



**ΘΑΛΛΑΣΙΑ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΝΑΥΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ
CASE STUDY: ΝΑΥΑΓΙΟ "ΑΓΙΑ ΖΩΝΗ II"**

Βλαχογιάννης Κωνσταντίνος

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων Καθηγητής: Αναστασία Νικολάου

Μυτιλήνη, Ιούνιος 2020

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αποφοίτου του Π.Μ.Σ. «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων Περιοχών»

Κωνσταντίνου Βλαχογιάννη

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

**ΘΑΛΛΑΣΙΑ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΝΑΥΤΙΚΑ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ:
CASE STUDY: ΝΑΥΑΓΙΟ "ΑΓΙΑ ΖΩΝΗ II"**

Τριμελής Επιτροπή Επίβλεψης και Κρίσης της Εργασίας

Υπογραφές

**Αναστασία Νικολάου
Επιβλέπουσα Καθηγήτρια**

Μαρία Καραντανέλλη

Δήμητρα Κίτσιου

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία αποτελεί διπλωματική εργασία στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος "Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων Περιοχών". Πριν την παρουσίαση των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω ορισμένους από τους ανθρώπους που έπαιξαν πολύ σημαντικό ρόλο στην πραγματοποίηση και την επιτυχή ολοκλήρωση της.

Πρώτους από όλους θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου Χριστίνα Χατζή και Κώστα Βλαχογιάννη (συνωνυμία) για την ψυχική ενίσχυση καθώς και για την αγάπη που μου έχουν εμφυσήσει για την μόρφωση. Εν συνεχεία την επιβλέπουσα καθηγήτρια της Διπλωματικής εργασίας κ. Νικολάου Αναστασία για την προσφορά της να με αναλάβει και να με εμπιστευτεί ύστερα από αδυναμία της προγενέστερης καθηγήτριας λόγω υπηρεσιακών και προσωπικών της υποχρεώσεων. Δεν θα μπορούσα να παραβλέψω τον Κυβερνήτη μου Υποπλοίαρχο Χρήστο Παπασπύρο ΠΝ, στο πολεμικό πλοίο ΠΠ ΑΝΔΡΟΜΕΔΑ, για την ψυχική καθοδήγηση, την διευκόλυνση, ικανοποίηση των αιτημάτων μου καθώς και την χορήγηση αδειών για την ολοκλήρωση των μεταπτυχιακών μου σπουδών ώστε να συμμετέχω στις εξεταστικές περιόδους. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω άτομα του στενού μου περιβάλλοντος που με τον τρόπο τους με στήριξαν ηθικά ώστε παρά τις δυσκολίες που αντιμετώπιζα, μου υπενθύμιζαν τις ικανότητες μου ώστε να φέρω εις πέρας επιτυχώς τις σπουδές μου.

Περίληψη

Η ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την βιωσιμότητα των ζωντανών οργανισμών τόσο εντός της θάλασσας όσο και εκτός της θάλασσας. Στην παρούσα διπλωματική εργασία πρόκειται να γίνει έρευνα και ουσιαστική μελέτη της θαλάσσιας ρύπανσης από ναυτικά ατυχήματα. Ειδικότερα, πρόκειται να αναλυθεί η περίπτωση του θαλάσσιου ναυτικού ατυχήματος στα Ελληνικά θαλάσσια ύδατα, «Αγία Ζώνη II» που πραγματοποιήθηκε το 2017 στον Σαρωνικό Κόλπο. Αρχικά, γίνεται γενική αναφορά στην θαλάσσια ρύπανση και στην παράκτια ζώνη, όπου αναλύεται το φαινόμενο της ρύπανσης, οι μορφές που παρουσιάζει, η διαφορά μεταξύ ρύπανσης και μόλυνσης, ο ορισμός και οι βασικές έννοιες της παράκτιας ζώνης. Έπειτα, εισχωρούμε στο κύριο μέρος της παρούσας διπλωματικής, που είναι η ρύπανση της θάλασσας από ναυτικά ατυχήματα. Σε αυτό το μέρος πραγματοποιείται μια γενική ανασκόπηση των ναυτικών ατυχημάτων που έλαβαν χώρα, την χρονολογική περίοδο 2011 έως 2018 στην Ευρώπη. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στα 10 μεγαλύτερα ναυτικά ατυχήματα ανά τον κόσμο αλλά και στα 10 μεγαλύτερα ατυχήματα που έλαβαν χώρα στον Ελλαδικό χώρο. Μετέπειτα, αναφέρονται οι επιπτώσεις και η αντιμετώπιση της ρύπανσης από τα θαλάσσια ναυτικά ατυχήματα. Κατόπιν, αναλύεται η περίπτωση του ναυτικού ατυχήματος «Αγία Ζώνη II», που έλαβε χώρα στον Σαρωνικό Κόλπο. Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και η βιβλιογραφική αναζήτηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Λέξεις κλειδιά: ναυτικά ατυχήματα, θαλάσσια ρύπανση, «Αγία Ζώνη II», Σαρωνικός Κόλπος.

Abstract

Pollution of the marine environment is an important factor in the viability of living organisms both at sea and outside the sea. In this dissertation, research and substantial study of marine pollution from maritime accidents will be carried out. In particular, the case of maritime maritime accident in Greek marine waters, the "Agia Zoni II", is to be analyzed. between pollution and contamination and the definition and basic concepts of the coastal zone. Then we enter the main part of this diplomacy, which is the pollution of the sea by maritime accidents. In this part, a general overview of the maritime accidents that took place, in the period 2011 to 2018, in Europe, is carried out. In addition, reference is made to the 10 largest maritime accidents in the world, but also to the 10 largest accidents that took place in Greece. Later, the effects and treatment of pollution from maritime accidents are reported. Then, the case of the maritime accident "Agia Zoni II", which took place in the Saronic Gulf, is analyzed. Finally, the conclusions and the bibliographic search of this dissertation are presented.

Keywords: maritime accidents, marine pollution, "Agia Zoni II", Saronic Gulf.

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες	i
Περίληψη	iii
Abstract.....	iii
1. Εισαγωγή.....	1
2. Μεθοδολογία	4
3. Θαλάσσια ρύπανση – Παράκτια ζώνη	6
3.1. Το φαινόμενο της ρύπανσης	6
3.2. Οι μορφές της θαλάσσιας ρύπανσης.....	9
3.3. Η διαφορά μεταξύ ρύπανσης και μόλυνσης.....	10
3.4. Ορισμός και βασικές έννοιες της παράκτιας ζώνης	12
4. Θαλάσσια ρύπανση από ναυτικά ατυχήματα	17
4.1. Ιστορική αναδρομή	17
4.2. Το πετρέλαιο στην θάλασσα	21
4.3. Τα 10 μεγαλύτερα παγκόσμια ναυτικά ατυχήματα στην θάλασσα.....	27
4.4. Τα 10 μεγαλύτερα ναυτικά ατυχήματα στον Ελλαδικό χώρο	33
4.5. Επιπτώσεις ρύπανσης	39
4.6. Αντιμετώπιση της ρύπανσης	41
4.6.1. Τρόποι αντιμετώπισης	41
4.6.2. Κόστος.....	43
5. Μελέτη ‘Αγία ζώνη II’	46
5.1. Η στιγμή του ναυαγίου και η αντιμετώπισή του	46
5.2. Ο κίνδυνος της ρύπανσης από το πετρέλαιο	48
5.3. Χαρτογραφική αποτύπωση	51
5.4. Οικολογική συνείδηση	58

6. Συμπεράσματα και Συζήτηση	60
7. Βιβλιογραφία	63
7.1. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.....	63
7.2. Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία.....	66
7.3. Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία.....	67

1. Εισαγωγή

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και η έρευνα της θαλάσσιας ρύπανσης από ναυτικά ατυχήματα στην παράκτια ζώνη όπου θα γίνει αναφορά των μορφών της θαλάσσιας ρύπανσης, της διαφοράς μεταξύ ρύπανσης και μόλυνσης καθώς και αναφορά σε βασικές έννοιες της παράκτιας ζώνης. Ειδικότερα, πρόκειται να παρουσιαστούν τα 10 μεγαλύτερα ναυτικά ατυχήματα στην θάλασσα παγκοσμίως αλλά και στον Ελλαδικό χώρο, θα γίνει λεπτομερέστατη μελέτη και έρευνα της περίπτωσης του θαλάσσιου ατυχήματος 'ΑΓΙΑ ΖΩΝΗ II' που συνέβη το 2017 στον Σαρωνικό κόλπο και θα αναφερθεί το χρονικό που έλαβε χώρα το ατύχημα, οι επιπτώσεις που προκάλεσε στο θαλάσσιο αλλά και στο ξηρό περιβάλλον καθώς και οι τρόποι αντιμετώπισης.

Γενικά, η θαλάσσια ρύπανση είναι μια ευρεία κατηγορία που αποτελείται από τη ρύπανση λόγω του πετρελαίου, από ατυχήματα στην υπεράκτια ζώνη, εγκαταστάσεις πετρελαίου και φυσικού αερίου και κάθε άλλου είδους θαλάσσιας ρύπανσης (NielsPhilipsen, 2015). Ακόμη, μπορεί να προκληθεί από προβλήματα στο περιβάλλον σε εσωτερικές πλωτές οδούς, στην παράκτια ζώνη και εντός της θάλασσας. Για παράδειγμα, μέσω της θαλάσσιας ναυτιλίας, με μη βιοαποικοδομήσιμα στερεά απόβλητα, τυχαίες διαρροές πετρελαίου, τοξικά ή άλλα φορτία ή καύσιμα σε λιμάνια (Ü. Özdemir, 2016).

Η θαλάσσια ρύπανση αποτελεί σημαντικό μέρος των μέσων ενημέρωσης διότι πολύ συχνά προβάλλονται εικόνες που σοκάρουν, όπου μπορεί να απεικονίζονται θαλάσσια πτηνά που τα φτερά τους είναι χρωματισμένα μαύρα από πετρέλαιο καθώς και ψάρια και δελφίνια όπου απεικονίζονται να έχουν μαύρες κηλίδες στα λέπια τους. Το πλεονέκτημα αυτής της εστίασης και ευαισθητοποίησης των μέσων ενημέρωσης είναι η δημόσια υποστήριξη που αποκτήθηκε για πρωτοβουλίες αποκατάστασης και πρόληψης της ρύπανσης, αλλά το μειονέκτημα είναι η έλλειψη επιστημονικής αυστηρότητας στις συζητήσεις σχετικά με τη ρύπανση (Beiras, 2018).

Σύμφωνα με την Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών του 1982, σχετικά με το νομικό δίκαιο στη θάλασσα, η θαλάσσια ρύπανση καθορίστηκε ως «η εισαγωγή από τον άνθρωπο, άμεσα ή έμμεσα, ουσιών ή ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον ... που έχει ως αποτέλεσμα ή είναι πιθανό να έχει επιβλαβή αποτελέσματα όπως βλάβη στους έμβιους πόρους και στη θαλάσσια ζωή» (DanWilhelmsson, 2013). Μετέπειτα, ο ίδιος ορισμός χρησιμοποιήθηκε και αποδόθηκε και στις συμβάσεις OSPAR και Ελσίνκι καθώς και στο πρόγραμμα περιφερειακών θαλασσών της UNEP. Αξίζει να σημειωθεί ότι, εκτός από την εισροή διαφόρων ειδών ουσιών στα θαλάσσια ύδατα, ο ορισμός της θαλάσσιας ρύπανσης

περιλαμβάνει την εισαγωγή ενέργειας, όπως για παράδειγμα η θερμική ενέργεια (H. M. Dotinga, 2000; DanWilhelmsson, 2013).

Περίπου το 90% του παγκόσμιου εμπορίου πραγματοποιείται από τη ναυτιλιακή βιομηχανία. Η ναυτιλία θεωρείται μια ασφαλής, οικονομική και περιβαλλοντική μορφή εμπορικών μεταφορών (Ceyhun, 2014). Αν και οι αυξανόμενες περιπτώσεις τραβούν την προσοχή του κοινού στα ατυχήματα, οι στατιστικές δείχνουν μια αργή αλλά σταθερή μείωση των θαλάσσιων ατυχημάτων τα τελευταία 10 χρόνια. Αυτή η δεκαετία ακολουθεί τη γενική τάση βελτίωσης της ασφάλειας στη ναυτιλία που έλαβε χώρα τον 20ο αιώνα (Ceyhun, 2014).

Σε παγκόσμιο επίπεδο, από το 2011 έως το 2018, έχουν καταγραφεί πάνω από 23.000 ναυτικά ατυχήματα σε θαλάσσιες περιοχές, σύμφωνα με τη βάση δεδομένων EMCIP. Συγκριμένα, ο αριθμός αυτός των θαλάσσιων ατυχημάτων αντιπροσωπεύει ένα κατά μέσο όρο 3239 ατυχημάτων ή συμβάντων κάθε χρόνο από το 2011 έως το 2018 (EuropeanMaritimeSafetyAgency, 2019). Ωστόσο, ο αριθμός των πολύ σοβαρών ατυχημάτων άρχισε να μειώνεται συνεχώς από το 2014 και έπειτα, με περαιτέρω μείωση περιστατικών το 2018, όπου καταγράφηκε πτώση κατά 95 συμβάντων (European Maritime Safety Agency, 2019).



Εικόνα 1: Ναυτικό θαλάσσιο ατύχημα (Πηγή: European Maritime Safety Agency, 2015).

Εκτός από την προφανή περιβαλλοντική ζημία που προκαλείται από τη θαλάσσια ρύπανση, μπορεί να υπάρξουν επιπτώσεις στην υγεία καθώς και κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις. Οι δύο τελευταίες κατηγορίες περιλαμβάνουν ζημιές στους χειριστές εγκαταστάσεων, απώλεια κερδών για το τουριστικό τομέα και την αλιευτική βιομηχανία (Niels Philipsen, 2015).

Η Ελλάδα φιλοξενεί μια μεγάλη ποικιλία μεσογειακών οικοτόπων από ανοιχτή θάλασσα, παλιρροιακές περιοχές και θαλάσσιους αμμόλοφους, από διάφορους τύπους θάμνων, λιβαδιών και δασών της Μεσογείου (Valavanidis, 2018). Ένα πρόσφατο γεγονός θαλάσσιας ρύπανσης από ναυτικό ατύχημα στην παράκτια ζώνη που επηρέασε αρκετά και σε σημαντικό βαθμό την θαλάσσια και ξηρά περιοχή της Ελλάδας αποτελεί το ναυτικό ατύχημα ονομαζόμενο ως 'ΑΓΙΑ ΖΩΝΗ II' που συνέβη το 2017 στον Σαρωνικό κόλπο.

2. Μεθοδολογία

Η μέθοδος που ακολουθείται για τη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση από έγκυρες πηγές. Ειδικότερα, έχει ως στόχο την διερεύνηση πληθώρας έργων και μελετών που βασίζονται στην θαλάσσια ρύπανση από ναυτικά ατυχήματα, στην εύρεση τρόπων αντιμετώπισης της ρύπανσης και στην μελέτη ενός πρόσφατου ναυτικού ατυχήματος, που έλαβε χώρα το 2017 στον Αργοσαρωνικό Κόλπο και φέρει το όνομα «ΑΓΙΑ ΖΩΝΗ II».

Η εκτίμηση της αποδοτικότητας, της παρούσας μελέτης, για να είναι ρεαλιστική και να παράγει χρήσιμα συμπεράσματα οφείλει να στηριχθεί σε αντικειμενικές παρατηρήσεις. Για τους σκοπούς αυτούς, το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφικής αναζήτησης που έγινε χρήση στην διπλωματική αυτή, έχει ως βάση την έρευνα και μελέτη επιστημονικών έγκυρων περιοδικών, με βασικό σκοπό την εύρεση και μελέτη ερευνών που κατέχουν ένα υψηλό υπόβαθρο με έγκυρο, ακριβές και αξιόπιστο πληροφοριακό υλικό. Επιπρόσθετα, στην χρησιμοποιούμενη βιβλιογραφία περιλαμβάνεται η μελέτη αρκετών βιβλίων, ηλεκτρονικών δημοσιευμάτων αλλά και πηγών ώστε να αποδοθεί ένα σωστότερο και αρτιότερο αποτέλεσμα για την ολοκλήρωση εκπόνησης του θέματος της παρούσας διπλωματικής.

Παρόλα αυτά, η αναφερόμενη μελέτη και βιβλιογραφική ανασκόπηση δεν μπορεί να κριθεί σε καμία περίπτωση ότι έχει εξαντληθεί στο έπακρο, λόγω του ότι οι αναρτήσεις και οι μελέτες που λαμβάνουν χώρα με βάση αυτό το θέμα ολοένα αυξάνονται και ανανεώνονται με νέες πληροφορίες και έρευνες. Ωστόσο, έγινε τεράστια προσπάθεια και αναζήτηση για να εξασφαλιστεί ένα μεγάλο μέρος πληροφοριακού υλικού που αποτελούσε εύκαιρο και διαθέσιμο σχετικά με το παρόν ζήτημα που θα απασχολήσει την παρούσα διπλωματική εργασία και βασίζεται στην ρύπανση της θάλασσας από ναυτικά ατυχήματα και στην μελέτη της περίπτωσης «ΑΓΙΑ ΖΩΝΗ II».

Όσον αφορά τα πληροφοριακά δεδομένα και τα ποσοστά ναυτικών ατυχημάτων, όπου πραγματοποιείται αναφορά, έγινε λήψη πληροφοριών από το European Maritime Safety Agency την χρονική περίοδο 2011 με 2015 και 2011 με 2018 καθώς και από υφιστάμενες έρευνες σε περιοδικά δημοσιεύματα. Αξίζει να σημειωθεί ότι όλα αυτά αναγράφονται και γίνεται αναφορά, με λεπτομέρεια, στην βιβλιογραφία.

Τέλος, η κύρια χρονική περίοδος που αντλούνται οι πληροφορίες που έχουν παρθεί, για την συγκεκριμένη διπλωματική έρευνα, βασίζονται κατά κύριο λόγο μεταξύ των ετών 2010 με 2019. Ωστόσο, γίνεται αναφορά και σε πληροφοριακό υλικό το οποίο έχει παρθεί από επιστημονικά περιοδικά και βιβλία από παλαιότερη χρονική περίοδο, τα οποία όμως είναι λίγα.

3. Θαλάσσια ρύπανση – Παράκτια ζώνη

3.1. Το φαινόμενο της ρύπανσης

Το φαινόμενο της ρύπανσης αποτελεί ένα παγκόσμιο πρόβλημα. Αν και οι αστικές περιοχές είναι συνήθως πιο μολυσμένες από την ύπαιθρο, η ρύπανση μπορεί να εξαπλωθεί σε απομακρυσμένα μέρη όπου δεν ζουν άνθρωποι. Για παράδειγμα, τα ρεύματα αέρα και νερού μεταφέρουν ρύπανση, τα θαλάσσια ρεύματα και τα μεταναστευτικά ψάρια μεταφέρουν θαλάσσιους ρύπους πολύ μακριά, οι άνεμοι μπορούν να πάρουν ραδιενεργό υλικό που απελευθερώθηκε κατά λάθος από έναν πυρηνικό αντιδραστήρα και να το διασκορπίσουν σε όλο τον κόσμο. Επιπλέον, ο καπνός από ένα εργοστάσιο σε μια χώρα παρασύρεται σε μια άλλη χώρα (National Geographic, 2020).

Το φαινόμενο της ρύπανσης αποτελεί τεράστια και σοβαρή απειλή για κάθε οικοσύστημα, παγκοσμίως. Ως ρύπανση ή περιβαλλοντική ρύπανση, ονομάζεται η προσθήκη οποιασδήποτε ουσίας, που μπορεί να έχει είτε στερεά, υγρή ή αέρια μορφή, ή οποιαδήποτε μορφή ενέργειας, όπως είναι για παράδειγμα η θερμότητα, ο ήχος ή η ραδιενέργεια, στο περιβάλλον με ρυθμό ταχύτερο από ότι μπορεί να διασκορπιστεί, να αραιωθεί, να αποσυντεθεί, ανακυκλωθεί ή αποθηκευτεί σε κάποια ακίνδυνη μορφή (Nathanson, 2020).

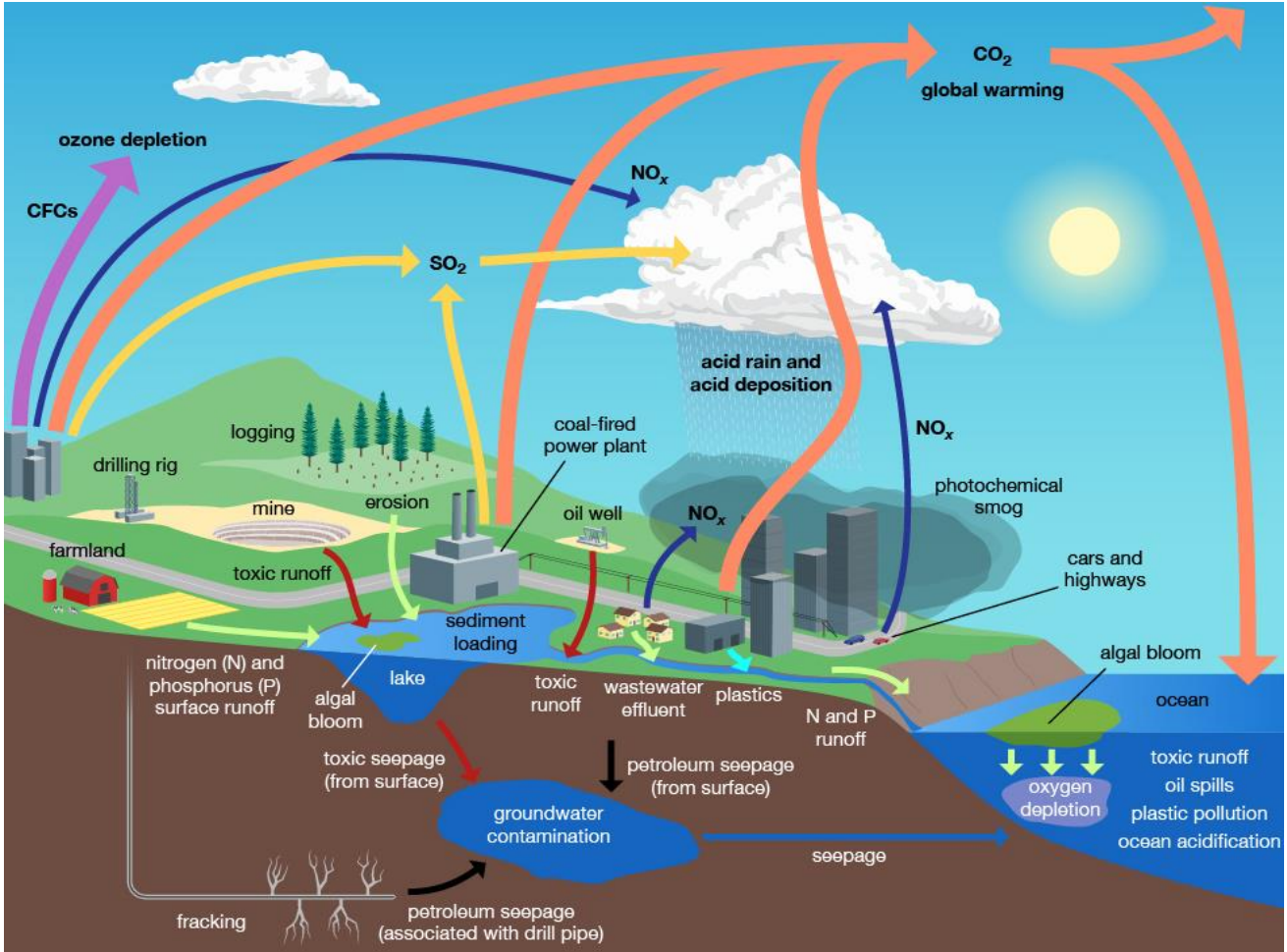
Τα κύρια είδη ρύπανσης, που συνήθως ταξινομούνται ανά περιβάλλον, είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ρύπανση των υδάτων και η ρύπανση της γης. Επιπλέον, στην σημερινή κοινωνία υπάρχουν αρκετές ανησυχίες και για άλλους συγκεκριμένους τύπους ρύπων, όπως είναι η ηχορύπανση, η ελαφριά ρύπανση και η πλαστική ρύπανση (Nathanson, 2020). Κάθε είδους μορφής ρύπανσης μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην ύπαρξη της ζωής και να επηρεάσει αρνητικά την υγεία και την ευημερία των ανθρώπων, των ζώων και της φύσης (Nathanson, 2020). Για παράδειγμα, πολλά πράγματα που είναι χρήσιμα για τους ανθρώπους προκαλούν ρύπανση, όπως είναι τα αυτοκίνητα που εκπέμπουν ρύπους από τους σωλήνες εξάτμισης, η καύση του άνθρακα για τη δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας που μολύνει τον αέρα, οι βιομηχανίες και τα σπίτια που παράγουν σκουπίδια και λύματα που μπορούν να μολύνουν το έδαφος και το νερό. Ακόμη, άλλα παραδείγματα ρύπανσης είναι τα φυτοφάρμακα, δηλαδή τα χημικά δηλητήρια, που χρησιμοποιούνται για να σκοτώσουν ζιζάνια και

έντομα και διαρρέουν σε υδάτινες οδούς και βλάπτουν το περιβάλλον της φύσης (NationalGeographic, 2020).

Συγκεκριμένα, η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η εισαγωγή στην ατμόσφαιρα σωματιδίων, χημικών ή βιολογικών υλικών που προκαλούν δυσφορία, ασθένεια ή θάνατο σε ανθρώπους. Επίσης, βλάπτουν άλλους οργανισμούς, όπως καλλιέργειες ή βλάπτουν το φυσικό περιβάλλον ή το δομημένο περιβάλλον. Ο ατμοσφαιρικός ρύπος αποτελεί ουσιαστικά την ουσία στον αέρα, η οποία μπορεί να είναι επιβλαβής για τον άνθρωπο και το περιβάλλον (MahendraPratarChoudhary, 2013). Αυτοί οι ρύποι μπορεί να είναι φυσικοί ή τεχνητοί και να έχουν τη μορφή στερεών σωματιδίων, υγρών σταγονιδίων ή αερίων. Επιπλέον, ταξινομούνται σε πρωτογενείς, όπως η τέφρα από μια ηφαιστειακή έκρηξη, το αέριο του μονοξειδίου του άνθρακα από εξάτμιση ενός οχήματος ή το διοξείδιο του θείου που απελευθερώνεται από εργοστάσια, ή δευτερογενείς όπως είναι το όζον στο επίπεδο του εδάφους. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι δευτερογενείς ρύποι σχηματίζονται από τους πρωτογενείς ρύπους (Mahendra Pratar Choudhary, 2013). Η ρύπανση της γης μολύνεται σχεδόν από τους ίδιους ρύπους που μολύνουν τα ύδατα. Για παράδειγμα, οι εργασίες εξόρυξης αφήνουν μερικές φορές το έδαφος μολυσμένο με επικίνδυνες χημικές ουσίες, τα φυτοφάρμακα και τα λιπάσματα από γεωργικούς αγρούς εκρήγνυνται από τον άνεμο και μπορούν να βλάψουν φυτά, ζώα και μερικές φορές ανθρώπους (National Geographic, 2020). Η ρύπανση των υδάτων προέρχεται όταν ξένες ουσίες εισέρχονται στο υδάτινο περιβάλλον. Επομένως, η υδάτινη ρύπανση αποτελεί οποιαδήποτε αλλαγή στο νερό που είναι επιβλαβή για τους ζωντανούς οργανισμούς. Οι μορφές ρύπανσης των υδάτων χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες. Η μία κατηγορία αφορά έναν ρύπο που απορρίπτεται από μια συγκεκριμένη πηγή και μπορεί να ανιχνευθεί εύκολα για παράδειγμα τα απόβλητα από ένα εργοστάσιο, δηλαδή θαλάσσια απορρίμματα. Η άλλη κατηγορία αφορά την ρύπανση επιφανειακών υδάτων που είναι δύσκολο να εντοπιστούν όπως οι πετρελαιοκηλίδες, φυτοφάρμακα, λιπάσματα (ProjectOceanography, 2000).

Σχετικά με τον ορισμό των θαλάσσιων απορριμμάτων και με βάση το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (UNEP): «Ως θαλάσσια απορρίμματα χαρακτηρίζουμε οποιαδήποτε κατασκευασμένα ή επεξεργασμένα στερεά υλικά που έχουν απορριφθεί, αποτεθεί ή εγκαταλειφθεί στο θαλάσσιο και το παράκτιο περιβάλλον. Τα θαλάσσια απορρίμματα αποτελούνται από αντικείμενα: που έχουν παρασκευαστεί ή χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο και έχουν εγκαταλειφθεί εκ προθέσεως στη θάλασσα, στους ποταμούς ή σε παραλίες· που έχουν μεταφερθεί έμμεσα στη θάλασσα μέσω ποταμών, αποχετευτικών δικτύων, όμβριων υδάτων ή ανέμων· που έχουν ατυχώς χαθεί, συμπεριλαμβανομένων αυτών που έχουν χαθεί στη θάλασσα επί κακών καιρικών συνθηκών (αλιευτικά εργαλεία, εμπόρευμα) ή

που έχουν αφεθεί εκ προθέσεως από ανθρώπους σε παραλίες και ακτές» (UNEP, 2009) (MEDASET, 2018).



Εικόνα 2: Απεικόνιση του κύκλου μόλυνσης και ρύπανσης της γης, των υδάτων και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Πηγή: Nathanson, 2020).

Η περιοχή της Μεσογείου μετρά περίπου 450 εκατομμύρια ανθρώπινες ζωές. Έως το 2025, προβλέπεται η αύξηση του αριθμού αυτού κατά 70 εκατομμύρια, συνολικά 520 εκατομμύρια, από τα οποία τα 150 εκατομμύρια προσδιορίζεται ότι θα βρίσκονται και θα κατοικούν σε παράκτιες ζώνες ή σχεδόν κοντά σε αυτές τις περιοχές (MEDASET, 2018). Ωστόσο, η περιοχή αυτή απειλείται σημαντικά από την ρύπανση αφού αποτελεί έναν δημοφιλή τουριστικό προορισμό και φιλοξενεί στις ακτές της μοναδικά οικοσυστήματα, ζώα και φυτά (MEDASET, 2018).

3.2.Οι μορφές της θαλάσσιας ρύπανσης

Η θάλασσα είναι τόσο απέραντη και βαθιά που μέχρι πρόσφατα, θεωρήθηκε ευρέως ότι ανεξάρτητα από το πόσο απορρίπτονται τα απόβλητα και οι χημικές ουσίες τα αποτελέσματα θα είναι αμελητέα. Το νερό στην θάλασσα καλύπτει περισσότερο από το 70% της Γης και μόνο τις τελευταίες δεκαετίες έχει αρχίσει ο άνθρωπος να καταλαβαίνει πως αυτό επηρεάζει το υδάτινο περιβάλλον (Howard, 2019). Η θαλάσσια ρύπανση, ως ξεχωριστή από τη συνολική ρύπανση των υδάτων, εστιάζεται σε ανθρώπινα προϊόντα που εισέρχονται στην θάλασσα (Howard, 2019).

Οι μορφές της θαλάσσιας ρύπανσης ποικίλουν. Εκτός από την ρύπανση λόγω του πετρελαίου, μπορούν να προκληθούν αρκετά άλλα ατυχήματα στην θάλασσα όπως είναι η πρόκληση χημικών ρύπων από μεγάλα σκάφη ή και να χαθεί κάποιο είδος φορτίου στα θαλάσσια ύδατα. Επιπλέον, η θάλασσα μπορεί να μολυνθεί από το ίδιο το νερό και από τα ποτάμια, όπου πολλές φορές απορρίπτονται τοξικές ουσίες, π.χ. από εργοστάσια, τα οποία όλα καταλήγουν, μεταφέρονται και παραμένουν στην θάλασσα (SEOS, 2019).

Το 1950 εμφανίστηκε η πρώτη σοβαρή πρόκληση για την ακεραιότητα των θαλασσών, της πιθανής απόρριψης τεχνητών ραδιενέργειας από πυρηνικούς σταθμούς. Λόγω αυτού, σε αρκετές χώρες πολλοί επιστήμονες και μηχανικοί αναγνώρισαν τις επιπτώσεις στη δημόσια υγεία λόγω της έκθεσης σε μολυσμένα ύδατα και διατύπωσαν πρωτόκολλα για την προστασία των δυνητικά εκτεθειμένων ατόμων λόγω της απελευθέρωσης των παραγόμενων ραδιονουκλιδίων προς το περιβάλλον (Goldberg, 1995).

Από την άλλη, οι κυριότερες μορφές ρύπανσης που παρουσιάζονται στην Μεσόγειο είναι η μη επαρκής κατεργασία των αστικών αποβλήτων, αφού μόνο ένα ποσοστό του 60% των παράκτιων ζωνών της Μεσογείου κατέχει συστήματα για την κατεργασία των αποβλήτων. Ως αποτέλεσμα, παραπάνω από 2 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα ακατέργαστων αποβλήτων καταλήγουν στην θαλάσσια περιοχή της Μεσογείου κάθε έτος (MEDASET, 2018). Άλλη μορφή ρύπανσης που απειλεί την συγκεκριμένη περιοχή είναι οι ρύποι που προέρχονται από τις βιομηχανίες μέσω της ατμοσφαιρικής εκπομπής, από τα στερεά και τα μη κατεργασμένα απόβλητα. Αξίζει να αναφερθεί, ότι αυτοί οι ρύποι από τις βιομηχανίες είναι τόσο τοξικοί και επικίνδυνοι για έναν ζωντανό οργανισμό καθώς περιλαμβάνουν ψευδάργυρο, μόλυβδο, υδράργυρο, χρώμιο, φαινόλες και πετρελαιοειδή ουσίες (MEDASET, 2018). Ακόμη μια μορφή ρύπανσης της συγκεκριμένης περιοχής είναι η πυκνή διακίνηση και μετακίνηση δεξαμενόπλοιων από την Μεσόγειο

προς τον υπόλοιπο παγκόσμιο θαλάσσιο χάρτη. Ως εκ τούτου, οι μη ελεγχόμενες αποβολές πετρελαϊκών υδρογονανθράκων, από αυτά τα δεξαμενόπλοια, απαρτίζουν μια μόνιμη απειλή ρύπανσης (MEDASET, 2018).



Εικόνα 3: Απεικόνιση επιπτώσεων θαλάσσιων απορριμμάτων σε υδάτινους ζωντανούς οργανισμούς (Πηγή: MEDASET, 2018).

3.3.Η διαφορά μεταξύ ρύπανσης και μόλυνσης

Αρκετός πληθυσμός χρησιμοποιεί τις έννοιες της ρύπανσης και της μόλυνσης εναλλακτικά. Οι ουσίες που προκαλούν ρύπανση ονομάζονται «ρύποι» ενώ αυτές που οδηγούν σε μόλυνση ονομάζονται «μολυσματικές ουσίες». Ωστόσο, έχουν αρκετές ομοιότητες γιατί και οι δύο έννοιες αναφέρονται σε ένα ανεπιθύμητο στοιχείο (Brown, 2019). Για παράδειγμα, ένα υλικό απόβλητο σε ένα ποτάμι μπορεί να ονομαστεί ως μολυσματικό ή ρυπαντικό. Μια άλλη ομοιότητα είναι η διαδικασία αποκατάστασης. Τα βήματα καθαρισμού της ρύπανσης είναι ίδια με εκείνα της μόλυνσης (Brown, 2019). Επιπλέον, συνδέονται με τρόπο που η εισαγωγή επιβλαβών ρύπων οδηγεί σε ρύπανση. Ωστόσο, μια βασική διαφορά τους είναι ότι η ρύπανση έχει μεγαλύτερη αρνητική έννοια λόγω των πιο επικίνδυνων

επιπτώσεών της σε σύγκριση με τη μόλυνση. Ως εκ τούτου, αυτά τα περιστατικά είναι αλληλένδετα και συγκρίσιμα αλλά εξακολουθούν να έχουν αξιοσημείωτες διαφορές (Brown, 2019).

Οι «μολυσματικές ουσίες» ορίζονται ως εισροές ξένων και δυνητικά τοξικών ουσιών στο περιβάλλον. Οι μολυσματικοί παράγοντες δεν προκαλούν πάντοτε ρύπανση καθώς οι συγκεντρώσεις τους μπορεί να είναι πολύ χαμηλές. Οι «ρύποι» ορίζονται ως ανθρωπογενή εισαγόμενες ουσίες που έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στο περιβάλλον (D. Stengel, 2006).

Ως εκ τούτου, οι κυριότερες διαφορές που παρουσιάζουν η ρύπανση και η μόλυνση σχετίζονται με τον βαθμό της ζημιάς που προκαλούν με το περιβάλλον, την πηγή ή την προέλευσή τους και τα μεταδοτικά νοσήματα που προκαλούν. Η ρύπανση προκαλεί υψηλότερο βαθμό ζημιάς σε σχέση με τη μόλυνση, διότι οι ρύποι διαταράσσουν το οικοσύστημα σε ευρύτερη κλίμακα σε σύγκριση με τις μολυσματικές ουσίες (Kirkor, 2019). Για παράδειγμα, η ρύπανση του νερού από τον υδράργυρο σκοτώνει τη θαλάσσια ζωή και καθιστά το νερό επικίνδυνο για τον άνθρωπο, ενώ η μόλυνση του νερού από τα απόβλητα ενδέχεται να μην αποτελεί σημαντικό κίνδυνο και μπορεί εύκολα να διορθωθεί. Όσον αφορά το περιβάλλον, όταν προκαλείται ρύπανση επηρεάζεται ένα αρκετά μεγάλο τμήμα του περιβάλλοντος, ενώ η μόλυνση μπορεί να συμβεί σε περιορισμένη κλίμακα ή μέσα σε μια συγκεκριμένη ουσία ή σώμα. Για παράδειγμα, μέσω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η γη και το νερό υποβαθμίζουν την ποιότητα της χλωρίδας και της πανίδας, αλλά η μόλυνση μπορεί να συμβεί σε περιορισμένη περιοχή και μπορεί εύκολα να μειωθεί και να αντιμετωπιστεί (Kirkor, 2019). Επιπλέον, η διαφορά που εμφανίζουν η ρύπανση και η μόλυνση σχετικά με την πηγή από όπου προέρχονται είναι ότι η ρύπανση αποτελεί κυρίως αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ενώ η μόλυνση μπορεί να προκληθεί από ανθρώπους ή να συμβεί φυσικά στο περιβάλλον. Μια άλλη διαφορά μεταξύ τους είναι ότι σε σχέση με την ρύπανση, η οποία είναι λιγότερο πιθανό να εμπλέκεται με τη βιολογική μεταφορά ασθενειών, η μόλυνση σχετίζεται συχνότερα με μολυσματικές μεταδοτικές ασθένειες όπως είναι τα βακτήρια, το μολυσμένο αίμα και τα γονίδια (Kirkor, 2019).

Ωστόσο, παρά τις διαφορές που αναφέρθηκαν παραπάνω, μερικές φορές η διάκριση μεταξύ ρύπανσης και μόλυνσης δεν είναι τόσο απλή, δεδομένου ότι αρκετές φορές οι μολυσματικές ουσίες μετατρέπονται σε ρύπους και οι συγκεντρώσεις στις οποίες αυτές οι μολυσματικές ουσίες γίνονται ρύποι δεν μπορούν πάντα να προσδιοριστούν και να αντιμετωπιστούν με ευκολία (D. Stengel, 2006).

3.4.Ορισμός και βασικές έννοιες της παράκτιας ζώνης

Με την διατήρηση καθώς και την βελτίωση της υγείας της παράκτιας ζώνης, πραγματοποιείται αύξηση της ποιότητας ζωής και βελτίωση της οικονομίας για ένα κράτος (Goldberg, 1995). Από τις αρχές του 21^{ου} αιώνα, αρκετοί επιστήμονες και μηχανικοί διαπίστωσαν ότι αυτό που μπορεί να αλλάξει ριζικά την φύση της θάλασσας είναι αποκλειστικά οι δραστηριότητες των ανθρώπων. Ωστόσο, οι δραστηριότητες αυτές μερικές φορές έχουν αρκετές αρνητικές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία και την ευημερία των θαλάσσιων οργανισμών και πόρων (Goldberg, 1995). Οι παράκτιες ζώνες, οι στενές περιοχές μετάβασης που συνδέουν χερσαία και θαλάσσια περιβάλλοντα, είναι τα πιο παραγωγικά και πολύτιμα οικοσυστήματα ολόκληρου του πλανήτη. Για το λόγο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι το 60% των μεγάλων πόλεων του κόσμου βρίσκονται σε παράκτιες ζώνες και το 40% όλων των ανθρώπων στον πλανήτη ζουν σε απόσταση 100 χιλιομέτρων από μια παράκτια ζώνη (Juan Baztan, 2015). Στις παράκτιες περιοχές, παρουσιάζονται οι στενά συνυφασμένες σχέσεις μεταξύ ανθρώπων και παράκτιων πόρων, το οποίο ενισχύει τα πιο επείγοντα ζητήματα ορίων, ισορροπίας, βιωσιμότητας και ανάπτυξης στον κόσμο σήμερα. Τα τελευταία 25 χρόνια, έχουν γίνει προσπάθειες για την κατανόηση και τη βελτίωση των σχέσεων μεταξύ των κοινωνιών και των παράκτιων οικοσυστημάτων (Juan Baztan, 2015). Ωστόσο, αυτό που συνειδητοποιείται είναι ότι η ισορροπία μεταξύ ανάπτυξης και διαχείρισης εξακολουθεί να κλίνει προς την ανάπτυξη. Απαιτούνται πολλές ακόμη προσπάθειες για την αποκατάσταση της αρμονίας μεταξύ της χρήσης και της διατήρησης των παράκτιων ζωνών (Juan Baztan, 2015).

Ουσιαστικά, ορίζοντας την παράκτια ζώνη, μπορεί να αναφερθεί ότι αποτελεί την μεταβατική περιοχή μεταξύ της γης και της θάλασσας. Η μεταβατική περιοχή αναφέρεται στα δύο κύρια περιβάλλοντα τα οποία είναι τα επίγεια και τα θαλάσσια, και οι κύριες επιρροές τους στην παράκτια ζώνη. Σε μια παράκτια ζώνη, το επίγειο περιβάλλον επηρεάζει το θαλάσσιο περιβάλλον και αντίστροφα. Η αποσαφήνιση του όρου της παράκτιας ζώνης έχει συσχετιστεί με μια ποικιλία προγραμμάτων, ιδεών, έργων και δραστηριοτήτων σε τοπικό, εθνικό και διεθνές επίπεδο (Siry, 2007). Στην Εικόνα 4 παρουσιάζεται η σχηματική απεικόνιση μιας παράκτιας ζώνης αλλά σε μια ακτή με αμμόλοφους. Η περιοχή της θάλασσας που βρίσκεται πέρα από την παράκτια περιοχή είναι γνωστή ως υπεράκτια περιοχή. Η περιοχή πέρα από την θάλασσα προς την ξηρά είναι γνωστή ως ακτή. Η παράκτια περιοχή εκτείνεται στην ενδοχώρα με διάφορους τρόπους, όπως παλιρροιακό ρεύμα, παλιρροιακή επίδραση και με έκταση της μόνιμης βλάστησης (Siry, 2007). Ειδικότερα, η παράκτια ζώνη εκτείνεται από τη γραμμή

της χαμηλής παλίρροιας στα 200 μέτρα περιγράμματος βάθους, τείνοντας να ταιριάζει με τη γεωφυσική οριοθέτηση της υφαλοκρηπίδας. Η παράκτια ζώνη μπορεί να έχει πλάτος 1400 χλμ. Σε ορισμένες ακτές μπορεί να είναι σε λιγότερο από ένα χιλιόμετρο κατά μήκος άλλων. Το μέσο πλάτος της ζώνης σε όλο τον κόσμο είναι περίπου 50 χλμ., το οποίο περιλαμβάνει περίπου το 8% της επιφάνειας της θάλασσας (MarkL. Brusseau, 2019).

Αξίζει να αναφερθεί ότι το όριο της ακτής της ενεργούς παράκτιας ζώνης είναι το πιο ανοικτό βάθος της θάλασσας από το οποίο δεν υπάρχει σημαντική αλλαγή στο ύψος του πυθμένα και καμία σημαντική μεταφορά καθαρών ιζημάτων μεταξύ της ακτής και της υπεράκτιας ζώνης, για ένα δεδομένο ή χαρακτηριστικό χρονικό διάστημα. Αυτό το βάθος είναι γνωστό ως κλειστό βάθος (Dronkers, 2020). Η έκταση της ενεργούς παράκτιας ζώνης εξαρτάται από τη χρονική κλίμακα κατά την οποία λαμβάνονται υπόψη οι αλλαγές στο προφίλ της παραλίας. Για παράδειγμα, όταν εξετάζεται η εξέλιξη της παραλίας σε κλίμακα εποχιακού χρόνου, το κλειστό βάθος ή αλλιώς εσωτερικό κλειστό βάθος h_{in} , μπορεί να εκτιμηθεί από το ετήσιο μέσο ύψος κύματος H_s με τον κατά προσέγγιση τύπο:

$$h_{in} \approx 9H_s \text{ (Dronkers, 2020)}$$

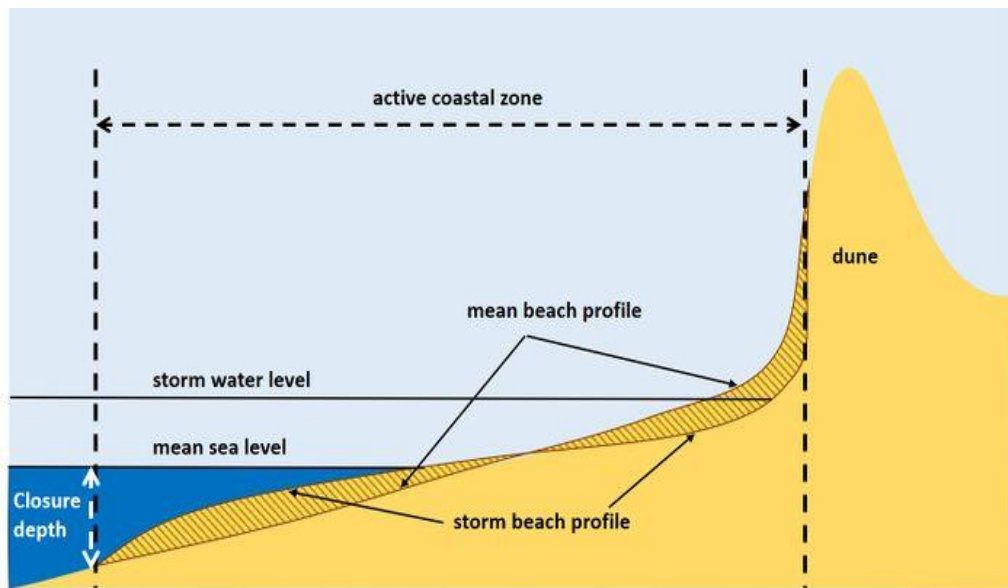
Από την άλλη, όταν εξετάζεται η εξέλιξη της παραλίας σε μεγαλύτερες χρονικές κλίμακες, το όριο ακτών της ενεργούς παράκτιας ζώνης αντιστοιχεί σε μεγαλύτερο κλειστό βάθος, το οποίο είναι γνωστό ως h_{out} (Dronkers, 2020).

Ο σύνθετος και δυναμικός χαρακτήρας που κατέχει μια παράκτια ζώνη περιλαμβάνει τη φυσική δράση στην περιοχή καθώς και την αλληλεπίδραση τριών βιολογικών συστημάτων τα οποία είναι τα εξής:

- ξηρά και θάλασσα
- θάλασσα και αέρας
- θάλασσα και ιζήματα

Η μοναδικότητα αυτή, της παράκτιας ζώνης, την καθιστά ένα από τα πιο παραγωγικά οικοσυστήματα που αφθονούν με φυσικούς πόρους το οποίο αρκετά συχνά είναι πολύ γραφικό. Η παράκτια ζώνη παρουσιάζει πολλαπλά οφέλη και πλεονεκτήματα. Τέτοια πλεονεκτήματα είναι οι

φυσικοί, πολύτιμοι και σημαντικοί πόροι, που περιλαμβάνει τόσο σε οικονομικό όσο και σε βιολογικό επίπεδο όπως για παράδειγμα είναι οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, τα μακρόβια δάση και φυτά (Siry, 2007). Αυτοί οι σημαντικοί και πολύτιμοι πόροι παρέχουν πολλές λειτουργίες και υπηρεσίες που υποστηρίζουν μια ποικιλία βιοτικών πόρων και παρέχουν τη ραχοκοκαλιά σε πολλές τοπικές οικονομίες. Ως εκ τούτου, οι παράκτιες ζώνες έχουν χρησιμοποιηθεί για διαφορετικούς σκοπούς, όπως για παράδειγμα είναι ο τουρισμός, η αλιεία, η μεταφορά, η εξόρυξη και η επικοινωνία (Siry, 2007).



Εικόνα 4: Σχηματική απεικόνιση παράκτιας ζώνης σε μια ακτή με αμμόλοφους (Πηγή: Dronkers, 2020).

Οι κοινοί τύποι παράκτιας ζώνης περιλαμβάνουν και επηρεάζονται κατά κύριο λόγο από τις τεκτονικές επιδράσεις, την έκθεση σε κύματα, τους ανέμους και τα θαλάσσια ρεύματα, το παλιρροιακό εύρος και την ένταση του ρεύματος, τις προμήθειες ιζημάτων και τις μεταφορές κατά μήκος της ακτής καθώς και από το παράκτιο κλίμα. Η θέση και η διαμόρφωση της υφαλοκρηπίδας και των παρακείμενων ακτών σχετίζονται με τις κινούμενες τεκτονικές πλάκες. Το γεωλογικό περιβάλλον και η έκθεση σε κύματα είναι οι δύο πιο σημαντικοί παράγοντες για τον καθορισμό των ακτών. Τα κύματα, οι άνεμοι και τα ρεύματα είναι οι κύριες κινητήριες δυνάμεις για παράκτιες διεργασίες και τροποποιούν εκτενώς την ακτή από τη διάβρωση και την εναπόθεση ιζημάτων. Το παράκτιο κλίμα εξαρτάται κυρίως από το γεωγραφικό πλάτος και τη θέση των μεγάλων θαλασσών και ατμοσφαιρικών συστημάτων (Inman, 1994).

Σχετικά με τις Ευρωπαϊκές παράκτιες ζώνες, χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλία γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών, κλιματικών συνθηκών, βιολογικών και κοινωνικοοικονομικών πιέσεων, δημιουργώντας έτσι ευρεία είδη βιοτόπων που ταυτόχρονα παρέχουν μια ποικιλία υπηρεσιών οικοσυστήματος. Ωστόσο, λόγω των παραπάνω πιέσεων και προβλημάτων που παρουσιάζονται σε μια παράκτια περιοχή, δημιουργήθηκε μια προοδευτική συνειδητοποίηση για ανάγκη μιας Ευρωπαϊκής πρωτοβουλίας για την αντιμετώπισή τους (Carlo Lavalle, 2011). Έτσι, μέσω της Ευρωπαϊκής επιτροπής, το 1966 δημιουργήθηκε ο οργανισμός «Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των Παράκτιων Ζωνών (ICZM)», με στόχο την παροχή τεχνικών πληροφοριών σχετικά με τη βιώσιμη διαχείριση των παράκτιων ζωνών και την ανάπτυξη ευρείας συζήτησης μεταξύ των διαφόρων παραγόντων που συμμετέχουν στον σχεδιασμό, στη διαχείριση ή στη χρήση Ευρωπαϊκών παράκτιων ζωνών (Carlo Lavalle, 2011). Με βάση την Ευρωπαϊκή επιτροπή και το ICZM, έχουν οριοθετηθεί κάποια κριτήρια για τον καθορισμό της γεωγραφικής οριοθέτησης των παράκτιων ζωνών, αυτά τα κριτήρια παρουσιάζονται ως ακολούθως:

- ρύθμιση ορίου 10χλμ. από ακτογραμμή (με βάση τα διοικητικά όρια – GISCO),
- ρύθμιση ορίου 3χλμ. από την ομαδοποίηση των πέντε κατηγοριών Corine Land Cover, τα οποία περιλαμβάνουν τους παράκτιους υγροτόπους και τα θαλάσσια ύδατα όπως είναι οι παράκτιες λιμνοθάλασσες και οι εκβολές ποταμών (Carlo Lavalle, 2011).

Σχεδόν όλα τα απόβλητα επιφανειακών υδάτων μιας ηπείρου εισέρχονται στην παράκτια ζώνη μέσω εκβολών. Οι εκβολές είναι υδάτινα σώματα με ελεύθερη σύνδεση με τη θάλασσα των οποίων η αλατότητα μετριέται μετρίως με γλυκό νερό, όπως από ένα ποτάμι (Mark L. Brusseau, 2019). Έτσι, επειδή οι εκβολές παρέχουν κρίσιμο και περιορισμένο οικότοπο για τους θαλάσσιους οργανισμούς, για την εκτροφή και τη σίτισή τους, η ποιότητα του νερού προκαλεί ιδιαίτερη ανησυχία. Τα είδη που κατοικούν στην παράκτια ζώνη, και ιδίως στις εκβολές, πρέπει να είναι πολύ ανθεκτικά σε τέτοιες φυσικές περιβαλλοντικές πιέσεις όπως μεγάλες καθημερινές μεταβολές στην αλατότητα, τη θολερότητα, τη θερμοκρασία και την υπεριώδη ακτινοβολία (Mark L. Brusseau, 2019). Λόγω αυτής της φυσικής ανθεκτικότητας, οι παράκτιοι οργανισμοί ενδέχεται να είναι σε θέση να ανεχθούν μολύνσεις που σχετίζονται με βιομηχανικά και δημοτικά απόβλητα καλύτερα από τους κατοίκους της υφαλοκρηπίδας, όπου το φυσικό περιβάλλον είναι αρκετά σταθερό. Για το λόγο αυτό, είναι αρκετά σημαντικό τα επεξεργασμένα λύματα να απορρίπτονται συνήθως υπεράκτια και όχι σε εκβολές ποταμών σε παράκτιες περιοχές. Απαιτείται να χρησιμοποιείται ένας μεγάλος αγωγός ή σήραγγα, που ονομάζεται εκροή, για τη μεταφορά των λυμάτων στον τόπο διάθεσης (Mark L. Brusseau, 2019).

Οι παράκτιες περιοχές είναι εύθραυστα οικοσυστήματα που είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στις φυσικές και ανθρώπινες πιέσεις, οι οποίες πιέσεις συμβάλλουν ουσιαστικά στην υποβάθμιση αυτών των περιοχών (CarloLavalle, 2011). Ειδικότερα, επηρεάζονται περισσότερο από την ρύπανση της θάλασσας αφού συνήθως υπάρχουν ανθρώπινες ζωές τριγύρω. Η ρύπανση συνοδεύει τα περισσότερα είδη ανθρώπινων δραστηριοτήτων συμπεριλαμβανομένης της υπεράκτιας παραγωγής πετρελαίου και φυσικού αερίου και της μεταφοράς θαλάσσιου πετρελαίου (Ducrotouy, 2019). Εκτός από την αλλαγή του θαλάσσιου περιβάλλοντος, η ρύπανση προκαλεί και οικονομικές απώλειες. Συνεπώς, σε αυτή την περίπτωση η παράκτια ζώνη και η ποιότητα των υδάτων περιλαμβάνουν μεγαλύτερο κίνδυνο ρύπανσης και εξετάζονται με περισσότερη ευαισθησία σε σχέση με τη χερσαία ρύπανση (Ducrotouy, 2019).

Ως εκ τούτου, λόγω των δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα, όπως η ναυτιλία, η εξόρυξη πόρων, ο τουρισμός, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η αλιεία, στις θαλάσσιες και παράκτιες περιοχές, δημιουργούνται διάφορες πιέσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον. Αυτές οι πιέσεις έγιναν αισθητές στις περισσότερες παράκτιες περιοχές της Ευρώπης και είχαν ως αποτέλεσμα την απώλεια ενδιαυμμάτων, τη ρύπανση και την επιτάχυνση της διάβρωσης των παράκτιων περιοχών (CopernicusLandMonitoringServices, 2018). Αυτή η επιδείνωση απειλεί τη συνεχιζόμενη υγεία των παράκτιων περιοχών και έτσι η διαχείριση αυτών πρέπει να γίνεται εξισορροπώντας τα ανταγωνιστικά συμφέροντα της ανθρώπινης ανάπτυξης με την ανάγκη εξασφάλισης υγιών και ανθεκτικών παράκτιων οικοσυστημάτων. Μια λύση σε όλο αυτό αποτέλεσε η πρόταση νέας οδηγίας που δόθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2013 (Copernicus Land Monitoring Services, 2018). Αυτή η οδηγία καθιέρωσε ένα πλαίσιο για την ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων περιοχών και για τον «θαλάσσιο χωροταξικό σχεδιασμό». Μετά τις συζητήσεις στα θεσμικά όργανα της ΕΕ, η πρόταση τροποποιήθηκε και εγκρίθηκε ως οδηγία 2014/89/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Ιουλίου 2014, για τη θέσπιση πλαισίου για τον θαλάσσιο χωροταξικό σχεδιασμό. Η οδηγία υπογράμμισε την ανάγκη να ενσωματωθούν με συνεκτικό τρόπο όλες οι πολιτικές της ΕΕ που αφορούν θαλάσσια και παράκτια ζητήματα (Copernicus Land Monitoring Services, 2018). Συγκεκριμένα, η πρόταση αυτή περιλαμβάνει στενή συνεργασία με την Υπηρεσία Παρακολούθησης Θαλάσσιου Περιβάλλοντος Copernicus (CMEMS) για μια ολοκληρωμένη λύση παρακολούθησης παράκτιων ζωνών που είναι ικανή να αντιμετωπίσει τις περίπλοκες και δυναμικές καταστάσεις που βρίσκονται σε παράκτια περιβάλλοντα.

4. Θαλάσσια ρύπανση από ναυτικά ατυχήματα

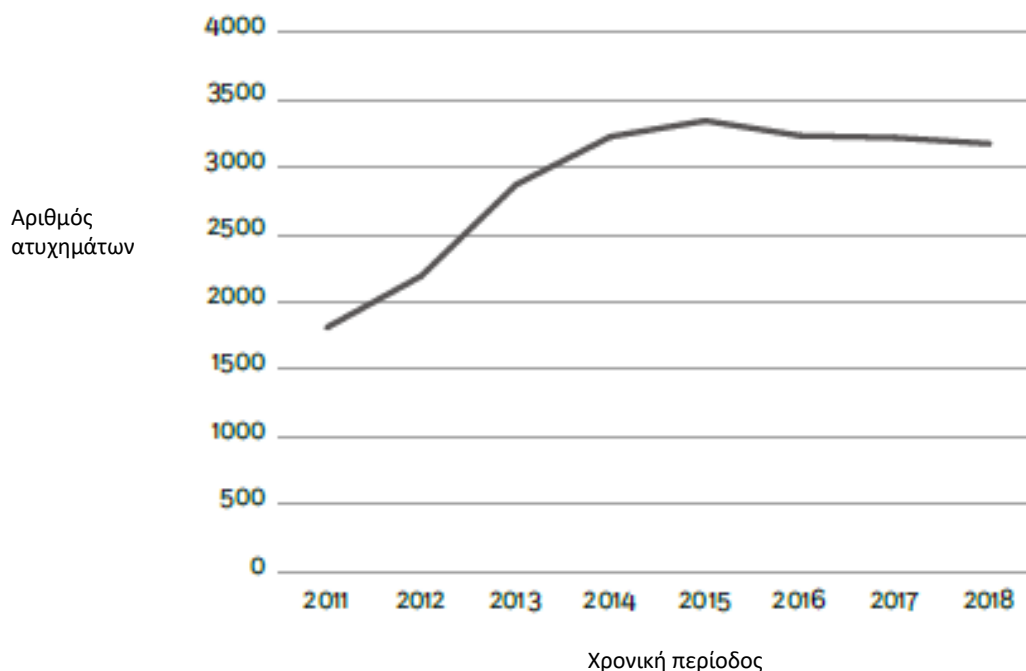
4.1. Ιστορική αναδρομή

Από το 2011 έως το 2018, έχουν σημειωθεί στην Ευρώπη 426 ναυτικά ατυχήματα, τα οποία οδήγησαν σε συνολική απώλεια 696 ανθρώπινων ζωών. Το μεγαλύτερο μέρος των θυμάτων αποτελούσε το πλήρωμα με 566 θανάτους (EuropeanMaritimeSafetyAgency, 2019). Ως εκ τούτου, το πλήρωμα αντιπροσωπεύει την κύρια κατηγορία ατόμων που τραυματίστηκαν στη θάλασσα. Το 2018, 1508 φορτηγά πλοία εμπλέκονται σε θαλάσσια ατυχήματα ή περιστατικά ατυχήματα που είχαν ως αποτέλεσμα 36 θανάτους και 3 πλοία να χαθούν εντελώς σε θαλάσσια περιοχή (EuropeanMaritimeSafetyAgency, 2019). Την ίδια περίοδο, ο αριθμός των περιστατικών που αφορούσαν αλιευτικά σκάφη αυξήθηκε κατά 40% και 167 «άλλα πλοία» έχουν εμπλακεί σε θαλάσσιο ατύχημα. Αξίζει να σημειωθεί ότι το 78% αυτών των ατυχημάτων σημειώθηκε σε εσωτερικά θαλάσσια νερά (EuropeanMaritimeSafetyAgency, 2019).

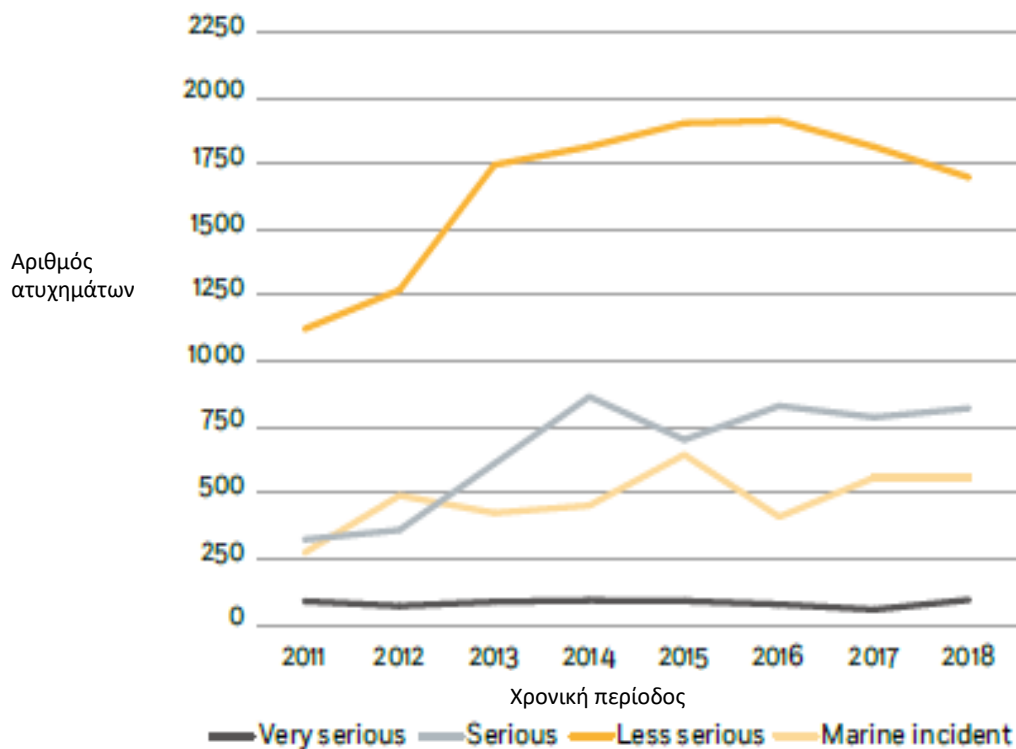


Εικόνα 5: Σύγκρουση και πτώση εμπορευματοκιβωτίων CMA CGM CENTAURUS από την επαφή με γερανούς αποβάθρας και ακτής (Πηγή: European Maritime Safety Agency, 2019).

Στα παρακάτω σχήματα απεικονίζονται γενικές πληροφορίες σχετικά με τον αριθμό και την σοβαρότητα των θαλάσσιων ατυχημάτων και περιστατικών που συνέβησαν από το 2011 έως το 2018. Ο συνολικός αριθμός των αναφερόμενων θαλάσσιων ατυχημάτων και περιστατικών που έλαβαν χώρα την συγκεκριμένη χρονική περίοδο, κυμαίνεται στα 23073 περιστατικά (European Maritime Safety Agency, 2019). Τα τελευταία 5 χρόνια, ο μέσος αριθμός των θαλάσσιων ατυχημάτων ή περιστατικών, που καταγράφηκε από το European Maritime Safety Agency είναι στα 3239 περιστατικά. Όσον αφορά την σοβαρότητα αυτών των ατυχημάτων, ο αριθμός των πολύ σοβαρών θυμάτων έχει παραμείνει σταθερός τα τελευταία πέντε χρόνια. Ωστόσο, σε σχέση με τον μέσο όρο, τα τελευταία 5 χρόνια, σημειώθηκε αύξηση 14,5% το 2018 (European Maritime Safety Agency, 2019). Τα θύματα αυξάνονται επίσης κατά 2,5% το 2018. Αξίζει να αναφερθεί ότι το 2018, το 3,0% των ναυτικών ατυχημάτων που αναφέρθηκαν ήταν πολύ σοβαρά, με ποσοστό 25,9% τα σοβαρά ατυχήματα, με ποσοστό 53,5% τα λιγότερο σοβαρά ναυτικά ατυχήματα και με ποσοστό 17,6% ήταν τα θαλάσσια συμβάντα (European Maritime Safety Agency, 2019).

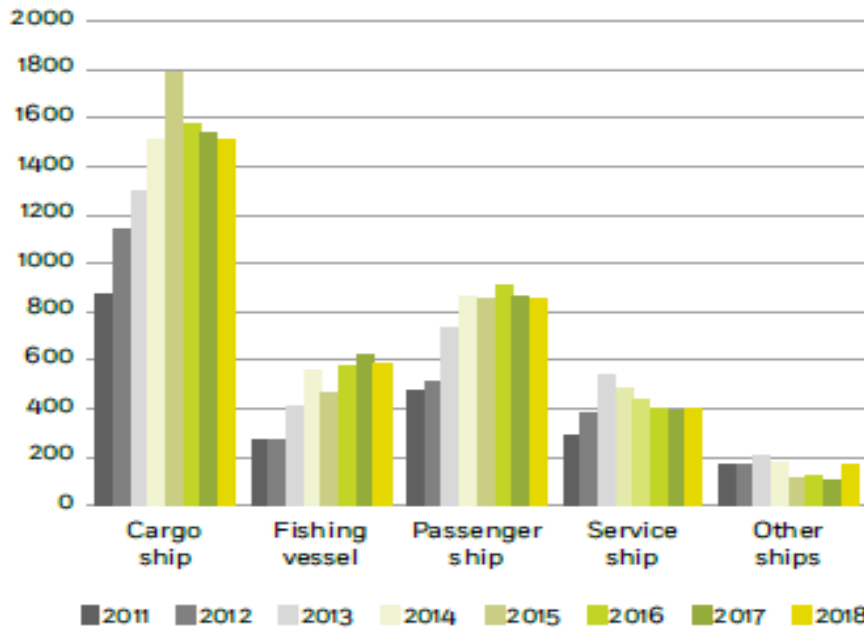


Εικόνα 6: Αριθμός αναφερόμενων θαλάσσιων ατυχημάτων και περιστατικών από το 2011 έως το 2018, στην Ευρώπη (Πηγή: European Maritime Safety Agency, 2019).



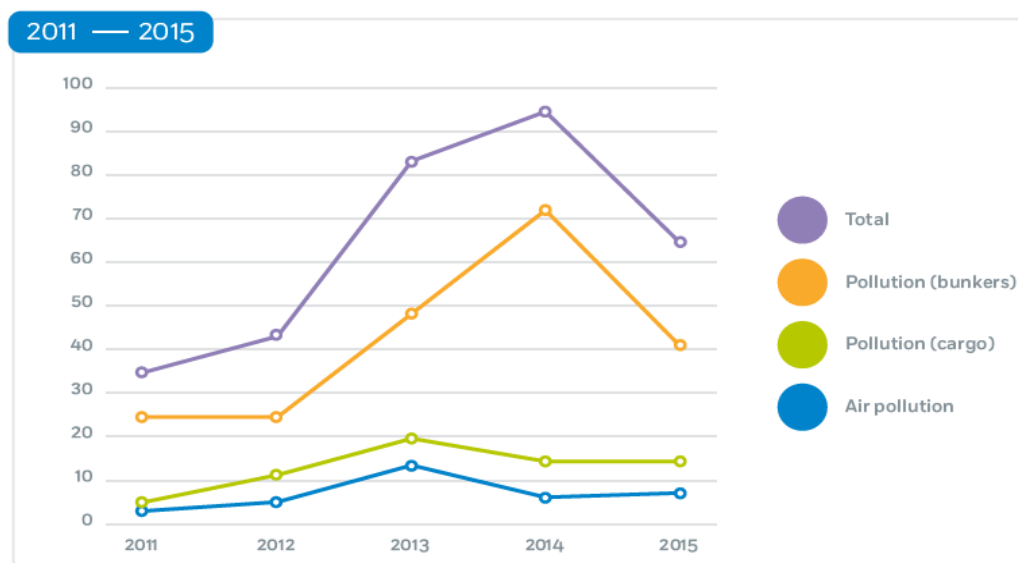
Εικόνα 7: Αριθμός θαλάσσιων ατυχημάτων και περιστατικών ανά σοβαρότητα του περιστατικού, στην Ευρώπη (Πηγή:European Maritime Safety Agency, 2019).

Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα παρουσιάζονται τα είδη πλοίων που εμπλέκονται σε θαλάσσια ατυχήματα και περιστατικά. Τα πλοία έχουν ταξινομηθεί με βάση τις κύριες κατηγορίες, οι οποίες είναι το φορτηγό πλοίο, το αλιευτικό σκάφος, το επιβατηγό πλοίο, το πλοίο εξυπηρέτησης και άλλα πλοία. Κατά την χρονολογική περίοδο 2011 με 2018, τα γενικά φορτηγά πλοία που μεταφέρουν διάφορες ύλες, ήταν η κύρια κατηγορία που εμπλέκεται σε θαλάσσιο ατύχημα ή περιστατικό με ποσοστό 43,8% (European Maritime Safety Agency, 2019). Έπειτα, ακολουθούν τα επιβατηγά πλοία με ποσοστό 23,7%. Ωστόσο, το 2018 ο αριθμός των πλοίων που εμπλέκονται σε θαλάσσιο ατύχημα ή περιστατικό σταθεροποιήθηκε ή μειώθηκε ελαφρά σε όλες τις κατηγορίες πλοίων, εκτός από τα άλλα πλοία. Ο αριθμός των άλλων πλοίων που εμπλέκονται αυξάνεται σχεδόν στο 63,7% σε σύγκριση με το 2017 (European Maritime Safety Agency, 2019).



Εικόνα 8: Κατανομή των πλοίων που εμπλέκονται στα θαλάσσια ατυχήματα, ανά κατηγορία, από το 2011 έως το 2018 (Πηγή:European Maritime Safety Agency, 2019).

Σχετικά με την ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος από τα ατυχήματα αυτά, η πλειονότητα των περιπτώσεων ρύπανσης του περιβάλλοντος προκλήθηκε από την απελευθέρωση φορτίων από τις αποθήκες πλοίων καθώς και άλλων ρύπων, όπως είναι για παράδειγμα τα υπολείμματα φορτίων και τα λιπαντικά ή υδραυλικά λάδια. Η ρύπανση από το πετρέλαιο δημιουργείται κυρίως μετά από προσγειάλωση ή σύγκρουση, που προκαλείται μεταξύ των πλοίων (European Maritime Safety Agency, 2015).



Εικόνα 9: Επίπτωση ρύπανσης ανά τύπο, από το 2011 έως το 2015 (Πηγή:European Maritime Safety Agency, 2011-2015).

4.2. Το πετρέλαιο στην θάλασσα

Το 1950, η παραγωγή πετρελαιοειδών αυξήθηκε από 500 εκατομμύρια τόνους σε πάνω από 2.500 εκατομμύρια τόνους στα μέσα της δεκαετίας του 1990. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση μαζικών μεταφορών, την αύξηση θαλάσσιων συμβάντων και σχετικών πετρελαιοκηλίδων (Kaushik, 2020). Ο αριθμός αυξάνεται με τον αυξανόμενο ρυθμό μεταφοράς πετρελαίου, τη γήρανση των πετρελαιοφόρων καθώς και την αύξηση του μεγέθους των πετρελαιοφόρων. Το πετρέλαιο αντιπροσωπεύει πάνω από τη μισή χωρητικότητα όλου του θαλάσσιου φορτίου. Υπολογίζεται ότι περίπου 706 εκατομμύρια γαλόνια χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων εισέρχονται στα θαλάσσια ύδατα κάθε χρόνο, με πάνω από τα μισά να προέρχονται από την αποστράγγιση και τη διάχυση αποβλήτων (Kaushik, 2020).

Όταν το πετρέλαιο χύνεται στη θάλασσα, υφίσταται μια σειρά φυσικών και χημικών αλλαγών μερικές από τις οποίες οδηγούν στην απομάκρυνσή του από την επιφάνεια της θάλασσας ενώ άλλες το προκαλούν. Η τύχη του χυμένου πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον εξαρτάται από παράγοντες όπως η ποσότητα που χύθηκε, τα αρχικά φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του, οι επικρατούσες κλιματολογικές και θαλάσσιες συνθήκες και εάν το πετρέλαιο παραμένει στη θάλασσα ή ξεβράζεται στην ξηρά (ITOPF, 2014).

Η κατανόηση των σχετικών διαδικασιών και του τρόπου με τον οποίο αλληλεπιδρούν για να αλλάξει η φύση, η σύνθεση και η συμπεριφορά του πετρελαίου με το χρόνο είναι θεμελιώδης για όλες τις πτυχές της απόκρισης πετρελαιοκηλίδων. Μπορεί, για παράδειγμα, να είναι δυνατή η πρόβλεψη με μεγάλη σιγουριά ότι το πετρέλαιο δεν θα φθάσει σε ευάλωτους πόρους λόγω φυσικής εξάλειψης έτσι ώστε οι εργασίες καθαρισμού να μην είναι απαραίτητες. Όταν απαιτείται ενεργή απόκριση, ο τύπος του πετρελαίου και η πιθανή συμπεριφορά του θα καθορίσουν ποιες επιλογές απόκρισης είναι πιθανότατα πιο αποτελεσματικές (ITOPF, 2014).

Το πετρέλαιο αποτελεί ένα τοξικό υλικό για τους ζωντανούς οργανισμούς στο θαλάσσιο περιβάλλον, όπως είναι τα ψάρια και γενικά το υδάτινο είδος που ζει σε αυτό. Η συνεχόμενη έκθεσή του στην θάλασσα μολύνει τους υδάτινους ζωντανούς οργανισμούς και αυτό με την σειρά του επενεργεί αρνητικά στην τροφή, στην αναπαραγωγή και στην ανάπτυξή τους. Αυτό μπορεί να συμβεί και σε

χαμηλή συγκέντρωση ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο. Μια στάλα από πετρέλαιο αποτελεί κίνδυνο για την ζωή ενός ζώου, ενός φυτού ή ενός ανθρώπου (SEOS, 2019).

Κατά τη διάρκεια των αρχικών φάσεων της απόκρισης πετρελαιοκηλίδας, οι πληροφορίες σχετικά με την απελευθέρωση είναι συχνά εξαιρετικά σημαντικές. Αν και διατίθενται διάφοροι τύποι τεχνικών τηλεπισκόπησης, ανίχνευσης και χαρτογράφησης της διανομής και της κίνησης του πετρελαίου στα θαλάσσια ύδατα, η πιο αξιόπιστη τεχνική είναι οι οπτικές παρατηρήσεις από αεροσκάφος (Hazmat, 1996). Αυτές οι οπτικές παρατηρήσεις χρησιμοποιούνται από την ομάδα απόκρισης για να προβλέψουν την κίνηση του πετρελαίου, την εφαρμογή των κατάλληλων αντιμέτρων διαρροής πετρελαίου και την ενημέρωση της ευρύτερης απόκρισης της κοινότητας με την κατάσταση διανομής της ρύπανσης (Hazmat, 1996).

Το αργό πετρέλαιο αποτελείται από ένα ευρύ φάσμα υδρογονανθράκων, όπως είναι τα πολύ πτητικά - ελαφριά υλικά όπως το προπάνιο και το βενζόλιο έως και πιο σύνθετες ενώσεις βαρέων όπως το ασφαλτένιο, η ρητίνη και το κερί. Τα εξευγενισμένα προϊόντα όπως η βενζίνη ή το ντίζελ αποτελούνται από μικρότερες και πιο συγκεκριμένες περιοχές αυτών των υδρογονανθράκων (ITOPF, 2014). Παρακάτω απαριθμούνται οι κύριες ιδιότητες που επηρεάζουν την τύχη του χυμένου πετρελαίου στη θάλασσα ως εξής:

- 1) Ειδικό βάρος, όπου η πυκνότητά του πετρελαίου σε σχέση με το καθαρό νερό εκφράζεται ως ° API ή βαθμός API,
- 2) Χαρακτηριστικά απόσταξης (μεταβλητότητα),
- 3) Ιξώδες (αντίσταση στη ροή),
- 4) Σημείο ροής (θερμοκρασία κάτω από την οποία δεν ρέει) (ITOPF, 2014).

Αξίζει να αναφερθεί ότι η περιεκτικότητα σε κερί και ασφαλτένιο επηρεάζει την πιθανότητα το πετρέλαιο να αναμειχθεί με το νερό για να σχηματίσει ένα γαλάκτωμα νερού σε λάδι. Το πετρέλαιο που σχηματίζει σταθερά γαλακτώματα νερού σε λάδι παραμένει περισσότερο στην επιφάνεια της θάλασσας (ITOPF, 2014).

Άλλες φορές τα σταγονίδια ελαίου, από το πετρέλαιο, παραμένουν αιωρούμενα στο θαλάσσιο περιβάλλον και παραμένουν εκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Μετέπειτα, το χυμένο πετρέλαιο απομακρύνεται από τις θάλασσες μέσω μιας φυσικής διαδικασίας που είναι γνωστή ως βιοαποικοδόμηση (Narayan, 2018). Δεδομένου ότι η βιοαποικοδόμηση είναι χρονοβόρα διαδικασία,

πολλές ζημιές έχουν ήδη γίνει πριν από την εξάλειψη του πετρελαίου από το θαλάσσιο οικοσύστημα. Η διασπορά του ελαίου στα θαλάσσια πλάσματα του θαλάσσιου περιβάλλοντος, όπως είναι τα ψάρια, το πλαγκτόν, τα ασπόνδυλα, τα οστρακοειδή, τα θηλαστικά και τα πουλιά, είναι επικίνδυνη λόγω της τοξικότητας που παρουσιάζει το πετρέλαιο (Narayan, 2018). Όσον αφορά το φυτοπλαγκτόν, είναι θαλάσσιοι μικροσκοπικοί οργανισμοί που πραγματοποιούν φωτοσύνθεση, ωστόσο το στρώμα του ελαίου, από το πετρέλαιο που έχει χυθεί στα θαλάσσια ύδατα, καλύπτει την επιφάνεια της θάλασσας και με τον τρόπο αυτό απαγορεύει το φως του ήλιου να φθάσει στο φυτοπλαγκτόν. Αυτό εμποδίζει την διαδικασία φωτοσύνθεσης, η οποία οδηγεί στη μείωση του πληθυσμού του φυτοπλαγκτόν (Narayan, 2018).

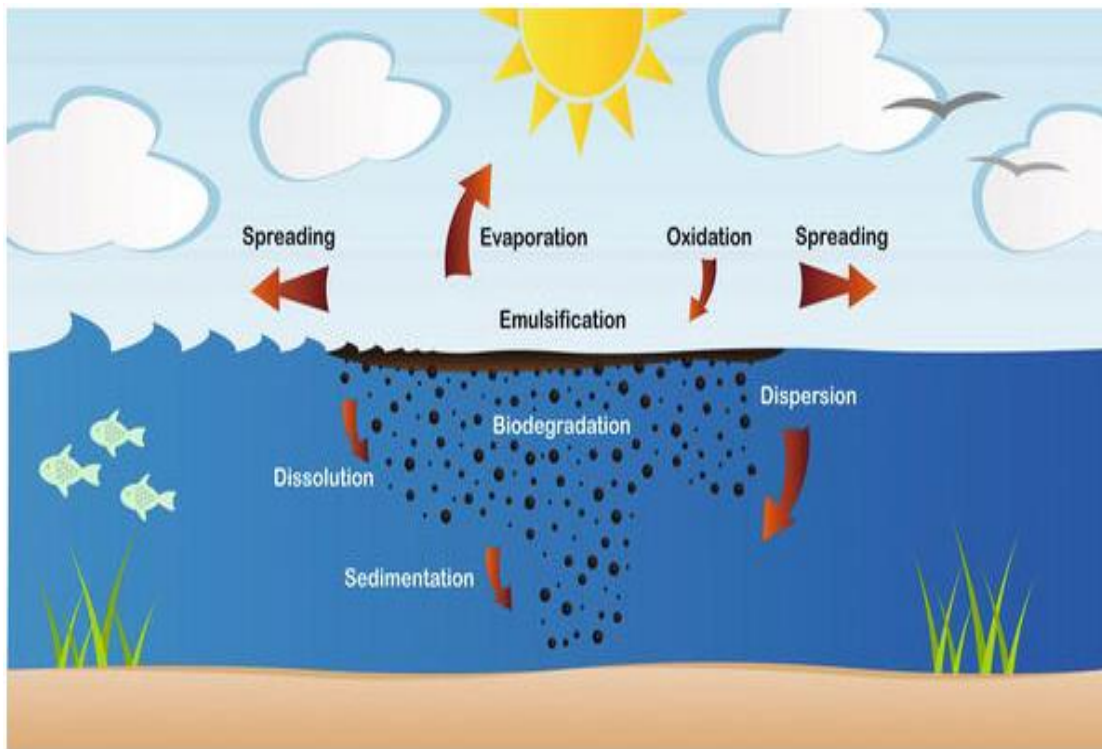


Εικόνα 10: Σχηματισμός πολύ λεπτών μεμβρανών από μεσαία και ελαφριά έλαια που απλώνονται ανεμπόδιστα. Εμφανίζονται ως ιριδίζουσα (ουράνιο τόξο) και ασήμι, που διαλύονται γρήγορα. (Πηγή: ΙΤΟΡΡ, 2014).

Όταν εξετάζεται η τύχη του χυμένου πετρελαίου στη θάλασσα, γίνεται συχνά διάκριση μεταξύ ανθεκτικών ελαίων και μη ανθεκτικών ελαίων. Τα ανθεκτικά λιπαντικά έλαια διαλύονται, αλλά διαλύονται πιο αργά στο θαλάσσιο περιβάλλον και συνήθως απαιτούν καθαρισμό (ΙΤΟΡΡ, 2014). Τα επίμονα λιπαντικά έλαια πετρελαίου περιλαμβάνουν συνήθως υλικά όπως αργό πετρέλαιο, καύσιμα, λιπαντικά και βαρύτερες ποιότητες θαλάσσιου πετρελαίου, τα οποία αποτελούν πιθανή απειλή για τους φυσικούς πόρους όταν απελευθερώνονται, όσον αφορά τις επιπτώσεις στο θαλάσσιο και ξηρό περιβάλλον (ΙΤΟΡΡ, 2014). Σε αντίθετη περίπτωση, τα μη ανθεκτικά έλαια θα εξαχθούν γρήγορα, από το

θαλάσσιο περιβάλλον μέσω εξάτμισης. Ως αποτέλεσμα, οι διαρροές αυτών των ελαίων σπάνια απαιτούν ενεργή απόκριση. Τα μη ανθεκτικά λιπαντικά περιλαμβάνουν βενζίνη, έλαια και κηροζίνη (ITOPF, 2014). Οι επιπτώσεις από τα μη ανθεκτικά έλαια μπορεί να περιλαμβάνουν επιδράσεις σε επικαλύψεις χρωμάτων σε μαρίνες και λιμάνια και αν υπάρχει σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί οξεία τοξικότητα σε θαλάσσιους οργανισμούς (ITOPF, 2014).

Υπάρχουν οκτώ κύριες καιρικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα μετά την αρχή διαρροής του πετρελαίου στην θάλασσα. Αυτές οι καιρικές διαδικασίες είναι η διάδοση, η εξάτμιση, η διασπορά, η γαλακτωματοποίηση, η διάλυση, η οξείδωση, η ιζηματοποίηση, η βύθιση και η βιοαποικοδόμηση. Κατά γενικό κανόνα, κάθε διαδικασία μπορεί να ενταχθεί σε μία από τις δύο χρονολογικές κατηγορίες όσον αφορά το πότε η επίδρασή τους είναι πιο σημαντική (ITOPF, 2014). Η μία κατηγορία περιλαμβάνει το αρχικό στάδιο διαρροής όπου εντάσσονται η διάδοση, η εξάτμιση, η διασπορά, η γαλακτωματοποίηση και η διάλυση. Έπειτα, η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει το μεταγενέστερο στάδιο διαρροής όπου εντάσσονται η οξείδωση, η καθίζηση και η βιοαποικοδόμηση. Πρόκειται για μακροπρόθεσμες διαδικασίες που θα καθορίσουν την τελική μοίρα του πετρελαίου που χύνεται (ITOPF, 2014).



Εικόνα 11: Οι οκτώ κύριες διαδικασίες, που λαμβάνουν χώρα μετά την αρχή διαρροής του πετρελαίου στην θάλασσα (Πηγή: Zafirakou, 2018).

Η εξάπλωση του πετρελαίου στην επιφάνεια της θάλασσας ξεκινά μόλις χυθεί το έλαιο πετρελαίου. Η ταχύτητα με την οποία λαμβάνει χώρα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το ιξώδες του ελαίου το οποίο με τη σειρά του εξαρτάται τόσο από τη σύνθεση του ελαίου όσο και από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η διάδοση είναι σπάνια ομοιόμορφη και αποτελείται από τυπικές μεγάλες διακυμάνσεις. Μετά από λίγες ώρες, η ολίσθηση αρχίζει συνήθως να σπάει λόγω της δράσης των ανέμων, της δράσης των κυμάτων και της αναταραχής του νερού και συχνά σχηματίζει στενές ζώνες ή παράθυρα παράλληλα προς την κατεύθυνση του ανέμου (ITOPF, 2014).



Εικόνα 12: Εξάπλωση πετρελαίου και δημιουργία διακυμάνσεων στην επιφάνεια της θάλασσας (Πηγή: ITOPF, 2014).

Σε πολλές διαρροές πετρελαίου, η εξάτμιση είναι η πιο σημαντική διαδικασία όσον αφορά την ισορροπία μάζας. Μέσα σε λίγες μέρες μετά τη διαρροή, τα ελαφρά αργά έλαια μπορούν να χάσουν έως και το 75% του αρχικού τους όγκου και τα μεσαία 10% του όγκου τους τις πρώτες ημέρες μετά τη διαρροή (National Research Counce, 2003). Τα περισσότερα μοντέλα συμπεριφοράς διαρροής πετρελαίου περιλαμβάνουν την εξάτμιση ως διαδικασία και ως παράγοντα στην έξοδο του μοντέλου. Παρά τη σημασία της διαδικασίας αυτής, έχει πραγματοποιηθεί ελάχιστη έρευνα και μελέτη σχετικά με τη φυσική και τη χημεία της εξάτμισης των πετρελαιοκηλίδων μετά την διαδικασία διαρροής τους στην θάλασσα (National Research Counce, 2003). Η ιδιαίτερη δυσκολία με την εξάτμιση του ελαίου είναι ότι το έλαιο είναι ένα μείγμα εκατοντάδων ενώσεων και αυτό το μείγμα ποικίλλει από πηγή σε πηγή καθώς και με την πάροδο του χρόνου. Ο πρωταρχικός μηχανισμός για την εξάτμιση του πετρελαίου είναι η ρύθμιση των οριακών επιπέδων (NationalResearchCounce, 2003). Σύμφωνα με τον Fingasto 1995, η

ρύθμιση των ορίων είναι μικρή για την εξάτμιση του πετρελαίου στα λεπτά στρώματα που βρίσκονται συνήθως σε επιφανειακά λιπαντικά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια απλή εξίσωση για τη μοντελοποίηση της εξάτμισης:

$$\text{Ποσοστό που εξατμίστηκε} = C (T)^* \ln (t)$$

όπου το C είναι μια σταθερά που μπορεί να προσδιοριστεί εμπειρικά ή να προβλεφθεί με βάση τα δεδομένα απόσταξης, το T είναι θερμοκρασία και το t είναι χρόνος (National Research Councne, 2003).

Η γαλακτωματοποίηση είναι μια διαδικασία που σχηματίζει γαλακτώματα αποτελούμενα από ένα μείγμα μικρών σταγονιδίων ελαίου και νερού. Τα γαλακτώματα σχηματίζονται από τη δράση των κυμάτων και εμποδίζουν σε μεγάλο βαθμό τις καιρικές συνθήκες και τις διαδικασίες καθαρισμού (Zafirakou, 2018). Υπάρχουν δύο τύποι γαλακτωμάτων: νερό-σε-έλαιο και έλαιο-σε-νερό. Τα γαλακτώματα νερού σε έλαιο σχηματίζονται όταν ισχυρά ρεύματα ή δράση κυμάτων προκαλούν παγίδευση του νερού μέσα σε ιξώδες ελαίου (Zafirakou, 2018). Αυτά μπορούν να παραμείνουν στο περιβάλλον για μήνες ή και χρόνια. Τα γαλακτώματα ελαίου και νερού προκαλούν βύθιση και εξαφάνιση του ελαίου από την επιφάνεια, γεγονός που δίνει την ψευδή εντύπωση ότι έχει εξαφανιστεί και ότι η απειλή για το περιβάλλον έχει τελειώσει (Zafirakou, 2018).

Η βιοαποικοδόμηση συμβαίνει όταν μικροοργανισμοί, όπως βακτήρια, τρέφονται με πετρέλαιο. Απαιτείται ένα ευρύ φάσμα μικροοργανισμών για σημαντική μείωση του πετρελαίου (ITOPF, 2014). Για τη διατήρηση της βιοαποικοδόμησης, θρεπτικά συστατικά όπως άζωτο και φώσφορος προστίθενται μερικές φορές στο νερό για να ενθαρρύνουν τους μικροοργανισμούς να αναπτυχθούν και να αναπαραχθούν. Η βιοαποικοδόμηση τείνει να λειτουργεί καλύτερα σε περιβάλλοντα ζεστού νερού (Zafirakou, 2018).

Η οξειδωση συμβαίνει όταν το πετρέλαιο έρχεται σε επαφή με το νερό και το οξυγόνο συνδυάζεται με αυτό για την παραγωγή υδατοδιαλυτών ενώσεων. Αυτή η διαδικασία επηρεάζει τις πετρελαιοκηλίδες κυρίως στα άκρα τους (ITOPF, 2014). Οι πυκνές κολλώδεις μαύρες σφαίρες που δημιουργούνται, μπορεί να παραμείνουν στο περιβάλλον και μπορούν να συγκεντρωθούν στα ιζήματα αργών κινούμενων ρευμάτων ή λιμνών ή να ξεπλυθούν στις ακτές πολύ μετά από μια διαρροή (ITOPF, 2014).

Για πολλά χρόνια το τμήμα απόκρισης και αξιολόγησης επικίνδυνων υλικών του National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) παρακολούθησε και προέβλεψε την κίνηση πετρελαιοκηλίδων.

Μέσα από την απόκτηση κατάλληλων εμπειριών, αναπτύχθηκαν εσωτερικές οδηγίες για τις παρατηρήσεις των πετρελαιοκηλίδων (Hazmat, 1996). Κατά τη διάρκεια των πρώτων ωρών μιας μεγάλης εκβολής πετρελαιοκηλίδας στην θάλασσα, η κύρια διαδικασία επηρεάζει την κίνηση του πετρελαίου, το οποίο αρχίζει και εξαπλώνεται. Στην αρχή της διαρροής του, το πετρέλαιο εξακολουθεί να είναι σχετικά ρευστό και, ιδιαίτερα για ελαφρύτερα προϊόντα, θα εξαπλωθεί γρήγορα σε μια λεπτή μεμβράνη που είναι συνήθως πάχους μερικών μικρών μέτρων (Hazmat, 1996). Δεδομένου ότι το πάχος του υμενίου που δημιουργείται από το πετρέλαιο στην επιφάνεια της θάλασσας είναι της τάξης του μήκους κύματος του ορατού φωτός, η αντανάκλαση του ηλιακού φωτός από το λεπτό υμένιο του πετρελαίου και τα προκύπτοντα χρώματα μπορούν να δώσουν κάποια ένδειξη του πάχους του λαδιού του πετρελαίου (Hazmat, 1996).

Οι λειτουργικές απορρίψεις πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον από τα πλοία εξαρτώνται από πολλούς και διάφορους παράγοντες. Αυτά περιλαμβάνουν τον τύπο και την ηλικία του πλοίου, το επίπεδο συντήρησης του πλοίου και των κινητήρων, την παρουσία διαχωριστών πετρελαίου και νερού και άλλος εξοπλισμός σχεδιασμένος για μείωση των απορρίψεων πετρελαίου, αρχή εκπαίδευσης και επαγρύπνησης του πληρώματος, επίπεδο ναυτιλιακής δραστηριότητας και παρουσία επαρκούς εγκαταστάσεων υποδοχής (PeterGeoffreyWells, 2007).

4.3. Τα 10 μεγαλύτερα παγκόσμια ναυτικά ατυχήματα στην θάλασσα

Παρακάτω, ακολουθούν μερικά από τα μεγαλύτερα και χειρότερα ναυτικά ατυχήματα που δημιουργήθηκαν στην θάλασσα και σημάδεψαν την παγκόσμια ιστορία.

(1) Atlantic Empress (Ατλαντική αυτοκράτειρα)

Τον Ιούλιο του 1979 δύο πετρελαιοφόρα, το Aegean Captain και το Atlantic Empress συγκρούστηκαν μεταξύ τους στην Καραϊβική Θάλασσα, στα ανοικτά των ακτών του Τομπάγκο κατά τη διάρκεια μιας τροπικής καταιγίδας. Όταν συνέβη το ατύχημα, το Atlantic Empress κατευθυνόταν προς το Beaumont από τη Σαουδική Αραβία, ενώ το Aegean Captain έπλεε από την Αρούμπα στη Σιγκαπούρη (Kaushik, 2020). Αμέσως μετά το ατύχημα, από τα δύο τεράστια πετρελαιοφόρα, άρχισε να διαρρέει το φορτίο και έπιασαν φωτιά. Σύμφωνα με αναφορές, περίπου 88,3 εκατομμύρια γαλόνια αργού

πετρελαίου απορρίφθηκαν στη θάλασσα, καθιστώντας το ατύχημα ως τη μεγαλύτερη διαρροή πετρελαίου που προέρχεται από πλοία στον κόσμο. Επιπλέον, το ατύχημα στοίχησε τη ζωή 26 μελών του πληρώματος καθώς το Atlantic Empress εξερράγη αργότερα (Kaushik, 2020).



Εικόνα 13: Απεικόνιση της σύγκρουσης των πετρελαιοφόρων Atlantic Empress και Aegean Captain (Πηγή: Hinrichs, 1979).

(2) Πλατφόρμα Nowruz Field

Κατά τη διάρκεια του πολέμου μεταξύ Ιράν-Ιράκ το 1983, ένα πετρελαιοφόρο έπληξε την πλατφόρμα Nowruz Field που βρισκόταν στον Περσικό Κόλπο, οδηγώντας σε μεγάλη διαρροή πετρελαίου. Η ζημιά που προκάλεσε το ατύχημα στην πλατφόρμα είχε ως αποτέλεσμα τη διαρροή πετρελαίου (Kaushik, 2020). Υπολογίζεται ότι περίπου 80 εκατομμύρια γαλόνια πετρελαίου, περίπου 1500 βαρέλια την ημέρα, διαρρέονταν στον Περσικό Κόλπο κατά τη διάρκεια μιας περιόδου επτά μηνών μετά το ατύχημα. Εκείνη την χρονική περίοδο, λόγω του συνεχούς πολέμου, η ρύπανση των πετρελαιοκηλίδων δεν μπορούσε να ελεγχθεί αρκετά σύντομα. Οι επιπτώσεις του ήταν το κόστος 11 ανθρώπινων ζωών, μια τεράστια ποσότητα πετρελαίου που σπαταλήθηκε και πολλές δυσμενείς επιπτώσεις στη θαλάσσια ζωή (Kaushik, 2020).

(3) ABT Summer

Στις 28 Μαΐου 1991, περίπου 700 ναυτικά μίλια από την ακτή της Αγκόλας, σε ένα πετρελαιοφόρο με το όνομα ABT Summer σημειώθηκε έκρηξη και το πλοίο έπιασε φωτιά, απορρίπτοντας περίπου 51 εκατομμύρια γαλόνια πετρελαίου στη θάλασσα. Το λάδι που προέκυψε από τη διαρροή έφτασε σε απόσταση περίπου 80 τετραγωνικών μιλίων (Kaushik, 2020). Το δεξαμενόπλοιο έκαιγε για τις επόμενες τρεις ημέρες μέχρι να ανατραπεί, σκοτώνοντας 5 από τα 32 μέλη του πληρώματος. Περισσότερες πληροφορίες σχετικά με αυτήν την έκρηξη δεν είναι διαθέσιμες, δεδομένου ότι μεγάλη επιχείρηση διάσωσης δεν πραγματοποιήθηκε αμέσως, κυρίως επειδή η διαρροή πετρελαίου σημειώθηκε στην ανοικτή θάλασσα (Kaushik, 2020). Ωστόσο, δεδομένου ότι το ατύχημα συνέβη στην ανοικτή θάλασσα, το μεγαλύτερο μέρος του πετρελαίου που διέρρευσε από το σκάφος πιστεύεται ότι είχε διασκορπιστεί, ελαχιστοποιώντας τις επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον (Kaushik, 2020).

(4) Castillo de Belver

Το ισπανικό δεξαμενόπλοιο Castillo de Belver ήταν καθ' οδόν προς την Ισπανία από τον Περσικό Κόλπο, όταν το δεξαμενόπλοιο έπιασε φωτιά περίπου 70 μίλια βορειοδυτικά του Καπτάουν της Νότιας Αφρικής. Το δεξαμενόπλοιο μετέφερε 250.000 τόνους (περίπου 79 εκατομμύρια γαλόνια) ελαφρού αργού πετρελαίου τη στιγμή του ατυχήματος τον Αύγουστο του 1983. Το φλεγόμενο σκάφος εγκαταλείφθηκε αργότερα και στο τέλος έσπασε στην μέση (Kaushik, 2020). Μετά από αυτό, η πρύμνη του σκάφους βυθίστηκε με 110.000 τόνους λαδιού μέσα στις δεξαμενές της. Σύμφωνα με τους περιβαλλοντολόγους, αν και ο αντίκτυπος αυτής της πετρελαιοκηλίδας στο απόθεμα ψαριών δεν ήταν μεγάλος, το περιστατικό επηρέασε χιλιάδες πουλιά της θάλασσας που συγκεντρώνονταν σε ένα κοντινό νησί την εποχή της αναπαραγωγής τους (Kaushik, 2020).



Εικόνα 14: Απεικόνιση της έκρηξης του πετρελαιοφόρου *Castillo de Bellver* (Πηγή: *Energy Global News*, 2018).

(5) AmocoCadiz

Στις 16 Μαρτίου 1978, το πετρελαιοφόρο Amoco Cadiz προσέκρουσε σε αβαθή και ξεκίνησε μια μεγάλη διαρροή πετρελαίου στα ανοικτά των ακτών της Βρετάνης στη Γαλλία. Το εξαιρετικά μεγάλο πετρελαιοφόρο αργού πετρελαίου (VLCC) προσάραξε μετά την αποτυχία διεύθυνσής του λόγω καταιγίδας (Kaushik, 2020). Το σκάφος αργότερα έσπασε στη μέση και βυθίστηκε, αφήνοντας το φορτίο των 246.000 τόνων ελαφρού αργού πετρελαίου να χυθεί στα νερά της Αγγλικής Μάγχης. Ο καθαρισμός των πετρελαιοκηλίδων που δημιουργήθηκαν ήταν μια τεράστια και μάλλον μάταιη προσπάθεια (Kaushik, 2020). Η κηλίδα εξαπλώθηκε γρήγορα, καλύπτοντας μια περιοχή πλάτους 18 μιλίων με μήκος 80 μιλίων. Δεδομένου ότι 76 παραλίες μολύνθηκαν από το πετρέλαιο, το ατύχημα αυτό σκότωσε περισσότερη θαλάσσια ζωή από οποιαδήποτε άλλη πετρελαιοκηλίδα που καταγράφηκε μέχρι τότε (Kaushik, 2020).

(6) MT Haven

Ένα πολύ μεγάλο πλοίο μεταφοράς αργού πετρελαίου, το MT Haven, που μετέφερε περίπου 144.000 τόνους αργού πετρελαίου, εξερράγη στα ανοικτά της Γένοβας της Ιταλίας το 1991. Την στιγμή του ατυχήματος, το δεξαμενόπλοιο ξεφόρτωνε τους 230.000 τόνους φορτίου του στην πλωτή πλατφόρμα Mulledo (Kaushik, 2020). Η έκρηξη συνέβη όταν το MT Haven αποσπάστηκε προκειμένου το πετρέλαιο να μεταφερθεί στην κεντρική δεξαμενή του σκάφους από τις δύο πλευρικές δεξαμενές, μετά

τη μεταφορά 80.000 τόνων (Kaushik, 2020). Αμέσως μετά την έκρηξη, το σκάφος βυθίστηκε, σκοτώνοντας έξι άτομα του πληρώματος. Επιπλέον, 45 εκατομμύρια γαλόνια πετρελαίου απορρίφθηκαν στα ύδατα της Μεσογείου και ο αντίκτυπος της διαρροής αυτής ήταν εμφανής για τα επόμενα 12 χρόνια τουλάχιστον από την χρονική στιγμή που έγινε (Kaushik, 2020).

(7) Διαρροή του Odyssey

Το Odyssey, ένα δεξαμενόπλοιο της Λιβερίας, φορτωμένο με περίπου 43 εκατομμύρια γαλόνια αργού πετρελαίου από την Βόρεια Θάλασσα, έσπασε στα μισά και βυθίστηκε στα ανοικτά του Καναδά τον Νοέμβριο του 1988. Σύμφωνα με αναφορές, το πλοίο βυθίστηκε 700 μίλια έξω από την ακτή της Νέας Σκωτίας μετά από έκρηξη στο πλοίο (Kaushik, 2020). Το φορτίο του πλοίου έπιασε φωτιά καθώς βυθιζόταν, ρίχνοντας 43 εκατομμύρια γαλόνια πετρέλαιο στον Ατλαντικό Ωκεανό. Η διαρροή πετρελαίου κάλυψε έκταση 4,8 km x 16 km, ενώ η ποσότητα αργού πετρελαίου που έφτασε στην ακτή ήταν ελάχιστη. Επιπλέον, και τα 27 μέλη του πληρώματος του Odyssey φημολογείται ότι πέθαναν στο περιστατικό (Kaushik, 2020).

(8) Διαρροή λαδιού Exxon Valdez

Σε ό,τι αφορά τον όγκο της διαρροής πετρελαίου, το Exxon Valdez Oil Spill είναι το δεύτερο μεγαλύτερο ατύχημα στα ύδατα των ΗΠΑ μετά τη διαρροή πετρελαίου του Deepwater Horizon. Το ατύχημα συνέβη όταν το πετρελαιοφόρο Exxon Valdez προσάραξε στον ύφαλο Prince William Sound Bligh στην Αλάσκα τον Μάρτιο του 1989 (Kaushik, 2020). Από τη συνολική χωρητικότητα των 58 εκατομμυρίων γαλονιών, τα 10,9 εκατομμύρια γαλόνια μόλυναν τις ακτές της Αλάσκας μετά το ατύχημα (Kaushik, 2020).

(9) Sea Star

Μια πρόσκρουση μεταξύ δύο σκαφών, του Sea Star και του Horta Barbosa στην Αραβική Θάλασσα (Κόλπος του Ομάν), είχε ως αποτέλεσμα τη τεράστια διαρροή πετρελαίου από τα φορτία του Sea Star. Μαζί με την απώλεια και τις επιπτώσεις στο θαλάσσιο οικοσύστημα το ατύχημα προκάλεσε επίσης τον θάνατο 12 ατόμων του πληρώματος (Wankhede, 2019).

(10) Torrey Canyon

Το Torrey Canyon αποτελούσε το μεγαλύτερο πετρελαιοφόρο στην εποχή του αποτελώντας την μεγαλύτερη και σημαντικότερη πηγή των πετρελαιοκηλίδων που σημειώθηκε. Η αρχική του κατασκευή ήταν για μεταφορά 60.000 τόνων, ωστόσο πραγματοποιήθηκε διεύρυνση της χωρητικότητάς του με αποτέλεσμα να αποκτήσει 120.000 τόνους χωρητικότητα (Μακρή, 2017). Όταν προσέκρουσε σε ύφαλο της ακτής Κορνουάλης του Ηνωμένου Βασιλείου, τον Μάρτιο του 1967, το φορτίο που είχε ήταν ακριβώς 120.000 τόνους. Η πετρελαιοκηλίδα που δημιουργήθηκε λόγω της διαρροής ήταν σε έκταση 700 τετραγωνικών χιλιομέτρων, με αποτέλεσμα την μόλυνση 290 χιλιομέτρων ακτής. Οι επιπτώσεις ήταν αδιόρθωτες, αφού χάθηκαν 15.000 πτηνά της θάλασσας και ένας τεράστιος αριθμός από υδρόβια ζώα (Μακρή, 2017). «Για τον καθαρισμό χρησιμοποιήθηκαν τοξικοί παράγοντες με βάση διαλύτες από τα πλοία του Βρετανικού Πολεμικού Ναυτικού, με σκοπό να διαλύσουν το πετρέλαιο, αλλά αυτό δεν λειτούργησε πολύ καλά και, αντιθέτως, προκάλεσε μεγάλες περιβαλλοντικές ζημίες. Στη συνέχεια αποφασίστηκε να βομβαρδισθεί ο ωκεανός και να καεί το πετρέλαιο με την πτώση βομβών» (Μακρή, 2017).



Εικόνα 15 : Απεικόνιση της βύθισης του πετρελαιοφόρου Torrey Canyon (Πηγή: Μακρή, 2017).

4.4. Τα 10 μεγαλύτερα ναυτικά ατυχήματα στον Ελλαδικό χώρο

(1) Κρουαζιερόπλοιο Sea Diamond

Στις 5 Απριλίου 2007, το κρουαζιερόπλοιο 143 μέτρων χτύπησε έναν ηφαιστειακό ύφαλο στην Σαντορίνη, στα βράχια που σχηματίστηκαν από μια τεράστια ηφαιστειακή έκρηξη πριν από 3.500 χρόνια. Περίπου 1.600 επιβάτες και πλήρωμα εκκενώθηκαν οδυνηρά, αλλά ένας 45χρονος Γάλλος επιβάτης και η έφηβη κόρη του πρέπει να έχασαν την ζωή τους, διότι από τότε αγνοούνται, αλλά οι δύτες δεν μπόρεσαν να εντοπίσουν τα πτώματα ποτέ (Glass, 2017). Αυτό που διαπιστώθηκε, από το συγκεκριμένο ναυτικό ατύχημα, ήταν ότι η ρύπανση ήταν περιορισμένη με την μεγαλύτερη ανησυχία να εκφράζεται για τις πιθανές τοξίνες που εκπέμπονται από τα ηλεκτρονικά που αποσυντίθενται. Επιπλέον, το καύσιμο από το ναυάγιο αφαιρέθηκε μετά από δύο χρόνια και συγκεκριμένα το 2009 (Glass, 2017).

Υπό την αυξανόμενη πίεση για την κατάσταση του ναυαγίου, το 2011 η ελληνική κυβέρνηση ανέφερε ότι η εταιρεία Louis Hellenic θα έπρεπε να καλύψει το κόστος. Ωστόσο, η συγκεκριμένη εταιρεία ισχυρίστηκε ότι οι εσφαλμένες πληροφορίες χαρτογράφησης στον επίσημο ναυτικό χάρτη που χρησιμοποίησε ο καπετάνιος του πλοίου προκάλεσαν τη βύθισή του (Glass, 2017). Ανέφερε ότι ο επίσημος ναυτικός χάρτης του Ελληνικού Υδρογραφικού Γραφείου για την ακτή της Σαντορίνης περιείχε λανθασμένες πληροφορίες, με αποτέλεσμα το πλοίο να χτυπήσει έναν υποβρύχιο βράχο και να βυθιστεί μέσα σε λίγες ώρες. Επιπρόσθετα, μια έρευνα στο βυθό της περιοχής του ατυχήματος που ανατέθηκε από τη γραμμή κρουαζιέρας διαπίστωσε ότι οι βράχοι που χτυπήθηκαν από το πλοίο δεν είχαν σημειωθεί στον επίσημο χάρτη (Glass, 2017).

(2) Δεξαμενόπλοιο Yusuf Cernioglu

Το τούρκικο δεξαμενόπλοιο Yusuf Cernioglu προσάραξε στη βραχώδη ακτή της βόρειας Μυκόνου, τον Μάρτιο του 2014. Αποτέλεσμα της προσάραξης, ήταν η εκτεταμένη ρύπανση της θάλασσας και της ακτογραμμής της βόρειας Μυκόνου, λόγω της απελευθέρωσης καυσίμου πετρελαίου,

καθώς και εκατοντάδων εμπορευματοκιβωτίων φορτωμένων στο πλοίο (ΕΡΕ, 2015). Το ΕΡΕ (Environmental Protection Engineering) βρισκόταν επί τόπου αμέσως μετά το συμβάν και ανέλαβε την ανάκτηση του πετρελαίου και των συντριμμιών από την επιφάνεια της θάλασσας και των ακτών της Μυκόνου, καθώς και των γειτονικών νήσων και νησίδων με αρχαιολογικό ενδιαφέρον, όπως η Ρήνεια και η Δήλος. Ταυτόχρονα με τις ενέργειες απόκρισης, η εταιρεία συντόνισε και διεξήγαγε εργασίες άντλησης και την διαχείριση των διαφόρων αποβλήτων που παράχθηκαν από το συμβάν. Η συνολική διάρκεια των εργασιών απόκρισης και καθαρισμού ήταν 21 μήνες (ΕΡΕ, 2015).



Εικόνα 16: Απεικόνιση του δεξαμενόπλοιου *Yusufer Cerpioğlu* (Πηγή: ΕΡΕ, 2015).



Εικόνα 17: Απεικόνιση του δεξαμενόπλοιου *Yusufer Cerpioğlu* την στιγμή που επενέβηκε το ΕΡΕ (Πηγή: ΕΡΕ, 2015).

(3) Εξπρές Σάμινα

Η διαδρομή του επιβατικού σκάφους των Minoan Lines "Express Samina", ήταν ο Πειραιάς - Πάρος - Νάξος - Ικαρία - Σάμος - Πάτμος - Λειψοί. Το τελευταίο ταξίδι του πλοίου ήταν στις 26 Σεπτεμβρίου 2000 (Chrysoroulos, 2017). Το απόγευμα της 26ης Σεπτεμβρίου του 2000, το πλοίο αναχώρησε από το λιμάνι του Πειραιά με 533 άτομα επί του σκάφους, 472 εκ των οποίων ήταν επιβάτες και οι υπόλοιποι 61 ήταν μέλη του πληρώματος. Γύρω στις 22:12 το πλοίο πλησίασε το λιμάνι της Παροικιάς της Πάρου, με τους ανέμους των 8 Μποφόρ να μαίνονται (Chrysoroulos, 2017). Δύο μίλια ανοικτά της Πάρου, το σκάφος χτύπησε στις νησίδες «Πόρτες» με 18 κόμβους, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ρωγμής στη δεξιά γάστρα του πλοίου, μήκους περίπου τριών μέτρων. Το νερό πλημμύρισε το μηχανοστάσιο του πλοίου προκαλώντας την ταχεία δεξιά κλίση του σκάφους και τελικά την βύθισή του μέσα σε 25 λεπτά (Chrysoroulos, 2017). Ο πανικός κατέβαλε τους επιβάτες καθώς προκλήθηκε διακοπή ρεύματος. Ούτε η γεννήτρια έκτακτης ανάγκης, ούτε η σειρήνα έκτακτης ανάγκης λειτουργούσαν και δεν υπήρχαν πληροφορίες από τα φορητά μεγάφωνα του πλοίου. Πολλοί άνθρωποι πήδηξαν τυφλά στη θάλασσα (Chrysoroulos, 2017). Ακτοπλοϊκά και αλιευτικά σκάφη καθώς και ένα βρετανικό σκάφος του NATO έφτασαν στη συνέχεια στο σημείο του ναυαγίου και άρχισαν την επιχείρηση έρευνας και διάσωσης. Πολλοί από τους επιζώντες μεταφέρθηκαν στο κέντρο υγείας της Πάρου, ωστόσο πνίγηκαν 81 άτομα (Chrysoroulos, 2017).

(4) Britannic

Το βρετανικό σκάφος, HMHS Britannic, ήταν γνωστό ως το αδελφικό πλοίο του Olympic και του Titanic. Ποτέ δεν λειτούργησε ως εμπορικό σκάφος, αλλά επανεξοπλίστηκε ως νοσοκομειακό πλοίο κατά τη διάρκεια του 1^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου και βυθίστηκε το 1916 μετά από επαφή με νάρκη (Tikkanen, 2016). Το Britannic κατασκευάστηκε από την εταιρεία Belfast του Harland και Wolf ως μέρος μιας κατηγορίας υπερατλαντικών πολυτελών πλοίων για τη γραμμή White Star. Μετά την βύθιση του Τιτανικού τον Απρίλιο του 1912, το πλοίο επανασχεδιάστηκε για να ενσωματώσει διάφορες τροποποιήσεις ασφαλείας. Συγκεκριμένα, προστέθηκαν περισσότερες σωσίβιες λέμβοι και τα υδατοστεγή διαμερίσματα του αυξήθηκαν σε 17 στον αριθμό, 5 από τα οποία εκτείνονταν από το E στο B

κατάστρωμα (Tikkanen, 2016). Επιπλέον, σύμφωνα με πληροφορίες, το όνομά του άλλαξε από Gigantic σε Britannic. Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του, το πλοίο παραδόθηκε στις 26 Φεβρουαρίου του 1914. Το πλοίο ήταν προγραμματισμένο να ξεκινήσει τα δρομολόγιά του τον επόμενο χρόνο. Ωστόσο, με την έναρξη του Α^{ου} Παγκοσμίου Πολέμου το 1914, το Britannic επανεξοπλίστηκε ως νοσοκομειακό πλοίο το 1915 (Tikkanen, 2016). Μετά την ολοκλήρωσή του, το πλοίο είχε μήκος περίπου 882 πόδια (269 μέτρα) και είχε ολικό εκτόπισμα 48.158 τόνους. Στις 23 Δεκεμβρίου 1915, το Britannic ξεκίνησε το παρθενικό του ταξίδι, πλέοντας από το Λίβερπουλ της Αγγλίας, στο ελληνικό νησί της Λήμνου, μέσω της Νάπολης (Tikkanen, 2016). Αφού συγκέντρωσε περίπου 3.300 τραυματίες πολέμου, το πλοίο αναχώρησε για το Σαουθάμπτον της Αγγλίας και έφτασε εκεί στις 9 Ιανουαρίου 1916. Στις 12 Νοεμβρίου 1916, το Britannic αναχώρησε από το Σαουθάμπτον για τη Λήμνο στο έκτο ταξίδι του. Περίπου στις 8:15 πμ (Tikkanen, 2016) στις 21 Νοεμβρίου, περίπου 2 μίλια ανοιχτά της Κέας στην Ελλάδα, σημειώθηκε έκρηξη στο πλοίο. Οι αρχικές αναφορές πρότειναν την αιτία είτε ως νάρκη είτε ως τορπίλη, αν και αργότερα τα στοιχεία έδειξαν νάρκη (Tikkanen, 2016). Παρόλο που οι ζημιές ήταν εκτεταμένες, μόνο έξι από τα υδατοστεγή διαμερίσματα πλημμύρισαν και το πλοίο συνέχισε να επιπλέει. Όσο όμως, το πλοίο έπαιρνε κλίση, το νερό άρχισε να μπαίνει από ανοιχτά φινιστρίνια της δεξιάς πλευράς. Σε μια προσπάθεια να προσγειωθεί το πλοίο στην Κέα, ο κυβερνήτης διέταξε τις μηχανές "πρόσω ολοταχώς". Η κίνηση όμως, προκάλεσε την εισροή περισσότερου νερού και ο κυβερνήτης γρήγορα διέταξε τις μηχανές να σταματήσουν. Περίπου στις 9:07 πμ το Britannic βυθίστηκε. Παρά την ταχύτητα βύθισης, σκοτώθηκαν μόνο 30 άτομα. Πάνω από 1.030 σώθηκαν (Tikkanen, 2016).

(5) Ναυαγοσωστικό Αλέξανδρος Ζ΄

Το ναυαγοσωστικό πλοίο «Αλέξανδρος Ζ΄» αποτελούσε ένα ναυαγοσωστικό πλοίο για την περίοδο από το 1922 έως το 1923 για το Ελληνικό Πολεμικό Ναυτικό. Το συγκεκριμένο ναυαγοσωστικό το χρησιμοποιούσαν για την μεταφορά προσωπικού (Βικιπαίδεια, 2017). Ωστόσο, στις 10 Μαρτίου του 1923, ανατράπηκε της πορείας του λόγω μεγάλων κυμάτων και λόγω των απότομων μετακινήσεων των ατόμων που μετέφερε από την μία πλευρά στην άλλη. Την συγκεκριμένη χρονική στιγμή στο ναυαγοσωστικό αυτό επέβαιναν αδειούχοι αξιωματικοί, υπαξιωματικοί και ναύτες από την περιοχή του Ορμούντα στην περιοχή του Πειραιά (Βικιπαίδεια, 2017). Από την εκτροπή του παρασύρθηκαν στα βάθη της θάλασσας 300 άτομα από το πλήρωμα που μετέφερε (Βικιπαίδεια, 2017).

(6) Irenes Serenade

Το ατύχημα του Irenes Serenade συνέβη το 1980 όταν το ελληνικό πλοίο εξερράγη απροσδόκητα ενώ βρισκόταν για τον ανεφοδιασμό του στον κόλπο του Ναβαρίνο, της Πύλου. Η έκταση των ζημιών στο περιβάλλον οικοσύστημα ήταν τεράστια καθώς ο κόλπος του Ναβαρίνου ήταν ένας γνωστός τουριστικός προορισμός (Wankhede, 2019). Μετά το ναυτικό ατύχημα, η πανοραμική ομορφιά και ηρεμία του προορισμού παρεμποδίστηκε σε μεγάλο βαθμό, αν και οι άμεσες εργασίες καθαρισμού από την ελληνική κυβέρνηση μείωσαν σημαντικά τις επιπτώσεις της πετρελαιοκηλίδας στις ακτές του Κόλπου (Wankhede, 2019).

(7) Iliad

Συνέβη τον Οκτώβριο του 1993 στην Πύλο, όπου πραγματοποιήθηκε διαρροή περίπου 800 τόνων πετρελαίου. Ωστόσο, οι δύτες από την προσπάθειά τους να εξερευνήσουν και να διαπιστώσουν τις επιπτώσεις που προκάλεσε το πετρέλαιο, που χύθηκε από το «Iliad» στο θαλάσσιο περιβάλλον της Πύλου, ανακάλυψαν και διαπίστωσαν ότι οι επιπτώσεις που άφησε πίσω του το ναυτικό ατύχημα Irenes Serenade, πριν 13 χρόνια, ήταν ακόμα ορατές και κάλυπταν σημεία του πυθμένα της θάλασσας (Παπαμήτσος, 2017).

(8) «Μεσσηνιακή Φροντίς»

Έλαβε χώρα τον Μάρτιο του 1979, στην περιοχή των Καλών Λιμένων στην Κρήτη. Η «Μεσσηνιακή Φροντίς» μετέφερε 12.000 τόνους πετρελαίου τα οποία χύθηκαν όλα στην θάλασσα, δημιουργώντας τεράστιο πλήγμα στα θαλάσσιο περιβάλλον και στους ζωντανούς οργανισμούς της (Παπαμήτσος, 2017).

(9) Kriti Sea

Έλαβε χώρα τον Αύγουστο του 1996, στην περιοχή των Αγίων Θεοδώρων στην Κορινθία. Από την διαρροή, χύθηκαν στην θάλασσα 300 με 500 τόνοι πετρελαίου, σχηματίζοντας πετρελαιοκηλίδα η οποία έφτασε ως τα ύδατα των περιοχών της Αίγινας και του Αγκιστρίου (Παπαμήτσος, 2017).

(10) Eurobulker X

Συνέβη τον Σεπτέμβριο του 2000, στο Λευκαντί της Εύβοιας. Οι τόνοι που εξαπλώθηκαν στην θάλασσα ήταν 300 περίπου τόνοι (Παπαμήτσος, 2017).



Εικόνα 18: Απεικόνιση του δεξαμενόπλοιου «Eurobulker X» την στιγμή της βύθισής του (Πηγή: Παπαμήτσος, 2017).

4.5.Επιπτώσεις ρύπανσης

Οι αρνητικές επιπτώσεις που επιφέρει η ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, ειδικότερα στην παράκτια ζώνη, περιλαμβάνουν τα μολυσμένα ύδατα, τα οποία είναι πολύ έντονα και αισθητά στην ανθρώπινη ύπαρξη, τα φυτά και τα ζώα (SEOS, 2019).

Οι επιπτώσεις της ρύπανσης της θάλασσας στη δημόσια υγεία περιλαμβάνουν ασθένειες που προκαλούνται ή από την κατανάλωση μολυσμένων ψαριών ή οστρακοειδών. Ωστόσο, υπάρχουν και άλλες λιγότερο εμφανείς επιπτώσεις στη δημόσια υγεία, συμπεριλαμβανομένων των απωλειών και των διαταραχών της εμπορικής και ψυχαγωγικής αλιείας, της καλλιέργειας φυκιών, της βαρκάδας και μιας ποικιλίας άλλων χρήσεων του πληγέντος νερού (Kaushik, 2020). Κάθε έθνος ή τουριστικός προορισμός κοντά σε γεώτρηση πετρελαίου ή λωρίδες μεταφοράς κινδυνεύει να βιώσει οικονομική κατάρρευση από τις καταστροφικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των πετρελαιοκηλίδων και πρέπει να προετοιμαστεί κατάλληλα για τον καθαρισμό (Kaushik, 2020).

Το αργό πετρέλαιο είναι μια πολύ τοξική χημική ουσία, λόγω της παρουσίας πολλών πτητικών υδρογονανθράκων υψηλής πυκνότητας. Η κατάποση τέτοιων δηλητηριωδών ενώσεων μπορεί να οδηγήσει σε πολύ σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία ή ακόμη και σε θάνατο (Narayan, 2018). Οι πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες είναι οι βασικοί παράγοντες που αυξάνουν την τοξικότητα του αργού πετρελαίου. Έχουν επίσης ιδιότητες που προκαλούν καρκίνο, πράγμα που σημαίνει ότι έχουν την ικανότητα να επιτεθούν και να αλλάξουν μια αλληλουχία DNA, η οποία οδηγεί σε κυτταρική μετάλλαξη, το οποίο με την σειρά του οδηγεί στην ασθένεια του καρκίνου (Narayan, 2018). Μετά τη διαρροή πετρελαίου, τα θαλάσσια ρεύματα μεταφέρουν το έλαιο προς την ακτή της θάλασσας όπου συσσωρεύεται και παραμένει για μεγάλο χρονικό διάστημα (Narayan, 2018).

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν σημειωθεί πολλές πετρελαιοκηλίδες σε όλο τον κόσμο. Ο αντίκτυπος που είχε στο θαλάσσιο οικοσύστημα, στη θαλάσσια βιοποικιλότητα, στην οικονομία μιας κομητείας και στην πηγή τροφίμων για τον άνθρωπο είναι σημαντικός (Narayan, 2018). Ωστόσο, κοιτάζοντας την τρέχουσα κατάσταση, εκατομμύρια πλάσματα έχουν πεθάνει, πολλοί πληθυσμοί έχουν εξαντληθεί, πολλοί οργανισμοί έχουν μεταναστεύσει σε άλλα μέρη του κόσμου, πολλοί προσβεβλημένοι οργανισμοί γεννούν βρέφη με ελαττώματα και ασθένειες ενώ άλλοι οργανισμοί δεν είναι σε θέση να γεννήσουν ή πεθαίνουν πρόωρα. Τα φωτοσυνθετικά φυτοπλαγκτόν, τα φύκη και τα φυτά

διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στη συμβολή που κατέχουν στη συγκέντρωση οξυγόνου στη γη και στην απομάκρυνση της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα (Narayan, 2018). Αποτελούν επίσης πηγή τροφής για τα ανθρώπινα όντα και τα θαλάσσια πλάσματα. Ωστόσο, επηρεάζονται από το αργό πετρέλαιο και τελικά εξαφανίζονται. Ενώ πολλές επιπτώσεις των πετρελαιοκηλίδων είναι άμεσες, άλλες επιπτώσεις καθυστερούν οι οποίες θα είναι εμφανείς στις μελλοντικές γενιές (Narayan, 2018). Η βιοσυσσώρευση και ο βιομαγνητισμός θα έχουν δραστικό αντίκτυπο στις μελλοντικές πηγές τροφίμων. Πολλοί οργανισμοί θα τεθούν σε κίνδυνο ενώ τα ενδημικά είδη θα εξαφανιστούν και θα μετακινηθούν σε άλλες γεωγραφικές περιοχές του κόσμου (Narayan, 2018). Οι θαλάσσιοι οργανισμοί είναι τόσο σημαντικοί για τον άνθρωπο όσο και οι άλλοι οργανισμοί στη γη. Οι πετρελαιοκηλίδες που έχουν δημιουργηθεί λόγω των ναυτικών ατυχημάτων, στην παγκόσμια ιστορία, είναι ένα κάλεσμα αφύπνισης ότι ο θαλάσσιος κόσμος κινδυνεύει και στο μέλλον η ανθρωπότητα θα διατρέχει τεράστιο κίνδυνο (Narayan, 2018).

Ως η μεγαλύτερη πηγή ενέργειας παγκοσμίως, τα προϊόντα πετρελαίου παράγονται και καταναλώνονται ολοένα και περισσότερο και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις επίσης αυξάνονται. Παρά τη σημαντική πρόοδο στη μείωση της διαρροής μέσω μιας ποικιλίας τεχνολογικών και κανονιστικών μέτρων πρόληψης και καλύτερων βιομηχανικών πρακτικών, παραμένει ο κίνδυνος δημιουργίας σημαντικών πετρελαιοκηλίδων (Baiyu Zhang, 2019). Σε καθημερινή βάση, εκατοντάδες έως χιλιάδες διαρροές είναι πιθανό να συμβούν παγκοσμίως, συμπεριλαμβανομένων των ωκεανών. Οι πετρελαιοκηλίδες συνεπάγονται τυχαία απελευθέρωση ελαίου του πετρελαίου που κυμαίνεται από διάφορους τύπους αργού πετρελαίου έως μια μεγάλη γκάμα εξευγενισμένων προϊόντων, από βαριά ανθεκτικά καύσιμα έως ελαφριά, λιγότερο ανθεκτικά, αλλά πολύ τοξικά καύσιμα (Baiyu Zhang, 2019). Η χημική σύνθεση και οι ιδιότητες του πετρελαίου που έχουν χυθεί και οι σχετικές καιρικές αντιδράσεις διέπουν την τύχη, τη συμπεριφορά και τις επιπτώσεις τους στα θαλάσσια περιβάλλοντα. Οι πετρελαιοκηλίδες προκαλούν μεγάλη ανησυχία λόγω της τεράστιας οικονομικής απώλειας και της μακροπρόθεσμης σημαντικής βλάβης στα θαλάσσια οικοσυστήματα, στην τοπική οικονομία και στην παράκτια κοινωνία και κοινότητα (Baiyu Zhang, 2019). Κατά τη μακρά περίοδο εκμετάλλευσης πετρελαίου, οι αρνητικές επιπτώσεις της θαλάσσιας πετρελαιοκηλίδας έχουν τεκμηριωθεί σε διάφορες πτυχές (BaiyuZhang, 2019).

Ως εκ τούτου, οι καταστροφές πετρελαιοκηλίδων αποτελούν εδώ και πολύ καιρό μια από τις σημαντικότερες ανησυχίες του θαλάσσιου κόσμου. Επιπλέον, αυτά περιλαμβάνουν εμπορικές και περιβαλλοντικές καταστροφές. Από τα ναυτικά ατυχήματα δεξαμενόπλοιων που μετέφεραν πετρέλαιο, το νερό της θάλασσας μολυνόταν από τον υγρό υδρογονάνθρακα πετρελαίου, προκαλώντας ζημιές στο

περιβάλλον για τις επόμενες δεκαετίες (Kaushik, 2020). Ακόμη, εκτός από τη θανάτωση των ψαριών, των θαλάσσιων θηλαστικών και πτηνών, οι πετρελαιοκηλίδες καταστρέφουν μεταξύ άλλων, τις παραλίες και τους οικοτόπους της άγριας πανίδας. Όταν το πετρέλαιο φτάνει στην παραλία, επηρεάζει επίσης τον ανθρώπινο οικισμό στις παραλίες και τα μακρόβια δάση. Ως συνέπεια, μια διαρροή πετρελαίου διαταράσσει εντελώς ολόκληρο το οικοσύστημα για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα (Kaushik, 2020).

Ενώ μόνο μεγάλα ατυχήματα που έχουν ως αποτέλεσμα διαρροές λαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος της προσοχής, ορισμένα μικρότερα και χρόνια περιστατικά λαμβάνουν χώρα σε τακτική βάση. Χρειάζονται διαδικασίες καθαρισμού πετρελαίου διάρκειας ενός μήνα για να επαναφερθούν οι περιοχές γύρω από το ατύχημα στις κανονικές τους συνθήκες (Kaushik, 2020). Ταυτόχρονα, έχουν γίνει προσπάθειες για την αποτροπή τους με τη βοήθεια της τεχνολογίας. Ωστόσο, ο κόσμος έχει πληγεί πολλές φορές από μεγάλες καταστροφές πετρελαίου (Kaushik, 2020).

4.6. Αντιμετώπιση της ρύπανσης

4.6.1. Τρόποι αντιμετώπισης

Χρησιμοποιώντας τις τρέχουσες καταστάσεις ως πλαίσιο, μπορεί να γίνει σωστή προετοιμασία για την ελαχιστοποίηση των ζημιών που προκαλούνται από τη διαρροή του πετρελαίου σε θαλάσσια περιβάλλοντα.

Οι νοσηρότητες και η θνησιμότητα του θαλάσσιων οργανισμών λόγω της πρόσληψης τοξικών ουσιών, αύξησαν τις προσπάθειες για την προστασία και την ακεραιότητα των οικοσυστημάτων μέσω διαφόρων ρυθμίσεων και ελέγχων. Έτσι, ξεκίνησαν προγράμματα παρακολούθησης των ρύπων αυτών ώστε να καθορίζεται συνεχώς η ποιότητα και η ζωή στη θάλασσα (Goldberg, 1995). Οι κύριοι πόροι φαίνονται αμετάκλητα κατεστραμμένοι, ενώ υπάρχουν ενθαρρυντικά σημάδια ότι σε ορισμένες περιοχές η θαλάσσια ρύπανση μειώνεται. Αξίζει να σημειωθεί, ότι για μια πιο ολοκληρωμένη πρόβλεψη και διόρθωση μιας υπάρχουσας κατάστασης από ρύπανση της θάλασσας που προκλήθηκε από ένα ναυτικό ατύχημα, απαιτείται άμεση δράση και θα πρέπει να δοθεί αρκετή προσοχή στις συνέπειες για τις θάλασσες της παράκτιας ανάπτυξης (Goldberg, 1995).

Για να εντοπιστεί η ρύπανση αυτή πραγματοποιείται, συνήθως, εργαστηριακή ανάλυση αλλά και τηλεπισκόπηση μέσω αεροπλάνων και δορυφόρων για να εντοπιστούν και να πραγματοποιηθεί ακριβής έλεγχος των ρύπων από τα πετρέλαια και τα χημικά, η τοξικότητα από τα φύκια και η θερμική ρύπανση (SEOS, 2019).



Εικόνα 19 : Βλάβη από δεξαμενόπλοιο στο Rio De Janeiro (Πηγή: NASA, SEOS, 2019).

Ως μέρος της παγκόσμιας προσπάθειας για μείωση του πετρελαίου λόγω των εισροών στο θαλάσσιο περιβάλλον από πλοία και άλλες δραστηριότητες στη θάλασσα, απαιτείται μια ανεξάρτητη και λεπτομερής αξιολόγηση των εισροών από τις διάφορες πηγές πετρελαιοκηλίδων. Έτσι, στα τέλη της δεκαετίας του 1990, η Ναυτική Επιτροπή Προστασίας Περιβάλλοντος (MEPC) του IMO ζήτησε από το GESAMP να αξιολογήσει προσεκτικά όλα τα διαθέσιμα δεδομένα αλλά και τις διαθέσιμες πηγές σχετικά με τις εισροές πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον από θαλάσσιες δραστηριότητες, όπως είναι για παράδειγμα οι θαλάσσιες μεταφορές, η υπεράκτια εξερεύνηση και παραγωγή και ιδιαίτερα για την ανάπτυξη προσεγγίσεων που μπορεί να χρησιμοποιούνται για την παροχή τέτοιων δεδομένων εισόδου (Peter Geoffrey Wells, 2007). Ως εκ τούτου, ο Όμιλος έπρεπε να εκτιμήσει τις τρέχουσες ετήσιες ποσότητες πετρελαίου που εισέρχονταν στη θάλασσα και να επικεντρωθεί ιδιαίτερα στη βελτίωση των μεθοδολογιών για την πραγματοποίηση τέτοιων εκτιμήσεων (PeterGeoffreyWells, 2007).

Αξίζει να αναφερθεί ότι η λήψη αξιόπιστων και ενημερωμένων δεδομένων σχετικά με τις ποσότητες πετρελαίου που εισέρχονται στο θαλάσσιο περιβάλλον από όλα τα διαφορετικά πλοία με βάση τη θάλασσα, δεν είναι μια απλή διεργασία. Λίγες χώρες είναι αυτές που έχουν αξιόπιστες βάσεις δεδομένων (Peter Geoffrey Wells, 2007). Τα δεδομένα για τις εισόδους λείπουν ή δεν είναι προσβάσιμα από περιοχές ή χώρες όπως η Μέση Ανατολή, η Νότια Αμερική (Βραζιλία), η Δυτική Αφρική και η Νοτιοανατολική Ασία. Είναι σημαντικό να ληφθούν μέτρα για να διασφαλιστεί ότι τα δεδομένα σχετικά με το πετρέλαιο που εισέρχεται στο θαλάσσιο περιβάλλον, αποθηκεύονται και διαβιβάζονται σε διεθνείς βάσεις δεδομένων (Peter Geoffrey Wells, 2007). Μια λύση στο πρόβλημα των ναυτικών ατυχημάτων είναι η χρήση νεότερων και καινούριων πλοίων, τα οποία είναι καθαρότερα και αντιπροσωπεύουν ένα εκσυγχρονισμένο στόλο ο οποίος είναι κατασκευασμένος με πληρέστερα κριτήρια (PeterGeoffreyWells, 2007).

Η πρόληψη των πετρελαιοκηλίδων είναι η κορυφαία προτεραιότητα. Η ευθύνη βαρύνει εξίσου τα άτομα καθώς και τις κυβερνήσεις και τις βιομηχανίες, επειδή οι πηγές πετρελαίου στην θάλασσα οφείλονται περισσότερο σε απροσεξία και όχι σε ατύχημα. Η ενσωμάτωση προληπτικών μέτρων σε μια βιομηχανική διαδικασία, λειτουργία ή προϊόν πρέπει να αποτελεί μέρος του κόστους των καθημερινών εργασιών (Kaushik, 2020). Πριν ξεκινήσει οποιαδήποτε λειτουργία τροφοδοσίας, ανεφοδιασμού ή εσωτερικής μεταφοράς, όλα τα μηχανήματα και τα συστήματα σωληνώσεων των δεξαμενόπλοιων, θα πρέπει να ελέγχονται σωστά για στεγανότητα και για σημάδια διαρροών αδένων, σφραγίδων και παρεμβυσμάτων. Επιπλέον, κατά την διάρκεια αλλαγής λαδιού ή προσθήκης λαδιού σε μηχανήματα, πρέπει να ληφθεί η κατάλληλη μέριμνα για την αποφυγή διαρροών των λαδιών αυτών. (Kaushik, 2020)

4.6.2. Κόστος

Η εκτίμηση του κόστους των πετρελαιοκηλίδων σε νομισματικούς όρους μπορεί να εξυπηρετήσει διάφορους σκοπούς. Στην πράξη, αυτό γενικά πραγματοποιείται με πρωταρχικό σκοπό τον καθορισμό των επιπέδων αποζημίωσης που θα άφηνε μια διαρροή, τουλάχιστον από οικονομική άποψη (Olivier Thébaud, 2004). Το κόστος των πετρελαιοκηλίδων είναι επίσης βασικό στοιχείο στις συζητήσεις για την ανάπτυξη προληπτικών μέτρων που περιορίζουν τους κινδύνους της ρύπανσης και αυτό μελετάται σε τρία επίπεδα:

- 1) Μπορούν να αντιμετωπιστούν πληροφορίες σχετικά με το κόστος των πετρελαιοκηλίδων με δεδομένα σχετικά με τα μέσα που προορίζονται για την πρόληψη ατυχημάτων, για την αξιολόγηση της επάρκειας και της αποτελεσματικότητας τέτοιων μέτρων (Olivier Thébaud, 2004).
- 2) Πληροφορίες σχετικά με το κόστος του πετρελαίου. Οι διαρροές μπορούν να αντιμετωπιστούν με δεδομένα σχετικά με το ποσό της προσπάθειας που αφιερώνεται στις λειτουργίες καθαρισμού σε οποιοδήποτε συγκεκριμένο περιστατικό, προκειμένου να καθοριστούν αποτελεσματικές στρατηγικές απόκρισης (Olivier Thébaud, 2004).
- 3) Η μέτρηση του νομισματικού κόστους των ζημιών που προκαλούνται από τις διαρροές του πετρελαίου και ο προσδιορισμός σε ποιον χρεώνονται είναι επίσης βασική πληροφορία στις συζητήσεις σχετικά με το ρόλο της ευθύνης και γενικότερα των οικονομικών κινήτρων, στην επίτευξη αποτελεσματικών επιπέδων πρόληψης της ρύπανσης (Olivier Thébaud, 2004).

Η αποτίμηση της ζημίας εμφανίζεται έτσι ως βασική άσκηση, σχετικά με τη σωστή αποζημίωση των θυμάτων σε οποιοδήποτε συγκεκριμένο ατύχημα και σε συζητήσεις σχετικά με τον ορισμό των κατάλληλων πολιτικών πρόληψης της ρύπανσης που εφαρμόζονται. Ωστόσο, η μελέτη πρακτικών παραδειγμάτων δείχνει ότι είναι συνήθως δύσκολο να προσδιοριστεί μια ενιαία, παγκόσμια εκτίμηση του κοινωνικού κόστους μιας πετρελαιοκηλίδας ή ακόμη και ενιαίες νομισματικές εκτιμήσεις του μερικού κόστους (Olivier Thébaud, 2004).

Το κόστος που αφορά το αποτέλεσμα δημιουργίας μιας πετρελαιοκηλίδας από ένα ναυτικό ατύχημα βασίζεται στα ακόλουθα:

- 1) Υπολογισμός εκτιμήσεων των ζημιών εφαρμογής μεθοδολογιών οικονομικής αποτίμησης
- 2) Εφαρμογή αξιώσεων αποζημίωσης μετά τη διαρροή
- 3) Αποζημίωση που τελικά καταβλήθηκε στα θύματα του ατυχήματος (Olivier Thébaud, 2004).

Ένα σημαντικό μέρος του εκτιμώμενου κόστους ενδέχεται να μην ενσωματωθεί μέσω του συστήματος ευθύνης βάσει του οποίου πραγματοποιείται η αποζημίωση. Η αποζημίωση των ζημιών από πετρελαιοκηλίδες μπορεί να επιτρέψει στην εσωτερίκευση του κοινωνικού κόστους τέτοιων γεγονότων ρύπανσης (OlivierThébaud, 2004).

Τα τελευταία τριάντα χρόνια, ο πολλαπλασιασμός των πετρελαιοκηλίδων από δεξαμενόπλοια στο θαλάσσιο περιβάλλον οδήγησε στην προοδευτική ανάπτυξη ενός θεσμικού πλαισίου για την αποζημίωση των ζημιών που προκύπτουν από αυτά τα γεγονότα ρύπανσης. Μετά το περιστατικό του Torrey Canyon το 1967, ένα αυστηρό καθεστώς αποζημίωσης βάσει ευθύνης δημιουργήθηκε σε δύο διεθνείς συμβάσεις:

- (1) τη Σύμβαση για την αστική ευθύνη (CLC) του 1969 και
- (2) τη σύμβαση για το ταμείο του 1971(Olivier Thébaud, 2004).

Η πρώτη καθιέρωσε την αυστηρή ευθύνη των πλοιοκτητών σε περίπτωση συμβάντος, περιοριζόμενη σε ποσό που συνδέεται με τη χωρητικότητα του σκάφους και σχετίζεται με την υποχρεωτική ασφάλιση. Μέσω της δεύτερης σύμβασης δημιουργήθηκε ένα συμπληρωματικό ταμείο χρηματοδοτούμενο από τη βιομηχανία πετρελαίου, για την αποζημίωση ζημιών ρύπανσης από πετρέλαιο που δεν μπορούσαν να αντισταθμιστούν πλήρως βάσει του καθεστώτος CLC (Olivier Thébaud, 2004). Η Σύμβαση αυτή ίδρυσε έναν διεθνή οργανισμό, το Ταμείο Αποζημίωσης Διεθνούς Ρύπανσης του Πετρελαίου (IOPC), για τη διαχείριση αυτού του μοναδικού διεθνούς καθεστώτος και για την αποζημίωση των δαπανών ρύπανσης. Για παράδειγμα η περίπτωση του Amoco Cadiz το 1978, στα ανοικτά των ακτών της Βόρειας Βρετανίας, υπό το καθεστώς CLC της εποχής, η ευθύνη του πλοιοκτήτη περιορίστηκε σε 77 εκατομμύρια γαλλικά φράγκα (Olivier Thébaud, 2004). Επίσης, στην περίπτωση του Atlantic Empress το 1996, επιβλήθηκε ευθύνη του πλοιοκτήτη που περιορίστηκε σε 7,5 εκατομμύρια λίρες. (Olivier Thébaud, 2004)

5. Μελέτη "Αγία Ζώνη II"

5.1. Η στιγμή του ναυαγίου και η αντιμετώπισή του

Το 1972, ήταν η χρονολογική περίοδος που πραγματοποιήθηκε η κατασκευή του δεξαμενόπλοιου «Αγία Ζώνη II» στα γερμανικά ναυπηγεία Lindenu Schiffswerft and Masch στο Κίελο. Η χωρητικότητά του υπέρβαινε τους 3.000 τόνους, είχε πλάτος 13,7 μέτρα και μήκος το οποίο έφτανε τα 95 μέτρα (Wikipedia, 2019). Τα πρώτα χρόνια εκτελούσε παράκτια και ενδοποτάμια δρομολόγια σε νερά με ασήμαντους κυματισμούς, αλλά όταν άρχισε να γερνάει πέρασε και μια περίοδο πρακτικά παροπλισμένο. Εκείνη την περίοδο, γερασμένο και σταθεροποιημένο, φέρεται να αποκτήθηκε από τον Έλληνα ιδιοκτήτη του. Ωστόσο, έγινε γνωστή μια καταγγελία από την «Πανελλήνια Ένωση Ναυτών του Εμπορικού Ναυτικού», η οποία είχε αναφέρει πως το συγκεκριμένο σχέδιο κατασκευής παρουσίαζε σε θέματα ναυπήγησης πολλαπλές δυσκολίες αλλά και προβλήματα στην λειτουργία του μηχανοστασίου (Wikipedia, 2019). Επιπλέον, ανακαλύφθηκε μέσω της συγκεκριμένης καταγγελίας ότι οι διάφορες επιδιορθώσεις που είχαν γίνει ήταν ερασιτεχνικές και πρόχειρες (Wikipedia, 2019).

Η βύθιση του δεξαμενόπλοιου "Αγία Ζώνη II" έλαβε χώρα στις 10 Σεπτεμβρίου του 2017, στο νοτιοδυτικό σημείο της νησίδας Αταλάντης του Σαρωνικού Κόλπου (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε, 2018). Η ημέρα βύθισης ήταν ξημερώματα Κυριακής και συγκεκριμένα στις 02:45. Εκείνη την χρονική στιγμή, έλειπαν από το πλήρωμα τα εννέα από τα έντεκα άτομα (Wikipedia, 2019). Επίσης, την ημέρα της βύθισης του δεξαμενόπλοιου, μέσω του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας έγινε γνωστό ότι το "Αγία Ζώνη II" θα πραγματοποιούσε την μεταφορά από τα διυλιστήρια του Ασπροπύργου 2.200 τόνων αργού πετρελαίου καθώς και 370 τόνων καυσίμου, τα οποία ήταν για ναυτιλιακή χρήση. Ωστόσο, λόγω των βλαβών που ήδη είχε λόγω της παλαιότητας του καθώς και των πρόχειρων επιδιορθώσεων, το δεξαμενόπλοιο βυθίστηκε (Wikipedia, 2019).

Από την αρχή των πρώτων ωρών έγινε παρατήρηση της διαρροής του πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον. Αρχικά, ως συνέπεια από αυτή τη διαρροή ήταν η δημιουργία εκτεταμένης ρύπανσης στη θαλάσσια και παράκτια ζώνη της περιοχής της Σαλαμίνας (WWF Ελλάς, 2017). Μετέπειτα, ως επακόλουθο των επόμενων ημερών ήταν η εξάπλωση της ρύπανσης, που προκλήθηκε από το πετρέλαιο,

στις γύρω γειτονικές περιοχές του Σαρωνικού Κόλπου και του νότιου παραλιακού μετώπου της Αττικής (Παλαιό Φάληρο, Καλαμάκι, Ελληνικό, Άγιο Κοσμά, Γλυφάδα και Βούλα). Στις 03:00 τα ξημερώματα πραγματοποιήθηκαν προσπάθειες διάσωσης και μεταφοράς των μελών του πληρώματος, με την βοήθεια περιπολικού σκάφους (WWF Ελλάς, 2017). Μετά από δύο ώρες περίπου έφτασε στο συγκεκριμένο μέρος και «αντιρρυπαντικό σκάφος» ώστε να αντιμετωπιστεί όσο το δυνατόν γρηγορότερα η ρύπανση που προκλήθηκε. Έπειτα, στις 07:25, πραγματοποιήθηκε περιπολία από αεροσκάφος του Λιμενικού Σώματος, από όπου παρατηρήθηκε διασκορπισμένη ρύπανση λόγω του πετρελαίου από το μέρος όπου έγινε η διαρροή με κατεύθυνση προς την βόρεια μεριά έως το Νοτιοανατολικό σημείο της νήσου Ψυτάλλειας (WWF Ελλάς, 2017). Οι περιπολίες συνεχίστηκαν καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας με αποτέλεσμα να παρατηρηθεί ρύπανση και σε τμήματα από το ακρωτήριο Κυνόσουρας μέχρι τον όρμο Σεληνίων. Από το δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Σαλαμίνας τοποθετήθηκε πλωτό φράγμα στον λιμενίσκο Σεληνίων (WWF Ελλάς, 2017).

Έπειτα, από δύο χρόνια μετά το συγκεκριμένο συμβάν, αξίζει να αναφερθεί ότι με βάση την έκθεση που παρουσίασε το Αρχείο Ανακριτικών Συμβουλίων Ναυτικών Ατυχημάτων (ΑΣΝΑ), οι δύο κύριες εταιρείες που τους ανατέθηκε η επιχείρηση απορρύπανσης των θαλάσσιων περιοχών γύρω από τον Σαρωνικό που επλήγησαν, είχαν απευθείας ενημέρωση από την πλοιοκτήτρια εταιρεία, ώστε να υπάρχει άμεση παροχή των υπηρεσιών τους. Ωστόσο, αυτό που πρέπει να υπογραμμιστεί είναι ότι η σφράγιση των ανοιγμάτων των δεξαμενών φορτίου, δηλαδή τα καπάκια στομιών και θυρίδων επιθεώρησης, πραγματοποιήθηκε και διεκπεραιώθηκε αρκετές ημέρες μετά από την βύθιση του δεξαμενόπλοιου, ενώ η άντληση της πετρελαιοκηλίδας στις περιοχές του Σαρωνικού, άρχισε 10 μέρες μετά την βύθισή του (Μπέλλος, 2019).

Αξίζει να σημειωθεί ότι μέσω του ΑΣΝΑ υπογραμμίζεται ότι η βύθιση του δεξαμενόπλοιου δεν έλαβε χώρα λόγω εσκεμμένης πρόθεσης του ιδιοκτήτη, ωστόσο αιωρείται ο ισχυρισμός ότι υπήρχε προμελετημένο σχέδιο λόγω άλλων συμφερόντων, όπως είναι η παλαιά κατασκευή του πλοίου και η έλλειψη σωστής συντήρησης και λειτουργίας του (Μπέλλος, 2019).

Η αντιμετώπισή του χρήζει υψίστης σημασίας, ωστόσο το συγκεκριμένο ναυάγιο, το οποίο αποτελεί τεράστιο πλήγμα για την οικολογία και το περιβάλλον του Σαρωνικού κόλπου, θα μπορούσε να είχε προβλεφθεί στην περίπτωση που υπήρχε ο κατάλληλος αριθμός αλλά και το κατάλληλο εκπαιδευμένο πλήρωμα στο δεξαμενόπλοιο. Έτσι, την χρονική στιγμή που ξεκίνησε η διαρροή του πετρελαίου από το πλοίο, θα μπορούσαν να υπάρξουν οι κατάλληλοι υπεύθυνοι και αξιωματικοί στο κατάστρωμα και στο μηχανοστάσιο (Naftemporiki, 2018). Με την εφαρμογή του παραπάνω πλάνου θα

υπήρχε απόλυτος έλεγχος και εφαρμογή της διαδικασίας άντλησης των υδάτων και θα είχε τεθεί άμεσα σε λειτουργία η μηχανή του πλοίου, με αποτέλεσμα να αποφευχθεί η βύθισή του και να οδηγηθεί σε κάποια κοντινή παράκτια περιοχή και να προσγειωθωθεί (Naftemporiki, 2018).

5.2.0 κίνδυνος της ρύπανσης από το πετρέλαιο

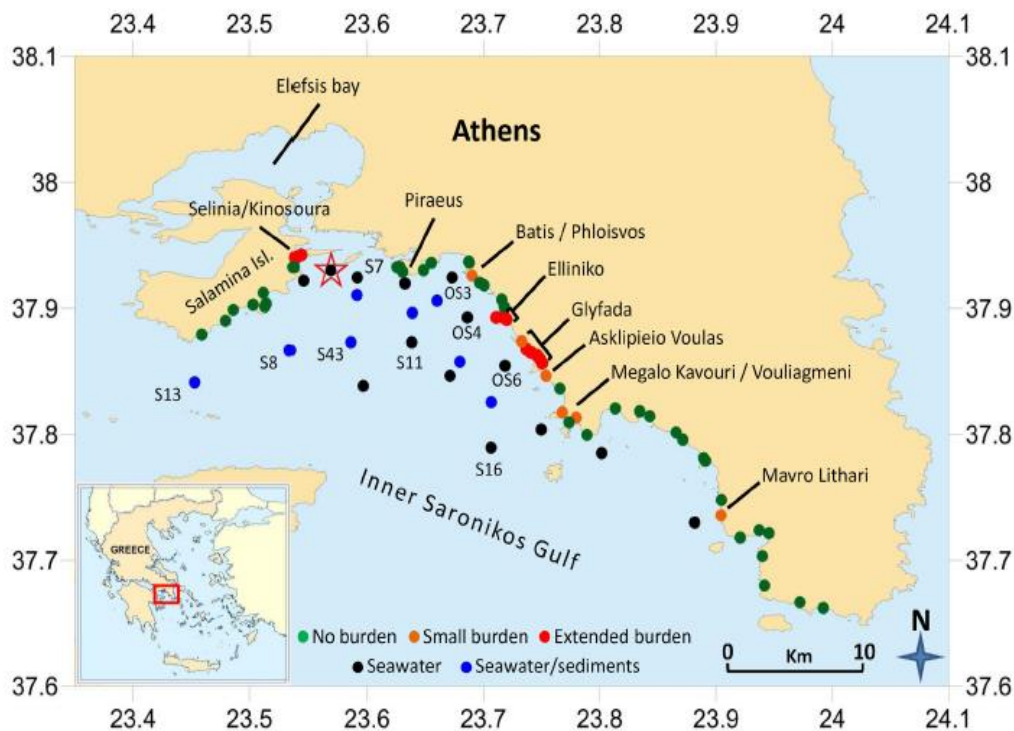
Σύμφωνα με το «Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.)», το οποίο αποτελεί τον αρμόδιο δημόσιο φορέα σύμφωνα με το «Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο», πραγματοποιήθηκε συστηματική και λεπτομερής παρακολούθηση και μελέτη για τις βραχυπρόθεσμες καθώς και μεσοπρόθεσμες επιπτώσεις λόγω αυτού του ναυαγίου στα Ελληνικά θαλάσσια ύδατα. Ειδικότερα, μέσω του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε μελετήθηκε η ποιότητα της θάλασσας, η ρύπανση από το πετρέλαιο, η θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα των περιοχών που προσβλήθηκαν από την ρύπανση (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε, 2018).

Επειδή, το σκάφος ήταν φορτωμένο με περίπου 2.200 τόνους αργού πετρελαίου - μαζούτ (HFO) - και 370 τόνους καυσίμου (MGO), πίστευαν ότι οι 500 τόνοι HFO από το συνολικό του φορτίο απελευθερώθηκαν κατά τη βύθιση του και λίγο μετά. Έτσι, τις επόμενες μέρες το πετρέλαιο έφτασε σε μήκος σχεδόν τα 4 χιλιόμετρα της ακτογραμμής στο νησί της Σαλαμίνας καθώς και σε μήκος τα 25 χιλιόμετρα της ακτογραμμής στον πυκνοκατοικημένο και πολύ υψηλής οικονομικής αξίας Πειραιά (C. Parinos, 2019). Οι διεργασίες καθαρισμού άρχισαν σχετικά σύντομα (10 μέρες) μετά το συμβάν και συνεχίστηκαν μέχρι το φθινόπωρο του 2017 σταδιακά, με την ολοκλήρωσή τους να λαμβάνει χώρα στις 3 Δεκεμβρίου του 2017. Το ναυάγιο ανυψώθηκε από τον πυθμένα της θάλασσας και ρυμουλκήθηκε σε ένα κοντινό ναυπηγείο της Σαλαμίνας, στις 29 Νοεμβρίου 2017 (C. Parinos, 2019).

Ο Σαρωνικός κόλπος βρίσκεται στο δυτικό-κεντρικό Αιγαίο Πέλαγος, δηλαδή βορειοανατολικά της Μεσογείου Θάλασσας και περιτριγυρισμένο από τις χερσονήσους της Αττικής στα βόρεια και της Πελοποννήσου στα νοτιοδυτικά ενώ επικοινωνεί με το Αιγαίο Πέλαγος στα ανατολικά (C. Parinos, 2019). Υπάρχουν πολλά νησιά και νησίδες στο κόλπο, με τη Σαλαμίνα και την Αίγινα να είναι τα πιο σημαντικά από την άποψη του μεγέθους και της πυκνότητας του πληθυσμού. Το μήκος της ακτογραμμής είναι περίπου 270 χιλιόμετρα, η επιφάνεια της θάλασσας καλύπτει τα 2.886 τετραγωνικά χιλιόμετρα και το

μέσο βάθος του νερού είναι στα 100 μέτρα (C. Parinos, 2019). Το περιστατικό του "Αγία Ζώνη II" συνέβη στο βόρειο τμήμα του ανατολικού λεκανοπεδίου που ονομάζεται ως εσωτερικός κόλπος του Σαρωνικού. Από τις πρώτες ημέρες του συμβάντος το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιας Έρευνας διεξήγαγε έρευνες προκειμένου να εκτιμηθούν οι πιθανές βραχυπρόθεσμες και μεσοπρόθεσμες περιβαλλοντικές συνέπειες στον αντίκτυπο των γύρω περιοχών που πλήχθηκαν από την ρύπανση του πετρελαίου (C. Parinos, 2019).

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται ο χάρτης του ευρύτερου Εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου. Το κόκκινο αστέρι σηματοδοτεί τη θέση βύθισης του δεξαμενόπλοιου "Αγία Ζώνη II". Με πράσινο επισημαίνονται οι περιοχές που δεν επιβαρύνθηκαν από την ρύπανση (C. Parinos, 2019). Με κόκκινο και πορτοκαλί σημάδι επισημαίνονται οι περιοχές των παράκτιων σταθμών όπου καταγράφηκε εκτεταμένη ή μικρότερη επιβάρυνση υδρογονανθράκων πετρελαίου αντίστοιχα. Οι θέσεις δειγματοληψίας θαλασσινού νερού σε περιοχές ανοικτής θάλασσας επισημαίνονται με μαύρες κουκίδες, ενώ οι θέσεις δειγματοληψίας ιζημάτων και θαλασσινού νερού σε περιοχές ανοικτής θάλασσας σημειώνονται με μπλε κουκίδες (C. Parinos, 2019).



Εικόνα 20: Χάρτης του ευρύτερου Εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου. Το κόκκινο αστέρι σηματοδοτεί τη θέση βύθισης του βυτιοφόρου Αγίας Ζώνης II (Πηγή:C.Parinos, 2019).

Αυτό που διαπιστώνεται είναι ότι ο εσωτερικός Σαρωνικός κόλπος υπόκειται σε έντονη ανθρωπογενή πίεση από αρκετές σημειακές και μη σημειακές πηγές ρύπανσης, που αποτελούν σημεία που βρίσκονται στην παράκτια περιοχή της Αθήνας με περίπου τέσσερα εκατομμύρια κατοίκους. Η συγκεκριμένη περιοχή χαρακτηρίζεται από έντονη θαλάσσια κυκλοφορία, τεράστιες βιομηχανίες, διυλιστήρια πετρελαίου, μαρίνες και τουριστικές εγκαταστάσεις (C. Parinos, 2019). Η βιομηχανική ζώνη του κόλπου της Ελευσίνας και του Πειραιά, θεωρείται ως το μεγαλύτερο λιμάνι στην Ελλάδα και ένα από τα μεγαλύτερα λιμάνια στην Ευρώπη. Επιπλέον, οι περιοχές αυτές επηρεάζουν το θαλάσσιο περιβάλλον του Σαρωνικού Κόλπου μέσω απορροών και υποβρύχιων απορρίψεων υπόγειων υδάτων καθώς και εναπόθεσης ατμοσφαιρικών ρύπων από τις παρακείμενες αστικές περιοχές (C. Parinos, 2019).

Προκειμένου να αξιολογηθεί η χωρική και χρονική κατανομή των διαλυμένων και διεσπαρμένων υδρογονανθράκων πετρελαίου στη περιοχή όπου προσβλήθηκε από την ρύπανση του πετρελαίου του "Αγία Ζώνη II", μέσω της μελέτης από τον C. Parino και τους συνεργάτες του, διεξήχθησαν δειγματοληψίες θαλασσινού νερού σε διάφορες περιοχές της παράκτιας ζώνης του Σαρωνικού Κόλπου στις 18 Σεπτεμβρίου 2017, στις 3, 22 και 29 Οκτωβρίου 2017, στις 2, 10 και 23 Νοεμβρίου 2017, στις 4 Δεκεμβρίου 2017, στις 19 Ιανουαρίου 2018 και στις 21 Μαρτίου 2018. Τα δείγματα νερού, με όγκο 2,5 L το κάθε ένα, συλλέχθηκαν μέσω μιας συσκευής δειγματοληψίας που αποτελείται από μια σταθμισμένη φιάλη με καθαρό κεχριμπαρένιο γυάλινο μπουκάλι και επένδυση από τεφλόν (C. Parinos, 2019). Όλα τα δείγματα αναλύθηκαν για ολικούς υδρογονάνθρακες πετρελαίου (TPH) και πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (PAH) μέσω αέριας χρωματογραφίας (C. Parinos, 2019). Αυτό που διαπιστώθηκε από τα αποτελέσματα που πάρθηκαν από την συγκεκριμένη μελέτη είναι ότι καταγράφηκε ένα εκτεταμένο αποτύπωμα πετρελαίου, σε πολλές περιπτώσεις $\gg 150 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ έως και $3080 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ για συγκεντρώσεις ολικών υδρογονανθράκων πετρελαίου TPH, μόλις 8 ημέρες μετά από το περιστατικό στα Σελήνια, την Κυνόσουρα στη Σαλαμίνα, στις ακτές του Ελληνικού και σε περιοχές της Γλυφάδας. Επίσης, καταγράφηκε υψηλότερο από το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο (MAC) σύμφωνα με την ΕΕ σχετικά με τα περιβαλλοντικά πρότυπα ποιότητας για τον προσδιορισμό των χημικών και την οικολογική κατάσταση των υδάτων με $155 \text{ ng}\cdot\text{L}^{-1}$ βενζοπυρένιο (MAC είναι $27 \text{ ng}\cdot\text{L}^{-1}$) (C. Parinos, 2019). Οι ολικοί υδρογονάνθρακες πετρελαίου TPH και οι τιμές των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων PAH που αναφέρονται σε αυτήν τη μελέτη εμπίπτουν στο υψηλότερο εύρος συγκεντρώσεων που είχαν αναφερθεί προηγουμένως για παρόμοια περιστατικά πετρελαιοκηλίδας παγκοσμίως (C. Parinos, 2019).

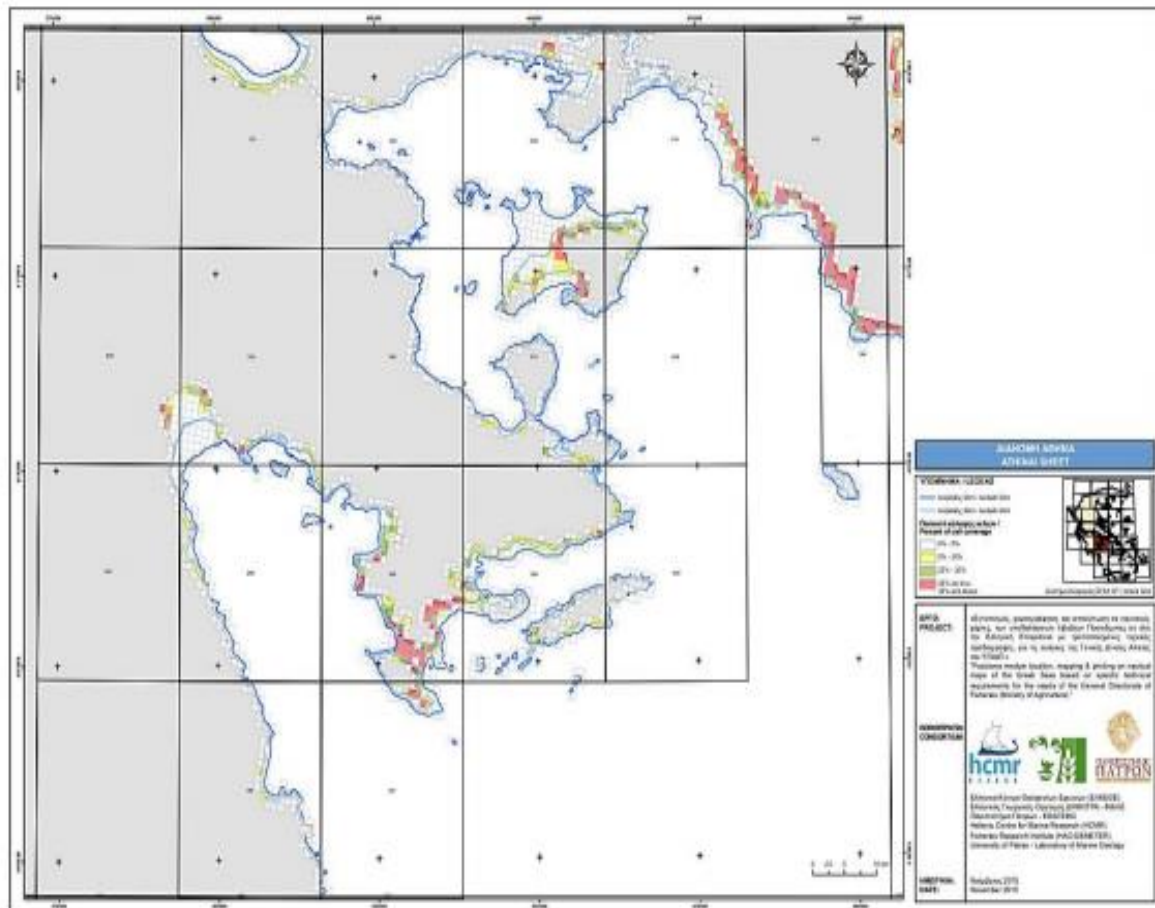
5.3.Χαρτογραφική αποτύπωση

Στην έκθεση που κατέθεσε το Αρχείο Ανακριτικών Συμβουλιών Ναυτικών Ατυχημάτων (ΑΣΝΑ) στο διοικητικό συμβούλιο, αναφέρθηκαν οι λόγοι της βύθισης του "Αγία Ζώνη II". Συγκεκριμένα, ο κυριότερος λόγος της βύθισής του βασίζεται στο άνοιγμα των επιστομίων θαλάσσης/ερματισμού, ουσιαστικά σε ενέργεια που συνέβη εντός του δεξαμενόπλοιου (Τελλόγλου, 2019). Επιπλέον, άλλοι λόγοι βύθισης που αναφέρονται από το ΑΣΝΑ είναι ο τρόπος με τον οποίο έγινε η διαρροή στην θαλάσσια περιοχή και η μη έγκαιρη ενημέρωση όλων των λιμενικών αρχών. Ωστόσο αυτό που τονίζεται είναι η σημαντικότητα της ανάθεσης των διάφορων διεργασιών για την απορρύπανση, οι οποίες διεργασίες ανατέθηκαν από την κύρια εταιρεία όπου ανήκει σε άλλη καθορισμένη εταιρεία (Τελλόγλου, 2019). Ωστόσο, η δεύτερη εταιρεία που της ανατέθηκε η απορρύπανση από τον ιδιοκτήτη, ανέθεσε ένα μεγάλο μέρος της σε μια άλλη τρίτη εταιρεία απορρύπανσης (Τελλόγλου, 2019).

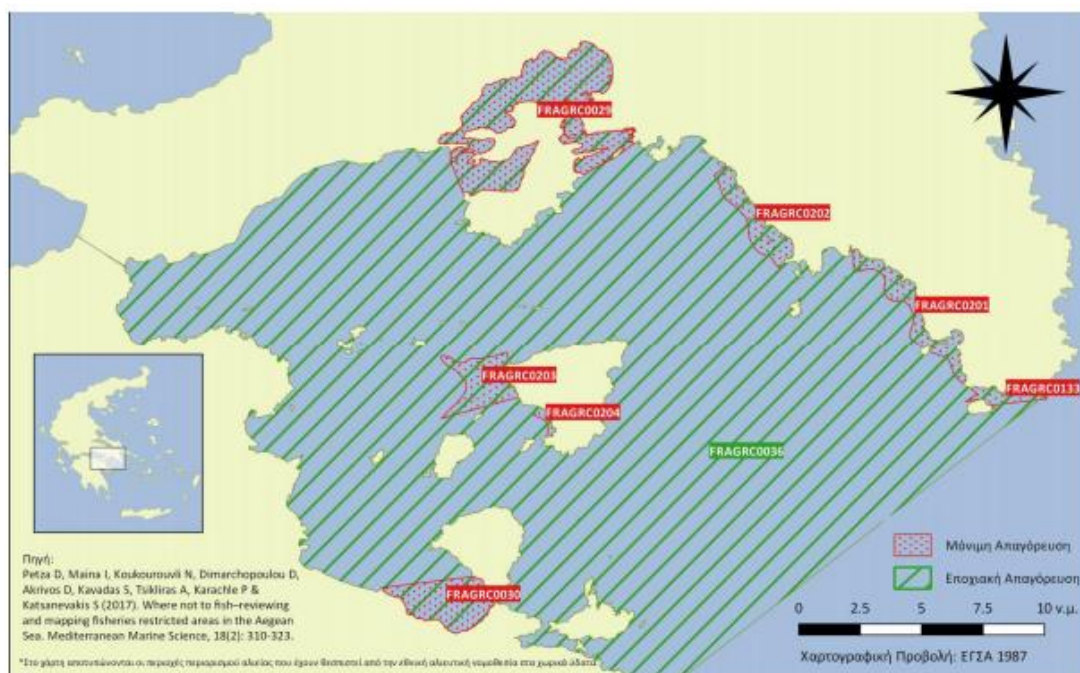
Ακόμη, για την εύρεση των αιτιών βύθισης του πλοίου πραγματοποιήθηκε λεπτομερέστατη έρευνα και από το τμήμα Ναυπηγικής Τεχνολογίας του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ) στην Αθήνα. Εντός της συγκεκριμένης έρευνας, εκτιμήθηκε ότι αιτία βύθισης ήταν και η πρόκληση τεράστιου ρήγματος στο δεξιό τμήμα του δεξαμενόπλοιου λόγω της ενεργοποίησης εκρηκτικών σε αναφερόμενο τμήμα του δεξαμενόπλοιου (Τελλόγλου, 2019). Το παραπάνω συμπέρασμα αιτίας βύθισής του λήφθηκε από την έρευνα και παρατήρηση των ελασμάτων από το ρήγμα στην δεξιά περιοχή του, λόγω αστοχίας του υλικού, δηλαδή λόγω θραύσης του, που παρατηρήθηκε. Από το έλασμα παρατηρήθηκε μεγάλο ποσοστό παραμόρφωσης του συγκεκριμένου υλικού ελάσματος (Τελλόγλου, 2019) (Μπέλλος, 2019).

Ειδικότερα, σύμφωνα με μια συνέντευξη τύπου του ιδιοκτήτη του πλοίου, αναφέρθηκε πως η μέθοδος με την οποία είχε υποστεί παραμόρφωση το έλασμα, υποδείκνυε κατά πάσα πιθανότητα το τεκμήριο τοποθέτησης βόμβας με σκοπό την βύθιση του δεξαμενόπλοιου. Ωστόσο, κάποια από τα μέλη του συνεργείου ανέλκυσης του δεξαμενόπλοιου, ήρθαν σε αντίθεση με τον ιδιοκτήτη, υποστηρίζοντας ότι ίσως να υπάρχει και το ενδεχόμενο η παραμόρφωση του ελάσματος να επήλθε από την πρόσκρουση του "Αγία Ζώνη II" σε βράχο κατά την χρονική στιγμή της καταβύθισής του (Τελλόγλου, 2019) (Μπέλλος, 2019).

Παρακάτω παρουσιάζεται η χαρτογράφηση του Σαρωνικού Κόλπου και των γύρω περιοχών και νησίδων του, που επλήγησαν από την βύθιση του «Αγία Ζώνη II».

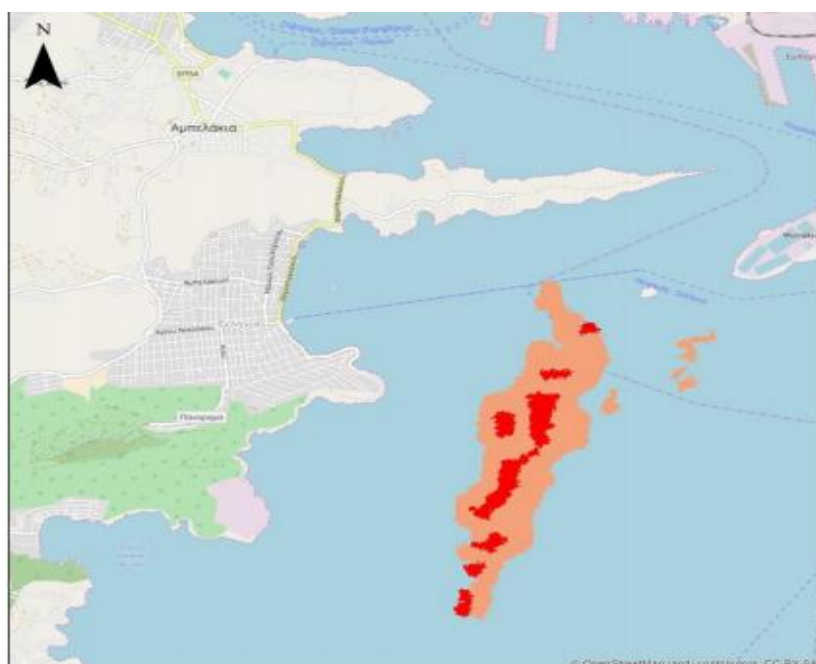


Εικόνα 21: Χάρτης του ευρύτερου Εσωτερικού Σαρωνικού κόλπου. (Πηγή: C. Pafinos, 2019).

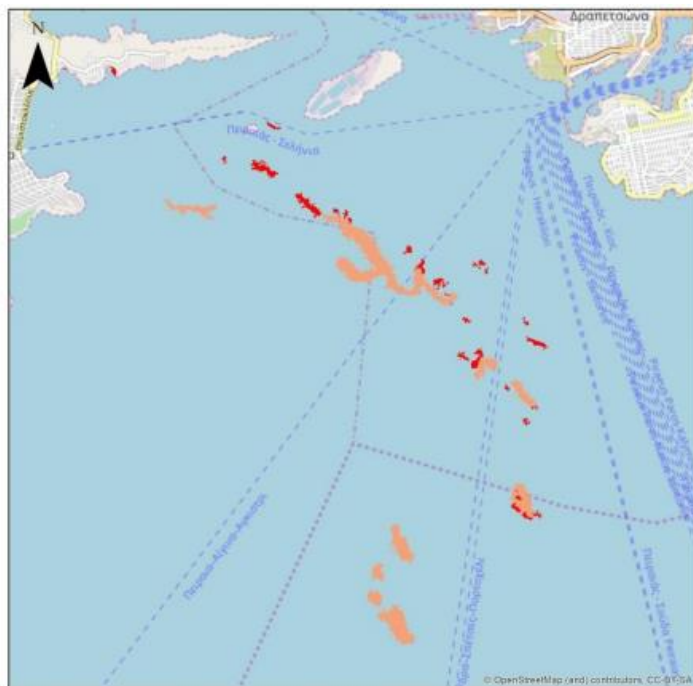


Εικόνα 22: Περιοχές όπου περιορίζεται η αλιεία στον Σαρωνικό κόλπο (Πηγή:WWF, 2017).

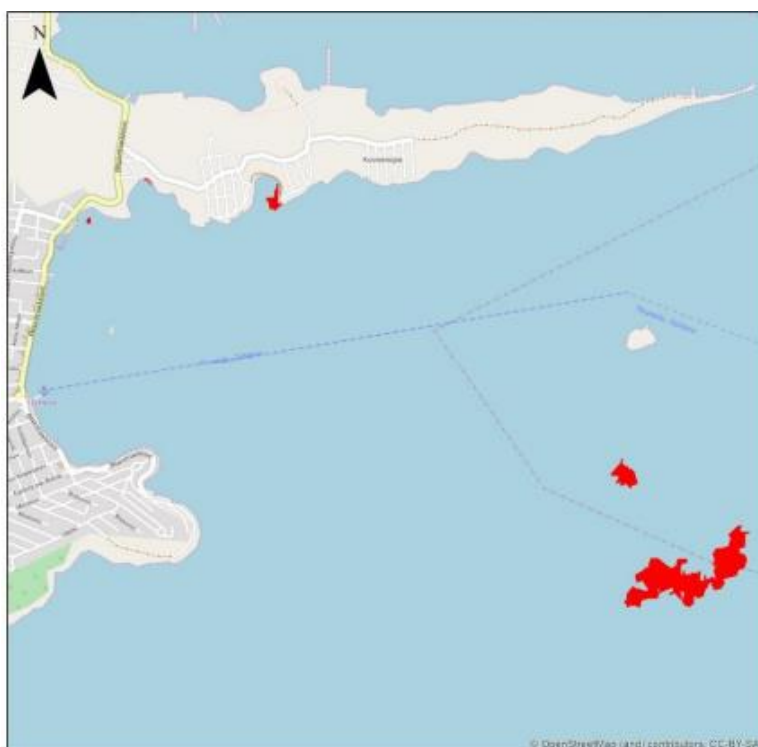
Παρακάτω παρουσιάζεται η χαρτογραφική αποτύπωση της ρύπανσης στον Σαρωνικό Κόλπο κατά τις ημερομηνίες του Σεπτεμβρίου (σχεδόν πέντε συνεχόμενων ημερών).



Εικόνα 23 : Απεικόνιση ρύπανσης Σαρωνικού Κόλπου στις 10 Σεπτεμβρίου 2017 (Πηγή:WWF, 2017).



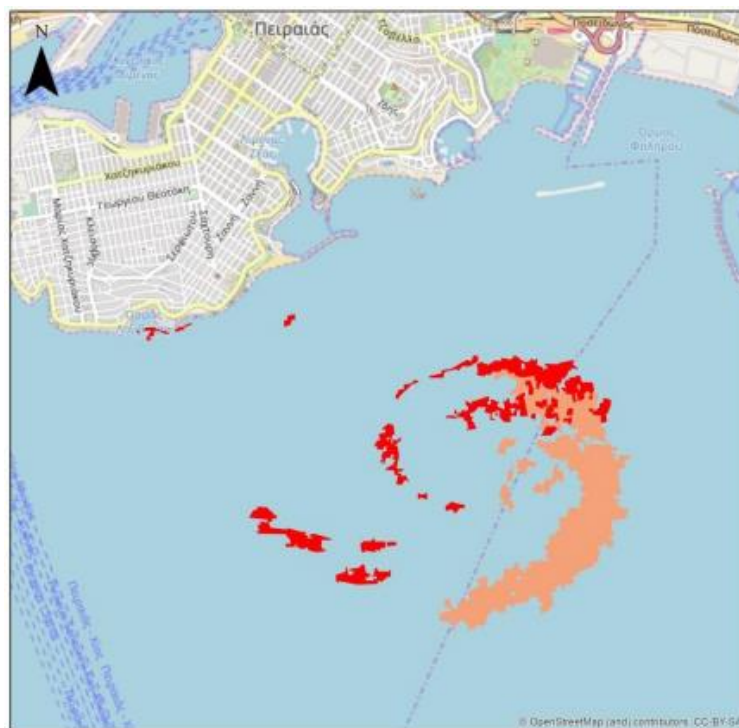
Εικόνα 24 : Απεικόνιση ρύπανσης Σαρωνικού Κόλπου στις 12 Σεπτεμβρίου 2017 (Πηγή:WWF, 2017).



Εικόνα 25: Απεικόνιση ρύπανσης Σαρωνικού Κόλπου στις 13 Σεπτεμβρίου 2017 (Πηγή:WWF, 2017).



Εικόνα 26: Απεικόνιση ρύπανσης Σαρωνικού Κόλπου στις 13 Σεπτεμβρίου 2017 (Πηγή:WWF, 2017).



Εικόνα 27: Απεικόνιση ρύπανσης Σαρωνικού Κόλπου στις 13 Σεπτεμβρίου 2017 (Πηγή:WWF, 2017).



Εικόνα 28: Απεικόνιση ρύπανσης Σαρωνικού Κόλπου στις 15 Σεπτεμβρίου 2017 (Πηγή:WWF, 2017).



Εικόνα 29: Απεικόνιση ρύπανσης Σαρωνικού Κόλπου στις 15 Σεπτεμβρίου 2017 (Πηγή:WWF, 2017).

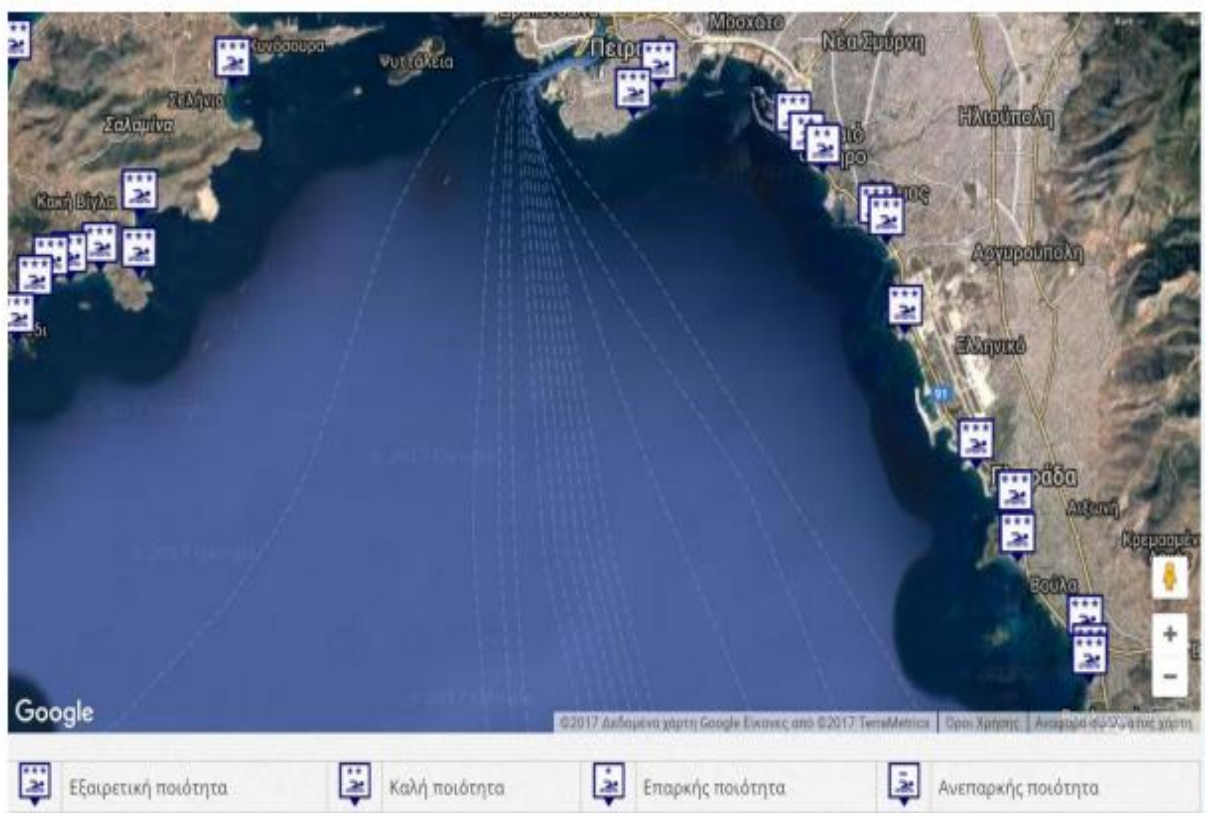


Εικόνα 30: Απεικόνιση ρύπανσης Σαρωνικού Κόλπου στις 16 Σεπτεμβρίου 2017 (Πηγή:WWF, 2017).

Ως εκ τούτου, από όλα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω διαπιστώνεται ότι τα πετρελαιοειδή από την διαρροή του δεξαμενόπλοιου, ρύπαιναν τις παράκτιες τις γύρω περιοχές στην Αττική, συγκεκριμένα η πετρελαιοκηλίδα ξεκίνησε από τη θαλάσσια περιοχή της Σαλαμίνας έως τη θαλάσσια περιοχή της Γλυφάδας (Τελλόγλου, 2019).

5.4. Οικολογική συνείδηση

Οι οικολογικοί κίνδυνοι και οι κίνδυνοι για την υγεία του ανθρώπου γενικά αυξάνονται στο μέγεθος και τη διάρκεια της έκθεσης και αυτοί οι ρυθμοί φόρτωσης μάζας πρέπει να μεταφράζονται για όλες τις πηγές υδρογονανθράκων σε χρονικά και χωρικά μεταβλητές συγκεντρώσεις στη θάλασσα. (NationalResearchCounce, 2003)



Εικόνα 31: Ποιότητα κολύμβησης τω θαλάσσιων υδάτων στις γύρω περιοχές του Σαρωνικού Κόλπου (Πηγή:WWF, 2017).

Η βύθιση του «Αγία Ζώνη II» θεωρήθηκε από αρκετούς ως ένα από τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά εγκλήματα στον Ελλαδικό χώρο. Ειδικότερα, σύμφωνα με το WWF της Ελλάδας, η πετρελαιοκηλίδα που δημιουργήθηκε από την διαρροή του δεξαμενόπλοιου "Αγία Ζώνη II", μαύρισε τις παράκτιες και θαλάσσιες περιοχές του Σαρωνικού κόλπου. Αυτό που τονίζεται ιδιαίτερα από το WWF

είναι ότι το συγκεκριμένο γεγονός, το οποίο χαρακτηρίζεται από τους ίδιους ως «έγκλημα» παραμένει ακόμη «ατιμώρητο» (Naftemporiki, 2019). Ακόμη, με βάση την περιβαλλοντική επιτροπή δεν έχει ληφθεί ακόμη το πόρισμα σχετικά με τις ανακρίσεις για το χρονικό του συμβάν. Επίσης, με βάση τους ίδιους και όπως αναφέρθηκε παραπάνω το περιστατικό αντικατάστασης τρίτης εταιρείας για την απορρύπανση, προκάλεσε την απορία και την έκπληξη πολλών αρμόδιων φορέων (Naftemporiki, 2019).

Ως εκ τούτου, λόγω του ότι το WWF στην Ελλάδα αποτελεί μια οργάνωση άμεσης περιβαλλοντικής συνείδησης και λόγω της σοβαρότητας που απέδωσε στο συγκεκριμένο συμβάν, ζήτησε την λήψη τιμωρίας των υπαίτιων ώστε να αποκατασταθεί η οικολογική ζημιά που προκλήθηκε. Επιπλέον, αναφέρεται ότι παρά την επιτυχής αντιμετώπιση της ρύπανσης που δημιουργήθηκε, έχει αυξηθεί περισσότερο το ρίσκο και η απειλή για πανομοιότυπα συμβάντα πετρελαιοκηλίδων στα ελληνικά ύδατα στα επόμενα έτη, αφού αυξάνονται ολοένα και περισσότερο τα μελλοντικά σχέδια για την εξόρυξη υδρογονανθράκων χωρίς να αντιληφθούν και να συνυπολογισθούν οι συνέπειες που θα προκληθούν μετέπειτα στην οικολογία, στην κοινωνία αλλά και στην οικονομία (Naftemporiki, 2019).

6. Συμπεράσματα και Συζήτηση

Οι παράκτιες ζώνες είναι τα οικονομικά αποθετήρια σημαντικής χλωρίδας και πανίδας. Ωστόσο, η υποβάθμιση προκαλεί ακραίες επιπτώσεις στους υδρόβιους οργανισμούς καθώς και στους ανθρώπους. Η αυξημένη εκβιομηχάνιση κατά μήκος των παράκτιων ζωνών είναι ο πρωταρχικός παράγοντας που συμβάλλει στην απώλεια της μεγάλης βιοποικιλότητας. Αυτή η έρευνα τεκμηρίωσε τις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων σε δείγματα νερού και ιζημάτων από την παράκτια βιομηχανική περιοχή και σε σχετικά αμετάβλητο παράκτιο οικοσύστημα στον Σαρωνικό Κόλπο. Τα αποτελέσματα έδειξαν την ήπια κατανομή μη απαραίτητων στοιχείων στο παράκτιο οικοσύστημα μέσω απεριόριστων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Αυτή η μελέτη έδειξε σαφώς σημειακές και μη απομακρυσμένες πηγές ρύπων που μολύνουν σχετικά απομονωμένα παράκτια περιβάλλοντα, τα οποία με τη σειρά τους, προκαλούν ανησυχία. Απαιτεί επίσης αυστηρή εφαρμογή των παράκτιων κανονιστικών πράξεων και πρακτικών για την περιβαλλοντική υγεία στις γύρω περιοχές του Σαρωνικού κόλπου.

Επιπλέον, μέσω της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, διαπιστώθηκε ότι οι παράκτιες ζώνες είναι η διεπαφή μεταξύ της γης και του νερού. Αυτές οι ζώνες είναι σημαντικές επειδή μεγάλο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί σε αυτές. Επιπλέον, οι παράκτιες περιοχές είναι ένα πλούσιο οικοσύστημα με εκβολές ποταμών, μακρόβια είδη, παραλίες και υπεράκτια νησιά που προσφέρουν μεγάλη βιοποικιλότητα. Αυτές οι ζώνες είναι ιδιαίτερα ευάλωτες τόσο σε φυσικές όσο και σε ανθρωπογενείς διαταραχές. Η υπερβολική εκμετάλλευση των άφθονων φυσικών πόρων καθώς και οι επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών, έχουν υποβαθμίσει τα παράκτια περιβάλλοντα σχεδόν παντού. Το συνεχές άγχος και η πίεση τόσο από τις φυσικές διεργασίες όσο και από τις ανθρώπινες παρεμβολές επηρεάζουν τις συνθήκες διαβίωσης των παράκτιων κατοίκων, δημιουργώντας φυσικές, κοινωνικοοικονομικές και οικολογικές ευπάθειες. Η ανεξέλεγκτη ρύπανση, η διάβρωση των ακτών και τα μεταβαλλόμενα πρότυπα χρήσης της γης απειλούν επίσης την ανθεκτικότητα των παράκτιων περιβαλλόντων, της οικολογίας και των βιοτικών πόρων των κατοίκων.

Η συμπεριφορά και η τύχη του αργού πετρελαίου και των εξευγενισμένων προϊόντων στο θαλάσσιο περιβάλλον ελέγχονται από πολλές διαφορετικές διαδικασίες που ποικίλλουν σημαντικά στο χώρο και το χρόνο. Οι φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες αλληλεπιδρούν όλες με την αλλαγή του πετρελαίου που εισάγεται στους ωκεανούς. Οι φυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά την

διαρροή του πετρελαίου περιλαμβάνουν την εξάτμιση, τη γαλακτωματοποίηση και τη διάλυση, οι χημικές διεργασίες επικεντρώνονται στη φωτοοξειδωση και οι βιολογικές διεργασίες τονίζουν τη μικροβιακή οξείδωση. Η μεταφορά πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον πραγματοποιείται σε δύο κατευθύνσεις, οριζόντια και κάθετα. Η οριζόντια μεταφορά περιλαμβάνει εξάπλωση και επιφανειακή προσέλκυση. Η μεταφορά στην κατακόρυφη κατεύθυνση περιλαμβάνει διασπορά, παρασυρμούς, βύθιση, υπερχείλιση και καθίζηση.

Το πετρέλαιο που εισέρχεται στο θαλάσσιο περιβάλλον προέρχεται από φυσικές πηγές (διαρροές πετρελαίου) και από πηγές στις οποίες η ανθρωπότητα έχει ευθύνη (διαρροές πετρελαίου, απορροή αστικών περιοχών, ρύπανση που προκύπτει από τη μεταφορά και την παραγωγή πετρελαίου και τη χρήση πετρελαίου σε οχήματα, συμπεριλαμβανομένων των σκαφών). Ως εκ τούτου, η τελική μοίρα κατά την διαρροή του πετρελαίου στη θάλασσα εξαρτάται από την ποσότητα και το ρυθμό απόρριψης, τη σύνθεση, την πηγή, το περιβάλλον και την επιμονή.

Από την μελέτη της περίπτωσης του ναυτικού ναυαγίου "Αγία Ζώνη II", το συμπέρασμα που προκύπτει και με βάση τις μελέτες του ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε και του WWF, είναι ότι οι κυριότερες επιπτώσεις που δημιουργήθηκαν λόγω του παρόντος ναυτικού ατυχήματος περιορίστηκαν μόνο στην παράκτια ζώνη του Σαρωνικού κόλπου και σε χρονικό διάστημα λιγότερο των 4 μηνών. Αυτή η εργασία παρουσιάζει την εικόνα και έρευνα του περιστατικού διαρροής πετρελαίου του "Αγία Ζώνη II", στον Εσωτερικό Σαρωνικό Κόλπο, εστιάζοντας στην αξιολόγηση του χωρικού και χρονικού αποτυπώματος της διαρροής πετρελαίου και στην προσπάθεια της αποκρυπτογράφησης σημαντικών μηχανισμών που επηρέασαν τις περιοχές που επλήγησαν από την ρύπανση. Το πετρέλαιο μετακινήθηκε γρήγορα τις πρώτες μέρες μετά το συμβάν εντός μιας μάλλον περιορισμένης γεωγραφικής περιοχής, δηλαδή κατά μήκος 4 χιλιομέτρων ακτής στο νησί της Σαλαμίνας και κατά μήκος 25 χιλιομέτρων των ακτών της Αττικής.

Ως εκ τούτου, το συμπέρασμα που προκύπτει από το ναυτικό ατύχημα "Αγία Ζώνη II" είναι ότι αποτέλεσε, για τους περισσότερους οργανισμούς, την μεγαλύτερη καταστροφική θαλάσσια ρύπανση και γενικά οικολογική καταστροφή που έλαβε χώρα στον Ελλαδικό χώρο. Παρά τις διαφωνίες που υπήρχαν μεταξύ του ιδιοκτήτη του πλοίου, ο οποίος υποστήριξε ότι υπήρχε προμελετημένο σχέδιο βύθισης του πλοίου για συγκεκριμένους σκοπούς, έμπειρες εταιρείες συντήρησης ναυτικών πλοίων διαπίστωσαν και υποστήριξαν ότι προήλθε από την κακή κατάσταση που αντιμετώπιζε το πλοίο, λόγω του ότι δεν είχε γίνει σωστός έλεγχος λειτουργίας και συντήρησής του για αρκετό καιρό, λόγω της ηλικίας του και λόγω παραμόρφωσης της δεξιάς πλευράς και θραύσης του τμήματος αυτού.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι παρά την επιτυχής αντιμετώπιση της ρύπανσης του Σαρωνικού από το ναυάγιο, παραμονεύουν ακόμη κίνδυνοι στον Ελλαδικό θαλάσσιο χώρο, όπως είναι η αύξηση περισσότερων ναυτικών ατυχημάτων και περιβαλλοντικών καταστροφών. Για να αντιμετωπιστούν σωστά και σε κατάλληλο χρονικό διάστημα παρόμοια γεγονότα, θα πρέπει να υπάρξει άμεση διαμεσολάβηση για βοήθεια και να έχει υλοποιηθεί κατάλληλο σχέδιο διάσωσης και άμεσης αποκατάστασης τέτοιων ναυτικών ναυαγίων μεταφοράς πετρελαιοειδών (σε συνεργασία του κράτους, των οργανισμών και των εταιρειών) τα οποία αποτελούν τον κυριότερο λόγο ρύπανσης των θαλάσσιων υδάτων παγκοσμίως.

7. Βιβλιογραφία

7.1. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Baiyu Zhang, E. J. M. B. C. X. Y. L. J. K. L., 2019. Marine Oil Spills—Oil Pollution, Sources and Effects. *World Seas: an Environmental Evaluation*, pp. 391-406.

Beiras, R., 2018. *Marine Pollution*. 1st επιμ. Vigo, Spain: Elsevier.

Bimal Kanti Paul, H. R., 2016. *Climatic Hazards in Coastal Bangladesh*. s.l.:Butterworth-Heinemann.

C. Parinos, I. H. S. C. E. P. A. G., 2019. Imprint and short-term fate of the Agia Zoni II tanker oil spill on the marine ecosystem of Saronikos Gulf. *Science of the Total Environment*.

Carlo Lavallo, C. R. G. C. B. F. B. e. S., 2011. *Coastal Zones*. Italy, Policy alternatives impacts on European Coastal Zones.

Ceyhun, G. C., 2014. THE IMPACT OF SHIPPING ACCIDENTS ON MARINE ENVIRONMENT: A STUDY OF TURKISH SEAS. *European Scientific Journal*, August.

Chrysopoulos, T., 2017. *Tragedy of "Samina" Shipwreck Leaving 81 Dead, Remembered*, s.l.: GreekReporter.

D. Stengel, S. O. J. O., 2006. Contaminants and pollutants. *The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment*, pp. 361-389.

Dan Wilhelmsson, R. C. T. K. H. O. L. H. E.-H., 2013. Marine Pollution. *Managing Ocean Environments in a Changing Climate*, pp. 127-169.

European Maritime Safety Agency, 2015. *Marine Casualties and incidents 2011-2015*, Lisbon, Portugal: European Maritime Safety Agency.

European Maritime Safety Agency, 2019. *Annual Overview of marine casualties and incidents 2019*, Lisbon, Portugal: EMSA.

Glass, D., 2017. *Seatrade-Cruise*. [Ηλεκτρονικό]

Goldberg, E. D., 1995. Emerging Problems in the Coastal Zone for the Twenty-First Century. *Marine Pollution Bulletin*, pp. 152-158.

H. M. Dottinga, a. A. G. O., 2000. Acoustic Pollution in the Oceans: the search for legal standards. *Ocean Development and international law*, pp. 151-182.

Hazmat, 1996. *Aerial Observations Of Oil At Sea*, Washington: Modeling and Simulation Studies Branch.

Inman, D. L., 1994. Types of Coastal Zones: Similarities and Differences. *Scripps Institution of Oceanography*, pp. 67-83.

ITOPF, 2014. *Fate of marine oil spills*. United Kingdom, ITOPF.

Juan Baztan, O. C. J. P. T. J.-P. V. L. V., 2015. *Coastal Zones: Solutions for the 21st Century*. s.l.:Elsevier.

Kaushik, M., 2020. *11 Major Oil Spills Of The Maritime World*, s.l.: Marine Environment.

Kiprop, V., 2019. *Is There A Difference Between Pollution And Contamination*, Kenya: WorldAtlas.

Mahendra Pratap Choudhary, V. G., 2013. Causes, Consequences and Control of Air Pollution. *All India Seminar on Methodologies for Air Pollution Contro*, August.

Mark L. Brusseau, I. L. P. a. C. P. G., 2019. *Environmental and Pollution Science*. 3rd επιμ. United States: Academic Press.

Narayan, V. V., 2018. Fate of spilled oil in the marine environment. *ResearchGate*, August.

Nathanson, J. A., 2020. *Pollution*, Britannica: Encyclopedia of Britannica.

National Research Counce, 2003. *Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects..* Washington: National Academies Press.

Niels Philipsen, A. R., 2015. *Marine Pollution*, Netherland: EFFACE.

Olivier Thébaud, B. D. J. H. J. A. P. A., 2004. The cost of oil pollution at sea: an analysis of the process of damage valuation. *ResearchGate*, January.

Peter Geoffrey Wells, D. E. P. J., 2007. *Estimates of oil entering the marine environment from sea-based activities*, London: GESAMP.

Project Oceanography, 2000. *Pollution and water quality*, Florida: University of South Florida.

Siry, H. Y., 2007. *Making Decentralized Coastal Zone Management Work For The SoutheastAsian Region: Comparative Perspectives*. Indonesia, The United Nations-Nippon Foundation Fellowship Programme 2006 - 2007.

Tikkanen, A., 2016. *Britannic*, British: Britannica.

Ü. Özdemir, H. Y. & E. B., 2016. Investigation of Marine Pollution Caused by Ship Operations with DEMATEL Method. *TransNav*, June, pp. 315-320.

Valavanidis, A., 2018. Environmental Pollution of Marine and Costal Areas in Greece. Review on marine pollution, monitoring and quality of seawater. *Research Gate*, January.

Wankhede, A., 2019. *Top 20 Major Oil Spill Incidents Since 1967*, s.l.: Marine Environments.

7.2.Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

WWF Ελλάς, 2017. *ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΡΩΝΙΚΟ ΚΟΛΠΟ*, s.l.: WWF.

Zafirakou, A., 2018. Oil Spill Dispersion Forecasting Models. *Intechopen*.

Συμεωνίδης, Γ., 2009. *ΠΕΤΡΕΛΑΪΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ - ΥΠΟΘΕΣΗ ΕΧΧΟΝ VALDEZ*, Πειραιάς : Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς .

7.3. Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

Brown, J., 2019. *Difference Between*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <http://www.differencebetween.net/science/health/difference-between-contamination-and-pollution/>

Copernicus Land Monitoring Services, 2018. *Copernicus*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/coastal-zone-monitoring>

Dronkers, J., 2020. *Coastal Wiki*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: http://www.coastalwiki.org/wiki/Active_coastal_zone

Ducrotoy, J.-P., 2019. *Coastal Wiki*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: http://www.coastalwiki.org/wiki/Coastal_pollution_and_impacts

Energy Global News, 2018. *Energy global news*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <http://www.energyglobalnews.com/august-1983-castillo-de-bellver-explodes/>

EPE, 2015. *epe*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.epe.gr/case-study/yusuf-cepnioglu-case/>

Glass, D., 2017. Sea Diamond struck a reef off Santorini in April 2007 [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.seatrade-cruise.com/news-headlines/greece-orders-raising-sea-diamond-wreck-santorini>

Hinrichs, H., 1979. *Aukevisser*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <http://www.aukevisser.nl/supertankers/VLCC%20L-M/id1093.htm>

Howard, J., 2019. *National Geographic*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.nationalgeographic.com/environment/oceans/critical-issues-marine-pollution/>

MEDASET, 2018. *Μεσογειακός Σύνδεσμος για την σωτηρία των θαλάσσιων χελωνών*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.medasset.org/el/marine-litter-pollution/>

Nathanson, J. A., 2020. *Encyclopedia Britannica*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.britannica.com/science/environmental-toxicology>

National Geographic, 2020. *National Geographic*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/pollution/>

SEOS, 2019. *SEOS-Project*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://seos-project.eu/marinepollution/marinepollution-c01-p01.gr.html>

UNEP, 2009. *unep.org*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7787>

Wikipedia, 2019. *Wikipedia*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.wikipedia.org/>

Βικιπαίδεια, 2017. *Βικιπαίδεια*. [Ηλεκτρονικό]

Available at:

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B1%CE%BD%CE%B4%CF%81%CE%BF%CF%82_%CE%96%CE%84_\(%CE%BD%CE%B1%CF%85%CE%B1%CE%B3%CE%BF%CF%83%CF%89%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C\)](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BB%CE%AD%CE%BE%CE%B1%CE%BD%CE%B4%CF%81%CE%BF%CF%82_%CE%96%CE%84_(%CE%BD%CE%B1%CF%85%CE%B1%CE%B3%CE%BF%CF%83%CF%89%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C))

ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε, 2018. *hellenic parliament*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.hellenicparliament.gr/UserFiles/67715b2c-ec81-4f0c-ad6a-476a34d732bd/10688479.pdf>

Μακρή, Ν., 2017. *klik*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.klik.gr/gr/el/stories/autes-einai-oi-13-megaluteres-petrelaiokilides-stin-pagkosmia-istoria/>

Μπέλλος, Η., 2019. Καθημερινή. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.kathimerini.gr/1039667/article/epikairothta/ellada/h-wra-ths-alh8eias-gia-to-nayagio-toy-agia-zwnh>

Ναυτεμπορική, 2017-2019. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.naftemporiki.gr/stream/2372/petrelaiokilida-ston-saroniko>

Παπαμήτσος, Δ., 2017. *iefimerida*. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.iefimerida.gr/news/362468/oi-megalyteres-petrelaiokilides-apo-proigoymena-nayagia-kai-atyhimata-ploion-stin-ellada>

Τελλόγλου, Τ., 2019. Καθημερινή. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.kathimerini.gr/1052108/article/epikairothta/ellada/o-logariasmos-ths-aporrypanshs-gia-to-agia-zwnh-ii>