



WWF

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

2017

ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΡΩΝΙΚΟ ΚΟΛΠΟ

Υπόμνημα προς τις αρμόδιες αρχές σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από το ναυάγιο του δεξαμενοπλοίου «Αγία Ζώνη II»



Υπεύθυνοι επικοινωνίας:

Θεοδότα Νάντσου, επικεφαλής πολιτικής, tnantsou@wwf.gr

Κωνσταντίνος Λιαρικός, επικεφαλής περιβαλλοντικού προγράμματος, c.liarikos@wwf.gr

Επιστημονικός συντονισμός: Παναγιώτα Μαραγκού, συντονίστρια επιστημονικής τεκμηρίωσης

Φωτογραφία: © Reuters / Alkis Konstantinidis

Το WWF Ελλάς είναι το ελληνικό τμήμα της διεθνούς περιβαλλοντικής οργάνωσης WWF – World Wide Fund for nature. Με περισσότερους από 5.000.000 υποστηρικτές παγκοσμίως, το WWF έχει ενεργή παρουσία σε περισσότερες από 100 χώρες.

Αποστολή του WWF είναι να σταματήσει την υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος και να χτίσει ένα μέλλον αρμονικής συνύπαρξης ανθρώπων και φύσης, προστατεύοντας τη βιοποικιλότητα, διασφαλίζοντας τη βιώσιμη χρήση των ανανεώσιμων φυσικών πόρων, και προωθώντας τη μείωση της ρύπανσης και της σπάταλης κατανάλωσης.

© 2017, WWF Ελλάς

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΣΥΝΟΨΗ	2
ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΟΥ ΝΑΥΑΓΙΟΥ	4
ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ	5
ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	11
<i>Επιστημονική μεθοδολογία</i>	11
<i>Αποτύπωση της ρύπανσης στις 10, 12, 13, 15 και 16 Σεπτεμβρίου</i>	12
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ	16
<i>Φυσικές και βιολογικές επιπτώσεις στους οργανισμούς</i>	18
<i>Επιπτώσεις στις ανθρώπινες δραστηριότητες</i>	22
ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	25
<i>Περιστατικά στην Ελλάδα</i>	29
<i>Ατυχήματα με διαρροή πετρελαίου στην Ελλάδα 2012 - 2016</i>	31
<i>Ατυχήματα στον Σαρωνικό κόλπο</i>	32
ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΗΛΙΔΩΝ	34
<i>Exxon Valdez, Αλάσκα, 1989</i>	34
<i>Sea Empress, Ουαλία, 1996</i>	35
<i>Erika, Γαλλία, 1999</i>	36
<i>Prestige, Ισπανία/Γαλλία, 2002</i>	37
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	39

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις 18 Σεπτεμβρίου 2017, η περιβαλλοντική οργάνωση WWF Ελλάς υπέβαλε στον Εισαγγελέα Πρωτοδικών Πειραιά μήνυση κατά παντός υπευθύνου για την πρόκληση θαλάσσιας ρύπανσης από πετρελαιοειδή στον Σαρωνικό Κόλπο στις 10 Σεπτεμβρίου 2017. Το WWF Ελλάς δήλωσε ταυτόχρονα παράσταση πολιτικής αγωγής προς υποστήριξη της κατηγορίας και με αίτημα την αποκατάσταση των πραγμάτων, σύμφωνα με το άρθρο 28 παρ. 7 του ν. 1650/1986, όπως ισχύει, και κατ' εφαρμογή της σχετικής με την ποινική ευθύνη για την προστασία του περιβάλλοντος νομοθεσίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Στόχος της ενέργειας αυτής είναι η υποδειγματική τιμωρία του υπευθύνου για την πρόκληση της ρύπανσης, αλλά και η προώθηση της εφαρμογής της εθνικής και της ενωσιακής νομοθεσίας για την προστασία του περιβάλλοντος μέσω του ποινικού δικαίου.

Το παρόν συμπληρωματικό υπόμνημα θέτει στη διάθεση της Εισαγγελίας Πρωτοδικών Πειραιά και κάθε αρμόδιας αρχής όλα τα διαθέσιμα από το WWF Ελλάς δεδομένα που σχετίζονται με τη ρύπανση από το συγκεκριμένο ναυάγιο και ευρύτερα από διαρροή πετρελαιοειδών στο θαλάσσιο περιβάλλον.

ΣΥΝΟΨΗ

Την Κυριακή 10 Σεπτεμβρίου 2017, ώρα 01:45, το δεξαμενόπλοιο «Αγία Ζώνη II» έμφορτο με πετρέλαιο εξωτερικής καύσης (fuel oil) και πετρέλαιο εσωτερικής καύσης (marine gas oil) βυθίστηκε νοτιοδυτικά της νησίδας Αταλάντη, ανοιχτά της Σαλαμίνας. Από τις πρώτες ώρες παρατηρήθηκε διαρροή πετρελαιοειδών στη θάλασσα. Αποτέλεσμα της διαρροής στη θάλασσα απροσδιόριστης ακόμα ποσότητας πετρελαιοειδών ήταν σε πρώτη φάση η εκτεταμένη ρύπανση του θαλάσσιου και παράκτιου χώρου της Σαλαμίνας. Τις αμέσως επόμενες ημέρες, ρύπανση από πετρέλαιο καταγράφηκε και σε άλλες περιοχές του Σαρωνικού και έφθασε μέχρι το νότιο παραλιακό μέτωπο της Αττικής.

Σύμφωνα με τη χαρτογραφική αποτύπωση που παρουσιάζεται, η εκτεταμένη πετρελαιοκηλίδα που σχηματίστηκε στις 10 Σεπτεμβρίου στη θαλάσσια περιοχή μεταξύ Σαλαμίνας και Ψυττάλειας είχε στις 13 Σεπτεμβρίου φθάσει στον θαλάσσιο χώρο ανοιχτά και στις ακτές του Ελληνικού.

Η οικολογική ζημιά που προκλήθηκε στον θαλάσσιο και παράκτιο χώρο του Σαρωνικού είναι δύσκολο να εκτιμηθεί ακόμα, καθώς δεν υπάρχουν δεδομένα από μετρήσεις της ρύπανσης στον βυθό. Σύμφωνα με τις ανακοινώσεις των αρμόδιων αρχών, η επιχείρηση καθαρισμού των ακτών συνεχιζόταν τουλάχιστον μέχρι τις αρχές του Νοεμβρίου, με έμφαση στην περιοχή του όρμου Σεληνίων και Κυνόσουρας Σαλαμίνας, στις παραλίες των δήμων Αλίμου και Ελληνικού και στον Αστέρα Γλυφάδας, γεγονός ενδεικτικό της έκτασης της ρύπανσης.

Ο Σαρωνικός Κόλπος είναι μια οικολογικά ταλαιπωρημένη περιοχή που επί δεκαετίες υφίστατο βαριά ρύπανση από αστικά λύματα. Το κέντρο επεξεργασίας λυμάτων της Ψυττάλειας που μπήκε στην γ' φάση λειτουργίας το 2007 είχε ως αποτέλεσμα την ξεκάθαρη βελτίωση της οικολογικής κατάστασης του Σαρωνικού. Η επίπτωση από τη διαρροή πετρελαίου τον Σεπτέμβριο του 2017 προκάλεσε στο οικοσύστημα επιβάρυνση που είναι ακόμα δύσκολο να εκτιμηθεί.

Λόγω της πολύ μεγάλης κίνησης δεξαμενόπλοιων στις ελληνικές θάλασσες, η Ελλάδα διατρέχει υψηλό κίνδυνο ατυχημάτων διαρροής πετρελαίου, είτε από δεξαμενόπλοια είτε από τη σχεδιαζόμενη εξόρυξη υδρογονανθράκων. Κατά την περίοδο 1977-2010, τα περισσότερα ατυχήματα στη Μεσόγειο με διαρροή άνω των 100 τόνων σημειώθηκαν στην Ελλάδα (30%), την Ιταλία (18%) και την Ισπανία (14%). Αυτές είναι βέβαια και οι χώρες όπου σημειώνεται και η περισσότερη κίνηση.

Δεδομένου ότι μέχρι το 2025 αναμένεται αύξηση των θαλάσσιων μεταφορών πετρελαίου στη Μεσόγειο κατά 250 εκατομμύρια τόνους ετησίως, η συγκρότηση αποτελεσματικού μηχανισμού έγκαιρης αντιμετώπισης περιστατικών θαλάσσιας ρύπανσης πριν εξελιχθούν σε περιβαλλοντικές κρίσεις αποκτά ζωτική σημασία για τη χώρα. Το συγκεκριμένο περιστατικό ρύπανσης της θαλάσσιας και παράκτιας ζώνης της πρωτεύουσας είναι απαραίτητο να αντιμετωπιστεί υποδειγματικά, τόσο στο επίπεδο της απόδοσης δικαιοσύνης, όσο και στο πεδίο της αποκατάστασης της περιβαλλοντικής ζημιάς, ως παράδειγμα προς αποφυγή στο μέλλον.

Το WWF Ελλάς προτάσσει ως προτεραιότητες τις παρακάτω ενέργειες.

- Διενέργεια από το ΕΛΚΕΘΕ ολοκληρωμένου προγράμματος παρακολούθησης δεικτών και άμεσης δημοσιοποίησης των αποτελεσμάτων για την οικολογική κατάσταση του Σαρωνικού, δίχως καμία πολιτική παρέμβαση.
- Διενέργεια από το Σώμα Επιθεωρητών Περιβάλλοντος τακτικών ελέγχων στις παραλίες που έχουν υποστεί ρύπανση από πετρέλαιο και επιβεβαίωση της καλής κατάστασής τους, πριν την απόδοσή τους για κολύμβηση και άλλες χρήσεις.
- Άμεση δημοσίευση όλων των εκθέσεων, αναλύσεων, μετρήσεων, και πορισμάτων που αφορούν το ναυάγιο και την κατάσταση του Σαρωνικού για να διασφαλιστεί η ενημέρωση σύμφωνα με τις διατάξεις για την πρόσβαση του κοινού στην περιβαλλοντική πληροφορία
- Επιβολή των ποινικών και διοικητικών κυρώσεων που προβλέπονται στα άρθρα 28 και 30 του ν. 1650/1986 (Α' 160), όπως έχουν τροποποιηθεί και ισχύουν.

- Εφαρμογή του προεδρικού διατάγματος 148/2009¹ σε σχέση με την περιβαλλοντική ζημία που έχει προκληθεί από το ναυάγιο, στο μέτρο που η τελευταία δεν καλύπτεται από τις διεθνείς συμβάσεις του Παραρτήματος V του ίδιου διατάγματος.
- Δημοσίευση όλων των αποφάσεων που λαμβάνει η αρμόδια αρχή (Συντονιστικό Γραφείο Αντιμετώπισης Περιβαλλοντικής Ζημιάς του ΥΠΕΝ), σύμφωνα με το άρθρο 10 του διατάγματος 148/2009 σχετικά με τον καθορισμό μέτρων αποκατάστασης.
- Καθορισμό μέτρων αντισταθμιστικής αποκατάστασης, μέχρι την αποκατάσταση της περιβαλλοντικής ζημιάς από τον ναυάγιο. Τα μέτρα αυτά μπορούν να περιλαμβάνουν μέτρα αναβάθμισης και αποκατάστασης των περιβαλλοντικών υπηρεσιών που επλήγησαν από το ναυάγιο – για παράδειγμα, μέτρα ενίσχυσης της κοινοχρησίας των παραλιών, απομάκρυνση αυθαιρέτων, αποκατάσταση παράκτιου χώρου από επεμβάσεις, περιοχές ελεγχόμενης αλιείας από επαγγελματίες ψαράδες, κλπ.
- Εφαρμογή των διατάξεων του ν. 2881/2001² για την απομάκρυνση του ναυαγίου με ευθύνη του κυρίου του.
- Πλήρη εφαρμογή του ν. 3983/2011 για τη θαλάσσια στρατηγική³, ειδικά σε σχέση με τα προγράμματα παρακολούθησης και τη συνεχή εκτίμηση της περιβαλλοντικής κατάστασης των θαλάσσιων υδάτων και την κατάρτιση προγραμμάτων μέτρων.
- Κύρωση του Πρωτοκόλλου για την Ολοκληρωμένη Διαχείριση του Παράκτιου Χώρου.
- Τροποποίηση της εφαρμοστέας λιμενικής νομοθεσίας, ώστε ο καθορισμός θέσεων αγκυροβόλησης εκτός λιμένων να υπάγεται σε περιβαλλοντική αδειοδότηση και δέουσα εκτίμηση, σε συμφωνία με την ισχύουσα εθνική, ενωσιακή και διεθνή νομοθεσία (π.χ., άρθρο 15 Πρωτοκόλλου περί συνεργασίας για την πρόληψη της ρύπανσης από πλοία, κύρωση με ν. 3497/2006).
- Μελέτη και πρόταση χωροθέτησης συστημάτων διαχωρισμού θαλάσσια κυκλοφορίας (traffic separation schemes) στις ελληνικές θάλασσες όπως περιγράφονται από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό, προκειμένου να μειωθεί ο κίνδυνος αφενός ατυχήματος και αφετέρου των επιπτώσεων πιθανής ρύπανσης από ατύχημα.
- Αξιολόγηση και αναθεώρηση των εκκρεμοτήτων για την πλήρη εφαρμογή του Εθνικού Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες (π.δ. 11/2002).

¹ Προεδρικό διάταγμα 148/2009 (ΦΕΚ 190 Α') «Περιβαλλοντική ευθύνη για την πρόληψη και την αποκατάσταση των ζημιών στο περιβάλλον – Εναρμόνιση με την οδηγία 2004/35/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 21ης Απριλίου 2004, όπως ισχύει».

² Νόμος 2881/2001 (ΦΕΚ Α' 16/06.02.2001) «Ρύθμιση θεμάτων ανέγκυσης ναυαγίων και άλλες διατάξεις».

³ Νόμος 3983/2011 (ΦΕΚ Α' 144/17.06.2011) «Εθνική στρατηγική για την προστασία και διαχείριση του θαλάσσιου περιβάλλοντος – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2008/56/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 17ης Ιουνίου 2008 και άλλες διατάξεις»

ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΟΥ ΝΑΥΑΓΙΟΥ

Σύμφωνα με τις ανακοινώσεις του Αρχηγείου του Λιμενικού Σώματος, την Κυριακή 10 Σεπτεμβρίου 2017, ώρα 01:45, το δεξαμενόπλοιο «Αγία Ζώνη II» βυθίστηκε νοτιοδυτικά της νησίδας Αταλάντη, ανοιχτά της Σαλαμίνας.

Από τις πρώτες ώρες παρατηρήθηκε διαρροή πετρελαιοειδών στη θάλασσα. Αποτέλεσμα της διαρροής ήταν σε πρώτη φάση η εκτεταμένη ρύπανση του θαλάσσιου και παράκτιου χώρου της Σαλαμίνας. Τις αμέσως επόμενες ημέρες, η ρύπανση από πετρέλαιο απλώθηκε και σε άλλες περιοχές του Σαρωνικού και το νότιο παραλιακό μέτωπο της Αττικής.

Το «Αγία Ζώνη II» απέπλευσε τις πρωινές ώρες της προηγούμενης ημέρας από τα διυλιστήρια του Ασπροπύργου έμπορτο με δύο χιλιάδες διακόσιους (2.200) μετρικούς τόνους πετρελαίου εξωτερικής καύσης (fuel oil) και τριακόσιους εβδομήντα (370) μετρικούς τόνους πετρελαίου ναυτιλίας εσωτερικής καύσης (marine gas oil). Το σκάφος ήταν αρόδου αγκυροβολημένο και φορτωμένο, ενώ επέβαιναν επ' αυτού δύο μέλη του πληρώματος από τα συνολικά έντεκα (11) μέλη.

Ώρα 03:00, στην περιοχή του ναυαγίου έσπευσαν περιπολικό σκάφος και λάντζα για τη διάσωση και μεταφορά των δύο μελών του πληρώματος. Ώρα 05:30, κατέπλευσε στην περιοχή αντιρρυπαντικό σκάφος προς αντιμετώπιση της θαλάσσιας ρύπανσης.

Ώρα 07:25, αεροσκάφος του λιμενικού σώματος διενήργησε περιπολία στην περιοχή του συμβάντος, όπου και εντοπίστηκε διάσπαρτη ρύπανση από το σημείο της βύθισης προς τα βόρεια μέχρι το νοτιοανατολικό άκρο της νήσου Ψυττάλειας.⁴

Ώρα 18:00 της ίδιας μέρας, αεροσκάφος του λιμενικού σώματος διενήργησε συμπληρωματική περιπολία στην περιοχή του συμβάντος. Παρατηρήθηκε ρύπανση από πετρελαιοειδή, σε διάφορα σημεία από το ακρωτήριο Κυνοσούρας μέχρι τον όρμο Σεληνίων. Από το δημοτικό Λιμενικό Ταμείο Σαλαμίνας τοποθετήθηκε πλωτό φράγμα στον λιμενίσκο Σεληνίων.

Τη Δευτέρα 11 Σεπτεμβρίου 2017, αεροσκάφος του λιμενικού σώματος πραγματοποίησε περιπολία στην περιοχή του συμβάντος. Στο σημείο της βύθισης του πλοίου τοποθετήθηκαν επάλληλες σειρές πλωτών φραγμάτων.⁵

Την Τρίτη 12 Σεπτεμβρίου, αναφέρθηκε από το Αρχηγείο Λιμενικού Σώματος ότι εντός της ζώνης του Οργανισμού Λιμένα Πειραιώς προκλήθηκε διαρροή πετρελαιοειδών από ρήγμα στο ρυμουλκούμενο επιβατηγό – οχηματαγωγό «Blue Star Patmos». Συγκεκριμένα, «*αναφορικά με τον κατάπλου του Ε/Γ – Ο/Γ πλοίου «BLUE STAR PATMOS» Ν.Π. 12119 απογευματινές ώρες της 09-09-2017 στο Πέραμα, γνωρίζεται ότι κατά τη διαδικασία ανέλκυσής του εντός της μεγάλης πλωτής δεξαμενής του Οργανισμού Λιμένα Πειραιώς πρωινές ώρες χθες, υπήρξε διαρροή πετρελαιοειδών από τις δεξαμενές του πλοίου λόγω υφιστάμενου ρήγματος, με αποτέλεσμα την πρόκληση θαλάσσιας ρύπανσης περίπου τριακοσίων πενήντα τετραγωνικών μέτρων (350 τ.μ.), η οποία είναι εγκλωβισμένη εντός ήδη ποντισμένου πλωτού φράγματος πέριξ της δεξαμενής.*

*Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκαν διάσπαρτες κηλίδες πετρελαιοειδών μικρής έκτασης περιμετρικά, παρακείμενα προσδεδεμένων, πλοίων, ενώ εργασίες απορρύπανσης έχουν αναληφθεί από εταιρεία και στην περιοχή βρίσκεται αντιρρυπαντικό σκάφος και βυτιοφόρο τα οποία περισυλλέγουν τα πετρελαιοειδή».*⁶

Την Τετάρτη 13 Σεπτεμβρίου 2017, ενώ βρισκόταν σε εξέλιξη η διαδικασία άντλησης του φορτίου του πλοίου, εξειδικευμένα συνεργεία με βυτιοφόρα οχήματα επιχειρούσαν για τον καθαρισμό της ρύπανσης κατά μήκος του όρμου Κυνοσούρας, του κόλπου Σεληνίων, καθώς και σε σημεία της ακτογραμμής μεταξύ Σχολής Ναυτικών Δοκίμων έως τη μαρίνα Ζέας, παράλληλα με την τοποθέτηση πλωτών φραγμάτων. Οι μηχανισμοί αντιμετώπισης της θαλάσσιας ρύπανσης,

⁴ Ανακοίνωση Λιμενικού Σώματος, 10/09/2017, 13:40, <http://www.hcg.gr/node/15922>

⁵ Ανακοίνωση Λιμενικού Σώματος, 11/09/2017, 18:39, <http://www.hcg.gr/node/15937>

⁶ Ανακοίνωση Λιμενικού Σώματος, 12/09/2017, 14:15, <http://www.hcg.gr/node/15943>

ενισχύθηκαν από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό για την Ασφάλεια στη Θάλασσα "EMSA" (European Maritime Safety Agency) με το αντιρρυπαντικό σκάφος ΑΚΤΑΙΑ OSRV.⁷

Την Πέμπτη 14 Σεπτεμβρίου 2017, επιχειρούσαν 13 ιδιωτικά, 4 σκάφη του λιμενικού σώματος, άλλα 3 τα οποία διέθεταν αντιρρυπαντικό εξοπλισμό, μαζί με το μεγάλο αντιρρυπαντικό σκάφος της EMSA, ΑΚΤΑΙΑ OSRV και 2 αεροσκάφη του Λιμενικού. Από στεριάς 8 με 10 συνεργεία συμμετείχαν στην επιχείρηση απορρύπανσης των ακτών.⁸

Το Σάββατο 16 Σεπτεμβρίου 2017, από το φορτίο του ναυαγισμένου «Αγία Ζώνη II» αντλήθηκαν 500 κυβικά βαρέος πετρελαίου.⁹

Στις 17 Οκτωβρίου 2017, πραγματοποιήθηκε στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας συνεδρίαση της γνωμοδοτικής Επιτροπής Αντιμετώπισης Περιβαλλοντικών Ζημιών (ΕΑΠΕΖ), με αντικείμενο την περιβαλλοντική ζημιά η οποία προκλήθηκε από το ναυάγιο του «Αγία Ζώνη II». Σύμφωνα με τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν ως αποτελέσματα των μετρήσεων που είχαν καταγραφεί από το ΕΛΚΕΘΕ έδειχναν πως ακόμα ήταν δύσκολη η τεκμηρίωση της περιβαλλοντικής ζημιάς. Συγκεκριμένα, η κατάσταση της υδάτινης στήλης χαρακτηρίστηκε ως «μέτρια – καλή», ενώ δεν υπήρχε εικόνα από την κατάσταση στον βυθό και τις βενθικές κοινότητες. Υψηλές συγκεντρώσεις ολικών πετρελαϊκών υδρογονανθράκων καταγράφηκαν στις 3/10 στη θάλασσα του Αγίου Κοσμά, εγκαταστάσεις ΕΛΚΕΘΕ, παραλίες Γλυφάδας 4 και 5, Σελήνια και Κυνόσουρα Σαλαμίνας.

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΑΡΩΝΙΚΟΥ

Εξαιτίας της πίεσης που δεχόταν επί δεκαετίες, ο όρμος της Ελευσίνας είχε χαρακτηριστεί το 2005 ως "περιοχή μείζονος περιβαλλοντικής ανησυχίας" από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΕΑ) και το περιβαλλοντικό πρόγραμμα του ΟΗΕ/Mediterranean Action Plan (UNEP/MAP). Συνολικά, η περιβαλλοντική κατάσταση του όρμου της Ελευσίνας επιδεινώνεται εξαιτίας της κλειστής, επιμήκους μορφολογίας του αλλά και των κυκλωνικών ανέμων. Η έλλειψη οξυγόνου ήταν ο καθοριστικός παράγοντας για την εμφάνιση έντονα διαταραγμένων βιο-κοινωνιών και εποχικά (καλοκαιρινούς μήνες) αζωικών περιοχών κατά τις δεκαετίες του 1970 και 1980. Συγκεκριμένα, η εποχική αζωική ζώνη που ορίστηκε από μελέτη το 1977 είχε επεκταθεί το 1985. Η κατάσταση αυτή συνεχίστηκε έως την έναρξη λειτουργίας του Κεντρικού Αγωγού της Ψυττάλειας και του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας (ΚΕΛΨ),

Μέχρι το 1994, όλα τα λύματα του Λεκανοπεδίου της Αττικής κατέληγαν χωρίς καμία επεξεργασία στα επιφανειακά νερά κοντά στο ακατοίκητο νησί της Ψυττάλειας, με αποτέλεσμα την έντονη ρύπανση και τελικό ευτροφισμό της περιοχής. Από το 1994 και έπειτα, ξεκίνησε η λειτουργία του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Ψυττάλειας (ΚΕΛΨ). Τα λύματα πλέον περνούσαν από πρωτογενή επεξεργασία (μείωση ρυπαντικού φορτίου κατά 35%) και απελευθερώνονταν σε βαθύτερα νερά (63μ). Έως το 1998, το ΚΕΛΨ λειτουργούσε πιλοτικά, ενώ από το 2004 τα λύματα περνούν από δευτερογενή επεξεργασία, με στόχο να μειωθεί το οργανικό άζωτο και να αντιστραφεί η τάση ευτροφισμού. Μέσω της επεξεργασίας τα αιωρούμενα στερεά και το οργανικό φορτίο των λυμάτων μειώνονται κατά 93% περίπου και το ολικό άζωτο μειώνεται κατά 80% περίπου, με αποτέλεσμα τη θεαματική βελτίωση και την επαναποίκηση των βενθικών οικοσυστημάτων του όρμου στη δυτική του πλευρά.

Η αναβάθμιση στο κέντρο του όρμου είναι αισθητή σε σχέση με το 1985, αλλά παραμένει επιβαρυνόμενη από βιομηχανικά λύματα που αποχετεύονται στο Ρέμα Αγίου Γεωργίου, τα ναυπηγεία, τα διαλυτήρια πλοίων, τα παροπλισμένα πλοία, τη συνεχή κίνηση των πλοίων και ναυτικά ατυχήματα. Στον Δυτικό Σαρωνικό κόλπο το ριπίδιο του εργοστασίου διαχείρισης λυμάτων της Αθήνας δημιουργεί μια υποεπιφανειακή γλώσσα υψηλής θολερότητας σε βάθη μεταξύ 45 και 80 μέτρων, με τιμές συντελεστή εξασθένησης δέσμης $cp \sim 0.8 \text{ m}^{-1}$ (ΥΠΕΚΑ, 2012). Παρατηρείται, επίσης σχετικά αυξημένη ρύπανση από οργανοχλωριωμένες ενώσεις στους σταθμούς της

⁷ Ανακοίνωση Λιμενικού Σώματος, 13/09/2017, 20:03, <http://www.hcg.gr/node/15945>

⁸ Ανακοίνωση Λιμενικού Σώματος, 14/09/2017, 18:07, <http://www.hcg.gr/node/15965>

⁹ Ανακοίνωση Λιμενικού Σώματος, 16/09/2017, 19:56, <http://www.hcg.gr/node/15978>

Ελευσίνας και στον εσωτερικό κόλπο κοντά στην Ψυττάλεια. Όσον αφορά στα μέταλλα, ο Σαρωνικός Κόλπος, και ιδιαίτερα ο εσωτερικός Σαρωνικός, αποτελεί μια επιβαρυσμένη περιοχή (hot spot) καθώς γειτνιάζει με τα αστικά κέντρα Αθήνας και Πειραιά και δέχεται τις εκροές του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων της Ψυττάλειας (ΥΠΕΚΑ, 2012).

Συγκριτικά με τα προηγούμενα χρόνια, οι συγκεντρώσεις των μετάλλων έχουν πτωτική τάση, προφανώς λόγω της λειτουργίας του ΚΕΛΨ. Στον όρμο της Ελευσίνας όμως, τα επίπεδα βαρέων μετάλλων μόλυβδου και χαλκού παραμένουν ακόμα πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Βάσει των στοιχείων της HELMEPA, στον Πειραιά, στο Σαρωνικό Κόλπο καταγράφηκε η υψηλότερη τιμή όσον αφορά στην ποσότητα παράκτιων απορριμμάτων (4000 κ./χλμ). Ο Σαρωνικός αποτελεί επιβαρυσμένη περιοχή (hot spot), καθώς συσσωρεύει μεγάλες ποσότητες απορριμμάτων από τις έντονες ανθρωπογενείς δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή αυτή (ΥΠΕΚΑ, 2012). Τέλος, ο Σαρωνικός κόλπος και ο όρμος της Ελευσίνας υφίστανται τα περισσότερα περιστατικά ρύπανσης προερχόμενα από τη ναυτιλία, κυρίως από δεξαμενόπλοια, πλοία γενικού εμπορίου και επιβατικά.

Με βάση την οδηγία πλαίσιο για τα ύδατα 2000/60/ΕΚ, το υδάτινο σώμα «Ακτές Περάματος – Πειραιϊκή» χαρακτηρίζεται ως «ιδιαίτερα τροποποιημένο υδάτινο σώμα», καθώς ο χαρακτήρας του έχει μεταβληθεί ουσιαστικά λόγω φυσικών αλλοιώσεων από τις δραστηριότητες του ανθρώπου. Η ακτογραμμή είναι στο μεγαλύτερο ποσοστό τεχνητή και εξυπηρετεί τη ναυσιπλοΐα. Ως αναγκαίο μέτρο για την επίτευξη καλής οικολογικής κατάστασης θα μπορούσε να εξεταστεί η άρση μέρους των επεμβάσεων στην ακτογραμμή που επηρεάζουν την κυκλοφορία και τον χρόνο ανανέωσης των υδάτων (καθαίρεση κρηπιδωμάτων κτλ). Η επέμβαση αυτή ωστόσο εκτιμάται ότι θα είχε επίπτωση στις υφιστάμενες λιμενικές χρήσεις.

Για την ανάγκη συστηματικής παρακολούθησης του Σαρωνικού κόλπου έχει στηθεί από το 1998, ένα σύστημα δειγματοληψιών νερού, ιζήματος, φυτοπλαγκτού μακροφυκών, βενθικής πανίδας κ.α. τεχνικών, από επιστήμονες του ΕΛΚΕΘΕ. Ειδικότερα, η οδηγία-πλαίσιο 2000/60/ΕΕ για τα ύδατα δεσμεύει τα κράτη-μέλη για τη διατήρηση ή αποκατάσταση της καλής κατάστασης (χημικής και οικολογικής) όλων των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, συμπεριλαμβανομένων των παράκτιων σε απόσταση.

Οι βενθικοί οργανισμοί που ζουν προσκολλημένοι στον βυθό ενσωματώνουν τις μακροπρόθεσμες περιβαλλοντικές συνθήκες μιας περιοχής, εφόσον η αδυναμία φυγής από περιστατικά ρύπανσης, δεν είναι εφικτή σε σχέση με άλλα θαλάσσια είδη όπως τα ψάρια ή τα θηλαστικά. Για αυτό το λόγο, θεωρούνται σωρευτές οικολογικής πληροφορίας. Οι έρευνες πάνω στα μακροφύκη, το ζωοβένθος και το φυτοπλαγκτόν έχουν χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση και εκτίμηση ανθρωπογενών επιπτώσεων στο παράκτιο οικοσύστημα και έχουν περιληφθεί στα βιολογικά στοιχεία ποιότητας (biological quality elements) και στις ομάδες οικολογικών στόχων της 2000/60/ΕΕ. Η σύνθεση όλων αυτών των δεικτών δείχνουν σαφή διαβάθμιση ρύπανσης του κόλπου ο οποίος μπορεί να χωριστεί σε τρεις ζώνες: από χαμηλή οικολογική ποιότητα και υψηλή ρύπανση στους σταθμούς κοντά στο ΚΑΨ, σε μέτρια/μεταβατική οικολογική ποιότητα με λιγότερη ρύπανση στους σταθμούς νοτιοδυτικά του ΚΑΨ και καλή οικολογική ποιότητα με χαμηλή ρύπανση στις νοτιοανατολικές περιοχές.

Όπως αναφέρεται και στο Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμού Υδατικού Διαμερίσματος Αττικής (GR06), στον κόλπο της Ελευσίνας η ζωοβενθική κοινότητα κυριαρχείται από είδη που θεωρούνται ανθεκτικά ή δείκτες οργανικής ρύπανσης. Η ποικιλότητα είναι χαμηλή και ο δείκτης οικολογικής κατάστασης Bentix με βάση τα μακροασπόνδυλα υποδεικνύει γενικά μέτρια με ελλιπή οικολογική κατάσταση όπου το ποσοστό των ανθεκτικών ειδών κυμαίνεται γύρω στο 88% και των ευαίσθητων <12% (δείκτης Bentix: 2,5). Η ζώνη κοντά στον αγωγό χαρακτηρίζεται από λίγα είδη χλωρίδας και πανίδας που είναι ανεκτικά στη ρύπανση (νιτρόφιλα) και εξαπλώνονται εις βάρος άλλων ειδών.

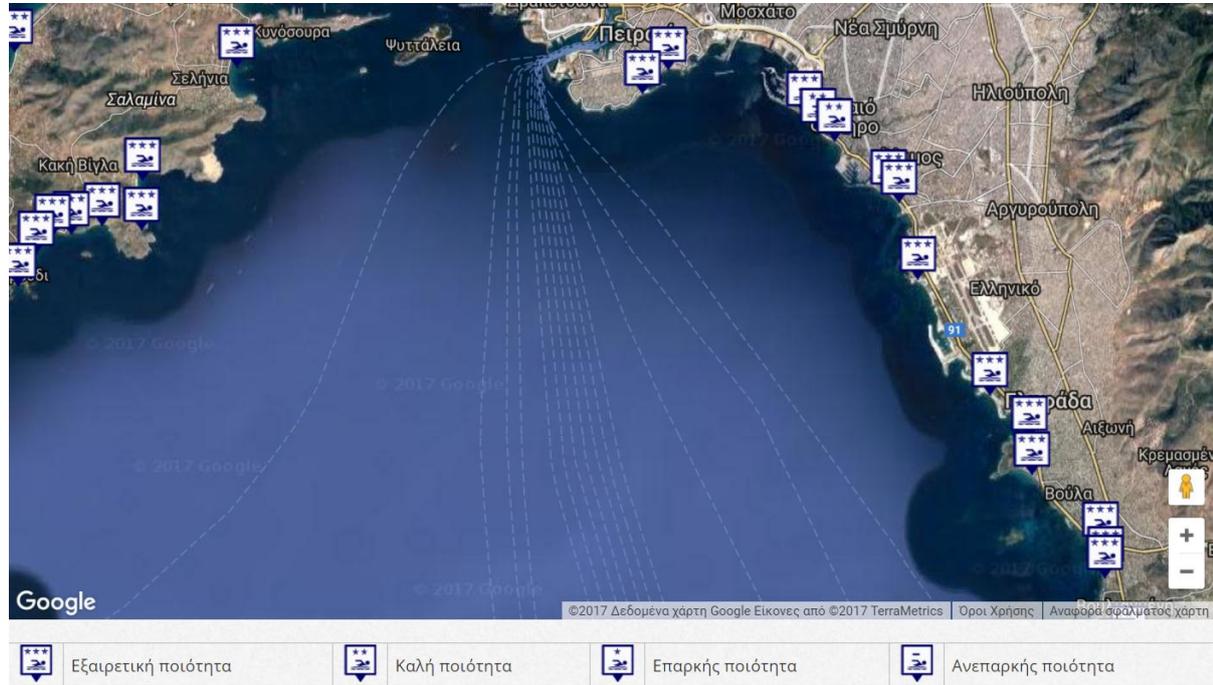
Στον εσωτερικό Σαρωνικό, οι βενθικές βιοκοινωνίες είναι φτωχές σε είδη (περίπου 16 ανά 0,1m²) και ποικιλότητα ενώ κυριαρχούν είδη ανθεκτικά σε συνθήκες οργανικής ρύπανσης και γενικά διατάραξης όπως το δίθυρο *Thyasira flexuosa* και οι πολύχαιτοι *Chaetozone* sp. και *Monticellina dorsobranchialis*. Γενικά σε ιλυώδεις βυθούς όπως αυτός υπάρχουν φυσιολογικά αρκετά ανθεκτικά είδη ωστόσο στην περιοχή αυτή το ποσοστό των ανθεκτικών ειδών αντιστοιχεί περίπου στο 80% της πανίδας (δείκτης Bentix: 2,8).

Όσο απομακρυνόμαστε από αυτή τη ζώνη, επικρατεί μεγαλύτερη ποικιλότητα ειδών που χρειάζονται λιγότερο ρυπασμένες περιοχές για να αναπτυχθούν με το αποκορύφωμα ανάκαμψης να παρατηρείται στα νοτιοανατολικά του κόλπου. Στην Ανάβυσσο αλλά και στα παράκτια του Καβουρίου τα ιζήματα είναι μεικτά κοντά στις ακτές ενώ προς το κεντρικό βαθύτερο κομμάτι είναι ιλυώδη. Οι βιοκοινότητες είναι αρκετά πλούσιες σε είδη (πχ. 26 στο Καβούρι, 90 στην Ανάβυσσο) ενώ υπάρχουν και κάποια είδη ανθεκτικά με ελαφρά αυξημένη πυκνότητα. Τα ευαίσθητα είδη αντιστοιχούν περίπου στο 48% της πανίδας (>40%), ενώ τα ανθεκτικά δεν ξεπερνούν το 60% (πχ. 52%) της πανίδας (δείκτης Benthic: 4).

Η καλύτερη οικολογική κατάσταση του νοτιοανατολικού και εξωτερικού τμήματος του κόλπου όμως, δεν ήταν αυτή που αναμενόταν, ιδίως για τα μακροφύκη, μετά τη λειτουργία του ΚΑΨ. Αυτό πιθανώς οφείλεται στο ότι η εξωτερική περιοχή του κόλπου δεν είχε επηρεαστεί τόσο από τα οργανικά φορτία αλλά περισσότερο από την πίεση άλλων παραγόντων, όπως η διαταραχή της παράκτιας ζώνης από αναπτυξιακά έργα για εγκαταστάσεις θαλάσσιου τουρισμού για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004 και άλλες δραστηριότητες αναψυχής, που είχαν ως αποτέλεσμα την καταστροφή μεγάλου μέρους των φυσικών χαρακτηριστικών των ακτών. Επίσης, η περιοχή δέχεται υψηλές βροσκητικές πιέσεις από αχινούς σε συνδυασμό με τα αλλόχθονα, φυτοφάγα ψάρια, τους γερμανούς (*Siganus* sp.). Όταν ένα οικοσύστημα δέχεται πιέσεις από όλους τους προαναφερθέντες παράγοντες, τότε μειώνεται σταδιακά η ικανότητά του να επανέλθει σε ισορροπία, ή να προσαρμοστεί στις νέες αβιοτικές συνθήκες ή περιστατικά ρύπανσης.

Οι παραλίες Μαύρο Λιθάρι/Eden Beach, Λαγονήσι 1-Grand Beach/Grand Resort Lagonissi, Λαγονήσι 2-Mediterraneo/Grand Resort Lagonissi, Λαγονήσι 3-Κοχύλια/Grand Resort Lagonissi του Δήμου Σαρωνικού, οι παραλίες Βάρκιζα, Αστέρας Βουλιαγμένης, Βουλιαγμένη και Βούλα Α του Δήμου Βάρης - Βούλας – Βουλιαγμένης και η παραλία της Γλυφάδας βραβεύτηκαν το 2017 με Γαλάζια Σημαία.¹⁰

Αξίζει επίσης να σημειωθεί πως μέχρι πριν τη ρύπανση από το συγκεκριμένο συμβάν, η ποιότητα των υδάτων κολύμβησης στις ακτές που επηρεάστηκαν από τη διαρροή πετρελαίου είχαν αξιολογηθεί ως καλής ή εξαιρετικής ποιότητας, με βάση το άρθρο 4 της οδηγίας 2006/7/ΕΚ σχετικά με τη διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης.



Ποιότητα υδάτων κολύμβησης στον Σαρωνικό.
Πηγή: Ειδική Γραμματεία Υδάτων, <http://bathingwaterprofiles.gr/map>

¹⁰ <https://eepf.gr/el/blueflags-2016-greek-beaches-marinas>

Σημαντικοί οικοτόποι και είδη του Σαρωνικού

Η χαρακτηριστική βιοκοινωνία του παράκτιου υδατικού σώματος του Σαρωνικού ανήκει στις βαθιές, βραχώδεις ακτές όπως έχουν οριστεί από την τυπολογία της οδηγίας 2000/60/ΕΕ. Αυτού του είδους οι βραχώδεις ακτές είναι μετρίως εκτεθειμένες στη δράση των κυμάτων ή/και ρευμάτων και παλίρροιας, με χαρακτηριστικές κοινωνίες μακροφυκών όπως τα είδη *Cystoseira* spp, *Sargassum* spp. Τα συγκεκριμένα είδη είναι φωτόφιλα φύκη και οι φυτοκοινωνίες τους θεωρούνται χαρακτηριστικές των καθαρών μεσογειακών ακτών, δεδομένου ότι πρόκειται για είδη ευαίσθητα τόσο σε φυσικές όσο και ανθρωπογενείς πιέσεις. Η σύνθεση αυτής της ζώνης αλλάζει κατά μήκος του Σαρωνικού ανάλογα με την απόσταση από το ΚΑΨ, όπως έχει αναφερθεί παραπάνω. Στην υποαιγαλιτιδα ζώνη, οι ρηχοί αμμώδεις βυθοί καλύπτονται με τα αγγειόσπερμα φυτά *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Halophila stipulacea*. Το είδος *Cymodocea nodosa*, το οποίο ανέχεται μη ανανεούμενα ή ρυπασμένα νερά, απαντά σε όσα σημεία απουσιάζει το είδος *P. oceanica* και γενικά σε κλειστούς και αβαθείς κόλπους. Τέλος, χαρακτηριστική είναι και η παρουσία σημαντικών πυρήνων του λεσσεψιανού αγγειόσπερμου *Halophila stipulacea* σε όλα τα επιμέρους τμήματα του κόλπου. Λόγω της παθητικής εξάπλωσης των ξενικών ειδών μέσω των πλοίων ο Σαρωνικός κόλπος (όπως και τα άλλα μεγάλα λιμάνια της χώρας) συγκεντρώνει αρκετά μεγάλο αριθμό αλλόχθονων ειδών.

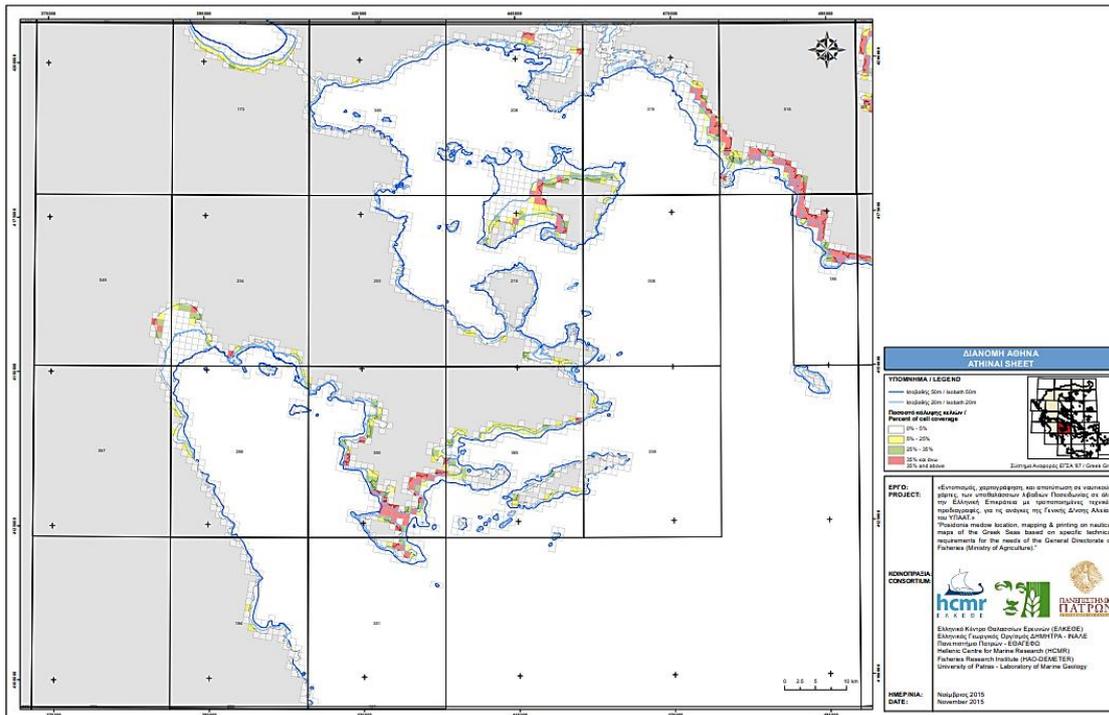
Αντιθέτως, τα λιβάδια του αγγειόσπερμου φυτού *Posidonia oceanica* αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα οικοσυστήματα της παράκτιας ζώνης. Ο Σαρωνικός κόλπος χαρακτηρίζεται από την παρουσία του αγγειόσπερμου φυτού *Posidonia oceanica*, με κατανομή εκτεταμένη στο εξωτερικό, κατακεραματισμένη στο εσωτερικό τμήμα του και σχεδόν ανύπαρκτη στο δυτικό τμήμα του κόλπου. Όπως φαίνεται και στη χαρτογράφηση που εκπονήθηκε για το ΥΠΑΑΤ (εικόνα 1), τα λιβάδια ποσειδωνίας στις νοτιοανατολικές ακτές της Αττικής εμφανίζονται να καλύπτουν πάνω από το 35% των κελιών.¹¹

Η ποσειδωνία είναι επιλεκτικό είδος με αυστηρές οικολογικές απαιτήσεις (διαύγεια, oligοτροφισμός, καλή ανανέωση των υδάτινων μαζών, απουσία ρύπων κ.α.). Δυστυχώς έχει καταγραφεί διεθνώς σημαντική μείωση της έκτασής τους, γεγονός που έχει συσχετιστεί με τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η οικολογική της σημασία είναι μεγάλη, έχει υψηλή παραγωγικότητα καθώς δεσμεύει σημαντικές ποσότητες CO₂, εμπλουτίζει τα νερά και την ατμόσφαιρα με οξυγόνο, παρέχει καταφύγιο και τόπο αναπαραγωγής για πολυάριθμους θαλάσσιους οργανισμούς, μεταξύ των οποίων και πολλά εμπορικά είδη, ενώ προστατεύει τον βυθό και τις ακτές από τη διάβρωση. Η παρουσία ενός υγιούς λιβαδιού ποσειδωνίας μαρτυρά τη σταθερότητα και ποιότητα του παράκτιου περιβάλλοντος.¹² Τα λιβάδια ποσειδωνίας αποτελούν οικοτόπο προτεραιότητας (κωδικός 1120) και προστατεύονται από την κοινοτική οδηγία 92/43/ΕΟΚ για την προστασία των οικοτόπων με συνεπαγόμενες συγκεκριμένες υποχρεώσεις ως προς τη διαχείριση και την προστασία τους (Díaz-Almela E. & Duarte C.M. 2008). Η κατάσταση του οικοτόπου στην Ελλάδα στην τελευταία αξιολόγηση περιγράφεται ως U1- = μη ικανοποιητική – ανεπαρκής με πτωτική τάση.¹³

¹¹ Εντοπισμός, χαρτογράφηση, και αποτύπωση σε ναυτικούς χάρτες, των υποθαλάσσιων λιβαδιών Ποσειδωνίας σε όλη την Ελληνική Επικράτεια με τροποποιημένες τεχνικές προδιαγραφές, για τις ανάγκες της Γενικής Δ/σης Αλιείας του ΥΠΑΑΤ. http://www.alieia.minagric.gr/sites/default/files/basicPageFiles/Maps_2015Nov_0.pdf

¹² <http://www.wwf.gr/images/pdfs/posidonia-factsheet.pdf>

¹³ Εθνική αναφορά του άρθρου 17 <https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp>



Αποτύπωση των υποθαλάσσιων λιβαδιών ποσειδωνίας στο φύλλο ναυτικού χάρτη διανομή Αθήνα. Πηγή: ΥΠΑΑΤ

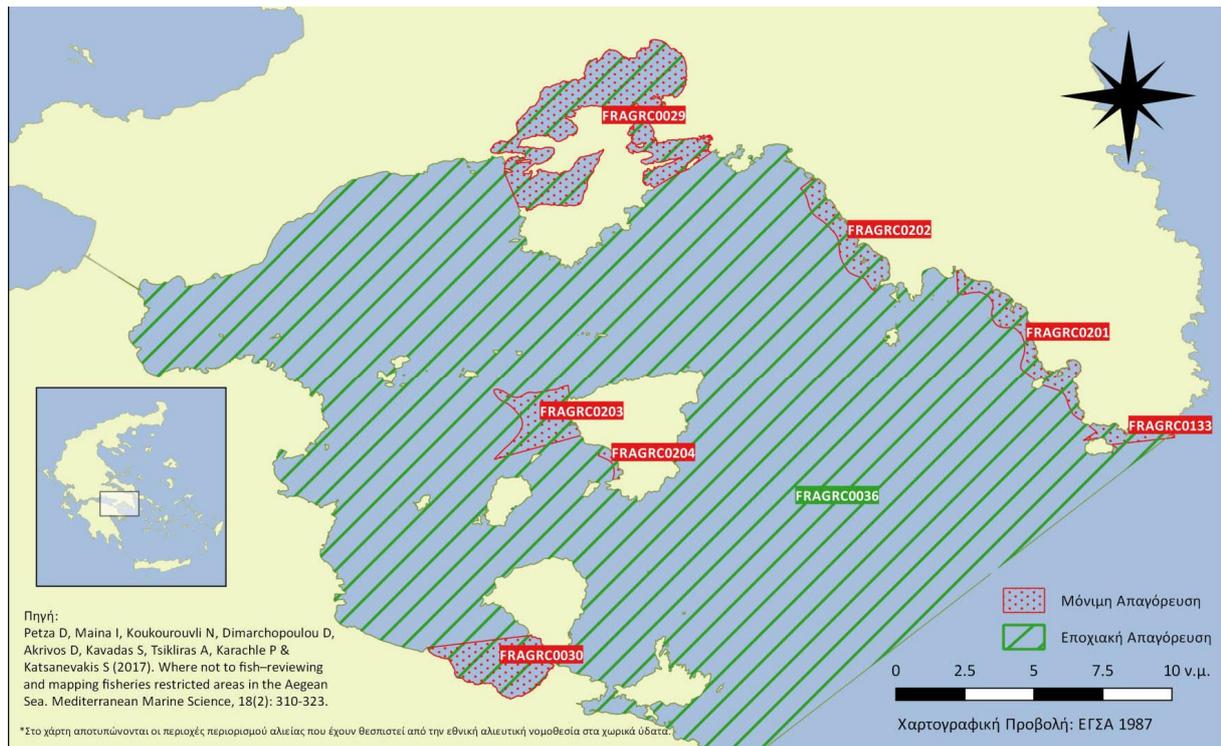
Με βάση την προαναφερθείσα χαρτογράφηση και το γεγονός ότι πρόκειται για προστατευόμενο ενδιαίτημα, στα λιβάδια ποσειδωνίας του Σαρωνικού κόλπου απαγορεύεται η αλιεία με δίχτυα τράτας, δράγες γρι-γρι, γρίπους συρόμενους από σκάφος ή παρόμοια δίχτυα (χάρτης, 1).¹⁴

Στους βραχώδεις βυθούς και γύρω από τα λιβάδια αγγειόσπερμων δραστηριοποιούνται παράκτιοι και ερασιτέχνες αλιείς καθώς εκεί κατοικούν είδη υψηλής εμπορικής αξίας όπως σουπιές, χταπόδια, σαργοί, παντελήδες, σκορπίνες, σκαθάρια, σαρδέλες, λυθρίνια, σκαθάρια, πεσκανδρίτσες, βάτοι, μελανούρια, μπαρμπιούνια, κουτσομούρες, μπακαλιάροι, ροφοί, στήρες, λούτσοι, λαπίνες, μύδια, χτένια κ.α.

Στη λίμνη Βουλιαγμένης έχει καταγραφεί ένας πληθυσμός του ενδημικού είδους του δίθυρου μαλακίου, *Pinna nobilis*. Ο πληθυσμός του στη Λίμνη Βουλιαγμένης είχε παραμείνει σταθερός από το 2004-2006 και παρουσίασε μικρή πτώση το 2007 εξαιτίας παράνομης αλιείας (παρά το αυστηρό καθεστώς προστασίας) και χαμηλής στρατολόγησης νεαρών ατόμων. Το είδος αυτό χαρακτηρίζεται ως «κινδυνεύον» στο Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας (Λεγάκις και Μαραγκού, 2009).

Στη Λίμνη Βουλιαγμένης έχει παρατηρηθεί επίσης και ο μοναδικός πληθυσμός του ενδημικού θαλάσσιου ανθόζωου *Paranemonia vouliagmeniensis*. Η μικρή έκταση της περιοχής εξάπλωσής του καθιστά το είδος επιρρεπές στις συνέπειες των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (υπάρχει τουριστική δραστηριότητα) ή σε τυχαία γεγονότα μέσα σε ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα σε ένα αβέβαιο μέλλον. Το είδος αυτό χαρακτηρίζεται ως «τρωτό» στο Κόκκινο Βιβλίο.

¹⁴ Υπουργική Απόφαση αριθμ. 2442/ 51879/2016 (ΦΕΚ Δ, 118)



Περιοχές περιορισμού αλιείας για το αλιευτικό εργαλείο γρι-γρι στον Σαρωνικό κόλπο. Οι περιοχές που αποτυπώνονται με κόκκινο χρώμα είναι οι περιοχές απαγόρευσης αλιείας με δίχτυα τράτας, δράγες γρι-γρι, γρίπους συρόμενους από σκάφος ή παρόμοια δίχτυα λόγω παρουσίας λιβαδιών ποσειδωνίας. Πηγή Petza et. Al, 2017

Η ανάκαμψη της ποιότητας των υδάτων του Σαρωνικού κόλπου, συνεπεία της λειτουργίας του κέντρου επεξεργασίας λυμάτων, με τη συνεπακόλουθη ανάκαμψη των αλιευμάτων συνδέεται και με την εμφάνιση ειδών όπως η μεσογειακή φώκια,¹⁵ η χελώνα καρέτα, αλλά και δελφινιών.

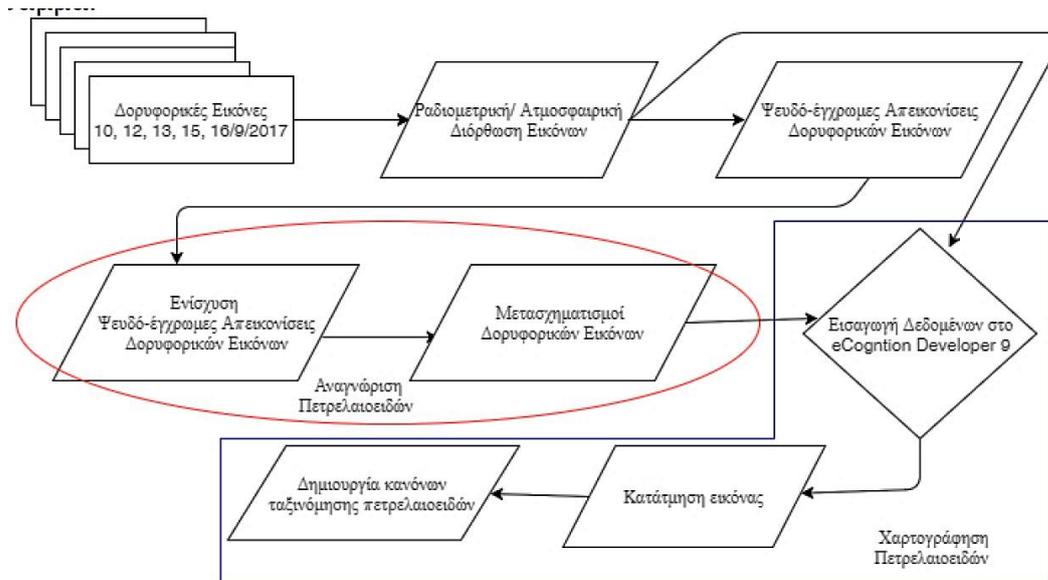
Στο υπόλοιπο τμήμα του, ο Σαρωνικός κόλπος καλύπτεται από άμμο, λασπώδη άμμο και μεικτά ιζήματα. Πάνω σε αυτές τις περιοχές δραστηριοποιούνται μεγαλύτερα σκάφη, οι τράτες. Τα αλιεύματα που χαρακτηρίζουν τον κόλπο αποτελούνται από πελαγικά είδη όπως μπακαλιάρος, μαριδα, γόπα, σαυρίδια, σαρδέλα, λυθρίνια, κουτσομούρα, μπαρμπούνη κ.α.

¹⁵ <https://www.facebook.com/MOInArgosaronikos/>

ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Επιστημονική μεθοδολογία

Για τη χαρτογραφική αποτύπωση περίπτωση της ρύπανσης του Σαρωνικού χρησιμοποιήθηκαν εικόνες υψηλής ανάλυσης (μέγεθος εικονοστοιχείου 4*4m) για τις 10, 12 και 15 Σεπτεμβρίου από τον εμπορικό δορυφόρο Planet και εικόνες μέσης ανάλυσης για τις 13 και 16 Σεπτεμβρίου όπου στη περίπτωση αυτή οι δορυφορικές εικόνες ήταν Sentinel 2A (μέγεθος εικονοστοιχείου 10*10m) και Landsat 8 OLI (μέγεθος εικονοστοιχείου 15*15m), που παρέχονται δωρεάν. Η μεθοδολογική προσέγγιση για τη χαρτογράφηση της ρύπανσης του Σαρωνικού ακολουθήθηκε η παρακάτω ροή εργασιών (Εικόνα 2).



Ροή εργασιών χαρτογράφησης ρύπανσης Σαρωνικού

Όπως είναι εμφανές από το διάγραμμα, η χαρτογράφηση της πετρελαιοκηλίδας και ιχνών πετρελαιοειδών έγινε με τη μέθοδο της αντικειμενοστραφούς λογικής ταξινόμησης (object-oriented classification).

Ειδικότερα, σχετικά με τη μεθοδολογική προσέγγιση, το πρώτο στάδιο αφορούσε τη ραδιομετρική/ατμοσφαιρική διόρθωση, η οποία έγινε χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο που προτείνεται από το λογισμικό ENVI 5.4.1. Οι ατμοσφαιρικές διορθώσεις θεωρούνται ένα σημαντικό στάδιο στην προεπεξεργασία των εικόνων διότι έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση της επίδρασης της ατμόσφαιρας και κάνουν δυνατή τη σύγκριση διαχρονικών εικόνων. Για την εξάλειψη των επιδράσεων της ατμόσφαιρας στη καταγραφόμενη από τον αισθητήρα ακτινοβολία μπορούν να εφαρμοστούν τεχνικές σχετικής ατμοσφαιρικής διόρθωσης ή τεχνικές απόλυτης ατμοσφαιρικής διόρθωσης. Οι βασικές τεχνικές είναι αφαίρεση του σκοτεινότερου εικονοστοιχείου, διάφορα ατμοσφαιρικά μοντέλα, μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης και μετατροπή της ακτινοβολίας σε ανάκλαση (τεχνική που εφαρμόζεται στη περίπτωση του Σαρωνικού). Η μέθοδος μετατροπής της ακτινοβολίας σε ανάκλαση απαιτεί τη γνώση της επίγειας πραγματικής ανάκλασης τουλάχιστον δύο στόχων στη εικόνα. Το Radiance και το Reflectance είναι οι βασικοί όροι που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή της τεχνικής αυτής. Radiance είναι το ποσό της ακτινοβολίας που ανακλάται από μία συγκεκριμένη περιοχή (ακτινοβολία προερχόμενη από τον ήλιο) και το Reflectance είναι η αναλογία της ακτινοβολίας που πέφτει σε μία επιφάνεια ως προς την ανακλώμενη.

Στο δεύτερο στάδιο, με στόχο τον εντοπισμό των πετρελαιοειδών δημιουργήθηκαν διάφορες ψευδο-έγχρωμες εικόνες, συνδυάζοντας τα φασματικά κανάλια της κάθε εικόνας. Επίσης, οι απεικονίσεις που δημιουργήθηκαν, ενισχύθηκαν ώστε να είναι περισσότερο εμφανή τα χαρακτηριστικά της θαλάσσιας ρύπανσης.

Στο τρίτο στάδιο εφαρμόζονται διάφοροι μετασχηματισμοί εικόνας. Οι μετασχηματισμοί εικόνας περιλαμβάνουν το χειρισμό πολλαπλών ζωνών των δεδομένων, είτε από μία μόνο πολυφασματική εικόνα είτε από δύο ή περισσότερες εικόνες της ίδιας περιοχής που έχουν αποκτηθεί σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Οι τεχνικές αυτού του τύπου παράγουν «νέες» εικόνες από δύο οι περισσότερες πηγές, οι οποίες δίνουν έμφαση σε ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ή ιδιότητες ενδιαφέροντος, καλύτερα από τις εισαγόμενες εικόνες. Από τις τεχνικές μετασχηματισμού εικόνας στην περίπτωση του Σαρωνικού χρησιμοποιήθηκε η «ανάλυση κυρίων συνιστωσών» (Principal Components Analysis - CA).

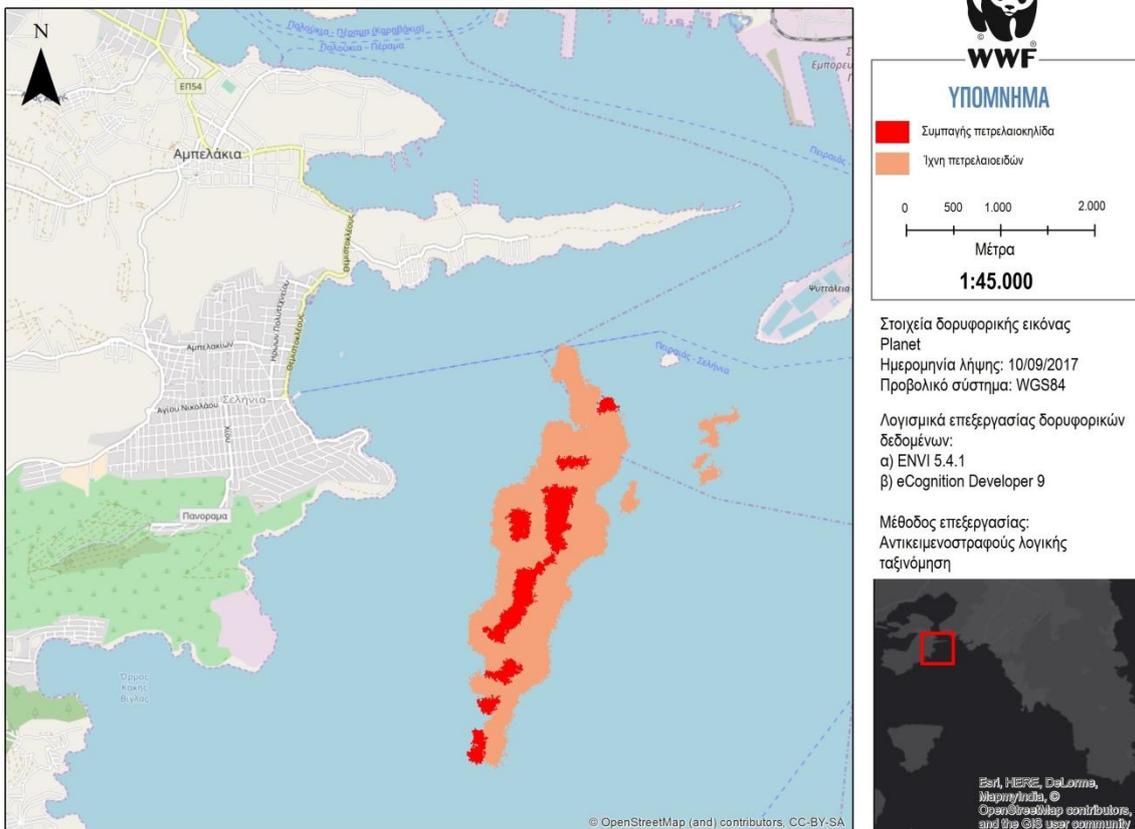
Σκοπός της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών είναι η μείωση της διαστατικότητας (μείωση των αριθμών των ζωνών) στα δεδομένα και η συμπίεση όσο το δυνατόν περισσότερης πληροφορίας στα αρχικά κανάλια σε λιγότερα. Από τη διαδικασία αυτή επιχειρείται η μεγιστοποίηση της ποσότητας των πληροφοριών από τα αρχικά δεδομένα μέσα από τον μικρό αριθμό των νέων συνιστωσών.

Το τελικό στάδιο, αφορά την χαρτογράφηση των πετρελαιοειδών που έγινε μέσω αντικειμενοστραφούς λογικής ταξινόμησης, με τη χρήση του λογισμικού eCognition Developer 9. Τα δεδομένα εισόδου ήταν τόσο οι ραδιομετρικά/ατμοσφαιρικά διορθωμένες εικόνες όσο και οι εικόνες συνιστωσών που παρήχθησαν στο στάδιο μετασχηματισμού.

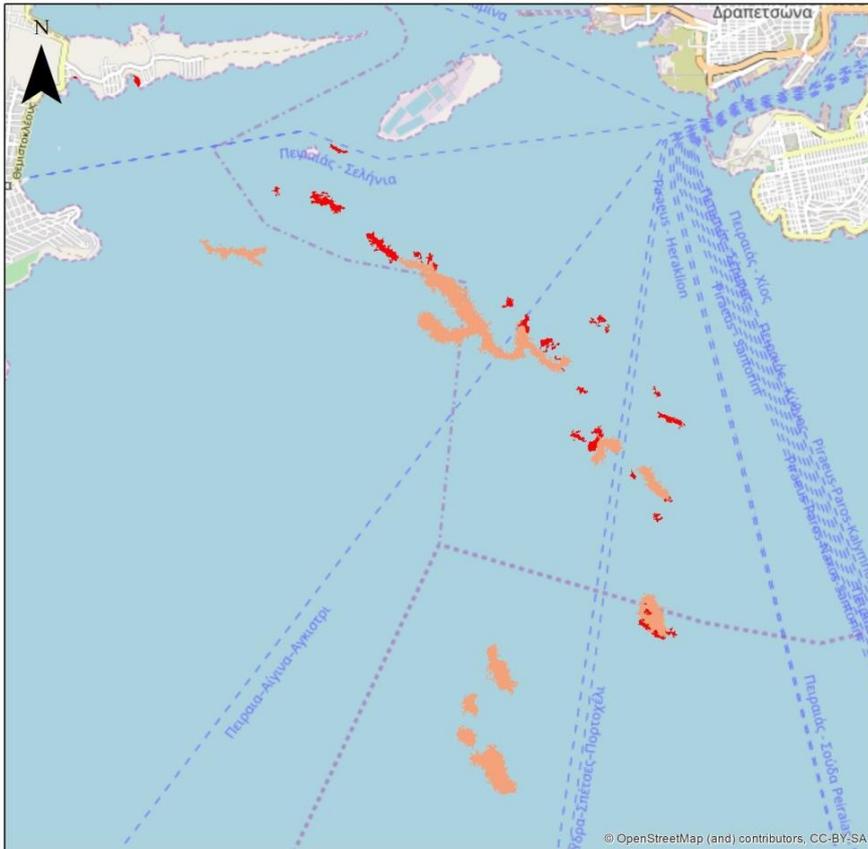
Η αντικειμενοστραφής ανάλυση των εικόνων, είναι μία πολύ πρόσφατη τεχνική η οποία αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια. Το βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου, σε σχέση με την ανάλυση που γίνεται όταν η χωρική μονάδα είναι το εικονοστοιχείο, είναι η δημιουργία των αντικειμένων τα οποία αναπαριστούν οντότητες με εννοιολογική σημασία. Με την ανάλυση αυτή, μειώνεται αισθητά, το φαινόμενο του «αλατοπίπερου» που είναι εμφανές στις ταξινομήσεις με χωρική μονάδα το εικονοστοιχείο.

Αποτύπωση της ρύπανσης στις 10, 12, 13, 15 και 16 Σεπτεμβρίου

ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΡΩΝΙΚΟ - 10 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2017



ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΡΩΝΙΚΟ - 12 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2017



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Συμπαγής πετρελαιοκηλίδα
- Ίχνη πετρελαιοειδών

0 500 1.000 2.000
Μέτρα

1:60.000

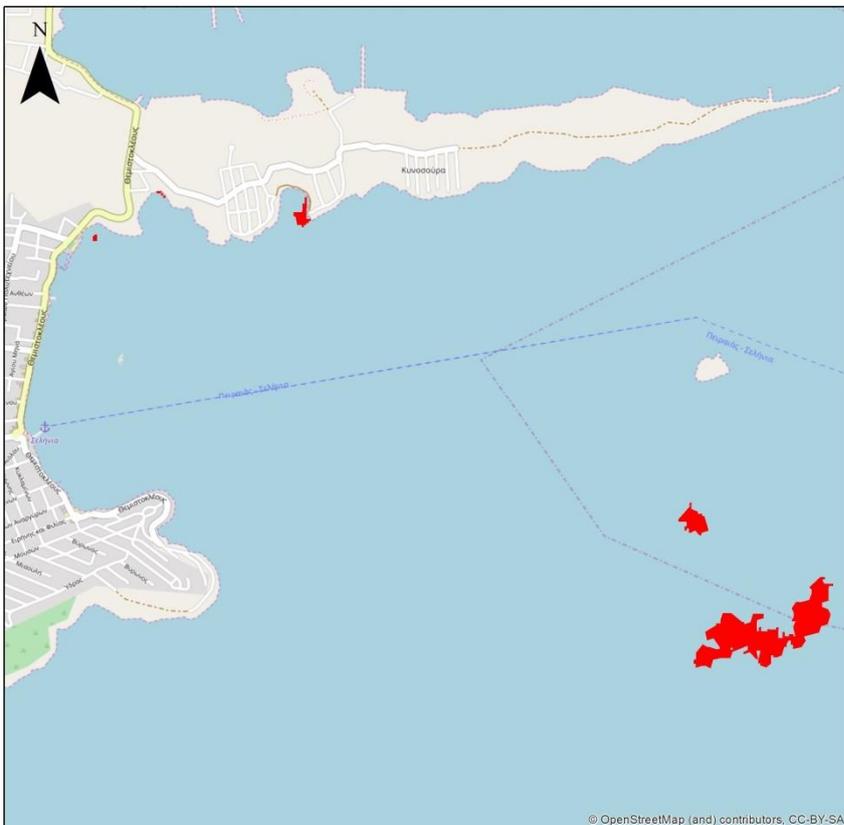
Στοιχεία δορυφορικής εικόνας
Planet
Ημερομηνία λήψης: 12/09/2017
Προβολικό σύστημα: WGS84

Λογισμικά επεξεργασίας δορυφορικών
δεδομένων:
α) ENVI 5.4.1
β) eCognition Developer 9

Μέθοδος επεξεργασίας:
Αντικειμενοστραφούς λογικής
ταξινόμηση



ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΡΩΝΙΚΟ - 13 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2017



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Συμπαγής πετρελαιοκηλίδα
- Ίχνη πετρελαιοειδών

0 250 500 1.000
Μέτρα

1:25.000

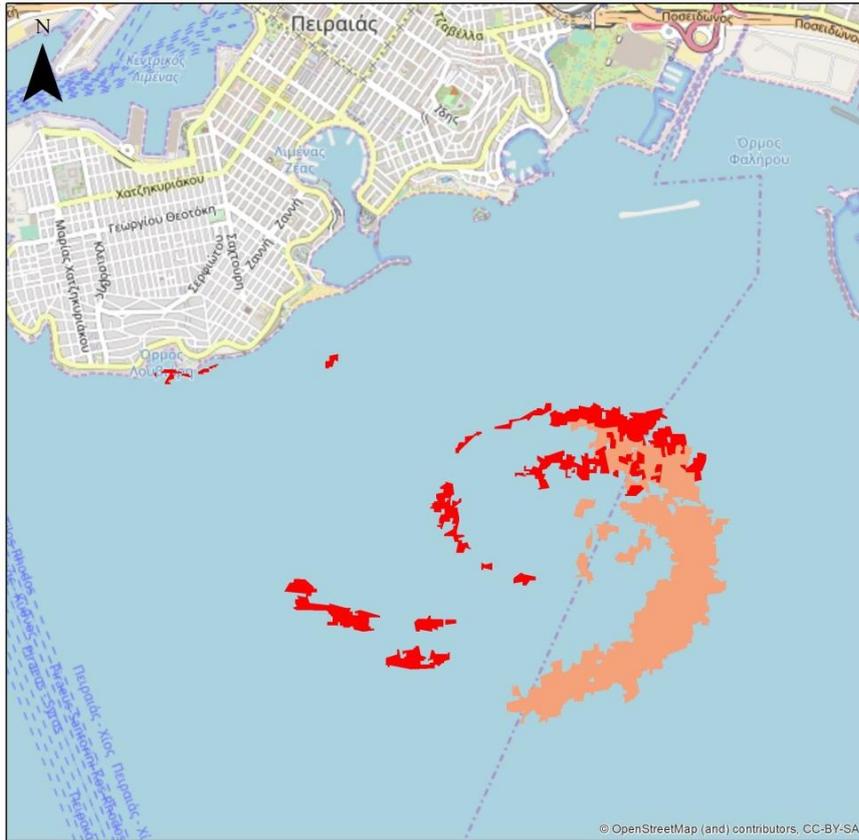
Στοιχεία δορυφορικής εικόνας
Sentinel 2A
Ημερομηνία λήψης: 13/09/2017
Προβολικό σύστημα: WGS84

Λογισμικά επεξεργασίας δορυφορικών
δεδομένων:
α) ENVI 5.4.1
β) eCognition Developer 9

Μέθοδος επεξεργασίας:
Αντικειμενοστραφούς λογικής
ταξινόμηση

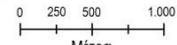


ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΡΩΝΙΚΟ - 13 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2017



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Συμπαγής πετρελαιοκηλίδα
- Ίχνη πετρελαιοειδών



1:30.000

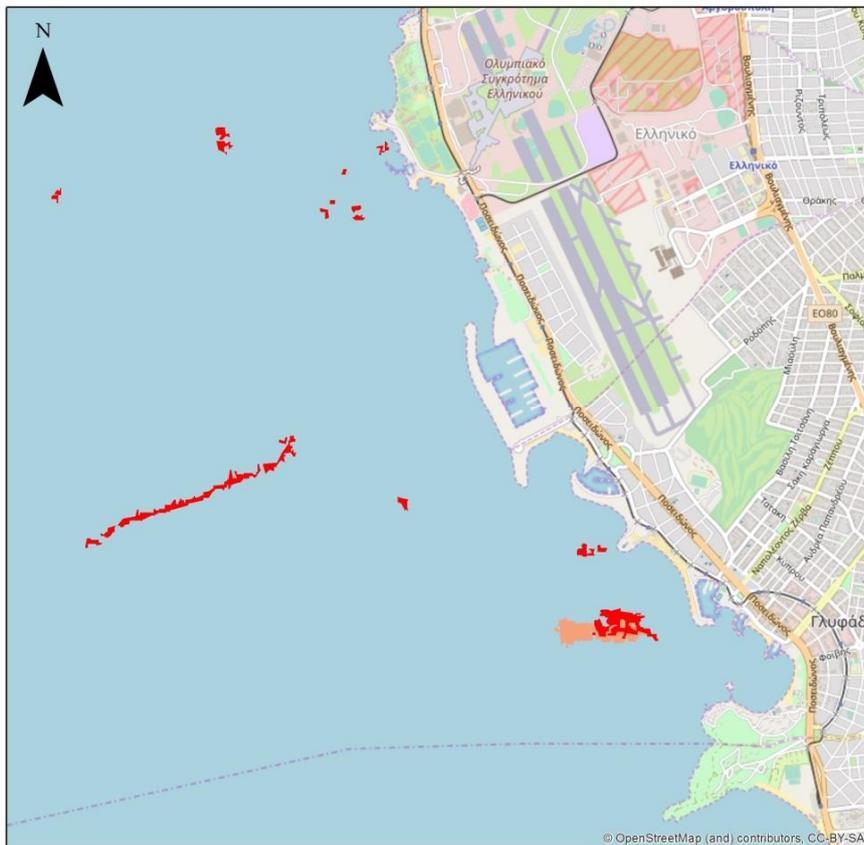
Στοιχεία δορυφορικής εικόνας:
Sentinel 2A
Ημερομηνία λήψης: 13/09/2017
Προβολικό σύστημα: WGS84

Λογισμικά επεξεργασίας δορυφορικών δεδομένων:
α) ENVI 5.4.1
β) eCognition Developer 9

Μέθοδος επεξεργασίας:
Αντικειμενοστραφούς λογικής ταξινόμηση

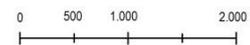


ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΡΩΝΙΚΟ - 13 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2017



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Συμπαγής πετρελαιοκηλίδα
- Ίχνη πετρελαιοειδών



1:40.000

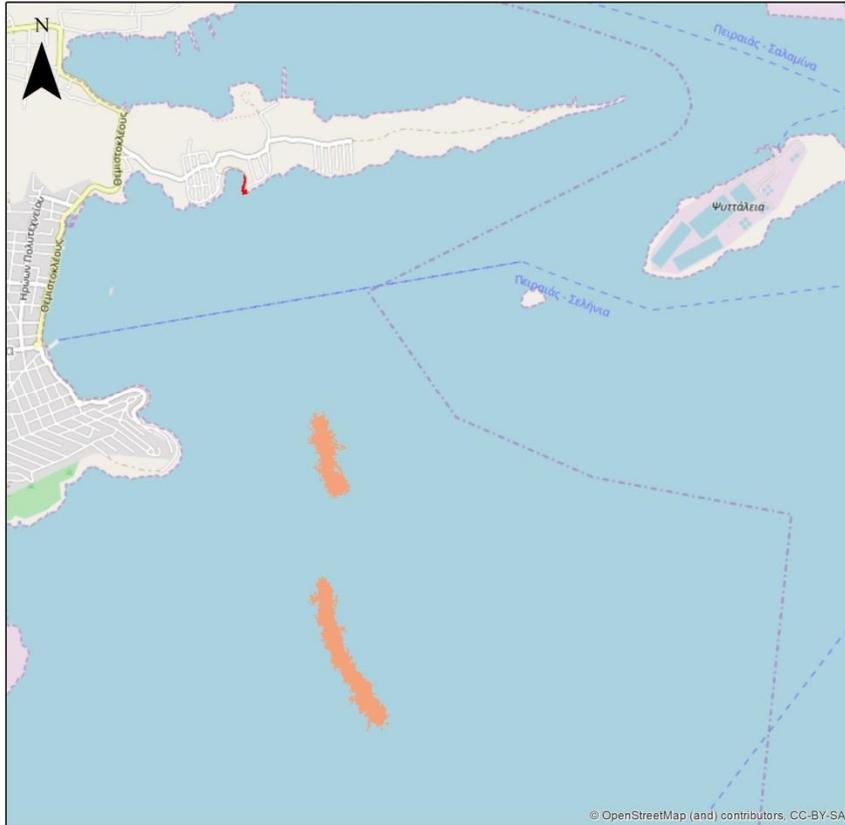
Στοιχεία δορυφορικής εικόνας:
Sentinel 2A
Ημερομηνία λήψης: 13/09/2017
Προβολικό σύστημα: WGS84

Λογισμικά επεξεργασίας δορυφορικών δεδομένων:
α) ENVI 5.4.1
β) eCognition Developer 9

Μέθοδος επεξεργασίας:
Αντικειμενοστραφούς λογικής ταξινόμηση



ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΡΩΝΙΚΟ - 15 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2017



WWF

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Συμπαγής πετρελαιοκηλίδα
- Ίχνη πετρελαιοειδών



1:35.000

Στοιχεία δορυφορικής εικόνας:
Planet

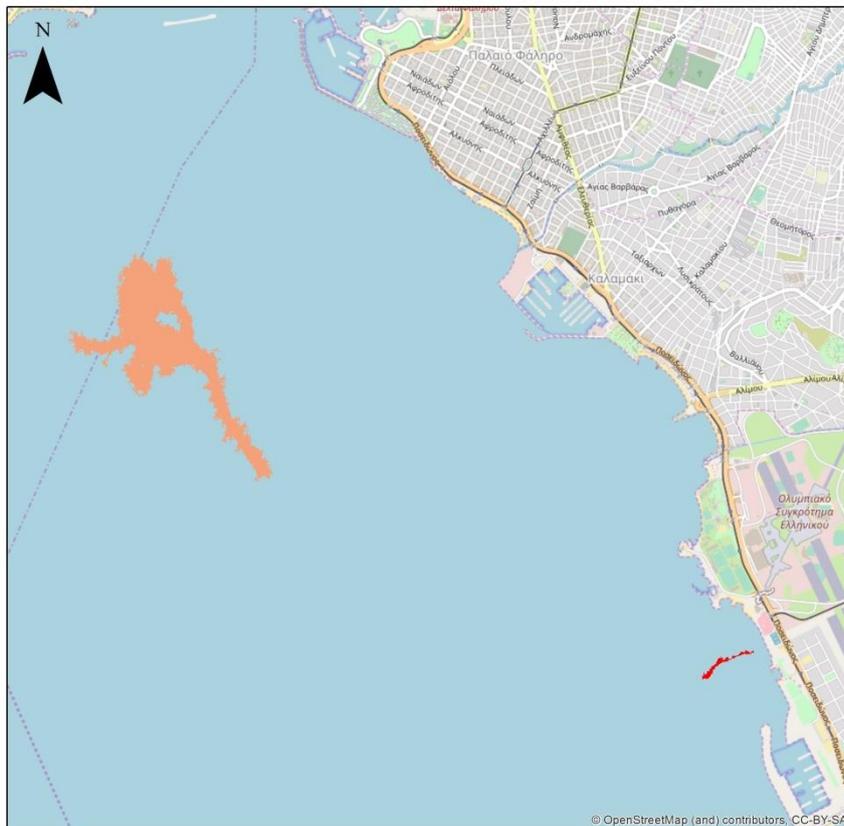
Ημερομηνία λήψης: 15/09/2017
Προβολικό σύστημα: WGS84

Λογισμικά επεξεργασίας δορυφορικών δεδομένων:
α) ENVI 5.4.1
β) eCognition Developer 9

Μέθοδος επεξεργασίας:
Αντικειμενοστραφούς λογικής ταξινόμηση



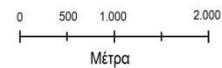
ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΡΩΝΙΚΟ - 15 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2017



WWF

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Συμπαγής πετρελαιοκηλίδα
- Ίχνη πετρελαιοειδών



1:45.000

Στοιχεία δορυφορικής εικόνας
Planet

Ημερομηνία λήψης: 15/09/2017
Προβολικό σύστημα: WGS84

Λογισμικά επεξεργασίας δορυφορικών δεδομένων:
α) ENVI 5.4.1
β) eCognition Developer 9

Μέθοδος επεξεργασίας:
Αντικειμενοστραφούς λογικής ταξινόμηση



ΡΥΠΑΝΣΗ ΣΤΟΝ ΣΑΡΩΝΙΚΟ - 16 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2017



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Ίχνη πετρελαιοειδών

0 250 500 1,000
Μέτρα

1:30.000

Στοιχεία δορυφορικής εικόνας :

Landsat 8 OLI
Ημερομηνία λήψης: 16/09/2017
Προβολικό σύστημα: WGS84

Λογισμικά επεξεργασίας δορυφορικών

δεδομένων:

α) ENVI 5.4.1

β) eCognition Developer 9

Μέθοδος επεξεργασίας:

Αντικειμενοστραφούς λογικής
ταξινόμηση



ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

Αμέσως μετά τη διαρροή αργού πετρελαίου ή προϊόντων του στο θαλάσσιο περιβάλλον ξεκινούν διεργασίες μετασχηματισμού του, που καταλήγουν σε ουσίες με διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες από τις αρχικές ή στην απομάκρυνση του πετρελαίου από το νερό. Οι διεργασίες αυτές ξεκινούν με την εξάπλωση (spreading), και ακολουθούν η εξάτμιση (evaporation), η διασπορά (dispersion), η γαλακτωματοποίηση (emulsification), η διάλυση (dissolution) και η μετακίνηση του πετρελαίου. Σε επόμενο χρόνο ακολουθούν η φωτοοξειδωση (oxidation), η καταβύθιση (sedimentation) και η βιοδιάσπαση (biodegradation), οι οποίες και καθορίζουν την τελική τύχη του πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον (Κοτρίκλα, 2015).

Το πετρέλαιο, ως υγρό μίγμα υδρογονανθράκων έχει μικρότερη πυκνότητα από το νερό και είναι δυσδιάλυτο σε αυτό. Έτσι, αμέσως μόλις εκχυθεί στη θάλασσα εξαπλώνεται στην επιφάνεια του νερού και δημιουργεί ένα λεπτό υμένιο, δηλαδή μια πετρελαιοκηλίδα. Ο ρυθμός εξάπλωσης και το πάχος της πετρελαιοκηλίδας εξαρτώνται από τη θερμοκρασία της θάλασσας και τη φύση του πετρελαίου. Στην αρχή, το πετρέλαιο εξαπλώνεται ως μια συνεκτική κηλίδα, η οποία γρήγορα αρχίζει να σπάει σε κομμάτια. Στην ανοιχτή θάλασσα ο αέρας δημιουργεί στενές ζώνες παράλληλες με την κατεύθυνση του ανέμου. Επίσης, καθώς το πετρέλαιο εξαπλώνεται και το πάχος της πετρελαιοκηλίδας μειώνεται, αλλάζει και το χρώμα της: από μαύρο ή σκούρο καφέ γίνεται ιριδίζον και ασημί (Κοτρίκλα, 2015).

Μια πετρελαιοκηλίδα δεν παραμένει σε ένα σημείο, αλλά μετακινείται (μεταφέρεται), με ταχύτητα ίση με το 60% της ταχύτητας των ρευμάτων και το 2-4% της ταχύτητας του ανέμου. Σε κλειστές θάλασσες και εκβολές, οι παλίρροιες και τα θαλάσσια ρεύματα έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη μετακίνηση της πετρελαιοκηλίδας σε σχέση με τον άνεμο. Η σύσταση της πετρελαιοκηλίδας αλλάζει συνεχώς από τη στιγμή της διαρροής, ιδιαίτερα καθώς τα ελαφρά (μικρού μοριακού

βάρους) κλάσματα εξατμίζονται γρήγορα, διαδικασία που ξεκινά ήδη από τις πρώτες ώρες ή μέρες ενός ατυχήματος. Οι ρυθμοί εξατμίσης εξαρτώνται από τη θερμοκρασία, την ταχύτητα του ανέμου, την ηλιακή ακτινοβολία, το πάχος της κηλίδας και τη φύση του πετρελαίου. Έτσι, οι υψηλές θερμοκρασίες και ο δυνατός άνεμος ευνοούν την εξατμίση. Τα υπολείμματα που παραμένουν μετά την εξατμίση έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα και ιξώδες και αυτό επηρεάζει τόσο τη συμπεριφορά τους στο θαλάσσιο περιβάλλον όσο και τις μεθόδους με τις οποίες μπορεί να αντιμετωπιστεί η πετρελαιοκηλίδα (Clark, 2003). Εκτιμάται ότι ανάλογα με τη σύσταση του πετρελαίου και τις μετεωρολογικές συνθήκες ποσοστό ίσο με το 20-50% του όγκου του αργού πετρελαίου απομακρύνεται λόγω εξατμίσης. Η εξατμίση ως διαδικασία είναι ανταγωνιστική της διάλυσης. Σε κάθε περίπτωση ένα πολύ μικρό μέρος του πετρελαίου είναι διαλυτό στο θαλασσινό νερό. Ακολουθεί η διασπορά του πετρελαίου σε μικρά σταγονίδια πετρελαίου τα οποία όταν έχουν διάμετρο μικρότερη από 70 μm περίπου, παραμένουν ευκολότερα σε αιώρηση στη στήλη του νερού, διότι η φυσική τους τάση να ανέβουν και πάλι στην επιφάνεια ως αραιότερα του νερού αντισταθμίζεται από τις τυρβώδεις δυνάμεις. Σχηματίζεται έτσι ένα γαλάκτωμα πετρελαίου-σε-νερό. Τα μεγαλύτερα σταγονίδια επανέρχονται στην επιφάνεια της θάλασσας όπου συσσωματώνονται με άλλα και ξαναδημιουργούν κηλίδα (Κοτρίκλα, 2015).

Η διασπορά του πετρελαίου το απομακρύνει από την επιφάνεια του νερού με θετική επίδραση σε πουλιά που μπορεί να βουτούν προς αναζήτηση τροφής, ενώ και η συνεχής ανάμιξή του με ποσότητες νερού οδηγεί στη μείωση των συγκεντρώσεων του πετρελαίου στο νερό, μειώνοντας έτσι και την έκθεση των οργανισμών που βρίσκονται στη στήλη του νερού. Από την άλλη μεριά πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η διασπορά δεν εξαφανίζει το πετρέλαιο από το θαλασσινό νερό (όπως πχ η εξατμίση). Πρόκειται για μια μηχανική διαδικασία η οποία οφείλεται στη μηχανική ενέργεια των κυμάτων και της τύρβης του θαλασσινού νερού. Η διασπορά μεταφέρει το πετρέλαιο από την επιφάνεια σε όλη τη στήλη του νερού, όπου μπορεί να προσροφηθεί σε αιωρούμενα σώματα, να εναποτεθεί στο ιζήμα ή να εμφανίσει τοξική δράση σε οργανισμούς στη στήλη του νερού. Ακολουθεί η γαλακτωματοποίηση, δηλαδή η απορρόφηση νερού από το πετρέλαιο με αποτέλεσμα τη δημιουργία γαλακτωμάτων νερού σε πετρέλαιο (water-in-oil emulsion), διαδικασία η οποία μπορεί να αυξήσει τον όγκο του πετρελαίου έως πέντε φορές. Ο ρυθμός δημιουργίας του γαλακτώματος εξαρτάται από τα συστατικά του πετρελαίου (πχ συγκέντρωση νικελίου/βαναδίου ή η περιεκτικότητα σε ασφαλτένια). Ο σχηματισμός γαλακτωμάτων νερού σε πετρέλαιο επιβραδύνει άλλες διεργασίες μετασχηματισμού του πετρελαίου και αποτελεί τον κύριο λόγο για την παραμονή των ελαφριών και μεσαίων πετρελαίων ανέπαφων στη θάλασσα και στις ακτές (ITOPF, 2011, Κοτρίκλα, 2015). Τα σταγονίδια του πετρελαίου σε διασπορά ή και τα γαλακτώματα μπορεί να προσροφηθούν σε αιωρούμενα σώματα ιζήματος ή οργανικής ύλης και σιγά σιγά να βυθιστούν. Ρηχές παράκτιες θαλάσσιες περιοχές ή οι εκβολές ποταμών έχουν μεγάλες ποσότητες αιωρούμενης ύλης στη στήλη του νερού. Ειδικά το βαρύ καύσιμο πετρέλαιο και τα γαλακτώματα νερού σε πετρέλαιο έχουν πυκνότητες παραπλήσιες του νερού και καθιζάνουν ευκολότερα.

Το αργό πετρέλαιο προέρχεται από υπολείμματα πλαγκτόν και άλλων οργανισμών, έχει δηλαδή φυσική προέλευση. Επίσης υπάρχουν περιοχές στον πλανήτη που εκρέει φυσικά σε υποθαλάσσια κοιτάσματα. Γι' αυτό υπάρχουν θαλάσσιοι μικροοργανισμοί (βακτήρια, μύκητες, πρωτόζωα) που χρησιμοποιούν τους υδρογονάνθρακες του πετρελαίου ως πηγή άνθρακα και ενέργειας και συνεπώς έχουν αναπτύξει την ικανότητα να το διασπούν. Οι οργανισμοί αυτοί είναι τυπικά περισσότεροι σε περιοχές με φυσικές εκροές πετρελαίου και σε χρόνια ρυπασμένες, κυρίως παράκτιες περιοχές που δέχονται ανεπεξέργαστα αστικά και βιομηχανικά απόβλητα (ITOPF, 2011). Στον ρυθμό και την έκταση της βιοδιάσπασης επιδρούν τα χαρακτηριστικά του πετρελαίου, η διαθεσιμότητα οξυγόνου και θρεπτικών συστατικών και η θερμοκρασία. Πάντα ορισμένα μεγάλα και σύνθετα μόρια συστατικών του πετρελαίου είναι ανθεκτικά στη βιοδιάσπαση και παραμένουν ως υπολείμματα (ITOPF, 2011). Η βιοδιάσπαση είναι μια αργή διαδικασία με περιορισμούς: συμβαίνει στη διεπιφάνεια πετρελαίου – νερού κι συνεπώς επιταχύνεται από τη διασπορά του πετρελαίου αλλά είναι πιο αργή σε στάδια με χαμηλότερη διεπαφή όπως η πετρελαιοκηλίδα ή το γαλάκτωμα νερού. Ομοίως, πετρέλαιο που εκβράζεται στις ακτές σε παχιά στρώματα μπορεί να παραμείνει ανέπαφο για χρόνια. Τέλος, στα βαθιά νερά και τα ιζήματα οι ταχύτητες βιολογικής οξειδωσης είναι μικρές, λόγω των χαμηλότερων θερμοκρασιών και της έλλειψης οξυγόνου. Η βιοδιάσπαση μακροπρόθεσμα είναι ο βασικός μηχανισμός φυσικής απομάκρυνσης του παραμένου πετρελαίου από τις ακτές και τη θάλασσα (ITOPF, 2011).

Φυσικές και βιολογικές επιπτώσεις στους οργανισμούς

Η παρουσία του πετρελαίου στην επιφάνεια της θάλασσας, λειτουργεί στην ουσία σαν μία τεράστια μεμβράνη, εμποδίζοντας τη φυσική εναλλαγή αέρος- θάλασσας, που είναι απαραίτητη για τους θαλάσσιους βιολογικούς κύκλους (Α. Καυκούλας, 2001). Συνέπειες των παραπάνω είναι η μείωση της ανανέωσης του οξυγόνου, η επιβράδυνση της χλωροφυλλικής σύνθεσης (οι ακτίνες του ήλιου παρεμποδίζονται) και η αύξηση της θερμοκρασίας με την αντίστοιχη ανάπτυξη μικροοργανισμών.

Η τοξικότητα του πετρελαίου στα θαλάσσια οικοσυστήματα εξαρτάται από τη σύστασή του, τη συγκέντρωση που προσλαμβάνεται από τους οργανισμούς και φυσικά από το είδος του οργανισμού που εκτίθεται σε αυτό.

Το πετρέλαιο αποτελεί ένα μείγμα από οργανικές ενώσεις, πολλές από τις οποίες είναι τοξικές για τους θαλάσσιους οργανισμούς. Γενικά διακρίνονται τρεις κατηγορίες:

1. Ενώσεις μικρού μοριακού βάρους οι οποίες είναι πτητικές (εξατμίζονται γρήγορα) και για τούτο έχουν σχετικά μικρές επιπτώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον
2. Μεσαίου μοριακού βάρους που παραμένουν για μεγαλύτερο διάστημα στο θαλάσσιο περιβάλλον και είναι οι κυρίως υπεύθυνες για την τοξικότητα του πετρελαίου και
3. Μεγάλου μοριακού βάρους (πίσσες), που είναι αδρανείς από χημική άποψη αλλά προκαλούν μηχανικής φύσης παρενέργειες στο οικοσύστημα.

Η τοξικότητα είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη διαλυτότητα στο νερό. Πολλές φορές αυξάνει αντιστρόφως ανάλογα προς το χρόνο έκθεσης στο φως, λόγω του σχηματισμού οξέων.

Η ιδιαίτερη τοξικότητα που εμφανίζουν κάποια από τα συστατικά του πετρελαίου επιφέρει μία σειρά αρνητικών επιπτώσεων στους θαλάσσιους οργανισμούς. Δεν πρέπει να παραβλεφθεί η επίδραση του πετρελαίου στο φυτοπλαγκτόν, αφού τα τοξικά συστατικά του πρώτου οδηγούν στην ελάττωση του φυτοπλαγκτόν μετά την πάροδο λίγων ημερών. Ανωμαλίες στην αναπαραγωγή, διατροφή και ανάπτυξη, βλάβες και νέκρωση κυττάρων, αναισθησία των ψαριών, ακόμη και ο θάνατος, είναι μερικές από τις βιολογικές επιδράσεις του πετρελαίου (Clark, 2003). Επίσης, πολύ σημαντικό είναι ότι μέσω της τροφικής αλυσίδας κάποια συστατικά του πετρελαίου συσσωρεύονται σε άλλους οργανισμούς και εν τέλει καταλήγουν και στον άνθρωπο μέσω της κατανάλωσης ψαριών, οστρακοειδών κλπ.

Η είσοδος των υδρογονανθράκων πετρελαίου στη θαλάσσια τροφική αλυσίδα έχει μελετηθεί εκτενώς και οι επικρατέστεροι τρόποι εισόδου είναι, αρχικά με την κατάποση σωματιδίων στα οποία είναι προσροφημένοι οι υδρογονάνθρακες, με απευθείας πρόσληψη από τα βράγχια, διαλυμένου ή σε διασπορά πετρελαίου, με κατάποση ρυπασμένου νερού, οπότε και καταλήγουν στα εντόσθια των ψαριών και τέλος μέσω βακτηριδίων όπου συσσωρεύονται και τα οποία αποτελούν τροφή για ορισμένους οργανισμούς. Οι υδρογονάνθρακες πετρελαίου συσσωρεύονται στους λιπαρούς ιστούς πολλών θαλάσσιων οργανισμών. Η μέγιστη συγκέντρωση πρόσληψης που επιτυγχάνεται, εξαρτάται από το περιεχόμενο των οργανισμών σε λιπίδια καθώς και από τη συγκέντρωση των υδρογονανθράκων. Τα σωματίδια του πετρελαίου εκκρίνονται αμετάβλητα από μερικούς οργανισμούς. Τα περιττώματα αυτών των οργανισμών με πυκνότητα μεγαλύτερη του νερού καταβυθίζονται, με αποτέλεσμα να καταλήγουν στα ιζήματα όπου επηρεάζουν τους βενθικούς οργανισμούς (Κοτρίκλα, 2015).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μερικά από τα μη άμεσα θανατηφόρα αποτελέσματα που μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στην πληθυσμιακή κατανομή των διαφόρων οργανισμών, είναι οι αλλαγές στην αναπαραγωγή, τον μεταβολισμό, τη συμπεριφορά, την ανάπτυξη, την ιστολογία. Τα αποτελέσματα της επίδρασης του πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον, εξαρτώνται από την ευαισθησία του οργανισμού στο πιο ευάλωτο στάδιο της ανάπτυξής του, συνήθως στην ηλικία του νεογνού ή τη νεανική. Παράλληλα με την άμεση βιολογική τοξικότητά του, το πετρέλαιο προκαλεί ελάττωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, λόγω των μεγάλων ποσοτήτων που απαιτούνται για τις χημικές και βιολογικές αντιδράσεις οξειδωσης. Οι υδρογονάνθρακες πετρελαίου έχουν σημαντική επίδραση στα θαλάσσια φυτά. Οι επιπτώσεις από χρόνια ή οξεία έκθεση εξαρτώνται από το είδος των φυτών, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και το είδος του πετρελαίου. Τα ασπόνδυλα είναι γενικά πιο ευαίσθητα στους υδρογονάνθρακες πετρελαίου απ' ό,τι τα φύκη. Όσον αφορά στα ψάρια, έχει αποδειχθεί πως οι υδρογονάνθρακες πετρελαίου επηρεάζουν τη δράση διαφόρων ενζυμικών συστημάτων, τη δομή των ιστών, και ελαττώνουν τη γονιότητά τους. Σε χαμηλές

συγκεντρώσεις προκαλούν αναισθησία και νάρκωση, ενώ σε μεγαλύτερες, βλάβες και νεκρώσεις στα κύτταρά τους. Η μεγάλη τοξικότητα του πετρελαίου για τους θαλάσσιους οργανισμούς, είναι αποτέλεσμα της άμεσης επίδρασης των υδρογονανθράκων σε βασικές κυτταρικές διεργασίες και ειδικότερα σε διεργασίες μεμβράνης.

Οι επιπτώσεις από την έκχυση πετρελαίου στη θάλασσα διακρίνονται σε μακροπρόθεσμες και βραχυπρόθεσμες. Αποτέλεσμα είναι η μείωση της διαπερατότητας του φωτός που μπορεί να φτάσει μέχρι το 90% σε βάθος 2m κάτω από τη στοιβάδα πετρελαίου, σε σύγκριση με μη ρυπασμένες, από πετρέλαιο περιοχές. Έτσι αναστέλλεται η φωτοσύνθεση των θαλασσιών φυτών, όταν η στοιβάδα του πετρελαίου παραμείνει για μεγάλο χρονικό διάστημα (Σαρηγιάννης, 2008).

Επίσης μειώνεται σημαντικά η δυνατότητα διάλυσης του ατμοσφαιρικού οξυγόνου στο νερό, με τελικό αποτέλεσμα να δημιουργηθούν ασφυκτικές καταστάσεις για τη βιοκοινωνία. Μια άλλη συνέπεια της παρουσίας του πετρελαίου στη θάλασσα είναι ότι παραλαμβάνει τις υπάρχουσες λιποδιαλυτές ενώσεις, όπως χλωριωμένα παρασιτοκτόνα κ.α. που μεταφέρονται έτσι σε πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στις ακτές.

Το πετρέλαιο επιδρά στην αναπαραγωγή, την ανάπτυξη, και τη συμπεριφορά των οργανισμών. Σε γενικές γραμμές, στην ανοιχτή θάλασσα και τις παράκτιες περιοχές, τα ενήλικα ψάρια με εμπορική σημασία για τον άνθρωπο έχουν την ικανότητα να αποφεύγουν περιοχές στις οποίες επιπλέει πετρέλαιο και σπάνια πεθαίνουν (Κοτρίκλα, 2015). Τα αυγά των ψαριών και οι προνύμφες τους όμως είναι ευάλωτα στη ρύπανση από πετρέλαιο και έχει παρατηρηθεί θάνατος των προνυμφών και μείωση του ποσοστού εκκολαπτόμενων αυγών σε συγκεντρώσεις πετρελαίου 10-25 ng/L. Υπάρχουν αναφορές για ανάπτυξη όγκων σε ψάρια και δίθυρα που διαβιούν σε περιοχές με χρόνια ρύπανση από υδρογονάνθρακες πετρελαίου. Επίσης το πετρέλαιο αυξάνει την ευαισθησία των ψαριών στις ασθένειες (Clark, 2003). Μετά το ναυάγιο του Haven¹⁶ στην Ιταλία η μείωση των πληθυσμών των ψαριών σε συγκεκριμένες αλιευτικές περιοχές εκτιμήθηκε ότι έφτασε το 43%.

Όσον αφορά στις βενθικές κοινότητες σε επίπεδο κοινότητας ή πληθυσμού, οι επιπτώσεις μπορεί να είναι θανατηφόρες, εξαλείφοντας κάθε ζωή από το σημείο του ατυχήματος. Αυτό συμβαίνει διότι το πετρέλαιο εισέρχεται στο ίζημα, με αποτέλεσμα να παραμένει εκεί ανέπαφο, λόγω της απουσίας οξυγόνου και φωτός. Σε τέτοιες περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί σημαντική μείωση των πληθυσμών βενθικών ειδών (καβουριών, στρειδιών και μυδιών) με διάρκεια έως και έξι χρόνια μετά την εισροή πετρελαίου (Clark, 2003). Οι δευτερογενείς επιπτώσεις αφορούν στην επακόλουθη διατάραξη της δομής των βιοκοινοτήτων, την υποχώρηση ευαίσθητων ειδών και την επικράτηση ευκαιριακών ειδών. Οι πληγείσες βιοκοινότητες περνούν από διάφορα στάδια διαδοχής και ο ρυθμός αποκατάστασης (1-10 έτη) εξαρτάται από την απόσταση από το σημείο της διαρροής, το ρυπαντικό φορτίο και τον τύπο του οικοσυστήματος. Ο κίνδυνος για τη θαλάσσια ζωή ή την τροφική αλυσίδα είναι μικρότερος σε ανοιχτές παραλίες με άμμο, χαλίκι ή βότσαλα οι οποίες συνήθως καθαρίζονται με μηχανικά μέσα. Αντίθετα το πετρέλαιο μπορεί να παραμένει για χρόνια σε απομονωμένα ή δυσπρόσιτα σημεία εκτός και εφαρμοστούν έγκαιρα τεχνικές καθαρισμού. Για παράδειγμα στη λιμνοθάλασσα της Γιάλοβας η βενθική πανίδα ανέκαμψε μετά την πετρελαιοκηλίδα που προκάλεσε το Iliad¹⁷ (1993) εντός δύο ετών (Dunas κ.ά. 1998). Αντίστοιχα, η βενθική μακροπανίδα, στην περιοχή της πετρελαιοκηλίδας από το πλοίο Haven στη θάλασσα της Λιγουρίας, βρέθηκε οκτώ χρόνια μετά τη ρύπανση σε σχεδόν φυσική ανέγγιχτη κατάσταση (Guidetti et al., 2000). Στην περίπτωση της πετρελαιοκηλίδας που προκλήθηκε από το Eurobulker¹⁸ στην Εύβοια παρατηρήθηκε απότομη μείωση του αριθμού των ειδών της βενθικής μακροπανίδας στο σημείο του ατυχήματος (από 23 σε 8 είδη/0,05 μ²). Τέσσερις μήνες μετά το συμβάν ο αριθμός των ειδών ήταν 16 και παρέμεινε σταθερός έως το τέλος της έρευνας στους 8 μήνες (17 είδη/0,05 μ²). Ωστόσο σε

¹⁶ Το ναυάγιο του Haven συνέβη τον Απρίλιο 1991 στον κόλπο της Γένοβας όταν το VLCC (very large crude carrier) έπιασε φωτιά, εξερράγη και κόπηκε σε τρία τμήματα. Η διαρροή πετρελαίου ανήλθε στους 144.000 τόνους και η πετρελαιοκηλίδα που σχηματίστηκε είχε μήκος 12 χλμ και πλάτος 4 χλμ. Συνολικά χρειάστηκε να καθαριστούν πάνω από 110 χλ ακτής, παραλιών και βράχων. <http://wwz.cedre.fr/en/Our-resources/Spills/Spills/Haven>

¹⁷ Το ναυάγιο του δεξαμενόπλοιου Iliad προκλήθηκε όταν αυτό προσάραξε σε βράχους κοντά στη νήσο Σφακτηρία, βγαίνοντας από το λιμάνι της Πύλου, στις 9 Οκτωβρίου 1993. Το δεξαμενόπλοιο ήταν φορτωμένο με 80.000 τόνους ελαφρύ αργό πετρέλαιο από το οποίο περίπου 200 τόνοι κατέληξαν στη θάλασσα. Η απάντηση από τη θάλασσα και οι καθαρισμοί των παραλιών ολοκληρώθηκαν 3 μήνες μετά, στα μέσα Ιανουαρίου 1994.

¹⁸ Το ναυάγιο του φορτηγού πλοίου Eurobulker X συνέβη την 1^η Σεπτεμβρίου 2000 στο Λευκαντί Ευβοίας. Προκλήθηκε διαρροή 700 τόνων αργού πετρελαίου η οποία ρύπανε τη θάλασσα μέχρι το Χαλκούτσι, την Αυλίδα, το Δήλεσι και τον Ωρωπό.

πιο ρηχά σημεία με αδρότερα υποστρώματα οι επιπτώσεις δεν είχαν αποκατασταθεί στο διάστημα των οκτώ μηνών (Zenetos κ.ά, 2004).

Μελέτες μετά το ναυάγιο του Aegean Sea¹⁹ έδειξαν ότι τους πρώτους 12 μήνες τα περισσότερα από τα είδη που θεωρούνται ευαίσθητα στο αργό πετρέλαιο είτε εξαφανίζονται ή οι πληθυσμοί τους μειώνονται σημαντικά και αντικαθίστανται από ευκαιριακά είδη, κυρίως πολύχαιτους. Πέρασαν τρία χρόνια πριν αρχίσουν να επανεμφανίζονται οι αρχικές κοινότητες της περιοχής. Τα ευαίσθητα στη ρύπανση από υδρογονάνθρακες είδη επανεμφανίστηκαν στον τέταρτο έτος μετά την πετρελαιοκηλίδα (García, 2003).

Το πλαγκτόν και ιδιαίτερα το νουστόν, που ζει στα ανώτερα λίγα μικρόμετρα (μm) της στήλης του νερού, επηρεάζεται από την παρουσία του πετρελαίου στα αρχικά στάδια της ρύπανσης όταν δηλαδή το πετρέλαιο ακόμη επιπλέει. Τούτο συμβαίνει επειδή περιέχει ακόμη μεγάλες ποσότητες μικρού και μεσαίου μοριακού βάρους που είναι και οι πλέον τοξικές. Επιπλέον αυτά τα κλάσματα έχουν σχετικά μικρό ειδικό βάρος με αποτέλεσμα να παραμένουν στα ανώτερα στρώματα της στήλης του νερού (Κοτρίκλα, 2015).

Το αρωματικό κλάσμα του πετρελαίου είναι τοξικότερο στο πλαγκτόν σε σύγκριση με τις αλειφατικές ενώσεις (π.χ. αλκάνια και κυκλοαλκάνια). Καθώς ο χρόνος μετά την έκλυση του πετρελαίου περνάει, διεργασίες όπως η εξάτμιση και η διάλυση αλλάζουν τη σύσταση του πετρελαίου (γήρανση πετρελαίου – weathering of oil), απομακρύνοντας τα ελαφρύτερα συστατικά του, οπότε η τοξικότητά του στο πλαγκτόν μειώνεται. Γενικά, ενώ έχει παρατηρηθεί ότι μετά από ένα έντονο επεισόδιο ρύπανσης από πετρέλαιο οι πλαγκτονικοί οργανισμοί πεθαίνουν, οι επιδράσεις αυτές είναι βραχύβιες και γρήγορα το σύστημα επανέρχεται στην κατάσταση πριν τη ρύπανση (Clark, 2003).

Η πιο εμφανής στην κοινή γνώμη επίδραση επεισοδίων ρύπανσης από πετρέλαιο στο οικοσύστημα σχετίζεται με τους θανάτους των πουλιών. Αντίθετα με τους περισσότερους άλλους θαλάσσιους οργανισμούς, τα θαλασσοπούλια βλάπτονται έμμεσα, κυρίως λόγω των φυσικών ιδιοτήτων του επιπλέοντος πετρελαίου. Το πετρέλαιο ερχόμενο σε επαφή με το πτέρωμα των πουλιών καταστρέφει τη μόνωση που αυτό παρέχει έναντι του νερού. Το νερό διεισδύει στο φτέρωμα και εκτοπίζει τον αέρα που βρίσκεται παγιδευμένος μεταξύ των φτερών και του δέρματος των πουλιών και ο οποίος παρέχει αυξημένη άνοση και θερμική μόνωση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα πτηνά είτε να βυθίζονται, είτε να πεθαίνουν από απώλεια θερμότητας. Ακόμη και αν δεν πνιγεί, η απώλεια της θερμικής μόνωσης έχει ως αποτέλεσμα την ταχεία εξάντληση των αποθεμάτων ενέργειας του ζώου, που προσπαθεί να διατηρήσει τη θερμοκρασία του σώματός του σταθερή. Ακολουθεί υποθερμία και θάνατος (Clark, 2003). Επιπλέον, τα πουλιά προσπαθούν να καθαρίσουν το φτέρωμά τους από το πετρέλαιο με το ράμφος τους, με αποτέλεσμα να το καταπίνουν. Ανάλογα με την τοξικότητά του, το πετρέλαιο μπορεί να τους δημιουργήσει εντερικές διαταραχές, νεφρική και ηπατική ανεπάρκεια. Μια μικρότερη ωστόσο επίπτωση του πετρελαίου αφορά στη μειωμένη αναπαραγωγική εφόσον τα πτηνά καταπιούν πετρέλαιο κατά την περίοδο αναπαραγωγής. Από τα αυγά που γεννιούνται τελικά, το ποσοστό αυτών που εκκολάπτονται είναι μειωμένο. Επίσης, εάν στη διάρκεια της επώασης των αυγών μεταφερθεί πετρέλαιο από το ρυπασμένο φτέρωμα στο αυγό, το έμβρυο μπορεί να πεθάνει. Πάντως το πετρέλαιο απειλεί λιγότερο την αναπαραγωγή των πουλιών σε σχέση με την υποθερμία και τον πνιγμό ενήλικων πουλιών που προκαλεί (Clark, 2003)

Είναι δύσκολο να υπολογιστεί ο αριθμός των πουλιών που πεθαίνουν λόγω των πετρελαιοκηλίδων, επειδή πολλά βυθίζονται πριν εκβραστούν στην ακτή, όπου μπορούν να μετρηθούν. Περίπου 20.000 νεκρά πουλιά, μερικά από τα οποία ανήκουν σε σπάνια είδη, μετρήθηκαν μετά τη διαρροή

¹⁹ Τον Δεκέμβριο 1992, το ελληνικής σημαίας φορηγό Aegean Sea ενώ εισερχόταν στο λιμάνι της La Coruna στην Ισπανία, εξετράπη της πορείας του λόγω πολύ ισχυρών ανέμων και προσέκρουσε σε ύφαλο. Κόπηκε στα δύο και βυθίστηκε στις φλόγες. 67.000 τόνοι ελαφρού αργού πετρελαίου διέρρευσε στη θάλασσα. Μεγάλο μέρος του κήκε στην πυρκαγιά που ακολούθησε της προσάραξης ωστόσο η επιβάρυνση του περιβάλλοντος ήταν εξαιρετικά εκτεταμένη καθώς 300 χλμ ακτής ρυπάνθηκαν (<http://www.cedre.fr/en/Our-resources/Spills/Spills/Aegean-Sea>)

από το Amoco Cadiz.²⁰ Λόγω της πετρελαιοκηλίδας που προκλήθηκε από το Exxon Valdez²¹ μετρήθηκαν νεκρά 35.000 θαλασσοπούλια αλλά υπολογίζεται ότι ο συνολικός αριθμός έφτασε στα 250.000 άτομα²². Ωστόσο το πλέον καταστροφικό ατύχημα με πετρελαιοκηλίδα όσον αφορά στα θαλασσοπούλια ήταν το ναυάγιο του Erica (1999): συλλέχθηκαν 63.000 πετρελαιομένα πουλιά από τα οποία 61.403 πέθαναν παρά τις προσπάθειες καθαρισμού. Το 82% των θυμάτων ήταν λεπτοραμφόκελφοι (*Uria aalge*). Η αυξημένη σοβαρότητα του ναυαγίου του Erica όσον αφορά στα θαλασσοπούλια αποδίδεται στο ότι συνέβη σε περιοχή και εποχή διαχείμασης. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να υπολογίζεται στην περίπτωση των πουλιών, όταν αυτά είναι μεταναστευτικά είναι η περιοχή προέλευσης και η κατάσταση του πληθυσμού σε αυτή. Στην περίπτωση του Sea Empress²³ καταγράφηκαν πάνω από 7.000 πουλιά μολυσμένα με πετρέλαιο. Δυστυχώς η επιβίωση τους μετά τον καθαρισμό ήταν πολύ χαμηλή. Ο πληθυσμός του τοπικού κοινού είδους μαυρόπαπιας (*Melanitta nigra*) μειώθηκε σημαντικά και η ανάκαμψη του ήταν πολύ αργή (Johnson & Butt, 2006). Επίσης η ρύπανση και υποβάθμιση των ενδιατημάτων τροφοληψίας είχε στη συνέχεια αρνητική επίδραση στους πληθυσμούς ορισμένων μεταναστευτικών πτηνών.

Σε σύγκριση με τα πουλιά τα θαλάσσια θηλαστικά επηρεάζονται σπανιότερα από τις πετρελαιοκηλίδες. Η ευαισθησία των θαλάσσιων θηλαστικών στη ρύπανση από πετρέλαιο ποικίλει ανάλογα με το είδος και εξαρτάται επίσης από τη σχετική σημασία του τριχώματος και του λίπους για τη θερμορύθμιση των ζώων (Κοτρίκλα, 2015). Στην περίπτωση του Prestige²⁴ επηρεάστηκαν περίπου 25.000 πουλιά από τα οποία το 75% βρέθηκαν νεκρά ενώ από τα εναπομείναντα μόνο το 10% κατάφερε να επιβιώσει. Με δεδομένη την έκταση της πετρελαιοκηλίδας υπολογίζεται ότι η συνολική θνησιμότητα έφτασε τα 250.000-300.000 πουλιά. Επηρεάστηκαν επίσης βίδρες, δελφίνια, θαλάσσιες χελώνες και μια φώκια.

Όσον αφορά στον παράκτιο χώρο, οι βραχώδεις ακτές λόγω της υψηλής ενέργειας (κυματισμός, παλίρροιες κλπ.) το πετρέλαιο ξεπλένεται γρήγορα, εντούτοις υπάρχουν φαινόμενα άμεσης τοξικότητας στα χλωροφύκη και στα ροδοφύκη, καθώς και σημαντικές, άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στους πληθυσμούς των φυτοφάγων οργανισμών, μεταβάλλοντας σημαντικά τη δομή των βιοκοινωνιών. Οι επιπτώσεις στις αμμόδεις και ιλυώδεις ακτές είναι σημαντικότερες επειδή το πετρέλαιο ενσωματώνεται στο επιφανειακό ίζημα με αποτέλεσμα τη δημιουργία ανοξικών συνθηκών. Η πανίδα που ζει στην επιφάνεια της άμμου υφίσταται τόσο την άμεση τοξική δράση του πετρελαίου, όσο και τις έμμεσες συνέπειες που έχει αυτό στην τροφή της, δηλαδή την ενδοπανίδα. Επιπλέον η χαμηλή συγκέντρωση οξυγόνου έχει ως αποτέλεσμα τη βραδύτερη αποικοδόμηση του πετρελαίου και επομένως την παράταση της τοξικής του δράσης. Στην περίπτωση του Sea Empress παρατηρήθηκε πληθυσμιακή έκρηξη του φύκου *Enteromorpha* λόγω της θνησιμότητας στις πεταλίδες και άλλα φυτοφάγα γαστερόποδα. Επιπλέον επηρεάστηκε αρνητικά η βλάστηση των αλμυρόβαλτων της περιοχής κυρίως όσον αφορά στη θαλάσσια γλιστρίδα (*Halimione portulacoides*) και στα βούρλα (Johnson & Butt, 2006).

²⁰ Το ναυάγιο του Amoco Cadiz συνέβη τον Μάρτιο 1978 στις ακτές της Βρετανίας. Προκλήθηκε διαρροή 223.000 τόνων ελαφρού Ιρανικού και Αραβικού αργού πετρελαίου και 4.000 τόνοι βαρέος μαζούτ ναυτιλίας. Μεγάλη ποσότητα του πετρελαίου γαλακτωματοποιήθηκε αυξάνοντας περαιτέρω τον όγκο του. Έως τα τέλη Απριλίου, πετρέλαιο και γαλακτώματα ρύπαναν 360 χλμ ακτών (<http://www.cedre.fr/en/Our-resources/Spills/Spills/Amoco-Cadiz>)

²¹ Το ναυάγιο του Exxon Valdez συνέβη τον Μάρτιο 1989 στις ακτές της Αλάσκα και προκάλεσε διαρροή 38.500 τόνων αργού πετρελαίου. Η πετρελαιοκηλίδα είχε έκταση πάνω από 7.000 χλμ² που ρύπανε περίπου 2.000 χλμ ακτών (322 σοβαρά και τα υπόλοιπα ελαφριά) (<http://www.cedre.fr/en/Our-resources/Spills/Spills/Exxon-Valdez>)

²² <http://www.evostc.state.ak.us/index.cfm?FA=facts.QA>

²³ Το πετρελαιοφόρο Sea Empress προσάραξε στα βράχια, στην είσοδο του Μίλφορντ Χέιβεν της νοτιοδυτικής Ουαλίας, καθώς εισερχόταν στο λιμάνι, στις 15 Φεβρουαρίου 1996. Το σκάφος είχε φορτωθεί στη Σκοτία με 131.000 τόνους αργού πετρελαίου (Forties blend crude oil). Μία εβδομάδα μετά την προσάραξη, 72.000 τόνοι από το φορτίο του καθώς και 370 τόνοι καύσιμου πετρελαίου (heavy fuel oil) είχαν εκχυθεί στη θάλασσα.

²⁴ Το μονοπύθμενο δεξαμενόπλοιο Prestige παρουσίασε κλίση και εξέπεμψε σήμα κινδύνου στις 13 Νοεμβρίου 2002 από τα ανοιχτά των ακτών της Γαλιτίας, Ισπανία. Από τις 14 έως τις 19/11 το πλοίο ρυμουλκήθηκε στα ανοιχτά σε διάφορες κατευθύνσεις. Το βράδυ της 19ης Νοεμβρίου κόπηκε στα δύο σε απόσταση περίπου 130 ναυτικών μιλίων δυτικά-νοτιοδυτικά του ακρωτηρίου Finisterre. Στις 00.00 η πρύμνη του Prestige βυθίστηκε σε βάθος 3500 μ και λίγες ώρες μετά ακολούθησε και η πλώρη. 64.000 τόνοι πετρελαίου διέρρευσαν στη θάλασσα επηρεάζοντας 2,900 χλμ ακτών σε Γαλλία, Ισπανία και Πορτογαλία

Επιπτώσεις στις ανθρώπινες δραστηριότητες

Στις βόρειες ακτές του κόλπου, βρίσκεται η αστική περιοχή της Αθήνας και του Πειραιά, όπου αν και κατοικείται από τα αρχαία χρόνια, έχει δεχτεί ραγδαία και ανεξέλεγκτη αστικοποίηση από το 1950 και έπειτα. Αυτή η αύξηση του πληθυσμού τις τελευταίες δεκαετίες οδηγεί σε αύξηση των χρησιμοποιούμενων πόρων και περιβαλλοντικών επιπτώσεων, επιβαρύνοντας τον τελικό, θαλάσσιο αποδέκτη.

Οι κύριες ανθρωπογενείς δραστηριότητες που επηρεάζουν το παράκτιο θαλάσσιο οικοσύστημα του Σαρωνικού μπορούν να ομαδοποιηθούν ως εξής: αστικοποίηση, βιομηχανία (δυλιστήρια, χαλυβουργία, βυρσοδεψία), αλιεία, υδατοκαλλιέργειες, τουρισμός, ναυτιλία. Συγκεκριμένα, οι διεθνείς και εθνικές ναυτιλιακές δραστηριότητες που διεξάγονται στην ευρύτερη περιοχή του Πειραιά, ένα από τα μεγαλύτερα λιμάνια της Ευρώπης και του κόσμου, δημιουργούν εστίες ρύπανσης μέσω ναυαγίων όπως το εν λόγω, παρατημένα πλοία και εκροές από μηχανοστάσια.

Η αισθητική ρύπανση και υποβάθμιση των παράκτιων περιοχών που αποτελούν χώρους αναψυχής και η ελάττωση της ελκυστικότητας των παραλιών εξαιτίας της προσβολής τους από μία πετρελαιοκηλίδα, μπορούν να έχουν σοβαρότατο αντίκτυπο στην τουριστική βιομηχανία και γενικότερα στην οικονομία μίας περιοχής. Το ναυάγιο του Haven στην Ιταλία, είχε ως αποτέλεσμα τις πολλαπλές ακυρώσεις κρατήσεων τουριστών, την υποβάθμιση της τουριστικής αξίας της περιοχής και βέβαια την απώλεια εσόδων (Κοτρίκλα, 2015). Ως επακόλουθο της ρύπανσης από την πετρελαιοκηλίδα του Prestige υπήρξε η μείωση της τουριστικής κίνησης στις ακτές τόσο της Ισπανίας όσο και της Γαλλίας το 2003. Στο ατύχημα του Irenes Serenade²⁵ στην Πύλο υπήρξε σχεδόν αυτόματη πτώση της αξίας αστικής γης και κτισμάτων λόγω της υποβάθμισης του περιβάλλοντος (Αλεξόπουλος, 2004). Εκτός όμως από τις επιπτώσεις στον τουρισμό, δεν μπορεί να παραβλεφθεί και η ακύρωση οποιασδήποτε ανθρώπινης ψυχαγωγικής δραστηριότητας σε μία ρυπασμένη περιοχή. Η ρύπανση, μπορεί να προκαλέσει σειρά επιπτώσεων που συνδέονται με την περιβαλλοντική ευαισθησία των κατοίκων της πληγείσας περιοχής και τη σοβαρότητα με την οποία αντιμετωπίζουν τη μη χρηστική διάσταση του περιβάλλοντος. Η τελευταία υπεισέρχεται τακτικά στις ατομικές συναρτήσεις ευημερίας και αποτελεί ένα (διαρκώς διευρυνόμενο) λόγω μεταστροφής των ατομικών προτιμήσεων σήμερα.

Η αλιευτική βιομηχανία είναι ένα ακόμη θύμα της πετρελαϊκής ρύπανσης. Είτε μέσω της καταστροφής ή της υποβάθμισης των αλιευτικών εργαλείων των αλιέων από το πετρέλαιο, είτε μέσω της υποβάθμισης αλιευτικών πεδίων και τη μείωση πληθυσμών ψαριών, η επαγγελματική αλιεία επηρεάζεται σημαντικά. Η αντίδραση των καταναλωτών είναι ένα επιπλέον ζήτημα. Οι μηχανισμοί με τους οποίους κινείται η αγορά είναι ευαίσθητοι και το καταναλωτικό κοινό δύσκολα αγοράζει θαλασσινά που προέρχονται από ρυπανθείσα περιοχή, έστω και αν αυτά δεν είναι μολυσμένα (ITOPF, 2014).

Οι καταναλωτές αντιλαμβάνονται τη ρύπανση στα αλιεύματα από την οσμή «πετρελαίου» που αποκτά το τρόφιμο, οσμή την οποία μάλιστα οι άνθρωποι μπορούν να ανιχνεύουν σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα. Λόγω αυτής της ιδιότητας, αν οργανοληπτικά σε κάποιο αλιεύμα δεν ανιχνεύεται οσμή πετρελαίου, τότε θεωρείται ασφαλές για κατανάλωση. Ιδιαίτερα ευαίσθητα στη ρύπανση είναι τα δίθυρα μαλάκια (πχ μύδια) και άλλα εδραία ζώα τα οποία φιλτράρουν το θαλασσινό νερό για να τραφούν. Ευαίσθητα είναι επίσης τα ψάρια σε ιχθυοκαλλιέργειες που δεν έχουν τη δυνατότητα διαφυγή. Ιδιαίτερα τα λεγόμενα λιπαρά ψάρια όπως ο σολομός, τείνουν να συγκεντρώνουν υδρογονάνθρακες στους ιστούς τους (ITOPF, 2014).

Η ρύπανση από το Exxon Valdez (1989) στην Αλάσκα, επέφερε σημαντικό οικονομικό πλήγμα στην αλιευτική βιομηχανία, ενώ αντίστοιχα προκάλεσε μείωση ή και εξαφάνιση αλιευμάτων του κύκλου αναπαραγωγής (Αλεξόπουλος, 2004). Στην περίπτωση του Sea Empress η μεγαλύτερη επίδραση παρατηρήθηκε στα μαλάκια ενώ οι τοπικοί ψαράδες εφάρμοσαν εθελοντικά ως προληπτικό μέτρο την απαγόρευση της αλιείας σε μια περιοχή 2.100 χλμ² η οποία περιλάμβανε ψάρια, οστρακόδερμα, καρκινοειδή και φύκια, με σκοπό την προστασία των καταναλωτών από τον κίνδυνο να φάνε

²⁵ Το ναυάγιο του Irenes Serenade συνέβη στις 23 Φεβρουαρίου 1980. Ενώ το πλοίο ήταν αγκυροβολημένο για ανεφοδιασμό στον κόλπο του Ναυαρίνου έγινε έκρηξη στο πρόσθεγο και ακολούθησε ανάφλεξη του φορτίου. Η πετρελαιοκηλίδα που προκλήθηκε είχε έκταση 3,2 km μήκος επί 0,8 km πλάτος ενώ το πετρέλαιο στη θάλασσα έκαψε για 14 ώρες μέχρι να βυθιστεί το πλοίο. Είναι ενδεικτικό ότι η βλάστηση στη γειτονική νησίδα Σφακτηρία κάηκε μέχρι ύψους 30 μέτρων. (<http://www.itopf.com/in-action/case-studies/case-study/irenes-serenade-greece-1980/>).

μολυσμένα θαλασσινά. Παράλληλα, ξεκίνησε μια διαδικασία ελέγχου και παρακολούθησης της μόλυνσης των θαλασσινών από το πετρέλαιο. Δεν αναφέρθηκαν πάντως θάνατοι ψαριών με εμπορικό ενδιαφέρον μετά το ατύχημα, κυρίως διότι τα ψάρια απομακρύνονται από περιοχές όπου οι συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές γι' αυτά. Παρατηρήθηκαν όμως νεκρά μαλάκια (μύδια κ.λπ.) και αμφίποδα. Δεν παρατηρήθηκε επίσης μόλυνση του σολομού και της πέστροφας, κυρίως λόγω του ότι την περίοδο του ατυχήματος τα ψάρια αυτά είχαν μεταναστεύσει στα ποτάμια για να αναπαραχθούν. Επίσης, οι συγκεντρώσεις πετρελαιοειδών σε άλλα είδη ψαριών και καρκινοειδών (καβούρια, γαρίδες, αστακοί) ήταν μικρές. Η απαγόρευση στην αλιεία ψαριών σταμάτησε 3-8 μήνες μετά το ατύχημα και 19 μήνες μετά και τα μαλάκια βρέθηκαν ασφαλή για κατανάλωση (Johnson & Butt, 2006).

Η πορεία των αλιευμάτων μετά το ναυάγιο του Aegean Sea στις ακτές της Κορούνια, το 1992, δείχνει μια απότομη μείωση, η οποία έξι χρόνια μετά δεν είχε αποκατασταθεί και ήταν στο ένα τρίτο της προ-ναυαγίου κατάστασης (García, 2003).

Ένα ακόμη παράδειγμα για το μέγεθος της καταστροφής που μπορεί να υποστεί η αλιευτική βιομηχανία από την πετρελαϊκή ρύπανση, είναι και η ρύπανση των ακτών της Ισπανίας που προκάλεσε το Prestige το Νοέμβριο του 2002 όταν η συνολική απώλεια εισοδήματος για τον αλιευτικό τομέα υπολογίστηκε σε 296,26 εκατομμύρια ευρώ για την περίοδο 2002-2006²⁶. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ήταν τόσο έντονες στην αλιεία, που οδήγησαν την ΕΕ στην έκδοση ειδικού κανονισμού «για τη θέσπιση ειδικών μέτρων για την αποζημίωση της Ισπανικής αλιείας, οστρακοκαλλιέργειας και υδατοκαλλιέργειας που έχουν πληγεί από τη ρύπανση που προκλήθηκε από το πλοίο Prestige».²⁷

Στην προσπάθεια των δυτών να μελετήσουν τις επιπτώσεις από το πετρέλαιο που διέρρευσε από το Iliad ανακάλυψαν ορατά ακόμα τα σημάδια από το προηγούμενο ατύχημα του Irgenes Serenade (13 χρόνια πριν) καθώς πετρέλαιο βρέθηκε να καλύπτει σημεία του πυθμένα. Είναι απορίας άξιο, πώς ένας τόσο ευαίσθητος αλλά και ιστορικός κλειστός κόλπος χρησιμοποιείται ως αγκυροβόλιο πετρελαιοφόρων. Η οικολογική και οικονομική ζημία που προκάλεσε το ναυάγιο του Iliad ήταν τρομακτική. Οι ψαράδες και οι ιχθυοκαλλιέργειες της περιοχής ανέφεραν ζημιές που ξεπέρασαν τα 4,5 εκατ. επειδή η αλιευτική δραστηριότητα απαγορεύτηκε για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επιπλέον η ρύπανση από πετρέλαιο στις κοντινές παραλίες είχε αρνητικές και σημαντικές επιπτώσεις στον τουρισμό όχι μόνο σε αυτές αλλά και στην ευρύτερη περιοχή. Ένδειξη της έντονης διατάραξης του οικοσυστήματος ήταν τα χιλιάδες ψάρια που βρέθηκαν νεκρά. Είναι απορίας άξιο, πώς ένας τόσο ευαίσθητος αλλά και ιστορικός κλειστός κόλπος χρησιμοποιείται ως αγκυροβόλιο πετρελαιοφόρων. Οι οικονομικές και περιβαλλοντικές ζημιές ουδέποτε δυστυχώς κατεγράφησαν λεπτομερώς. Ακόμη και δύο χρόνια μετά το ατύχημα, ορισμένες κατηγορίες επαγγελματιών της περιοχής αντιμετώπιζαν πτωτικές τάσεις στην επιχείρησή τους.

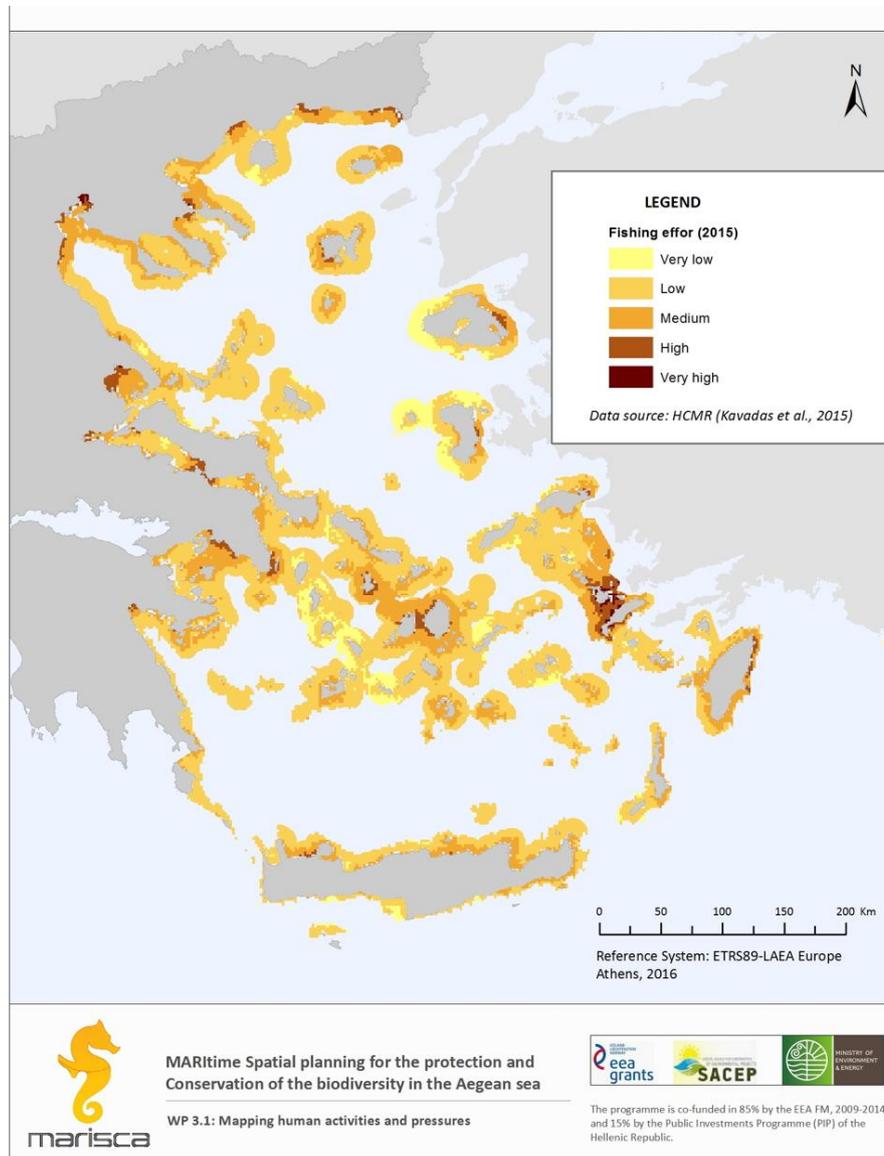
Για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων πιθανής ρύπανσης από πετρέλαιο σε αλιεύματα (που ψαρεύονται ή συλλέγονται επαγγελματικά ή ερασιτεχνικά και καταναλώνονται) απαιτούνται δειγματοληψίες και αναλύσεις σε τακτά χρονικά διαστήματα ώστε να πιστοποιηθεί η κατάστασή τους, σε σύγκριση με οργανισμούς που έχουν αλιευθεί εκτός της πληγείσας περιοχής. Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες οδηγίες για τον αριθμό των δειγμάτων που πρέπει να συλλεχθούν. Η ανάλυση πρέπει να γίνεται οργανοληπτικά και χημικά με επιστημονικές μεθόδους και δεδομένα και για να διασφαλιστεί η δημόσια υγεία αλλά και για να αποκατασταθεί η εμπιστοσύνη στον αλιευτικό τομέα. Το κλείσιμο περιοχών στην αλιεία είναι ένα επιπλέον μέτρο, θα πρέπει όμως να είναι σαφώς καθορισμένα και ρεαλιστικά τα όρια ως προς την ποιότητα των υδάτων και των αλιευμάτων, προκειμένου να ανοίξει ξανά η δραστηριότητα. Χρειάζεται επίσης διαχείριση της αγοράς προκειμένου να αποκατασταθεί η κατανάλωση και να περιοριστούν οι οικονομικές απώλειες. Σχέδια έκτακτης ανάγκης που να εξετάζουν το κλείσιμο και το άνοιγμα περιοχών στην αλιεία αλλά και τα μέτρα περιορισμού της πιθανής ρύπανσης μπορούν να περιορίσουν τις απώλειες στην αλιεία και την οστρακοκαλλιέργεια (ITOPF, 2014).

Στον Χάρτη 10 αποτυπώνεται η αλιευτική προσπάθεια της παράκτιας αλιείας στην Ελλάδα. Όπως φαίνεται η περιοχή του Σαρωνικού χαρακτηρίζεται από υψηλή και μέτρια αλιευτική προσπάθεια.

²⁶http://www.ecosystemassessments.net/system/resources/W1siZiZlsljwMTUvMDUvMTIvMTMvMDAvNDQvOTAwL1NHQU5fQU1fMjAxNF8xMl9FY29fVmFsdWFOaW9uX1ByZXNOaWdlX29pbF9zcGlscF9wcmVzZW50YXRpb25fTG91cmVpcm8ucGRmll1d/SGAN%20AM%202014_12_Eco_Valuation_Prestige%20oil%20spill%20presentatio_n_Loureiro.pdf

²⁷ Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 2372/2002 του Συμβουλίου της 20ής Δεκεμβρίου 2002

Επίσης στην περιοχή του Σαρωνικού είναι νηολογημένα 1034 επαγγελματικά αλιευτικά σκάφη μέσης και παράκτια αλιείας (897 στην ευρύτερη περιοχή που επηρεάστηκε από την πετρελαιοκηλίδα) αν και δεν είναι απαραίτητο ότι αυτά τα σκάφη ψάρευαν εντός του Σαρωνικού κόλπου. Γενικώς όσον αφορά στην ποσότητα αλιευμάτων κατά περιοχή αλιείας, ο Σαρωνικός μαζί με τον Αργολικό κόλπο (όπως δλδ εμφανίζονται τα στοιχεία από την ΕΛ.ΣΤΑΤ) είναι η 4^η περιοχή αλιείας στην Ελλάδα σε σύνολο 16 (ΕΛ.ΣΤΑΤ, 2017). Επιπλέον στη Σαλαμίνα υπάρχουν μονάδες υδατοκαλλιέργειας και γενικά η Αττική έχει το 8% των μονάδων ιχθυοκαλλιέργειας της Ελλάδας²⁸.



*Αλιευτική προσπάθεια των σκαφών παράκτιας αλιείας το 2015.
 Πηγή: Πρόγραμμα MARISCA 29*

²⁸ Διεύθυνση Υδατοκαλλιεργειών & Αξιοποίησης Προϊόντων ΥΠΑΠΕΝ 2015

²⁹ Πηγή: πρόγραμμα MARISCA. Ο χάρτης είναι διαθέσιμος στο

[http://www.marisca.eu/images/marisca/galleries/maps/English/Human-Activities/Fisheries/1 FE_SSF_en.jpg](http://www.marisca.eu/images/marisca/galleries/maps/English/Human-Activities/Fisheries/1_FE_SSF_en.jpg)

ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το μεγαλύτερο μέρος της ρύπανσης της θάλασσας από πετρελαιοειδή οφείλεται σε εκροές κατά τη χρήση/κατανάλωση του πετρελαίου και οι οποίες συνεισφέρουν κατά 72% περίπου στο σύνολο των ανθρωπογενών εισροών. Η εξόρυξη πετρελαίου συνεισφέρει κατά 5,7%, και οι θαλάσσιες μεταφορές πετρελαίου κατά 22,8%. Επίσης, αντίθετα με τις εκροές κατά την εξόρυξη και μεταφορά του πετρελαίου που μπορεί να περιλαμβάνουν και μεγάλα ατυχήματα, η κατανάλωση πετρελαίου συνεισφέρει με αργές, χρόνιες διαρροές και σπανίως τραβάει την προσοχή του κοινού. Οι διαρροές από την κατανάλωση πετρελαίου περιλαμβάνουν:

- 1) Λειτουργικές απορρίψεις/διαρροές από το σύστημα καυσίμων - μηχανής (σκάφη ≥ 100 GT) και οι οποίες αφορούν ουσιαστικά το καύσιμο πετρέλαιο και οι οποίες συνεισφέρουν σε ποσοστό 40% επί του συνόλου των ανθρωπογενών διαρροών και αποτελούν τη μεγαλύτερη ανθρωπογενή πηγή.
- 2) Διάχυτες αλλά και σημειακές πηγές πετρελαίου στην ξηρά που καταλήγουν σε ποτάμια και απορροές και τελικά στη θάλασσα. Παρόλο που οι μεμονωμένες εκπομπές μπορεί να είναι πολύ μικρές, η αθροιστική επιβάρυνση από όλες τις χερσαίες πηγές ανέρχεται στο 21% περίπου των συνολικών ανθρωπογενών εισροών.
- 3) Ατυχήματα από πλοία (εκτός από δεξαμενόπλοια), δηλαδή πετρελαιοκηλίδες που δημιουργούνται μετά από ατυχήματα πλοίων, εκτός από τα δεξαμενόπλοια, όταν το καύσιμο πετρέλαιο που έχουν διαρρέει. Οι ποσότητες αυτές ανέρχονται στο 1% του συνόλου των ανθρωπογενών εκροών.
- 4) Ατμοσφαιρική εναπόθεση μετά από ατελή καύση πετρελαίου (7,8%) και
- 5) Απορρίψεις καυσίμου αεροσκαφών, πρακτική που εφαρμόζεται από τα αεροσκάφη σε συνθήκες έκτακτης ανάγκης, με σκοπό τη μείωση του βάρους του αεροσκάφους ή και στην εκπομπή άκαυστων υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα (1,1%).

Είναι σαφές πως η καλύτερη στρατηγική για την αντιμετώπιση της ρύπανσης είναι αυτή της πρόληψης. Εάν το ατύχημα τελικά συμβεί, πρέπει να εφαρμοστούν μέθοδοι που θα περιορίσουν τη ρύπανση και θα εμποδίσουν όσο το δυνατόν της ζημιές στο φυσικό και ανθρώπινο περιβάλλον. Κύριος στόχος σε περίπτωση πετρελαιοκηλίδας, είναι αυτή να αντιμετωπιστεί στην πηγή της και να εμποδιστεί η περαιτέρω διαρροή, ενώ το σημαντικότερο είναι να μη φτάσει να πλήξει της ακτές. Έτσι οι ενέργειες καθαρισμού από το πετρέλαιο μπορούν να διαχωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες- τις ενέργειες απορρύπανσης της θάλασσας και τις ενέργειες απορρύπανσης των ακτών, εφόσον προσβληθούν και αυτές.

Τα ατυχήματα που αναφέρονται αυξάνονται για τη Μεσόγειο τουλάχιστον (REMPEC). Πάντως αν και η κίνηση των πετρελαιοφόρων αυξάνεται σταθερά μαζί με τον όγκο της ποσότητας των πετρελαιοειδών που διακινούνται διεθνώς, τα ατυχήματα με διαρροή καυσίμου μειώνονται σταθερά ανά δεκαετία (ITOPF, 2017).

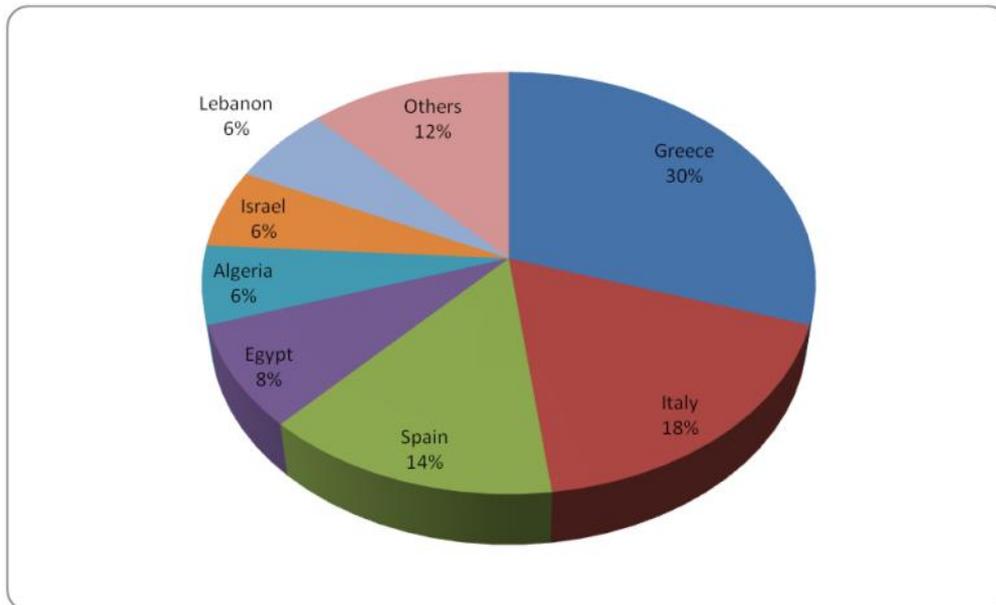
Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση του Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea (REMPEC, Πίνακας 1), στη Μεσόγειο το διάστημα 1977–2010 (IMO/UNEP, 2011) σημειώθηκαν 659 ατυχήματα που οδήγησαν είτε σε διαρροή πετρελαίου ή σε διαρροή άλλων τοξικών ουσιών (HNS – hazardous and noxious substances).

ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΣΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ 1977-2010		
	Αριθμός ατυχημάτων	Ποσότητες που διέρρευσαν
Πετρέλαιο	545	312.531
Άλλες τοξικές ουσίες	111	120.858
ΣΥΝΟΛΟ	659	433.389

Ο συνολικός αριθμός των ατυχημάτων που το διάστημα 1977-2010 προκάλεσαν ή μπορούσαν να προκαλέσουν στη Μεσόγειο ρύπανση από πετρέλαιο ή HNS. Πηγή: REMPEC.

Από αυτούς τους περίπου 310.000 τόνους πετρελαίου που κατέληξαν στη θάλασσα η μισή περίπου ποσότητα οφείλεται σε τρία περιστατικά (12.200 τόνοι βαρύ μαζούτ και κατάλοιπα από το φορτηγό Sea Spirit δυτικά του Γιβραλτάρ, 144.000 τόνοι αργού πετρελαίου από την έκρηξη και την πυρκαγιά στο πλοίο Haven ανοιχτά της Γένοβας το 1991 και 15.000 τόνοι που διέρρευσαν μετά από τον βομβαρδισμό του σταθμού έξω από το Jieh, στον Λίβανο τον Ιούλιο 2006. Στα δύο τελευταία περιστατικά η ποσότητα του πετρελαίου που δεν κάηκε και κατέληξε στη θάλασσα παραμένουν άγνωστες. Από την άλλη μεριά υπάρχουν και 53 ατυχήματα για τα οποία η ποσότητα που διέρρευσε παραμένει άγνωστη.

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 3, τα περισσότερα ατυχήματα με διαρροή άνω των 100 τόνων σημειώθηκαν στην Ελλάδα (30%), την Ιταλία (18%) και την Ισπανία (14%). Αυτές είναι βέβαια και οι χώρες όπου σημειώνεται και η περισσότερη κίνηση. Ενδεικτικά από τα 10 λιμάνια με περισσότερη κίνηση το 2006, τα 7 ήταν σε αυτές τις τρεις χώρες.



Οι χώρες με τα περιστατικά ατυχημάτων όπου προκλήθηκε διαρροή πετρελαίου άνω των 100 τόνων το διάστημα 1977 – 2010. Πηγή IMO/UNEP, 2011.

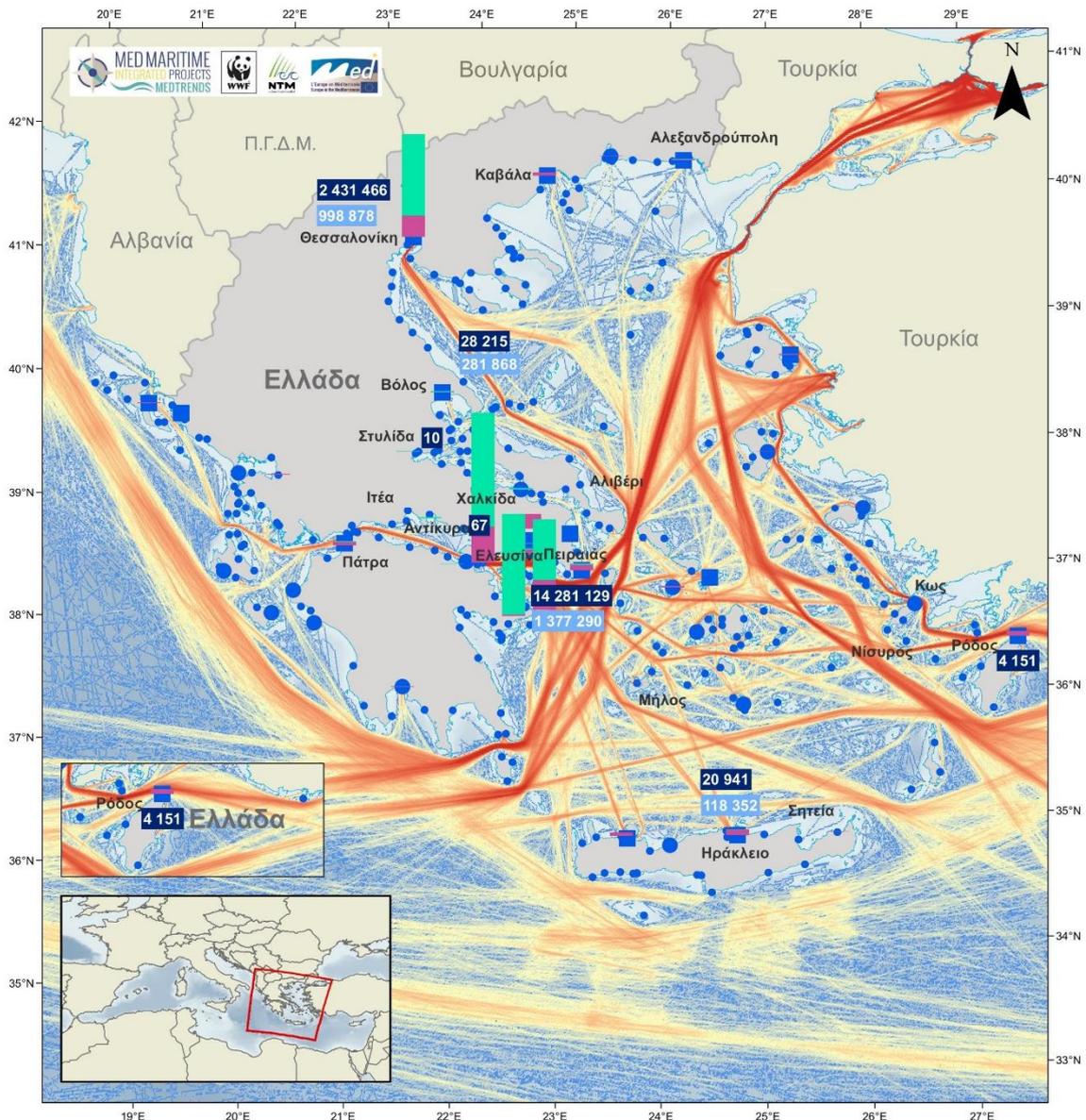
Κατά το ίδιο διάστημα (1977-2010), τα περισσότερα ατυχήματα που οδήγησαν σε διαρροή πετρελαίου οφείλονταν σε cargo transport failure. Το ποσοστό των δεξαμενόπλοιων σε αυτά μειώνεται και από 70% των ατυχημάτων το 1977-1984 έχει πέσει στο 23% το διάστημα 2004-2010. Αντίθετα με 17% το 1977-1984 αλλά 30% το 2004-2010, αυξάνεται η συμμετοχή των φορτηγών πλοίων (IMO/UNEP, 2011).

Διεθνώς δεν έχει τεκμηριωθεί συσχέτιση ανάμεσα στην ηλικία του πλοίου και τα ατυχήματα. Τα πλοία σε κάποια από τα πλέον διάσημα ατυχήματα ήταν καινούρια, (πχ το Amoco-Cadiz ήταν τεσσάρων ετών και το Exxon-Valdez πέντε ετών). Η ηλικία είναι παράγοντας που αυξάνει τον κίνδυνο μόνο εάν συνδεθεί με κακή συντήρηση. Η μέση ηλικία του διεθνούς στόλου έχει πέσει πάντως σε σχέση με το 1995 (18 έτη) και είναι 13,2 έτη.

Τα τελευταία χρόνια, μια σειρά από οδηγίες και κανονισμούς της ΕΕ έχουν βελτιώσει σημαντικά τα πρότυπα ασφάλειας στον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών. Οι βελτιώσεις οφείλονται κυρίως στις τρεις δέσμες νομοθετικών μέτρων που εγκρίθηκαν μετά τα ναυάγια των πλοίων Erika και Prestige. Μια περιληπτική παρουσίαση αυτού του κοινοτικού νομοθετικού πλαισίου παρουσιάζεται στο θεματολογικό δελτίο της ΕΕ «Θαλάσσιες μεταφορές: κανόνες μεταφοράς και ασφάλειας».³⁰

³⁰ http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/el/displayFtu.html?ftuld=FTU_5.6.12.html

Στην Ελλάδα μεταξύ 2004 και 2013 παρατηρείται μια αύξηση 34% στη διακίνηση υγρού φορτίου χύμα (προϊόντα ενέργειας, δηλαδή πετρελαιοειδή και αέριο, και σε μικρότερο ποσοστό χημικά προϊόντα), όσον αφορά στα εμπορεύματα εξωτερικού, η οποία οφείλεται κυρίως στην αύξηση των εκφορτώσεων κατά 200%. Αυτό εν μέρει εξηγείται από το γεγονός ότι τα ελληνικά διυλιστήρια συνεισέφεραν κατά 37,5% στο σύνολο των εξαγωγών προϊόντων της χώρας, από 8,4% μια δεκαετία νωρίτερα, χωρίς να έχει παρουσιαστεί αντίστοιχη τάση στο σκέλος των εισαγωγών. Οι μετακινήσεις υγρού φορτίου στο εσωτερικό ανέρχονται σε ποσοστό 31% των εισαγωγών για το 2012 και σχετίζονται κυρίως με την προμήθεια των νησιών με πετρελαιοειδή, με κύρια λιμάνια εκκίνησης μεταφοράς των φορτίων τα λιμάνια εκείνα που εξυπηρετούν τις εγκαταστάσεις διύλισης, και σε δεύτερο βαθμό τα λιμάνια σε περιοχές που διαθέτουν εγκαταστάσεις αποθήκευσης πετρελαιοειδών (WWF Ελλάς, 2015). Στον Χάρτη 11 αποτυπώνεται το συνολικό διακινούμενο υγρό φορτίο χύμα και οι θαλάσσιες μετακινήσεις δεξαμενόπλοιων στις ελληνικές θάλασσες.



Θαλάσσιες μεταφορές - Tankers

Tankers

Πυκνότητα διαδρομών των σκαφών (2014)

Συνολικός αριθμός σκαφών: 5 505
 Προβολή / Λογαριθμική κλίμακα



*σε 1 ριχελ από 1X1 Km
 Πηγή: Χάρτες πυκνότητας AIS από technology for nature

navama

Πηγές: Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης - Περιβάλλοντος & Ενέργειας
 Ελληνική Στατιστική Αρχή

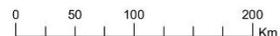
Λιμένες

- Διεθνείς
- Εθνικοί
- Τοπικοί

Εκφόρτωση πετρελαιοειδών ανά λιμάνι (τόνοι), (2014)



Σχεδιασμός και παραγωγή: WWF Ελλάς - Δ+Δ
 Σύστημα Αναφοράς - Προβολή: ETRS 1989 LAEA



Συνολικό διακινούμενο υγρό φορτίο χύμα και οι θαλάσσιες μετακινήσεις δεξαμενόπλοιων στις ελληνικές θάλασσες. Πηγή: WWF Ελλάς, 2015

Περιστατικά στην Ελλάδα

Παρακάτω γίνεται αναφορά στα μεγαλύτερα ατυχήματα πετρελαιοκηλίδας που έχουν σημειωθεί στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο.

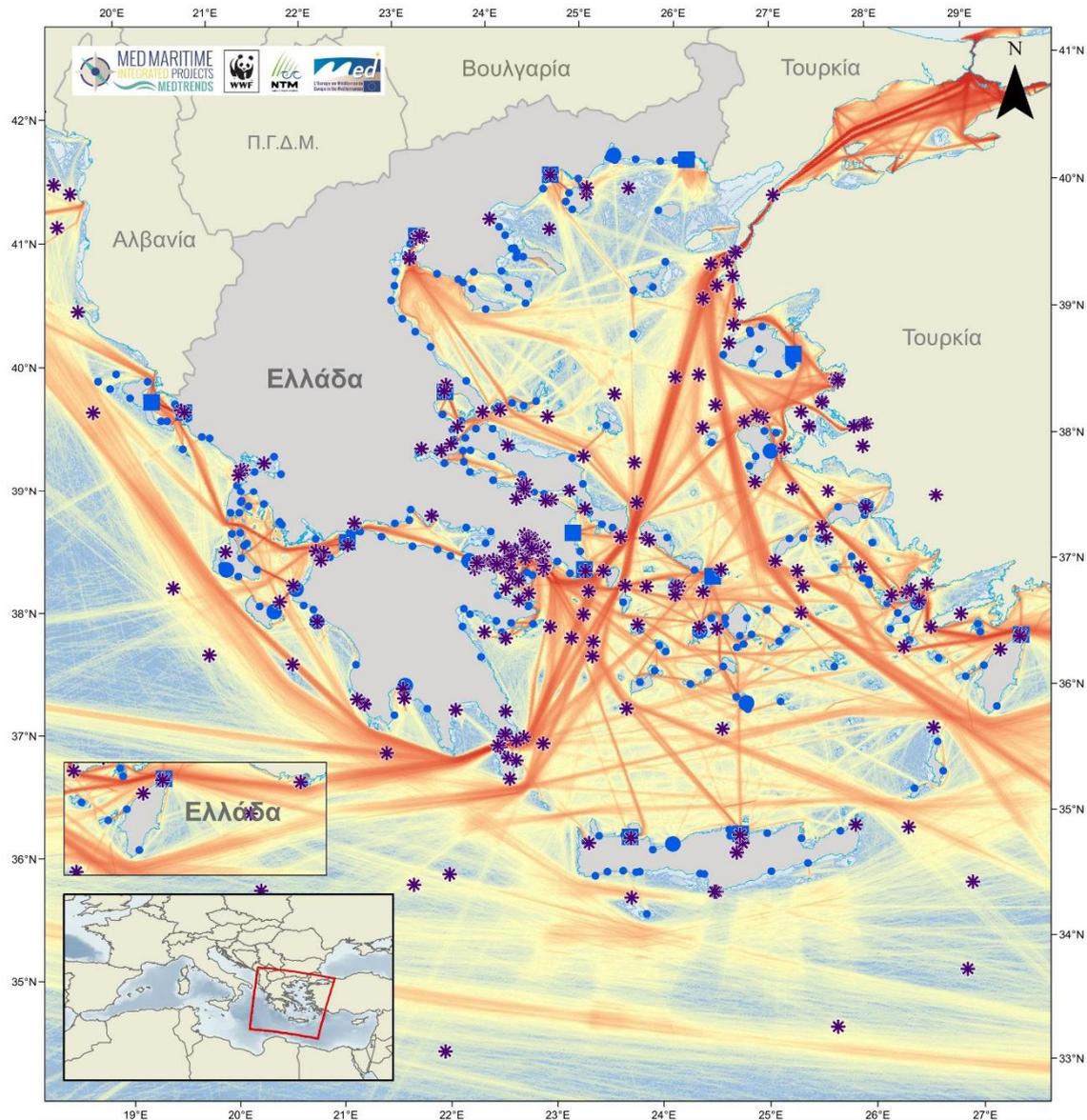
- 2/3/1979: Το πετρελαιοφόρο Messiniaki Frontis εξόκειλε ανοιχτά των Καλών Λιμένων στην Κρήτη. Προκλήθηκε διαρροή αργού πετρελαίου της τάξης των 7.000 τόνων. Το μεγαλύτερο μέρος του διεσπάρη στη θάλασσα και απαιτήθηκαν περιορισμένες δράσεις καθαρισμού ακτών.
- 23/2/1980: Ατύχημα στο πετρελαιοφόρο Irenes Serenade στην Πύλο λόγω έκρηξης. Σύμφωνα με την Ακτοφυλακή, η διαρροή ανήλθε στους 103.000 τόνους από τους οποίους περίπου 80.000 κάρηκαν και οι υπόλοιποι κατέληξαν στη θάλασσα. Η πετρελαιοκηλίδα είχε έκταση 3,2 km μήκος επί 0,8 km πλάτος ενώ το πετρέλαιο στη θάλασσα έκαιγε για 14 ώρες μέχρι να βυθιστεί το πλοίο. Είναι ενδεικτικό ότι η βλάστηση στη Σφακτηρία κάηκε μέχρι ύψους 30 μέτρων.
- 9/10/1993: 800 τόνοι πετρελαίου διαρρέουν στη θάλασσα όταν το πετρελαιοφόρο Iliad προσκρούει σε ύφαλο ανατολικά της νήσου Σφακτηρία, κοντά στην Πύλο – στην ίδια περιοχή όπου συνέβη το ναυάγιο του Irenes Serenade. Τα ρεύματα παρέσυραν το πετρέλαιο έξω από τον προστατευμένο όρμο με αποτέλεσμα να προκληθεί βαριά ρύπανση στην προστατευόμενη παραλία της Βοϊδοκοιλιάς ενώ πετρέλαιο εντοπίζεται και σε άλλες ακτές.

Μετά από την πυρκαγιά και τη βύθιση του Irenes Serenade (1980) και την προσάραξη του Iliad (1993) και τα δυο στο λιμάνι της Πύλου, το Λιμενικό απαίτησε οι ιδιοκτήτες των δεξαμενόπλοιων να συνδράμουν στις αναγκαίες δράσεις απορρύπανσης. Στην περίπτωση του Iliad αυτό μεταφράστηκε σε μηχανική απάντηση και καθαρισμό των ακτών από ιδιώτη εργολάβο.

- 4/5/1992: Το Gerol Chernomoroga μετά από πρόσκρουση προκάλεσε διαρροή 8.000 τόνων αργού πετρελαίου στο Αιγαίο. Το μεγαλύτερο μέρος διασπάρθηκε στη θάλασσα αλλά σημάδια ρύπανσης παρατηρήθηκαν σε κάποιες ακτές της Μυκόνου. Εργολάβος ανέλαβε τον καθαρισμό με την επίβλεψη του Λιμενικού.
- 1/10/1994: Ατύχημα στο πετρελαιοφόρο La Guardia, κατά τη φορτοεκφόρτωση, στις εγκαταστάσεις του Ασπρόπυργου. 400-800 τόνοι αργού πετρελαίου καταλήγουν στον ήδη επιβαρυσμένο από πετρελαιοειδή και τοξικά βάρια μέταλλα κόλπο της Ελευσίνας.
- 8/8/1996: Ατύχημα στο πετρελαιοφόρο Kriti Sea στα διυλιστήρια της Motor Oil στους Αγίους Θεόδωρους κατά τη φορτοεκφόρτωση. Διαρροή 300-500 τόνων στη θάλασσα του Σαρωνικού. Έγινε σημαντική κινητοποίηση για την αντιμετώπιση της πετρελαιοκηλίδας που εκτός από τους Αγίους Θεόδωρους έφτασε ως τις ακτές της Αίγινας και του Αγκιστριού. Είναι ενδεικτικό ότι εννέα μήνες μετά το ατύχημα, στο Φραγκολίμανο, στις ακτές της Πελοποννήσου, αρκετά ναυτικά μίλια μακριά από τον τόπο του ατυχήματος, παχιά στρώματα πετρελαίου συνέχιζαν να καλύπτουν τον πυθμένα του ορμίσκου. Τον Μάιο του 1997 έγινε άντληση από τον πυθμένα του Φραγκολίμανου. Ωστόσο, αν και η άμμος του πυθμένα έμεινε φαινομενικά καθαρή, ερευνητές της Greenpeace σκάβοντας την άμμο βρήκαν ότι πετρέλαιο συνόδευε κάθε ανάδευση του βυθού, ενώ δεν έλειπαν και σημεία όπου βρίσκονταν συγκεντρωμένα συμπαγή κομμάτια πετρελαίου³¹.
- 1/9/2000: Το δυστύχημα του εμπορικού πλοίου Eurobulker X, το οποίο κόπηκε στα δύο στο Λευκαντί της Εύβοιας, προκάλεσε μια τεράστια για τα ελληνικά δεδομένα οικολογική καταστροφή στον Νότιο Ευβοϊκό. Προκλήθηκε διαρροή 500 τόνων καύσιμου πετρελαίου ([fuel oil/diesel oil](#)).
- 5/3/2012: Το πετρελαιοφόρο Alpha I χτύπησε σε βυθισμένο ναυάγιο στον Κόλπο της Ελευσίνας. Την ώρα του ατυχήματος το πλοίο ήταν φορτωμένο με 300 τόνους καυσίμου IFO 180, 1.499 τόνους βαρύ μαζούτ (HFO 380) και περίπου 250 τόνους πετρελαίου εσωτερικής καύσης πλοίων (MGO). Η ποσότητα που διέρρευσε παραμένει άγνωστη (αλλά υπολογίζεται σε περίπου 310 τόνους). Ρύπανση από πετρέλαιο ήταν ορατή σε 13 χλμ ακτής στον κόλπο της Ελευσίνας.

Στον Χάρτη 12 απεικονίζονται τα ναυτιλιακά ατυχήματα της περιόδου 1977-2012 στην Ελλάδα (και στον Πίνακα 2 οι σημαντικότερες πετρελαιοκηλίδες).

³¹ <http://www.greenpeace.org/greece/el/news/newstories-archive/oil-pump/oilspills-in-greece/>



Θαλάσσιες μεταφορές - Ναυτιλιακά ατυχήματα

Όλα τα σκάφη

Πυκνότητα διαδρομών των σκαφών (2014)

Συνολικός αριθμός σκαφών: 125 943

Προβολή / Λογαριθμική κλίμακα



*σε 1 pixel από 1X1 Km

Πηγή: Χάρτες πυκνότητας AIS από technology for nature

navama

Λιμένες

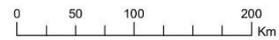
- Διεθνείς
- Εθνικοί
- Τοπικοί

Πηγή: Υπουργείο Παραγωγικής Ανασυγκρότησης - Περιβάλλοντος & Ενέργειας

Ναυτιλιακά ατυχήματα από το 1977

- * Αναφερόμενα ατυχήματα
- Πηγή: REMPEC 2014

Σχεδιασμός και παραγωγή: WWF Ελλάς - Δ+Δ
Σύστημα Αναφοράς - Προβολή : ETRS 1989 LAEA



Ναυτιλιακά ατυχήματα στις ελληνικές θάλασσες από το 1977. Πηγή: WWF Ελλάς, 2015

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΗΛΙΔΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ			
Ημερομηνία	Πλοίο	Περιοχή	Απόρριψη (τόνοι)
2-3-1979	Μεσσηνιακή Φροντίς	Καλοί Λιμένες, Κρήτη	7.000
23-2-1980	Irenes Serenade	Πύλος, κοντά στη Σφακτηρία	103.000
4-4-1987	Rabigh Bay II	Ασπρόπυργος	750
21-10-1988	Jupiter και Adige	Πειραιάς	500-1000
4-5-1992	Geroi Chernomoroya	Κεντρικό Αιγαίο	1.700 – 8.000
9-10-1993	Iliad	Πύλος	200-800
1-0-1994	La Guarda	Κόλπος Ελευσίνας	400-800
8-8-1996	Kriti Sea	Άγιοι Θεόδωροι	300-500
1-9-2000	Eurobulker X	Ν. Ευβοϊκός	200
15-6-2000		Πειραιάς	1.000-2.500
5-4-2007	Sea Diamond	Ακτές Σαντορίνης	516
5-3-2012	Alpha I	Κόλπος Ελευσίνας	310

Οι μεγαλύτερες πετρελαιοκηλίδες στην Ελλάδα τα τελευταία 40 χρόνια.

Πηγές: Πρακτικά συνεδρίου «Περιβάλλον και Θαλάσσιες μεταφορές», Χίος 2007, Cedre.

Στις τρεις περιπτώσεις για τις οποίες βρέθηκαν στοιχεία για τις αποζημιώσεις που δόθηκαν αυτές κυμάνθηκαν από €3.774.000 στην περίπτωση του Kriti Sea (300-500 τόνοι έως €12 εκατομμύρια ως αποζημίωση για την απορρύπανση μετά το ατύχημα του Alpha I (310 τόνοι).

Ατυχήματα με διαρροή πετρελαίου στην Ελλάδα 2012 - 2016

Από την ανάλυση των ατυχημάτων για την περίοδο 2001-2011 προκύπτει ότι συνέβαιναν περίπου 26 ατυχήματα το μήνα. Ανάλογα με τον τύπο πλοίου προκύπτει ότι το ποσοστό των ατυχημάτων με διαρροή ήταν υψηλότερο στα φορτηγά πλοία με περίπου 41% και ακολουθούσαν τα πετρελαιοφόρα (20%) και τα επιβατηγά (18%) (Giziakis et al 2013). Σύμφωνα με τη βάση MEDGIS-MAR³² την περίοδο 2012-2016 σημειώθηκαν 46 περιστατικά τα οποία οδήγησαν σε διαρροή πετρελαίου στη θάλασσα. Από αυτά, τα 36 αφορούν σε πλοία και τα υπόλοιπα 10 σε διυλιστήρια και ναυπηγεία. Η συμμετοχή των διαφορετικών τύπων πλοίου σε αυτά ακολουθεί ως προς τον τύπο την εκτίμηση της προηγούμενης περιόδου αν και τα ποσοστά δεν διαφέρουν ανάμεσα στις διαφορετικές κατηγορίες.

Δεξαμενόπλοια	5
Ferry passenger ship	5
General cargo	5
Passenger ro-ro ship	4
Any other type	13
Salvage tug	1
Supply vessel	1
Άγνωστο	2

Αριθμός ατυχημάτων ανά τύπο πλοίου στην Ελλάδα την περίοδο 2012-2016.

³² MEDGIS-MAR - Mediterranean Integrated Geographical Information System on Marine Pollution Risk Assessment and Response. <http://medgismar.rempec.org/#>

Τα περισσότερα υλάγονται στην κατηγορία ατυχήματος 7 – 700 τόνων. Σε έκταση οι πετρελαιοκηλίδες που καταγράφηκαν ήταν από 10 – 600 μ² (Πίνακας 4). Τρία ατυχήματα με διαρροή άνω των 700 τόνων και με πετρελαιοκηλίδα >1000 μ² προκάλεσαν 2 πλοία (το δεξαμενόπλοιο Ottoman Integrity στην Αλυκή Κίτρος, Πιερία -3.300 μ²- και το ferry Taxiarchis – 1.000 μ²) και μια υπερχειλίση στα Ελληνικά Πετρέλαια (ρύπανση έκτασης 1.000 μ²).

Έκταση ρύπανσης (μ ²)	Αριθμός ατυχημάτων
1-9	4
10 - 99	15
100 - 199	7
200 - 299	3
300 - 399	3
400 - 499	0
500 - 599	1
>600 - 999	1
>1000	3

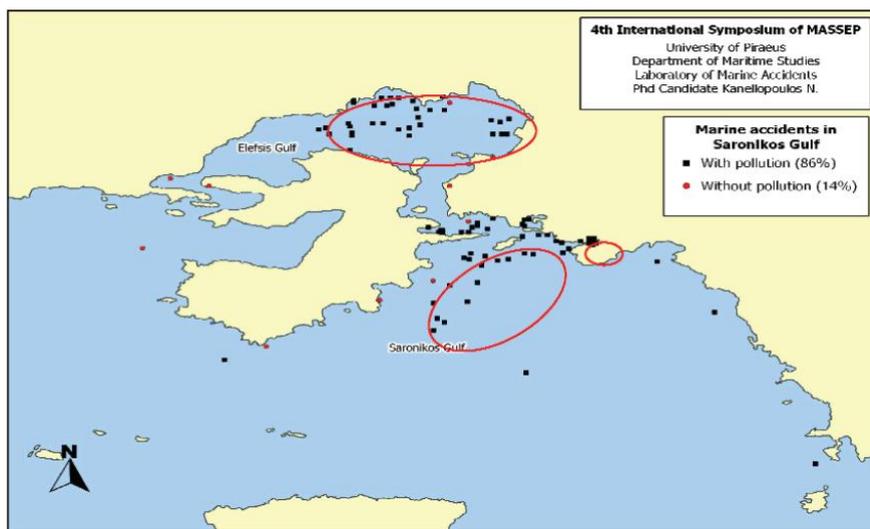
Έκταση ρύπανσης και αριθμός ατυχημάτων που προκάλεσαν ρύπανση στις ελληνικές θάλασσες το διάστημα 2012-2016. Πηγή: REMPEC

Οι περιοχές όπου συμβαίνουν τα περισσότερα ατυχήματα είναι ο Σαρωνικός λόγω του λιμανιού του Πειραιά με τη μεγάλη κίνηση τόσο σε επιβατηγά όσο και σε δεξαμενόπλοια. Ακολουθεί το Αιγαίο, κυρίως λόγω της αυξημένης κίνησης δεξαμενόπλοιων μέσω των στενών του Βοσπόρου.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν είναι πάντα δυνατή η πρόσβαση σε πλήρη και επικαιροποιημένα δεδομένα όσον αφορά σε τέτοια ατυχήματα, την αιτία που τα προκάλεσε αλλά και το κυριότερο το μέγεθος της διαρροής. Ενδεικτικά η MEDGIS-MAR, η βάση δεδομένων του REMPEC χρησιμοποιεί ιδιωτικά δεδομένα που παρέχουν τα κράτη-μέλη της Σύμβασης για την προστασία του θαλασσιού περιβάλλοντος και των παρακτίων περιοχών της Μεσογείου (σύμβαση της Βαρκελώνης) στα οποία η πρόσβαση γίνεται μετά από διαπίστευση καθώς και από δημοσίως διαθέσιμα δεδομένα που συλλέγει το REMPEC από διαφορετικές πηγές όπως το UNEP/MAP και συγκεκριμένα το Regional Activity Centre for Specially Protected Areas (RAC/SPA) και το Plan Bleu, καθώς και από τα ENI, ITOPI, Cedre και MOIG. Εντέλει πρέπει να σημειωθεί ότι η διαθέσιμη πληροφορία σε οποιαδήποτε σχετική ανοιχτή και δημόσια βάση είναι ενδεικτική και όχι επίσημη, ταυτοποιημένη και έγκυρη.

Ατυχήματα στον Σαρωνικό κόλπο

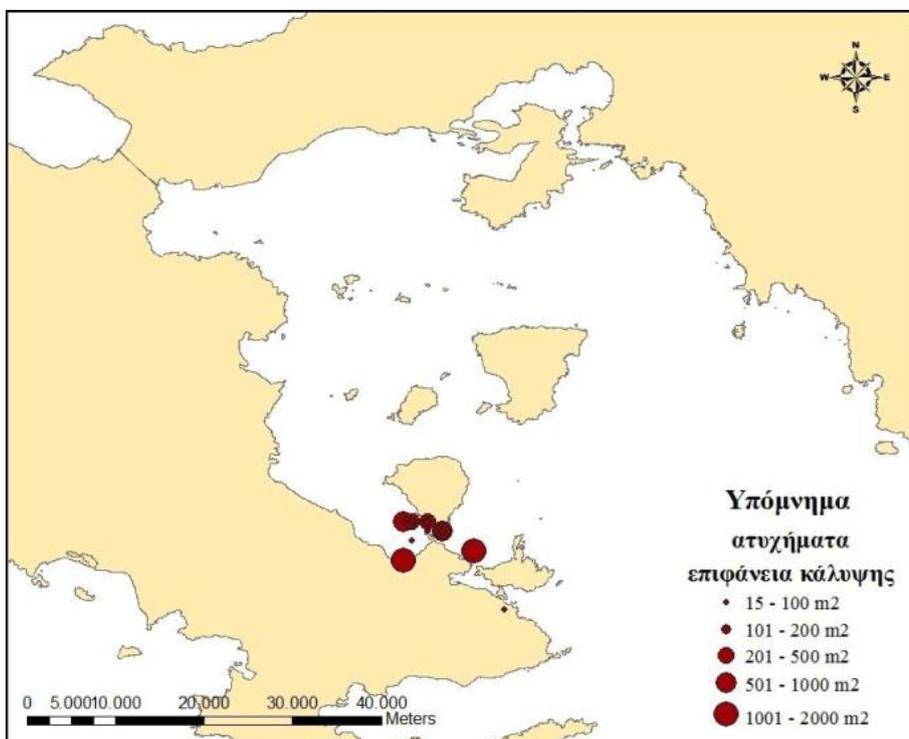
Όπως προαναφέρθηκε, ο Σαρωνικός κόλπος είναι η περιοχή της Ελλάδας όπου συμβαίνουν τα περισσότερα ατυχήματα με πλοία. Επιπλέον, η πλειονότητα των ατυχημάτων που συμβαίνει στον Σαρωνικό καταλήγει σε ρύπανση (Εικόνα 4).



*Σημειακή διασπορά των ατυχημάτων που συνέβησαν στον Σαρωνικό κόλπο την περίοδο 2001 – 2011 σε συνδυασμό με το αν προκλήθηκε πετρελαϊκή ρύπανση ή όχι.
Πηγή: Giziakis et al, 2013*

Διακρίνονται τρεις περιοχές (i) εντός του λιμανιού του Πειραιά όπου τα ατυχήματα συμβαίνουν κυρίως κατά τον ανεφοδιασμό των επιβατηγών από μικρά σκάφη, με διαρροή πετρελαίου απευθείας στη θάλασσα, (ii) στο αγκυροβόλιο, περίπου 2-3 μίλια εκτός των εμπορικών προβλητών όπου τα πλοία είναι σε αναμονή και (iii) στο λιμάνι του κόλπου της Ελευσίνας όπου παρατηρείται σημαντική ημερήσια κίνηση φορτηγών πλοίων. Επίσης στα παράλια του κόλπου της Ελευσίνας υπάρχει συχνή κίνηση μεσαίου μεγέθους δεξαμενόπλοιων από και προς τις εγκαταστάσεις διύλισης.

Σύμφωνα με στοιχεία του Υπουργείου Ναυτιλίας και Αιγαίου, στη δεκαετία 2003-2012 σημειώθηκαν στον Σαρωνικό Κόλπο 45 ατυχήματα πετρελαιοκηλίδας μέγιστης επιφάνειας ρύπανσης τα 2.000 μ² (Εικόνα 5).



Ατυχήματα με πετρελαιοκηλίδα στον Σαρωνικό κόλπο τη δεκαετία 2003-2012.³³

³³ Πηγή: Υπουργείο Ναυτιλίας και Αιγαίου, Δ/νση Προστασίας Θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Να σημειωθεί ότι σε αυτά τα περιστατικά του Σαρωνικού δεν συμπεριλαμβάνονται τα ατυχήματα που συνέβησαν στο κόλπο της Ελευσίνας, καθώς σύμφωνα πάλι με το Υπουργείο Ναυτιλίας και Αιγαίου, στα περισσότερα από αυτά η ποσότητα του πετρελαιοειδούς που απορρίφθηκε στη θάλασσα ήταν κατ' εκτίμηση μικρότερη του ενός κυβικού μέτρου. Την περίοδο 2012-2016 στη βάση δεδομένων MEDGIS-MAR καταγράφονται 22 ατυχήματα πετρελαιοκηλίδας μέγιστης ρύπανσης τα 1.000 μ². Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται και τα ατυχήματα στον κόλπο της Ελευσίνας της τάξης των 7<x<700 τόνων τα οποία έχουν προκαλέσει πετρελαιοκηλίδες της τάξης των 7-1.000 μ². Στην πλειονότητά τους αφορούν διαρροή βενζίνης, η οποία είναι αρκετά πτητική.

Γενικά ωστόσο λαμβάνοντας υπόψη την κίνηση στον Σαρωνικό, ή και στο ότι πλοία με χωρητικότητα εκτοπίσματος μεγαλύτερη των 100.000 dwt φορτωμένα με μεγάλες ποσότητες αργού πετρελαίου περνούν ανάμεσα στα στενά των νησιών του Σαρωνικού, η συνολική έκταση των ρυπασμένων περιοχών είναι μικρή σε σχέση με τον μεγάλο αριθμό των συμβάντων.

ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΗΛΙΔΩΝ

Exxon Valdez, Αλάσκα, 1989

Οι πρώτες προσπάθειες επικεντρώθηκαν στον περιορισμό και τον καθαρισμό της πετρελαιοκηλίδας και τη διάσωση των πετρελαιομένων ειδών. Χρησιμοποιήθηκε ποικιλία μέτρων και εργαλείων όπως πλωτά συστήματα επιφανειακής συλλογής και άντλησης (skimmers), πλωτά φράγματα (booms) ώστε το πετρέλαιο να μη φτάσει στα εκκολαπτήρια του σολομού. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν ιδιωτικά αλιευτικά σκάφη (γνωστά συνολικά με το όνομα Mosquito Fleet) πάλι για την προστασία των εκκολαπτηρίων και για τη μεταφορά πετρελαιομένων ειδών πανίδας στα κέντρα αποκατάστασης. Πέρα από τα μηχανικά μέσα προστέθηκαν επίσης στην πετρελαιοκηλίδα θρεπτικά συστατικά (νιτρικά και φωσφορικά) προκειμένου να ενισχυθεί ο ρυθμός της βιοδιάσπασης. Η αποτελεσματικότητα αυτής της μεθόδου δεν έχει επαληθευτεί πλήρως, χρησιμοποιήθηκε πάντως και στην περίπτωση της διαρροής του Deepwater Horizon στον Κόλπο του Μεξικού με καλύτερα αποτελέσματα. Αυτό οφείλεται στο ότι στον Κόλπο του Μεξικού υπάρχουν φυσικές υποθαλάσσιες διαρροές πετρελαίου, συνεπώς υπάρχουν ήδη πληθυσμοί μικροοργανισμών που είναι έτοιμοι να διασπασούν το πετρέλαιο, ενώ και η διασπορά του πετρελαίου ήταν καλύτερη.

Οι βραχώδεις ακτές και οι ακτές με χαλίκια καθαρίστηκαν με τεράστιες ποσότητες ζεστού νερού (60°C) υπό πίεση. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά τόσο εκτεταμένα και αποδείχτηκε αρκετά αποτελεσματική για την απορρύπανση των ακτών. Ως προς αυτή τη μέθοδο πάντως βιολόγοι εξέφρασαν την άποψη ότι ο καθαρισμός με ζεστό νερό μπορεί να είχε ως αποτέλεσμα να καθυστερήσει η ανάκαμψη της βιοκοινωνίας της διαπαλιροιακής ζώνης συγκριτικά με το να αφηνόταν χωρίς καθαρισμό να επανακάμψει μόνη της.

Σε περιπτώσεις όπου η ρύπανση των ακτών από το πετρέλαιο δεν ήταν ιδιαίτερα βαριά ή σε περιπτώσεις αμμωδών ακτών, όπου θεωρείται ότι το πετρέλαιο διεισδύει στην άμμο, επιλέχτηκε η χειρωνακτική μέθοδος καθαρισμού με φτυάρια, τσουγκράνες και απορροφητικά υλικά. Σε αντίστοιχες με τον χειρωνακτικό καθαρισμό περιπτώσεις πολύ μεγαλύτερης κλίμακας χρησιμοποιήθηκαν διάφορα μηχανήματα, όπως φορτωτές, εκσκαφείς κ.λπ.

Τον καθαρισμό των ακτών ανέλαβε η Exxon υπό την καθοδήγηση του Λιμενικού (U.S. Coast Guard) και τη συμβολή ομοσπονδιακών και πολιτειακών αρχών αλλά και των τοπικών κοινοτήτων. Στην κορύφωση της αντιμετώπισης της ρύπανσης ενεπλάκησαν πάνω από 11.000 άτομα προσωπικό, 1.400 σκάφη και 85 αεροσκάφη. Ο καθαρισμός των ακτών ξεκίνησε τον Απρίλιο του 1989 και συνεχίστηκε έως το 1990. Κατόπιν έλεγχοι και δράσεις καθαρισμού επαναλήφθηκαν επίσης τα έτη 1991, 1992, 1993 και 1994. Σε μια έρευνα που διεξήχθη το 2001 σε 96 τυχαία επιλεγμένα σημεία των ακτών που είχαν ρυπανθεί από το πετρέλαιο κατά το ατύχημα, προέκυψε ότι το 58% αυτών ήταν ακόμη ρυπασμένα. Το πετρέλαιο βρισκόταν σε προφυλαγμένα σημεία ή θαμμένο κάτω από άμμο και πέτρες.

Το κόστος της απορρύπανσης τα τέσσερα πρώτα χρόνια μετά το ατύχημα του Exxon Valdez ανήλθε στα 2 δισ. δολάρια.

Επίσης συστάθηκε το Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council που αποτελεί ένα συμβούλιο με ομοσπονδιακά και πολιτειακά μέλη, το οποίο εκπόνησε ένα Σχέδιο Αποκατάστασης (EVOSTC, 1994) και γενικώς εποπτεύει τις προσπάθειες αποκατάστασης του οικοσυστήματος και της παρακολούθησης των ειδών. Για να εξασφαλιστεί η συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων το 1992 σχηματίστηκε το Public Advisory Group το οποίο αποτελείται από 17 μέλη που εκπροσωπούν τα ενδιαφερόμενα μέλη και το κοινό που είτε επηρεάστηκε ή ενδιαφέρεται για την πετρελαιοκηλίδα.

Στη συμφωνία αποζημίωσης ανάμεσα στην Exxon, την πολιτεία της Αλάσκα και τις ΗΠΑ προβλέπονταν η δυνατότητα να εκταμιευτούν επιπλέον χρήματα (έως 100 εκ \$) το 2002-2006 για την αποκατάσταση ειδών ή και οικοτόπων που υπέφεραν από την πετρελαιοκηλίδα.

Το Σχέδιο Αποκατάστασης περιλαμβάνει μακροπρόθεσμο σχεδιασμό και καθοδήγηση για την αποκατάσταση των πόρων και των υπηρεσιών που επλήγησαν από την πετρελαιοκηλίδα. Μέρος αυτού του σχεδίου αποτέλεσε η αναλυτική καταγραφή όλων των φυσικών πόρων αλλά και των υπηρεσιών που επλήγησαν από την πετρελαιοκηλίδα αλλά και τις προσπάθειες καθαρισμού.

Sea Empress, Ουαλία, 1996

Το υπό λιβεριανή σημαία πετρελαιοφόρο Sea Empress προσάραξε στα βράχια, στην είσοδο του Μίλφορντ Χέιβεν της νοτιοδυτικής Ουαλίας, καθώς εισερχόταν στο λιμάνι, στις 15 Φεβρουαρίου 1996. Το σκάφος είχε φορτωθεί στη Σκωτία με 131.000 τόνους αργού πετρελαίου (Forties blend crude oil). Μία εβδομάδα μετά την προσάραξη, 72.000 τόνοι από το φορτίο του καθώς και 370 τόνοι καύσιμου πετρελαίου (heavy fuel oil) είχαν εκχυθεί στη θάλασσα. Αυτό σημαίνει ότι το ατύχημα του Sea Empress βρίσκεται μεταξύ των 20 μεγαλύτερων ατυχημάτων της περιόδου 1960-1997. Το πλοίο ήταν αξιόπλοο με βάση τους ελέγχους και τα πιστοποιητικά του. Η αιτία του ατυχήματος εξακριβώθηκε ότι ήταν σφάλμα κατά την πλοήγηση και συμπεριλάμβανε λανθασμένο υπολογισμό του παλιρροιακού ρεύματος. Παράγοντες που επιδείνωσαν την κατάσταση ήταν οι κακές καιρικές συνθήκες και η περιορισμένη ισχύς των ρυμουλκών σκαφών (Johnson & Butt, 2006).

Η ακτή στην περιοχή της νοτιοδυτικής Ουαλίας έχει ιδιαίτερο οικολογικό και τουριστικό ενδιαφέρον καθώς εκεί βρίσκονται 35 περιοχές ειδικού ενδιαφέροντος (Sites of Special Scientific Interest), ένα θαλάσσιο πάρκο και δύο περιοχές του ευρωπαϊκού οικολογικού δικτύου Natura 2000, ενώ επιπλέον υποστηρίζει αλιεία και οστρακοαλιεία.

Αν και θεωρητικά, η πιο ελκυστική μέθοδος αντιμετώπισης μιας πετρελαιοκηλίδας από περιβαλλοντική άποψη είναι η απομάκρυνση του πετρελαίου στη θάλασσα, στην περίπτωση του Sea Empress η έγκαιρη μεταφορά στο σημείο του ατυχήματος και η χρήση των διαθέσιμων πλωτών φραγμάτων και των διατάξεις συλλογής του πετρελαίου, ήταν σχεδόν αδύνατη λόγω των θυελλωδών ανέμων που έπνεαν στην περιοχή (πάνω από 30 κόμβοι). Τα οκτώ σκάφη συλλογής πετρελαίου και τα είκοσι μικρά βοηθητικά σκάφη που τελικά χρησιμοποιήθηκαν κατάφεραν να συλλέξουν το 3% του διαρρέοντος πετρελαίου (περίπου 4.000 τόνοι γαλακτώματος νερού σε πετρέλαιο). Η άλλη μέθοδος που εφαρμόστηκε ήταν ο ψεκασμός με 446 τόνους χημικού διασκορπιστικού από αεροπλάνο πάνω στην πετρελαιοκηλίδα, στα βαθιά νερά, μακριά από τη στεριά. Το χημικά διασκορπισμένο πετρέλαιο σχηματίζει πολύ μικρά σταγονίδια, τα οποία υπόκεινται ευκολότερα σε βιοδιάσπαση από τα βακτήρια. Υπολογίζεται ότι η επιτυχημένη εφαρμογή των διασκορπιστικών στο ατύχημα αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αποφυγή ρύπανσης των ακτών της περιοχής από 57.000-110.000 τόνους γαλακτώματος. Συνολικά, 11.000-16.000 τόνοι οδήγησαν στη ρύπανση 200 χλμ ακτών. Χημικά διασκορπιστικά χρησιμοποιήθηκαν και για τον καθαρισμό των ακτών, κυρίως σε ορισμένες ακτές με τουριστική κίνηση. Οι κυριότερες ακτές ήταν καθαρές για να χρησιμοποιηθούν από τους τουρίστες το επόμενο Πάσχα, εννέα εβδομάδες μετά το ατύχημα.

Εντέλει, παρόλο που το ατύχημα του Sea Empress περιλαμβάνεται στα 20 μεγαλύτερα παγκοσμίως από την άποψη του όγκου του πετρελαίου που εκχύθηκε στη θάλασσα, οι περιβαλλοντικές του επιπτώσεις δεν ήταν ανάλογης σοβαρότητας λόγω (Johnson & Butt, 2006):

- Της εποχής, καθώς τον Φεβρουάριο δεν υπάρχουν τουρίστες στην περιοχή, ενώ πολλά είδη της άγριας πανίδας έχουν μεταναστεύσει ή είναι ανενεργά

- Της κατεύθυνσης των ανέμων, οι οποίοι ήταν βόρειοι, με αποτέλεσμα το 87% του πετρελαίου να απομακρυνθεί από την ξηρά.
- Της έντονης παλίρροιας στην περιοχή που βοήθησε στην απομάκρυνσή του πετρελαίου από την ξηρά και την αντιμετώπισή του με διασκορπιστικά.
- Του γεγονότος ότι ο συγκεκριμένος τύπος πετρελαίου (forties blend crude oil) είναι σχετικά ελαφρύς και εύκολο να αντιμετωπιστεί με διασκορπιστικά, ενώ επίσης εξατμίζεται γρήγορα, σε σχέση με άλλους τύπους πετρελαίου.
- Της επιτυχημένης χρήσης διασκορπιστικών λόγω παλίρροιας και τύπου του πετρελαίου.
- Του σχετικά μικρού όγκου πετρελαίου που τελικά έφτασε στις ακτές.

Erika, Γαλλία, 1999

Το υπό σημαία Μάλτας και ιταλικής πλοιοκτησίας μονοπύθμενο πετρελαιοφόρο Erika ταξίδευε από τη Δουνκέρκη της Γαλλίας στο Λιβόρνο της Ιταλίας φορτωμένο με 31.000 τόνους βαρύ καύσιμο πετρέλαιο (No 6). Στις 11 Δεκεμβρίου 1999, 40 ναυτικά μίλια ανοιχτά της Βρετανίας στη Βορειοδυτική Γαλλία (Penmarc'h Pointe), στον Βισκαϊκό κόλπο, αντιμετώπισε δομικά προβλήματα υπό ιδιαίτερα δυσμενείς καιρικές συνθήκες (δυτικοί θυελλώδεις άνεμοι εντάσεως 8-9 μποφόρ). Στις 12 Δεκεμβρίου 1999 το πλοίο έστειλε σήμα κινδύνου ότι αρχικά πήρε κλίση προς τα δεξιά και κατόπιν κόπηκε στα δύο.

Η επιχείρηση διάσωσης ξεκίνησε αμέσως και το πλήρωμα απομακρύνθηκε με τη βοήθεια γαλλικών ελικοπτέρων. Στις 13 Δεκεμβρίου η πλώρη βυθίστηκε στο σημείο του ατυχήματος σε βάθος 120 m περίπου. Η πρύμνη ρυμουλκήθηκε από ένα πλοίο διάσωσης, ώστε να απομακρυνθεί από το γαλλικό νησί Μπελ Ιλ, αλλά τελικά βυθίστηκε και αυτή σε απόσταση 10 χλμ από την πλώρη. Η συνολική ποσότητα πετρελαίου που εκχύθηκε στη θάλασσα υπολογίζεται σε 19.000-20.000 τόνους και εκτιμάται ότι εξαπλώθηκε σε απόσταση 450 χλμ κατά μήκος των γαλλικών ακτών του Ατλαντικού.

Η αντιμετώπιση της ρύπανσης ήταν δύσκολη λόγω της φύσης του πετρελαίου (βαρύ και ιξώδες) και των πολύ κακών καιρικών συνθηκών. Για τον λόγο αυτό, η κύρια μέθοδος αντιμετώπισης της πετρελαιοκηλίδας στη θάλασσα ήταν η άντληση του πετρελαίου. Χρησιμοποιήθηκαν πλωτά φράγματα για τη συγκράτηση και τη συσσώρευση του πετρελαίου και κατόπιν το πετρέλαιο αντλήθηκε με κατάλληλες διατάξεις. Η επιχείρηση ήταν δύσκολη λόγω των κακών καιρικών συνθηκών και του ιξώδους του πετρελαίου. Από την άλλη πλευρά, το υψηλό ιξώδες δημιουργούσε κηλίδα αρκετά μεγάλου πάχους και αυτό διευκόλυνε την άντληση. Συνολικά, ανακτήθηκαν 1.200 τόνοι πετρελαίου από τη θάλασσα. Το πετρέλαιο αυτό υπέστη επεξεργασία σε διυλιστήριο στη Ντονζ.

Δώδεκα ημέρες μετά το ατύχημα, καταιγίδα μετέφερε το πετρέλαιο από τη θάλασσα στις ακτές και, λόγω της μεγάλης της έντασης, ψηλά στους αμμόλοφους και τους βράχους. Εκτιμάται ότι ρυπάνθηκαν 450 χλμ ακτών. Πλωτά φράγματα είχαν τοποθετηθεί σε καίρια σημεία για να προστατεύσουν ευαίσθητες περιοχές. Χιλιάδες εθελοντές κατέφθασαν στην περιοχή, ζητώντας εξοπλισμό και καθοδήγηση για τον καθαρισμό των ακτών. Τα κρατικά κέντρα αντιμετώπισης κατακλύστηκαν από πλήθος ανυπόμονων και απροετοίμαστων εθελοντών, χωρίς να υπάρχει η οργάνωση να αξιοποιηθούν κατάλληλα. Οι κακές καιρικές συνθήκες δυσκόλευαν κάθε προσπάθεια καθαρισμού. Μετά από κάποιες εβδομάδες, όταν ο καιρός μαλάκωσε, η επιχείρηση καθαρισμού των ακτών έγινε αποτελεσματικότερη και στα μέσα Ιανουαρίου βρισκόταν σε πλήρη ανάπτυξη.

Σε πολλές περιοχές ο χειρωνακτικός καθαρισμός ήταν η κύρια μέθοδος αντιμετώπισης της ρύπανσης. Δυστυχώς σε πολλές περιπτώσεις συνέβη επαναρύπανση, καταστρέφοντας τη δουλειά που είχε ήδη γίνει, καθώς η παλίρροια έθαβε το πετρέλαιο στις αμμώδεις ακτές. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν μηχανήματα για την απομάκρυνση της άμμου. Τα βράχια καθαρίστηκαν με νερό υπό πίεση και οι εκροές συλλέχτηκαν από απορροφητικά φράγματα.

Όπως συμβαίνει σε όλες τις περιπτώσεις των πετρελαιοκηλίδων, η αποθήκευση, μεταφορά και απόθεση των ρυπασμένων με πετρέλαιο στερεών αποβλήτων από τις διαδικασίες καθαρισμού των ακτών (φύκια, άμμος, χαλίκια και άλλα υλικά) αποτέλεσε μεγάλο πρόβλημα. Συνολικά, συλλέχτηκαν 200.000 τόνοι στερεών αποβλήτων. Με τη βοήθεια μιας επιτροπής ειδικών, η εταιρεία TotalFinaElf έθεσε προδιαγραφές για την επεξεργασία των αποβλήτων και στα τέλη του 2000 επιλέχτηκε μια εταιρεία μεταξύ 11 υποψηφίων για να ολοκληρώσει την επεξεργασία των αποβλήτων εντός δύο ετών.

Το ναυάγιο του Erika υπήρξε καταλύτης για την ευρωπαϊκή νομοθεσία καθώς προκάλεσε την εισαγωγή δύο σημαντικών δεσμών νομοθετικών μέτρων, των γνωστών ως Erika I και Erika II με στόχο την ενίσχυση των προδιαγραφών ασφαλείας της Ένωσης για τον τομέα των θαλάσσιων μεταφορών. Συγκεκριμένα το Erika I (2002) προέβλεπε χρονοδιάγραμμα απόσυρσης των δεξαμενόπλοιων μονού τοιχώματος, ενίσχυση των ελέγχων στους λιμένες συμπεριλαμβανομένων υποχρεωτικών ελέγχων από το κράτος λιμένα για ορισμένα εν δυνάμει επικίνδυνα πλοία, έλεγχο των δραστηριοτήτων των νηογνομόνων. Εισηγήαγε επίσης μια «μαύρη λίστα» πλοίων στα οποία δύναται να απαγορευθεί η είσοδος στα λιμάνια της ΕΕ. Το Erika II περιλάμβανε τη σύσταση της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας για τη Θαλάσσια Ασφάλεια (EMSA) και τη θέσπιση κοινοτικού συστήματος παρακολούθησης και ενημέρωσης για την κυκλοφορία των πλοίων (SafeSeaNet). Κατέστη υποχρεωτικός ο εξοπλισμός των πλοίων με συστήματα αυτόματου εντοπισμού (AIS) και συστήματα καταγραφής δεδομένων ταξιδιού (συστήματα VDR ή «μαύρα κουτιά») καθιέρωση Κοινοτικού συστήματος στενής παρακολούθησης της θαλάσσιας κυκλοφορίας και ένα νέο σχήμα αποζημίωσης για θύματα πετρελαϊκής ρύπανσης.

Prestige, Ισπανία/Γαλλία, 2002

Την 13η Νοεμβρίου 2002 το υπό σημαία Μπαχάμας και ελληνικής πλοιοκτησίας μονοπύθμενο δεξαμενόπλοιο Prestige, έμφορτο με 77.000 τόνους βαρέος αργού πετρελαίου, υπέστη βλάβη στο κύτος του, ενώ έπλεε κοντά στις ακτές της Ν. Ισπανίας. Το Prestige έπλεε επί έξι ημέρες στα ανοιχτά του Ατλαντικού με ρήγμα στις πλευρικές δεξαμενές του, κατόπιν άρνησης από τις ισπανικές αρχές για πλεύση του σε λιμάνι και απάντηση του φορτίου. Στις 19 Νοεμβρίου 2002, βυθίστηκε έχοντας σπάσει σε δυο κομμάτια. Περίπου 64.000 τόνοι διέρρευσαν στο θαλάσσιο περιβάλλον τόσο πριν όσο και μετά τη βύθισή του και προκάλεσαν ανυπολόγιστη καταστροφή στις ακτές της Γαλιτίας (García, 2003).

Λόγω των ιδιοτήτων του φορτίου (υψηλό ιξώδες και χαμηλή διαλυτότητα), σε συνδυασμό με τους ανέμους και τα ρεύματα, το πετρέλαιο που διέρρευσε μετακινήθηκε σε μεγάλες αποστάσεις. Αρχικά εμφανίσθηκε στις ακτές της Γαλιτίας, όπου η βραχώδης ακτή υπέστη σοβαρότατη ρύπανση. Σταδιακά και επί βδομάδες, η ρύπανση και το όλο και περισσότερο διασκορπισμένο και «γηρασμένο» πετρέλαιο κινήθηκε στον Βισκαϊκό Κόλπο και επηρέασε τις βόρειες ακτές της Ισπανίας και τις ατλαντικές ακτές της Γαλλίας, βόρεια μέχρι τη Βρετάνη. Μικρότερης έκτασης ρύπανση παρατηρήθηκε στις γαλλικές και αγγλικές ακτές της Μάγχης.

Για την αντιμετώπιση της ρύπανσης κινητοποιήθηκαν σκάφη από την Ισπανία και από εννέα ακόμη ευρωπαϊκές χώρες. Η κινητοποίηση αυτή υπήρξε ίσως η μεγαλύτερη διεθνής προσπάθεια αυτού του είδους. Οι αντίξοες καιρικές συνθήκες και η αδυναμία των σκαφών που πήραν μέρος στην προσπάθεια να επεξεργαστούν το πετρέλαιο που συνέλλεγαν δυσκόλεψε ακόμη περισσότερο το εγχείρημα. Συμμετείχαν επίσης πάνω από 1.000 αλιευτικά σκάφη.

Εντέλει συγκεντρώθηκαν περίπου 50.000 τόνοι μίγματος νερού-πετρελαίου αλλά περίπου 1.900 χιλιόμετρα ακτής επηρεάστηκαν. Για τον καθαρισμό της ακτογραμμής στην Ισπανία απασχολήθηκαν περισσότερα από 5.000 άτομα (στρατιωτικό και πολιτικό προσωπικό και εθελοντές). Η διαδικασία ήταν αργή και δύσκολη ιδιαίτερα στις βραχώδεις ακτές όπου ήταν δύσκολη η πρόσβαση. Επίσης συχνή ήταν και η εκ νέου ρύπανση των ήδη καθαρισμένων ακτών. Στις γαλλικές ακτές το έργο της απορρύπανσης ήταν αποτελεσματικότερο, καθώς η ρύπανση είχε τη μορφή σφαιρών πίσσας που συλλέγονταν εύκολα. Συνολικά συλλέχθηκαν 141.000 τόνοι πετρελαϊκών αποβλήτων στην Ισπανία και 18.300 τόνοι στη Γαλλία.

Λόγω της έκτασής της η πετρελαιοκηλίδα του Prestige επηρέασε μια πολύ μεγάλη ποικιλία οικοτόπων από τη βαθιά λεκάνη και το υποθαλάσσιο όρος της Γαλιτίας ως ρηχούς κόλπους. Οι παράκτιοι οικοτόποι δέχτηκαν τη μεγαλύτερη πίεση συμπεριλαμβανομένης της ζημιάς που προκλήθηκε από τις εργασίες καθαρισμού (καταστροφή των αμμοθινών, αλόγιστη διάνοιξη δρόμων κοκ) Το πρώτο διάστημα μετά το ναυάγιο επικράτησε η άποψη «καθαρισμός με κάθε κόστος» χωρίς να ληφθεί υπόψη η διαθέσιμη εμπειρία και γνώση για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις διαφορετικών μεθόδων ανάλογα με το υπόστρωμα και την οικονομική σημασία.

Το ναυάγιο του Prestige ήταν χαρακτηριστικό λόγω της αντίδρασης και της ανταπόκρισης της κοινής γνώμης, τουλάχιστον στην Ισπανία. Προκάλεσε ευαισθητοποίηση όχι μόνο των πολιτών που προσήλθαν εθελοντικά και μαζικά στους καθαρισμούς αλλά και στην αλιευτική βιομηχανία, τους επιστήμονες και τις ΜΚΟ. Επίσης μετά την καταστροφή του πετρελαιοφόρου Prestige, εγκρίθηκε

αυστηρότερο χρονοδιάγραμμα απόσυρσης των μονοπύθμενων πλοίων και απαγορεύτηκε η μεταφορά ιδιαίτερος ρυπογόνων κλασμάτων πετρελαίου από τα εν λόγω πλοία (Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1726/2003 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 22ας Ιουλίου 2003). Επίσης τροποποιήθηκε ο Κανονισμός του Ευρωπαϊκού Οργανισμού για την Ασφάλεια της Ναυσιπλοΐας (Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 724/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 31ης Μαρτίου 2004).

Σε εθνικό επίπεδο η καταστροφή του Prestige έδωσε το έναυσμα για τη θεσμοθέτηση μιας Ιδιαίτερας ευαίσθητης θαλάσσιας περιοχής (Particularly Sensitive Sea Area, PSSA) πλάτους 130 ναυτικών μιλίων. Με τη σύμφωνη γνώμη της ΕΕ, η Ισπανία κατέθεσε τη σχετική πρόταση στον ΙΜΟ τον Απρίλιο του 2003. Η PSSA Western European Waters εγκρίθηκε μετά από έντονες διαβουλεύσεις ανάμεσα στις χώρες μέλη και είναι σήμερα η μεγαλύτερη PSSA καλύπτοντας έκταση από τις βόρειες ακτές της Σκωτίας έως το νότιο άκρο της Ισπανίας. Περιλαμβάνει κάποιες από τις πιο πολυσύχναστες ρότες πετρελαιοφόρων. Τα δεξαμενόπλοια πάνω των 600 με φορτίο βαρύ αργό πετρέλαιο, βαρύ καύσιμο πετρέλαιο, πίσσα ή άσφαλτο υποχρεούνται να ενημερώνουν όταν αποπλέουν από λιμένα εντός της PSSA ή όταν λόγω οποιουδήποτε λόγου αλλάξουν πορεία εντός της PSSA.³⁴

Η ανάγκη κινητοποίησης πολλών και διαφορετικών οργανισμών τόσο της διοίκησης όσο και της κοινωνίας των πολιτών ήταν βασική στην αντιμετώπιση των επιπτώσεων του Prestige. Το ατύχημα το χειρίστηκαν διαφορετικές υπηρεσίες εντός του υφιστάμενου και μάλλον πολύπλοκου κυβερνητικού σχήματος της Ισπανίας, όπου η κάθε περιφέρεια έχει μια σχετική αυτονομία. Οι υπηρεσίες ασχολήθηκαν με την πετρελαιοκηλίδα παράλληλα με τα καθημερινά τους καθήκοντα και υποχρεώσεις που βέβαια συνέχιζαν κανονικά. Δεν ορίστηκε ειδικός συντονιστής και έτσι παρά την ασυνήθιστη κατάσταση οι υπηρεσίες συνέχισαν να λειτουργούν με βάση τη συνηθισμένη ρουτίνα τους με αρνητικό αντίκτυπο στην αποτελεσματικότητα της συνεργασίας και της ανταλλαγής πληροφορίας. Κάποιες από τις βασικές προϋποθέσεις προκειμένου αυτές οι δυσκολίες να αποφευχθούν περιλαμβάνουν:

- Την ύπαρξη ενός σαφώς προσδιορισμένου και γνωστού σε όλους συντονιστικού κέντρου
- Σαφές οργανόγραμμα αρμοδιοτήτων, γνωστό σε όλους τους εμπλεκόμενους
- Εξέταση διαφορετικών σεναρίων
- Ανταλλαγή σαφούς και ακριβούς πληροφορίας ανάμεσα στους εμπλεκόμενους. Η συχνή επικοινωνία επίσης βοηθάει στην αποφυγή συγκρούσεων.
- Άμεση πρόσβαση σε ειδικούς στο εσωτερικό και το εξωτερικό.
- Συντονισμό με διεθνείς φορείς αντιμετώπισης παρόμοιων περιστατικών
- Οι εμπλεκόμενες υπηρεσίες και φορείς πρέπει επίσης να είναι επαγγελματικά οργανωμένες και ικανές να διεκπεραιώνουν αυτόνομα τα καθήκοντα που έχουν αναλάβει.

³⁴ <http://pssa.imo.org/w-europe/w-europe.htm>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Clark R. B. 2003. *Marine Pollution*. Oxford: Oxford University Press.

Díaz-Almela E. & Duarte C.M. 2008. *Management of Natura 2000 habitats. 1120 * Posidonia beds (Posidonium oceanicae)*. European Commission. Διαθέσιμο στο: http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/habitats/pdf/1120_Posidonia_beds.pdf

Dounas, C., Koutsoumbas, D., Arvanitidis, C., Petihakis, G., Drummond, L., Eleftheriou, A. (1998). Biodiversity and the impact of anthropogenic activities in Mediterranean lagoons, the case of Gialova lagoon, SW Greece. *Oebalia Taranto*: 24, 77–91.

Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council (EVOSTC). (1994). *Exxon VALDEZ OIL SPILL RESTORATION PLAN*. Διαθέσιμο στο <http://www.evostc.state.ak.us/Universal/Documents/Restoration/1994RestorationPlan.pdf>

Garcia, R. 2003. The Prestige: one year on, a continuing disaster. WWF Spain. November, 2003). Διαθέσιμο στο <https://wwf.fi/mediabank/1085.pdf>

Giziakis Kostantinos, Kanellopoulos Nikitas, Gialoutsis Sofia. (2013). Spatial Analysis of Oil Spills from Marine Accidents in Greek Waters. *Spoudai, Journal of Economics and Business*, Vol. 63 (3-4), pp. 60-74. Διαθέσιμο στο <http://spoudai.unipi.gr/index.php/spoudai/article/view/74>

Guidetti P., Modena M., La Mesa G., Vacchi M. (2000). Composition, abundance and stratification of macrobenthos in the marine area impacted by tar aggregates derived from the Haven oil spill (Ligurian Sea, Italy). *Marine Pollution Bulletin*, 40 (12): 1161-1166.

IMO/UNEP. (2011). *Regional Information System; Part C2, Statistical Analysis - Alerts and Accidents Database*. REMPEC, February 2011. Διαθέσιμο στο: <http://www.rempec.org/admin/store/wyswiglmg/file/Tools/Operational%20tools/Alerts%20and%20accidents%20database/Statistics%20accidents%202011%20EN%20FINAL.pdf>

ITOPF. (2011). *Fate of Marine Oil Spills*. Technical Information Paper 2. The International Tanker Owners Pollution Federation. Διαθέσιμο στο <http://www.itopf.com/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-2-fate-of-marine-oil-spills/> (πρόσβαση 8 Νοεμβρίου 2017).

ITOPF (2014). *Effects of oil pollution on fisheries and mariculture*. Technical Information Paper 6. The International Tanker Owners Pollution Federation. Διαθέσιμο στο <http://www.itopf.com/knowledge-resources/documents-guides/document/tip-11-effects-of-oil-pollution-on-fisheries-and-mariculture/>

ITOPF. (2017). *Oil tanker spill statistics 2016*. The International Tanker Owners Pollution Federation. Διαθέσιμο στο http://www.itopf.com/fileadmin/data/Photos/Publications/Oil_Spill_Stats_2016_low.pdf (πρόσβαση 9 Νοεμβρίου 2017).

Johnson, D. and Butt, N. (2006). *The Sea Empress disaster – 10 on. An overview of shipping activities in the UK waters*. WWF UK report, pp. 22. Διαθέσιμο στο http://geography.taskermilward.org.uk/Year_13/G3b_Investigation/Sea_Empress/wwf10yearsonafterdisaster.pdf

Petza, D., Maina, I., Koukouroufli, N., Dimarchopoulou, D., Akrivos, D., Kavadas, S., Tsikliras, A.C., Karachle, P. & Katsanevakis, S. (2017). Where not to fish –reviewing and mapping fisheries restricted areas in the Aegean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 18, 310-323. Διαθέσιμο στο <https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/hcmr-med-mar-sc/article/view/13718/12967>

Sea Alarm Foundation. *The activities of the Sea Alarm Foundation in the aftermath of the Prestige incident*. Αναφορά, 11 σελ. Διαθέσιμο στο <https://www.sea-alarm.org/downloads/Prestige.PDF>

Zenetos, J., Hatzianestis, M., Lantzouni, M., Simboura, E., Sklivagou, and G Arvanitakis. (2004). The Eurobulker oil spill: mid-term changes of some ecosystem indicators. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 48 (1–2), pp. 122-131, ISSN 0025-326X, [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(03\)00370-9](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00370-9).

Αλεξόπουλος, Α. (2004). *Διεθνές θαλάσσιο περιβαλλοντικό δίκαιο*. Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Θαλασσιών Επιστημών.

ΕΛΣΤΑΤ. (2017). Έρευνα θαλάσσιας αλιείας με μηχανοκίνητα σκάφη έτους 2016. Δελτίο Τύπου, 28/9/2017.

Καυκούλας Α. (2001). *Αντιμετώπιση Ρύπανσης της Θάλασσας*, Πειραιάς, 2001

Κοτρίκλα, Α.Μ. (2015). *Ναυτιλία και Περιβάλλον* [ηλεκτρ. βιβλ.]. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, 236 σελ. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5478>

Λεγάκις, Α. και Μαραγκού, Π. (επιμ. έκδοσης). (2009). *Το Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας*. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, 528 σελ. Διαθέσιμο στο <http://yρεka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=MhjfH8vnqrg%3d&tabid=518&language=el-GR> (πρόσβαση 8 Νοεμβρίου 2017).

Σαρηγιάννης Δ. Α. (2008). Θαλάσσια Ρύπανση, υγεία και περιβάλλον. Στο: *Το θαλάσσιο Περιβάλλον*. Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. (2012). *Συνοδευτική τεχνική έκθεση για το στάδιο της «προετοιμασίας» του σχεδίου δράσης των θαλάσσιων στρατηγικών στην Ελλάδα για την εφαρμογή της οδηγίας πλαίσιο για τη θαλάσσια στρατηγική 2008/56/ΕΚ*. Διαθέσιμη στο ...

WWF Ελλάς. (2015). *Γαλάζια ανάπτυξη στη Μεσόγειο Θάλασσα: η πρόκληση της καλής περιβαλλοντικής κατάστασης*. WWF Ελλάς, 318 σελίδες.

>100

Το WWF αγωνίζεται για την προστασία του περιβάλλοντος σε 6 ηπείρους και σε περισσότερες από 100 χώρες.

1961

Το WWF ιδρύθηκε το 1961 στην Ελβετία.

1991

Το WWF ιδρύει γραφείο στην Αθήνα το 1991.

>300

Στην Ελλάδα έχουμε υλοποιήσει περισσότερες από 300 δράσεις.

1995

Η οικονομική διαχείριση του WWF Ελλάς ελέγχεται από ορκωτούς λογιστές σε ετήσια βάση από το 1995.

360°

Προστατεύουμε το περιβάλλον λαμβάνοντας υπόψη τα κοινωνικά, οικονομικά και πολιτικά αίτια των απειλών και προτείνοντας λύσεις για την αρμονική συνύπαρξη ανθρώπου και φύσης.

5.000.000

Μας στηρίζουν περισσότεροι από 5.000.000 υποστηρικτές παγκοσμίως. Στην Ελλάδα έχουμε 11.000 υποστηρικτές.



Αποστολή του WWF είναι να σταματήσει την υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος και να χτίσει ένα μέλλον αρμονικής συνύπαρξης ανθρώπων και φύσης, προστατεύοντας τη βιοποικιλότητα, διασφαλίζοντας τη βιώσιμη χρήση των ανανεώσιμων φυσικών πόρων, και προωθώντας τη μείωση της ρύπανσης και της σπάταλης κατανάλωσης.

You Tube <http://www.youtube.com/wwfgrwebtv>



<http://www.facebook.com/WWFGreece>



http://twitter.com/WWF_Greece

Λεμπέση 21, Τηλ.: 210 3314893 e-mail: support@wwf.gr
117 43 Αθήνα Fax: 210 3247578 www.wwf.gr