουργία του Ναυπηγείου, δεν αναμένεται να αποθηκεύονται σημαντικές ποσότητες επικίνδυνων υλικών (τοξικά χημικά, καύσιμα και έλαια). Η αποθήκευση επικίνδυνων ουσιών (χρώματα, βερνίκια, λιπαντικά) θα γίνεται τοπικά και η όποια διαρροή, θα επηρεάσει το έδαφος και υπέδαφος μόνο τοπικά. Ακόμη και αυτό θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί με επαρκή μέτρα πρόληψης και αντιμετώπισης. Για την αξιολόγηση της πιθανής ρύπανσης, έγινε προσομοίωση της σωματιδιακής κίνησης με ουδέτερα σωματίδια, η οποία έδειξε ότι η πιθανή ρύπανση κατά μεγάλο μέρος θα περιορίζεται εντός της λεκάνης απορροής. Η αποσύνθεση των σωματιδίων κατά 60-70% γίνεται την πρώτη ημέρα, και περίπου 10% επιπλέον τις επόμενες επτά ημέρες (ECB, 2014).
- Το Ναυπηγείο θα χρησιμοποιεί τα επεξεργασμένα λύματα για αρδευτικούς σκοπούς χωρίς απελευθέρωσή τους στον θαλάσσιο ορίζοντα, περιορίζοντας τους αντίστοιχους περιβαλλοντικούς κινδύνους. Τα εισερχόμενα πλοία θα αποβάλλουν το έρμα στο κανάλι εισόδου στο Ναυπηγείο. Έχει παρατηρηθεί ότι το έρμα των πλοίων συχνά εμπεριέχει επιβλαβείς ουσίες, όπως πετρέλαιο και διάφορα μη-ιθαγενή θαλάσσια είδη. Προς αυτή την κατεύθυνση, τα πλοία που προσεγγίζουν τη γιάρδα θα πρέπει να ελέγχονται/επιθεωρούνται αυστηρά, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η ποιότητα του θαλάσσιου έρματος δεν εμπεριέχει επιβλαβείς μικροοργανισμούς και είναι σύμφωνη με τα σχετικά πρότυπα της RC (RCER, 2010).

- Τα επίπεδα του θορύβου που θα προκαλείται από σταθερές πηγές κατά τις εργασίες, θα πρέπει να ελέγχονται εντατικά ώστε να συμμορφώνονται με τα όρια που έχουν τεθεί (όχι περισσότερο από 65 dB(A) κατά τη διάρκεια της ημέρας και όχι περισσότερο από 55 dB(A) κατά τη διάρκεια της νύχτας (RCER, 2015).
- Η κυκλοφοριακή κίνηση αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά κατά μήκος των γραμμών που συνδέουν την τοποθεσία του Ναυπηγείου με την Διαδρομή 95, δηλαδή τον αυτοκινητόδρομο Dammam-Khafji. Υπολογίζεται ότι θα αυξηθεί ο αριθμός των οχημάτων που χρησιμοποιούν την παραπάνω σύνδεση κατά 5.000 με 6.000 (σήμερα χρησιμοποιείται από περίπου 3.000 καθημερινά), ενώ οι ώρες αιχμής δεν θα διαφοροποιηθούν σημαντικά. Ωστόσο, ο ανισόπεδος κόμβος που πρόσφατα δημιουργήθηκε θα περιορίσει σημαντικά τη συμφόρηση κατά μήκος του προαναφερθέντος αυτοκινητοδρόμου. Αξίζει όμως να σημειωθεί ότι είναι απαραίτητη η λήψη μέτρων για τον περιορισμό της πιθανής συμφόρησης στην έξοδο Ma'aden, όπου προς το παρόν δεν υπάρχουν εναλλακτικές διαδρομές.

### Αθροιστικές Επιπτώσεις

Η περιοχή του Ras Al Khaif υφίσταται έναν εκτεταμένο μετασχηματισμό από μία έκταση απομακρυσμένη και αρκετά αραιοκατοικημένη σε μία τεράστια βιομηχανική πόλη. Αναπόφευκτα αυτός ο μετασχηματισμός θα επηρεάσει το παρθένο περιβάλλον της περιοχής. Οι κυριότερες ανησυχίες παρουσιάζονται παρακάτω :

- Παρόλο που οι επιπτώσεις του έργου υπολογίζεται ότι θα περιοριστούν στην περιοχή των δραστηριοτήτων, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι ο Αραβικός Κόλπος είναι ήδη επιβαρυνμένος καθώς διενεργούνται πολλές παράκτιες δραστηριότητες, τα αποτελέσματα των οποίων λειτουργούν σωρευτικά και αρκετοί θαλάσσιοι οικοτόποι έχουν χαθεί. Πολύ σημαντικό είναι επομένως, να ληφθούν αντισταθμιστικά μέτρα όχι μόνο για των περιορισμών των επιπτώσεων, αλλά και ως προς την αποκατάσταση των οικοτόπων.
- Η αυξημένη κυκλοφορία για τη μεταφορά του εργατικού δυναμικού θα αυξήσει την κυκλοφοριακή ρύπανση, γεγονός το οποίο αθροιστικά θα επιδεινώσει την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα. Η ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλείται από την αύξηση της κυκλοφορίας αναγνωρίζεται ως κύρια αιτία επιδείνωσης του αέρα σε όλη τη Σαουδική Αραβία.

- Τέλος, υπάρχει κίνδυνος από τα μη-ιθαγενή και χωροκατακτητικά είδη που θα προέρχονται από την εκφόρτωση του έρματος των πλοίων στην περιοχή.

### Σύνοψη Αντισταθμιστικών Μέτρων

Στον Πιν.3 παρουσιάζονται συνοπτικά τα προτεινόμενα μέτρα για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων κατά τη διάρκεια των φάσεων που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Η αποτελεσματικότητα των μέτρων θα πρέπει να παρακολουθείται επισταμένως:

**Πιν.3 Σύνοψη καταγραφής-αξιολόγησης επιπτώσεων-αντισταθμιστικά μέτρα (ECB, 2014)**

	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ	ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ
Φάση Κατασκευής	<b>Ποιότητα του Αέρα</b>	Εκπομπές σκόνης (σωματίδια) από τις κατασκευαστικές δραστηριότητες	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ο έλεγχος της σκόνης μπορεί να επιτευχθεί με τη μείωση της εκπομπής τους από τις διάφορες πηγές και τα αποθέματα</li> <li>• Προτείνεται από Western Region Air Partnership (WRAP) και USEPA να βρέχονται οι πηγές δύο φορές/ημέρα για 70% μείωση αν επιτευχθεί διατήρηση υγρασίας στο 2%</li> <li>• Τα οχήματα με άμμο και χαλίκι να μην υπερφορτώνονται</li> <li>• Απεικονιστικές αλλά και επιτόπιες μετρήσεις του λόγου σωματιδίων/ ανέμου θα πρέπει να εκτελούνται καθημερινά</li> </ul>
		Εκπομπές καυσαερίων (NOx, SOx, CO, PM) από τα οχήματα, τον εξοπλισμό και τα μηχανήματα	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Όλα τα οχήματα θα πρέπει να φέρουν Πιστοποιητικά Motor Vehicle Periodic Inspection (MVPI)</li> <li>• Μείωση του χρόνου αδράνεια των οχημάτων που βρίσκονται στην περιοχή</li> <li>• Οι μηχανές όλων των οχημάτων θα σβήνουν όταν αυτά δε χρησιμοποιούνται (π.χ. κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων)</li> </ul>

		<p>Διαφεύγουσες εκπομπές από τη θέση λειτουργίας και την εκκίνηση</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι γεννήτριες θα αγοραστούν και θα ενοικιαστούν ανάλογα με τις ανάγκες που θα δημιουργηθούν</li> </ul>
		<p>Ιζήματα και Θολότητα</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι σωστές πρακτικές για τις βυθοκόρους θα πρέπει να εξασφαλίζουν την τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων</li> <li>• Οι γεννήτριες θα επισκευάζονται/συντηρούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα από εκπαιδευμένο προσωπικό που θα διασφαλίζει την καλή λειτουργία τους</li> </ul>
<b>Φάση Λειτουργίας</b>	<b>Ποιότητα του Αέρα</b>	<p>Εκπομπές καυσαερίων από την κυκλοφορία των οχημάτων</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρήση υβριδικών και ηλεκτρικών εταιρικών οχημάτων (μειωμένες ή μηδενικές εκπομπές)</li> <li>• Τα ντιζελοκίνητα λεωφορεία θα πρέπει υποχρεωτικά να χρησιμοποιούν καταλυτικούς μετατροπείς</li> <li>• Έλεγχος της κυκλοφορίας μέσα στο Ναυπηγείο, επιβολή</li> <li>• ή ορίων ταχύτητας και μείωση καύσης και εκπομπών</li> </ul>
		<p>Σκόνη από την αμμοβολή και οργανικά απόβλητα από την προεργασία της γραμμής παραγωγής και των βαφείων</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συστήματα εξαερισμού με βοηθητικό σύστημα καθαρισμού και διαφοροποιημένη πίεση, για καθαρισμό των οργανικών ατμών με οργανικό διαλύτη</li> <li>• Κρεμαστός απορροφητήρας, συνδεδεμένος με φυγοκεντρικό ανεμιστήρα για την απορρόφηση των οργανικών αποβλήτων</li> </ul>
		<p>Αναθυμιάσεις από το συγκρότημα των υφάλων, σωλήνων, συναρμολόγησης, συγκόλλησης, συντήρησης κ.ο.κ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρήση συστήματος καθαρισμού αναθυμιάσεων με φυγοκέντρωση, φίλτρα και εξαερισμό</li> </ul>

<b>Φάση Κατασκευής</b>	<b>Έδαφος και Υπόγεια Ύδατα</b>	Απομάκρυνση της ανώτερης στιβάδας του εδάφους για προετοιμασία, εκσκαφή και επιχωμάτωση του σημείου, μεταβολή στην κίνηση των υπογείων υδάτων και τη φυσική αποστράγγιση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι διαδικασίες κατασκευής θα πρέπει να σχεδιάζονται για τη βελτιστοποίηση των εκσκαφών ώστε να τηρούνται τα πρότυπα</li> <li>• Η επιπλέον ποσότητα άμμου που θα αφαιρείται, να επαναχρησιμοποιείται, στο βαθμό του δυνατού, στο ίδιο σημείο για την κατασκευή των δρόμων και την παραγωγή σκυροδέματος</li> <li>• Η χρήση και απόρριψη των αφυδατωμένων υπόγειων υδάτων θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τα πρότυπα που έχουν τεθεί</li> </ul>
		Συμπίεση του εδάφους σε ανέγγιχτες περιοχές	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρήση μηχανημάτων μεγαλύτερης χωρητικότητας και εύρους εργασιών, προκειμένου να περιοριστούν τα τροχοφόρα οχήματα στην περιοχή</li> <li>• Μειωμένη πίεση στα ελαστικά των οχημάτων κατασκευής για τον περιορισμό της συμπίεσης του εδάφους</li> </ul>
		Πιθανή ρύπανση από διαρροή καυσίμων ή χημικών	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Τα σημεία αποθήκευσης θα έχουν επιπλέον δικλείδες ασφαλείας για πιθανή διαρροή</li> </ul>
		Μετατόπιση από την κατασκευή του Ναυπηγείου και του κυματοθραύστη, μεταβολές στη φυσική ακτογραμμή	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρήση περίφραξης για την αποφυγή εξάπλωσης στις υπεράκτιες περιοχές</li> <li>• Χρήση λεκανών ιζημάτων</li> </ul>

<b>Φάση Λειτουργίας</b>	<b>Έδαφος και Υπόγεια Ύδατα</b>	Πιθανή ρύπανση από διαρροή επικίνδυνων υλικών ή ατυχημάτων λυμάτων/αποβλήτων	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι εγκαταστάσεις αποθήκευσης καυσίμων και χημικών θα πρέπει να αποτελούνται από δάπεδο σκυροδέματος, μη διαπερατό, με αναχώματα και συστήματα συλλογής για την αποφυγή της ρύπανση σε περίπτωση διαρροών</li> <li>• Είναι απαραίτητο να καταρτιστεί σχέδιο πρόληψης και σχέδιο έκτακτης ανάγκης</li> <li>• Το σύστημα συλλογής και απόρριψης των ομβρίων υδάτων θα πρέπει να εξεταστεί και να σχεδιαστεί λεπτομερώς, ώστε να διασφαλιστεί ότι τα ύδατα, πριν την απόρριψή τους στη θάλασσα, δε θα περιέχουν λύματα ή ιζήματα.</li> <li>• Τουλάχιστον 4 φρεάτια που θα παρακολουθούν τα επίπεδα ρύπανσης των υπόγειων υδάτων, θα εγκατασταθούν στις τέσσερις γωνίες του Ναυπηγείου</li> </ul>
<b>Φάση Κατασκευής</b>	<b>Επιφανειακά Ύδατα</b>	<p>Κατανάλωση και παροχή πόσιμου νερού στο εργατικό δυναμικό</p> <p>Υγειονομική διαχείριση λυμάτων</p> <p>Επιπτώσεις από τη βυθοκόρηση/επιχωμάτωση</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Το πόσιμο νερό θα παρασχεθεί από το εθνικό δίκτυο, το οποίο θα διαχειρίζεται η SWCC, μέσα από πηγές εγκεκριμένες από την RC</li> <li>• Όλες οι ροές λυμάτων (συμπεριλαμβανομένων των λυμάτων υγειονομικών μονάδων) θα διαχωρίζονται και αντιμετωπίζονται με εγκεκριμένες από τις Saudi Aramco και RC μεθόδους</li> <li>• Σχεδιασμός εγκαταστάσεων και εξοπλισμού για την ελαχιστοποίηση κινδύνου δημιουργίας ιζημάτων , απελευθέρωσης ρύπων και ρυπογόνων υλικών στον υδροφόρο ορίζοντα υδατικό σώμα ή σε άλλα σημεία εκτός από τα προκαθορισμένα.</li> <li>• Θα αναπτυχθεί προπέτασμα από λάσπη γύρω από την έξοδο της περιοχής αποκατάστασης για την αποφυγή της εξάπλωσης του ιζήματος στο νερό</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Θα αναπτυχθεί προπέτασμα μπροστά από τους γερανούς βυθοκόρησης για να αποφευχθεί η εξάπλωση του αιωρούμενου ιζήματος όσο η βυθοκόρηση είναι σε εξέλιξη</li> <li>• Χρήση ενός «δοχείου» συγκράτησης στην περιοχή αποκατάστασης για την αποφυγή θολότητας και αιώρησης στερεών υλικών</li> </ul>
<b>Φάση Λειτουργίας</b>	<b>Επιφανειακά Ύδατα</b>	Κατανάλωση νερού	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι συνολικές απαιτήσεις σε νερό, αντιπροσωπεύουν μόλις το 1% της ικανότητας αφαλάτωσης στην ανατολική περιοχή. Συνεπώς δε θα περιοριστεί η παροχή νερού στην περιοχή</li> </ul>
		Υγειονομικά λύματα και η διαχείρισή τους	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Τα λύματα θα κατευθύνονται προς τις κεντρικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της RC</li> <li>• Τα βιομηχανικά απόβλητα θα υφίστανται επιτόπια προ-επεξεργασία πριν την ανακατεύθυνσή τους προς τις κεντρικές εγκαταστάσεις</li> <li>• Η απόρριψη των αποβλήτων στο θαλάσσιο ορίζοντα θα γίνονται μόνο μετά από ρητή άδεια της RC</li> </ul>
		Απορρόφηση επιφανειακών υδάτων	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Θα γίνεται επεξεργασία των ομβρίων υδάτων πριν την απόρριψή τους στη θάλασσα, για την αποφυγή της ρύπανσης, την αύξηση των ιζημάτων και θολότητας</li> </ul>



Φάση Κατασκευής	<b>Χερσαία Οικολογία</b>	Μετατόπιση χλωρίδας και πανίδας / απώλεια οικοτόπου	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Η κατασκευή προσωρινών εγκαταστάσεων θα περιοριστεί σε περιοχές με αμελητέα βλάστηση και σε εκείνες με την ελάχιστη μετατόπιση βλάστησης</li> <li>• Μέτρα για την πρόληψη έκθεσης πανίδας / χλωρίδας σε επικίνδυνα απόβλητα</li> <li>• Αν εντοπιστούν απειλούμενα είδη, θα προστατεύονται και θα μεταφέρονται προσεκτικά στη γύρω περιοχή</li> </ul>
Φάση Κατασκευής	<b>Ακτογραμμή και Θαλάσσια Οικολογία</b>	Απώλεια ακτογραμμής και θαλάσσιου βιότοπου	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Προτείνεται η μελέτη για τη δυνατότητα λειτουργίας φυτωρίου και ανάκτησης θαλάσσιας χλωρίδας. Η Saudi Aramco θα πρέπει να χρηματοδοτήσει τουλάχιστον ένα τέτοιο τριετές πρόγραμμα, ως αντισταθμιστικό μέτρο</li> <li>• Οι μέθοδοι αποκατάστασης θα περιλαμβάνουν τη φύτευση θαλάσσιας χλωρίδας με διάφορες τεχνικές</li> </ul>
		Επιπτώσεις από την απομάκρυνση και εναπόθεση ιζημάτων	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρήση περίφραξης και φίλτρων για τη λάσπη, γύρω από το κανάλι και τη λεκάνη απορροής για την προστασία της ποιότητας του νερού και της θαλάσσιας οικολογίας κατά τη διάρκεια της βυθοκόρησης</li> <li>• Να εφαρμόζονται καλές πρακτικές βυθοκόρησης και επαρκής οριοθέτηση, ώστε να προστατεύονται τα απειλούμενα είδη της γύρω περιοχής</li> </ul>
Φάση Λειτουργίας	<b>Ακτογραμμή και Θαλάσσια Οικολογία</b>	Απόρριψη έρματος των πλοίων	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Όλα τα πλοία που πλέουν στα διεθνή ύδατα, σύμφωνα με την σύμβαση Ballast Water Management, θα πρέπει να διαθέτουν σύστημα διαχείρισης θαλάσσιου έρματος (BWMS)</li> <li>• Τα εισερχόμενα πλοία θα πρέπει να προσκομίζουν ανάλυση ανεξάρτητου</li> </ul>

			<p>μέρους, που θα επιβεβαιώνει την απουσία χωροκατακτητικών ειδών, όπως αυτά έχουν καταγραφεί από το Διεθνή Οργανισμό Ναυσιπλοΐας (International Maritime Organization - IMO)</p>
		Βυθοκόρηση συντήρησης	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Το υλικό της βυθοκόρησης που θα απορρίπτεται στις υπεράκτιες περιοχές, θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι θα εναποθέεται αρκετά κάτω από την επιφάνεια για την αποφυγή της θολότητας των υδάτων της περιοχής</li> <li>• Να διασφαλίζεται ότι η βυθοκόρηση συντήρησης θα γίνεται μόνο στις περιοχές που έχουν οριοθετηθεί και όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο, ώστε να μην διαταράσσονται οι γλυρω περιοχές</li> </ul>
		Απορρόφηση επιφανειακών υδάτων	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Θα γίνεται επεξεργασία των ομβρίων υδάτων πριν την απόρριψή τους στη θάλασσα, για την αποφυγή της ρύπανσης, την αύξηση των ιζημάτων και θολότητας</li> </ul>
<b>Φάση Κατασκευής</b>	<b>Περιβαλλοντικός Θόρυβος</b>	<p>Θόρυβος από τις δραστηριότητες (εργαλεία, εξοπλισμός και Οχήματα)</p> <p>Αντίκτυπος στο εργατικό δυναμικό</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Να προσδιορίζονται οι περίοδοι και περιοχές έντονου θορύβου, καθώς και η εγγύτητά τους σε ευαίσθητους υποδοχείς</li> <li>• Ελαχιστοποίηση του παραγόμενου θορύβου και εκ των προτέρων ενημέρωση των υποδοχέων όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο</li> <li>• Παροχή του απαραίτητου προστατευτικού εξοπλισμού στο προσωπικό και τους επισκέπτες</li> <li>• Σταδιακή ανάπτυξη προστατευτικών κατασκευών για τις νέες εγκαταστάσεις που θα λειτουργούν ως φράγμα μεταξύ των εγκαταστάσεων και των υποδοχέων κοντά σε αυτές</li> </ul>

Φάση Λειτουργίας	<p><b>Περιβαλλοντικός Θόρυβος</b></p>	<p>Σταθερές πηγές θορύβου</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Σταθμός συμπίεσης αέρα <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Τοποθέτηση σιγαστήρα στο στόμιο</li> <li>○ Ηχομόνωση σε πόρτες και παράθυρα</li> </ul> </li> <li>• Εργαστήριο επίστρωσης σωλήνων <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Σιγαστήρας για τον ανεμιστήρα εξαγωγής καυσαερίων</li> <li>○ Απομόνωση κραδασμών του ανεμιστήρα φυγοκέντρισης</li> </ul> </li> <li>• Εργαστήριο επιστρώσεων <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Απομόνωση κραδασμών του ανεμιστήρα φυγοκέντρισης</li> <li>○ Ακουστική απορρόφηση για τις μηχανές στο ενδιάμεσο και πίσω μηχανοστάσιο</li> </ul> </li> <li>• Εργαστήριο προεπεξεργασίας χάλυβα <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Απομόνωση κραδασμών του ανεμιστήρα φυγοκέντρισης για την απομάκρυνση της σκόνης και των απορριμάτων</li> <li>○ Συστήματα ακουστικής απορρόφησης/μόνωσης</li> </ul> </li> <li>• Αίθουσα Αντλίας παροχής νερού &amp; Φυσητήρα επεξεργασίας των αποβλήτων <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Απομόνωση κραδασμών της αντλίας</li> <li>○ Ηχομόνωση σε πόρτες και παράθυρα</li> </ul> </li> </ul>
	<p><b>Κοινωνικές Επιπτώσεις</b></p>	<p>Απόκτηση γης</p> <p>Εισροή μεγάλου μεταναστευτικού εργατικού δυναμικού</p> <p>Πίεση στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις της κοινότητας</p> <p>Κοινωνικές, θρησκευτικές και πολιτιστικές ευαισθησίες</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Παροχή εξοπλισμού προστασίας στο εργατικό δυναμικό και εκπαίδευσή τους για τη σωστή και ασφαλή χρήση του</li> <li>• Ενθάρρυνση χρήσης των τοπικά διαθέσιμων υλικών και ανθρώπινων πόρων</li> <li>• Το εργατικό δυναμικό θα πρέπει να ευαισθητοποιηθεί σχετικά με τα</li> </ul>

			πολιτιστικά, θρησκευτικά και κοινωνικά πρότυπα
Φάση Κατασκευής	<b>Κυκλοφορία και Μεταφορές</b>	<p>Αύξηση της κυκλοφορίας από και προς την περιοχή κατασκευής</p> <p>Χαμηλός ρυθμός κίνησης και συμφόρηση από τη μετακίνηση φορτίων, εξοπλισμού, οχημάτων κλπ.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Προετοιμασία Σχεδίου Διαχείρισης Κυκλοφορίας: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Πρόσβαση και απομάκρυνση από το σημείο</li> <li>○ Πρόσβαση προσωπικού στις περιοχές εργασιών</li> <li>○ Μετακίνηση υλικών και εξοπλισμού</li> </ul> </li> <li>• Η μετακίνηση οχημάτων κατασκευής να περιορίζεται αυστηρά στις προκαθορισμένες διαδρομές</li> <li>• Η μεταφορά του υπερμεγέθους και ογκώδους εξοπλισμού και μηχανήματων θα πρέπει να αποφεύγεται τις ώρες αιχμής</li> </ul>
Φάση Λειτουργίας	<b>Κυκλοφορία και Μεταφορές</b>	Κυκλοφοριακή συμφόρηση από το κατά πολύ αυξημένο εργατικό δυναμικό	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατασκευή ανισόπεδου κόμβου για αποφυγή δημιουργίας σημείων συμφόρησης</li> <li>• Καθορισμός ασφαλούς ορίου ταχύτητας εντός της περιοχής του έργου</li> <li>• Κατάρτιση σχεδίου διαχείρισης της κυκλοφορίας, το οποίο θα περιγράφει πώς τα φορτηγά αποκομιδής απορριμάτων και συντήρησης θα προσεγγίζουν τις αντίστοιχες εγκαταστάσεις και πως ο εξοπλισμός θα φορτώνεται / εκφορτώνεται στις αντίστοιχες ζώνες</li> </ul>

Φάση Κατασκευής	<b>Επαγγελματική Υγεία και Ασφάλεια</b>	Κυκλοφοριακά/ αυτοκινητικά ατυχήματα, τραυματισμοί από μηχανήματα, πτώση από ύψος κλπ.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Η ανάδοχος εταιρεία θα αναλάβει την πλήρη ευθύνη για την ασφάλεια στο χώρο του έργου</li> <li>• Σύσταση ομάδας υγείας και ασφάλειας, υπεύθυνη για την ανάπτυξη, εφαρμογή και διαχείριση προγραμμάτων επαγγελματικής υγείας και ασφάλειας</li> <li>• Παροχή ατομικού εξοπλισμού προστασίας και κατάλληλη εκπαίδευση για την ορθή χρήση του</li> </ul>
Φάση Λειτουργίας	<b>Επαγγελματική Υγεία και Ασφάλεια</b>	Έκθεση προσωπικού στις αναθυμιάσεις από το βαφείο, τους σταθμούς συναρμολόγησης και συγκόλλησης	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Καθαρισμός και φιλτράρισμα αναθυμιάσεων</li> <li>• Καθορισμός ασφαλούς ορίου ταχύτητας εντός της περιοχής του έργου</li> </ul>
		Έκθεση προσωπικού στη σκόνη από τις εργασίες κοπής μετάλλου και αμμοβολής	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρήση συστήματος διήθησης εξατμίσεων με 90% απόδοση στον περιορισμό των εκπομπών σκόνης</li> <li>• Φιλτράρισμα σκόνης με χρήση κυκλωνικού εκκενωτή</li> </ul>
		Έκθεση προσωπικού σε τοξικές και επικίνδυνες ουσίες	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συμμόρφωση με τα όρια έκθεσης των εργαζομένων που έχουν τεθεί από την OSHA, σχετικά με τα πρότυπα επαγγελματικής ασφάλειας και υγείας για την Ναυπηγική Απασχόληση</li> </ul>

### Συμπεράσματα και Περιορισμοί

Η παρούσα έρευνα καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το προτεινόμενο σχέδιο για το Ναυπηγείο (“Maritime Yard”) θα συμβάλει στην ανάπτυξη της περιοχής του Ras Al Khair. Ενώ οι επιπτώσεις εντοπίζονται κατά πλειονότητα και σε μεγάλο βαθμό τοπικά στον τόπο κατασκευής, η εφαρμογή των αντισταθμιστικών μέτρων θα διασφαλίσει τον ουσιαστικό μετριασμό τους. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι εφόσον η έρευνα έχει διεξαχθεί κατά το στάδιο της πρότασης κατασκευής του Ναυπηγείου, οι πληροφορίες σχετικά με τα έργα βρίσκονταν ακόμη υπό εξέλιξη και στο στάδιο της σύλληψης. Απαιτείται συνεπώς η λεπτομερής επικύρωση των τεχνικών προδιαγραφών κατά την οριστικοποίηση.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Ενδιαφερόμενα Μέρη

Είναι σημαντικό να προσδιοριστούν τα ενδιαφερόμενα μέρη, καθώς το συγκεκριμένο έργο θα δημιουργήσει κοινωνικά και οικονομικά οφέλη προς ένα τμήμα της κοινωνίας, όπως επίσης φαίνεται πως θα οδηγήσει σε αναστρέψιμες και μη περιβαλλοντικές αλλαγές. Εν δυνάμει ενδιαφερόμενα μέρη θεωρούνται και υπηρεσίες αξιολόγησης των οφελών και επιπτώσεων, και εγκρίσης της εκτέλεσής του. Οι κύριοι φορείς με ποικίλλα επίπεδα ενδιαφέροντος και επιρροής είναι οι εξής :

- Η Saudi Aramco ενεργώντας εξ ονόματος των Εταίρων, όπως αυτοί παρουσιάζονται παραπάνω
- Η Γενική Αρχή Μετεωρολογίας και Περιβάλλοντος (General Authority of Meteorology & Environment – AME)
- Η Royal Commission του Jubail, Yanbu και Ras Al Khair (RC)– Τοπική Ρυθμιστική Αρχή Περιβάλλοντος
- Η Ακτοφυλακή, η υπεύθυνη αρχή για την προστασία της ακτογραμμής
- Το Υπουργείο Εσωτερικών, αρμόδιο για την ασφάλεια και προστασία
- Η Εθνική Επιτροπή για τη Διατήρηση και Ανάπτυξη της Άγριας Ζωής (National Commission for Wildlife Conservation and Development - NCWCD)
- Το τμήμα Αλιείας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης
- Οι εγκαταστάσεις Ma’aden στο Ras al Khair, οι οποίες βρίσκονται δίπλα στην περιοχή του έργου

## 1.2. Στόχοι της ΑΠΕ

Η παρούσα έρευνα διεξήχθη για την ικανοποίηση των απαιτήσεων της RC (RCER, 2010 & 2015) και της Saudi Aramco σχετικά με νέα αναπτυξιακά έργα. Ο βασικός στόχος της ΑΠΕ είναι η εκ των προτέρων αξιολόγηση των επιπτώσεων από την κατασκευή και λειτουργία του Ναυπηγείου, καθώς επίσης και ο προσδιορισμός αντισταθμιστικών και μέτρων πρόληψης. Οι βασικοί στόχοι περιλαμβάνουν:

- Συμμόρφωση με τις απαιτήσεις των RC και Saudi Aramco για τη διεξαγωγή ΑΠΕ
- Προσδιορισμός υφιστάμενων περιβαλλοντικών συνθηκών
- Αξιολόγηση πρωτίστως περιβαλλοντικών, αλλά και κοινωνικο-οικονομικών επιπτώσεων
- Παροχή προτάσεων επίβλεψης/παρακολούθησης και μετριασμού των επιπτώσεων

## 1.3. Διαδικασία ΑΠΕ

Σύμφωνα με την Διεθνή Ένωση Αξιολόγησης Επιπτώσεων (International Association for Impact Assessment – IAIA, 1997), η ΑΠΕ είναι «η διαδικασία προσδιορισμού, πρόβλεψης, αξιολόγησης και μετριασμού των βιοφυσικών, κοινωνικών, και άλλων σχετικών επιπτώσεων των αναπτυξιακών προτάσεων πριν τη λήψη σημαντικών αποφάσεων και την ανάληψη δεσμεύσεων».

Με άλλα λόγια, μια ΑΠΕ εντοπίζει και αξιολογεί τα οφέλη και τις αρνητικές επιπτώσεις και παρέχει προτάσεις για τον μετριασμό των τελευταίων, καθώς επίσης και τρόπους παρακολούθησης της αποτελεσματικότητας των προτεινόμενων μέτρων. Η αξιολόγηση θα πρέπει να διεξάγεται στα αρχικά στάδια πρότασης του έργου (πριν την έναρξη), ώστε να επιβεβαιώνει ότι το έργο είναι εφαρμόσιμο τόσο περιβαλλοντικά όσο και κοινωνικά, και να ενσωματώνει τα απαραίτητα αντισταθμιστικά μέτρα.

Τα ευρύματα της ΑΠΕ εξετάζονται στα στάδια του προγραμματισμού, του σχεδιασμού και προϋπολογισμού. Οι ανάδοχοι απαιτείται να συμμορφώνονται με τις προτάσεις της ΑΠΕ κατά την ανάθεση, κατασκευή και λειτουργία του εκάστοτε έργου.

## 1.4. Μεθοδολογία

Η ΑΠΕ διεξήχθη σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές όπως αυτές ορίζονται στην έκθεση της RCER (2015) και τη διαδικασία SAEP-13 (Hejazi et al., 2009). Στη συνέχεια παρατίθεται μία σύνοψη της διαδικασίας ΑΠΕ για το παρόν έργο.

Ο αρχικός έλεγχος διεξήχθη από τους Εταίρους, κατά το στάδιο της ανάπτυξης της πρότασης του έργου. Εξετάστηκαν όλα τα σχετικά και άμεσα διαθέσιμα έγγραφα, όπως οι βαθυμετρικές και γεωτεχνικές εκθέσεις, δεδομένα για τη χλωρίδα και την πανίδα κ.ο.κ., καθώς επίσης και οι ισχύουσες νομικές διατάξεις όσον αφορά στην ποιότητα του αέρα, το έδαφος και τα υπόγεια ύδατα, τη χερσαία ρύπανση, τον θόρυβο, τα απόβλητα κ.ο.κ.

Ακολούθησε η αρχική αξιολόγηση της περιοχής, με σκοπό τη σύνοψη προηγούμενων χρήσεων της, όπως και τη διαπίστωση πιθανής προϋπάρχουσας ρύπανσης και τον προσδιορισμό της μελλοντικής.

Το επόμενο βήμα ήταν να καθοριστεί μία «γραμμή βάσης» για τις περιβαλλοντικές συνθήκες, με έρευνες πεδίου (θαλάσσιου περιβάλλοντος και ακτογραμμής, υπογείων υδάτων, δειγματοληψία εδάφους και υδάτων, έρευνα θορύβου και κυκλοφορίας). Επιπλέον, εξετάστηκαν οι διαθέσιμες εκθέσεις και δευτερογενή δεδομένα σχετικά με τα παραπάνω, και γνωμοδοτήσεις.

Στη συνέχεια προσδιορίστηκαν και αξιολογήθηκαν οι πιθανές επιπτώσεις στην ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, τη χερσαία οικολογία, την οικολογία των θαλασσών και των ακτών, το έδαφος τα υπόγεια ύδατα, τον θόρυβο, την κατανάλωση νερού, την παραγωγή και απόρριψη των αποβλήτων, ενώ εντοπίστηκαν και οι κοινωνικοοικονομικές παράμετροι προσδιορίστηκαν και η σημασία τους. Όλες οι πιθανές επιπτώσεις αξιολογήθηκαν με βάση ένα σύνολο κριτηρίων και ταξινομήθηκαν ως «Σημαντικές» (Σ) ή «Μη Σημαντικές» (ΜΣ).

Τα απόβλητα που θα δημιουργηθούν καθ' όλες τις φάσεις του έργου, ταξινομήθηκαν και αξιολογήθηκαν ως «Επικίνδυνα» και «Μη-Επικίνδυνα» και διερευνήθηκαν οι δρόμοι απόρριψής τους. Σε αυτό το στάδιο έγιναν προτάσεις για ένα Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων που θα πρέπει να υιοθετηθεί.

Επιπρόσθετα, προτάθηκαν αντισταθμιστικά και μέτρα διαχείρισης σε όλες τις φάσεις του έργου για την πρόληψη και ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων που εντοπίστηκαν.

Τέλος, υπογραμμίστηκε η ανάγκη κατάρτισης προγράμματος εκπαίδευσης του προσωπικού που θα εμπλακεί στο έργο και συζητήθηκαν λεπτομερώς η δομή και οι απαιτήσεις του προγράμματος παρακολούθησης/επίβλεψης του έργου.

Είναι σημαντικό τα κριτήρια ταξινόμησης της σημαντικότητας των επιπτώσεων να είναι σαφώς καθορισμένα. Όπως αναμένεται, σε κάποιο βαθμό αυτού του είδους η ταξινόμηση μπορεί να είναι



υποκειμενική. Ωστόσο, η κρίση των ειδικών μπορεί να μειώσει τον υποκειμενικό παράγοντα, οδηγώντας σε αποδεκτές και αντικειμενικά ορθές αξιολογήσεις προς τη λήψη κατάλληλων προσαρμοστικών μέτρων και μείωση των επιπτώσεων.

## 2. ΝΟΜΙΚΟ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

### 2.1. Ισχύον Ρυθμιστικό Πλαίσιο

Η ΑΠΕ βασίστηκε στις ρυθμιστικές διατάξεις RCER του 2010 και 2015 της RC (Royal Commission for Jubail, Yanbu and Ras Al Khair) και της Saudi Aramco, όπως αυτές περιγράφονται στην αντίστοιχη διαδικασία της εταιρείας, SAEP-13 (Hejazi et al., 2009). Η Γενική Αρχή Μετεωρολογίας και Περιβάλλοντος (ΑΜΕ) έχει οριστεί ως εθνικός ρυθμιστικός παράγοντας, χωρίς να συμμετέχει ενεργά σε περιοχές που εμπίπτουν στη διακαιοδοσία της RC, εφόσον έχει συσταθεί υπόμνημα κατανόησης (Memorandum of Understanding) μεταξύ των δύο για θέματα ανάπτυξης και εφαρμογής ρυθμιστικών διατάξεων στις πόλεις της RC.

### 2.2. Περιβαλλοντικοί Κανονισμοί της RC

Η RC προβλέπει κανόνες, πρότυπα και ορίζει κατευθυντήριες γραμμές για την προστασία του περιβάλλοντος από δυσμενείς επιπτώσεις στις πόλεις Jubail, Ras Al Khair (στην ανατολική επαρχία) και Yanbu (στη δυτική επαρχία). Επιπλέον, περιγράφει τις γενικές αρχές καθορισμού των κυρώσεων που κρίνονται κατάλληλες για την αποτροπή παραβιάσεων περιβαλλοντικών κανονισμών από τις υφιστάμενες και νέες βιομηχανικές εγκαταστάσεις (RCER, 2010 & 2015).

Η RC θα προβεί στην έκδοση Περιβαλλοντικής Άδειας Κατασκευής (Environmental Permit to Construct - EPC) με την ολοκλήρωση της αναθεώρησης του πακέτου του έργου και αφού έχει εξετάσει τα διάφορα έγγραφα και τις κατατεθείσες άδειες. Η έκδοση EPC θα ισοδυναμεί με την αποδοχή του τελικού σχεδίου, ενώ τυχόν μεταγενέστερες τροποποιήσεις θα πρέπει να εγκριθούν εκ νέου από την RC. Ευνόητο είναι ότι η EPC ισχύει μόνο για το στάδιο της κατασκευής. Για την έναρξη λειτουργίας θα πρέπει να εκδοθεί Περιβαλλοντική Άδεια Λειτουργίας (Environmental Permit to Operate - EPO), πριν την έκδοση της οποίας η RC θα επιθεωρήσει το έργο για να διαπιστώσει ότι όλες οι απαιτήσεις και τα αρχικά πρότυπα έχουν τηρηθεί (Environmental Consulting Bureau – ECB, 2014).

### 2.2.1. Ποιότητα του Αέρα

Στο RCER 2015 προβλέπονται κανονισμοί για την ποιότητα του αέρα για τα ακόλουθα :

- Ποιότητα Ατμοσφαιρικού Αέρα
- Γενικοί Κανονισμοί για την ποιότητα του Αέρα, σχετικοί με την αποφυγή εκπομπών που θα μπορούσαν να έχουν επιπτώσεις στη δημόσια υγεία
- Υποχρεωτικές δοκιμές εκπομπών αερίων, ώστε να μην ξεπερνούν τα όρια που έχουν τεθεί
- Κανονισμοί παρακολούθησης των συνεχών αέριων εκπομπών
- Καύση επικίνδυνων υλικών
- Διαφυγούσες εκπομπές
- Αποθήκευση πτητικών οργανικών ενώσεων
- Φόρτωση και εκφόρτωση οργανικών ενώσεων
- Απογραφή εκπομπών αερίων

### 2.2.2. Υδάτινο Περιβάλλον

Οι κανονισμοί που έχουν οριστεί βάσει RCER 2015 σχετίζονται με τα παρακάτω:

- Ποιότητα Υδάτων Ακτογραμμής, για τα ύδατα που θα δέχονται οι εγκαταστάσεις από όμορες περιοχές
- Πρότυπα σχετικά με την ποιότητα των υδάτων που θα απορρίπτονται, για αυτά που θα επεξεργάζονται πριν την απόρριψη στις κεντρικές εγκαταστάσεις, για αυτά που θα απορρίπτονται απευθείας στη θάλασσα, για την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων στην άρδευση και για το έρμα
- Γενικοί Κανονισμοί για την ποιότητα των υδάτων
- Κανονισμοί για τα βιομηχανικά λύματα, όποτε αυτά συνδυάζονται με τα υγειονομικά λύματα, όταν αποβάλλονται στην ακτογραμμή ή σε κάποια κεντρική μονάδα
- Κανονισμοί ψύξης θαλάσσιων υδάτων
- Κανονισμοί πύργου ψύξης θαλάσσιων υδάτων
- Κανονισμοί απορροής των ομβρίων υδάτων
- Κανονισμοί απόρριψης των λυμάτων υγειονομικών μονάδων
- Κανονισμοί για το νερό άρδευσης
- Κανονισμοί για την απόρριψη στο θαλάσσιο περιβάλλον

- Κανονισμοί για τα υπόγεια ύδατα
- Πόσιμο νερό, για την περίπτωση που θα απαιτείται αφαλάτωση ή αντίστροφη ώσμωση

### 2.3. Διαχείριση Επικίνδυνων Υλικών

Οι σχετικοί κανονισμοί του RCER (2015) περιλαμβάνουν :

- Ταξινόμηση επικίνδυνων υλικών
- Απογραφή επικίνδυνων υλικών
- Αποθήκευση και μεταχείριση επικίνδυνων υλικών
- Μεταφορά επικίνδυνων υλικών
- Υπόγεια αποθήκευσης

Παρόλο που η παρουσία επικίνδυνων υλικών στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι αναπόφευκτη, η αποθήκευση αυτών σε μεγάλη κλίμακα είναι απίθανη δεδομένης της φύσης των δραστηριοτήτων και του σκοπού λειτουργίας του Ναυπηγείου. Συνοπτικά, όσα υλικά εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία, θα πρέπει να συμμορφώνονται με τα παρακάτω :

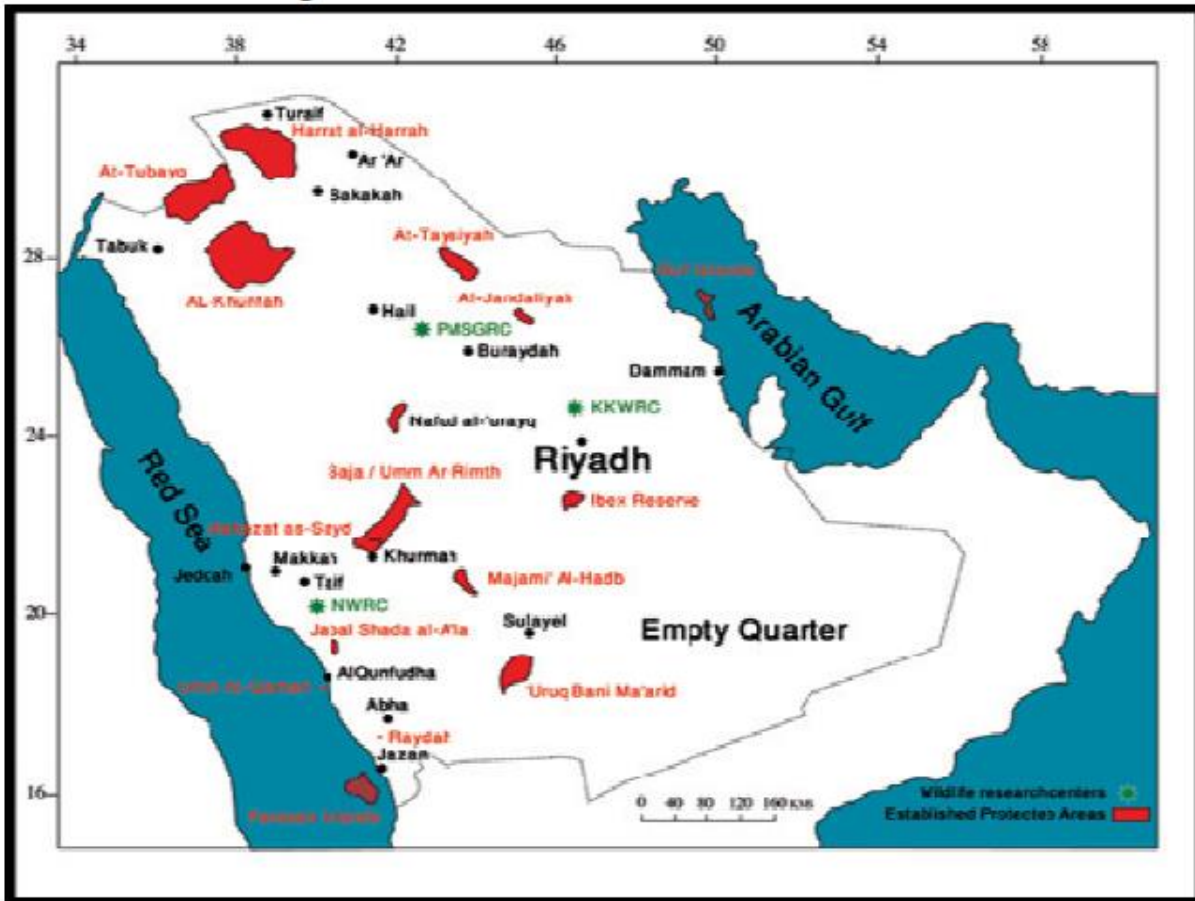
- Θα πρέπει να διαχειρίζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα πρόκλησης βλάβης, τόσο για τον ανθρώπινο παράγοντα, όσο και για το περιβάλλον
- Θα πρέπει να φέρουν Τεχνικά Δελτία Ασφαλείας (Material Safety Data Sheet - MSDS), τα οποία περιλαμβάνουν πληροφορίες για όλες τις επικίνδυνες ουσίες που περιέχουν και την ανάλογη ταξινόμησή τους
- Το απόθεμα για το καθένα από αυτά (ανάλογα με την ταξινόμησή τους όσον αφορά στο βαθμό επικινδυνότητας) να μην ξεπερνά τα καθορισμένα από την RC όρια
- Η χρήση συγκεκριμένων υλικών θα απαγορεύεται σε οποιοδήποτε σημείο της κατασκευής (πολυχλωριωμένα διφαινύλια και υλικά που περιέχουν αμίαντο)
- Υποβολή ετήσιας απογραφής επικίνδυνων υλικών στην RC
- Τα δοχεία, οι δεξαμενές και οι χώροι αποθήκευσης, όπως και τα αδιαπέραστα υλικά που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση επικίνδυνων υλικών, θα πρέπει να σχεδιάζονται, να κατασκευάζονται και να συντηρούνται ώστε να περιέχουν μόνιμα τα επικίνδυνα υλικά. Επιπλέον περιορισμοί και προδιαγραφές θα πρέπει να υπάρχουν για τα υλικά που μεταφέρονται

- Τα αποθέματα στερεών επικίνδυνων υλικών τα οποία ενδέχεται να προκαλέσουν εκχύλιση, πρέπει να αποθηκεύονται, και να φορτώνονται/εκφορτώνονται σε απομακρυσμένες περιοχές εξοπλισμένες με αναχώματα, κράσπεδα ή συστήματα συλλογής σχεδιασμένα για τη συγκράτηση των εκχυλίσεων και κατακρημνίσεων
- Απομάκρυνση και διαχείριση τυχόν διαρροών των υλικών
- Συγκράτηση των αποθεμάτων για την αποφυγή της διασποράς τους από τον άνεμο
- Το ύψος του στοιβάγματος των βαρελιών να μην υπερβαίνει τα δύο
- Ειδική σήμανση πάνω σε όλες οι συσκευασίες και τους χώρους που περιέχουν επικίνδυνα υλικά
- Περιοδικός έλεγχος και αντικατάσταση των φθαρμένων ετικετών
- Σε περίπτωση χρήσης ραδιενεργών υλικών, οι διαδικασίες που έχουν οριστεί από τον αρμόδιο οργανισμό θα πρέπει να ακολουθούνται αυστηρά
- Είναι απαραίτητη η αποθήκευση και συντήρηση χημικών και εξοπλισμού για την αντιμετώπιση διαρροής
- Κατάρτιση σχεδίου έκτακτης ανάγκης και ενημέρωση της RC σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης

#### 2.4. Οικολογία

Δεν υπάρχουν ρητές απαιτήσεις της RC σχετικά με τη διατήρηση της χλωρίδας και πανίδας. Ωστόσο, όπως αναφέρεται στις σχετικές ενότητες για τη διαχείριση του Αέρα, των Υδάτων και Αποβλήτων, απαγορεύεται οποιαδήποτε εκπομπή ή απόρριψη ρύπων που προκαλούν όχληση στα ζώα, την υδρόβια ζωή και τη βλάστηση απαγορεύεται. Η Εθνική Επιτροπή για τη Διατήρηση και Ανάπτυξη της Άγριας Ζωής (National Commission for Wildlife Conservation and Development - NCWCD), προσδιορίζει προστατευόμενες περιοχές με βάση τα ακόλουθα κριτήρια (NCWD official website, 2009) :

- Προστασία των υφιστάμενων πληθυσμών βασικών ειδών άγριων ζώων
- Προστασία των βιοτόπων βασικής βιολογικής σημασίας
- Οι δυνατότητες της περιοχής να προσφέρουν απτά οικονομικά οφέλη στον τοπικό πληθυσμό
- Περιοχές με μεγάλη αξία για την περιβαλλοντική εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση
- Αναγνώριση της προστασίας της παράδοσης από τους ιθαγενείς
- Μια δίκαιη γεωπολιτική εξάπλωση προστατευόμενων περιοχών



Εικ.1 Προστατεύομενες περιοχές στη Σαουδική Αραβία (NCWD official website, 2009)

Η πλησιέστερη προστατευόμενη περιοχή είναι το καταφύγιο της θαλάσσιας ζωής του Jubail, που βρίσκεται αμέσως νότια του Ναυπηγείου. Συνεπώς, όλες οι δραστηριότητες κατασκευής και λειτουργίας, θα πρέπει να διασφαλίζουν την προστασία του.

## 2.5. Θόρυβος

Η RC (RCER, 2015) έχει θεσπίσει λεπτομερείς κανόνες και πρότυπα για τα επίπεδα του θορύβου, τα οποία διαφοροποιούνται ανάλογα με την περιοχή (κατοικημένη, επιχειρησιακή και βιομηχανική).

**Πιν. 4 : Περιοχή και μέγιστος θόρυβος (RCER, 2015)**

ΠΕΡΙΟΧΗ	Μέγιστος θόρυβος σε dBA
ΚΑΤΟΙΚΗΜΕΝΗ	50
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ	65
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ	75

## 2.6. Κυκλοφορία και Μεταφορές

Η RC δεν έχει θέσει ρητά πρότυπα σχετικά με τις επιπτώσεις της κυκλοφορίας και των μετακινήσεων στο περιβάλλον. Παρόλα αυτά, οι κανονισμοί για τη μεταφορά επικίνδυνων υλικών και αποβλήτων είναι αυτοί που θα εφαρμόζονται.

Επιπλέον, όλα τα οχήματα που θα κινούνται στο χώρο, συμπεριλαμβανομένων και των εργαζομένων, θα πρέπει να τηρούν συγκεκριμένες προϋποθέσεις.

## 2.7. Διαχείριση Αποβλήτων

Για τη Διαχείριση των Αποβλήτων κανονισμοί και πρότυπα για τα εξής (RCER, 2010):

- Ταξινόμηση Αποβλήτων
- Κανονισμοί για τη Δήλωση Αποβλήτων
- Διακίνηση Αποβλήτων
- Επεξεργασία και Απόρριψη Βιομηχανικών και Επικίνδυνων Αποβλήτων.
- Συλλογή και Απόρριψη Αστικών Αποβλήτων
- Απόρριψη μη Επικίνδυνων Βιομηχανικών Αποβλήτων
- Απόρριψη Αδρανών Αποβλήτων
- Εγγραφή των Μεταφορέων Αποβλήτων

Οι κύριες απαιτήσεις, ισχύουσες για το έργο είναι οι εξής (RCER, 2010) :

- Τα απόβλητα που παράγονται στο Ναυπηγείο, θα πρέπει να προσδιορίζονται και να διαχωρίζονται
- Πριν τη μεταφορά τους, η αντίστοιχη δήλωση θα πρέπει να συμμορφώνεται με τους κανόνες
- Κανένα απόβλητο δε θα πρέπει να μεταφέρεται εκτός της βιομηχανικής ζώνης του Jubail, χωρίς την άδεια του RC
- Τα απόβλητα θα μεταφέρονται από το συγκρότημα του Ναυπηγείου μόνο μέσω ενός εγκεκριμένου από την RC φορέα
- Τα αστικά απόβλητα (τρόφιμα, σκουπίδια, απορρίμματα γραφείου και αποικοδομήσιμα υλικά) θα συλλέγονται και διαχειρίζονται σύμφωνα με τα πρότυπα
- Η συλλογή μη επικίνδυνων αποβλήτων, αστικών και αδρανών αποβλήτων να γίνεται σύμφωνα με τα πρότυπα
- Αδρανή απόβλητα που δεν είναι βιολογικά ή χημικά ενεργά σε φυσικό περιβάλλον (π.χ. σκυρόδεμα και γυαλί) πρέπει να διαχειρίζονται με βάση τα πρότυπα

## 2.8. Βυθοκόρηση

Οι εταιρείες που εκτελούν τις βυθοκορήσεις θα πρέπει να συμμορφώνονται με τα παρακάτω (RCER, 2015):

- Τήρηση απαιτήσεων της RC περί βυθοκόρησης και αποκομιδής
- Πρόληψη επιπτώσεων στο θαλάσσιο περιβάλλον
- Χρήση εξοπλισμού για την αντιστάθμιση των επιπτώσεων, όπως παραπετάσματα για την αποφυγή/ελαχιστοποίηση της διασποράς των ιζημάτων
- Σε περίπτωση επέκτασης της παραλίας και του χώρου, θα πρέπει να ελέγχεται η ποιότητα του ιζήματος, ώστε να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις της RC
- Αποφυγή απόρριψης του περίσσιου ιζήματος σε κλειστούς κόλπους

## 2.9. Άλλες Απαιτήσεις

- Το Υπουργείο Εργασίας εξέδωσε σχετικό εργατικό νόμο για τα δικαιώματα εργοδότη/εργαζομένων, ο οποίος θα πρέπει να τηρείται σε όλες τις φάσεις του έργου (Saudi Ministry of Labor – official website).

- Το Υπουργείο Εσωτερικών έχει εκδώσει ντιρεκτίβες σχετικά με θέματα όπως, η Εφαρμογή των οδηγιών Προστασίας και Ασφαλείας, Περιβαλλοντική Διαχείριση και Διαχείριση Ασφάλειας και Υγείας, Συστήματα Πυρασφάλειας, Δεξαμενές Αποθήκευσης, Άδειες Εργασίας, Υπεράκτιες Εγκαταστάσεις Παραγωγής, Εγκαταστάσεις Παραγωγής Ενέργειας, Προσωπικός Εξοπλισμός Προστασίας, κ.ο.κ.

#### 2.9.1. Περιβαλλοντικές Απαιτήσεις και Πολιτικές από τους Εταίρους

Η παρούσα ΑΠΕ έχει διεξαχθεί και ως προς την εκπλήρωση της δέσμευσης για την προστασία του περιβάλλοντος των Εταίρων, η οποία εκφράζεται μέσω πολιτικών και προτύπων που έχουν οριστεί από αυτούς.

#### 2.9.2. Απαιτήσεις Saudi Aramco

Η Saudi Aramco έχει δεσμευτεί για την προστασία του περιβάλλοντος, ακολουθώντας τις σχετικές διαδικασίες σε όλα τα στάδια και για όλα τα τμήματα του έργου. Όλα τα έργα πρέπει να αξιολογηθούν για πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη φάση της πρότασης έργου βάσει της προαναφερθείσας διαδικασίας SAEP-13 (Hejazi et al., 2009) της εταιρείας. Πρόκειται για μία συστηματική διαδικασία, κατά την οποία γίνεται μία αρχική αξιολόγηση και καταγραφή του πεδίου εφαρμογής που ακολουθείται από την ΑΠΕ. Τα έργα ταξινομούνται ως 1, 2 ή 3, ανάλογα με την προβλεπόμενη σοβαρότητα και τη γεωγραφική έκταση των επιπτώσεων.

Το Ναυπηγείο αναμένεται να έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι οποίες θα εκτείνονται πέρα από τα όρια του έργου και συνεπώς έχει ταξινομηθεί ως κατηγορία 3.

#### 2.9.3. Απαιτήσεις Bahri (Εθνική Ναυτιλιακή της Σαουδικής Αραβίας)

Η Bahri (Εθνική Ναυτιλιακή της Σαουδικής Αραβίας) διατηρεί και διαχειρίζεται έναν από τους μεγαλύτερους στόλους. Η δέσμευση της εταιρείας για την προστασία του περιβάλλοντος παρουσιάζεται στην επίσημη ιστοσελίδα της, όπου αναφέρονται τα ακόλουθα (Bahri – official website):

- Συμμόρφωση με τους πιο πρόσφατους διεθνείς κανονισμούς και πρότυπα για τη θαλάσσια ρύπανση



- Αποτελεσματική διαχείριση έρματος, για την αποφυγή της επιρύπανσης του θαλάσσιου νερού
- Χρήση σύγχρονης τεχνολογίας εξοικονόμησης καυσίμων
- Χρήση εξελιγμένων επιστρώσεων (π.χ. βαφές) στα πλοία για τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου
- Εφαρμογή μέτρων πρόληψης
- Προώθηση εφαρμογής της καλύτερης περιβαλλοντικής πρακτικής

#### 2.9.4. Απαιτήσεις Διεθνούς Οργανισμού Ναυσιπλοΐας (International Maritime Organization - IMO)

Δεδομένης της φύσης και της ευρείας διακρατικής κλίμακας του έργου για τη ναυτιλία, αυτό θα πρέπει να συμμορφωθεί με τις σχετικές απαιτήσεις του IMO. Ο IMO ιδρύθηκε από τα Ηνωμένα Έθνη για την ανάπτυξη και επιβολή παγκόσμιων κανονισμών για την ασφάλεια στη θάλασσα (Safety of Life At Sea), την προστασία και την αποτελεσματικότητα, ενώ απαριθμεί 170 κυβερνήσεις-μέλη (IMO official website)

Παρότι οι κανονισμοί και τα πρότυπα σε μεγάλο βαθμό αφορούν τις δραστηριότητες των πλοίων, έχουν εφαρμογή και στο προτεινόμενο Ναυπηγείο, αφού περιλαμβάνει δραστηριότητες που διέπονται από τον IMO, όπως η κίνηση των πλοίων, η απόρριψη του έρματος, η χρήση ρυπογόνων ουσιών και οι εργασίες βυθοκόρησης. Οι ευρείες κατηγορίες που περιλαμβάνουν τους σχετικούς κανονισμούς/πρότυπα είναι :

- Πρόληψη της χημικής ρύπανσης
- Πρόληψη της ρύπανσης από πετρέλαιο
- Ετοιμότητα και αντίδραση σε περιστατικά ρύπανσης
- Ευθύνη και αποζημίωση
- Διάλυση πλοίων
- Πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα πλοία
- Έλεγχος των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από τη διεθνή ναυτιλία
- Διαχείριση σκουπιδιών
- Έλεγχος βλαβερών αντιρρυπαντικών συστημάτων
- Διαχείριση του έρματος

- Σύμβαση και πρωτόκολλο του Λονδίνου, που ρυθμίζουν τις δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον από το υλικό βυθοκόρησης, την ιλύ καθαρισμού λυμάτων, τις πλατφόρμες, τα ογκώδη αντικείμενα που περιλαμβάνουν σίδηρο, χάλυβα και σκυρόδεμα
- Ιδιαίτερες και ευαίσθητες θαλάσσιες περιοχές

### 3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

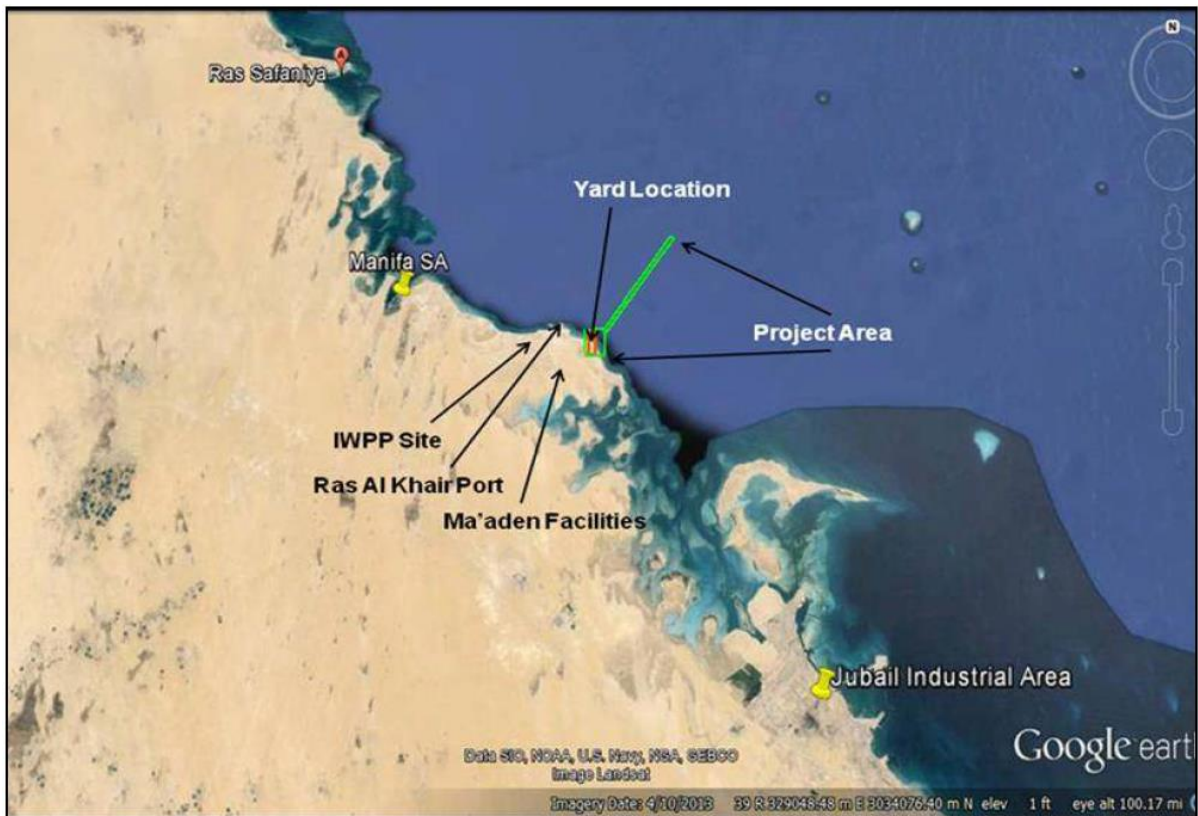
#### 3.1. Τοποθεσία και Περιβάλλον Χώρος

Το Ναυπηγείο θα βρίσκεται στη βιομηχανική πόλη του Ras Al Khair στην Ανατολική επαρχία της Σαουδικής Αραβίας, δίπλα στο υπάρχον βιομηχανικό λιμάνι της περιοχής, περίπου 80 km βόρεια της βιομηχανικής πόλης του Jubail. Τα κοιτάσματα πετρελαίου Manifa (30km δυτικά) και Safaniya (70km βόρεια) της Saudi Aramco, καθώς και οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας αργού πετρελαίου, οι μονάδες διαχωρισμού πετρελαίου εσωτερικής καύσης, οι πλατφόρμες πετρελαίου (χερσαίες και υπεράκτιες) βρίσκονται πολύ κοντά στην περιοχή του έργου (Archirodon, 2016).

Δεν υπάρχουν κέντρα πληθυσμού κοντά στην περιοχή του έργου, εκτός από τα σημεία στέγασης του εργατικού δυναμικού για τις τρέχουσες αναπτυξιακές δραστηριότητες στην περιοχή. Οι βιομηχανικές δραστηριότητες που γειτνιάζουν με την περιοχή του έργου περιλαμβάνουν την Ανεξάρτητη Εγκατάσταση Νερού και Ηλεκτρισμού, τις εγκαταστάσεις Ma'aden (λιπάσματα, σύμπλοκα αλουμινίου και συναφή στοιχεία του έργου). Το πλησιέστερο κατοικημένο κέντρο είναι η Nuairiyah, περίπου 70 km δυτικά του Ras Al Khair (Archirodon, 2016).



Εικ.2 : Χάρτης Ras Al Khair, περιοχή του έργου (Archirodon, 2016)



**Εικ.3 : Περιοχή του έργου σε Google Earth & δραστηριότητες της περιοχής (Archirodon, 2016)**

### 3.2. Στόχοι του Έργου

Η δημιουργία Ναυπηγείου στο Ras Al Khair θα συμβάλει στην επίτευξη της διαφοροποίησης που έχει υποδείξει το Βασίλειο της Σαουδικής Αραβίας και στα συνολικά αναπτυξιακά σχέδια για την περιοχή.

Οι συγκεκριμένοι στόχοι για τη δημιουργία του «υπερ – Ναυπηγείου» περιλαμβάνουν:

- Βέλτιστη αξιοποίηση του τεράστιου ναυτιλιακού τομέα του Βασιλείου
- Συμβολή στην ανάπτυξη της βιομηχανικής πόλης Ras Al Khair
- Υποστήριξη του στρατηγικού σχεδίου της κυβέρνησης να διαφοροποιήσει την οικονομία από την πλήρη εξάρτηση από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο

### 3.3. Αιτιολογήσεις Δημιουργίας του Έργου

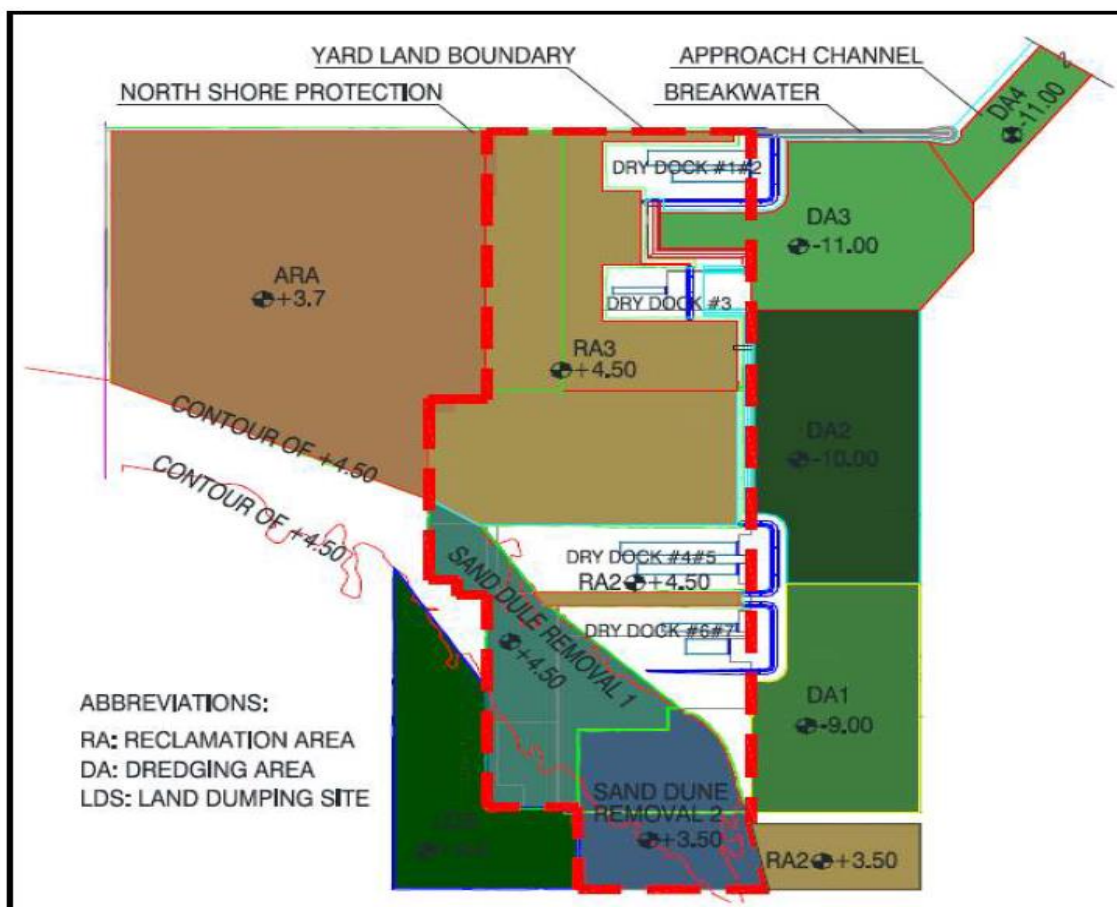
Μέχρι πρότινος, τα περισσότερα αναπτυξιακά σχέδια του Βασιλείου υπογράμμιζαν την ανάγκη για τη σταδιακή διαφοροποίηση του βιομηχανικού τομέα και των εξαγωγών, προκειμένου να μειωθεί η

εξάρτηση του Βασιλείου από το πετρέλαιο και το αέριο. Οι Εταίροι, σε συνεργασία με την κυβέρνηση της Σαουδικής Αραβίας εντόπισαν αυτή την τεράστια και δυσανάλογη ανάπτυξη του πετρελαίου και αερίου σε σύγκριση με τον τομέα της ναυτιλίας.

Το Ναυπηγείο θα εξυπηρετεί την κατασκευή, τις εργασίες συντήρησης και επισκευής πλατφορμών/εξεδρών γεώτρησης και εξόρυξης, υπεράκτιων πλοίων υποστήριξης, καθώς και εμπορικών πλοίων (δεξαμενοπλοίων, φορτηγών και επιβατηγών). Οι εγκαταστάσεις θα περιλαμβάνουν νέα κτήρια, σημεία κατασκευής, εργαστήρια, κεντρικές και άλλες υπηρεσίες

### 3.4. Λεπτομερής Περιγραφή του Έργου και των Διαφόρων Τμημάτων

Η συνολική περιοχή που θα καλύπτει το Ναυπηγείο θα είναι περίπου 4,5km με 1,62km που θα ανακτώνται με μία ανύψωση 4m. Η άμεση υπεράκτια περιοχή θα έχει από 9 μέχρι 10m βάθος, και ο κυματοθραύστης θα εκτείνεται στο 1km βόρεια του Ναυπηγείου. Η πρόσβαση σε αυτό θα γίνεται μέσω ενός καναλιού πλάτους 300m και βάθους 11m, το οποίο θα εκτείνεται περί τα 3,6km βορειοανατολικά της ακτής (Archirodon, 2016). Στην παρακάτω εικόνα, φαίνεται η Γενική Διάταξη.

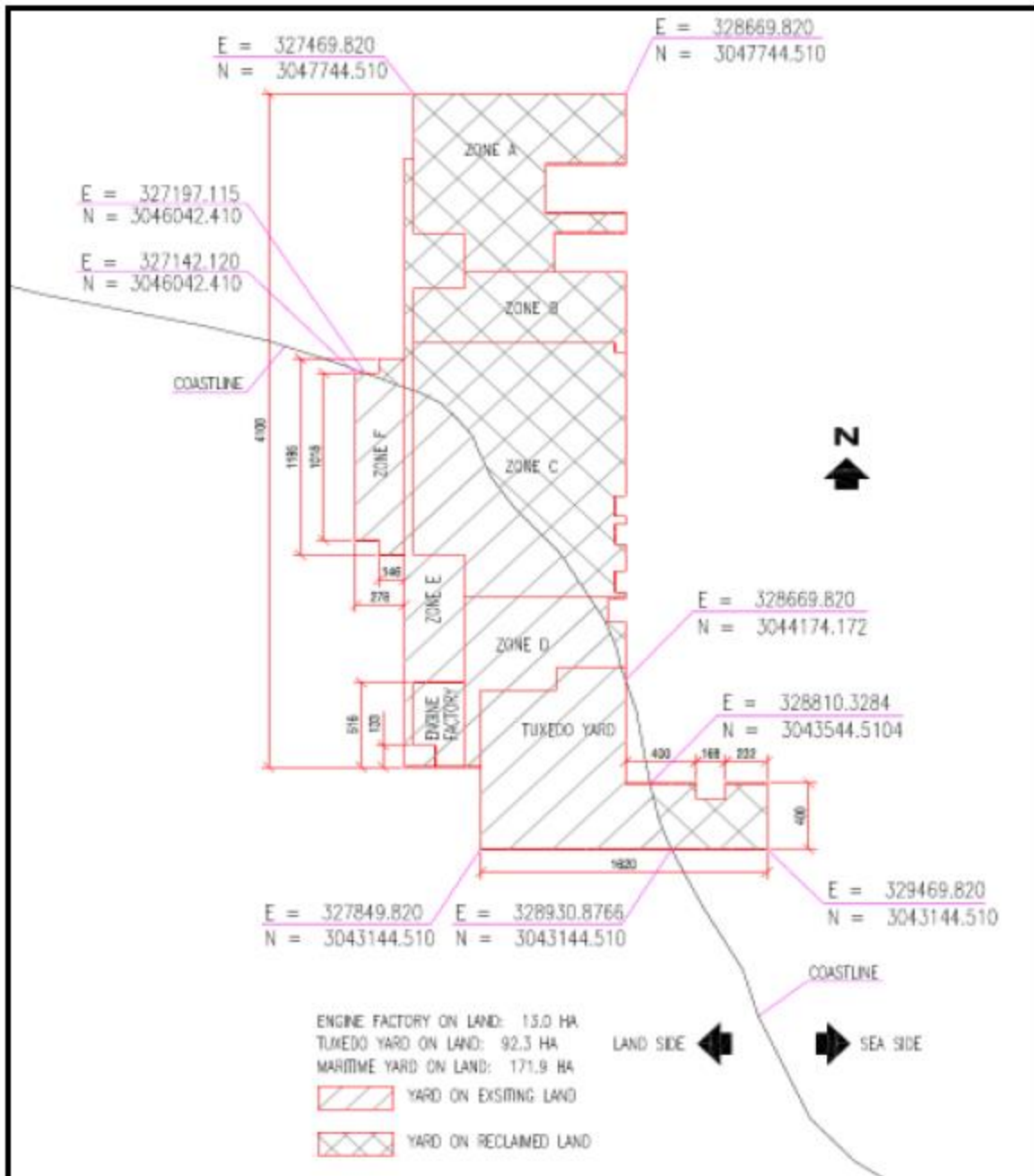


**Εικ.4 : Γενική διάταξη του έργου (Archirodon, 2016)**

Η χωρητικότητα παραγωγής θα ανέρχεται στους 360 χιλιάδες τόνους ετησίως, σε ισοδύναμο χάλυβα. Η Εικόνα που ακολουθεί, παρουσιάζει τη διαδικασία κατασκευής των πλοίων σε διάγραμμα ροής. Η Γιάρδα θα χωριστεί σε 6 Ζώνες και ένα «tuxedo yard», για την κατασκευή και εγκατάσταση πλατφορμών εξόρυξης.



**Εικ.5 : Διάγραμμα ροής εργασιών που προβλέπεται να υλοποιούνται στο υπό κατασκευή Ναυπηγείο (Archirodon, 2016)**



Εικ.6 : Γενική διάταξη Ναυπηγείου (Archirodon, 2016)

Θα περιλαμβάνει τις ακόλουθες εγκαταστάσεις :

- Θαλάσσιες
  - Ζώνη Α & Β – Πλοία Υποστήριξης / Εξυπηρέτησης Υπεράκτιων εγκαταστάσεων
  - Ζώνη Γ – Επισκευή & Συντήρηση Εμπορικών Πλοίων
  - Ζώνη Δ – Υπεράκτιες Πλατφόρμες Εξόρυξης
  - Ζώνη Ε – Νεότευκτα Πλοία

- Χερσαίες (κτήρια, εργαστήρια, σημεία κατασκευής, δρόμοι, πάρκινγκ, πράσινες εκτάσεις)
- Διάφοροι Σταθμοί & Υπηρεσίες (ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, εγκαταστάσεις υδροδότησης, επικοινωνίες, αποχέτευσης και διαχείρισης λυμάτων, σύστημα πυρασφάλειας, εξαερισμός και συστήματα προστασίας του περιβάλλοντος)

### 3.5. Διαχείριση Έργου στη Φάση της Κατασκευής

Η κατασκευή ξεκίνησε τον Μάρτιο του 2018 και υπολογίζεται να διαρκέσει περίπου 64 μήνες. Οι ανάγκες σε εργατικό δυναμικό θα ανέλθουν στους 8.000 κατά την κατασκευή, ενώ οι προσωρινές εγκαταστάσεις θα περιλαμβάνουν (Archirodon, 2016):

- Καταλύματα και αναψυχή, θρησκευτικές εγκαταστάσεις και εγκαταστάσεις ευεξίας.
- Προσωρινά γραφεία
- Περιοχές αποθήκευσης
- Υποδομές κοινής ωφέλειας, οι οποίες θα περιλαμβάνουν το σύστημα ύδρευσης, επεξεργασίας λυμάτων, οδικό δίκτυο, τηλεπικοινωνιακό σύστημα και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της χρήσης γεννητριών ντίζελ

### 3.6. Διαχείριση Έργου στη Φάση της Λειτουργίας

Σταδιακά οι απαιτήσεις σε εργατικό δυναμικό θα αυξάνονται ετησίως και θα ανέλθουν στους 16.000 το έτος 2030 (Archirodon, 2016). Οι Εταίροι θα πρέπει να ακολουθήσουν την πολιτική του Βασιλείου σχετικά με τον ιθαγενή πληθυσμό, δηλαδή η πρόσληψη, εκπαίδευση και ανάπτυξη συγκεκριμένου αριθμού κατοίκων, να πληρούν τους στόχους που έχουν τεθεί από την εργατική νομοθεσία.

## 4. ΒΑΣΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ – ΓΡΑΜΜΗ ΒΑΣΗΣ

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστεί συνοπτικά μία περιγραφή των υφιστάμενων περιβαλλοντικών και κοινωνικοοικονομικών συνθηκών, που ορίστηκαν με επιτόπιες επισκέψεις από το Τεχνικό Γραφείο Περιβαλλοντικής Συμβουλευτικής (Environmental Consulting Bureau – ECB), με ανασκόπηση διαθέσιμης σχετικής βιβλιογραφίας και μελετών που διεξήχθησαν από τους Εταίρους πάνω σε θέματα θαλάσσιας και χερσαίας οικολογίας, ρύπανσης της γης στο χώρο του έργου και στην ευρύτερη περιοχή.

#### 4.1. Γενικό Περιβάλλον

Η Σαουδική Αραβία είναι χώρα στην Αραβική χερσόνησο. Συνορεύει με το Ιράκ, την Ιορδανία, το Κουβέιτ, το Ομάν, το Κατάρ, τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα και την Υεμένη, ενώ βρέχεται από τον Περσικό Κόλπο στα βορειοανατολικά και από την Ερυθρά Θάλασσα στα δυτικά. Η ακτογραμμή εκτείνεται περίπου 1.760χλμ στην Ερυθρά Θάλασσα και 560χλμ στον Αραβικό Κόλπο, ενώ τα εδάφη του Βασιλείου καλύπτουν περίπου το 80% της χερσονήσου (Wikipedia contributors, 2019).

Η Ανατολική Επαρχία, όπου βρίσκεται το Ras Al Khair, είναι η μεγαλύτερη της Σαουδικής Αραβίας με περί τα 4 εκατομμύρια πληθυσμό. Στην περιοχή φιλοξενείται το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου και περιλαμβάνει τη βιομηχανική πόλη του Jubail (Wikipedia contributors, 2019).

Το Ναυπηγείο θα κατασκευαστεί στο Ras Al Khair, από την πλευρά του Αραβικού Κόλπου. Το Ras Al Khair προορίζεται ως βιομηχανική πόλη για την εκμετάλλευση ορυκτών φωσφορικών αλάτων και βωξίτη που βρέθηκαν στη Σαουδική Αραβία.

Η περιοχή βρίσκεται επίσης κοντά στα κοιτάσματα πετρελαίου Manifa και Safaniya, όπου λειτουργούν οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας αργού πετρελαίου, διαχωρισμού πετρελαίου εσωτερικής καύσης και αρκετές παράκτιες και μη πλατφόρμες της Saudi Aramco.





Εικ.7 : Το Ras Al Khair στη Σαουδική Αραβία (Archirodon, 2016)

#### 4.2. Κλίμα

Το μεγαλύτερο μέρος της Σαουδικής Αραβίας έχει τροπικό κλίμα ερήμου με μακρά, ζεστά και ξηρά καλοκαίρια, βραχείς και κρύους χειμώνες, εκτός από τα νοτιοδυτικά, τα οποία χαρακτηρίζονται για το ημίξηρο τους κλίμα.

Υπάρχει χαμηλή βροχόπτωση στις περισσότερες περιοχές της Σαουδικής Αραβίας, με μεγάλες διακυμάνσεις μεταξύ των ετών, και μεγάλες περιόδους χωρίς βροχόπτωση. Οι βροχοπτώσεις είναι συχνά τοπικές και περιστασιακά παίρνουν τη μορφή βίαιων καταιγίδων με ταχεία απορροή. Οι επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες έχουν σημαντική επιρροή στη φυσική χλωρίδα και επίσης την παραγωγή των καλλιεργειών.

Η περιοχή Ras Al-Khair εμπίπτει στην αγρο-κλιματική ζώνη του Βορείου Κόλπου και είναι μέρος της άνυδρης υποτροπικής ζώνης της ερήμου, με υγρό κλίμα και έντονες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και των βροχοπτώσεων (Ministry of Agriculture and Water, 1995).

### 4.3. Ποιότητα του Αέρα

Η ποιότητα του αέρα στη Σαουδική Αραβία επηρεάζεται ως επί το πλείστον από τις εκπομπές αυτοκινήτων, τα οποία έχουν αυξηθεί δραματικά τα τελευταία 20 χρόνια. Οι αμμοθύελλες είναι ένας ακόμη επιβαρυντικός παράγοντας της ποιότητας του αέρα. Άλλες πιθανές πηγές ρύπανσης της ατμόσφαιρας στο Βασίλειο περιλαμβάνουν τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, διυλιστήρια πετρελαίου, πετροχημικά εργοστάσια, εργοστάσια τσιμέντου, εργοστάσια στις διάφορες βιομηχανικές πόλεις, κατασκευαστικές δραστηριότητες, εξόρυξη τσιμέντου και πυριτίου (Faharat, 2016).

Οι αμμοθύελλες αποτελούν σημαντική αιτία ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη Σαουδική Αραβία καθώς τα επιφανειακά ιζήματα κινούνται συνεχώς από ανέμους με μέτρια έως υψηλή ταχύτητα, χαρακτηριστικό της περιοχής. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει μια κίνηση αμμοθινών που οδηγεί σε διάβρωση του εδάφους, σε παρασυρόμενη σκόνη και συσσώρευση σύννεφων σκόνης που επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα στην περιοχή. Κατ' επέκταση μειώνεται σημαντικά η ορατότητα (Faharat, 2016).

Το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο της Σαουδικής Αραβίας, τα πετροχημικά και άλλες βαριές βιομηχανίες όπως το τσιμέντο, έχουν σημαντική παρουσία στην Ανατολική Επαρχία και, ως εκ τούτου, η ποιότητα του αέρα στην περιοχή επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις εκπομπές αυτών των εγκαταστάσεων. Επίσης, η βιομηχανική πόλη του Jubail είναι η μεγαλύτερη βιομηχανική πόλη στη Μέση Ανατολή και μία από τις μεγαλύτερες στον κόσμο (Faharat, 2016).

Όσον αφορά συγκεκριμένα στο Ras Al-Khair, προς το παρόν οι πηγές ρύπανσης προέρχονται κυρίως από τις εγκαταστάσεις Ma'aden και τις συνεχείς κατασκευές στην περιοχή. Βόρεια του Ras Al Khair, οι πηγές εκπομπών προέρχονται από τις δραστηριότητες της Saudi Aramco στα πεδία Manifa και Safaniya, ενώ στα νότια του Ras Al Khair από τη μονάδα παραγωγής τσιμέντου EPCC (Eastern Province Cement Company). Η ποιότητα του αέρα επηρεάζεται συχνά από ανεμοθύελλες. Περαιτέρω, καθώς η ίδια η περιοχή Ras Al Khair υφίσταται σημαντική βιομηχανική ανάπτυξη, δημιουργείται σκόνη από τις σχετικές δραστηριότητες ενώ υπάρχει αξιοσημείωτη αύξηση της κυκλοφορίας οχημάτων κατά μήκος των κύριων δρόμων που οδηγούν στο Ras Al-Khair, οδηγώντας σε μια αύξηση των εκπομπών καυσαερίων (ECB, 2014).

#### 4.4. Έδαφος και Γεωλογία

Τα περισσότερα εδάφη στη Σαουδική Αραβία είναι «νέα» λόγω της μη διαθεσιμότητας υγρασίας και των συνεχών δραστηριοτήτων διάβρωσης ή εναπόθεσης στην επιφάνεια. Επιπροσθέτως, ανεμοδιαλυτά άλατα, γύψος και ανθρακικό ασβέστιο προστίθενται στο έδαφος ταχύτερα από ότι απομακρύνονται (Ministry of Agriculture and Water, 1995).

Οι αμμώδεις έρημοι που αποτελούνται από παρασυρμένες, ασταθείς και ψηλές αμμοθίνες αποτελούν περίπου το ένα τρίτο των εδαφών της Σαουδικής Αραβίας (Ministry of Agriculture and Water, 1995).

Η ανατολική περιοχή της Σαουδικής Αραβίας αποτελείται κατά κύριο λόγο από τις παράκτιες πεδιάδες του Κόλπου και τις περιοχές του ανατολικού οροπεδίου. Οι παράκτιες πεδινές εκτάσεις είναι εξαιρετικά ακανόνιστες και περιέχουν ασταθή έλη, αλυκές (sabkhas), παραλίες και αμμόλοφους. Επιπλέον, υπάρχουν πολυάριθμες λιμνοθάλασσες και εκτεταμένα παλιρροϊκά διαμερίσματα που εκτίθενται κατά τη διάρκεια της άμπωτης.

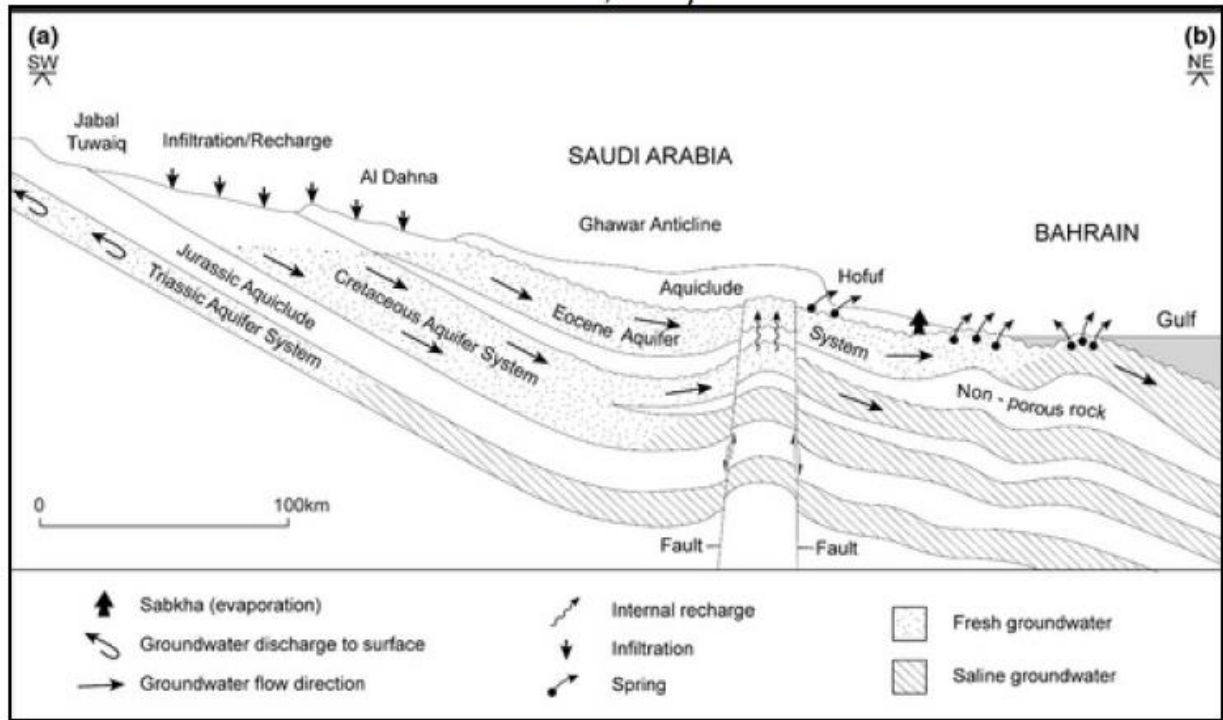
Σε ορισμένα σημεία των παράκτιων πεδινών περιοχών του Κόλπου, το ελάχιστο κεκλιμένο επίπεδο καθιστά την ακτογραμμή ακαθόριστη, ενώ σε άλλες οι διαπαλιρροϊκές ζώνες εκτείνονται αρκετά χιλιόμετρα στην ενδοχώρα.

Τα εδάφη της ανατολικής περιοχής έχουν αρκετά περιορισμένη ανάπτυξη, εξαιτίας της άγονης φύσης τους και της κακής αποστράγγισης. Οι μεγάλες εκτάσεις που καλύπτονται με αλάτι, απαντώνται ευρέως στην περιοχή, λόγω της πληθώρας των μη ενοποιημένων ιζημάτων και των ρηχών υπογείων υδάτων. Οι κυρίαρχοι σχηματισμοί της γης στην προτεινόμενη περιοχή του έργου θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν σε:

- Sabkha

Πρόκειται για πληθώρα μη ενοποιημένων ιζημάτων και ρηχά υπόγεια ύδατα, που δημιουργούν αυτές τις μεγάλες εκτάσεις, τις επικαλυμμένες από άλμη, χαρακτηριστικές της δυτικής και νότιας ακτής του Κόλπου. Το ανώτατο στρώμα των Sabkhas είναι συνήθως συμπίεμένο και σκληρό, ενώ τα εδάφη είναι στρωματοποιημένα, αργιλώδη και έντονα αλατούχα. Αυτή η μορφολογία, η οποία παρατηρείται στην περιοχή του έργου, δεν είναι κατάλληλη για καλλιέργειες.

- Παράλια και υγρή παράκτια άμμος, έντονα αλατούχα με κοράλλια, ακατάλληλη για καλλιέργειες.
- Αμμόλοφοι  
Ως επί το πλείστον, λόγω του ότι είναι μαλακή άμμος που μεταφέρεται συνεχώς, υποστηρίζουν κάποια μορφή βλάστησης.
- Παλιρροιακά διαμερίσματα



Εικ.8: Υδρογεωλογική διατομή της ανατολικής Σαουδικής Αραβίας για Sabkhas (ALSHARHAN ET AL., 2001)

#### 4.5. Υπόγεια Ύδατα

Η ποσότητα των υπόγειων υδάτων είναι περιορισμένη. Οι κύριοι υδροφορείς βρίσκονται εντός των ιζηματογενών στρωμάτων και καλύπτουν τα δύο τρίτα του Βασιλείου. Οι σχηματισμοί άμμου και ασβεστόλιθου στην ιζηματογενή λεκάνη αποτελούν την κύρια πηγή νερού αλλά ποικίλλουν σε ποιότητα και ποσότητα μεταξύ και εντός των υδροφορέων.

Η εξάντληση των πόρων του υδροφόρου ορίζοντα έχει μελετηθεί εκτενώς και συνιστά σημαντικό θέμα για τη Σαουδική Αραβία. Σύμφωνα με Gutub et al. (2003) περίπου το 61% των απαιτήσεων του Βασιλείου για νερό, καλύπτονται από υδροφορείς, ενώ το υπόλοιπο καλύπτεται από την

αφαλάτωση. Σημαντικές αιτίες της εξάντλησης των πόρων αποτελούν η υπερβολική άντληση, ο αυξανόμενος αριθμός ιδιωτικών πηγαδιών, η ανεξέλεγκτη άρδευση και η γεωργία.

Έχουν ξεκινήσει διάφορες προσπάθειες για τη διατήρηση των πόρων του υδροφόρου ορίζοντα και αυτές περιλαμβάνουν:

- την ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης
- περιορισμούς στη γεωργία
- περιορισμένη/ελεγχόμενη κατανάλωση

Η Saudi Aramco έχει επίσης αναλάβει πρόγραμμα εγχύσεως για την παροχή βιώσιμου θαλάσσιου νερού ως εναλλακτική λύση στη χρήση ύδατος από τον υδροφόρο ορίζοντα. Πιο πρόσφατα, έχει καταστήσει ως προαπαιτούμενο, για όλα τα έργα της με σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, την αρχική εκτίμηση για βελτιστοποίηση χρήσης του νερού.

Η ποιότητα πόσιμου νερού των υπόγειων υδάτων έχει επιδεινωθεί με την πάροδο των ετών εξαιτίας της υπερβολικής άντλησης για οικιακές, βιομηχανικές και γεωργικές διεργασίες. Η αυξημένη άντληση έχει αναλογικά αυξήσει και την περιεκτικότητα σε διαλυμένα στερεά, καθιστώντας το νερό λιγότερο πόσιμο χωρίς επεξεργασία. Όσον αφορά στην περιοχή του έργου, υπόγεια ύδατα βρέθηκαν σε βάθος 1,5-2,0μ. κάτω από το επίπεδο του εδάφους στις τοποθεσίες που διανοίχθηκαν οι τρύπες καυσαερίων (ECB, 2014).

#### 4.6. Επιφανειακά Ύδατα

Η Σαουδική Αραβία βρίσκεται σε μια εξαιρετικά άγονη περιοχή με χαμηλή μέση βροχόπτωση, πολύ περιορισμένα επιφανειακά ύδατα, χωρίς πολυετείς ποταμούς (Wikipedia contributors, 2019). Ο Αραβικός Κόλπος χαρακτηρίζεται από αντίστροφη κυκλοφορία των εκβολών ποταμών. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την κυκλοφορία υδάτων είναι η ανταλλαγή του ύδατος υψηλής και χαμηλής αλατότητας στο Στενό του Ορμούζ, κυκλοφορία που προκαλείται από υψηλή πυκνότητα στην κεντρική και νότια περιοχή, κυκλοφορία λόγω των ανέμων στα βορειοδυτικά και εξάτμιση (Ministry of Agriculture and Water, 1995).

Για την εκτίμηση των συνθηκών των παράκτιων υδάτων στην περιοχή του έργου, διεξήχθησαν επιτόπιες μελέτες από το ECB τους μήνες Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο, όπου εξετάστηκαν η αλατότητα των επιφανειακών υδάτων και των υδάτων του βυθού, η ποσότητα και συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου, η θερμοκρασία των υδάτων, το pH και η θολότητα.

- Αλατότητα

Από τις μελέτες προέκυψε ότι η αλατότητα είναι υψηλότερη κοντά στην ακτή, τόσο στην επιφάνεια, όσο και στο βυθό. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι αντίστοιχες μετρήσεις :

**Πιν.5 : Μέγιστη-Ελάχιστη-Μέση αλατότητα στις 3 ζώνες της περιοχής μελέτης (ECB, 2014)**

<b>ΖΩΝΕΣ</b>	<b>ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ-ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΥΔΑΤΑ (PPT)</b>	<b>ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ-ΒΥΘΟΣ (PPT)</b>
	ΕΛΑΧ. - ΜΕΓΙΣΤΗ - ΜΕΣΗ	ΕΛΑΧ. - ΜΕΓΙΣΤΗ - ΜΕΣΗ
<b>ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ</b>	41.61 - 43.33 - 42.45	41.69 - 43.35 - 42.63
<b>ΕΝΔΙΑΜΕΣΕΣ</b>	41.36 - 42.60 - 41.70	41.53 - 42.74 - 42.20
<b>ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ</b>	40.89 - 41.23 - 41.05	41.25 - 42.22 - 41.68

Οι μετρήσεις του EBC συμφωνούν με παλαιότερες μετρήσεις στον Κόλπο, καθώς η αλατότητα κυμαίνεται από 38%-42% στην ανοιχτή θάλασσα (Purser and Siebold, 1973; Basson et al., 1977).

- Διαλυμένο Οξυγόνο (Δ.Ο)

Σε ένα υδάτινο σώμα, το οξυγόνο είναι διαθέσιμο σε διαλυμένη μορφή και θεωρείται ως ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που καθορίζουν την ποιότητα των θαλάσσιων υδάτων. Χρησιμοποιείται από τα υδρόβια φυτά και ψάρια προκειμένου να εκτελέσουν τις μεταβολικές δραστηριότητες. Εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου έχουν συχνά συνδεθεί με τον θάνατο των ψαριών (Science Learning Hub, 2009).

Το διαλυμένο οξυγόνο στο θαλασσινό νερό προέρχεται από την ανάμειξη εκεί που η επιφάνεια συναντά την ατμόσφαιρα, και ως υποπροϊόν της φωτοσύνθεσης. Ως αποτέλεσμα, το πλούσιο σε οξυγόνο νερό βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια, γι' αυτό ζουν εκεί οι περισσότεροι θαλάσσιοι οργανισμοί (Science Learning Hub, 2009). Φυσικές συνθήκες όπως η θερμοκρασία, η αλατότητα και το βάθος μπορεί επίσης να επηρεάσουν το επίπεδο οξυγόνου. Καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία και η αλατότητα, η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό μειώνεται. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων συγκέντρωσης οξυγόνου στις διάφορες περιοχές. Οι μετρήσεις συμφωνούν με παλαιότερες μελέτες (Al-Yamani et al., 2006 & Al Hashmi et al., 2012), οι οποίες επιπρόσθετα αναφέρουν ότι προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι τα επίπεδα οξυγόνου των υδάτων δεν ήταν ομοιόμορφα κατανομημένα όλο το χρόνο, και μεταβάλλονταν με φυσικές, χημικές και βιολογικές διαδικασίες. Η συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό αυξάνεται κατά τη διάρκεια των ψυχρών περιόδων και μειώνεται κατά τη διάρκεια των θερμών.

**Πιν.6 : Μέγιστο-Ελάχιστο-Μέσο (Δ.Ο) στις 3 ζώνες της περιοχής μελέτης (ECB, 2014)**

ΖΩΝΕΣ	(Δ.Ο)-ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΥΔΑΤΑ (MG/L)	(Δ.Ο)-ΒΥΘΟΣ (MG/L)
	ΕΛΑΧ. – ΜΕΓΙΣΤΟ - ΜΕΣΟ	ΕΛΑΧ. - ΜΕΓΙΣΤΟ - ΜΕΣΟ
<b>ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ</b>	6.10 - 7.10 - 6.67	6.50 - 7.10 - 6.83
<b>ΕΝΔΙΑΜΕΣΕΣ</b>	6.10 - 7.10 - 6.67	5.10 - 6.10 - 5.87
<b>ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ</b>	6.10 - 6.50 - 6.23	5.30 - 6.00 - 5.77

- Θερμοκρασία Υδάτων

Η θερμοκρασία ελέγχει τις θεμελιώδεις βιοχημικές διεργασίες και ως εκ τούτου ρυθμίζει τα χαρακτηριστικά των οργανισμών, συμπεριλαμβανομένου του ρυθμού ανάπτυξης και επιβίωσης (O'Connor et al., 2007). Η αύξηση του μεταβολικού ρυθμού με τη θερμοκρασία εξηγεί ουσιαστικά τη διακύμανση των χαρακτηριστικών της ζωής, τη δυναμική του πληθυσμού και τις διαδικασίες οικοσυστήματος μεταξύ των ειδών. Η θερμοκρασία μπορεί επίσης να προκαλέσει μεταβλητότητα του μεταβολικού ρυθμού εντός ενός είδους. Η θερμοκρασία και η αυξημένη αλατότητα είναι σημαντικοί περιβαλλοντικοί παράγοντες, ενώ η θέρμανση αυξάνει τις επιπτώσεις της ρύπανσης (Schiedek et al., 2007).

**Πιν.7 : Μέγιστη-Ελάχιστη-Μέση θερμοκρασία υδάτων στις 3 ζώνες της περιοχής μελέτης (ECB, 2014)**

ΖΩΝΕΣ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (οC)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ-ΒΥΘΟΣ (οC)
	ΕΛΑΧ. – ΜΕΓΙΣΤΗ - ΜΕΣΗ	ΕΛΑΧ. - ΜΕΓΙΣΤΗ – ΜΕΣΗ
<b>ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ</b>	29.22 - 29.57 - 29.38	29.12 - 29.56 - 29.23
<b>ΕΝΔΙΑΜΕΣΕΣ</b>	28.02 - 29.07 - 28.52	27.36 - 28.49 - 27.96
<b>ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ</b>	28.05 - 28.05 - 28.05	26.80 - 27.55 - 27.18

- ΡΗ Υδάτων

Το pH αποτελεί ένα μέτρο της οξύτητας ή της αλκαλικότητας ενός διαλύματος. Το καθαρό νερό είναι ουδέτερο. Το pH του θαλασσινού νερού είναι περίπου 8, αλλά αυτό ποικίλλει. Το pH είναι αλληλεξαρτώμενο με άλλες ποιοτικές παραμέτρους, όπως διοξείδιο του άνθρακα, αλκαλικότητα, και τη σκληρότητα. Μπορεί να είναι τοξικό από μόνο του σε ένα ορισμένο επίπεδο, και είναι επίσης γνωστό ότι επηρεάζει την τοξικότητα του υδρόθειου, των κυανιδίων, των βαρέων μετάλλων και της αμμωνίας (Klontz, 1993).

Το pH των επιφανειακών υδάτων κοντά στην ακτή, ήταν κατά μέσο όρο 8,21 ενώ στο βυθό 8,26. Στη μεσαία ζώνη, το pH ήταν κατά μέσο όρο 8,26 στα επιφανειακά στρώματα και 8,25 στα κάτω στρώματα. Στις υπεράκτιες περιοχές οι τιμές του pH ήταν 8,25 και 8,26 για τα επιφανειακά ύδατα και τον πυθμένα αντίστοιχα.

**Πιν.8 : Μέγιστο-Ελάχιστο-Μέσο Ph στις 3 ζώνες της περιοχής μελέτης**

ΖΩΝΕΣ	pH-ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΥΔΑΤΑ	pH-ΒΥΘΟΣ
	ΕΛΑΧ. – ΜΕΓΙΣΤΟ – ΜΕΣΟ	ΕΛΑΧ. - ΜΕΓΙΣΤΟ - ΜΕΣΟ
<b>ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ</b>	8.15 - 8.26 - 8.21	8.23 - 8.20 - 8.26
<b>ΕΝΔΙΑΜΕΣΕΣ</b>	8.24 - 8.28 - 8.26	8.24 - 8.26 - 8.25
<b>ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ</b>	8.22 - 8.28 - 8.25	8.23 - 8.28 - 8.26

- Θολότητα

Η θολότητα του ωκεανού είναι ένα μέτρο της ποσότητας της θολερότητας (έλλειψης διαύγειας) στο θαλάσσιο νερό που προκαλείται από μεμονωμένα σωματίδια, πολύ μικρά ώστε να μην διακρίνονται χωρίς μεγέθυνση. Ύδατα με υψηλή θολότητα είναι εκείνα με μεγάλο αριθμό σωματιδίων διασκορπισμού, όπου η ορατότητα είναι μειωμένη. Η διαύγεια του νερού είναι ένας σημαντικός καθοριστικός παράγοντας της κατάστασης και της παραγωγικότητας ενός υδρόβιου συστήματος και της δυνατότητας χρήσης νερού για ανθρώπινη κατανάλωση και στη βιομηχανία. Η αυξημένη θολερότητα μπορεί να αλλάξει σημαντικά ένα οικοσύστημα. (Turner and Millward, 2002).

Τα σωματίδια ελέγχουν τη μεταφορά, την αντιδραστικότητα και τις βιολογικές επιπτώσεις των ουσιών στο θαλάσσιο περιβάλλον και αποτελούν έναν κρίσιμο κρίκο στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του θαλάσσιου βυθού, των στρωμάτων του νερού και της τροφικής αλυσίδας (Turner and Millward, 2002). Η πιο εμφανής επίπτωση της αυξημένης θολότητας είναι η μείωση του διαθέσιμου για φωτοσύνθεση φωτός.

Ο Αραβικός Κόλπος έχει πολύ υψηλή θολερότητα, η οποία οφείλεται κυρίως στην καθίζηση της αερομεταφερόμενης σκόνης από τις γύρω ερημικές περιοχές. Άλλες τοπικές δραστηριότητες όπως η αναμόρφωση της γης και οι απορρίψεις των εγκαταστάσεων αφαλάτωσης έχουν επίσης αυξήσει τη θολερότητα του ύδατος στις παράκτιες περιοχές (Al Kaabi et al., 2013).

#### 4.7. Χερσαία Οικολογία



- Πανίδα

Υπάρχει ποικιλία πανίδας στη Σαουδική Αραβία, το οποίο είναι αναμενόμενο αν λάβει κανείς υπόψη την κεντρική θέση της μεταξύ Αφρικής και Ευρασίας, η οποία επιτρέπει την ανάμειξη των στοιχείων και των δύο περιοχών. Η πανίδα στο Βασίλειο αποτελείται από πουλιά, θηλαστικά, ερπετά και έντομα. Υπάρχουν 79 είδη θηλαστικών που ζουν στο Βασίλειο, σε ξηρά και θάλασσα (Abuzinada, 2005). Στην περιοχή γύρω από το έργο, σπάνιο και υπό προστασία αποτελεί ένα είδος ερπετού, η σαύρα *Uromax aegyptia*, που περιλαμβάνεται στην IUCN Red list (IUCN, 2014). Βασικές απειλές για τη διατήρηση του είδους αποτελούν :

- Η αναμόρφωση τους εδάφους
- Οι μετακινήσεις οχημάτων εκτός δρόμου
- Οι οικισμοί
- Η υπερβόσκηση

Υπάρχουν και άλλα είδη στην περιοχή, αναγνωρισμένα από την IUCN, τα οποία απειλούνται από την κατασκευή του έργου, και ως εκ τούτου θα πρέπει να ληφθούν αντισταθμιστικά μέτρα για την αποκατάσταση των οικοτόπων στην περιοχή.

- Χλωρίδα

Στην περιοχή υπάρχει ελάχιστη βλάστηση και μικρές δυνατότητες για καλλιέργεια, που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό από την κακή ποιότητα του εδάφους, που είναι αλατούχο, πορώδες και ασβεστώδες. Ωστόσο, η υπάρχουσα βλάστηση, επηρεάζεται από τις συνεχείς αναπτυξιακές δραστηριότητες της βιομηχανικής πόλης του Ras Al Khair.

#### 4.8. Οικολογία Ακτογραμμής και Θαλάσσια Οικολογία

Οι παράκτιες χερσαίες μορφές περιλαμβάνουν διάφορους τύπους οικοτόπων που αποτελούνται ως επί το πλείστον από ιζήματα. Οι λασπότοποι είναι επίσης κυρίαρχοι στην ενδοχώρα, κυρίως λόγω των ήρεμων υδάτων. Ακόμη πιο μέσα, sabkhas ή μεγάλες λεκάνες εξατμιστής αποτελούν την κυρίαρχη μορφή (Sale et al., 2014).

- Κοραλλιογενή Είδη

Όπως έχει προκύψει από διάφορες έρευνες,, μόνο το 10% των κοραλλιογενών ειδών του Ινδο-ειρηνικού Ωκεανού, ζουν στον Αραβικό Κόλπο. Ωστόσο, η κατανομή των ειδών δεν είναι ομοιόμορφη σε όλο τον Κόλπο. Τα περισσότερα είδη έχουν αναφερθεί κατά μήκος των ακτών του Βασιλείου της

Σαουδικής Αραβίας και του Μπαχρέιν, ενώ, όπως ανέφερε σε παλαιότερή του έρευνα ο Buchard (1979), μειώνονται στα βόρεια και τα νότια του Βασιλείου.

Η μοναδικότητα της κοραλλιακής κοινότητας του Περσικού Κόλπου πιθανόν να οφείλεται στις ακραίες συνθήκες που επικρατούν, δηλαδή στη θερμοκρασία, τις παραλλαγές αλατότητας και τη ρύπανση. Εκτενής έρευνα σχετικά με τους περιοριστικούς παράγοντες για την ανάπτυξη των κοραλλιών, αναφέρει ότι η αυξημένη αλατότητα οδηγεί σε αρκετά χαμηλή ποικιλομορφία (DeVantier et al., 2000). Σύμφωνα με τους DeVantier & Pilcher (2000), αν και η παρουσία κοραλλιών είναι περιορισμένη, οι ύφαλοι αναπτύσσονται καλά στις ακραίες αυτές συνθήκες, όπως είναι προφανές από τα πολυάριθμα πετρώδη είδη κοραλλιών και τα περισσότερα από 600 συναφή είδη ψαριών στην περιοχή.

- Θαλάσσια Χλωρίδα

Η θαλάσσια χλωρίδα αναγνωρίζεται ως ένας κρίσιμος θαλάσσιος πόρος που επιτρέπει την υψηλή πρωτογενή παραγωγή και βιοποικιλότητα. Επίσης είναι ζωτικής σημασίας για γαρίδες, στρείδια, την πράσινη χελώνα (*Chelonia mydas*) και άλλα είδη και διαδραματίζουν έχουν σημαντικό ρόλο για τη σταθεροποίηση του εδάφους και την ελαχιστοποίηση της διάβρωσης (Erftemeijer et al., 2012 & Sale et al., 2014). Τέλος, η ποικιλομορφία είναι σημαντικά υψηλότερη σε βιότοπους με υψηλή θαλάσσια βλάστηση σε σύγκριση με τα γυμνά υποστρώματα. Θαλάσσια βλάστηση έχει εντοπιστεί σε όλες τις χώρες του Κόλπου με τη μεγαλύτερη έκταση να βρίσκεται στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα και την χαμηλότερη ποσότητα στα βόρεια τμήματα του Κόλπου, συγκεκριμένα στο Κουβέιτ και το Ιράκ.

Η περιορισμένη εμφάνιση των διαφορετικών ειδών στον Κόλπο, μπορεί όπως έχει αναφερθεί, να οφείλεται στις ακραίες συνθήκες που επικρατούν, οι οποίες επηρεάζουν τα κοραλλιογενή οικοσυστήματα. Η αλατότητα, οι υψηλές θερμοκρασίες, η αυξημένη θολερότητα και τα ιζήματα αποτελούν φυσικές απειλές, ενώ η ανάπτυξη μπορεί να απειληθεί από τις βυθοκορήσεις και την επιχωμάτωση, τις εγκαταστάσεις αφαλάτωσης και τις διαρροές καυσίμων (Erftemeijer et al., 2012).

- Ιχθυοπανίδα

Η ιχθυοπανίδα στον Κόλπο προέρχεται κατά κύριο λόγο από τον Ινδικό Ωκεανό, με πολύ λίγα ενδημικά είδη. Περίπου το 60% του Αραβικού Κόλπου το αποτελούν είδη του γειτονικού κόλπου του Ομάν, με μεγαλύτερη ποικιλία στα ύδατα του βόρειου και ανατολικού κόλπου, τα οποία παρουσιάζουν σημαντική εποχικότητα (Sale et al., 2014).

Επιπρόσθετα, η ιχθυοπανίδα στον Κόλπο συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με τα συστήματα υφάλων και τα θαλάσσια οικοσυστήματα, που παρέχουν το κατάλληλο περιβάλλον και αποτελούν πηγή τροφής για πολλά είδη ψαριών και οστρακοειδών.

- Περιβαλλοντικά Ζητήματα

Ο Αραβικός Κόλπος έχει επηρεαστεί από πολλές ανθρωπογενείς πηγές σε πολλές παράκτιες περιοχές. Η βυθοκόρηση και αναμόρφωση του εδάφους, η εκτεταμένη αλιεία, οι πετρελαιοκηλίδες, οι απορρίψεις από μονάδες επεξεργασίας λυμάτων, ηλεκτρικής ενέργειας και αφαλάτωσης και οι μη εξουσιοδοτημένες απορρίψεις έχουν επηρεάσει το οικοσύστημα, που είναι ήδη εκτεθειμένο στις ακραίες φυσικές συνθήκες.

- Βυθοκόρηση και Επιχωμάτωση

Η βυθοκόρηση και η επιχωμάτωση της γης θεωρούνται ως ιδιαίτερα σημαντικές απειλές για το θαλάσσιο οικοσύστημα στον Κόλπο. Εκτιμάται ότι περίπου το 40% της ακτογραμμής του Κόλπου έχει επηρεαστεί, κυρίως για την ανάπτυξη ακινήτων. Μελέτες κατέδειξαν με ακρίβεια ότι τα έργα βυθοκόρησης και αναμόρφωσης έχουν προκαλέσει μόνιμη απώλεια οικοτόπων και βλάστησης.

Περαιτέρω, η ταφή των οικοσυστημάτων του βυθού κοντά στην ακτή, με άμμο από βυθοκόρηση, έχει επηρεάσει την ποικιλία και την αφθονία των ψαριών και έχει μειώσει σε σημαντικό βαθμό τη διαύγεια των υδάτων, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα (Lavierien et al., 2011).

Στη Σαουδική Αραβία τα παραπάνω γίνονται εμφανή με τη σημαντική πτώση της βιοποικιλότητας των ψαριών που καταγράφεται στις νότιες ακτές, όπου έχει σημειωθεί σημαντική τροποποίηση της ακτογραμμής, όταν αυτή συγκρίνεται με τους αντίστοιχους δείκτες στις βόρειες περιοχές Safaniyah και Manifa (Krishnakumar et al., 2008).

- Ρύπανση από Καύσιμα

Η έρευνα, η παραγωγή και οι μεταφορές πετρελαίου και φυσικού αερίου καθώς και οι στρατιωτικές δραστηριότητες είναι σημαντικές πηγές ρύπανσης στον Αραβικό Κόλπο. Εκτιμάται ότι περίπου 2 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου απορρίπτονται στα ύδατα του Κόλπου από τις συνήθεις απορρίψεις έρματος και αποβλήτων από τα πλοία και τις πλατφόρμες. Επιπλέον, το ένα τρίτο όλων των διαρροών κάτω των 10 εκατομμυρίων γαλονιών που έχουν καταγραφεί, είναι από ρήγματα και εκρήξεις τα ύδατα του Κόλπου. Το 1991, μεταξύ 6 και 8 εκατομμυρίων βαρελίων πετρελαίου απελευθερώθηκαν εσκεμμένα στα νερά του Κόλπου, τα οποία μόλυναν μεγάλες περιοχές της ακτογραμμής, συμπεριλαμβανομένων και περιοχών που γειτνιάζουν με την περιοχή του έργου (Lavierien et al., 2011, Krishnakumar et al., 2008).

- Μονάδες Παραγωγής Ενέργειας και Αφαλάτωσης

Αρκετές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας και αφαλάτωσης βρίσκονται κατά μήκος της ακτής του Περσικού Κόλπου. Οι απορρίψεις έχουν συσχετιστεί με διάφορες αλλαγές που παρατηρούνται στα επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου, στην αυξημένη θερμοκρασία των θαλάσσιων υδάτων, την υψηλότερη αλατότητα (από την απόρριψη άλμης) και τις αυξημένες συγκεντρώσεις χλωρίου. Μια άλλη ανησυχία από τη λειτουργία αυτών των εγκαταστάσεων, είναι οι επιπτώσεις της κατασκευής των καναλιών εισροής και του κυματοθραύστη, τα οποία επηρεάζουν την κυκλοφορία και τη μεταφορά ιζημάτων που με τη σειρά τους επηρεάζουν τους υφάλους (Dawood & Mulla, 2012 · Sale et al., 2014).

- Απόρριψη Θαλάσσιου Έρματος

Οι απορρίψεις έρματος από τα πλοία αποτελούν δυνητική πηγή εισβολής χωροκατακτητικών ειδών, που είναι σημαντικός κίνδυνος για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Εκτιμάται ότι περίπου 100.000 τόνοι θαλασσινού νερού ανά πλοίο απορρίπτονται στον Αραβικό Κόλπο με τη μορφή έρματος. Επίσης περίπου το 40% όλων των απορρίψεων έρματος παγκοσμίως γίνονται στον Αραβικό Κόλπο, εξαιτίας του μεγάλου όγκου εξαγωγής πετρελαίο. Πρόσφατες εκτιμήσεις έχουν δείξει ότι έως 25.000 πετρελαιοφόρα εισέρχονται και εξέρχονται από το Στενό του Hormuz ετησίως, και περίπου 7.000 είδη μεταφέρονται συνήθως μέσω του έρματος στον Κόλπο (Elshorbagy, 2005, Lavieren et al., 2011).

- Απόρριψη Λυμάτων

Η απόρριψη λυμάτων στον Αραβικό Κόλπο είναι μία ευρέως αναγνωρισμένη περιβαλλοντική ανησυχία. Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1980 τα λύματα σε πολλές περιοχές απορρίπτονταν απευθείας στον Αραβικό Κόλπο. Ωστόσο, με την ανάπτυξη υποδομών επεξεργασίας λυμάτων, μειώθηκε η ποσότητα των μη επεξεργασμένων λυμάτων που απορρίπτονται.

Η απόρριψη των αποβλήτων έχει αναφερθεί ως η κύρια αιτία αλλαγής του πλαγκτόν, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τον ευτροφισμό και το μειωμένο διαλυμένο οξυγόνο, συμπεριλαμβανομένων των Κουβέιτ και Νταμάμ, όπου έχουν σημειωθεί πολλοί θάνατοι ψαριών (Lavieren et al., 2011, Sale et al., 2014).

- Αποτίμηση

Η περιοχή έρευνας έχει ιστορικό πολλών περιστατικών ρύπανσης λόγω της πετρελαιοκηλίδας που προκλήθηκε κατά τον Πόλεμο του Κόλπου, όπως επίσης υπάρχουν και πρόσφατες εξελίξεις στον

πετρελαϊκό τομέα στον κόλπο του Manifa, βόρεια της περιοχής ανάπτυξης του λιμένα. Οι ακτές του Ras Al-Khair θεωρούνται ως βαριά ρυπασμένες και οποιεσδήποτε αλλαγές βιοτόπων και των φυσικών παραμέτρων, ακόμη και ελάχιστος σημασίας, δεν μπορούν να αποδοθούν εξ ολοκλήρου στην ανάπτυξη του παρόντος έργου. Αντίθετα, θα πρέπει να θεωρούνται ως σωρευτικά αποτελέσματα πολλών άλλων παραγόντων. Η περιορισμένη ποικιλία και το σχετικά μικρό πλήθος παράκτιων υδρόβιων φυτών που παρατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια της έρευνας, μπορούν να αποδοθούν στην υψηλή αλατότητα και την αβαθή περιοχή. Πιθανόν να έχουν συμβάλει και οι πρόσφατες περιβαλλοντικές διαταραχές, αλλά αυτό είναι κάτι που δε μπορεί να προσδιοριστεί με μία δειγματοληψία, αλλά θα χρειαστεί μεγαλύτερο χρονικό διάστημα παρακολούθησης.

#### 4.9. Θόρυβος

Το Ras Al Khair εξελίσσεται σε μια βιομηχανική πόλη με υποδομές ώστε να συμπεριλάβει λιμένα, οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο και ως εκ τούτου υπάρχουν εκπομπές θορύβου από τις σχετικές με τις κατασκευές δραστηριότητες.

Οι εγκαταστάσεις Ma'aden (εξόρυξη και επεξεργασία αλουμινίου και φωσφόρου), καθώς και οι συναφείς βιομηχανίες υποστήριξης των δραστηριοτήτων, συμβάλλουν στον περιβαλλοντικό θόρυβο στην περιοχή. Επίσης, στα βόρεια του Ras Al Khair, η Saudi Aramco έχει πολλές χερσαίες και υπεράκτιες πετρελαϊκές πλατφόρμες. Οι εκπομπές θορύβου από τις παραπάνω εγκαταστάσεις περιορίζονται σε μεγάλο βαθμό στα όρια της περιοχής και σε όσες βρίσκονται σε άμεση εγγύτητα με αυτή (ECB, 2014).

Προς το παρόν, δεν υπάρχουν οικιστικές ή κοινοτικές εγκαταστάσεις στο Ras Al Khair ή κοντά στο χώρο του ναυπηγείου. Τα πλησιέστερα κέντρα πληθυσμού βρίσκονται στη βιομηχανική πόλη του Jubail, σε απόσταση 80 χλμ. νοτιοανατολικά του Ras Al Khair, στη Nuayriyah στα δυτικά και στο Tanajib και Safaniyah στα βόρεια της περιοχής (ECB, 2014).

Οι έρευνες για το θόρυβο περιορίστηκαν σε επιτόπιες μετρήσεις, εφόσον κατά τη νυκτερινή ώρα και τις πολύ πρωινές ώρες δεν επιτρέπονται από την ακτοφυλακή οι μετρήσεις. Ωστόσο, δεδομένης της απομονωμένης φύσης της περιοχής του έργου, τα επίπεδα θορύβου της γύρω περιοχής είναι πιθανό να είναι συνεχή όλες τις ώρες, καθώς δεν υπάρχουν άλλες σημαντικές δραστηριότητες εντός ή στην περίμετρο του ναυπηγείου. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ECB (2016) δείχνουν ότι ο κύριος θόρυβος γύρω από την περιοχή του έργου δημιουργείται από τα παράκτια κύματα, ενώ η ενδοχώρα είναι μια περιοχή χαμηλού θορύβου.

#### 4.10. Κοινωνιοοικονομικές Συνθήκες

Η περιοχή Ras Al Khair συμπεριλαμβανομένης της τοποθεσίας του έργου υπάγεται στη δικαιοδοσία της RC του Jubail και του Yanbu. Πριν από την εκβιομηχάνιση της, η περιοχή ήταν απομακρυσμένη, απρόσιτη και πολύ αραιοκατοικημένη, ως επί το πλείστον κατοικείτο από λίγους οικισμούς Βεδουίνων. Δεν υπήρχαν μόνιμοι οικισμοί, ιδιοκτήτες γης, χωριά ή δήμοι και κοινοτικές εγκαταστάσεις, όπως τοπικές αγορές, νοσοκομεία, σχολεία.

Πρόσφατα, η περιοχή άρχισε να αναπτύσσεται βιομηχανικά με τις εγκαταστάσεις της Ma'aden, της Εταιρεία Μετατροπής Θαλασσινού Νερού (Saline Water Conversion Corporation – SWCC), τις Εγκαταστάσεις Παραγωγής Ενέργειας, του Λιμένος και άλλες υποστηρικτικές εγκαταστάσεις. Οι μονάδες στέγασης για το προσωπικό της Ma'aden και τα κτήρια της RC βρίσκονταν υπό κατασκευή κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης. Επιπλέον, υπάρχει μια μεγάλη σιδηροδρομική σύνδεση Ανατολής-Δύσης υπό κατασκευή, που αναμένεται να χρησιμεύσει ως μέσο για μεταφορά πρώτων υλών που έρχονται στο Ras Al Khair.

Οι μελέτες που διεξήγαγε το Τεχνικό Γραφείο Περιβαλλοντικής Συμβουλευτικής (ECB, 2014) αξιολόγησαν τις δραστηριότητες των Βεδουίνων γύρω από την περιοχή. Καμία από τις οικογένειες Βεδουίνων που κατοικούν στην περιοχή δεν έχει έννομο δικαίωμα διεκδίκησης της γης. Οι περισσότεροι ιδιοκτήτες «κατασκηνώσεων» και εκτρεφόμενων ζώων δε διαμένουν μόνιμα στην περιοχή, καθώς απασχολούνται αλλού. Ωστόσο, επισκέπτονται την περιοχή τακτικά και κατά τη διάρκεια των διακοπών. Οι οικογένειες θεωρούσαν ότι το συνολικό αναπτυξιακό πρόγραμμα θα ωφελήσει την περιοχή μέσω καλύτερων υποδομών και κοινοτικών εγκαταστάσεων, ευκαιριών απασχόλησης και πρόσβασης στην παροχή νερού και ενέργειας. Τέλος, ενώ η Ανατολική Επαρχία του Βασιλείου είναι γνωστή για την πολιτιστική της κληρονομιά, δεν υπάρχουν τόποι αρχαιολογικού ή πολιτιστικού ενδιαφέροντος στην περιοχή του έργου (ECB, 2014) .

#### 4.11. Κυκλοφορία και Μεταφορές

Οι κύριοι αυτοκινητόδρομοι κοντά στην περιοχή Ras Al-Khair περιλαμβάνουν την οδό Al Khafji – Dammam (Route 85, Εικ. 9), την εθνική οδό Dammam - Hafr Al Baatin και τον αυτοκινητόδρομο Jubail – Dammam. Η υποδομή θαλάσσιων λιμένων περιλαμβάνει τα λιμάνια του Dammam και Jubail. Η

Saudi Aramco εκμεταλλεύεται το Terminal πετρελαίου Ras Tanura, έναν από τους μεγαλύτερους σταθμούς εξαγωγής πετρελαίου στον κόσμο, στα νότια του Ras Al Khair. Τα μεγάλα αεροδρόμια στην ανατολική επαρχία περιλαμβάνουν το διεθνές αεροδρόμιο King Fahd που βρίσκεται περίπου 45 χλμ. βορειοδυτικά του Dammam.

Η πρόσβαση στην περιοχή Ras Al-Khair γίνεται σε μεγάλο βαθμό μέσω της οδού Dammam - Al Khafji. Υπάρχει ασφαλτοστρωμένος δρόμος μονής λωρίδας που οδηγεί από την εθνική οδό Dammam - Al Khafji στο Ras Al-Khair, και καταλήγει στην παράκτια περιοχή. Η πρόσβαση στην περιοχή του έργου γίνεται κατά τη διεξαγωγή της ΑΠΕ, μέσω ανεπίστρωτου δρόμου από το νοτιοανατολικό όριο των εγκαταστάσεων SWCC.



Εικ.9 : Μετακινήσεις στην ευρύτερη & την περιοχή του έργου (ECB, 2014)

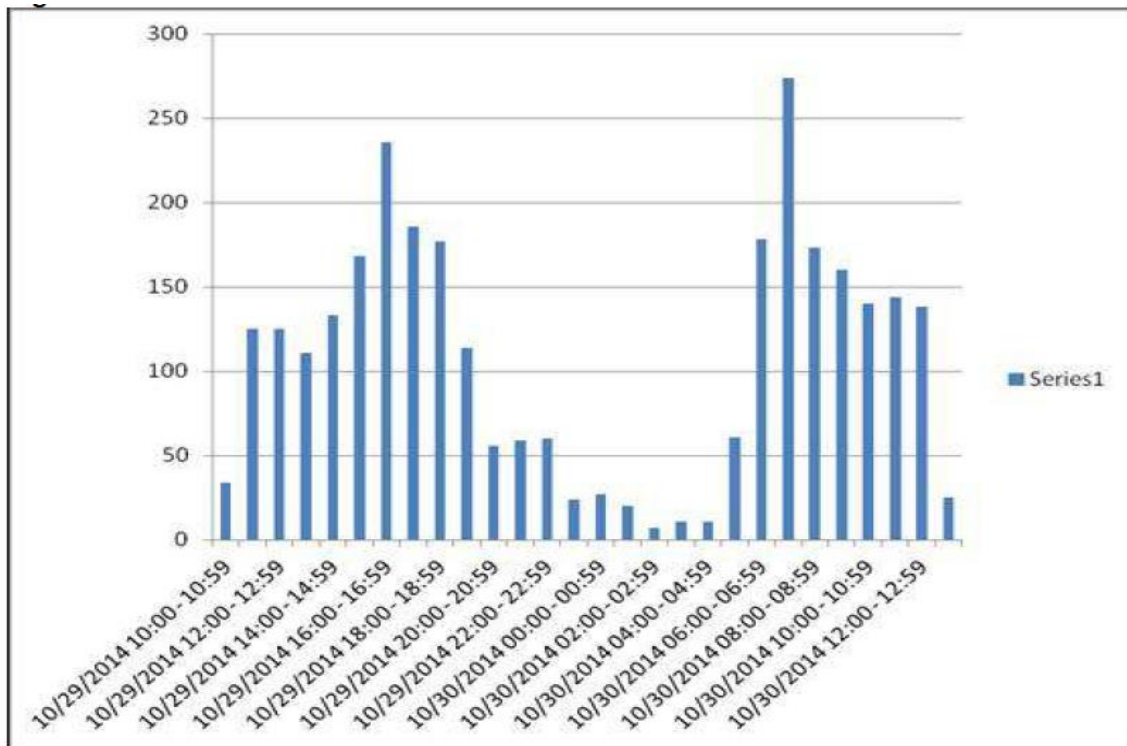
Οι μετρήσεις πυκνότητας κυκλοφορίας πραγματοποιήθηκαν τον Οκτώβριο του 2014 σε διάστημα 24 ωρών σε δύο επιλεγμένες τοποθεσίες (Location 1, Location 2), που παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα



**Εικ.10 : Περιοχές μελέτης κυκλοφορίας (ECB, 2014)**

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν αυξημένη ροή μεταξύ 7-8 π.μ. και 4-5 μ.μ., και η ελάχιστη ροή ήταν μεταξύ 11:00 μ.μ. και 5.00 πμ.





Εικ.11 : Αποτελέσματα μέτρησης ροής κυκλοφορίας (ECB, 2014)

## 5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Στην ενότητα 5, θα εντοπιστούν και αξιολογηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την προετοιμασία, κατασκευή και λειτουργία του θαλάσσιου ναυπηγείου. Η αξιολόγηση των επιπτώσεων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές που περιέχονται στο SAEP-13 της Saudi Aramco (Saudi Aramco Engineering Procedure) για τα έργα που ταξινομούνται ως Category 3, και τις βασικές κατευθυντήριες γραμμές της Royal Commission για Μελέτες ΑΠΕ.

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει όλες τις περιοχές του «υπερ-Ναυπηγείου» (Maritime Yard) και των περιοχών σε άμεση γειτνίαση, όπου εντοπίστηκαν οι ευαίσθητοι υποδοχείς που μπορεί να επηρεαστούν κατά τη διάρκεια κατασκευής και λειτουργίας.

Το παρόν κεφάλαιο αξιολογεί τις επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα, στο έδαφος, στα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα, στη χλωρίδα / πανίδα, στη θαλάσσια οικολογία, (εκτός από θέματα διάθεσης αποβλήτων που αναλύονται σε επόμενη ενότητα), στο θορύβου, στον τοπικό πληθυσμό και την κυκλοφορία.

Ο χώρος του έργου ναυπηγείων δεν είναι ανεπτυγμένος, χωρίς βιομηχανική ανάπτυξη στο παρελθόν. Ωστόσο, η περιοχή έχει οριστεί ως βιομηχανική, εφόσον υπάρχουν βιομηχανικές δραστηριότητες σε μικρή απόσταση. Η χερσαία έκταση παρουσιάζει χαρακτηριστικά της ερήμου καλυπτόμενη από άμμο και αραιή βλάστηση.

## 5.1. Ποιότητα του Αέρα

### 5.1.1. Φάση Κατασκευής

Οι ανησυχίες για επιπτώσεις στην ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων:

- Εκπομπές σκόνης (σωματίδια) από τις κατασκευαστικές δραστηριότητες και δημιουργία ιζήματος από τις βυθοκορήσεις
- Εκπομπές καυσαερίων (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO, PM) από οχήματα, μηχανήματα και εξοπλισμό
- Διαφυγούσες εκπομπές

Η κατεύθυνση του ανέμου είναι συνήθως από το βορρά και βορειοδυτικά, οι επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα θα είναι μεγαλύτερες προς το νότο και νοτιοανατολικά της περιοχής του έργου.

Δραστηριότητες στη φάση της κατασκευής, όπως η προετοιμασία του χώρου και η λειτουργία οχημάτων και βαρέος εξοπλισμού θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σκόνης και εκπομπών καυσαερίων.

- Δημιουργία Σκόνης

Δραστηριότητες όπως η προετοιμασία και εκκαθάριση του χώρου, η επιπέδωση του εδάφους, οι εκσκαφές, το γέμισμα και η απόθεση θα έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σκόνης. Κύρια πηγή εκπομπών σκόνης θα είναι η μεταφορά και ο μετασχηματισμός του εδάφους.

Σύμφωνα με το AP-42 United States Environmental Protection Agency (US EPA official website, 2009), εκτιμάται ότι περίπου το 1,2 τόνοι / στρέμμα / μήνα σκόνης παράγεται συνήθως από μία τυπική σχετική κατασκευαστική δραστηριότητα. Αυτός ο παράγοντας εκπομπών είναι εύχρηστος και χρήσιμος για τον υπολογισμό των εκπομπών σε μια ολόκληρη περιοχή, από την αρχή μέχρι το τέλος.

Οι κατασκευαστικές δραστηριότητες του Ναυπηγείου, αναμένεται να καλύψουν συνολική έκταση περίπου  $7,29 \times 10^6 \text{ m}^2$ , κατά τη διάρκεια των 64 μηνών που υπολογίστηκε ότι θα χρειαστούν.

**Πιν.9 : Υπολογισμός εκπομπών σωματιδίων στο εργοτάξιο (USEPA method of calculating dust emission 2002)**

	ΠΕΡΙΟΧΗ (m <sup>2</sup> )	ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ
ΕΡΓΟ ΝΑΥΠΗΓΕΙΟΥ	7.290.000	$3 \times 10^{-4} \text{ tn/m}^2/\text{month}$	2.187 tn/month

Οι υπολογισμοί για τη συνολική ποσότητα εκπομπής PM (σωματιδίων) κατά τη διάρκεια της κατασκευής, φαίνονται παρακάτω:

- $1,2 \text{ tn} / \text{στρέμμα} / \text{month} = 3 \times 10^{-4} 1,2 \text{ tn} / \text{m}^2 / \text{month}$  (πηγή: US EPA AP-42) →

$3 \times 10^{-4} \text{ tn} / \text{m}^2 / \text{month} \times 7,290,000 \text{ m}^2$  (η συνολική έκταση που θα μετασχηματιστεί για την προετοιμασία της περιοχής) = 2.187 tn/ month ή 72.9 tn / day →

Συνολικές εκπομπές PM = 2.187 tn/ month x 64 months = 139.968 tn.

Περαιτέρω, σκόνη θα δημιουργηθεί και από την κίνηση των διαφόρων οχημάτων στο εργοτάξιο. Σύμφωνα με μελέτη που διεξήχθη από το Τμήμα Ποιότητας Ατμόσφαιρας του Maricopa (Maricopa County AZ official website, 2008) σχετικά με τις εκπομπές σκόνης οχημάτων σε μη ασφαλτοστρωμένους δρόμους στις Ηνωμένες Πολιτείες, η οποία αξιολόγησε τις επιπτώσεις στις εκπομπές σωματιδίων των διαφορετικών τύπων και των ταχυτήτων των οχημάτων που κινούνται σε μη ασφαλτοστρωμένους και χωρίς χρήση κατασταλτικών δρόμους, φαίνεται ότι υψηλότερες ταχύτητες σε άστρωτους δρόμους θα οδηγούν σε υψηλότερες εκπομπές σωματιδίων.

Σκόνη θα δημιουργηθεί επίσης και στις ζώνες κατασκευής και προσωρινές ζώνες κατασκευής από τη χρήση σκυροδέματος, τσιμέντου, ξύλου, πέτρας και πυριτίας.

- Εκπομπές Καυσαερίων

Σωματίδια και άλλες εκλύσεις αερίων στο περιβάλλον θα παρουσιαστούν κατά τη λειτουργία των πετρελαιοκινητήρων, των μηχανημάτων κατασκευής και της κίνησης των οχημάτων. Τα σωματίδια

πετρελαίου ντίζελ (που αποτελούνται από αιθάλη, θειικά άλατα και πυριτικά άλατα) θα προέλθουν από τις εξατμίσεις κινητήρων ντίζελ των οχημάτων, μηχανημάτων και του βαρέος εξοπλισμού.

Επίσης, στις εκπομπές καυσαερίων από οχήματα θα περιλαμβάνονται μονοξείδιο του άνθρακα, οξείδιο του αζώτου, οξείδια του θείου και πτητικά οργανικά. Οι επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα για την περίοδο κατασκευής θα είναι βραχυπρόθεσμες, θα παρουσιαστούν κυρίως κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης.

Με την προϋπόθεση ότι θα εφαρμόζονται μέτρα ελέγχου για την καταστολή της σκόνης και ότι οι εκπομπές των οχημάτων θα συμμορφώνονται με τα πρότυπα, ο αντίκτυπος στην ποιότητα του αέρα από αυτή τη φάση δεν αξιολογείται ως σημαντικός.

### 5.1.2. Φάση Λειτουργίας

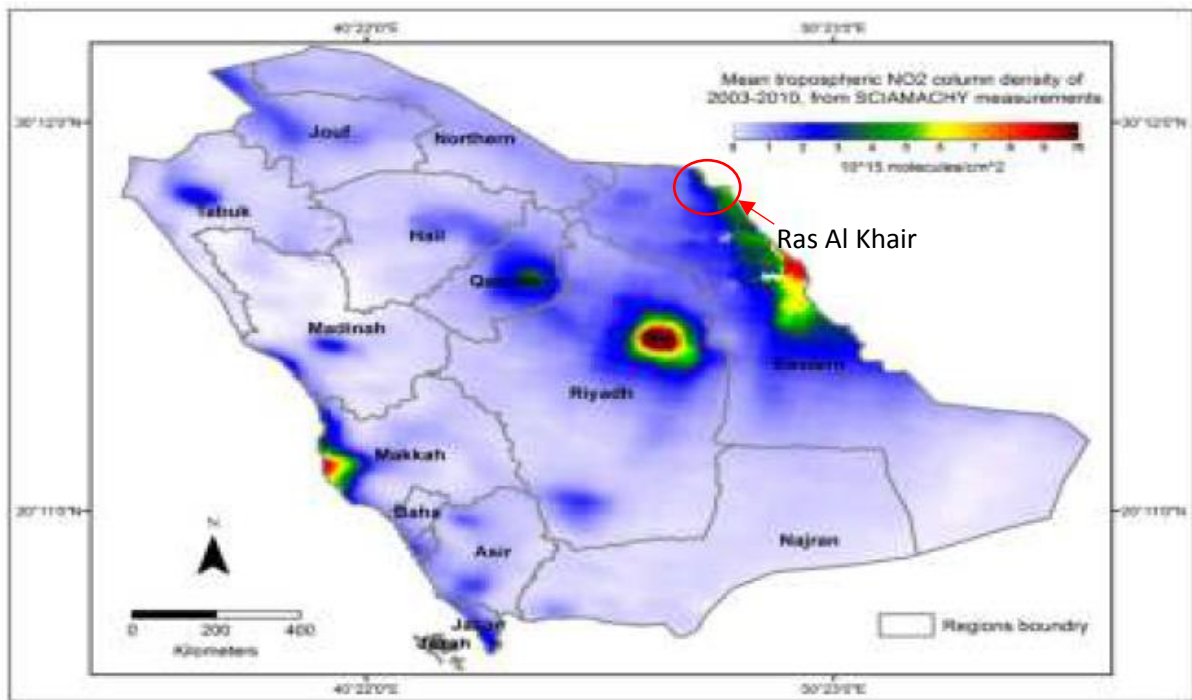
Σε αυτή τη φάση, οι ανησυχίες για επιπτώσεις στην ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα περιλαμβάνουν :

- Εκπομπές καυσαερίων από την κυκλοφορία
- Σκόνη από μηχανήματα κοπής (Plasma Cutting Machine)
- Σκόνη από αμμοβολή, βαφή και οργανικά απόβλητα της γραμμής προεπεξεργασίας και των βαφείων
- Αναθυμιάσεις από τις συγκολλήσεις στο τμήμα υφάλων των πλοίων, το τμήμα σωληνώσεων, το εργαστήριο δοκιμών συγκόλλησης, το τμήμα συγκόλλησης και συναρμολόγησης, τους χώρους συντήρησης κλπ.

Το προτεινόμενο έργο δε θα συμπεριλαμβάνει συνεχείς δραστηριότητες αυξημένων εκπομπών, όπως σε περιπτώσεις χρήσης καυστήρων ορυκτών καυσίμων, λέβητων, καύσης ή μαζικής αποθήκευσης υδρογονανθράκων, οι οποίες προκαλούν απελευθέρωση πτητικών ουσιών. Συνεπώς, το έργο δεν αναμένεται να προκαλέσει υποβάθμιση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα.

Από την άλλη, η μεταφορά του μεγάλου εργατικού δυναμικού (πάνω από 16.000 εργαζόμενοι) προς και από την περιοχή, θα αποτελέσει σημαντική πηγή εκπομπών καυσαερίων. Αυτές οι εκπομπές είναι πιθανό να αυξήσουν τα επίπεδα των καυσαερίων ρύπων, δηλαδή NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO, PM, μία κατάσταση

που ήδη βιώνουν οι βιομηχανικές και αστικές περιοχές του Βασιλείου, όπως έχει καταδειχθεί και στη μελέτη των Ahmadi και Zahrani (2013) για τη μέγιστη πυκνότητα του NO<sub>2</sub> (Εικόνα 12).



**Εικ.12 : Κατανομή μέσης τροποσφαιρικής πυκνότητας NO<sub>2</sub> στη Σαουδική Αραβία (Ahmadi & Zahrani, 2013)**

- Εκπομπές Καυσαερίων

Κατά τη διεξαγωγή της ΑΠΕ του παρόντος έργου, υπήρχαν περιορισμένες πληροφορίες διαθέσιμες σχετικά τη μετακίνηση των εργαζομένων. Ωστόσο, ήταν απαραίτητο να γίνουν οι ακόλουθες παραδοχές (ECB, 2014):

- Ιδιωτικά οχήματα
  - Ανώτερη Διοίκηση: 120 αυτοκίνητα
  - (50%) Διοικητική και Εκτελεστική Διοίκηση: 1300 αυτοκίνητα
  - (30%) Προσωπικό παραγωγής: 4200 αυτοκίνητα
  - Μαζικές μεταφορές : 136 λεωφορεία / βάρδια για το προσωπικό
- Μήκος δρόμου: 40km (συμπεριλαμβάνεται μόνο ο οδικός άξονας από το Ras Al Khair έως το κύριο αυτοκινητόδρομο Dammam - Khafji)
- Δύο διαδρομές ημερησίως κατά μήκος του δρόμου των 40km

Οι εκτιμήσεις που παρουσιάζονται στον Πιν.10, έχουν υπολογιστεί χρησιμοποιώντας συντηρητικούς συντελεστές εκπομπών για επιβατηγά και φορτηγά οχήματα όπως αυτοί δημοσιεύτηκαν από το United States Environmental Protection Agency (US EPA official website, 2009).

**Πιν.10: Εκτιμώμενες ετήσιες εκπομπές από την κυκλοφορία για τη πρόσβαση στην περιοχή του έργου (ECB, 2014)**

			Αριθμός Ι.Χ. 5620		Αριθμός Φορτηγών : 136	
Ρύπος	Μήκος (km)	Διαδρομές	Ημερήσιες εκπομπές (kg)	Ετήσιες εκπομπές (tn)	Ημερήσιες εκπομπές (kg)	Ετήσιες εκπομπές (tn)
CO	40	2	563.57	205.70	35.90	13.10
NOx	40	2	51.39	18.76	39.45	14.40
SOx	40	2	1.36	0.50	0.08	0.03
PM10	40	2	12.11	4.42	1.54	0.56
PM2.5	40	2	7.97	2.91	1.27	0.46
CO2	40	2	140125.13	51145.67	8634.11	3151.45

- Εκπομπές Σκόνης από Μηχανή Κοπής Plasma

Υπολογίζεται ότι θα εκπέμπεται μεταλλική σκόνη από τη μηχανή κοπής πλάσματος CNC κατά τη διάρκεια της κοπής των πλακών χάλυβα με ρυθμό 5,4 kg / h. Για την ελαχιστοποίηση της έκθεσης το έργο θα περιλαμβάνει κινητό σύστημα διήθησης με 90% απόδοση στον περιορισμό των εκπομπών σκόνης 90%. Το σύστημα αυτό θα περιλαμβάνει ένα φίλτρο κασέτας που θα παρέχεται με προκαθορισμένη μονάδα αυτόματου καθαρισμού και φιλτραρίσματος ροής αέρα. Μετά τη διήθηση, η σκόνη που εκπέμπεται αναμένεται να είναι χαμηλότερη από 120 mg / m<sup>3</sup> για συνολικό ρυθμό ροής αέρα 3,4 Kg / h (ECB,2014).

Σε κάθε περίπτωση, η αποτελεσματικότητα του συστήματος αυτού θα πρέπει να αξιολογείται περιοδικά, ώστε να συμμορφώνεται με τα πρότυπα.

- Εκπομπές από τη Γραμμή Παραγωγής

Οι εκπομπές από τη γραμμή παραγωγής θα προκαλούνται σε μεγάλο βαθμό από την αμμοβολή και τα βαφεία. Η αμμοβολή είναι μια διαδικασία που μεταβάλλει τη θλιπτική πίεση, χρησιμοποιώντας στρογγυλά ή σφαιρικά σωματίδια, συνήθως σκληρότερα από το υλικό στόχου. Καθώς πρόκειται για διαδικασία που θα εκθέτει την υγεία των εργαζομένων σε κίνδυνο, οι εκπομπές σκόνης θα περιορίζονται με κυκλωνικό εκκενωτή χρησιμοποιώντας απορροφητήρα σκόνης κυκλώνα και φίλτρο κασέτας. Η σκόνη που θα εκπέμπεται αναμένεται να είναι χαμηλότερη από  $120 \text{ mg} / \text{m}^3$  για συνολικό ρυθμό ροής αέρα  $3,5 \text{ Kg} / \text{h}$  (ECB,2014).

- Εκπομπές από τα Βαφεία

Από τα βαφεία, η σκόνη και οι αναθυμιάσεις θα κατευθύνονται προς διάφορα συστήματα εξαερισμού και διαφοροποιημένης πίεσης, με βοηθητικό σύστημα καθαρισμού με οργανικό διαλύτη.

Συγκεκριμένα, η σκόνη αμμοβολής (οξειδίου του μετάλλου) που παράγεται στο εργαστήριο θα πρέπει να περνάει από σύστημα εξαερισμού με αναρρόφηση και καθαρισμό με κυκλωνικό απορροφητήρα και φίλτρο υψηλής απόδοσης. Το σύστημα θα τοποθετηθεί και στις δύο πλευρές του εργαστηρίου με συνολική αποτελεσματικότητα απόσβεσης σκόνης 99% με τελική συγκέντρωση μικρότερη από  $120 \text{ mg} / \text{m}^3$  σε συνολική ροή αέρα  $23 \text{ Kg} / \text{h}$  (ECB,2014).

Στο εργαστήριο ψεκασμού θα διατηρείται αρνητική εσωτερική διαφορική πίεση και οι αναθυμιάσεις θα συλλέγονται σε ένα φίλτρο που θα βρίσκεται στην έξοδο της εξάτμισης των αναθυμιάσεων. Το υλικό διήθησης θα αποτελείται από πολλά στρώματα γυάλινων επιβραδυντικών ινών ανάφλεξης με χαμηλή αντίσταση, υψηλή συγκράτηση σκόνης, εύκολα στον καθαρισμό, με απόδοση άνω του 80% στη μείωση της σκόνης και τα των αναθυμιάσεων σε λιγότερο από  $120 \text{ mg} / \text{m}^3$  σε συνολική ροή αέρα  $23 \text{ Kg} / \text{h}$ . Οι αναθυμιάσεις ξυλαινίου θα διοχετεύονται σε σύστημα καθαρισμού και, στη συνέχεια, σε φυγοκεντρικό ανεμιστήρα, που προστατεύει από έκρηξη, μειώνοντας την τελική συγκέντρωση καυσαερίων σε λιγότερο από  $70 \text{ mg} / \text{m}^3$  σε συνολική ροή αέρα  $5.9 \text{ Kg} / \text{h}$  (ECB,2014).

- Αναθυμιάσεις Συγκόλλησης

Οι αναθυμιάσεις από τα εργαστήρια δοκιμών και συγκόλλησης σωληνώσεων θα καθαρίζονται με κινητό βραχίονα που θα τραβάει τους καπνούς σε έναν απορροφητήρα. Οι αναθυμιάσεις στη συνέχεια θα εκτρέπονται σε ένα φίλτρο κασέτας μέσω φυγοκεντρικού ανεμιστήρα όπου αναμένεται

να απομακρύνει το 99%. Ο τελικός σωλήνας εξάτμισης αναμένεται να περιέχει λιγότερα από 120mg/m<sup>3</sup> σκόνης για συνολική ροή αέρος 3,5 Kg / h (ECB,2014).

Όσον αφορά στις αναθυμιάσεις από το τμήμα υφάλων των πλοίων και συναρμολόγησης, αυτοί θα καθαρίζονται από σύστημα υψηλού κενού, με 6 αναρροφήσεις συνδεδεμένες σε κάθε «πιστόλι» συγκόλλησης, με εκτιμώμενη αποτελεσματικότητα συλλογής μεγαλύτερη από 90%. Ο τελικός σωλήνας εξάτμισης αναμένεται να περιέχει αιθάλη μικρότερη από 1,2 mg/m<sup>3</sup> και αναθυμιάσεις συγκόλλησης μικρότερες των 4 mg / m<sup>3</sup> (ECB,2014).

Σχετικά με τις βαφές, οι Περιβαλλοντικοί Κανονισμοί της RC δεν παρέχουν συγκεκριμένα πρότυπα για τον τομέα της ναυτιλίας. Εντούτοις, ένα γενικό πρότυπο είναι 0,9 Kg VOC (Volatile Organic Compound)/ L για το υλικό επίστρωσης σύμφωνα με το US EPA για τα Χημικά Επίστρωσης μεγάλων επιφανειών (US EPA official website, 2019).

Ο Πιν.11 παρέχει μια ενδεικτική αξιολόγηση της συμμόρφωσης προς το πρότυπο εκπομπών RC, υποθέτοντας ότι το Ναυπηγείο θα χρησιμοποιεί αντιδιαβρωτική βαφή με πυκνότητα 1,32 Kg / L και όλες οι αναθυμιάσεις που θα παράγονται θα θεωρούνται ως VOC. Με τη χρήση συσκευών ελέγχου με μία τυπική απόδοση απομάκρυνσης 90%, οι τιμές εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων εκτιμάται ότι θα είναι εντός των καθορισμένων ορίων.

**Πιν.11 : Συμμόρφωση με τα πρότυπα εκπομπών της RC (ECB, 2014)**

Περιοχή - Ζώνη	Συνολική Ποσότητα Βαφής (Kg/Day)	Όγκος (L)	Αναθυμιάσεις Βαφής (Kg VOC/day), 10% Συν. Ποσότητας Βαφής	Κλάσμα (Kg VOC/day)
Ζώνη Α (αποβάθρα δεξαμενισμού)	5000	3787,88	500	0.132
Ζώνη Α (αποβάθρα)	1000	757,58	100	0.132
Ζώνη Β (βαφείο)	720	545,45	72	0.132
Ζώνη Β (αγκυροβόλιο)	5000	3787,88	500	0.132
Ζώνη Β (αποβάθρα)	200	151,52	20	0.132
Ζώνη Γ (ύφαλα)	600	454,55	60	0.132
Ζώνη Γ (βαφείο)	1620	1227,27	162	0.132
Ζώνη Γ (βαφείο σωλήνων)	195	147,73	19,5	0.132



<b>Ζώνη Γ (αποβάθρα δεξαμενισμού)</b>	3600	2727,27	360	0.132
<b>Ζώνη Δ (υπερυψωμένο βαφείο)</b>	180	136,36	18	0.132
<b>Ζώνη Γ (βαφείο πλατφόρμας)</b>	750	568,18	75	0.132
<b>Ζώνη Δ (αποβάθρα δεξαμενισμού)</b>	200	151,52	20	0.132

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι εκπομπές από τις δραστηριότητες του Ναυπηγείου ενέχουν σε μεγάλο βαθμό κίνδυνο για την υγεία των εργαζομένων στην περιοχή κατασκευής και λειτουργίας του, ενώ είναι απίθανο να επηρεάσουν τους κοντινούς πληθυσμούς. Είναι ευνόητο ότι ο μετριάσμος και η παρακολούθηση, πρέπει να αποσκοπούν στην εντός των προτύπων διεθνώς αναγνωρισμένων οργανισμών επίτευξη ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα.

Έτσι, το Τεχνικό Γραφείο Περιβαλλοντικής Συμβουλευτικής (ECB) αξιολόγησε τις επιπτώσεις από τον δυνητικά ρυπασμένο αέρα λόγω των αναμενόμενων υψηλών εκπομπών από τις γειτονικές εγκαταστάσεις (υπάρχουσες εγκαταστάσεις και αναπτυσσόμενες) στο Ναυπηγείο, την περιοχή διαμονής του προσωπικού και την περιοχή αναμόρφωσης χρησιμοποιώντας ένα «Μοντέλο Διασποράς Αερίων» («Air Dispersion Modelling Report»). Η Μοντελοποίηση έδειξε ότι οι μέγιστες συγκεντρώσεις είναι μικρότερες από τα εφαρμοστέα περιβαλλοντικά πρότυπα (ECB, 2014). Ως εκ τούτου, δεν απαιτούνται μέτρα μετριάσμου για την προστασία της ποιότητας του αέρα από τους ρύπους αυτούς με εξαίρεση τα φθορίδια, τα οποία εκπέμπονται από τις εγκαταστάσεις Ma'aden (ECB, 2014). Για τη συμμόρφωση με τα πρότυπα, αναμένεται να εφαρμοστούν αντίστοιχες πρακτικές στην περιοχή. Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η μελλοντική επέκταση θα αυξήσει τις προβλεπόμενες συγκεντρώσεις, οι οποίες όμως μπορούν να μειωθούν με εφαρμογή των βέλτιστων πρακτικών.

- Συμπεράσματα

Η βιομηχανική πόλη Ras Al Khair κατά τη διεξαγωγή της ΑΠΕ βρισκόταν στα αρχικά στάδια ανάπτυξης. Όπως φαίνεται, οι κύριες πηγές που επηρεάζουν την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα είναι οι εγκαταστάσεις Ma'aden, οι μονάδες Παραγωγής Ενέργειας και Αφαλάτωσης. Οι άλλες εγκαταστάσεις πρέπει να σχεδιαστούν παρόμοια με τις υπάρχουσες σε Jubail και Yanbu, καθώς για την RC αποτελεί προτεραιότητα η διατήρηση της ποιότητας του αέρα εντός των προδιαγραφών που έχει καθορίσει.

Οι δραστηριότητες στα πλαίσια του προτεινόμενου έργου, δεν αναμένεται να συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση των ρύπων στον ατμοσφαιρικό αέρα. Οποιοσδήποτε επιδράσεις κατά τη φάση κατασκευής θα είναι βραχυπρόθεσμες. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα επίπεδα των σωματιδίων έχουν ήδη αυξηθεί από τις φυσικές συνθήκες της ερήμου (ECB, 2014). Από την άλλη, η κίνηση του εργατικού δυναμικού είναι αυτή που θα συμβάλει σωρευτικά στην επιδείνωση της ποιότητας του αέρα.

## 5.2. Έδαφος και Γεωλογία

Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες για το έδαφος και τη γεωλογία περιλαμβάνουν:

- Απομάκρυνση επιφανειακών στρωμάτων εδάφους
- Συμπύκνωση των εδαφών σε ανεπηρέαστες περιοχές
- Αλλαγές στη φυσική αποστράγγιση
- Πιθανή ρύπανση του εδάφους από τυχόν διαρροή καυσίμου, χημικών και άλλων επικίνδυνων υλικών
- Αλλαγές στην φυσική ακτογραμμή από τις εργασίες βυθοκόρησης και επιχωμάτωσης
- Πιθανή διάβρωση της ακτογραμμής από τροποποιημένη υδροδυναμική ως αποτέλεσμα των διαφόρων δομών του Ναυπηγείου και του κυματοθραύστη
- Μετατόπιση εδάφους
- Πιθανή ρύπανση του εδάφους λόγω απόρριψης από την επεξεργασία λυμάτων

### 5.2.1. Φάση Κατασκευής

Η φάση κατασκευής θα περιλαμβάνει σημαντικά δημόσια έργα για την προετοιμασία του εδάφους της περιοχής του έργου, τη Λεκάνη του Λιμανιού και το Κανάλι Εισόδου, όπως επίσης και όλα τα άλλα κτίρια και την υποδομή ζωτικής σημασίας για την εξυπηρέτηση του έργου. Οι δραστηριότητες προετοιμασίας του χώρου θα περιλαμβάνουν την εκκαθάριση, βυθοκόρηση & επιχωμάτωση, συμπλήρωση με συμπύκνωση/ενοποίηση, ισοπέδωση της γης και τη δημιουργία υποδομών και εγκαταστάσεων.

Η κατασκευή δρόμων εντός της περιοχής του έργου θα περιλαμβάνει υποθαλάσσια χωματοουργικά έργα και τα απαιτούμενα θεμέλια και δομές. Άλλες δραστηριότητες θα περιλαμβάνουν προετοιμασία

καλωδιακών αγωγών και εκσκαφή για υπόγεια καλώδια και επιχωματώσεις για αγωγούς. Εκσκαφές θα διεξαχθούν για τα συστήματα αποστράγγισης (όμβρια ύδατα, αποχέτευση και επεξεργασία λυμάτων, συλλογή και επεξεργασία υδάτων και αποστράγγιση υδάτων πετρελαίου).

Όλες οι δραστηριότητες εκσκαφής θα πραγματοποιηθούν με τη χρήση υδραυλικών εκσκαφών, ενώ το υλικό εκσκαφής θα φορτωθεί σε φορτηγά για τη μεταφορά σε εγκεκριμένες τοποθεσίες διάθεσης. Όπου είναι εφικτό, το υλικό εκσκαφής θα επαναχρησιμοποιηθεί για την πλήρωση του εδάφους (Archirodon, 2016).

Η βυθοκόρηση θα αρχίσει από το βαθύτερο σημείο και θα προχωρήσει προοδευτικά προς την ακτογραμμή. Το υλικό θα χρησιμοποιηθεί για την αποκατάσταση του εδάφους, ενώ το πλεονάζον θα απορρίπτεται δυτικά της περιοχής του Ναυπηγείου (Archirodon, 2016).

- Απομάκρυνση Επιφανειακού Εδάφους

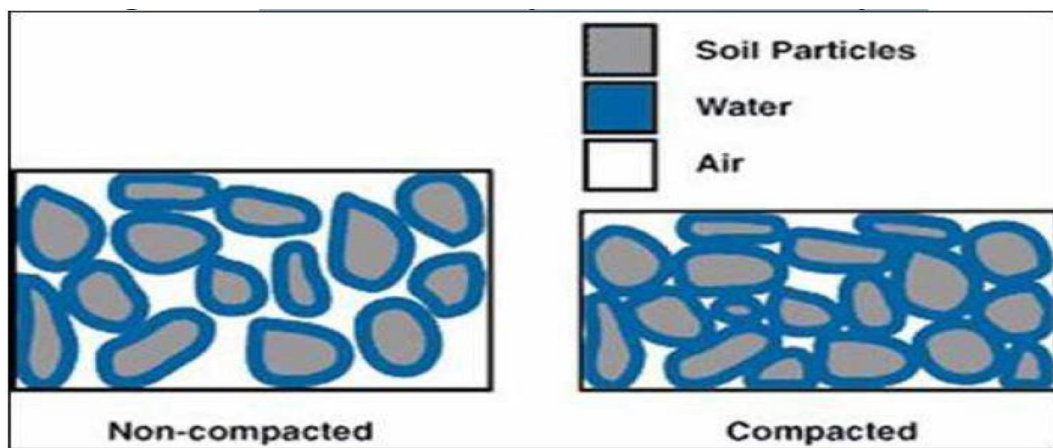
Περίπου το 35% της περιοχής του έργου είναι χερσαίο, εξαιρουμένων των περιοχών που απαιτούνται για την ανέγερση προσωρινών εγκαταστάσεων κατασκευής (Archirodon, 2016). Το ανώτερο στρώμα, συνήθως περιέχει θρεπτικά συστατικά και σπόρους, το οποίο βοηθά τη βλάστηση. Σύμφωνα με τους Bainbridge et al. (2007), η αφαίρεση του ανώτερου αυτού στρώματος ως εκ τούτου προκαλεί:

- Διατάραξη της δομής του εδάφους (εκσκαφές, ανάμειξη στρωμάτων, συμπίεση και ενοποίηση
- Άμεση μείωση του οργανικού περιεχομένου. Επίσης, η μικροβιακή δραστηριότητα σε κατώτερα στρώματα απαιτεί αναερόβιες συνθήκες, οι οποίες θα μεταβληθούν με τις εκσκαφές
- Οι «αποθήκες» σπόρων που σχηματίζονται με φυσικό τρόπο θα απομακρυνθούν μειώνοντας τη βλάστηση κατά τη διάρκεια ευνοϊκών περιόδων.

- Συμπύεση Εδάφους

Θα προκληθεί συμπίεση του εδάφους τόσο της χερσαίας όσο και της υπεράκτιας περιοχής. Στο χερσαίο μέρος, η συμπίεση του εδάφους θα προκύψει ως αποτέλεσμα της κίνησης των οχημάτων και του εξοπλισμού και των δραστηριοτήτων προετοιμασίας του χώρου. Στο υπεράκτιο μέρος, δραστηριότητες, η συμπίεση θα πραγματοποιηθεί στην περιοχή αποκατάστασης μετά την πλήρωση του ιζήματος βυθοκόρησης.

Σύμφωνα με έρευνα των DeJong-Hughes et al. (2001) του University of Minnesota, η συμπίεση αποτελεί σοβαρή ανησυχία, καθώς όταν τα εδάφη συμπιέζονται, ο χώρος μεταξύ των σωματιδίων μειώνεται προκαλώντας αύξηση της πυκνότητας, ανακατανομή των μεγεθών των σωματιδίων και μείωση της διήθησης και της φυσικής αποστράγγισης (Εικόνα 13). Ως αποτέλεσμα, η ανάπτυξη των ριζών και η βλάστηση των φυτών περιορίζονται, καθώς τα συμπαγή εδάφη παρεμποδίζουν την ικανότητα των ριζών των φυτών να απορροφούν νερό και θρεπτικά συστατικά. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί επίσης ότι η συμπίεση μειώνει άμεσα την παρουσία των ωφέλιμων μικροβιακών οργανισμών (μύκητες, βακτηρίδια και αρθρόποδα) Bainbridge (2012).



**Εικ.13 : Οι επιπτώσεις της συμπίεσης στο χώρο των σωματιδίων του εδάφους (Soil Compaction - Causes and Consequences, University of Minnesota, 2001)**

Στη βιομηχανική πόλη του Ras Al Khair, η συμπίεση/συμπύκνωση του εδάφους προϋπάρχει λόγω των διαφόρων βιομηχανικών εξελίξεων και την ανάπτυξη της αντίστοιχης υποδομής (αγωγοί, οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο, κ.ά) (Εικόνα 14). Το προτεινόμενο Ναυπηγείο θα συμβάλει και αυτό με τη σειρά του στην αλλαγή των συνθηκών του εδάφους στην περιοχή.



**Εικ.14 : Συμπύεση εδάφους στο RAS AL KHAIR 2002-2013 (ECB, 2014)**

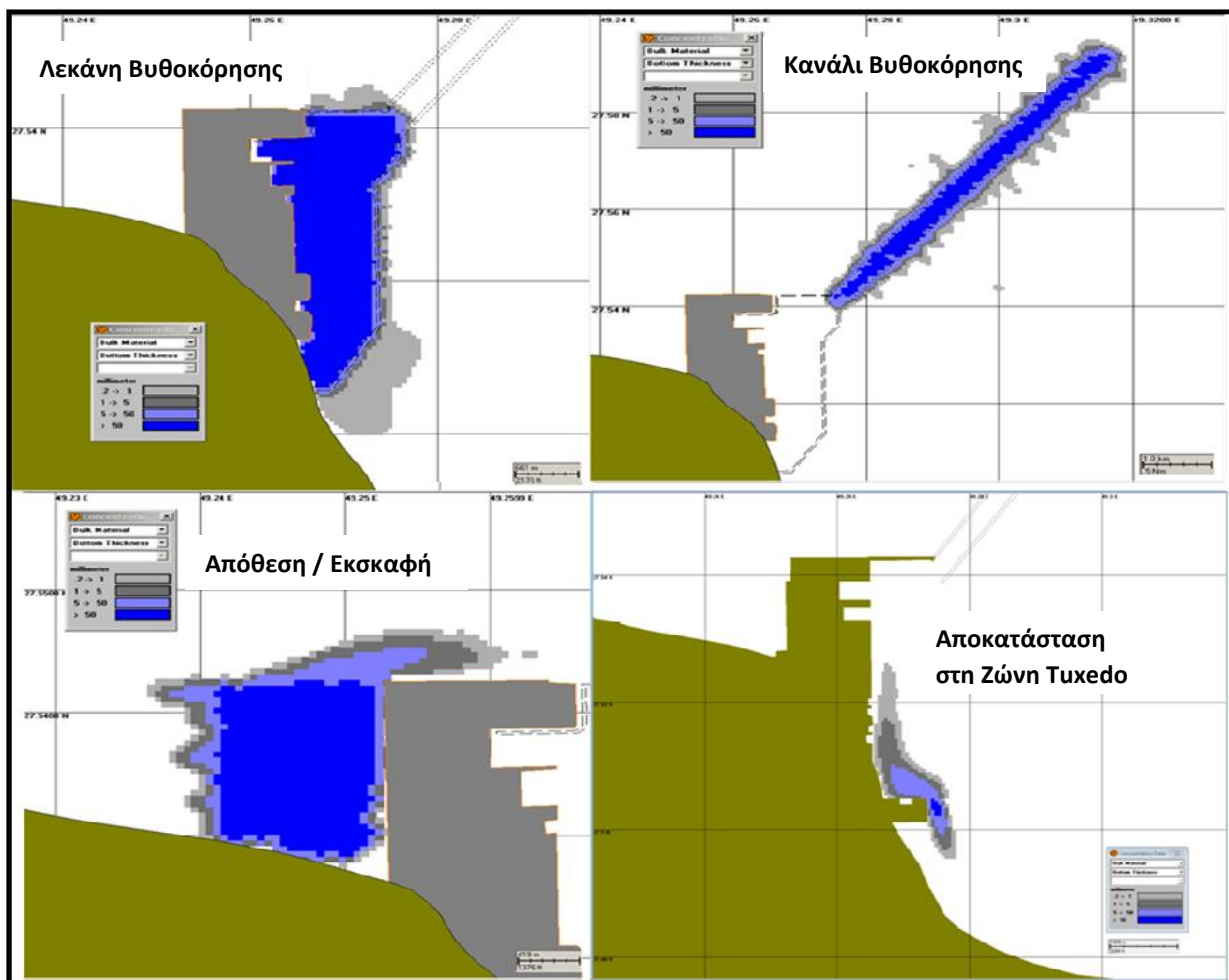
- Ρύπανση του Εδάφους

Η ρύπανση του εδάφους μπορεί προκληθεί από τυχόν διαρροές καυσίμων, χημικών και άλλων επιβλαβών υγρών κατά τη φάση κατασκευής του έργου. Αναμένεται να παρουσιαστούν διαρροές λιπαντικών από τον κατασκευαστικό εξοπλισμό και την κίνηση των οχημάτων. Για το λόγο αυτό θα υπάρχουν επαρκή μέτρα ελέγχου για την πρόληψη και αντιμετώπιση των διαρροών.

- Επιπτώσεις από τη Βυθοκόρηση

Η φυσική διαμόρφωση του βυθού και ακτογραμμής στην περιοχή του έργου θα μεταβληθεί μόνιμα από τη βυθοκόρηση και την επιχωμάτωση που θα πραγματοποιηθεί για το κανάλι πρόσβασης και τη Γιάρδα. Οι ανησυχίες από την ανάληψη αυτών των δραστηριοτήτων περιλαμβάνουν την πιθανή εναπόθεση των ιζημάτων στις παρακείμενες παράκτιες και υπεράκτιες περιοχές, καθώς επίσης και τη διάβρωση λόγω των επιπτώσεων στην κυκλοφορία των υδάτων λόγω της τροποποιημένης ακτογραμμής (ECB, 2014).

Η μελέτη μοντελοποίησης διασποράς ιζημάτων ECB, έδειξε ότι υπάρχει ελάχιστη εναπόθεση πέρα από τα σημεία αποκατάστασης και βυθοκόρησης, το οποίο αποδίδεται στο ταχύ παλιρροϊκό ρεύμα (ECB, 2014).



Εικ.15 : Εναπόθεση ιζημάτων βυθοκόρησης & αποκατάστασης (ECB, 2014)

Το ECB συμβουλευτήκε την RPS-Applied Science Associates (RPS - ASA), σχετικά με την πιθανότητα διάβρωσης της ακτογραμμής που δημιουργούνται από τις νέες κατασκευές, συγκεκριμένα το Ναυπηγείο, τη Λεκάνη Απορροής, τον Κυματοθραύστη και το Κανάλι Εισόδου. Η πιθανότητα

διάβρωσης αξιολογήθηκε με ανασκόπηση των μεταβολών στα παλιρροϊκά ρεύματα πριν και μετά την ανάπτυξη του έργου (ECB, 2014). Με βάση αυτή τη μελέτη, η διάβρωση της ακτογραμμής δε φαίνεται πιθανή δεδομένου ότι οι ροές δε μεταβάλλονται σημαντικά εξαιτίας του έργου. Ωστόσο, υπάρχει μακροπρόθεσμα πιθανότητα δημιουργίας ιζημάτων που θα αναπτυχθούν με τη φυσική κίνηση των κυμάτων, σε περιοχές (στα δυτικά όρια του έργου) όπου η ροή μειώνεται τοπικά. Για αυτό και απαιτείται περιοδική και σε βάθος χρόνου παρακολούθηση για την αξιολόγηση αυτών των ιζημάτων (Archirodon, 2016).

### 5.2.2. Φάση Λειτουργίας

Σε αυτή τη φάση οι ανησυχίες συνοψίζονται στα ακόλουθα :

- Πιθανή ρύπανση του εδάφους από τυχόν διαρροές επικίνδυνων υλικών
- Πιθανή ρύπανση του εδάφους από απορρίψεις του συστήματος επεξεργασίας λυμάτων/ αποβλήτων

Το έργο δεν αναμένεται να περιλαμβάνει αποθήκευση μεγάλης ποσότητας επικίνδυνων υλικών (τοξικές χημικές ουσίες, καύσιμα, λιπαντικά) (Archirodon, 2016). Ωστόσο, η αποθήκευση τοπικά στα σημεία χρήσης είναι αναπόφευκτη. Οποιαδήποτε διαρροή είναι πιθανό να έχει τοπικές μόνο επιπτώσεις, οι οποίες θα μπορούσαν να περιοριστούν με κατάλληλα μέτρα.

Αρχικά, τα λύματα/απόβλητα θα υποβάλλονται σε επεξεργασία στις αντίστοιχες εγκαταστάσεις επεξεργασίας που χρησιμοποιούν τη μέθοδο Membrane bioreactor (MBR) (Archirodon, 2016), δηλαδή το συνδυασμό επεξεργασίας με μεμβράνη, όπως η μικροδιήθηση ή η υπερδιήθηση, με μια διαδικασία βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων, την διαδικασία ενεργοποιημένης ιλύος. Σύμφωνα με τον Judd (2006), η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως για την επεξεργασία αστικών και βιομηχανικών λυμάτων.

Τα επεξεργασμένα λύματα θα χρησιμοποιηθούν για άρδευση, στην τουαλέτα και τους χώρους διαβίωσης, όπως και στους Πύργους Ψύξης (Archirodon, 2016). Η διαδικασία άρδευσης θα γίνεται βάσει των προτύπων της RC και συνεπώς δεν αναμένεται ρύπανση των εδαφών από τη χρήση των επεξεργασμένων λυμάτων. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης ή βλάβης στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, έχει γίνει πρόβλεψη για την εκτροπή  $1.500\text{m}^3 / \text{day}$  στο δημόσιο αποχετευτικό δίκτυο (Archirodon, 2016). Ωστόσο, τα υγρά απόβλητα και τα βιομηχανικά λύματα (ελαφρά ρυπανθέν νερό από τη χρήση στις εγκαταστάσεις) θα επεξεργάζονται στην κοινή μονάδα επεξεργασίας MBR, η οποία σε περίπτωση βλάβης, πιθανόν να προκαλέσει ρύπανση στην περιοχή.

Αναφορικά με τα στερεά απόβλητα, για τα επικίνδυνα (απορριφθείσα βαφή λαδιού, διαλύτες αποβλήτων, χρησιμοποιημένα λάδια κ.λπ.) θα παρέχεται αποθήκη για την προσωρινή αποθήκευση και περιοδική μεταφορά εκτός του Ναυπηγείου, ενώ για τα γενικά βιομηχανικά (π.χ. απορριφθείς χάλυβας) θα υπάρχει ειδικό αποθετήριο για προσωρινή αποθήκευση και περιοδική απόρριψη (Archigodon, 2016). Ως εκ τούτου, οι επιπτώσεις αναμένεται να ελαχιστοποιηθούν μέσω επαρκούς μηχανισμού ελέγχου και εφαρμογής κατάλληλων αντισταθμιστικών μέτρων.

Όπως αναφέρθηκε ήδη στην ενότητα αξιολόγησης των επιπτώσεων κατά τη Φάση Κατασκευής (βλ. Εικ.14) το Ras Al Khair υφίσταται εκτεταμένη βιομηχανική ανάπτυξη με αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλων βιομηχανικών συγκροτημάτων, λιμενικών εγκαταστάσεων και υποστηρικτικής υποδομής. Επακόλουθα, η φυσική μορφή εδάφους αλλάζει αναπόφευκτα και μόνιμα. Στις υπεράκτιες περιοχές, σημαντική βυθοκόρηση και αποκατάσταση έχει ήδη πραγματοποιηθεί, η οποία έχει μεταβάλει τη φυσική βαθυμετρία (ECB, 2014) και έρευνες της ECB στην περιοχή του Ναυπηγείου, υποδεικνύουν ότι υπάρχει ιλύς από τις παρακείμενες εργασίες βυθοκόρησης. Το παρόν έργο δεν αναμένεται να προκαλέσει σημαντική μεταβολή στο ιζήμα και τη βαθυμετρία σε υπεράκτιες περιοχές, αλλά θα συμβάλλει στις αλλαγές που έχουν ήδη λάβει χώρα στην περιοχή.

### 5.3. Υπόγεια Ύδατα

Οι βαθύτεροι σχηματισμοί των υπογείων υδάτων δε φαίνεται να κινδυνεύουν από τις δραστηριότητες του έργου, ενώ οι αβαθείς αδιάσπαστοι υδροφορείς θα μπορούσαν ενδεχομένως να επηρεαστούν (ECB, 2014). Οι πιθανές ανησυχίες περιλαμβάνουν:

- Μεταβολές της απόρριψης υπόγειων υδάτων στους σχηματισμούς sabkha
- Αφυδάτωση και προτιμώμενες ροές
- Πιθανή ρύπανση από τυχαίες διαρροές ή διαρροές.

#### 5.3.1. Φάση Κατασκευής

Οι επιπτώσεις στην παράκτια αποκατάσταση της τάσης των υπόγειων υδάτων εξακολουθούν να αποτελούν αντικείμενο έρευνας και ανάλυσης. Μια συνολική εκτίμηση πραγματοποιήθηκε από τους Hu και Jiao (2010), για την αξιολόγηση των αλλαγών στη ροή των υπόγειων υδάτων ως αποτέλεσμα της παράκτιας αποκατάστασης στο Shenzhen της Κίνας, οι οποίοι ανέφεραν τα εξής:



- Μεταβολές στα επίπεδα υπογείων υδάτων
- Αύξηση του επιπέδου του ανώτατου στρώματος των υπογείων υδάτων
- «Μετανάστευση» εκτός των ακτών της διεπαφής θαλασσινού-γλυκού νερού (πριν από την αποκατάσταση, η «ανταλλαγή» λάμβανε χώρα πιο κοντά στην ακτογραμμή)
- «Μετανάστευση» της ρύπανσης σε υδάτινους βιότοπους θαλάσσιου ύδατος από ρυπασμένες χερσαίες περιοχές

Η πειραματική και ποσοτική ανάλυση από τους Hu και Jiao (2010) έδειξε ότι το νερό αυξάνεται σε περιοχές που σχετίζονται με εκτάσεις που ανακτήθηκαν από τη θάλασσα. Αυτό θα μπορούσε να θεωρηθεί ως πλεονέκτημα για την αύξηση του πόσιμου νερού των υπόγειων υδάτων, καθώς η ανακτηθείσα γη μπορεί να θεωρηθεί ως πρόσθετος υδροφόρος ορίζοντας όπου η τροφοδότηση από τη βροχή γίνεται σε μεγαλύτερη περιοχή. Ωστόσο, η υπερβολική αύξηση της στάθμης του νερού δυνητικά ίσως μειώσει την ικανότητα συγκράτησης των θεμελίων και της σταθερότητας των κεκλιμένων επιπέδων. Η αύξηση της στάθμης πιθανόν να προκαλέσει υγρασία στα επιφανειακά στρώματα κατά τη διάρκεια υπερβολικής βροχόπτωσης, ως αποτέλεσμα της μείωσης της ικανότητας απορρόφησης. Η αποκατάσταση της γης ωθεί επίσης τη διεπαφή θαλασσινού-γλυκού νερού να κινηθεί προς τη θάλασσα.

Η υδρογεωλογία του Ras Al Khair όπως έχει αναφερθεί, διακρίνεται από την εκτεταμένη παρουσία σχηματισμών sabkha. Οι παράκτιοι σχηματισμοί αποτελούν ζώνες εξαιρετικά αλατούχες για τους υδροφορείς. Ο κορεσμός των υπόγειων υδάτων, συμβαίνει σε μικρά βάθη όπου τείνει να υπάρχει νερό υφάλμυρο κοντά στην ανάντη περιφέρεια (στην πάνω πλευρά) και αλατούχο προς την ακτή. Το αλατούχο περιβάλλον είναι πιθανότατα αποτέλεσμα της διείσδυσης του θαλασσινού νερού (Kinzelbach et al., 2003).

Λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα των Hu και Jiao (2010) και την παραπάνω αντίληψη για τους παραθαλάσσιους σχηματισμούς sabkha, είναι πιθανό οι απορρίψεις των υδροφορέων στις παρακείμενες λεκάνες sabkha να επηρεαστούν λόγω του έργου. Η αποκατάσταση της γης μπορεί να μεταβάλει τις διαδρομές διείσδυσης θαλάσσιων υδάτων στα ρηγά αμόλυντα στρώματα, αλλά οι επιπτώσεις στα ρηγά υπόγεια ύδατα δεν θεωρείται ότι θα έχουν σημαντικό αντίκτυπο καθώς τα ύδατα είναι ήδη υφάλμυρα ή αλατούχα και άρα ακατάλληλα για οικιακή ή βιομηχανική κατανάλωση (ECB, 2014).

Επιπλέον, το υλικό πληρώσεως θα είναι κυρίως αμμώδες έδαφος (Archirodon, 2016), το οποίο θα συμπεσθεί και ισοπεδωθεί πριν από την ανέγερση δομών. Συνεπώς, η πιθανότητα συγκράτησης των υδάτων, η οποία θα μπορούσε να επηρεάσει τα θεμέλια ή να προκαλέσει πλημμύρες, είναι ελάχιστη.

Τα όμβρια ύδατα θα συλλέγονται, διοχετεύονται και θα επεξεργάζονται (εάν είναι απαραίτητο) πριν από τη απομάκρυνσή τους στη θάλασσα (ECB, 2014).

Δεδομένου ότι τα αβαθή υπόγεια ύδατα εκτείνονται σε βάθη που κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 1,5m και 2m στην ευρύτερη περιοχή του έργου, για όλες τις εκσκαφές μεγαλύτερου βάθους για σωληνώσεις και θεμέλια απαιτεί αναπόφευκτα εκτεταμένη αποστράγγιση (ECB, 2014). Μέχρι σήμερα στη Σαουδική Αραβία, η συνήθης πρακτική για τα παράκτια αναπτυξιακά είναι η αξιοποίηση αυτού του νερού (στο βαθμό που είναι εφικτό) για την καταστολή της σκόνης των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων. Ωστόσο, δεδομένης της εγγύτητας του χώρου με μεγάλης κλίμακας υφιστάμενα πετροχημικά σύμπλοκα τα οποία από τη φύση τους συνιστούν κίνδυνο ρύπανσης, οποιαδήποτε χρήση ή απόρριψη υπόγειων υδάτων πρέπει να συμμορφώνεται με τα πρότυπα της RC (RCER, 2015).

Αναμένεται ότι η χρήση βαθιών και ισχυρών θεμελίων, όπως αυτά από χυτοπρεσαριστό ή μετατοπιζόμενο τύπο σκυροδέματος (bored cast in situ concrete piles), θα μειώσουν την πιθανότητα δημιουργίας διαδρομών ροής περιμετρικά λόγω των υψηλών πιέσεων που θα αναπτύσσονται στο γύρω έδαφος (Archirodon, 2016).

### 5.3.2. Φάση Λειτουργίας

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, το έργο δεν αναμένεται να περιλαμβάνει αποθήκευση σημαντικής ποσότητας επικίνδυνων υλικών όπως τοξικά χημικά, καύσιμα και λιπαντικά. Ωστόσο, στα σημεία χρήσης αυτών, θα συσσωρεύεται αναπόφευκτα για κάποιο διάστημα αρκετή ποσότητα επικίνδυνων ουσιών όπως χρώματα, βερνίκια και λιπαντικά. Οποιοσδήποτε τυχαίες διαρροές, συμπεριλαμβανομένης της κακής διαχείρισης, θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε τοπική ρύπανση του εδάφους που με τη σειρά της να δημιουργήσει κίνδυνο ρύπανσης υπόγειων υδάτων μικρού βάθους.

Έχει αναφερθεί ρύπανση του εδάφους και των υπόγειων υδάτων σε αρκετά ναυπηγεία παγκοσμίως, όπως στο Hunters Point Naval shipyard στο Σαν Φρανσίσκο (US EPA official website, 2018). στο ναυπηγείο Duwamish στην Αλάσκα (US EPA official website, 2014) και το Cheoy Lee στο Χονγκ Κονγκ (Jiao, 2002). Πιο συγκεκριμένα όλα έχουν αναφέρει συσσώρευση των παρακάτω στα υπόγεια ύδατα μετά από αρκετά χρόνια λειτουργίας:

- Καύσιμα πετρελαίου
- Φυτοφάρμακα
- Βαρέα μέταλλα

- PCB (Polychlorinated Biphenyl)
- sVOC / VOC (semi Volatile/ Volatile Organic Compounds)
- PAH (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)

Τα αυξημένα επίπεδα ρύπανσης σε αυτά τα ναυπηγεία είναι πιθανό να είναι αποτέλεσμα πολλών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της ανεπαρκούς ανταπόκρισης σε μικρές διαρροές και της κακής διαχείριση και έλλειψης κατάλληλων πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων (US EPA official website, 2014 and 2018 & Jiao, 2002). Είναι προφανές λοιπόν, ότι ενώ το ναυπηγείο από μόνο του δεν αποτελεί κίνδυνο για τα υπόγεια ύδατα, οι καθημερινές εργασίες πρέπει να αντιμετωπίζονται κατά τρόπον ώστε, η πρόληψη της ρύπανσης του εδάφους και των υπόγειων υδάτων να αποτελεί προτεραιότητα.

Λαμβάνοντας υπόψη τα όσα αναφέρθηκαν, θα τηρηθούν τα ακόλουθα (Archirodon, 2016):

- Κατά την συντήρηση του εξοπλισμού, τα εξαρτήματα θα αποθηκευτούν σε απόσταση από το εδάφος και δεν θα είναι εκτεθειμένα σε υπόγεια ύδατα ή ρέματα. Για την αποφυγή διαρροών, πώματα και ταινία θα χρησιμοποιηθούν για να σφραγίσουν εντός τους αναστολείς της εσωτερική σκουριάς. Όπου σπάζουν τα πώματα, θα αποστραγγίζεται το συμπύκνωμα και θα αντικαθίστανται οι αναστολείς της σκουριάς. Στη συνέχεια τα καλύμματα θα αντικαθίστανται και οι συσκευασίες θα σφραγίζονται ξανά.
- Για τα στερεά απόβλητα, θα κατασκευαστεί αποθήκη για την προσωρινή αποθήκευση των επικίνδυνων αποβλήτων και την περιοδική μεταφορά τους εκτός της Γιάρδας, ενώ για τα γενικά βιομηχανικά απόβλητα θα δημιουργηθεί «μάντρα» για προσωρινή αποθήκευση και περιοδική απόρριψη.

Στις βιομηχανικές πόλεις μπορεί να προκληθεί ρύπανση του εδάφους και των υπόγειων υδάτων, εφόσον κάθε εγκατάσταση διαχειρίζεται ως ανεξάρτητη μονάδα, με τα επίπεδα ελέγχου να ποικίλλουν. Οι ρυθμιστικές διατάξεις και η επιβολή των μέτρων μπορούν να περιορίσουν την έκταση της ρύπανσης. Στην περίπτωση του Ras Al Khair οι βασικές εγκαταστάσεις για τις οποίες προβλέπονται τα διάφορα μέτρα, είναι αυτές του Ma'aden της Παραγωγής Ενέργειας καθώς το ίδιο το «υπέρ-Ναυπηγείο», μέτρα που διέπονται από τις αρχές της RC για την πρόληψη ρύπανσης του εδάφους και των υπόγειων υδάτων.

## 5.4. Επιφανειακά Ύδατα

### 5.4.1. Φάση Κατασκευής

Σε αυτή τη φάση, οι ανησυχίες συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Κατανάλωση και προμήθεια πόσιμου νερού για το εργατικό δυναμικό και κατασκευαστικές δραστηριότητες

Κατά μέσο όρο,  $1.560\text{m}^3 / \text{day}$  νερού θα απαιτηθούν για περίπου 4.000 άτομα δυναμικό στη φάση κατασκευής (υποθέτοντας  $390\text{ L} / \text{day} / \text{person}$  (Archirodon, 2016), δηλαδή 20% περισσότερο από τα 325 / ημέρα / άτομο που προδιαγράφεται από την Saudi Aramco στο SAES-A-112 (Saudi Aramco Engineering Standard, 2011), για διάρκεια 64 μηνών. Επιπλέον, το πόσιμο νερό θα πρέπει να ικανοποιεί τις ανάγκες για πότισμα, την ανάμειξη και άλλες ανάγκες των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων.

Το πόσιμο νερό θα προέρχεται από το εθνικό δίκτυο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας το οποίο διαχειρίζεται η SWCC μέσω πηγών εγκεκριμένων από την Saudi Aramco και την RC. Η ικανότητα αφαλάτωσης στην ανατολική περιοχή που συνδυάζει τις δυνατότητες των μονάδων SWCC και Μονάδας Παροχής Ενέργειας (IWPP) είναι περίπου  $2 \times 10^6\text{ m}^3 / \text{day}$  με πρόσθετες δυνατότητες που προγραμματίζονται μελλοντικά (Saline Water Conversion Corporation, 2014). Επομένως, η ζήτηση της φάσης αυτής υπερκαλύπτεται από την παραγωγική ικανότητα των μονάδων.

- Συλλογή και διάθεση αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων

Αναμένεται ότι κατά μέσο όρο,  $1.300\text{m}^3 / \text{day}$  λυμάτων θα παράγονται από τους περίπου 4.000 εργαζόμενους στη φάση κατασκευής (υποθέτοντας  $325\text{ L} / \text{day} / \text{person}$ ) (Archirodon, 2016). Τα υγρά απόβλητα Υγειονομικών Μονάδων θα παράγονται κυρίως κατά την πλήση μπλοκ, από τις μονάδες διαμονής και τα γραφεία. Για τη διαχείριση αυτών, θα δημιουργηθεί εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων σύμφωνα με τα πρότυπα της RC (RCER, 2010) για επαναχρησιμοποίηση στο χώρο της κατασκευής (π.χ. καταστολή σκόνης).

- Επιπτώσεις στην ποιότητα των υδάτων από εργασίες βυθοκόρησης και επιχωμάτωσης

Όπως έχει γίνει κατανοητό, η υδροδυναμική των υδάτων του κόλπου θα επηρεαστεί σε διάφορα στάδια των δραστηριοτήτων για την κατασκευή του Ναυπηγείου, της Λεκάνης Απορροής και του Κυματοθραύστη. Για την ποσοτικοποίηση αυτών των αποτελεσμάτων το ECB σε συνεργασία με την RPS-Applied Science Associates (RPS - ASA) χρησιμοποίησε τη μέθοδο RPS – ASA’s HYDROMAP για την Υδροδυναμική Διασποράς Ιζήματος στη θάλασσα (ECB, 2014).

#### 5.4.2. Φάση Λειτουργίας

Σε αυτό το στάδιο, συνοπτικά αναφέρονται τα εξής:

- Κατανάλωση Νερού

Σε αυτή τη φάση, έχει υπολογιστεί ότι θα χρειαστεί τις ακόλουθες ποσότητες (Archirodon, 2016). Οι εκτιμήσεις που παρέχονται αποσκοπούν στη διατήρηση της ποσότητας του νερού στο υψηλότερο δυνατό επίπεδο λόγω του μεγάλου αριθμού εργαζομένων στο σημείο καθώς και των οικισμών:

- Χρήση από το Ναυπηγείο : 2.000 m<sup>3</sup> / day
- Για το εργατικό δυναμικό που δεν θα κατοικεί στην περιοχή (16.500 άτομα): 1320 m<sup>3</sup>/day νερού για οικιακή χρήση, ενώ θα χρησιμοποιηθούν επιπλέον 660 m<sup>3</sup>/ day επεξεργασμένων λυμάτων για έκπλυση τουαλέτας
- Νερό που παρέχεται για τις κατοικίες (12.000 άτομα) 1.900 m<sup>3</sup> / day για οικιακή χρήση και άλλα 490 m<sup>3</sup>/day επεξεργασμένων λυμάτων για την έκπλυση τουαλέτας
- Συνολική ημερήσια ζήτηση νερού: 5.250 m<sup>3</sup> / day για παροχή μέσω του εθνικού δικτύου από το SWCC, ενώ από τα επεξεργασμένα λύματα θα τροφοδοτούνται επιπλέον 3000 m<sup>3</sup> / day για άρδευση, τους πύργους ψύξης και έκπλυση τουαλέτας.

Η συνολική ζήτηση νερού αντιπροσωπεύει περίπου το 1% της υφιστάμενης χωρητικότητας SWCC και της Μονάδας Παροχής Ενέργειας (IWPP) σε Ras Al Khair, Jubail και Khobar (Saline Water Conversion Corporation, 2014) και ως εκ τούτου, η ζήτηση του έργου για νερό είναι εξαιρετικά απίθανο να προκαλέσει έλλειψη στην περιοχή.

- Διαχείριση των Αποβλήτων Υγειονομικών Μονάδων

Η παραγωγή υγρών αποβλήτων θα περιλαμβάνει:

- Λύματα Υγειονομικών Μονάδων από το Ναυπηγείο

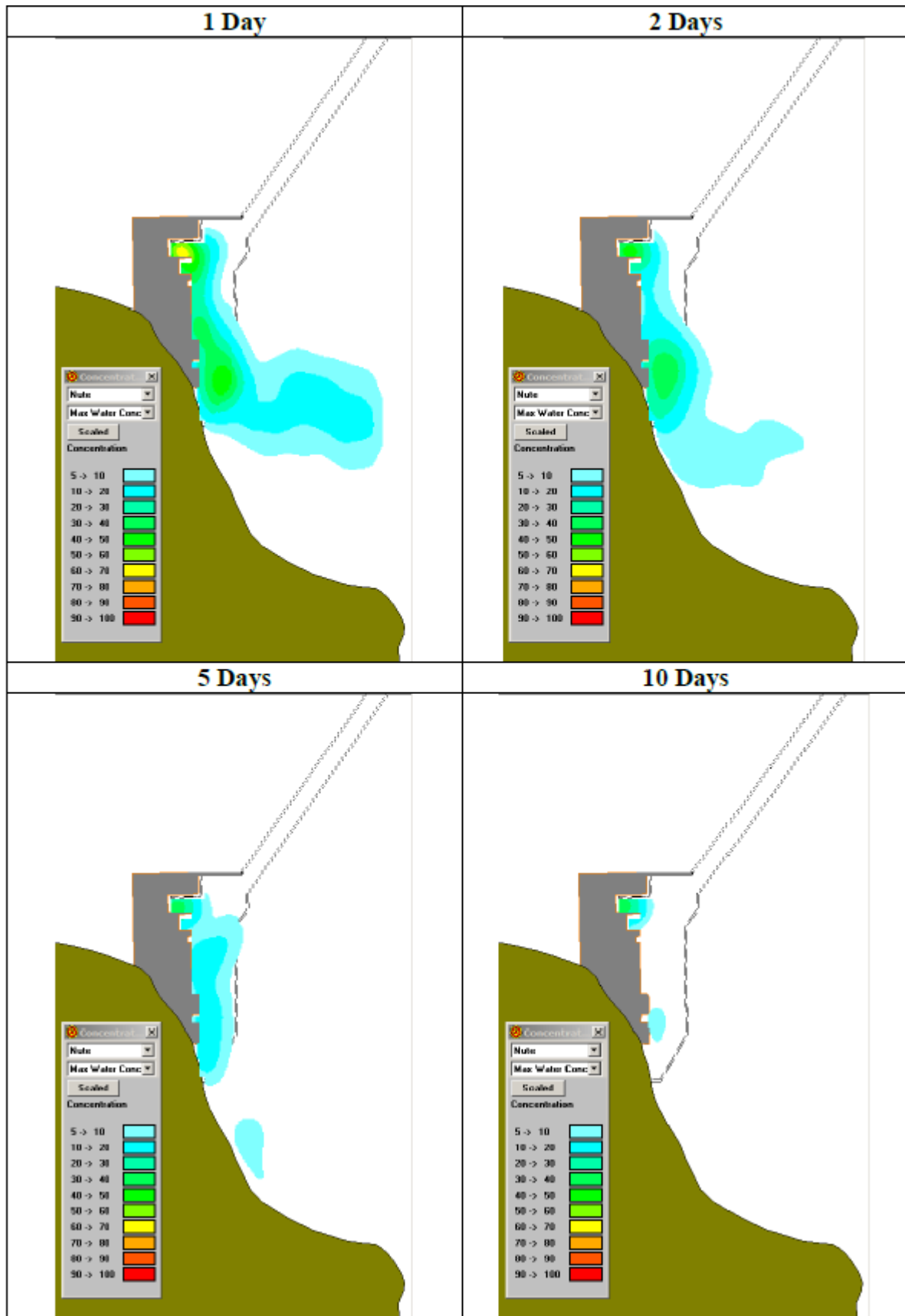
- Λιπαρά απόβλητα & Χημικά καθαρισμού λυμάτων από το σταθμό επεξεργασίας
- Λύματα Υγειονομικών Μονάδων από την κατοικημένη περιοχή

Τα υγρά απόβλητα από το Ναυπηγείο και την κατοικημένη περιοχή θα συνδέονται με το σύστημα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων της RC. Τα απόβλητα από την επεξεργασία αναμένεται να χρησιμοποιηθούν στο ναυπηγείο για άρδευση, την ψύξη του συμπιεστή και των πύργων ψύξης όπως επισημαίνεται παραπάνω.

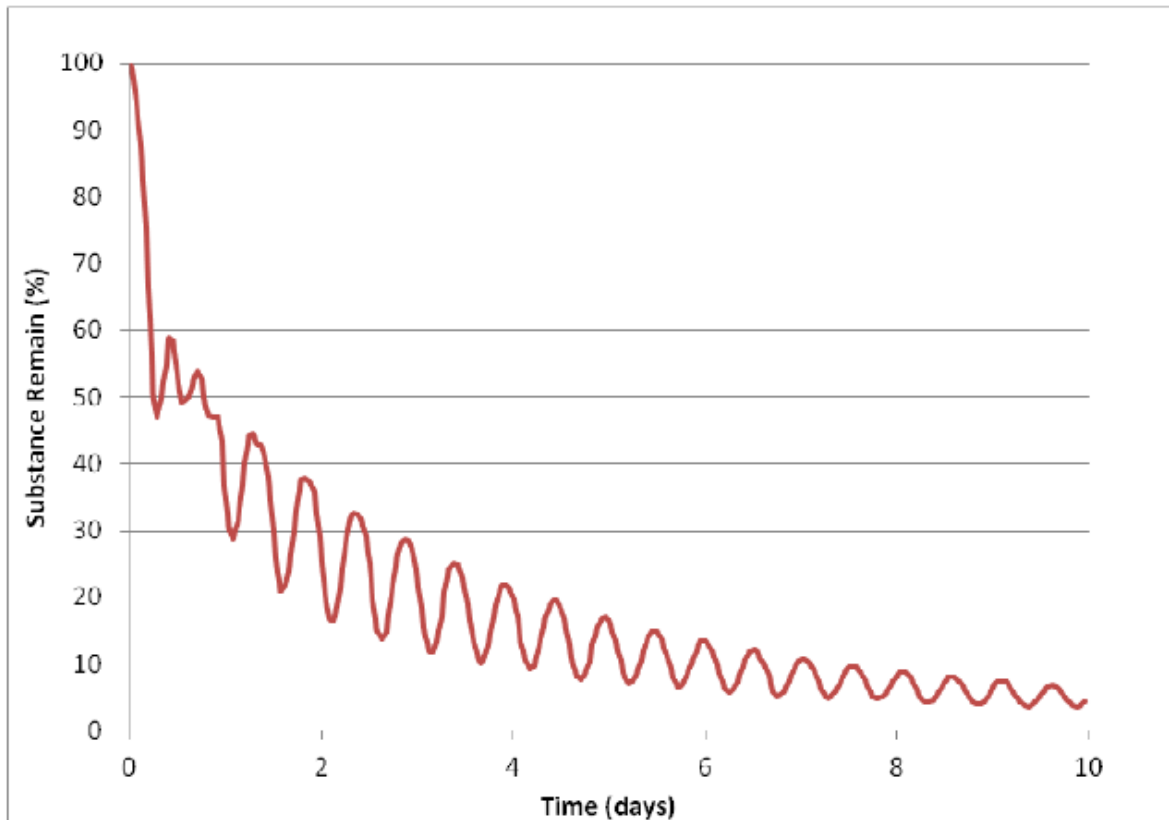
Τα βιομηχανικά λύματα (ελαιώδη και όξινα / αλκαλικά πλυσίματα) θα υποβληθούν εκ των προτέρων σε επιτόπια επεξεργασία με βάση το πρότυπο βιομηχανικών λυμάτων της RC πριν την ανακατεύθυνσή τους στο σύστημα βιομηχανικών λυμάτων της RC για περαιτέρω επεξεργασία.

- Διαρροή Επικίνδυνων Ουσιών στην Περιοχή του Λιμανιού

Για την εκτίμηση της μετακίνησης ρύπων σε περίπτωση διαρροής εντός της λιμνοθάλασσας, πραγματοποιήθηκε μελέτη μοντελοποίησης χρησιμοποιώντας μοντέλο παρακολούθησης σωματιδίων (επιπλέοντα σωματίδια χρησιμοποιήθηκαν ως ιχνηλάτες παρακολούθησης). Αρχικά τα σωματίδια ήταν ομοιόμορφα κατανεμημένα και στη συνέχεια αφέθηκαν να κινηθούν υπό δύο διαδικασίες. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έκπλυσης φαίνονται στην Εικ.16 και το Διαγρ.2. Η έκπλυση είναι σχετικά γρήγορη κοντά στα εξωτερικά όρια της περιοχής βυθοκόρησης με υψηλότερες τιμές πιο κοντά στην περιοχή αποκατάστασης. Στο Διαγρ.2, φαίνεται ότι η αποσύνθεση των σωματιδίων κατά 60-70% γίνεται την πρώτη ημέρα, και περίπου 10% επιπλέον τις επόμενες επτά ημέρες (ECB, 2014).



Εικ.16 : Πείραμα έκπλυσης σωματιδίων για 1,2, 5, 10 ημέρες (ECB, 2014)



**Διαγρ.1 : Χρόνος αποσύνθεσης της αρχικής συγκέντρωσης (ECB, 2014)**

Τα ύδατα του Αραβικού Κόλπου βάνονται από διάφορες πηγές ρύπανσης, όπως αυτές περιγράφονται λεπτομερώς στην ενότητα 4, και περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Ίζημα και αύξηση της θολερότητας ως αποτέλεσμα βυθοκόρησης και αποκατάστασης του εδάφους
- Ρύπανση από υδρογονάνθρακες από εκφορτίσεις έρματος και διαρροές
- Αλατότητα και θερμική απόρριψη από εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας και αφαλάτωσης
- Απορρίψεις λυμάτων

Το παρόν έργο αν και θα έχει επιπτώσεις κυρίως τοπικά, θα είναι ένα ακόμη με σωρευμένες επιπτώσεις σε τοπικό επίπεδο που θα προκαλέσει αλλαγή στα ύδατα του Κόλπου. Επιπλέον, θα περιλαμβάνει εκφόρτιση έρματος από εισερχόμενα σκάφη και θα συμβάλλει στις συνολικές ποσότητες που απορρίπτονται στα ύδατα του Κόλπου. Θα πρέπει οι απορρίψεις να γίνονται βάσει προτύπων RC (RCER, 2010), ώστε το νερό να είναι απαλλαγμένο από διεσδυτικά είδη και έτσι να



μετριασθούν οι σχετικές επιπτώσεις. Το Πείραμα Έκπλυσης Σωματιδίων που παρουσιάστηκε παραπάνω, έδειξε ότι ένα γεγονός διαρροής στη λεκάνη απορροής είναι πιθανό να περιοριστεί τοπικά και οι ουσίες ρύπανσης να αποσυντεθούν σε χρονικό διάστημα λίγων μόνο ημερών.

Τέλος, ενώ δεν απαιτείται αποθήκευση μεγάλης ποσότητας επικίνδυνων και ρυπαντικών υλικών στο Ναυπηγείο, ενδέχεται να υπάρξουν μερικές μικρές διαρροές, που με την άμεση ανταπόκριση το γύρω παράκτιο περιβάλλον θα επηρεαστεί ελάχιστα. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι σε επιτόπιες επισκέψεις του ECB (2014), μπάλες πίσσας (πετρέλαιο αναμειγμένο με άμμο) παρατηρήθηκαν στο παράκτιο μέτωπο, υποδεικνύοντας τα πρόσφατα γεγονότα διαρροής.

## 5.5. Χερσαία Οικολογία

### 5.5.1. Φάση Κατασκευής

Οι δραστηριότητες προετοιμασίας του χώρου θα περιλαμβάνουν εκκαθάριση, εκσκαφή, συμπλήρωση, στρωματοποίηση, ισοπέδωση/συμπύεση, σήμανση γης και κατασκευή προσωρινών δρόμων. Μετατόπιση και απώλεια βιοτόπων θα προκύψει αναπόφευκτα με την έναρξη των δραστηριοτήτων, οπότε και οι αμμόλοφοι και η βλάστηση αφαιρούνται. Με βάση τις επιτόπιες έρευνες, η χλωρίδα στην περιοχή (που αποτελείται σε μεγάλο βαθμό από είδη χλόης) είναι συγκεντρωμένη στις παράκτιες περιοχές των αμμόλοφων και των sabkha σχηματισμών. Λαμβάνοντας υπόψη την αραιή βλάστηση και το ότι τα φυτικά είδη της περιοχής δε χρήζουν διατήρησης, η μετατόπιση της χλωρίδας δεν αναγνωρίζεται ως σημαντικό ζήτημα (Archirodon, 2016).

Ενώ η χλωρίδα μπορεί να μην έχει αξία διατήρησης, στην περιοχή εντοπίστηκε η σαύρα *Uromastix aegyptia* με σημαντική αξία διατήρησης. Αυτό το είδος περιλαμβάνεται στην κόκκινη λίστα της International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2014). Επομένως, πρέπει να καθοριστούν αντισταθμιστικά μέτρα για την απώλεια των οικοτόπων. Οποιοδήποτε τέτοιο είδος εντοπιστεί στο χώρο θα πρέπει να προστατευθεί από βλάβη, να φυγαδευθεί και να απελευθερωθεί στη γύρω περιοχή με ασφάλεια.

### 5.5.2. Φάση Λειτουργίας

Δεν υπάρχουν σημαντικές επιπτώσεις από το έργο πέραν της διατάραξης των τοπικών χερσαίων βιοτόπων κατά την κατασκευή. Ωστόσο, οποιαδήποτε επέκταση της εγκατάστασης θα απαιτούσε την

απόκτηση περισσότερης γης που με τη σειρά της θα οδηγήσει σε περαιτέρω μετατόπιση και απώλεια οικοτόπου.

Το ECB έχοντας πραγματοποιήσει έρευνες επανειλημμένα στο Ras Al Khair, για τις εγκαταστάσεις Ma'aden, τη Μονάδα Παραγωγής Ενέργειας και Αφαλάτωσης, έργα αγωγών της Saudi Aramco κλπ., έχει εμπειρία στην περιοχή. Από το 2002 υπήρξαν αξιοσημείωτες αλλαγές στο τοπίο που οφείλονται στην βιομηχανοποίηση της πόλης, πριν από την οποία η περιοχή χρησιμοποιείτο ευρέως από τους ντόπιους Βεδουίνους για βόσκηση ενώ υπήρχε ελάχιστη υποδομή, ένας δρόμος σύνδεσης του Ras Al Khair με τον κύριο αυτοκινητόδρομο Dammam Khafji και τους αγωγούς της Saudi Aramco.

Εντούτοις για την ανάπτυξη μίας πόλης βιομηχανικής, μεγάλες εκτάσεις γης χρειάστηκε να μετασηματιστούν και να σημειωθούν μετακινήσεις της χλωρίδας και της πανίδας. Παρόλο που, σύμφωνα με το ECB, το προτεινόμενο έργο θα έχει πολύ μικρότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα από τις υπάρχουσες βιομηχανικές εγκαταστάσεις, θα συμβάλλει και αυτό με τη σειρά του στην αλλαγή του οικοσυστήματος.

## 5.6. Ακτογραμμή και Θαλάσσια Οικολογία

### 5.6.1. Φάση Κατασκευής

Τυπικά σε ένα παράκτιο έργο αποκατάστασης, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες κατά την κατασκευή αφορούν στην απώλεια των ακτών και των θαλάσσιων οικοτόπων, και συγκεκριμένα στην απώλεια των θαλάσσιων και κοραλλιογενών οικοσυστημάτων.

- Απώλεια της ακτογραμμής και του θαλάσσιου οικοτόπου

Οι επιτόπιες έρευνες που πραγματοποίησε το ECB έδειξαν ότι η περιοχή καλύπτεται στο μεγαλύτερο μέρος της από λάσπη και άμμο με τα μικρή θαλάσσια βλάστηση και κάποια διάσπαρτα κοράλλια κοντά στην ακτή. Ενώ η περιορισμένη παρουσία τους στη στεριά μπορεί να υποδηλώνει χαμηλή ποσότητα στην περιοχή, το ECB (2014) εκτιμά ότι η θαλάσσια βλάστηση ήταν ευρέως παρούσα πριν από τη βιομηχανική ανάπτυξη. Η ανάπτυξη του Ναυπηγείου θα οδηγήσει στην καταστροφή της υπάρχουσας χλωρίδας για τη δημιουργία της λεκάνης απορροής. Η βυθοκόρηση του καναλιού θα οδηγήσει αναπόφευκτα και στην αφαίρεση των λίγων κοραλλιών που υπάρχουν στην περιοχή.

- Επιπτώσεις από την απομάκρυνση και εναπόθεση ιζημάτων

Όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 4, η απομάκρυνση και απόθεση των ιζημάτων μπορεί να έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στα ψάρια και άλλους θαλάσσιους οικότοπους. Η βυθοκόρηση μπορεί επίσης να επηρεάσει τα ψάρια μέσω της ταφής των αυγών που είναι προσαρτημένα στα ιζήματα του πυθμένα, καθώς τα αιωρούμενα ιζήματα αυτά θα κατακάθονται.

Οι υπάρχουσες πληροφορίες σχετικά με τις επιπτώσεις των αιωρούμενων ιζημάτων βασίζονται σε πειράματα έκθεσης κυρίως για ψάρια γλυκού νερού. Υπάρχει έλλειψη σχετικής βιβλιογραφίας για τις χρόνιες αποκρίσεις των ψαριών που εκτίθενται σε υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης ιζημάτων για παρατεταμένες χρονικές περιόδους, και ακόμα δεν είναι γνωστές οι επιδράσεις σε μη σαλμονιδικά είδη (Au et al. 2004; Wilber and Clarke 2001).

Από ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, οι περισσότερες από τις μελέτες περιγράφουν τις θανάσιμες και υποθανάσιμες επιπτώσεις στην έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις χωρίς όμως να παρέχουν τα πραγματικά όρια στις οποίες αυτές παρατηρήθηκαν. Συνεπώς, τα όρια που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την ΑΠΕ, βασίστηκαν στις έρευνες κυρίως των Wilber and Clarke (2001) και ήταν αρκετά συντηρητικά με εφαρμογή και σε άλλα τροπικά / υποτροπικά είδη. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης του ECB (2014), η απόθεση από τις εργασίες βυθοκόρησης θα είχε ελάχιστη επίδραση στους πελαγικούς οργανισμούς με πιθανές επιπτώσεις σε οποιοδήποτε «μη κινητό» οργανισμό στην επιφάνεια του θαλάσσιου βυθού, όπως τα κοράλλια. Ωστόσο, η θαλάσσια βλάστηση και οι αχιβάδες στον Αραβικό Κόλπο έχουν αποδειχθεί ότι είναι σχετικά ανθεκτικά στα ιζήματα (Erftemeijer & Shuail, 2012).

#### 5.6.2. Φάση Λειτουργίας

Σε αυτή τη φάση, οι κύριες ανησυχίες συνδέονται με τις απορρίψεις και τις τυχαίες διαρροές. Οι απορρίψεις περιλαμβάνουν συνήθως βιομηχανικά και απόβλητα αποχέτευσης, καθώς επίσης και εκφορτίσεις έρματος. Στο συγκεκριμένο έργο, οι απορρίψεις των δυο πρώτων ειδών αποφεύγονται με επεξεργασία και χρήση των επεξεργασμένων λυμάτων στο σημείο, είτε για άρδευση είτε για μερική κάλυψη της ζήτησης κατά τη λειτουργία, και συνεπώς δεν αναμένεται τα συγκεκριμένα απόβλητα να αποτελέσουν κίνδυνο για το θαλάσσιο περιβάλλον.

- Επιπτώσεις από εκφορτίσεις έρματος

Κοντά στην ακτή, είναι πιθανό να απορρίπτεται το έρμα των εισερχόμενων πλοίων, το οποίο είναι γνωστό ότι περιέχει διάφορες επιβλαβείς ουσίες, μεταξύ άλλων και ρύπους πετρελαίου και μη-ιθαγενή χωροκατακτητικά θαλάσσια είδη.

Όταν ένα πλοίο φορτώνει έρμα από μια περιοχή, ταυτόχρονα παίρνει και κάποιους ιθαγενείς θαλάσσιους οργανισμούς των θαλάσσιων υδάτων. Κατά τη διάρκεια της απόρριψης του έρματος σε άλλη περιοχή, διάφορα υδρόβια είδη όπως τα ψάρια, τα βακτήρια, και φυτά μεταφέρονται μαζί. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ναυσιπλοΐας - IMO (IMO, official website), τα θαλάσσια είδη στην περιοχή απόρριψης του έρματος, καθίστανται ευάλωτα, ενώ ο ίδιος έχει αναρτήσει λίστα με τα διάφορα διεισδυτικά είδη, την προέλευσή τους και τις επιπτώσεις σε άλλα περιβάλλοντα. Οι εισερχόμενοι οργανισμοί μπορούν να καταλάβουν περιοχές ήδη κατειλημμένες από άλλα είδη, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει ακόμη και στην εξάλειψη των ενδημικών ειδών.

Εκτός από τα χωροκατακτητικά είδη, τα εισερχόμενα στο Ναυπηγείο πλοία, συχνά φέρουν ρυπασμένο με υδρογονάνθρακες έρμα, η απόρριψη του οποίου θα προκαλέσει ρύπανση στα ύδατα του Αραβικού Κόλπου και θα επηρεάσει την θαλάσσια οικολογία.

Λαμβάνοντας υπόψη τα όσα αναφέρθηκαν, η προσέγγιση των πλοίων στη Γιάρδα, θα πρέπει να ελέγχεται μέσω επιθεώρησης και δειγματοληπτικού ελέγχου για να διασφαλιστεί η ποιότητα του θαλάσσιου έρματος ώστε να συμμορφώνεται με τα πρότυπα της RC (RCER, 2010), και να μην περιέχει χωροκατακτητικά είδη (IMO official website, 2019).

## 5.7. Θόρυβος

Η περιοχή του Ras Al Khair βρίσκεται σε σχετικά απομακρυσμένη τοποθεσία χωρίς σημαντικούς ευαίσθητους υποδοχείς, όπως κατοικίες ή ευαίσθητες στον θόρυβο περιοχές όπως σχολεία, νοσοκομεία κ.λπ.).

### 5.7.1. Φάση Κατασκευής

Οι πρωταρχικοί υποδοχείς σε αυτή τη φάση είναι το εργατικό δυναμικό στις παρακείμενες εγκαταστάσεις του Ma'aden και το γραφείο της Ακτοφυλακής στα βόρεια του χώρου του έργου. Η κατασκευή περιλαμβάνει βυθοκόρηση, αποκατάσταση, αλλά και δραστηριότητες προετοιμασίας όπως εκκαθάριση, εκσκαφές, επιστρωμάτωση κλπ. Αυτό συνεπάγεται τη συχνή χρήση βαρέων

μηχανημάτων, γεννητριών και οχημάτων και άρα αύξηση του επιπέδου θορύβου και δημιουργία δονήσεων στο έδαφος.

Σύμφωνα με τους Gilchrist et. Al (2003), η μέση έκθεση του θορύβου των εργαζομένων καθορίζεται ως ένα βαθμό από την ισχύ του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού ή της έκθεσής του σε αυτόν και στο οποίο χρησιμοποιείται ο εξοπλισμός. Τυπικά, σε μεγάλα κατασκευαστικά έργα χρησιμοποιούνται μηχανήματα και χωματουργικός εξοπλισμός, που παράγουν περισσότερο θόρυβο από αυτόν που παράγεται σε μικρότερα έργα. Παρομοίως, οι πηγές θορύβου μέσα σε ένα κτίριο ή μια ημι-κλειστή περιοχή θα δημιουργούν υψηλότερα επίπεδα θορύβου από ό,τι αν ήταν έξω (Legris & Roulin, 1998). Η κίνηση των κατασκευαστικών οχημάτων και η μεταφορά των δομικών υλικών, μηχανημάτων, προμήθειών, συντριμμιών κλπ., όπως και η χρήση φορτηγίδων για τη μεταφορά υλικού στις υπεράκτιες περιοχές, θα συμβάλουν επίσης στην αύξηση του θόρυβου στην περιοχή.

Δεδομένου ότι οι βασικοί ευαίσθητοι υποδοχείς θα είναι το εργατικό δυναμικό στην περιοχή του έργου και τις παρακείμενες εγκαταστάσεις, αξιολογήθηκαν οι επιπτώσεις του υψηλού θορύβου στους ανθρώπους. Συνήθως τα θορυβώδη περιβάλλοντα δημιουργούν άγχος, στέρηση ύπνου και διάφορες διαταραχές της φυσιολογίας. Το μέγεθος αυτών των επιπτώσεων εξαρτάται από την έκθεση στο συγκεκριμένο περιβάλλον (Legris & Roulin, 1998).

Ο Πιν.12 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των εκτιμήσεων έκθεσης που πραγματοποίησε η Αμερικανική Ένωση για τη Βιομηχανική Υγιεινή (American Industrial Hygiene Association – AIHA, 2015) για τους εργαζόμενους σε κατασκευαστικά έργα. Η μελέτη αναφέρει την απώλεια ακοής ως την πιο συχνά αναφερθείσα επίδραση από την έκθεση στον θόρυβο (Myerchis, 2015), όπως φαίνεται στον Πιν.13.

**Πιν.12 : Μέσα ημερήσια επίπεδα έκθεσης στο θόρυβο (8ωρο) χειριστών βαρέως εξοπλισμού σε dBA (AIHA, 2015)**

Εξοπλισμός / Πόστο	Μεσοσταθμισμένος Χρόνος (8ωρο) dBA	Τυπική Απόκλιση	Εύρος dBA
Μπουλντόζα βαρέως τύπου	95	5	91 – 107
Οδοστρωτήρας με δόνηση	97	4	91 – 104
Μπουλντόζα ελαφρού τύπου	96	2	93 – 101
Οδοστρωτήρας ασφαλτόστρωσης	95	4	85 - 103
Τροχοφόρος Φορτωτής	94	4	87 – 100
Διασκορπιστής Ασφάλτου	91	3	87 – 97
Γρκείντερ ελαφρού τύπου	89	1	88 – 91

Μηχανικός Εκκαφέας	88	3	80 – 93
Εργάτες	90	6	78 – 107
Ερπυστριοφόρο 35tn μη μονωμένης καμπίνας	94	3	90 – 98
Ερπυστριοφόρο 35tn μονωμένου καμπίνας	84	3	80 – 89
Γερανός με λάστιχα καουτσούκ 35tn μονωμένη καμπίνας	74	9	59 – 87
Γερανός με λάστιχα καουτσούκ 35tn μη μονωμένης καμπίνας	84	5	78 – 90
Γερανογέφυρα	74	2	70 – 76

Πιν.13 : Ειδικότητες που εμφανίζουν περιστατικά απώλειας ακοής (Myerchis, 2015)

Θέση Εργασίας	Αριθμός Ηχογραμμάτων	Περιστατικά με μερική απώλεια ακοής	Ποσοστό περιστατικών με απώλεια ακοής
Χειριστής Γερανού	116	38	33
Συγκολλητής	602	176	29
Ξυλουργός	811	214	26
Χειριστής Μηχανικού εξοπλισμού	340	84	24
Χειριστής Μηχανοκίνητου Οχήματος	983	185	19
Ηλεκτρολόγος	495	92	19

### 5.7.2. Φάση Λειτουργίας

Σε αυτό το στάδιο, οι βασικοί υποδοχείς θα είναι το επιτόπιο εργατικό δυναμικό. Ωστόσο, μακροπρόθεσμα, όσο η βιομηχανική πόλη θα επεκτείνεται προκειμένου να συμπεριλάβει εγκαταστάσεις στέγασης, κοινότητες και συναφείς εγκαταστάσεις θα αυξηθούν σημαντικά οι ευαίσθητους υποδοχείς.

Οι δραστηριότητες θα ελέγχονται και θα υπάρχει εντατική διαχείριση των εκπομπών των σταθερών πηγών θορύβου (όπως ο σταθμός συμπίεσης, το εργαστήριο επίστρωσης και εργαστήριο επίστρωσης των σωλήνων, ο χώρος άντλησης υδάτων κλπ) ώστε να πληρούνται τα πρότυπα, δηλαδή μικρότερες ή ίσες των 65dB κατά τη διάρκεια της ημέρας και μικρότερες ή ίσες των 55dB (RCER, 2015), όπως παρουσιάζονται στον Πιν.14.

**Πιν.14: Επιτρεπόμενα απο την Royal Commission επίπεδα θορύβου (RCER, 2015)**

<b>ΖΩΝΗ</b>	<b>Ο ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ ΝΑ ΜΗΝ ΥΠΕΡΒΑΙΝΕΙ (Dba)</b>
<b>Κατοικίες, ιδρύματα &amp; άλλες υπηρεσίες</b>	50
<b>Επιχειρήσεις</b>	65
<b>Βιομηχανική</b>	75
<b>Εσωτερικό Κτηρίου (κλειστά παράθυρα)</b>	50

- Σταθμός Συμπίεσης Αέρα

Θα εγκατασταθεί σιγαστήρας εξαερισμού στο ακροφύσιο του συμπιεστή αέρα, οι πόρτες και τα παράθυρα του χώρου θα ηχομονωθούν, ο ανεμιστήρας εξαερισμού και απόρριψης θερμότητας θα διαθέτουν σιγαστήρα ενώ το κλείστρο εισόδου αέρα θα επιτρέπει την εξάλειψη του θορύβου. Η οροφή θα είναι κατασκευασμένη με ηχομονωτικά υλικά και οι τοίχοι θα είναι ηχοαπορροφητικοί για τη μείωση της αντήχησης και του συνολικού επιπέδου θορύβου στο χώρο και της εξωτερικής μετάδοσης θορύβου (Archirodon, 2016).

- Εργαστήριο Επίστρωσης Σωλήνων & Εργαστήριο Επιστρώσεων

Ο ανεμιστήρας φυγοκέντρισης που θα λειτουργεί για την απορρόφηση σκόνης και την επεξεργασία των καυσαερίων θα επεξεργαστεί ώστε να περιοριστούν δονήσεις και κραδασμοί, και θα τοποθετηθεί σιγαστήρας στην έξοδο. Τα παράθυρα και οι πόρτες οπίσθιου μηχανοστάσιου θα είναι εφοδιασμένα με ακουστική μόνωση και θα παραμένουν κλειστά κατά τη λειτουργία. Όμοια με το παραπάνω εργαστήριο, ο ανεμιστήρας εξαερισμού θα έχει σιγαστήρα και το κλείστρο εισόδου θα συμβάλλει εξουδετέρωση θορύβου (Archirodon, 2016).

- Εργαστήριο Προεπεξεργασίας Χάλυβα

Ο ανεμιστήρας για την συλλογή και εξαγωγή της σκόνης και την επεξεργασία των αναθυμιάσεων θα υποστεί επεξεργασία για την απομόνωση κραδασμών. Ο εξοπλισμός του εργαστηρίου που αποτελεί ισχυρή πηγή θορύβου θα ηχομονωθεί για τη μείωση της αντήχησης στο μηχανοστάσιο. Οι χώροι ελέγχου στο μηχανοστάσιο θα ηχομονωθούν και η οροφή θα επιστρωθεί με ηχοαπορροφητικό υλικό (Archirodon, 2016).

- Αίθουσα Αντλίας Παροχής Νερού & Φυσητήρα Επεξεργασίας των Αποβλήτων

Η αντλία νερού πρέπει να υποστεί επεξεργασία για απομόνωση των δονήσεων. Οι πόρτες και τα παράθυρα θα ηχομονωθούν, η είσοδος και η έξοδος του αέρα θα υποβληθούν σε επεξεργασία για εξάλειψη του θορύβου κατά το μέγιστο δυνατό. Η επεξεργασία απορρόφησης του ήχου στο χώρο άντλησης, θα μειώσει το θόρυβο αντήχησης στο μηχανοστάσιο και, στη συνέχεια, θα περιορίσει τη μετάδοση αυτού εξωτερικά (Archirodon, 2016).

## 5.8. Κοινωνικές Επιπτώσεις

Σε όλα τα έργα βιομηχανικής ανάπτυξης οι κύριες κοινωνικές ανησυχίες περιλαμβάνουν:

- Απόκτηση Γης

Η περιοχή Ras Al Khair είναι σήμερα μια καθορισμένη βιομηχανική πόλη υπό τη δικαιοδοσία της RC. Πριν από την ίδρυση της βιομηχανικής πόλης, η περιοχή χρησιμοποιείτο για βόσκηση από τοπικές, νομαδικές οικογένειες Βεδουίνων που στη συνέχεια μετακινήθηκαν, λόγω της ανάπτυξης. Βάσει ερευνών του ECB, μεταξύ του 2002 και του 2008, δεν υπήρχαν ιδιώτες με ιδιόκτητη γη ή μόνιμοι κάτοικοι (ECB, 2014). Δεδομένου ότι το παρόν έργο περιορίζεται στη βιομηχανική πόλη Ras Al Khair, δεν απαιτείται εξαγορά γης ή ακούσια επανεγκατάσταση.

- Εισροή Μεγάλου Μεταναστευτικού Εργατικού Δυναμικού

Έχει υπολογιστεί ότι θα απαιτηθεί εργατικό δυναμικό 8.000 ατόμων κατά τη διάρκεια της φάσης κατασκευής και πάνω από 16.000 για τη λειτουργία. Το εργατικό δυναμικό θα φιλοξενηθεί σε προσωρινές εγκαταστάσεις στα νότια της Γιάρδας. Είναι πιθανό οι μικρές επιχειρήσεις, όπως οι εταιρείες ανάθεσης, παροχής ανθρώπινου δυναμικού, εμπορικές μονάδες και άλλες παρόμοιες επιχειρήσεις θα επωφεληθούν από τις απαιτήσεις προμηθειών κατά την κατασκευή. Στη φάση της



λειτουργίας, οι μόνιμες οικιστικές μονάδες θα συνεχίσουν να ωφελούν τους τοπικούς τροφοδότες (Archrirodon,2016).

- Πίεση στις Υπάρχουσες Εγκαταστάσεις της Κοινότητας

Δεν υπάρχουν εγκαταστάσεις, όπως νοσοκομεία, σχολεία ή άλλες σχετικές υπηρεσίες κοντά στο χώρο του έργου. Τέτοιες εγκαταστάσεις άρχισαν να αναπτύσσονται πολύ πρόσφατα στην περιοχή εξαιτίας του έργου, επομένως, δεν θα επιβαρυνθούν οι δημόσιες υπηρεσίες (Archrirodon,2016).

- Επιπτώσεις στους Τόπους Αρχαιολογικής και Πολιτιστικής Κληρονομιάς

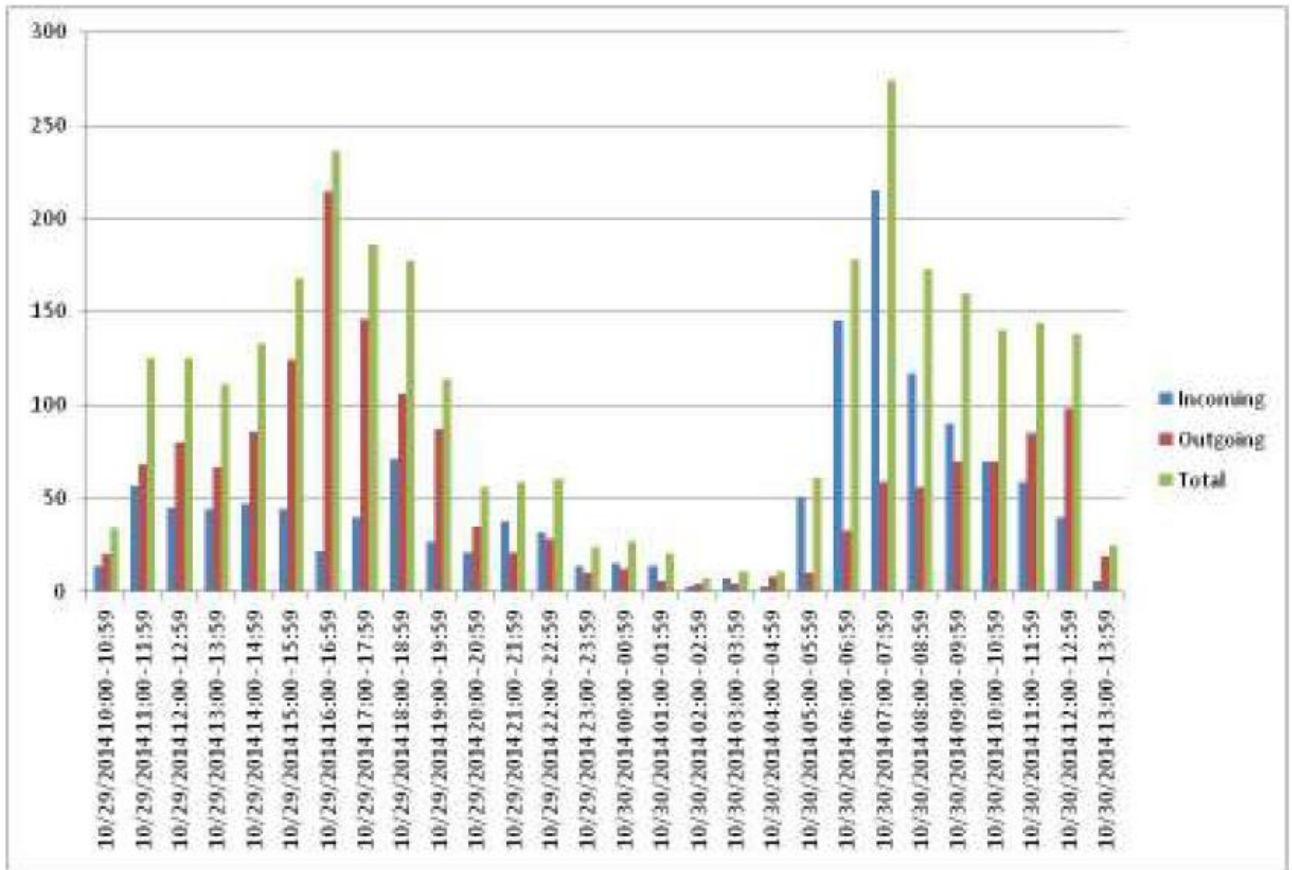
Δεν υπάρχουν ιστορικοί, αρχαιολογικοί χώροι και περιοχές πολιτιστικής κληρονομιάς στην περιοχή ή σε κοντινή απόσταση από την περιοχή του έργου(Archrirodon,2016).

Συνολικά, η δημιουργία Ναυπηγείου στο Ras al Khaif θα επηρεάσει θετικά την περιοχή. Κατά τη διάρκεια της φάσης λειτουργίας του έργου, οι τοπικές και περιφερειακές εταιρείες πιθανότατα θα έχουν ευκαιρίες να υποβάλουν προσφορές για συμβάσεις παροχής διαφόρων υπηρεσιών υποστήριξης, όπως η διαχείριση και διάθεση αποβλήτων, υπηρεσίες μεταφορών, υπηρεσίες σίτισης και διαμονής, εργασίες συντήρησης κ.ά. Αυτό θα ωφελήσει την τοπική και περιφερειακή οικονομία μακροπρόθεσμα και θα συμβάλει έμμεσα στην ενίσχυση της απασχόλησης. Το συγκεκριμένο έργο αποτελεί μέρος του ευρύτερου στόχου της ανάπτυξης του Ras al Khaif που θα συμβάλει οικονομικά στην περιοχή, θα δημιουργήσει ευκαιρίες απασχόλησης και θα αποτελέσει καταλύτη για την προσέλκυση δευτερευουσών βιομηχανιών(Archrirodon,2016).

## 5.9. Κυκλοφορία και Μεταφορές

Οι έρευνες έδειξαν ότι συμβαίνουν αυξημένη ροή στις εγκαταστάσεις Ma'aden μεταξύ 7 και 8 π.μ. και μεταξύ 4 και 5 μ.μ., με την ελάχιστη κίνηση να καταγράφεται μεταξύ 11:00 μ.μ. και 5:00 π.μ. το πρωί (Διαγρ.2). Οι ώρες αιχμής αντιστοιχούν στις εργάσιμες ώρες και τις ώρες αλλαγής βάρδιας στις εγκαταστάσεις Ma'aden (ECB, 2014).

Οι έρευνες έδειξαν επίσης σημαντική μείωση της κυκλοφορίας στο δρόμο μετά από την έξοδο Ma'aden. Επιπλέον, η έξοδος από την Διαδρομή 95 (αυτοκινητόδρομος Dammam-Khafji), δρόμος σύνδεσης με το Ras Al Khaif αποτελεί επίσης ένα δυνητικό σημείο κυκλοφοριακής συμφόρησης σε αυτές τις ώρες.



Διαγρ.2 : Έρευνα κυκλοφοριακής ροής (ECB, 2014)

### 5.9.1. Φάση Κατασκευής

Οι επιπτώσεις σχετίζονται με τις μεταφορές εντός, από και προς την περιοχή του έργου και συγκεκριμένα αφορούν:

- Συμφόρηση από τη μετακίνηση βαρέων μηχανημάτων και εξοπλισμού και τη μετακίνηση του προσωπικού

Η φάση κατασκευής θα δει αυξημένη και ακανόνιστη δραστηριότητα των οχημάτων, αλλά μόνο προσωρινά, μέχρι την ολοκλήρωση του έργου. Οι δραστηριότητες που θα λάβουν χώρα θα συνεπάγονται σε μεγάλο βαθμό τη μεταφορά εργατών, βαρέος εξοπλισμού, οικοδομικών οχημάτων, υλικών, πρώτων υλών και αποβλήτων. Θα υπάρξει ένας μέσος όρος

- Οχήματα κατασκευής που κινούνται αργά, όπως εκσκαφείς και ανυψωτικά μηχανήματα
- Αυξημένη επισκεψιμότητα και ασφάλεια των εργαζομένων και άλλων χρηστών του δρόμου Ras al Khair και του αυτοκινητοδρόμου Al Khafji

Ο ανάδοχος του έργου, θα καταρτίσει ένα Σχέδιο Διαχείρισης Κυκλοφορίας για την πρόσβαση και έξοδο από το σημείο κατά τη διάρκεια των διαφόρων φάσεων (Archirodon, 2016). Το Σχέδιο θα υποδεικνύει πώς το προσωπικό θα αποκτήσει πρόσβαση, πώς θα μεταφέρονται τα υλικά και ο εξοπλισμός, και πώς θα απομακρύνονται τα απόβλητα.

Θα παραχωρηθούν ξεχωριστές εισοδοί για τα οχήματα και το προσωπικό, ενώ οι διαδρομές των πεζών θα χωρίζονται από τα εργοστάσια και τα οχήματα για την ασφαλή μετακίνησή τους. Το Σχέδιο θα ενημερώνεται κατά τη διάρκεια κατασκευής, ώστε να αντικατοπτρίζει την μεταβαλλόμενη φύση των δραστηριοτήτων κατασκευής του χώρου (Archirodon, 2016).

#### 5.9.2. Φάση Λειτουργίας

Οι ανησυχίες εδώ περιλαμβάνουν:

- Κυκλοφοριακή συμφόρηση από τη λειτουργία του Ναυπηγείου
- Τη μετακίνηση των εργαζομένων
- Μεταφορές πρώτων υλών, αναλώσιμων και προϊόντων
- Επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα

Θα υπάρξει σημαντική αύξηση της κυκλοφορίας κατά μήκος της οδού σύνδεσης της περιοχής του έργου με τη Διαδρομή 95. Κατά προσέγγιση αναμένονται επιπλέον 5.000-6.000 των 3.000 που χρησιμοποιούν καθημερινά αυτό τον αυτοκινητόδρομο (Archirodon, 2016). Στη Διαδρομή 95, ωστόσο, με τον νέο ανισόπεδο κόμβο, αναμένεται να περιοριστεί η συμφόρηση τις ώρες αιχμής. Ωστόσο, στην έξοδο προς Ma'aden, όπου δεν υπάρχουν εναλλακτικές επιλογές κατά τις ώρες αιχμής, είναι πιθανό να είναι αρκετά δυσχερής η πρόσβαση και στις δύο εγκαταστάσεις (Archirodon, 2016).

## 6. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

### 6.1. Μη Δημιουργία του Ναυπηγείου

Το έργο θα μπορούσε να αποφευχθεί χωρίς κοινωνιοοικονομικές ή άλλες απώλειες. Ωστόσο, το «υπερ-Ναυπηγείο» αποτελεί σημαντικό ορόσημο για την οικονομική ανάπτυξη της βιομηχανικής πόλης του Ras Al Khair και το Βασίλειο γενικότερα. Θα μπορούσε να εξυπηρετήσει τις βιομηχανίες εξόρυξης, πετρελαίου και φυσικού αερίου με σημαντικά οφέλη που δε θα έρθουν σε περίπτωση μη ανάπτυξης του σχεδίου. Το Βασίλειο θα έχανε επίσης στρατηγικά πλεονεκτήματα εάν ένα παρόμοιο έργο πραγματοποιείτο σε άλλη χώρα στον Αραβικό Κόλπο.

## 6.2. Τοποθεσία του Έργου

Οι Εταίροι, διεξήγαν μελέτη για την επιλογή της τοποθεσίας του Ναυπηγείου για το Ras Al Khair και το Jazan, στη δυτική περιοχή (Archirodon, 2016). Εξετάστηκαν η διαθεσιμότητα γης, οι δυνατότητες επέκτασης, η εγγύτητα στις υπεράκτιες δραστηριότητες εξόρυξης πετρελαίου και φυσικού αερίου και η γειννίαση με ναυτικές οδούς και σημεία φόρτωσης, η διαθεσιμότητα υποδομής, η κρατική υποστήριξη, η πρόσβαση σε εργατικό δυναμικό, οι κεφαλαιουχικές δαπάνες (CAPEX), οι επιχειρησιακές δαπάνες και οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί. Κατόπιν, και αφού μελετήθηκαν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, οι Εταίροι επέλεξαν το Ras Al Khair.

## 7. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Για την Διαχείριση των Αποβλήτων και την επίβλεψη στη βιομηχανική πόλη Ras Al Khair είναι υπεύθυνη η RC. Πριν την έναρξη του έργου, δεν υπήρχαν εγκαταστάσεις επεξεργασίας ή διάθεσης αποβλήτων που να βρίσκονται εντός της πόλης. Όλα τα απόβλητα που παράγονται εντός του Ras Al Khair μεταφέρονταν συνήθως στο Jubail για επεξεργασία και απόρριψη (RCER, 2010).

Μόνο οργανισμοί εγκεκριμένοι από την RC μπορούν να κάνουν τη συλλογή, μεταφορά και / ή επεξεργασία των αποβλήτων που παράγονται στη βιομηχανική πόλη.

Η διαχειρίστρια εταιρεία έχει την ευθύνη να ακολουθήσει τις απαιτήσεις που καθορίζονται από την RC και υποχρεούται να προετοιμάσει ένα σύστημα διαχείρισης που συμμορφώνεται με αυτά τα πρότυπα, το οποίο απαιτεί κατ'ελάχιστο (ECB, 2014)

- Τον προσδιορισμό όλων των σημαντικών περιβαλλοντικών πτυχών
- Τον καθορισμό τρόπων διαχείρισης των εργασιών έτσι ώστε να ελέγχονται οι σημαντικές περιβαλλοντικές πτυχές και οι κίνδυνοι που εντοπίζονται

- Τον καθορισμό της εφαρμογής κατάλληλων αντισταθμιστικών μέτρων
- Την παροχή μηχανισμού για την εξασφάλιση της αποτελεσματικής εφαρμογής του απαιτούμενου ελέγχου και των προβλεπόμενων αντισταθμιστικών μέτρων

Αντίστοιχα, η ανάδοχος εταιρεία και όλοι οι υπεργολάβοι καταρτίζουν ειδικό σχέδιο / διαδικασία που ασχολείται με τη διαχείριση των αποβλήτων κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των εργασιών, το οποίο περιλαμβάνει:

- Ανάπτυξη μιας διαδικασίας ταξινόμησης των αποβλήτων
- Πρακτικές μείωσης των αποβλήτων
- Καθοδήγηση για τη διαχείριση των αποβλήτων του προσωπικού αποτελεσματικά και σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ισχυόντων κανονισμών περί αποβλήτων
- Περιγραφή του τρόπου διαχείρισης των αποβλήτων (συλλογή, χειρισμός, μεταφορά, αποθήκευση, επεξεργασία κ.λπ.).

Τα αναμενόμενα απόβλητα που θα προκύψουν κατά τη φάση κατασκευής είναι τα εξής (Archirodon, 2016):

- Γενικά απόβλητα: έδαφος, θαλάσσιος άργιλος και άλλα συντρίμια που προέρχονται από εκσκαφές ή βυθοκόρηση

Αυτά αναμένεται να αποθηκευτούν για να παραλειφθούν από εγκεκριμένες υπηρεσίες απομάκρυνσης αποβλήτων στρατηγικά εγκατεστημένες για εύκολη πρόσβαση

- Οργανικά απόβλητα: Απορρίμματα τροφίμων, γραφείων

Τα απόβλητα τροφίμων καθώς και τα απόβλητα γραφείων θα τοποθετούνται σε πλαστικές σακούλες πριν στους κάδους, οι οποίοι θα αδειάζονται καθημερινά για την αποτροπή συγκέντρωσης εντόμων και οσμών.

- Ανακυκλώσιμα απόβλητα: Απορρίμματα χάλυβα, Ξυλεία, Απορρίμματα σκυροδέματος
- Τοξικά (επικίνδυνα) βιομηχανικά απόβλητα: Χημικά απόβλητα, PVC υλικά, γράσα και λιπαντικά, χρησιμοποιημένα ή εναπομείναντα χρώματα με βαρέα μέταλλα ή οργανικούς διαλύτες, κόλλες ή κόλλες που περιέχουν οργανικούς διαλύτες, χρησιμοποιημένες ή μπαταρίες μολύβδου

Θα καταγράφονται για κάθε χώρο έργου, τα αρχεία θα διατηρούνται και θα ενημερώνονται από τον υπεύθυνο του έργου.

- Οικιακά λύματα

Θα υφίστανται επεξεργασία στη μονάδα επεξεργασίας λυμάτων. Τα ύδατα έκπλυσης από μαγείρεμα και πλύσιμο θα διοχετεύονται στον θάλαμο επιθεώρησης και στη συνέχεια στο υπάρχον φρεάτιο.

Τα αναμενόμενα απόβλητα που θα προκύψουν κατά τη φάση λειτουργίας είναι (Archirodon, 2016):

- Απόβλητα οικιακών αποβλήτων και γενικά απόβλητα
- Βιομηχανικά λύματα: Λιπαρά απόβλητα, λύματα για πλύση οξέων και βάσεων και αλκαλικών αποβλήτων
- Αέρια: Σκόνης μηχανής κοπής (Plasma Cutting Machine), αμμοβολής, αναθυμιάσεις από συγκόλληση, καυσαέρια, οργανικά απόβλητα από τα βαφεία
- Στερεά απόβλητα: Γενικά στερεά απόβλητα βιομηχανικής χρήσης και επικίνδυνα στερεά απόβλητα

Στον Πιν.15 συνοψίζονται κατευθυντήριες γραμμές για τη μείωση των τυπικών αποβλήτων της φάσης κατασκευής, όπως αυτές δόθηκαν από το ECB (2014).

**Πιν.15 : Κατευθυντήριες γραμμές για τη μείωση των τυπικών αποβλήτων ECB (2014)**

<b>Πώληση ή δωρεά για επαναχρησιμοποίηση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ντουλάπια, πόρτες, υδραυλικά, φωτιστικά, μοκέτες, μεντεσέδες, επένδυση τοίχων, καθρέφτες, κιγκλιδώματα κλιμακοστασίου, ξυλεία, κεραμίδια από πηλό και τούβλα, μέταλλα όπως χάλκινο σύρμα και σύρμα αλουμινίου, υδραυλικά σκεύη και εξαρτήματα</li> <li>• Υφάσματα και αρχιτεκτονικά στοιχεία από υπάρχοντα κτίρια</li> <li>• Σε ορισμένους δήμους χρησιμοποιούνται καθαρά και μη ρυπασμένα απορρίμματα σκυροδέματος για σταθεροποίηση του εδάφους ή επανεπεξεργάζονται για χρήση σε δρόμους, πέτρινα θεμέλια και άλλα έργα. Χαλίκι (σκυρόδεμα, τούβλα, τσιμεντοκονίαμα και ορισμένοι τύποι κεραμιδιών) θρυμματισμένο και κοσκινισμένο για χρήση ως αμμοχάλικο</li> </ul>
<b>Επιτόπια επαναχρησιμοποίηση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι αρμοί μπορούν να κοπούν και να χρησιμοποιηθούν ως πάσσαλοι για το σχηματισμό ή για στηρίγματα γύρω από τα ανοίγματα δαπέδου.</li> <li>• Η άκαμπτη μόνωση που απομένει μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διάφραγμα εξαερισμού</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Η ασφάλτος μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί επί τόπου με θέρμανση οδοστρώματος, έγχυση αποστάγματος πετρελαίου, λείανση, ανάμιξη</li> </ul>
<b>Ανακύκλωση</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι ανακυκλωτές μετάλλων δέχονται θραύσματα καλωδίων από αλουμίνιο ή χαλκό, άλλα καλώδια, σωλήνες, σίδηρο, χαλκό, ορείχαλκο, χάλυβα, σωλήνες μολύβδου, και συσκευές όπως ψυγεία, καταψύκτες, ροδέλες και σόμπες</li> <li>• Η ξυλεία ή παλέτες μπορούν να ανακυκλωθούν σε έπιπλα ή να χρησιμοποιηθούν ως, λίπασμα ή ως οικοδομικά προϊόντα. Μερικές φορές οι παλέτες μπορούν να επιστραφούν στους προμηθευτές</li> <li>• Τα απορρίμματα γύψου μπορούν να ανακυκλωθούν σε ορισμένες περιοχές</li> <li>• Το γυαλί μπορεί να ανακυκλωθεί ή να χρησιμοποιηθεί αντί άμμου ως υλικό επίστρωσης</li> <li>• Τα πλακίδια ασφάλτου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ασφαλτοστρωμένους δρόμους για επισκευή των λακκουβών</li> <li>• Θερμομόνωση (υαλοβάμβακα, άκαμπτος αφρός, αφρός)</li> </ul>
<b>Πρόληψη της ρύπανσης και μείωση της ποσότητας των αποβλήτων</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οι προμηθευτές γυψοσανίδας να κάνουν χρήση γυψοσανίδων απορριμμάτων για την παραγωγή γυψοσανίδας και τη μείωση των αποβλήτων</li> <li>• Να είναι εύκολα προσβάσιμα τα αποκόμματα γυψοσανίδας για χρήση σε μικρούς χώρους</li> <li>• Αντικατάσταση τοξικών διαλυτών, των κολλών και επιχρισμάτων με λιγότερο επικίνδυνα υλικά, όπως υδατοδιαλυτά ή χαμηλής πτητικής οργανικής ένωσης χρώματα</li> <li>• Άμεση επιτόπια επαναχρησιμοποίηση διαλυτών ή σύμβαση με εταιρεία ανακύκλωσης</li> <li>• Εταιρία</li> <li>• Ελαχιστοποίηση διαρροών κατά τη βαφή με καθαρισμό πιστολιών ψεκασμού βυθίζοντας το εμπρόσθιο άκρο στο διαλύτη</li> <li>• Σφράγισμα και κάλυψη των δοχείων διαλυτών, συγκολλητικών και επιχρισμάτων για την αποτροπή της εξάτμισης</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ρύθμιση του χρονοδιαγράμματος για μείωση των αποβλήτων από τον καθαρισμό</li> </ul>
--	--

## 8. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

Απαιτείται Σχέδιο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, το οποίο θα καταρτίσει το ECB συνεργασία με την RC και τους Εταίρους, για την παροχή ενός πλαισίου για τον μετριασμό και την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την κατασκευή και λειτουργία του Ναυπηγείου. Οι αντικειμενικοί στόχοι του είναι:

- Για να διασφαλιστεί ότι το έργο εκτελείται σύμφωνα με τις ισχύουσες απαιτήσεις και τους κανονισμούς της Saudi Aramco
- Να διασφαλιστεί ότι τα ενδιαφερόμενα μέρη του έργου είναι ενήμερα και οι ανησυχίες τους αντιμετωπίζονται σε όλες τις φάσεις
- Καθιέρωση του πλαισίου περιβαλλοντικής διαχείρισης και στο πλαίσιο του οποίου θα εφαρμοστούν τα μέτρα μετριασμού
- Να προσδιορίσει ένα ελάχιστο σύνολο συγκεκριμένων μέτρων για την πρόληψη και τον μετριασμό των επιπτώσεων
- Να προτείνει ένα πρόγραμμα περιβαλλοντικής παρακολούθησης για τη διαχείριση των προβλεπόμενων αποτελεσμάτων, επιβεβαίωση της αποτελεσματικότητας και βελτίωση των στρατηγικών προστασίας του περιβάλλοντος

### 8.1. Περιοχές Διατήρησης

Όλες οι δραστηριότητες της φάσης κατασκευής και λειτουργίας πρέπει να εξασφαλίσουν ότι το Jubail Marine Wildlife Sanctuary που βρίσκεται νότια του Ras Al Khair, που περιλαμβάνει τις παράκτιες και θαλάσσιες στο Jubail δεν επηρεάζονται δυσμενώς. Η περιοχή περιέχει δείγματα όλων των κύριων τύπων οικοτόπων του δυτικού κόλπου, συμπεριλαμβανομένων των μεγαλύτερων και πιο ποικίλων κοραλλιογενών υφάλων και το σημαντικότερο καταφύγιο για τις θαλάσσιες χελώνες και διάφορα είδη πτηνών. Η ενδιάμεση ζώνη χαρακτηρίζεται από αμμώδεις παραλίες, βραχώδεις ακτές, κοραλλιογενείς υφάλους (National Commission for Wildlife Conservation and Development official website, 2014).



## 8.2. Βιωσιμότητα

Η βιωσιμότητα είναι εξαιρετικά σημαντική στις σημερινές δραστηριότητες ναυπήγησης πλοίων και απαιτείται αποτελεσματική διαχείριση, ώστε να πληρούνται τα κριτήρια ικανοποίησης του κέρδους, του πλανήτη και των ανθρώπων. Το μεγαλύτερο μέρος της ναυπηγικής δραστηριότητας (κατασκευή, επισκευές, επιθεωρήσεις κλπ.) πραγματοποιείται στην Κίνα, τη Νότια Κορέα και την Ιαπωνία (Barry Rogliano Salles, 2017). Κυβερνήσεις, λιμάνια και ναυτιλιακοί φορείς επικεντρώνονται σε τρόπους βελτίωσης της βιωσιμότητας του κύκλου ζωής της ναυτιλίας και αναλαμβάνονται πρωτοβουλίες που τους ενθαρρύνουν να το κάνουν αυτό, καθώς οι επιδόσεις της ναυτιλίας εξακολουθούν να υπόκεινται σε ολοένα και εντατικότερη εξέταση. Η Sustainable Shipping Initiative (SSI - Πρωτοβουλία για την Αειφόρο Ναυτιλία) φέρνει κοντά κορυφαίες εταιρείες της βιομηχανίας, προκειμένου να ορίσουν πώς η ναυτιλία μπορεί να συμβάλει σε ένα βιώσιμο μέλλον. Τα μέλη της SSI έχουν αναπτύξει ένα κοινό όραμα για το 2040, το οποίο περιλαμβάνει τα εξής (Sustainable Shipping Initiative, official website):

- Μετατόπιση προς διαφορετικές πηγές ενέργειας, αποτελεσματικότερη και υπεύθυνη χρήση των διαθέσιμων πόρων και τη δραματική μείωση των υπεύθυνων για το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου εκπομπών
- Παροχή ασφαλών και υγιεινών εργασιακών περιβαλλόντων για την ενθάρρυνση του εργατικού δυναμικού να απασχοληθεί στη ναυτιλία
- Ανάπτυξη οικονομικών λύσεων που επιβραβεύουν τη βιώσιμη ανάπτυξη και επιτρέπουν ευρείας κλίμακας ανάληψη καινοτομίας, τεχνολογίας, σχεδιασμού και επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας
- Βελτίωση των επιδόσεων και των επιδόσεων με γνώμονα τη διαφάνεια και την ανάληψη ευθυνών
- Συμβολή στην υπεύθυνη χρήση και προστασία των ωκεανών.

## 8.3. Αντισταθμιστικά Μέτρα

### 8.3.1. Ποιότητα του Αέρα

- Φάση Κατασκευής

Από την εκτίμηση των επιπτώσεων, είναι προφανές ότι η σκόνη από τις χωματουργικές και τις κατασκευαστικές εργασίες, οι εκπομπές καυσαερίων από τον εξοπλισμό και τα οχήματα, θα προκαλέσουν προσωρινή επιδείνωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα στην περιοχή του έργου και στο άμεσο περιβάλλον.

### Έλεγχος Σκόνης

Ο έλεγχος της σκόνης μπορεί να επιτευχθεί με τη μείωση των ανεξέλεγκτων εκπομπών σκόνης από διάφορες πηγές συμπεριλαμβανομένων των αποθεμάτων. Από την Western Region Air Partnership (WRAP) και το United States Environmental Protection Agency συνίσταται να βρέχονται οι πηγές σκόνης, δύο φορές τη μέρα για την επίτευξη της μείωσης των εκπομπών κατά 70%, με διατήρηση της υγρασίας 2% (US EPA official website, 2009). Περιοδικά, θα πρέπει να λαμβάνονται δείγματα πρέπει και να αναλύονται για να επαληθεύεται η αποτελεσματικότητα του προγράμματος αυτού. Επιπρόσθετα, το ECB προτείνει:

- Χρήση μόνο υπαρχόντων δρόμων και οδών όπου υπάρχουν εδάφη συμπιεσμένα και οι εκπομπές σκόνης θα είναι χαμηλότερες σε σύγκριση με τις νέες διαδρομές
- Όλες οι επιφάνειες κατασκευής της περιοχής να βρέχονται επαρκώς ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι εκπομπές σκόνης
- Τα εδάφη να διατηρούνται υγρά κατά τη φόρτωση και εκφόρτωση
- Τα φορτηγά να μην υπερφορτώνονται με άμμο ή χαλίκι. Φορτηγά που ταξιδεύουν προς και από τον τόπο του έργου να καλύπτονται με μουσαμά
- Όλες οι δραστηριότητες του έργου πρέπει να εκτελούνται εντός των καθορισμένων ορίων
- Οι χωματουργικές εργασίες να περιορίζονται στο ελάχιστο
- Αναμένεται ότι οι επιτόπιες μετρήσεις εκπομπών σωματιδίων (PM) θα λαμβάνονται σε καθημερινή βάση
- Οι ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι που οδηγούν στην περιοχή καθαρίζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα και οι τροχοί των οχημάτων θα ξεπλένονται στα σημεία εξόδου του έργου, ώστε να αποτρέπεται η μεταφορά σκόνης στους γύρω δρόμους και στον αυτοκινητόδρομο
- Συνιστάται η εφαρμογή (όπου είναι δυνατόν) του «Dust Control Handbook» για τον έλεγχο σκόνης που δημοσιεύθηκε από το Υπουργείο Εργασίας των ΗΠΑ για την Εργασιακή Ασφάλεια και Υγεία (United States Department of Labor, official website).

### Εκπομπές Καυσαερίων

Οι εκπομπές καυσαερίων λαμβάνουν χώρα από σταθερές κυρίως πηγές, όπως οι γεννήτριες ντίζελ και κινητές πηγές όπως τα οχήματα μεταφοράς και οι βυθοκόροι. Τα ακόλουθα μέτρα μετριασμού συνιστώνται (ECB, 2014):

- Όλα τα οχήματα που χρησιμοποιούνται για το έργο θα φέρουν πιστοποιητικά περιοδικής επιθεώρησης (Motor Vehicle Periodic Inspection - MVPI). Στο μέτρο του δυνατού να μειώνεται ο χρόνος αδράνειας. Όλα τα φορτηγά και άλλα οχήματα, όπου είναι δυνατόν και τα φίλτρα καυσαερίων θα ελέγχονται περιοδικά και θα αντικαθίστανται όταν χρειάζεται
  - Οι εκπομπές από βυθοκόρους πρέπει να συμμορφώνονται με τα πρότυπα για NO<sub>x</sub> και SO<sub>x</sub> που ορίζονται από τον Διεθνή Οργανισμό Ναυσιπλοΐας (IMO, official website)
  - Οι γεννήτριες ντίζελ θα συντηρούνται τακτικά από εκπαιδευμένους τεχνικούς για να είναι σε καλή κατάσταση. Μόνο εγκεκριμένα καύσιμα θα χρησιμοποιούνται
  - Οι ορθές πρακτικές βυθοκόρησης να περιλαμβάνουν τη διασφάλιση του ότι η βυθοκόρηση θα εκτελείται με τα ελάχιστα εφαρμοστέα χρονοδιαγράμματα.
- Φάση Λειτουργίας

Εκπομπές παράγονται σε μεγάλο βαθμό από τα τυπικά έργα κατασκευής, δηλαδή κοπή με μηχανή Plasma, αμμοβολή, βαφείο, συγκόλληση και τις συναφείς δραστηριότητες. Επιπλέον, η μεταφορά εργαζομένων από και προς το Ναυπηγείο θα οδηγήσει σε αυξημένα επίπεδα NO<sub>x</sub>, CO και PM στον ατμοσφαιρικό αέρα. Τα αντισταθμιστικά μέτρα σε αυτή τη φάση περιλαμβάνουν (ECB, 2014):

- Τα οχήματα που ανήκουν στην εταιρία και τους εργολάβους θα πρέπει να εξετάσουν τεχνολογίες ελέγχου εκπομπών όπως η χρήση υβριδικών οχημάτων (μεταξύ μηχανοκίνητου οχήματος και ηλεκτρικού αυτοκινήτου) και ηλεκτρικών οχημάτων (μηδενικών εκπομπών)
- Τα λεωφορεία ντίζελ πρέπει υποχρεωτικά να χρησιμοποιούν καταλυτικούς μετατροπείς ντίζελ
- Τη χρήση ντίζελ εξαιρετικά χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο

- Την επιβολή ασφαλούς ταχύτητας που μειώνει την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές των οχημάτων.
- Ενθάρρυνση της συγκέντρωσης αυτοκινήτων μεταξύ των εργαζομένων, γεμίζοντας όλα τα καθίσματα, που σύμφωνα με την ECB θα μειωθούν οι εκπομπές οχημάτων κατά 80% (κατά μέσο όρο μετακινείται 1,5 επιβάτης ανά αυτοκίνητο)
- Απενεργοποίηση κινητήρων όταν τα οχήματα είναι ακινητοποιημένα
- Την εξέταση της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας στα εισερχόμενα πλοία από ξηράς, κατά τη διάρκεια της αγκυροβόλησης, προκειμένου να μειώνεται η κατανάλωση από τον κινητήρα τους και άρα να μειώνονται οι εκπομπές
- Την παροχή λιμενικών σκαφών (ρυμουλκών) με καθαρά πρότυπα εκπομπών κινητήρα

### 8.3.2. Έδαφος και Υπόγεια Ύδατα

- Φάση Κατασκευής

Τα παρακάτω προτείνονται σε αυτή τη φάση για τον μετριασμό των επιπτώσεων (ECB, 2014):

- Οι κατασκευαστικές δραστηριότητες θα σχεδιαστούν για τη βελτιστοποίηση των εκσκαφών και της χωματουργίας και όλες οι δραστηριότητες εκσκαφής θα πραγματοποιούνται βάσει των καθορισμένων διαδικασιών της Saudi Aramco
- Σχεδιασμός και κατασκευή εγκαταστάσεων υποστήριξης, καθώς κάθε δεξαμενή αποθήκευσης και τα κτίρια θα λάβουν υπόψη την τοπογραφία του χώρου του έργου και την πιθανή επίδραση στη διάβρωση του εδάφους
- Η περίσσεια κοπής και πλήρωσης από το χώρο του έργου θα χρησιμοποιηθεί, όπου είναι δυνατόν, π.χ. για την οδόστρωση
- Για την αντιστάθμιση της συμπίεσης του εδάφους θα χρησιμοποιηθούν μηχανήματα μεγαλύτερου δυναμικού με ευρύτερο πλάτος εργασίας, για να μειωθούν οι τροχιές σε όλη την περιοχή του έργου. Επίσης τα οχήματα θα μειώσουν την πίεση των ελαστικών τους, ενώ τα οχήματα βαρέως τύπου και τα εξειδικευμένα μηχανήματα θα είναι εξοπλισμένα με ελαστικούς τροχούς αντί για απλά ελαστικά για τη μικρότερη δυνατή συμπίεση επιφάνειας. Τέλος, τα βαρέα οχήματα και τα μηχανήματα θα περιοριστούν υπάρχοντες δρόμους πρόσβασης, όπου αυτό είναι δυνατό

- Οποιαδήποτε χρήση ή απόρριψη υπόγειων υδάτων αποχέτευσης πρέπει να συμμορφώνεται με τα αντίστοιχα πρότυπα της RC (RCER, 2015)
- Επιθεωρήσεις του ντίζελ ή άλλων αποθηκευμένων επικίνδυνων υλικών θα πρέπει να διεξάγονται, προκειμένου να μετριάσουν τυχόν κίνδυνοι που μπορεί να βλάψουν τη δεξαμενή (-ες) και να προκαλέσουν διαρροές
- Η συντήρηση των κινητήρων να μην επιτρέπεται στο σημείο του έργου. Πρέπει να προσδιοριστεί ένα ειδικό σημείο για τη συντήρηση, εξοπλισμένων με ειδικά κιτ για πετρελαιοκηλίδες
- Κάδοι συλλογής αποβλήτων θα πρέπει να παρέχονται σε επαρκείς ποσότητες και να αδειάζονται τακτικά για την αποφυγή διαρροών και ρύπανσης του εδάφους
- Τα υπόγεια ύδατα δεν πρέπει να εξάγονται για οποιαδήποτε κατασκευαστική δραστηριότητα. Οι πηγές εφοδιασμού πόσιμου νερού πρέπει να εντοπιστούν σε πρώιμο στάδιο του έργου και η προμήθεια δεν πρέπει να περιορίζεται σε μία μόνο πηγή, ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε έλλειψη / υπερκείμενη επιβάρυνση της περιοχής. Το νερό για κατασκευές πρέπει να λαμβάνεται από πηγές εγκεκριμένες από τη Saudi Aramco.

- Φάση Λειτουργίας

Για τη φάση λειτουργίας του έργου συνιστώνται τα ακόλουθα μέτρα (ECB, 2014):

- Φρέατα παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων θα εγκατασταθούν μετά την αποκατάσταση της γης (RCER, 2015). Σε τουλάχιστον 4 σημεία τοποθετηθούν φρέατια, στις γωνίες του Ναυπηγείου και σε συγκεκριμένες τοποθεσίες όπου φυλάσσονται επικίνδυνες ουσίες όπως χρώματα και λιπαντικά
- Τα υλικά και οι δεξαμενές αποθήκευσης για καύσιμα, χημικά, κ.λπ., θα πρέπει να αποτελούνται από δάπεδο από αδιαπέραστο σκυρόδεμα με αναχώματα και κράσπεδα ή συστήματα συλλογής για την πρόληψη διαρροής και ρύπανσης του εδάφους. Πρόγραμμα πρόληψης διαρροών και σχέδιο έκτακτης ανάγκης πρέπει επίσης να καταρτιστεί
- Σε περίπτωση ρύπανσης του εδάφους, το ρυπασμένο χώμα θα αφαιρεθεί και θα απομακρυνθεί με ασφάλεια σε εγκεκριμένο χώρο υγειονομικής ταφής
- Η υπόγεια αποθήκευση επικίνδυνων υγρών (όπως τα καύσιμα) πρέπει να περιλαμβάνει σύστημα ανίχνευσης διαρροών και οι δοκιμές αποτελεσματικότητας πρέπει να εκτελούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα

- Ο σχεδιασμός για το σύστημα ομβρίων υδάτων θα πρέπει να περιλαμβάνει τη συλλογή επιφανειακών απορροών και επεξεργασία πριν από την απόρριψη στη θάλασσα για την πρόληψη της ρύπανσης, αυξημένων ιζημάτων και θολερότητας.

### 8.3.3. Επιφανειακά Ύδατα

- Φάση Κατασκευής

Βάσει της παρούσας ΑΠΕ, η υδροδυναμική των υδάτων (ροή, ταχύτητες νερού, ρεύματα, κ.λπ.) θα επηρεαστούν σε διάφορα στάδια της φάσης αυτής. Θα υπάρξει επίσης, έστω και βραχυπρόθεσμα, αύξηση των αιωρούμενων ιζημάτων και θολερότητα ως αποτέλεσμα της βυθοκόρησης και επιχωμάτωσης. Για την ελαχιστοποίηση και τον περιορισμό των σχετικών επιπτώσεων, προτείνεται από το ECB και την ομάδα κατασκευής του έργου (ECB, 2014 & Archirodon, 2016):

- Όλα τα εργοστάσια και ο εξοπλισμός να σχεδιάζονται και να συντηρούνται ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος ιζήματος, ρύπων ή άλλων ρυπογόνων ουσιών να απελευθερωθούν στον υδροφόρο ορίζοντα ή να εναποτεθούν σε σημεία άλλα από τα προκαθορισμένα. Το έργο πρέπει να διασφαλίζει την προμήθεια περιφράξεων και ειδικών κιτ διαρροών εγκαίρως και σε επαρκείς ποσότητες και να παρακολουθεί την θολερότητα των επιφανειακών υδάτων
- Να δημιουργηθεί προπέτασμα λάσπης γύρω από τον αγωγό εκροής της περιοχής αποκατάστασης για την πρόληψη της εξάπλωσης του αιωρούμενου ιζήματος στο νερό, το οποίο θα συμμορφώνεται με τα πρότυπα της RC και της AME. Συνίσταται το προπέτασμα να αναπτυχθεί σε όλη την έκταση της αποκατάστασης της γης, να τοποθετηθεί κάθετα στην παλιρροιακή ροή και να ελαχιστοποιεί τις επιπτώσεις της. Επίσης πρέπει να εκτείνεται από κάτω προς τα πάνω προς την ίσαλο γραμμή, έτσι ώστε να περικλείονται όλα τα ύδατα όπου απειλούνται αυξημένη θολότητα
- Να τοποθετηθεί προπέτασμα μπροστά από τις «χούφτες» των βυθοκόρων (σε περίπτωση σκληρού και βραχώδους εδάφους) για να αποτρέψει την εξάπλωση του ιζήματος κατά την εργασία βυθοκόρησης
- Παρακολούθηση της θολερότητας στις περιοχές εκτός της ζώνης βυθοκόρησης (τουλάχιστον δύο φορές την ημέρα). Εάν τα επίπεδα θολερότητας παρατηρηθούν πάνω από τα προκαθορισμένα και υποδεικνυμένα από την RC ή την AME για τα παράκτια ύδατα όρια, τότε θα μεταβληθεί ο ρυθμός βυθοκόρησης και θα συμπεριληφθεί δεύτερο προπέτασμα, όπου χρειάζεται.

- Φάση Λειτουργίας

Τα βιομηχανικά απόβλητα και τα απόβλητα υγειονομικών μονάδων προτείνεται να επεξεργάζονται στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας που χρησιμοποιούν τη μέθοδο MBR, όπως αυτή παρουσιάστηκε σε προηγούμενη ενότητα. Το έργο πρέπει να εξασφαλίζει τα εξής (ECB, 2014):

- Απορρίψεις στο θαλάσσιο περιβάλλον δεν θα πραγματοποιούνται χωρίς τη ρητή άδεια της RC
- Το σύστημα ομβρίων υδάτων θα πρέπει σχεδιαστεί ώστε να συλλέγονται οι επιφανειακές απορροές πριν την απόρριψη στη θάλασσα
- Όλες οι μονάδες επεξεργασίας να έχουν επαρκές μέγεθος ώστε να λαμβάνουν και να επεξεργάζονται τα λύματα
- Να προσδιοριστεί ο κριτικής σημασίας εξοπλισμός για τη λειτουργία της μονάδας και να είναι διαθέσιμος επαρκής εφεδρικός εξοπλισμός (εξαρτήματα) για την αποκατάσταση βλαβών εντός 48-72 h
- Το σύστημα λυμάτων να υπόκειται σε προληπτική συντήρηση και να τηρείται αρχείο των περιοδικών εγγραφών
- Τα απόβλητα παρακολουθούνται συστηματικά για pH, COD, BOD, TDS, TSS, Έλαια και λίπη, κολοβακτηρίδια (US EPA official website, 2014 & 2018)
- Οποιαδήποτε απόρριψη έρματος από τα εισερχόμενα πλοία πρέπει να συμμορφώνεται με τα πρότυπα RCER (2010). Επιπλέον, τα πλοία θα πρέπει να παρέχουν ανάλυση από τρίτο ανεξάρτητο μέρος που θα υποδεικνύει ότι το έρμα την απουσία των χωροκατακτητικών και άλλων επικίνδυνων για το τοπικό οικοσύστημα ειδών, όπως αυτά απαριθμούνται από τον Διεθνή Οργανισμό Ναυσιπλοΐας (IMO).

Η Saudi Aramco έχει εκδώσει Πολιτική Διατήρησης των Υδάτων (Saudi Aramco Policy Statements Manual, 2011) η οποία απαιτεί από την εταιρεία να αναλάβει όλες τις ενέργειες προς την επίτευξη των στόχων διατήρησης των υδάτων στο Βασίλειο της Σαουδικής Αραβίας, δηλαδή τη βελτιστοποίηση χρήσης του νερού, την ελαχιστοποίηση των απωλειών και μεγιστοποίηση της επαναχρησιμοποίησης, και την απόδοση οικονομικής αξίας για τα υπόγεια ύδατα ισοδύναμη με το κόστος των αφαλατωμένων υδάτων και την εφαρμογή των βέλτιστων πρακτικών και τεχνικών προτύπων (Saudi Aramco official website, 2011). Πιο συγκεκριμένα, οι απαιτήσεις αναφέρουν:

- Η εταιρεία σε όλες τις δραστηριότητές της, θα συμμορφώνεται με τη διατήρηση των υδάτων βάσει των κανονισμών του Βασιλείου. Όπου δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι κανονισμοί, η εταιρεία θα αναπτύξει και εφαρμόσει εσωτερικές κατευθυντήριες γραμμές συμβατές με αυτό που έχει ορίσει η Σαουδική Αραβία
- Η εταιρεία θα λάβει τα απαραίτητα μέτρα για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης νερού, την ελαχιστοποίηση της απώλειας και τη μεγιστοποίηση της επαναχρησιμοποίησης των λυμάτων
- Στο σχεδιασμό κεφαλαιουχικών έργων, βέλτιστων πρακτικών και προτύπων θα αναπτυχθούν οικονομικά αποδοτικές τεχνολογίες για να διασφαλιστεί ότι επιτυγχάνεται ο εταιρικός στόχος διατήρησης των υδάτων. Η διατήρηση θα αποτελέσει βασικό δείκτη μέτρησης της απόδοσης κάθε εγκατάστασης της εταιρείας.

#### 8.3.4. Χερσαία Οικολογία

Παρόλο που το ναυπηγείο θα κατασκευαστεί σε μεγάλο βαθμό σε νέα, ανακτημένη γη, μέρος του Ναυπηγείου και συναφείς εγκαταστάσεις θα χτιστούν στο υπάρχον έδαφος. Η βλάστηση στις αμμοθίνες κατά μήκος της ακτογραμμής θα εκτοπιστεί με αποτέλεσμα την εκτόπιση της χλωρίδας και της πανίδας.

Αν και όπως έχει αναφερθεί, η βλάστηση στην περιοχή είναι αραιή, έχει εντοπιστεί το είδος *Uromastix aegyptia* που περιλαμβάνεται στην IUCN Red list. Ως εκ τούτου, συνιστάται οποιαδήποτε είδη πανίδας εντοπιστούν στο χώρο θα προστατεύονται, θα αιχμαλωτίζονται και θα απελευθερώνονται στην γύρω γη.

Τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν, θα πρέπει να στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στον ατμοσφαιρικό αέρα, το έδαφος και το θόρυβο ώστε να περιοριστούν οι διαταραχές της χερσαίας οικολογίας. Επιπλέον, προτείνονται τα ακόλουθα μέτρα για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στην τοπική οικολογία (ECB, 2014):

- Οι χώροι προσωρινών εγκαταστάσεων θα πρέπει να προσδιοριστούν ώστε να προκληθεί, στο μέτρο του εφικτού, η ελάχιστη μετατόπιση της φυσικής βλάστησης. Επίσης, θα πρέπει να ληφθούν μέτρα για την πρόληψη της έκθεσης της πανίδας και χλωρίδας σε απόβλητα και επικίνδυνα υλικά



- Η κυκλοφορία οχημάτων και εξοπλισμού να περιορίζεται στις υπάρχουσες οδούς πρόσβασης μόνο για την ελαχιστοποίηση της συμπίεσης των εδαφών.

### 8.3.5. Ακτογραμμή και Θαλάσσια Οικολογία

- Φάση Κατασκευής

Ο βιότοπος της θαλάσσιας χλόης στην υπεράκτια περιοχή θα χαθεί λόγω ανάκτησης της γης. Η αποκατάσταση του φυσικού χλοοτάπητα είναι μια αργή ή συχνά ανεπιτυχής διαδικασία λόγω του αργού ρυθμού ανάπτυξης της βλάστησης. Οι προσπάθειες για την αποκατάσταση μέσω προγραμμάτων μεταφύτευσης έχουν λίγες πιθανότητες επιτυχίας, λόγω παραγόντων, όπως η υπερβολική κίνηση του νερού και της αστάθειας των ιζημάτων (South Australia EPA, 2013).

Επομένως, συνιστάται η διενέργεια μελέτης σχετικά με τις δυνατότητες ανάκτησης και τις κατάλληλες τεχνικές διατήρησης. Σύμφωνα με την πρόταση της ECB (2014), η Saudi Aramco θα πρέπει να χρηματοδοτήσει ένα τέτοιο ερευνητικό πρόγραμμα με διάρκεια τουλάχιστον τριών (3) ετών. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος προτείνονται τα ακόλουθα μέτρα:

- Χρήση προπετασμάτων γύρω από το Κανάλι, τη Λεκάνη απορροής και το Ναυπηγείο κατά τη διάρκεια βυθοκόρησης για την προστασία της ποιότητας των υδάτων
- Οι δραστηριότητες βυθοκόρησης πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις ορθές πρακτικές και να παραμένουν εντός των οριοθετημένων περιοχών, ώστε να αποφεύγεται η διατάραξη των ευαίσθητων θαλάσσιων ειδών στις παρακείμενες περιοχές
- Κατάρτιση προγράμματος παρακολούθησης της θαλάσσιας πανίδας κατά τη διάρκεια της βυθοκόρησης
- Για τη μείωση της συγκέντρωσης των ιζημάτων και της θολερότητας, η απόρριψη της περίσσειας νερού και η απόρριψη του βυθοκορούμενου υλικού να γίνεται σε μεγάλο βάθος κάτω από την επιφάνεια.

- Φάση Λειτουργίας

Η οποιαδήποτε βυθοκόρηση για συντήρηση του Καναλιού εισόδου και της Λεκάνης πρέπει να διασφαλίζει τα εξής (ECB, 2014):

- Η απόρριψη της περίσσειας νερού και υλικού βυθοκόρησης να απορρίπτονται σε μεγάλο βάθος

- Οι αντίστοιχες περιοχές να οριοθετούνται κατάλληλα ώστε να αποφεύγονται τυχόν διαταραχές και απειλές σε οποιαδήποτε θαλάσσια είδη
- Η βυθοκόρηση συντήρησης θα πρέπει να αποφεύγεται κατά τη διάρκεια της νύχτας
- Να αναπτυχθεί ένα σχέδιο πρόληψης διαρροής πετρελαίου και ένα σχέδιο έκτακτης ανάγκης
- Επιβάλλεται η τακτική επιθεώρηση του σκάφους βυθοκόρησης για τη συντήρηση
- Να χρησιμοποιούνται προπετάσματα για την αποτροπή της διασποράς ιζημάτων.
- Οι μετακινήσεις πλοίων με εκφόρτωση νερού έρματος πρέπει να συμμορφώνονται με τα πρότυπα RC (RCER, 2015) και την Σύμβαση Ballast Water Management του IMO (BWM), που εγκρίθηκε το 2004 (IMO official website, 2019). Η σύμβαση αποσκοπεί στην πρόληψη της εξάπλωσης επιβλαβών υδρόβιων οργανισμών από μια περιοχή στην άλλη.

#### 8.3.6. Θόρυβος

- Φάση Κατασκευής

Λαμβάνοντας υπόψη τη σχετικά απομακρυσμένη θέση του ναυπηγείου στο Ras Al Khair, ο θόρυβος θα αφορά μόνο το κατασκευαστικό εργατικό δυναμικό κατά την κατασκευή, αυτό της γειτονικής εγκατάστασης Ma'aden και το γραφείο της Ακτοφυλακής. Προτείνονται τα ακόλουθα μέτρα για τον μετριασμό του θορύβου κατά τη φάση κατασκευής (ECB, 2014)

- Όλες οι δραστηριότητες του έργου διεξάγονται σύμφωνα με τις διατάξεις της Saudi Aramco και το SAES-A-105 (Saudi Aramco Engineering Standard, 2012)
- Το έργο πρέπει να προσδιορίζει την περίοδο και τις τοποθεσίες αυξημένου θορύβου και την εγγύτητα σε ευαίσθητους υποδοχείς. Όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο, οι υποδοχείς θα ενημερώνονται εκ των προτέρων
- Όλο το προσωπικό θα προμηθεύεται με την κατάλληλη προστασία για το θόρυβο
- Οι περιοχές αυξημένου θορύβου θα εντοπίζονται και θα τοποθετείται σήμανση
- Στο μέτρο του δυνατού θα γίνεται χρήση εξοπλισμού χαμηλού θορύβου και η ανάγκη για χρήση αυτού πρέπει να κοινοποιείται στο στάδιο του διαγωνισμού
- Το προσωπικό που χρησιμοποιεί εξοπλισμό υψηλού θορύβου ή που εργάζεται για παρατεταμένα χρονικά διαστήματα σε θορυβώδη σημεία θα διαθέτει επαρκή εξοπλισμό και κυλιόμενες βάρδιες

- Ο σταθερός εξοπλισμός, όπως οι γεννήτριες ντίζελ, πρέπει να τοποθετείται όσο το δυνατόν πιο μακριά. Εναλλακτικά, φράγματα θορύβου που παρέχουν μείωση ισοδύναμη με 10 dBA θα μπορούσαν να τοποθετηθούν γύρω από τον σταθερό εξοπλισμό με το άνοιγμα κατευθυνόμενο μακριά από τον ευαίσθητο χώρο λήψης.

- Φάση Λειτουργίας

Τα ακόλουθα μέτρα προτείνονται για τις σταθερές πηγές θορύβου:

- Σταθμός Συμπιεστή Αέρα:
  - Εγκατάσταση του σιλανσιέ εξαερισμού στο ακροφύσιο εξαερισμού
  - Ακουστική μόνωση για πόρτες και παράθυρα
  - Σιγαστήρας για ανεμιστήρα εξάτμισης για εξαερισμό και απορρόφηση θερμότητας
  - Οροφή απορρόφησης ήχου και τοίχο απορρόφησης ήχου για
- Εργαστήριο Επίστρωσης Σωλήνων
  - Σιγαστήρας για ανεμιστήρα εξαγωγής καυσαερίων
  - Απομόνωση κραδασμών για φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες για την συλλογή σκόνης και επεξεργασία αερίων
  - Ακουστική μόνωση για πόρτες και παράθυρα του πίσω μηχανοστασίου
  - Σιγαστήρας για ανεμιστήρα εξάτμισης για εξαερισμό και απορρόφηση θερμότητας
- Εργαστήριο Επιστρώσεων
  - Απομόνωση κραδασμών για φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες για την συλλογή σκόνης και επεξεργασία αερίων
  - Απορρόφηση ήχου για τον ενδιάμεσο και πίσω χώρο της μηχανής
  - Ηχομόνωση για πόρτες και παράθυρα για το χώρο ελέγχου στο χώρο της μηχανής
- Εργαστήριο Προεπεξεργασίας Χάλυβα
  - Απομόνωση κραδασμών για φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες για την συλλογή σκόνης και επεξεργασία αερίων
  - Επεξεργασία ηχοαπορρόφησης για εξοπλισμό προεπεξεργασίας χάλυβα
  - Ηχομόνωση για πόρτες και παράθυρα για το δωμάτιο ελέγχου στο χώρο της μηχανής
- Αίθουσα Αντλίας Παροχής Νερού & Φυσητήρα Επεξεργασίας των Αποβλήτων

- Απομόνωση κραδασμών που προκαλούνται από την αντλία νερού και ηχομόνωση για πόρτες και παράθυρα στην αίθουσα αντλίας
- Επεξεργασία θορύβου για την είσοδο και την έξοδο αέρα
- Συμπληρωματικά:
  - Τα μηχανήματα και ο εξοπλισμός πρέπει να χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή
  - Με βάση τα δεδομένα θορύβου του κατασκευαστή και τις μετρήσεις, θα προσδιοριστούν οι περιοχές υψηλού θορύβου. Όλο το προσωπικό που εργάζεται ή διέρχεται από αυτές τις περιοχές θα διαθέτει την κατάλληλη προστασία
  - Οι περιοχές με υψηλά επίπεδα θορύβου πρέπει να φέρουν κατάλληλη σήμανση
  - Να γίνεται περιοδική παρακολούθηση θορύβου κατά μήκος των ορίων του έργου και εντός του χώρου

#### 8.3.7. Κοινωνικές Επιπτώσεις

Για τις Φάσεις της Κατασκευής, αλλά και της Λειτουργίας, τα ακόλουθα μέτρα θα ληφθούν (ECB, 2014):

- Το εργατικό δυναμικό θα διαθέτει προστατευτικό εξοπλισμό ασφαλείας ανάλογα με τις απαιτήσεις εργασίας τους. Επίσης, θα είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο για την ορθή χρήση των Μέσων Ατομικής Προστασίας και των μέτρων ασφαλείας
- Θα πρέπει να ενθαρρύνεται η χρήση τοπικά διαθέσιμων ανθρώπινων και υλικών πόρων ώστε να επωφεληθεί η τοπική και περιφερειακή οικονομία.
- Το αλλοδαπό εργατικό δυναμικό θα πρέπει να είναι ευαισθητοποιημένο στα τοπικά πολιτιστικά και θρησκευτικά έθιμα. Προς αυτή την κατεύθυνση προτείνεται ένα αρχικό πρόγραμμα πολιτιστικού προσανατολισμού που θα αφορά την κουλτούρα της Σαουδικής Αραβίας και τις παραδόσεις, περιορισμούς στους κώδικες ένδυσης και κατανάλωσης τροφίμων κατά τη διάρκεια του Ραμαζανιού
- Θα διενεργείται περιοδικά έλεγχος από ανεξάρτητο φορέα, ώστε να εξασφαλίζεται το ελάχιστο επίπεδο ευημερίας του εργατικού δυναμικού

### 8.3.8. Κυκλοφορία και Μεταφορές

- Φάση Κατασκευής

Η φάση κατασκευής θα σημειώσει προσωρινή αύξηση της ροής της κυκλοφορίας και ακανόνιστη δραστηριότητα των οχημάτων κατά μήκος της Διαδρομής 95 και στην έξοδο από τον αυτοκινητόδρομο προς την τοποθεσία του έργου. Επιπλέον, οι επιτόπιες έρευνες δείχνουν μεγάλη ροή κυκλοφορίας στις γειτονικές εγκαταστάσεις Ma'aden κατά τις ώρες αιχμής (πρωί και βράδυ). Για τον περιορισμό και την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στην κυκλοφορία μπορούν να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα μέτρα (ECB, 2014):

- Η ανάδοχος εταιρεία θα καταρτίσει σχέδιο διαχείρισης της κυκλοφορίας, που θα περιγράφει λεπτομερώς πως θα επιτυγχάνεται η πρόσβαση και η έξοδος από το χώρο, την πρόσβαση του προσωπικού στις εγκαταστάσεις, τη μετακίνηση των υλικών και του εξοπλισμού, τη μεταφορά αποβλήτων από το εργοτάξιο
- Το σχέδιο διαχείρισης της κυκλοφορίας θα ενημερώνεται προκειμένου να αντικατοπτρίζει την μεταβαλλόμενη φύση των δραστηριοτήτων κατασκευής
- Η κυκλοφορία των οχημάτων κατασκευής θα περιορίζεται αυστηρά σε καθορισμένες διαδρομές και θα αποφεύγεται η υπερφόρτωση των φορτηγών κατά τη μεταφορά από και προς την περιοχή
- Θα αποφεύγεται η μεταφορά υπερμεγέθους εξοπλισμού και μηχανημάτων κατά τη διάρκεια τις ώρες αιχμής
- Η μετακίνηση επικίνδυνων υλικών πρέπει να γίνεται μόνο με μεταφορικές που έχουν εγκριθεί από τη Saudi Aramco και την AME και Περιβάλλοντος
- Τήρηση των ορίων ταχύτητας
- Μείωση χρόνου λειτουργίας των οχημάτων στο ρελαντί (σε αναμονή) στο όχημα όπου είναι δυνατόν
- Τα φορτηγά θα καλύπτονται με μουσαμά όταν μεταφέρουν «ελεύθερα» κατασκευαστικά υλικά
- Θα διεξαχθούν εκπαιδεύσεις κατάρτισης για την ευαισθητοποίηση και την ασφάλεια στην οδήγηση.

- Φάση Λειτουργίας

Σε αυτή τη φάση, προτείνονται τα παρακάτω (ECB, 2014):

- Κατασκευή παράκαμψης ή ανισόπεδου κόμβου στην έξοδο Ma'aden για την αποφυγή δημιουργίας σημείων συμφόρησης
- Θα τεθεί ένα όριο ταχύτητας στο χώρο του έργου για την ασφάλεια πεζών και οδηγών
- Το σχέδιο διαχείρισης της κυκλοφορίας θα περιγράφει τον τρόπο συλλογής/ διατήρησης των αποβλήτων από τα φορτηγά και την πρόσβασή τους στις εγκαταστάσεις και πώς τα υλικά και ο εξοπλισμός θα φορτώνονται/εκφορτώνονται στις αντίστοιχες ζώνες τους, ενώ θα παρέχονται χωριστές εισοδοί για την πρόσβαση του προσωπικού στο ναυπηγείο.

### 8.3.9. Επαγγελματική Υγεία και Ασφάλεια

- Φάση Κατασκευής

Εδώ, μεταξύ άλλων, υπάρχουν ανησυχίες για τραυματισμό από τροχαία ατυχήματα, μηχανήματα και εξοπλισμό, ατυχήματα από λειτουργία γερανών και εργαλείων πεπιεσμένου αέρα, κίνδυνοι για πνιγμό, πτώση από ύψη και επεισόδια θερμοπληξίας. Τα ακόλουθα αντισταθμιστικά μέτρα θα πρέπει να ληφθούν (ECB, 2014):

- Ο ανάδοχος αναλαμβάνει τη συνολική ευθύνη για την ασφάλεια στο χώρο του έργου και τη δημιουργία μιας ομάδας υγείας και ασφάλειας, υπεύθυνης για την ανάπτυξη, υλοποίηση και διαχείριση των προγραμμάτων επαγγελματικής υγείας και ασφάλειας
- Όλο το προσωπικό θα πρέπει να είναι εφοδιασμένο με Μέσα Ατομικής Προστασίας και άλλο εξοπλισμό ασφαλείας και να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο για τη σωστή χρήση τους
- Το εργατικό δυναμικό στο σύνολό του, θα πρέπει να προσανατολιστεί κατάλληλα και να εκπαιδευτεί πριν από την έναρξη των δραστηριοτήτων. Ο προσανατολισμός θα περιλαμβάνει την εξοικείωση του προσωπικού με τον χώρο εργασίας, τη φύση εργασίας, τους πραγματικούς και δυνητικούς κινδύνους που ενδέχεται να προκύψουν και τον εξοπλισμό.

- Φάση Λειτουργίας

Στη φάση αυτή θα παράγονται αναθυμιάσεις που αποτελούν σημαντική απειλή για την επαγγελματική υγεία και ασφάλεια. Συνεπώς, σε όλα τα εργαστήρια (Βαφεία, Κοπής κ.λπ.) που συμβάλλουν στην παραγωγή εκπομπών, θα τοποθετηθούν μηχανήματα απορρόφησης σκόνης και

αναθυμιάσεων, καθώς επίσης και φίλτρα, για τη μείωσή τους. Το Ναυπηγείο θα πρέπει να συμμορφώνεται με τα όρια έκθεσης των εργαζομένων στις παραπάνω εκπομπές, που περιλαμβάνονται στο «Dust Control Handbook» (United States Department of Labor, official website).

Σύμφωνα με το Υπουργείο Εργασίας των ΗΠΑ για την Εργασιακή Ασφάλεια και Υγεία (United States Department of Labor, official website), οι εργασίες σε ένα ναυπηγείο εκτελούνται σε δύσκολες στάσεις του σώματος, σε μη ρυθμιζόμενους σταθμούς εργασίας και σε κλειστούς ή περιορισμένους χώρους. Αν και η βιομηχανία της ναυτιλίας έχει βρει τρόπους να διευκολύνει την εργασία στο ναυπηγείο μέσω της εργονομικών λύσεων, εξακολουθεί να έχει υψηλότερα ποσοστά τραυματισμών από ό,τι η γενική βιομηχανία και οι κατασκευές. Παράγοντες στους οποίους οι εργαζόμενοι των ναυπηγείων είναι πιο συχνά εκτεθειμένοι και αφορούν την εργονομία περιλαμβάνουν: δύναμη, επανάληψη, άκαμπτη και παρατεταμένα στατική στάση σώματος, δόνηση και ακραίες θερμοκρασίες σε συνδυασμό με τα παραπάνω. Σύμφωνα με το Υπουργείο Εργασίας, η ακόλουθη διαδικασία μπορεί να προστατεύσει τους εργαζομένους και να περιορίσει τον κίνδυνο τραυματισμού:

- Υποστήριξη από τη διοίκηση
- Συμμετοχή των εργαζομένων σε ταυτοποίηση κινδύνων και προτάσεις
- Παροχή εκπαίδευσης για καλές πρακτικές εργασίας, χρήση Μέσων Προσωπικής Προστασίας και ενημέρωση
- Προσδιορισμός των προβλημάτων μέσω της αξιολόγησης και ανάλυσης της θέσης εργασίας, των ερευνών στο χώρο εργασίας, των συνεντεύξεων των εργαζομένων κ.λπ.
- Εφαρμογή λύσεων
- Αντιμετώπιση αναφορών τραυματισμών
- Αξιολόγηση της προόδου

Επιπρόσθετα θα πρέπει (ECB, 2014):

- Να καταρτίζονται προγράμματα ασφάλειας της διαδικασίας που περιλαμβάνουν τη χρήση επικίνδυνων των υλικών, εύφλεκτων και εκρηκτικών
- Να γίνεται ανάλυση της ασφάλειας της θέσης εργασίας και βιομηχανικής υγιεινής για τον προσδιορισμό και τη διαχείριση των χημικών κινδύνων
- Να διεξαχθεί μελέτη αναγνώρισης επαγγελματικού κινδύνου που θα προσδιορίζει όλους τους δυνητικούς επαγγελματικούς κινδύνους και τα επικίνδυνα συμβάντα, θα κατατάσσει ταυτοποιημένα γεγονότα ανάλογα με τη βαρύτητά τους και θα προσδιορίζει τους απαιτούμενους ελέγχους και την παρακολούθησή.

## 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα ΑΠΕ έχει διεξαχθεί με σκοπό να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των Royal Commission (RC) και Saudi Aramco για εκπόνηση σχετικής με το έργο ΑΠΕ. Ο κύριος στόχος της λοιπόν, ήταν να αξιολογήσει εκ των προτέρων τις επιπτώσεις των Φάσεων Κατασκευής και Λειτουργίας του Ναυπηγείου και να προσδιορίσει αντισταθμιστικά και μέτρα ελέγχου που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό.

### 9.1. Επιπτώσεις Φάσης Κατασκευής

Οι επιπτώσεις σε αυτήν τη φάση του έργου συνοψίζονται παρακάτω:

- Περίπου 2.187 tn / month σκόνης θα παράγονται λόγω προετοιμασίας και εκκαθάρισης του χώρου, εκσκαφών, επιχωματώσεων κλπ.
- Ο ατμοσφαιρικός αέρας θα επιβαρυνθεί επίσης από εκπομπές καυσαερίων μηχανημάτων και βυθοκόρων.
- Το έδαφος θα επηρεαστεί σημαντικά καθώς θα απομακρυνθούν τα επιφανειακά εδάφη, θα συμπιεστούν και θα προκληθούν αλλαγές στη φυσική αποστράγγιση από τις διάφορες χωματουργικές εργασίες. Υπάρχει σημαντική πιθανότητα διαρροών καυσίμου, χημικών και άλλων διαρροών.
- Η φυσική διαμόρφωση του βυθόμετρου και της ακτογραμμής θα μεταβληθεί μόνιμα. Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες περιλαμβάνουν την πιθανότητα εναπόθεσης ιζημάτων στις παρακείμενες περιοχές και την πιθανότητα διάβρωσης εξαιτίας της αλλοιωμένης ακτογραμμής. Ωστόσο, η μελέτη μοντελοποίησης διασποράς ιζημάτων έδειξε ότι υπάρχει ελάχιστη εναπόθεση πέραν της περιοχής αποκατάστασης και βυθοκόρησης, γεγονός που αποδίδεται στον κύκλο ταχείας παλίρροιας.
- Για τη διάρκεια κατασκευής των 64 μηνών, 1.560 m<sup>3</sup> νερού ημερησίως για την κάλυψη αναγκών του εργατικού δυναμικού και επιπλέον ποσότητα τις διάφορες κατασκευαστικές δραστηριότητες. Το πόσιμο νερό θα προέρχεται από την SWCC μέσω πηγών που έχουν εγκριθεί από τις RC και Saudi Aramco.
- Κατά μέσο όρο 1.300 m<sup>3</sup> / month υγειονομικών λυμάτων θα παράγονται που σύμφωνα με την ομάδα του έργου θα επεξεργάζονται σε ειδική μονάδα επεξεργασίας λυμάτων. Τα



λύματα θα υποστούν επεξεργασία για επαναχρησιμοποίηση στην περιοχή σε κατασκευαστικές δραστηριότητες (π.χ. καταστολή σκόνης).

- Η σαύρα *Uromastix aegyptia*, που έχει εντοπιστεί στην περιοχή και είναι προστατευόμενο είδος, θα πρέπει όταν απαντάται να αιχμαλωτίζεται με προσοχή και να απελευθερώνεται με ασφάλεια εκτός της περιοχής του έργου.
- Η θαλάσσια χλωρίδα στο σημείο της Λεκάνης του Ναυπηγείου θα απομακρυνθεί, ενώ η βυθοκόρηση του Καναλιού αναπόφευκτα θα έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση των λίγων κοραλλιογενών κεφαλών που υπάρχουν στην περιοχή. Η απώλεια των θαλάσσιων φυτών και των κοραλλιών πρέπει να αποκατασταθεί.
- Η υδροδυναμική θα επηρεαστεί σε διάφορα στάδια των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων και η περαιτέρω διασπορά και εναπόθεση ιζημάτων είναι αναπόφευκτη κατά τη διάρκεια εργασιών βυθοκόρησης και πλήρωσης. Τα αποτελέσματα της μελέτης μοντελοποίησης διασποράς ιζημάτων του ECB που εργάστηκε με την RPS-ASA δείχνουν ότι οι επιπτώσεις περιορίζονται σε μεγάλο βαθμό στις περιοχές βυθοκόρησης και τις παρακείμενες.
- Είναι αναμενόμενη η αύξηση των επιπέδων θορύβου σε αυτή τη φάση.
- Το προτεινόμενο έργο δεν αναμένεται να προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις στις τοπικές κοινότητες, εφόσον βρίσκεται εντός της βιομηχανικής πόλης Ras Al Khair και δεν θα απαιτηθεί απόκτηση γης ή ακούσια επανεγκατάσταση. Είναι πιθανό οι μικρές επιχειρήσεις, το τοπικό εργατικό δυναμικό, οι τροφοδότες και άλλες αντίστοιχες επιχειρήσεις να επωφεληθούν από τις απαιτήσεις προμηθειών. Επίσης, περίπου 16.000 Σαουδάραβες και ομογενείς θα προσληφθούν σε διάφορες θέσεις και αναμένεται το έργο να συμβάλει και στην τόνωση της τοπικής οικονομίας καθώς ορισμένοι εργαζόμενοι θα προσληφθούν από την περιοχή.

## 9.2. Επιπτώσεις Φάσης Λειτουργίας

Κατά τη φάση της λειτουργίας οι ακόλουθες επιπτώσεις κρίθηκαν ως οι πιο σημαντικές :

- Δε θα περιλαμβάνεται η χρήση καυστήρων με καύση ορυκτών καυσίμων, λέβητες, καύση ή μαζική αποθήκευση υδρογονανθράκων που προκαλούν απελευθέρωση πτητικών ουσιών. Ως εκ τούτου το έργο από μόνο του δεν αναμένεται να προκαλέσει άμεσα επιδείνωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα στην βιομηχανική πόλη. Παρόλα αυτά, η μεταφορά του μεγάλου εργατικού δυναμικού (πάνω από 16.000 εργαζόμενοι) θα αποτελέσει σημαντική

πηγή εκπομπών καυσαερίων από ιδιωτικά αυτοκίνητα, λεωφορεία και άλλα συναφή οχήματα, εκπομπές που θα αυξήσουν τα επίπεδα NO<sub>x</sub>, CO και PM.

- Το έργο δεν αναμένεται να περιλαμβάνει σημαντική αποθήκευση επικίνδυνων υλικών, αλλά η αποθήκευση στα σημεία χρήσης τους είναι αναπόφευκτη. Οποιαδήποτε διαρροή επομένως, είναι πιθανό να έχει μόνο τοπικές επιπτώσεις στο έδαφος και τα υπόγεια ύδατα, οι οποίες θα μπορούσαν να μετριαστούν με κατάλληλα μέτρα.
- Για την περίπτωση διαρροής εντός της Λεκάνης, η μελέτη μοντελοποίησης έδειξε ότι η διαρροή περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό στο εσωτερικό της λεκάνης και θα αποσυντίθεται ταχέως κατά 60-70%, κατά τη διάρκεια της πρώτης ημέρας.
- Θα γίνεται επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων για άρδευση χωρίς άμεση απόρριψη στο θαλάσσιο περιβάλλον. Συνεπώς, δεν υπάρχει κίνδυνος για το θαλάσσιο περιβάλλον από την εκροή των αποβλήτων.
- Το έργο των εισερχόμενων πλοίων συχνά περιέχει μια ποικιλία επιβλαβών ουσιών, συμπεριλαμβανομένων σε ορισμένες περιπτώσεις και ρύπων πετρελαίου, και μη-ιθαγενών χωροκατακτητικών θαλάσσιων ειδών. Τα προσεγγίζοντα πλοία θα επιθεωρούνται ώστε να εξασφαλίζεται η συμμόρφωση με τα πρότυπα της RC και να είναι απαλλαγμένο από επεμβατικά είδη.
- Οι εκπομπές σταθερών πηγών θορύβου (όπως π.χ. σταθμός συμπίεσης αέρα, κατάσταση επίστρωσης σωλήνων κ.λπ.) θα συμμορφώνονται με τα πρότυπα, δηλαδή λιγότερο των 65 dB(A) κατά τη διάρκεια της ημέρας και των 55 dB(A) κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- Θα υπάρξει σημαντική αύξηση της κυκλοφορίας κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου Dammam-Khafji (Διαδρομή 95) και συμφόρηση στην έξοδο Ma'aden. Η κατασκευή του ανισόπεδου κόμβου, αναμένεται να αποσυμφορήσει τη Διαδρομή 95, ωστόσο στην έξοδο Ma'aden θα πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα αντισταθμιστικά μέτρα, καθώς προς το παρόν δεν υπάρχουν εναλλακτικές.

### 9.3. Αθροιστικές Επιπτώσεις

Οι κατασκευαστικές δραστηριότητες και η ανάπτυξη του έργου θα αλλάξει αναπόφευκτα το περιβάλλον της περιοχής. Εκτιμάται ότι η συμβολή του σε εκπομπές και απορρίψεις δεν είναι σημαντική. Παρόλα αυτά, όταν αντιμετωπίζεται αθροιστικά με το υπάρχον περιβάλλον και τις εγκαταστάσεις υπάρχουν οι ακόλουθες ανησυχίες:

- Απώλεια θαλάσσιων βιότοπων. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ο Αραβικός Κόλπος υφίσταται εντατικές αλλαγές και τα τελευταία χρόνια, που δρουν σωρευτικά. Επομένως, είναι σημαντικό τα μέτρα να μην περιορίζονται στις επιπτώσεις (π.χ. χρήση προπετασμάτων για να ελαχιστοποιηθεί το ίζημα), αλλά να εκτείνονται και στην αποκατάσταση των θαλάσσιων οικοτόπων.
- Αύξηση της ρύπανσης από την αυξημένη κυκλοφορία. Η προκαλούμενη από την κυκλοφορία ατμοσφαιρική ρύπανση αναγνωρίζεται ως βασική αιτία επιδείνωσης της ποιότητας του αέρα στη Σαουδική Αραβία.
- Ο δυνητικός κίνδυνος εισαγωγής χωροκατακτητικών ειδών από απορρίψεις έρματος

#### 9.4. Συμπεράσματα και Περιορισμοί

Η ΑΠΕ καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το προτεινόμενο «υπερ – Ναυπηγείο» θα συμβάλλει στην ανάπτυξη της περιοχής Ras Al Khair. Ενώ οι επιπτώσεις είναι σε μεγάλο βαθμό τοπικές, θα πρέπει να εφαρμοστούν τα προτεινόμενα μέτρα για να διασφαλιστεί η ουσιαστική αντιστάθμισή τους.

Η μελέτη ΑΠΕ διενεργήθηκε στο Στάδιο της Πρότασης, όπου οι πληροφορίες σχετικά με τα έργα βρίσκονταν ακόμη υπό εξέλιξη και ήταν κυρίως εννοιολογικές. Συνεπώς, απαιτείται η επικύρωσή της κατά την οριστικοποίηση και τον λεπτομερή προσδιορισμό όλων των τεχνικών προδιαγραφών του έργου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abuzinada, H. A. (2005). The National Strategy for Conservation of Biodiversity in the Kingdom of Saudi Arabia. The National Commission for Wildlife Conservation and Development.

Ahmadi, K. and Al-Zahrani (2013). NO<sub>2</sub> and Cancer Incidence in Saudi Arabia. International Journal of Environmental Research and Public Health. 10(11), 5844-5862

Al Kaabi M., Estima J., Ghedira H., (2013), Analysing the spatial and Temporal variability of water turbidity in the coastal areas of the UAE using Modis Satellite data, Ocean Color Group – Earth Observation and Hydro-Climate Modelling LabMasdar Institute, Abu Dhabi. Retrieved from: [https://www.academia.edu/4140470/Analyzing\\_the\\_spatial\\_and\\_temporal\\_variability\\_of\\_water\\_turbidity\\_in\\_the\\_coastal\\_areas\\_of\\_the\\_UAE\\_using\\_MODIS\\_satellite\\_data](https://www.academia.edu/4140470/Analyzing_the_spatial_and_temporal_variability_of_water_turbidity_in_the_coastal_areas_of_the_UAE_using_MODIS_satellite_data)

Alsharhan, A. S., Rizk, Z. A., Nairn, A. E. M., Bakhit, D. W. and S.A. Alhajari (2001). Hydrogeology of an Arid Region: The Arabian Gulf and Adjoining Areas. 1st ed. Published by Elsevier. Amsterdam/New York.

Al-Yamani, F., D.V. Subba Rao, A. Mharzi, W. Ismail and K. Al-Rifaie (2006). Primary Production off Kuwait, an Arid Zone Environment, Arabian Gulf International Journal of Oceans and Oceanography. 67-85.

Archirodon (2016). Maritime Yard Project – Ras Al Khair. Internal & undisclosed data of the Marine Engineering Department.

Au, D.W.T., Pollino, C. A., Wu, R. S. S., Shin P. K. S., Lau, S. T. F., Tang, J. Y. M. (2004). Chronic effects of suspended solids on gill structure, osmoregulation, growth, and triiodothyronine in juvenile green grouper *Epinephelus coioides*

Bahri, official website. Available at: <http://www.bahri.sa/environment-friendly>

Basson, P. W., J. E. Burchard Jr., J. T. Hardy, and A. R. G. Price (1977). In: L. Bobrowski (Ed): Biotopes of the Western Arabian Gulf: Marine Life and Environments of Saudi Arabia. pp. 1-284, Aramco Department of Loss Prevention and Environmental Affairs, Dhahran, Saudi Arabia.

Bainbridge, D. A. (2012). A Guide for Desert and Dryland Restoration: New Hope for Arid Lands. Island Press

Bainbridge, D.A., Fidelibus M., Macaller R. (2007). Beginner's Guide to Desert Restoration.

Barry Rogliano Salles – Annual Review (2017). Retrieved from:

[https://www.brsbrokers.com/review\\_archives.php](https://www.brsbrokers.com/review_archives.php)

Buchard J. E. (1979). Coral biota of the western Arabian Gulf (ARAMCO, Saudi Arabia).

Dawoud, M. and Mulla, M. (2012). Environmental Impacts of Seawater Desalination – Arabian Gulf Case Study. International Journal of Environment and Sustainability.

DeJong-Hughes, J., Moncrief, J. F., Voorhees, W.B., Swan, J.B (2001). Soil Compaction: Causes, Effects and Control. St. Paul, MN: University of Minnesota Extension Service.

DeVantier, L. and Pilcher, N. (2000). Status of Coral Reef in Saudi Arabia NCWCD. Retrieved from:

[http://www.denix.osd.mil/nr/crid/Coral\\_Reef\\_Iniative\\_Database/Saudi\\_Arabia\\_files/DeVantier%20and%20Pilcher%202000.pdf](http://www.denix.osd.mil/nr/crid/Coral_Reef_Iniative_Database/Saudi_Arabia_files/DeVantier%20and%20Pilcher%202000.pdf)

Elshorbagy, W. (2005). Overview of marine pollution in the Arabian Gulf with emphasis on pollutant transport modelling. United Arab Emirates

Environmental Consulting Bureau (2014). Internal Undisclosed Report. Final Report submitted to Saudi Arabian Oil Company & the Partners on 8 November 2016

Erftemeijer, P.L.A. and Dawood A. Shuail (2012) Seagrass habitats in the Arabian Gulf: distribution, tolerance thresholds and threats, *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 15: sup1, 73-83

Farahat, A. (2016). Air pollution in the Arabian Peninsula (Saudi Arabia, the United Arab Emirates, Kuwait, Qatar, Bahrain, and Oman): causes, effects, and aerosol categorization. *Arabian Journal of Geosciences*

Gilchrist, A., Allouche, E.N., Cowan D. (2003). Prediction and mitigation of construction noise in an urban environment. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 2003, 30(4): 659-672

Gutub, S., Zaki, A., Baghdadi, A., Khan M. and Muhammad D. (2003). A feasibility study of groundwater and its usage in the central area. Final report. Zuhair Fayez Partnership Consultants. Madinah. Saudi Arabia.

Hejazi R. F., Abdulkader, K. A., Ayoubi, E. M. et al. (2009). Project Environmental Impact Assessment, Engineering Procedure. Retrieved from: <https://www.scribd.com/doc/225613476/SAEP-13-pdf>

Hu, L., Jiao J.J. (2010). Modeling the influences of land reclamation on groundwater systems: A case study in Shekou peninsula, Shenzhen, China. *Engineering Geology*, Volume 114, Issues 3–4, 10, Pages 144-153

International Association for Impact Assessment, in cooperation with Institute of Environmental Assessment, UK (1997). *Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice*

International Maritime Organization. IMO Standards for Emissions from Marine Vessels. Retrieved from: <http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/GHG/Pages/default.aspx>

International Maritime Organization, official website (2019). Ballast Water Management.

Retrieved from:

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/BallastWaterManagement/Pages/Default.aspx>

International Maritime Organization, official website. Retrieved from:

<http://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx>

International Union for Conservation of Nature, official website. Retrieved from:

<https://www.iucn.org/>

Jiao, J. (2002). Preliminary conceptual study on impact of land reclamation on groundwater flow and contaminant migration in Penny's Bay.

Judd, S. (2006). Principles and applications of membrane bioreactors in water and wastewater treatment, Elsevier. The MBR book, Oxford.

Kinzelbach, W., Bauer, P., Siegfried, T., Brunner, P. (2003). Sustainable groundwater management - Problems and scientific tools. Institute for Hydromechanics and Water Resources Management, ETH Zürich, Switzerland. Episodes 26. 279-284.

Klontz, G.W. (1993). Epidemiology. In: Stoskopf, M.K. (ed.) Fish Medicine. W.B. Saunders, Philadelphia, US. pp. 210-213.

Krishnakumar, P.K., Joydas, T.V., Lindo, R.T., Magallanes, R., Cali, N.A., Saji, P.A., Manikandan, K. P and Qurban, M.B (2009). Biodiversity of Coral Reefs along the Gulf Coast of Saudi Arabia. Presentation delivered to KFUPM RI. Retrieved from: [www.kfupm.edu.sa](http://www.kfupm.edu.sa)

Legris M, Poulin P. (1998). Noise exposure profile among heavy equipment operators, associated laborers, and crane operators, Am Ind Hyg Assoc J , vol. 59 (pg. 774-8)

Maricopa County AZ official website, 2008. PM10 Emission Factor from Vehicular Movement on Unpaved Roads. Retrieved from:

<https://www.maricopa.gov/DocumentCenter/View/7589/Vehicles-on-Unpaved-Roads---Help-Sheet-PDF?bidId=>

Ministry of Agriculture and Water (1995). Land Resources of the Kingdom of Saudi Arabia, The Land Management Department.

Myers, J., (2015). Noise in construction. American Industrial Hygiene Association. Retrieved from:

<https://www.aiha.org/membercenter/SynergistArchives/2013SynergistArchives/Pages/Noise-in-Construction-10.aspx>

(NCWD official website, 2009) National Commission for Wildlife Conservation and Development, Biodiversity of Saudi Arabia. Retrieved from: <http://www.ncwcd.gov.sa>

O'Connor, M. I, J.F. Bruno, S. D. Gaines, B. S. Halpern, S. E. Lester, B.P. Kinlan and J.M. Weiss (2007). Temperature Control of Larval Dispersal and the Implications for Marine Ecology, Evolution, and Conservation. Proceedings of National Academy of Science

Purser, B. H. and E. Seibold (1973). The principal environmental factors influencing Holocene sedimentation and diagenesis in the Persian Gulf. In: B. H. Purser (Ed): The Persian Gulf, pp. 1-9, Springer-Verlag, Berlin.

RCER (2010). Royal Commission Environmental Regulations Volumes I – III.



RCER (2015). Royal Commission Environmental Regulations Volume I.

Sale P, Feary D, Burt J, Bauman A, Cavalcante G, Drouillard K, Kjerfve B, Marquis E, Trick C, Usseglio P, Lavieren H (2014), The Growing Need for Sustainable Ecological Management of Marine Communities of the Persian Gulf, retrieved from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3357718/>

Saline Water Conversion Corporation (2014). Annual Report 2014. Retrieved from: <https://www.swcc.gov.sa/english/MediaCenter/SWCCPublications/Pages/default.aspx>

Saudi Aramco official website (2011). Saudi Aramco Policy Statements Manual. Retrieved from: <https://www.saudiaramco.com/en/workingwithus/suppliers/resources>

Saudi Ministry of Labor. Retrieved from: <http://www.mol.gov.sa>

Saudi Aramco Engineering Standard, SAES-A-112 (2011). Meteorological and Seismic Design Data.

Saudi Aramco Engineering Standard, SAES-A-105 (2012). Noise Control. Retrieved from: <https://www.scribd.com/document/317136455/SAES-A-105-Noise-Control-pdf>

Schiedek D, Sundelin B, Readman JW, Macdonald RW 2007. Interactions between climate change and contaminants (review). Marine Pollution Bulletin 54, 1845-1856.

Science Learning Hub. (2009). Retrieved from <http://sciencelearn.org.nz/Contexts/Life-in-the-Sea/Science-Ideas-and-Concepts/Environmental-conditions-affecting-the-sea>

South Australia EPA (2013). Strategies for water quality improvement for in the Adelaide's coastal waters. Retrieved from:

[https://www.epa.sa.gov.au/environmental\\_info/water\\_quality/programs/adelaide\\_coastal\\_waters](https://www.epa.sa.gov.au/environmental_info/water_quality/programs/adelaide_coastal_waters)

Sustainable Shipping Initiative - SSI. Our Vision for a Sustainable Shipping. Retrieved from:

<https://www.ssi2040.org/#ssi-members>

Turner, A., and G.E. Millward. (2002). Suspended particles: Their role in estuarine biogeochemical cycles. Estuarine, Coastal and Shelf Science 55, 857-883.

United States Department of Labor, official website. Dust Control Handbook. Retrieved from:

[http://www.osha.gov/SLTC/silicacrystalline/dust/dust\\_control\\_handbook.html](http://www.osha.gov/SLTC/silicacrystalline/dust/dust_control_handbook.html)

United States Environmental Protection Agency, official website. Municipal Wastewater. Retrieved from : <https://www.epa.gov/npdes/municipal-wastewater>

United States Environmental Protection Agency, official website (2009). AP-42: Compilation of Air Emissions Factors. Retrieved from : <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>

United States Environmental Protection Agency, official website (2014) Lower Duwamish Waterway Seattle, WA. Record of Decision.

United States Environmental Protection Agency, official website (2018). Hunters Point Naval Shipyard, California. Retrieved from :

<https://cumulis.epa.gov/supercpad/SiteProfiles/index.cfm?fuseaction=second.cleanup&id=0902722#bkgground>

United States Environmental Protection Agency, official website. National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants: Surface Coating of Large Appliances; Printing, Coating, and Dyeing of Fabrics and Other Textiles; and Surface Coating of Metal Furniture Residual Risk and Technology Reviews (2019). Retrieved from : <https://www.federalregister.gov/documents/2019/03/15/2019-03560/national-emission-standards-for-hazardous-air-pollutants-surface-coating-of-large-appliances>

Van Lavieren, H., J. Burt, D.A. Feary, G. Cavalcante, E. Marquis, L. Benedetti, C. Trick, B. Kjerfve, and P.F.Sale. (2011). Managing the growing impacts of development on fragile coastal and marine ecosystems: Lessons from the Gulf. A policy report, UNU-INWEH, Hamilton, ON, Canada.

Wikipedia contributors (2019). Saudi Arabia. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved from: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Saudi\\_Arabia&oldid=905918582](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Saudi_Arabia&oldid=905918582)

Wikipedia contributors (2019). Ras Al Khair. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved from: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Special:CiteThisPage&page=Ras\\_Al-Khair&id=898186109](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Special:CiteThisPage&page=Ras_Al-Khair&id=898186109)

Wilber, D.H., Clarke, D.G. (2001). Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish with Relation to Dredging Activities in Estuaries, North American Journal of Fisheries Management, 21:4, 855-875