



**ΠΑΝΕΣΤΗΜΙΟ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

**ΤΜ. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ &
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ &
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΗΛΙΔΩΝ -**

**Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ
SEATRACK WEB ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Μεταπτυχιακή εργασία

Συντάκτρια: **Π. Κομματά**

Επιβλέπων καθηγητής: **Γρ. Χονδροκούκης**

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2008

Copyright © Κομματά Παναγιώτα, 2008

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τη συντάκτρια. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν την συντάκτρια και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Πειραιά.

Σημείωση:

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Χονδροκούκη Γρ. για την πολύτιμη καθοδήγηση, βοήθεια και συμπαράστασή του, καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της μεταπτυχιακής εργασίας, καθώς και όσους ανταποκρίθηκαν σε σχετικά ερωτήματα και προσέφεραν χρήσιμες πληροφορίες.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	5
2. Σημαντικές πετρελαιοκηλίδες	7
2.1 Οι σημαντικές διεθνώς πετρελαιοκηλίδες	7
2.2 Οι σημαντικές πετρελαιοκηλίδες στη Μεσόγειο	16
2.3 Οι σημαντικές πετρελαιοκηλίδες στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο	26
Βιβλιογραφία	28
3. Τρόποι σχηματισμού πετρελαιοκηλίδων	29
Βιβλιογραφία	31
4. Ο αποχρωματισμός του πετρελαίου	32
Βιβλιογραφία	39
5. Οι τύποι πετρελαίου	40
Βιβλιογραφία	43
6. Οι επιπτώσεις των πετρελαιοκηλίδων	44
6.1. Παράγοντες που καθορίζουν το μέγεθος των επιπτώσεων	44
6.2 Οι επιπτώσεις στη θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα	50
6.3 Οι επιπτώσεις στη δημόσια υγεία.	59
6.4 Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις.	61
Βιβλιογραφία	64
7. Διεθνής και εθνική νομοθεσία	65
Βιβλιογραφία	86
8. Μέσα καταπολέμησης της ρύπανσης	87
Βιβλιογραφία	107
9. Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (Σ.Υ.Α.)	108
9.1 Διαχωρισμός αποφάσεων	109
9.2 Διαδικασία λήψης μιας απόφασης	110
9.3 Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Σ.Υ.Α.)	113
9.4 Χαρακτηριστικά Σ.Υ.Α.	115
9.5 Δομή Σ.Υ.Α.	116
9.6 Αρχιτεκτονική Σ.Υ.Α.	123
9.7 Ανάπτυξη Σ.Υ.Α.	126
9.8 Εφαρμογές των Σ.Υ.Α.	130
Βιβλιογραφία	137
10. Το μοντέλο Seatrack Web	139
Βιβλιογραφία	160
11. Η εφαρμογή του μοντέλου Seatrack Web στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο	161
Βιβλιογραφία	172
12. Συμπεράσματα	173
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	175

1. Εισαγωγή

Η μεγαλύτερη ίσως πρόκληση που καλείται να αντιμετωπίσει σήμερα η ανθρωπότητα είναι η αειφόρος ανάπτυξη. Η ανάπτυξη δηλαδή διαφόρων τομέων της ζωής μας, με σεβασμό προς το περιβάλλον. Μόλις πρόσφατα έχει αρχίσει να γίνεται αντιληπτό ότι οι σημερινές μας ενέργειες επηρεάζουν το μέλλον και δεν πρέπει να στερήσουμε από τις επόμενες γενιές ό,τι εμείς σήμερα, είτε χαιρόμαστε, είτε εκμεταλλευόμαστε για τη βελτίωση της ζωής μας.

Καθώς οι επιστήμονες προειδοποιούν για τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, πίεση ασκείται σε όλους τους πιθανούς ρυπαντές να προσδιορίσουν και να περιορίσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων τους. Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού και η άνοδος του βιοτικού επιπέδου των αναπτυσσόμενων χωρών, οδηγούν στη ζήτηση συνεχώς περισσότερων αγαθών για την ικανοποίηση των αναγκών του πληθυσμού. Η μεταφορά των αγαθών αυτών, με τη σειρά της, επιβαρύνει το περιβάλλον. Μεταξύ των διαφόρων τρόπων μεταφοράς αγαθών, σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία, η μεταφορά τους με πλοίο ανήκει στους λιγότερο ρυπογόνους και συγχρόνως στους πιο οικονομικούς.

Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει ότι το περιβάλλον δεν επιβαρύνεται και δεν είναι απαραίτητη η λήψη και εφαρμογή κατάλληλων μέτρων για τον περιορισμό της επιβάρυνσης. Αντιθέτως, πέρα των εκπομπών του CO₂, που αποτελούν σχετικά μικρό ποσοστό των συνολικών εκπομπών, καθώς σύμφωνα με στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Ναυτιλίας (IMO), το 2000 αντιστοιχούσαν στο 1.8% των συνολικών εκπομπών CO₂, το θαλάσσιο περιβάλλον απειλείται με ρύπανση από πετρέλαιο, επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες, βοθρολύματα και απορρίμματα προερχόμενα από τα πλοία.

Η παρούσα εργασία θα επικεντρωθεί στη ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος από πετρέλαιο και κυρίως στην ατυχηματική ρύπανση. Η ατυχηματική ρύπανση προκαλείται έπειτα από ατύχημα (σύγκρουση, προσάραξη, βύθιση κ.ά.) πλοίου ή πλοίων, κατά το οποίο μεγάλες ποσότητες πετρελαίου, που μεταφέρονται συνήθως ως φορτίο ή προέρχονται από τις δεξαμενές καυσίμων του πλοίου, καταλήγουν στη θάλασσα, σχηματίζοντας τις γνωστές πετρελαιοκηλίδες και απειλώντας το οικοσύστημα της περιοχής. Οι συνέπειες για την περιοχή πρόκλησης της πετρελαιοκηλίδας μπορούν να αποβούν τραγικές, τόσο για το οικοσύστημα, όσο και για τους κατοίκους των παράκτιων περιοχών. Μέτρα πρόληψης και αποφυγής τέτοιων περιστατικών έχουν ληφθεί, με πιο γνωστό την υποχρέωση των δεξαμενόπλοιων να φέρουν διπλά τοιχώματα. Τα μέτρα όμως

για να είναι αποτελεσματικά θα πρέπει να εφαρμόζονται, αλλά ακόμα και τότε, ατυχήματα συμβαίνουν.

Στην περίπτωση που συμβεί ατύχημα πετρελαϊκής ρύπανσης, καθοριστικός είναι ο τρόπος αντιμετώπισής της. Προτάσεις και οδηγίες για την αντιμετώπιση πετρελαϊκής ρύπανσης σε θαλάσσιο περιβάλλον έχουν θεσπιστεί. Κάθε περίπτωση όμως είναι ξεχωριστή και απαιτεί διαφορετικές ενέργειες δράσης. Σε όλες όμως η έγκαιρη επέμβαση είναι καθοριστική για την τελική έκβαση της επιχείρησης περιορισμού της ρύπανσης. Υπάρχουν περιπτώσεις, όπου οι ενέργειες που ακολουθήθηκαν, αποδείχθηκε έπειτα ότι ήταν λανθασμένες και μπορεί να οδήγησαν σε αντίθετο αποτέλεσμα, δηλαδή σε περαιτέρω εξάπλωση της ρύπανσης. Για την αποφυγή τέτοιων ενεργειών, είναι απαραίτητο κατά το σχεδιασμό του τρόπου επέμβασης, οι αρμόδιοι να έχουν διαθέσιμα και συγκεντρωμένα όλα εκείνα τα στοιχεία που θα τους βοηθήσουν στη λήψη της σωστής απόφασης. Στη διαδικασία αυτή, οι αρμόδιοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν κάποιο από τα λεγόμενα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Σ.Υ.Α.) για το συνδυασμό όλων των διαθέσιμων στοιχείων και την απόκτηση μίας συνολικής εικόνας της επικρατούσας κατάστασης.

Στη συνέχεια επιχειρείται η παρουσίαση εφαρμογής ενός ανάλογου Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων (Σ.Υ.Α.) για την αντιμετώπιση πετρελαιοκηλίδων στην περίπτωση των ελληνικών θαλασσών, αφού προηγουμένως γίνει αναφορά στον τρόπο σχηματισμού μιας πετρελαιοκηλίδας, στις πιθανές επιπτώσεις της, στα μέσα αντιμετώπισής της και στο νομικό πλαίσιο που ισχύει.

2. Σημαντικές πετρελαιοκηλίδες

Τα περιστατικά πετρελαϊκής ρύπανσης αποτελούν κίνδυνο και είναι πιθανά να συμβούν σε οποιαδήποτε παράκτια χώρα, καθώς μέσω των θαλασσών γίνεται η παγκόσμια διακίνηση πετρελαιοειδών. Τα μέχρι στιγμής καταγεγραμμένα περιστατικά είναι πολλά, τόσο σε διεθνές επίπεδο, όσο και σε εθνικό, δηλαδή στην περιοχή των ελληνικών θαλασσών.

2.1 Οι σημαντικές διεθνώς πετρελαιοκηλίδες [2.1, 2.2]

Στον πίνακα 2.1 παρουσιάζονται τα σημαντικότερα διεθνώς περιστατικά πετρελαϊκής ρύπανσης. Η αναφορά τους ξεκινά με το ατύχημα του Torrey Canyon που προκάλεσε την πρώτη μεγάλη οικολογική καταστροφή στην περιοχή της Ευρώπης και αποτέλεσε την απαρχή για τη θέσπιση και λήψη μέτρων αποφυγής ανάλογων ατυχημάτων και περιορισμού των συνεπειών τους.

Η επιλογή των πιο σημαντικών περιστατικών βασίστηκε, όχι μόνο στην ποσότητα του διαφεύγοντος πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον, αλλά και στη σημασία και σπουδαιότητα της περιοχής, όπου παρουσιάστηκε η πετρελαιοκηλίδα, για παράδειγμα αν πρόκειται για προστατευμένη περιοχή, όπου οι συνέπειες είναι καταστροφικές για το οικοσύστημα (π.χ. τα νησιά Galapagos, η Νήσος Guimaras στις Φιλιππίνες) και το μέγεθος της ρύπανσης που προκάλεσε.

Το δεξαμενόπλοιο Torrey Canyon προσέκρουσε στις βραχώδεις ακτές της Κορνουάλης στις 18 Μαρτίου 1967 μεταφέροντας **121.000** τόνους ακατέργαστου πετρελαίου προέλευσης Κουβέιτ, ποσότητα η οποία και διέρρευσε στο θαλάσσιο περιβάλλον (Εικόνα 2.1). Το ατύχημα του Torrey Canyon υπήρξε η πρώτη μεγάλη καταστροφή δεξαμενόπλοιου που προκάλεσε το ενδιαφέρον της διεθνούς κοινής γνώμης.



Εικόνα 2.1: Το Torrey Canyon μετά την πρόσκρουσή του στις ακτές της Κορνουάλης.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΟΥ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (τόνοι - tn)
18/03/1967	Torrey Canyon	Ακτές Κορνουάλης, Ηνωμένο Βασίλειο	121.000
19/12/1972	Sea Star, Horta Barbosa	Κόλπος του Ομάν	73.000
12/05/1976	Urquiola	La Coruna, Ισπανία	101.000
25/02/1977	Hawaiian Patriot	Β. Ειρηνικό Ωκεανό	63.000
16/03/1978	Amico Cadiz	Ακτές Βρετάνης, Γαλλία	227.000
08/01/1979	Betelgeuse	Ιρλανδία	40.000
19/07/1979	Atlantic Empress, Aegean Captain	Τομπάγκο, Καραϊβική	280.000
24/03/1989	Exxon Valdez	Αλάσκα	38.500
19/12/1989	Khark 5	Κανάριοι νήσοι, Ισπανία	70.000
07/02/1990	American Trader	Bosa Chica, Καλιφόρνια	1.082
26/01/1991	Πετρελαϊκές εγκαταστάσεις	Περσικός Κόλπος	700.000-900.000
11/04/1991	Haven	Ακτές Γένοβας, Ιταλία	144.000
03/12/1992	Aegean Sea	La Coruna, Ισπανία	67.000
05/01/1993	Braer	Νήσοι Shetlands, Σκωτία	84.500
13/04/1994	Nassia	Στενά Βοσπόρου	95.000
15/02/1996	Sea Empress	Ηνωμένο Βασίλειο	73.000
12/12/1999	Erika	Βισκαϊκός Κόλπος, Γαλλία	19.000-20.000
16/01/2001	Jessica	Νήσος San Cristobal, Νήσοι Galapagos, Εκουαδόρ	300+600=900
13/11/2002	Prestige	Ακρωτήριο Finisterre, Ακτές Γαλικίας, Ισπανία	77.000
27/07/2003	Tasman Spirit	Πακιστάν	27.000
13-15/07/2006	Παράκτιος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος	Βηρυτός, Λίβανος	15.000
11/08/2006	Solar 1	Νήσος Guimaras, Φιλιππίνες	800
07/12/2007	Hebei Spirit	Ν. Κορέα	10.000

Πίνακας 2.1: Οι σημαντικές διεθνώς πετρελαιοκηλίδες.

Στις 19 Δεκεμβρίου 1972 ύστερα από τη σύγκρουση του Νοτιοκορεάτικου δεξαμενόπλοιου Sea Star με το Βραζιλιάνικο δεξαμενόπλοιο Horta Barbosa διέφυγαν **73.000** τόνοι πετρελαίου στον κόλπο του Ομάν.

Στις 12 Μαΐου 1976 το δεξαμενόπλοιο Urquiola προσάραξε σε μη χαρτογραφημένο ύφαλο στην είσοδο του λιμανιού της La Coruna στην Ισπανία. Καθώς υπήρχε κίνδυνος έκρηξης το πλοίο απομακρύνθηκε από την είσοδο του λιμανιού. Δύο

ώρες μετά, συνέβη έκρηξη και **101.000** τόνοι αργού πετρελαίου κατέληξαν στη θάλασσα. Λόγω των ισχυρών ανέμων που έπνεαν στην περιοχή η πετρελαιοκηλίδα γρήγορα εξαπλώθηκε και απείλησε τις ακτές.

Το υπό Λιβεριανή σημαία Hawaiian Patriot έπιασε φωτιά στο Βόρειο Ειρηνικό με αποτέλεσμα να χυθούν στη θάλασσα **63.000** τόνοι πετρελαίου.

Το Amoco Cadiz μεταφέροντας **227.000** τόνους αργού πετρελαίου προσάραξε, λόγω έντονης καταιγίδας και βλάβης στο πηδάλιο, στις ακτές της Γαλλίας, με αποτέλεσμα τη διαρροή όλης της μεταφερόμενης ποσότητας πετρελαίου (Εικόνα 2.2).



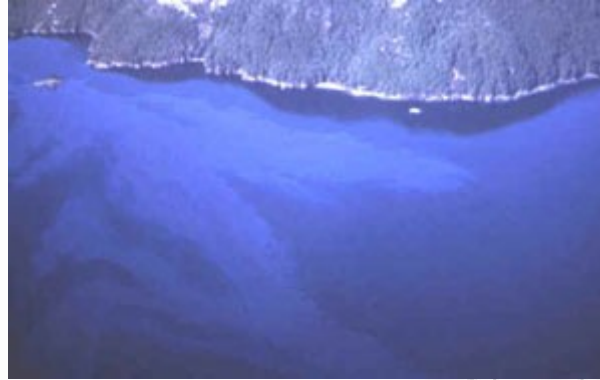
Εικόνα 2.2: Το Amoco Cadiz μετά την προσάραξή του στις ακτές της Βρετανίας, Γαλλία.

Το δεξαμενόπλοιο Betelgeuse, στις 8 Ιανουαρίου 1979 ξεφόρτωνε το φορτίο του, 74.000 τόνοι βαρέων κλασμάτων αργού πετρελαίου (heavy crude oil) και 40.000 ελαφρών κλασμάτων αργού πετρελαίου (light crude oil), στο Gulf Oil Terminal, Whiddy Island, Bantry Bay, Ιρλανδία. Οι 40.000 τόνοι ελαφρών κλασμάτων αργού πετρελαίου δεν είχαν εκφορτωθεί όταν συνέβη έκρηξη. Το πλοίο κόπηκε στα δύο και βυθίστηκε, με αποτέλεσμα **40.000** τόνοι ελαφρών κλασμάτων αργού πετρελαίου να διαφύγουν στη θάλασσα.

Στις 19 Ιουλίου 1979 το δεξαμενόπλοιο Atlantic Empress μεταφέροντας 276.000 τόνους αργού πετρελαίου συγκρούστηκε με το Aegean Captain, επίσης δεξαμενόπλοιο το οποίο μετέφερε 200.000 τόνους αργού πετρελαίου, στα ανοικτά του Τομπάγκο στην Καραϊβική. Μετά τη σύγκρουση εκδηλώθηκε φωτιά. Η φωτιά στην πλώρη του Aegean Captain τέθηκε γρήγορα υπό έλεγχο και υπήρξε διαρροή μόνο μικρής ποσότητας κατά τη ρυμούλκησή του στο Curacao, όπου έγινε η μεταφορά του πετρελαίου σε άλλα πλοία. Δυστυχώς, η φωτιά στο American Empress εξαπλώθηκε και η συνολική ποσότητα που κατέληξε στη θάλασσα υπολογίζεται **280.000** τόνοι.

Το αμερικανικό δεξαμενόπλοιο Exxon Valdez στις 24 Μαρτίου 1989 μεταφέροντας 180.000 τόνους αργού πετρελαίου προσέκρουσε σε ύφαλο στην περιοχή

Prince William Sound, Αλάσκα. Σε μια ιδιαίτερης αλιευτικής σημασίας περιοχή διέφυγαν **38.500** τόνοι αργού πετρελαίου σχηματίζοντας τη μεγαλύτερη μέχρι τότε πετρελαιοκηλίδα στην Αμερική (Εικόνα 2.3).



Εικόνα 2.3: Η έκταση της πετρελαιοκηλίδας. Πάνω αριστερά διακρίνεται το δεξαμενόπλοιο Exxon Valdez.

Στις 19 Δεκεμβρίου 1989 στο δεξαμενόπλοιο Khark 5 βρισκόμενο σε θύελλα, συνέβη έκρηξη ανοιχτά της ακτής Safi, 400 μίλια βορείως του Las Palmas, Κανάριοι νήσοι, Ισπανία. Αποτέλεσμα ήταν η συνεχής διαρροή **70.000** τόνων αργού πετρελαίου. Εκτιμάται ότι η διαρροή του πετρελαίου συνεχίστηκε για 12 ημέρες, με ρυθμό 200τόνοι/ώρα (t/h).

Στις 7 Φεβρουαρίου 1990 το πετρελαιοφόρο American Trader παρουσίασε διαρροή και περίπου **1.082** τόνοι αργού πετρελαίου χύθηκαν στην περιοχή Bosa Chica, ένα από τα μεγαλύτερα φυσικά πάρκα της Καλιφόρνια.

Στις 26 Ιανουαρίου 1991, ο ιρακινός στρατός κατά την αποχώρησή του από το Κουβέιτ ανέφλεξε πετρελαιοπηγές με αποτέλεσμα 700.000-900.000 τόνοι να χυθούν στη θάλασσα, προκαλώντας ίσως την μεγαλύτερη πετρελαιοκηλίδα στην ιστορία της ανθρωπότητας (Εικόνες 2.4, 2.5).



Εικόνα 2.4: Τεράστια πετρελαιοκηλίδα καταφτάνει στις ακτές.



Εικόνα 2.5: Πετρελαιοπηγές καίγονται.

Στις 11 Απριλίου 1991 το κυπριακής σημαίας δεξαμενόπλοιο Haven μεταφέροντας **144.000** τόνους αργού πετρελαίου, για άγνωστο λόγο έπιασε φωτιά ανοιχτά των ακτών της Γένοβας, Ιταλία, ακολούθησε έκρηξη και το πλοίο κόπηκε σε τρία μέρη. Το ένα μέρος βυθίστηκε αμέσως, ενώ τα υπόλοιπα δύο βυθίστηκαν κατά τη ρυμούλκηση. Το περιστατικό αυτό προκάλεσε μία από τις μεγαλύτερες οικολογικές καταστροφές στην Ευρώπη από πετρελαιοκηλίδα (Εικόνα 2.6).



Εικόνα 2.6: Η πετρελαιοκηλίδα που προκλήθηκε από τη βύθιση του Haven.

Το ελληνικής σημαίας δεξαμενόπλοιο Aegean Sea στις 3 Δεκεμβρίου 1992 κατά τη διάρκεια καταιγίδας προσάραξε έξω από το ισπανικό λιμάνι της La Coruna, κόπηκε στα δύο με αποτέλεσμα να βυθιστεί η πλώρη και στη συνέχεια εκδηλώθηκε φωτιά. Η μεταφερόμενη ποσότητα ήταν 79.000 τόνοι. Προσπάθειες έγιναν για την άντληση, όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσότητας πετρελαίου από την πρύμνη και κάποια ποσότητα κάηκε με την εκδήλωση της φωτιάς. Ωστόσο, **67.000** τόνοι αργού πετρελαίου κατέληξαν στη θάλασσα.

Στις 5 Ιανουαρίου 1993 το δεξαμενόπλοιο Braer, έπειτα από μηχανική βλάβη, μένοντας ακυβέρνητο και επικρατώντας στην περιοχή ισχυρή καταιγίδα, προσέκρουσε στην νοτιότερη άκρη των Νήσων Shetlands στη Σκωτία και τελικά βυθίστηκε. Όλη η μεταφερόμενη ποσότητα, **84.500** τόνοι αργού πετρελαίου, κατέληξε στη θάλασσα. Λόγω των δυσμενών καιρικών συνθηκών που επικρατούσαν στην περιοχή, η επέμβαση για τον περιορισμό της πετρελαιοκηλίδας ήταν αδύνατη, με αποτέλεσμα την γρήγορη εξάπλωσή της και τη μόλυνση των ακτών (Εικόνα 2.7).

Στις 13 Μαρτίου 1994, το εμπορικό πλοίο Shipbroker συγκρούστηκε με το δεξαμενόπλοιο Nassia στα στενά του Βοσπόρου. Από το ρήγμα που σχηματίστηκε στο Nassia, αποτέλεσμα της σύγκρουσης, διέρρευσαν στη θάλασσα **95.000** τόνοι αργού

πετρελαίου. Μεγάλη ποσότητα του διαρρέοντος πετρελαίου ανεφλέγη από τη φωτιά που εκδηλώθηκε στη συνέχεια στο Nassia και επεκτάθηκε και στο Shipbroker.



Εικόνα 2.7: Η επικράτηση ισχυρών ανέμων στην περιοχή και η δράση των μεγάλων κυμάτων συνέβαλαν στον γρήγορο διασκορπισμό του πετρελαίου που διέρρευσε από το δεξαμενόπλοιο Braer στις 05/01/1993.

Στις 15 Φεβρουαρίου 1996, το λιβεριανής σημαίας πλοίο Sea Empress μεταφέροντας 130.824 τόνους ελαφρών κλασμάτων αργού πετρελαίου (light crude oil) προσέκρουσε σε βράχια στην είσοδο του Κόλπου Milford Haven Bay, στο Ηνωμένο Βασίλειο, πιθανόν λόγω κακών εκτιμήσεων των ρευμάτων της παλίρροιας, σε μία περιοχή όπου βρίσκονται πολλά διωλιστήρια και από όπου καλύπτεται περίπου το 25% των αναγκών του Ηνωμένου Βασιλείου σε ραφιναρισμένα προϊόντα (refined products) πετρελαίου. Από τη στιγμή της πρόσκρουσης και τις επόμενες μέρες, κατά τις προσπάθειες αποκόλλησης και ρυμούλκησης του πλοίου και μεταφοράς του φορτίου, διέρρευσαν στη θάλασσα περίπου **73.000** τόνοι αργού πετρελαίου.

Το υπό σημαία Μάλτας πετρελαιοφόρο Erika, στις 12 Δεκεμβρίου 1999, μεταφέροντας 31.000 τόνους πετρελαίου no 6 (heavy no 6 fuel), κατευθυνόμενο από το Dunkirk, Αγγλία στο Λινόρνο, Ιταλία, λόγω της δομής του πλοίου και των δυσμενών καιρικών ανέμων (δυτικό (W) άνεμο, ταχύτητα ανέμου 8-9 μποφόρ, 8m ύψος κυμάτων), κόβεται στα δύο και βυθίζεται ΒΔ της Γαλλίας, στο Βισκαϊκό Κόλπο. Υπολογίζεται ότι **19.000 – 20.000** τόνοι πετρελαίου κατέληξαν στη θάλασσα, προκαλώντας τεράστια οικολογική καταστροφή σε μεγάλη ακτίνα από το σημείο της βύθισης.

Στις 16 Ιανουαρίου 2001 το δεξαμενόπλοιο Jessica με σημαία Εκουαδόρ, κατά τη διάρκεια καταιγίδας, προσάραξε έξω από το Port Baquerizo Moreno, στον κόλπο Wreck Bay του νησιού San Cristobal, των Νήσων Galapagos. Το φορτίο του, **600** τόνοι πετρελαίου diesel και **300** τόνοι IFO 120, κατέληξε στη θάλασσα, σε μία περιοχή όπου

μοναδικά ενδημικά είδη βρίσκουν καταφύγιο, αποτελεί προστατευμένη περιοχή και βρίσκεται στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς της Unesco. Η προσάραξη του Jessica ήταν η μεγαλύτερη περιβαλλοντική καταστροφή στην περιοχή (Εικόνα 2.8).



Εικόνα 2.8: Το δεξαμενόπλοιο Jessica

Στις 13 Νοεμβρίου 2002 το μονού τοίχους δεξαμενόπλοιο Prestige παρουσίασε μηχανική βλάβη, πήρε κλίση και διαπιστώθηκε διαρροή πετρελαίου στη θάλασσα, ανοιχτά του ακρωτηρίου Finisterre, στις ακτές της Γαλικίας, Ισπανία. Στην περιοχή επικρατούσαν ισχυροί άνεμοι. Οι αρχές, στην προσπάθειά τους, να αποτρέψουν τη βύθιση και να περιορίσουν τη ρύπανση, τις επόμενες μέρες, επιχείρησαν ανεπιτυχώς τη ρυμούλκησή του. Το πλοίο έπειτα από έξι (6) μέρες ρυμούλκησης, στις 19 Νοεμβρίου, κόπηκε στα δύο και βυθίστηκε (Εικόνα 2.9). Το συνολικό του φορτίο, **77.000** τόνοι πετρελαίου [heavy fuel no 2 (M100)], κατέληξε στη θάλασσα προκαλώντας ίσως τη μεγαλύτερη οικολογική καταστροφή στην περιοχή. Στην ίδια περιοχή, πριν δέκα (10) χρόνια, είχε προκληθεί και πάλι πετρελαιοκηλίδα από την προσάραξη του Aegean Sea έξω από το λιμάνι της La Coruna.



Εικόνα 2.9: Το πετρελαιοφόρο Prestige λίγο πριν βυθιστεί 250km, περίπου 130 ναυτικά μίλια, από τις ΒΔ ακτές της Ισπανίας

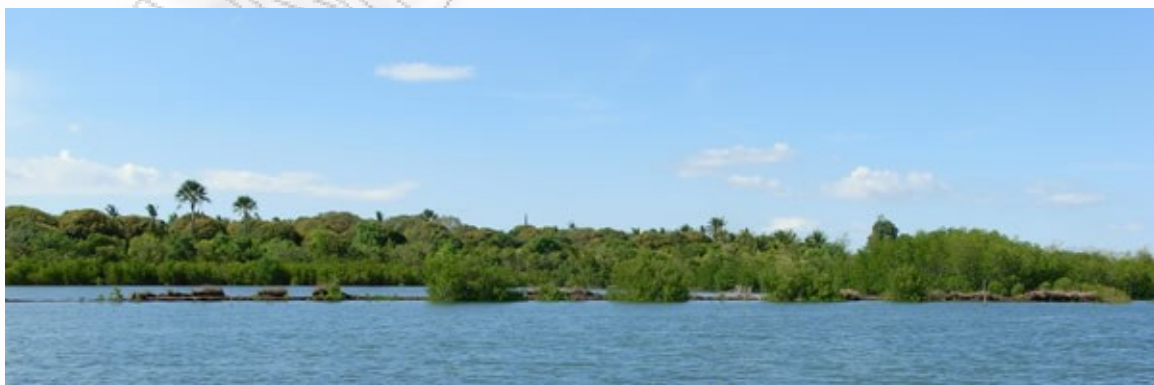
Το δεξαμενόπλοιο Tasman Spirit στις 27 Ιουλίου 2003 προσάραξε ανοιχτά του λιμανιού Καραάτσι, Πακιστάν. Το πλοίο μετέφερε 67.000 τόνους αργού πετρελαίου εκ των οποίων οι **27.000** τόνοι διέρρευσαν στη θάλασσα.

Στις 13 και 15 Ιουλίου 2006, ο παράκτιος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος Jieh, 30km νοτίως της Βηρυτού, βομβαρδίστηκε από ισραηλινές δυνάμεις (Εικόνα 2.10). Εξαιτίας των ανέμων στην περιοχή, ένα μέρος του πετρελαίου μεταφέρθηκε στη θάλασσα και το υπόλοιπο διασκορπίστηκε στην ακτή. Η έκταση της μόλυνσης ήταν τουλάχιστον 150 km.



Εικόνα 2.10: Η δεξαμενή πετρελαίου του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος Jieh στο Λίβανο, που βομβαρδίστηκε από ισραηλινές δυνάμεις στις 13 και 15 Ιουλίου 2006.

Στις 11 Αυγούστου 2006 το δεξαμενόπλοιο Solar 1 βυθίστηκε σε νερά βάθους 300m κοντά στη Νήσο Guimaras, στις Φιλιππίνες. Περισσότεροι από 1.300 τόνοι πετρελαίου χύθηκαν στη θάλασσα με εξαιρετικά γρήγορο ρυθμό (Εικόνα 2.11).



Εικόνα 2.11: Νήσος Guimaras, Φιλιππίνες.

Στις 7 Δεκεμβρίου 2008 το δεξαμενόπλοιο Hebei Spirit φορτωμένο με 260.000 τόνους αργού πετρελαίου συγκρούστηκε από τη φορτηγίδα Samsung 1, ενώ βρισκόταν αρόδο του λιμανιού Incheon και υπέστη μεγάλο ρήγμα στα ύφαλα του, με αποτέλεσμα περίπου **10.000** τόνοι αργού πετρελαίου να χυθούν στη θάλασσα, μόλις 8km από τις ακτές. Η περιοχή Taean, ανοιχτά της οποίας συνέβη το ατύχημα, είναι μία ιδιαίτερα ευαίσθητη περιοχή, όπου η αλιεία και η ιχθυοκαλλιέργεια είναι από τις βασικές δραστηριότητες των κατοίκων, αποτελεί σταθμό για πολλά είδη αποδημητικών πουλιών και συγχρόνως είναι από τους πιο δημοφιλείς τουριστικούς προορισμούς (Εικόνα 2.12).



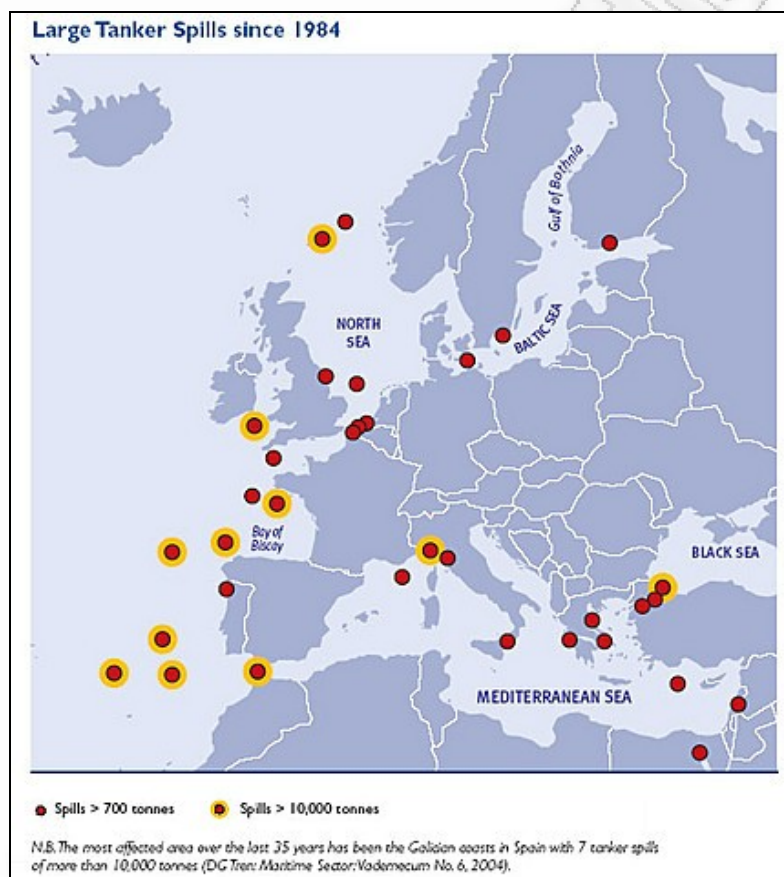
Εικόνα 2.12: Το ατύχημα με το Hebei Spirit συνέβη ανοιχτά της περιοχής Taean, νοτιώς της Σεούλ, Ν.Κορέα.

Στην ακόλουθη εικόνα 2.13 παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες πετρελαιοκηλίδες σε παγκόσμιο επίπεδο μετά το 1960.



Εικόνα 2.13: Οι μεγαλύτερες πετρελαιοκηλίδες από το 1960.

Στην Ευρώπη και κυρίως στις ανατολικές ακτές της Ισπανίας, τα τελευταία χρόνια έχουν σημειωθεί αρκετά περιστατικά πετρελαϊκής ρύπανσης, προκαλώντας εκτεταμένη ρύπανση με ανυπολόγιστες περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες. Στο χάρτη της εικόνας 2.14 απεικονίζονται τα κύρια περιστατικά μετά το 1984. Όπως σημειώνεται και στο χάρτη, στα περισσότερα περιστατικά, που συνέβησαν στις ακτές της Γαλικίας, ανατολική Ισπανία, τα τελευταία 24 χρόνια, οι διαρρέουσες ποσότητες πετρελαίου υπήρξαν μεγαλύτερες των 10.000 τόνων.



Εικόνα 2.14 : Μεγάλες πετρελαιοκηλίδες στην περιοχή της Ευρώπης από το 1984.

2.2 Οι σημαντικές πετρελαιοκηλίδες στη Μεσόγειο [2.3, 2.4, 2.5]

Το ένα τρίτο περίπου της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαιοειδών διακινείται μέσω της Μεσόγειου. Καθημερινά ταξιδεύουν στη Μεσόγειο περίπου 300 πετρελαιοφόρα, γεγονός που αυξάνει τον κίνδυνο για μια μεγάλη καταστροφή. Δεδομένου ότι πρόκειται για μία κλειστή θάλασσα, ένα θαλάσσιο ατύχημα ανάλογο του Prestige, που συνέβη κοντά στις ακτές της Γαλικίας, Ισπανία και 77.000 αργού πετρελαίου διέρρευσαν στη θάλασσα, θα είχε δραματικές συνέπειες για όλα τα μεσογειακά κράτη.

Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία της REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea) για το διάστημα 1 Αύγουστου 1977 – 31 Δεκεμβρίου 2007 αναφέρθηκαν **463** περιστατικά που προκάλεσαν ή θα μπορούσαν να προκαλέσουν ρύπανση από πετρέλαιο στη Μεσόγειο θάλασσα και περίπου **321.300 τόνοι** πετρελαίου κατέληξαν στα νερά της Μεσογείου ως αποτέλεσμα των παραπάνω ατυχημάτων.

Στην ποσότητα των 321.300 τόνων πετρελαίου που κατέληξαν συνολικά στα νερά της Μεσογείου την περίοδο Αύγουστος 1977 – Δεκέμβριος 2003, έχουν υπολογιστεί και οι 12.200 τόνοι βαρέων κλασμάτων πετρελαίου και πετρελαιοειδών μηχανικών καταλοίπων (heavy fuel oil and slops) που διέρρευσαν από το Sea Spirit μετά τη σύγκρουσή του με το Hesperus, δυτικά του Γιβλαρτάρ. Η ποσότητα αυτή προστέθηκε στη συνολική ποσότητα του διαφεύγοντος πετρελαίου στη Μεσόγειο, διότι παρόλο που το ατύχημα συνέβη εκτός της Μεσογείου, λόγω των καιρικών συνθηκών που επικρατούσαν στην περιοχή η διαφυγούσα ποσότητα πετρελαίου παρασυρμένη από τα κύματα εισήλθε στη Μεσόγειο και απείλησε τις ακτές του Μαρόκο, της Ισπανίας και της Αλγερίας.

Στην περίπτωση του δεξαμενόπλοιου Haven στο οποίο συνέβη έκρηξη και στη συνέχεια εκδηλώθηκε φωτιά, καθώς δεν ήταν δυνατός ο υπολογισμός της ποσότητας του πετρελαίου που κάηκε, θεωρήθηκε ότι η συνολική του ποσότητα, 144.000 τόνοι, διέφυγε στη θάλασσα.

Κατά το βομβαρδισμό του παράκτιου σταθμού παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος Jieh, 30km νοτίως της Βηρυτού, εκτιμάται ότι η ποσότητα του πετρελαίου, η οποία δεν κάηκε και κατέληξε στη θάλασσα είναι περίπου 15.000 τόνοι.

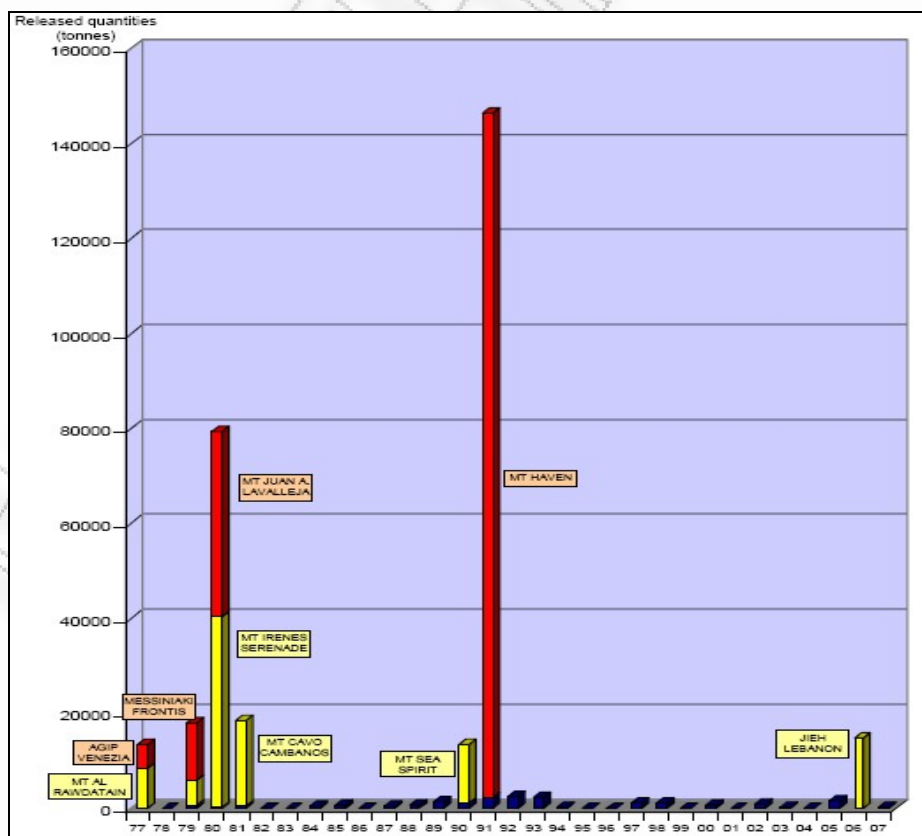
Επίσης, στη συνολική ποσότητα διαφεύγοντος πετρελαίου δεν υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες ποσότητες 75 περιστατικών για τα οποία έχει αναφερθεί άγνωστη ποσότητα. Ωστόσο, εκτιμάται ότι δεν πρόκειται για σημαντικές ποσότητες και ότι ο συνυπολογισμός τους δεν θα μετέβαλλε τη συνολική εικόνα.

Στον Πίνακα 2.2 παρουσιάζονται τα πιο σημαντικά ατυχήματα στη Μεσόγειο το διάστημα 1997-2007 με απορρίψεις πετρελαίου μεγαλύτερες των 5.000 τόνων.

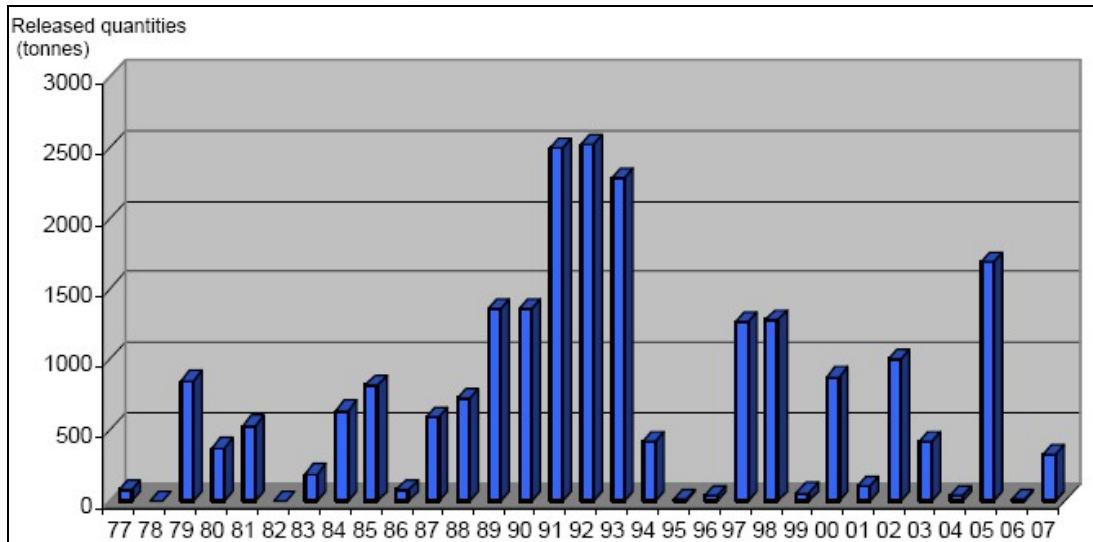
Δεχόμενοι τις παραπάνω παραδοχές προκύπτουν και τα ακόλουθα διαγράμματα, όπου παρουσιάζεται η ποσότητα του διαφεύγοντος πετρελαίου στη Μεσόγειο σε ετήσια βάση για το διάστημα Αύγουστος 1977 – Δεκέμβριος 2007, στο μεν Διάγραμμα 2.1 λαμβάνοντας υπόψη τα μεγάλα ατυχήματα αυτής της περιόδου, αυτά δηλαδή με απορρίψεις πετρελαίου άνω των 5.000 τόνων, στο δε Διάγραμμα 2.2 αγνοώντας τα.

ΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΟΥ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (τόνοι)	ΕΤΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΥΠΟΣ ΑΤΥΧΗΜΑΤΟΣ
Haven	144.000	1991	Ιταλία, Γένοβα	Φωτιά / Έκρηξη
Irenes Serenade	40.000	1980	Ελλάδα, Κόλπος Ναυαρίνο	Φωτιά / Έκρηξη
Juan A. Lavalleja	39.000	1980	Αλγερία, λιμάνι Arzew	Προσάραξη
Cavo Cambanos	18.000	1981	Ισπανία, Tarragona	Φωτιά / Έκρηξη
N/A	15.000	2006	Λίβανο, Jieh	Πολεμικές επιχειρήσεις
Messiniaki Frontis	12.000	1979	Ελλάδα, Καλοί Λιμένες	Προσάραξη
Al Rawdatain	8.500	1977	Ιταλία, Multedo (Γένοβα)	Μεταφορά φορτίου
Vera Berlingieri	5.200	1979	Ιταλία, δυτικά του Fiumicino	Σύγκρουση
Agip Venezia	5.000	1977	Ιταλία, NA της Σικελίας	Σύγκρουση

Πίνακας 2.2: Τα ατυχήματα στη Μεσόγειο την περίοδο 1997-2007 με απορρίψεις πετρελαίου μεγαλύτερες των 5.000 τόνων.

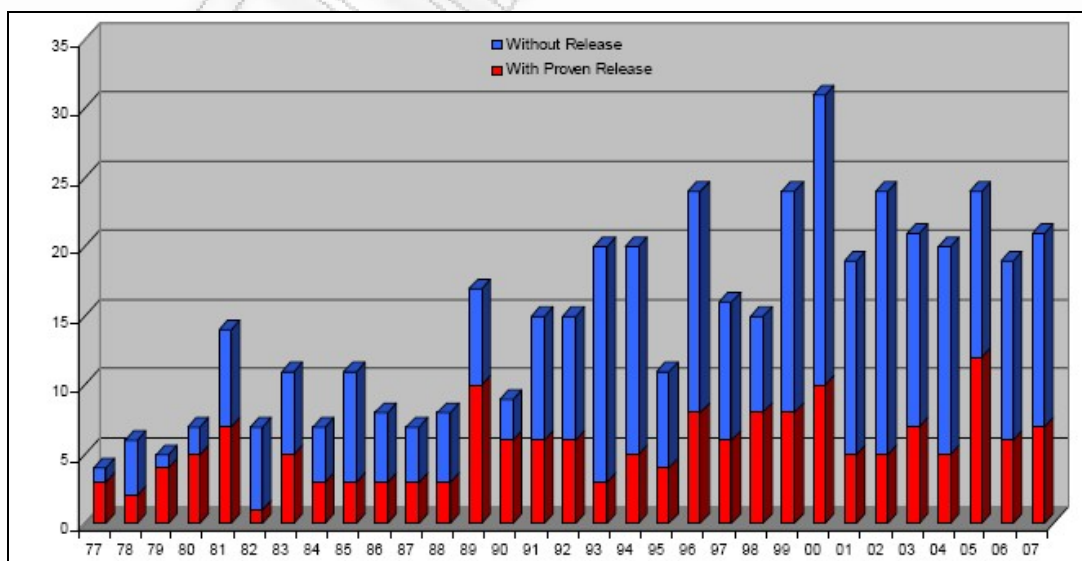


Διάγραμμα 2.1: Οι ετήσιες ποσότητες πετρελαίου που διέφυγαν στη Μεσόγειο κατά την περίοδο 1977-2007 συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων ατυχημάτων της περιόδου αυτής, με απορρίψεις άνω των 5.000 τόνων.



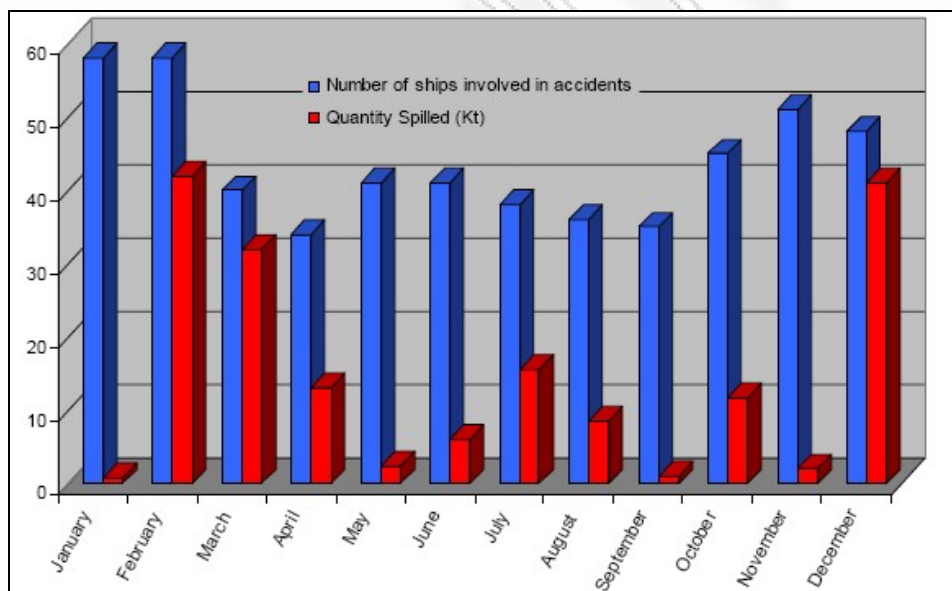
Διάγραμμα 2.2: Οι ετήσιες ποσότητες πετρελαίου που διέφυγαν στη Μεσόγειο κατά την περίοδο 1977-2007, μη περιλαμβάνοντας τα μεγάλα ατυχήματα της περιόδου αυτής.

Στο Διάγραμμα 2.3 παρουσιάζεται ο αριθμός των περιστατικών σε ετήσια βάση, διακρίνοντας τα σε περιστατικά που οδήγησαν σε σχηματισμό πετρελαιοκηλίδας και σε περιστατικά από τα οποία τελικώς δεν προκλήθηκε διαρροή πετρελαίου. Παρατηρείται μία γενική αυξητική τάση στον αριθμό των αναφερόμενων περιστατικών. Ωστόσο, ο αριθμός των περιστατικών που τελικώς προκάλεσαν πετρελαιοκηλίδα μειώθηκε, από 41% του συνολικού αριθμού περιστατικών της περιόδου 1977-1995, σε 33% του αντίστοιχου αριθμού για την περίοδο 1996-2007. Πιθανότατα, αυτή η μείωση να οφείλεται στην τάση που κυριαρχεί να αναφέρονται πλέον όλα τα περιστατικά, ακόμα και αν τελικά δεν υπάρχει διαρροή πετρελαίου.



Διάγραμμα 2.3: Ο αναφερόμενος ετήσιος αριθμός των περιστατικών στη Μεσόγειο την περίοδο Αύγουστος 1977 – Δεκέμβριος 2007, από τα οποία κάποια όντως οδήγησαν στο σχηματισμό πετρελαιοκηλίδας, ενώ άλλα δεν προκάλεσαν τελικά διαρροή πετρελαίου.

Στο Διάγραμμα 2.4 παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός των περιστατικών και η μέση ποσότητα διαφεύγοντος πετρελαίου σε μηνιαία βάση για την περίοδο Αύγουστος 1977 – Δεκέμβριος 2007 στη Μεσόγειο. Από το διάγραμμα είναι φανερό ότι η συχνότητα των ατυχημάτων συνδέεται με τις καιρικές συνθήκες. Από τον Οκτώβριο μέχρι το Μάρτιο, ο αριθμός των ατυχημάτων είναι αυξημένος και ειδικά τους μήνες Δεκέμβριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο παρατηρούνται οι μεγαλύτεροι μέσοι αριθμοί ατυχημάτων και οι μεγαλύτερες μέσες ποσότητες διαρρέοντος πετρελαίου. Ως γνωστό, τους μήνες αυτούς στη Μεσόγειο επικρατούν οι δυσμενέστερες καιρικές συνθήκες όλου του έτους. Σημειώνεται όμως ότι αυτή η διαπίστωση δεν έχει επιβεβαιωθεί βάσει μετεωρολογικών στοιχείων. Επίσης, άγνωστο παραμένει γιατί τον Ιανουάριο αν και ο αριθμός των ατυχημάτων είναι ιδιαίτερα υψηλός, δεν συμβαίνει το ίδιο και με την μέση ποσότητα του διαφεύγοντος πετρελαίου, η οποία παρουσιάζεται εξαιρετικά μικρή.



Διάγραμμα 2.4: Ο μέσος μηνιαίος αριθμός των ατυχημάτων που προκάλεσαν πετρελαιοκηλίδα και η μέση μηνιαία διαρρέουσα ποσότητα πετρελαίου στη Μεσόγειο την περίοδο 1977-2007.

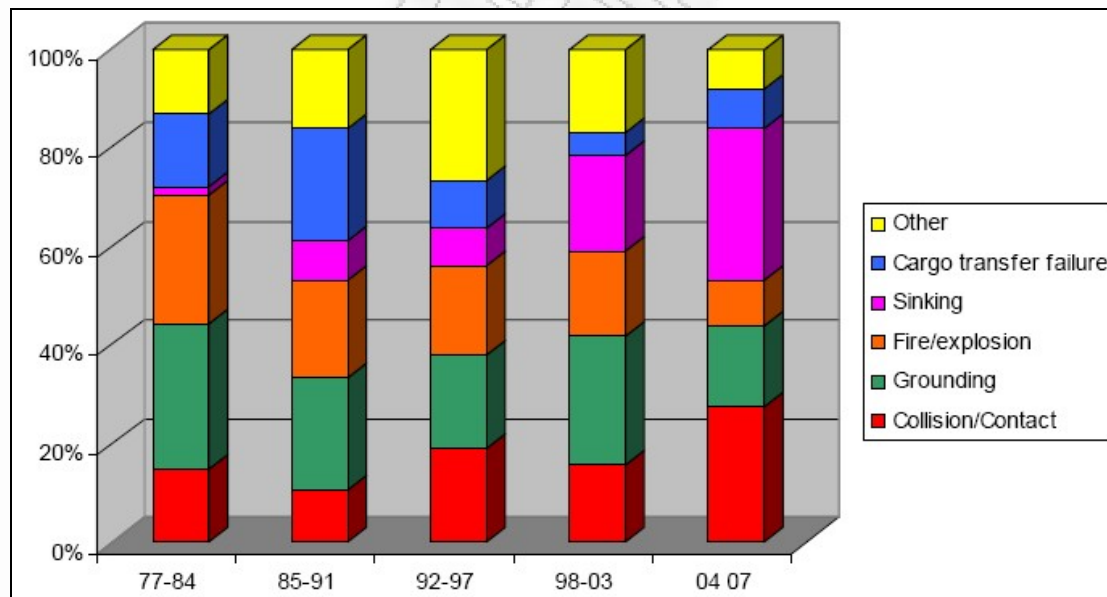
Ανάλογα με την αιτία πρόκλησης του ατυχήματος, τα ατυχήματα που έχουν αναφερθεί στο REMPEC έχουν διαχωριστεί σε 6 κατηγορίες:

- Προσάραξη
- Σύγκρουση
- Φωτιά και έκρηξη
- Βύθιση (η οποία δεν προκλήθηκε από τους παραπάνω λόγους)
- Λάθος κατά τη μεταφορά (φορτοεκφόρτωση) φορτίου
- Άλλα ατυχήματα

Τα περισσότερα περιστατικά βύθισης πλοίου που αναφέρθηκαν στο REMPEC οφείλονται, είτε στην είσοδο νερών στο πλοίο, είτε στην ανατροπή του από μεγάλα κύματα που επικρατούσαν στην περιοχή.

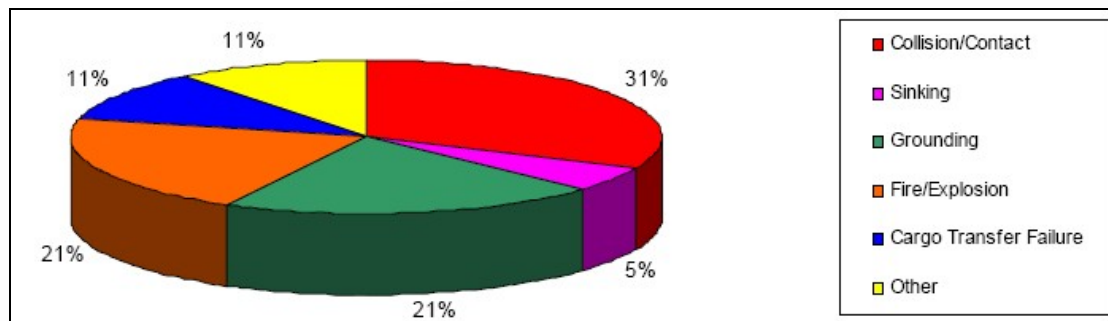
Η κατηγορία Άλλα ατυχήματα αφορά ατυχήματα που προκάλεσαν εκδήλωση πετρελαιοκηλίδας ή που θα μπορούσαν να προκαλέσουν πετρελαιοκηλίδα κατά τη διάρκεια πολεμικών επιχειρήσεων, λόγω διαρροών σε επίγειους αγωγούς, λόγω μηχανικών ή δομικών αστοχιών του πλοίου κ.λ.π.

Στο Διάγραμμα 2.5 φαίνεται η συσχέτιση του αριθμού ατυχημάτων, σε ποσοστά, ανάλογα με την κατηγορία του ατυχήματος, δηλαδή την βασική αιτία που το προκάλεσε (π.χ. βύθιση, φωτιά, έκρηξη, προσάραξη κ.λ.π.), κατά τις περιόδους 1977-1984, 1985-1991, 1992-1997, 1998-2003 και 2004-2007. Αν και είναι διακριτή μία άνοδος στο ποσοστό των ατυχημάτων που οφείλονται σε βύθιση μετά το 1998 και μία σημαντική μείωση στο ποσοστό των ατυχημάτων που συνέβησαν κατά την φορτοεκφόρτωση-μεταφορά φορτίου, σε γενικές γραμμές το διάγραμμα δεν παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές στα ποσοστά του αριθμού των ατυχημάτων, ανάλογα με τις αιτίες που τα προκάλεσαν, στις διάφορες περιόδους.



Διάγραμμα 2.5: Ο αριθμός των ατυχημάτων σε ποσοστά, ανάλογα με τον τύπο του ατυχήματος, στην Μεσόγειο την περίοδο 1977-2003.

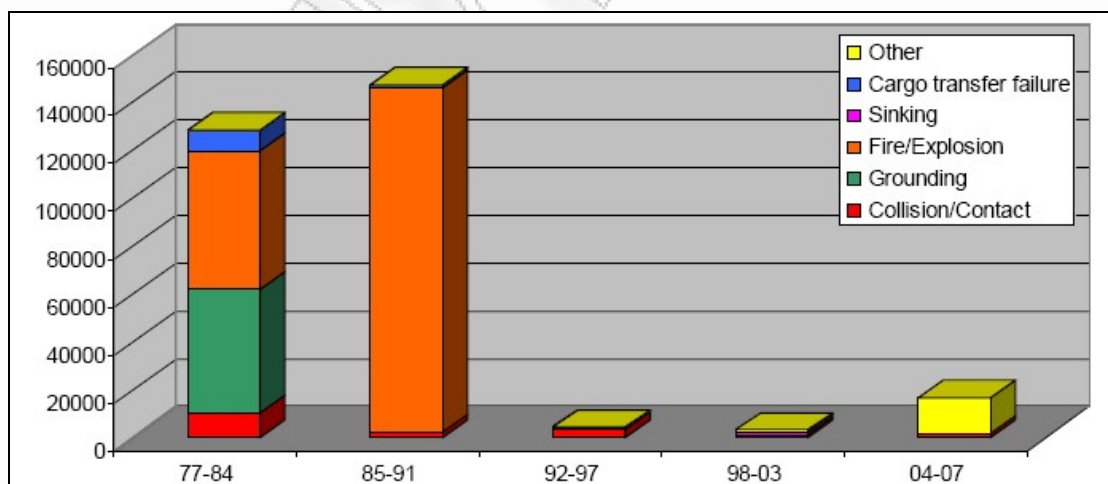
Το Διάγραμμα 2.6 παρουσιάζει το ποσοστό ατυχημάτων με απορρίψεις πετρελαίου μεγαλύτερες των 700 τόνων, βάσει των αιτιών που τα προκάλεσε. Τα περισσότερα από τα ατυχήματα αυτά οφείλονται, είτε σε προσάραξη, είτε σε εκδήλωση φωτιάς και στη συνέχεια πρόκληση έκρηξης.



Διάγραμμα 2.6: Ο αριθμός των ατυχημάτων σε ποσοστό με απορρίψεις άνω των 700 τόνων πετρελαίου, βάσει των αιτιών που τα προκάλεσε, στη Μεσόγειο την περίοδο Αύγουστος 1977-Δεκέμβριος 2007.

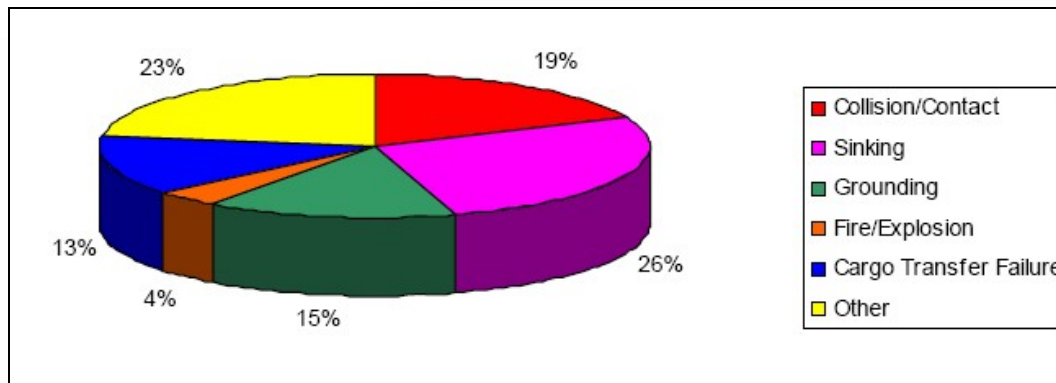
Το Διάγραμμα 2.7 παρουσιάζει τις διαφεύγουσες ποσότητες πετρελαίου, βάσει της αιτίας που προκάλεσε τη διαρροή τους. Παρατηρώντας κανείς τα διαγράμματα 6 και 7 μπορεί να υποθέσει ότι οι μεγαλύτερες απορρίψεις πετρελαίου συνδέονται με αίτια όπως η προσάραξη και η εκδήλωση φωτιάς. Στην πραγματικότητα δεν συμβαίνει αυτό, διότι υπάρχουν τρία περιστατικά με εξαιρετικά μεγάλες διαφεύγουσες ποσότητες που επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα.

Τα περιστατικά αυτά είναι η έκρηξη στο Haven το 1980 με διαρροή 144.000 τόνους αργού πετρελαίου, η εκδήλωση φωτιάς στο Irenes Serenade το 1980 με διαρροή 40.000 τόνων πετρελαίου και η προσάραξη του Juan A. Lavalleja το 1980 με διαρροή 39.000 τόνων πετρελαίου.



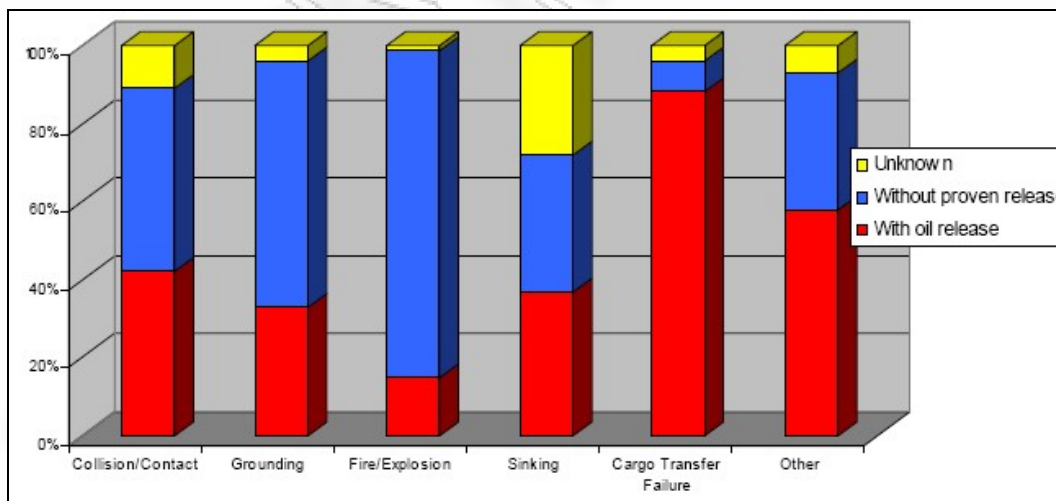
Διάγραμμα 2.7: Οι διαφεύγουσες ποσότητες πετρελαίου σε τόνους σε αντιστοιχία με την αιτία πρόκλησης της διαρροής τους.

Τα αναφερόμενα ατυχήματα με άγνωστη ποσότητα διαρρέοντος πετρελαίου είναι αυτά που προκαλούνται κυρίως λόγω βύθισης (Διάγραμμα 2.8).



Διάγραμμα 2.8: Τα ποσοστά των αναφερόμενων ατυχημάτων με άγνωστη ποσότητα διαφεύγοντος πετρελαίου, σε σχέση με την αιτία πρόκλησής τους.

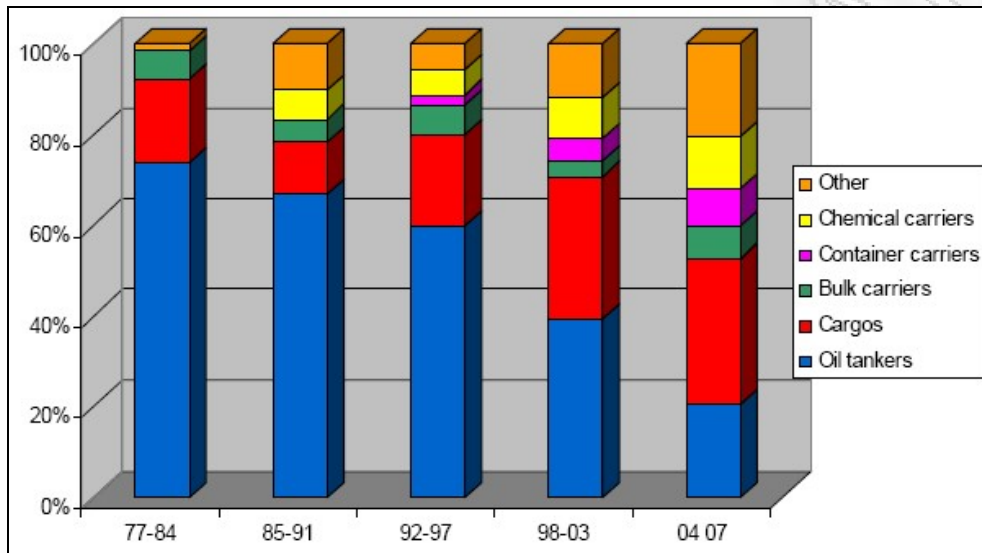
Στο Διάγραμμα 2.9 παρουσιάζονται, για την περίοδο 1977-2007, τα ποσοστά των αναφερόμενων ατυχημάτων, που είτε τελικώς οδήγησαν σε πρόκληση πετρελαιοκηλίδας, είτε όχι, ανάλογα με την αιτία πρόκλησής τους. Σε περιπτώσεις βύθισης, ακόμα και όταν δεν υπάρχει απόδειξη διαρροής πετρελαίου, οι δεξαμενές πετρελαίου (bunker) βυθίζονται μαζί με το πλοίο και παραμένουν στο θαλάσσιο περιβάλλον, με εξαίρεση περιπτώσεις ανέλκυσής τους. Ατυχήματα σύγκρουσης, προσάραξης, βύθισης και άλλων αιτιών, κατά 30-50% οδηγούν σε διαφυγή πετρελαίου. Η εκδήλωση φωτιάς οφείλεται πιο σπάνια για πετρελαϊκή ρύπανση, ενώ όλες σχεδόν οι αστοχίες κατά την φορτοεκφόρτωση πετρελαιοειδών προκαλούν ρύπανση.



Διάγραμμα 2.9: Τα ποσοστά των συνολικά αναφερόμενων ατυχημάτων βάσει της αιτίας που τα προκάλεσε, την περίοδο 1977-2007 στη Μεσόγειο.

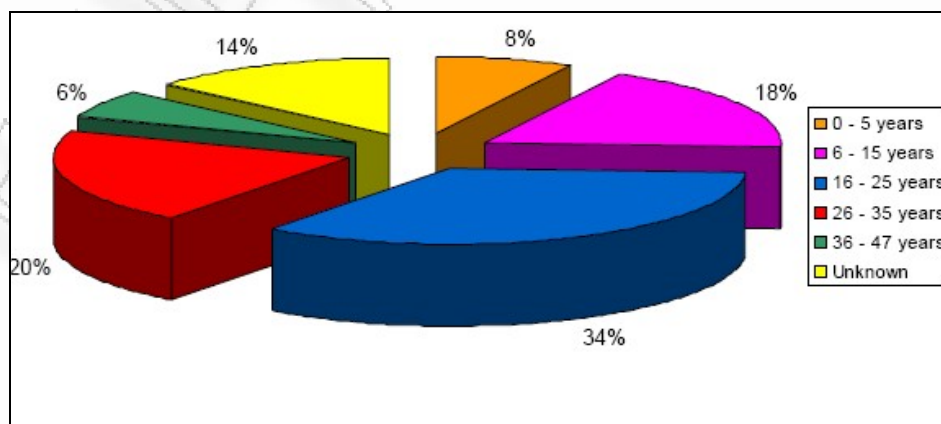
Στο Διάγραμμα 2.10 παρουσιάζονται τα ποσοστά όλων των αναφερόμενων ατυχημάτων, που όντως προκάλεσαν διαρροή πετρελαίου και αυτών που θα μπορούσαν να προκαλέσουν, βάσει του τύπου του πλοίου. Παρατηρείται μία βαθμιαία μείωση του ποσοστού των δεξαμενόπλοιων (oil tankers), από 60% του συνολικού αριθμού

ατυχημάτων της περιόδου 1977-1984 σε 40% της περιόδου 1998-2003. Ωστόσο, αύξηση παρουσιάζει το ποσοστό των πλοίων γενικού φορτίου (cargos), από 15% την περίοδο 1977-1984, σε 25% την περίοδο 1998-2003, όπως άλλωστε αύξηση παρουσιάζουν και τα ποσοστά των υπόλοιπων κατηγοριών πλοίων.



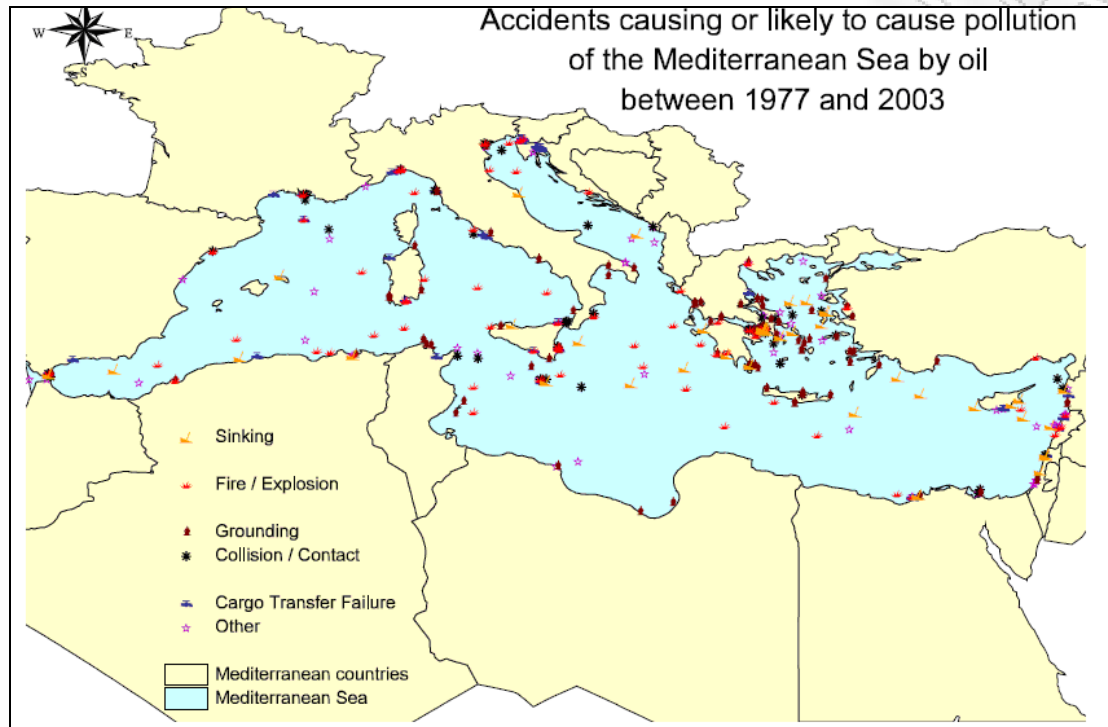
Διάγραμμα 2.10: Τα ποσοστά των αναφερόμενων ατυχημάτων ανάλογα με τον τύπο του πλοίου, για την περίοδο 1977-2007 στη Μεσόγειο.

Σημαντικός παράγοντας σε ένα ατύχημα αποτελεί και η ηλικία του πλοίου που εμπλέκεται. Στο Διάγραμμα 2.11 επιχειρείται η κατανομή των πλοίων που υπέστησαν ατύχημα την περίοδο 1977-2007 στη Μεσόγειο, βάσει της ηλικίας τους. Το μεγαλύτερο ποσοστό των πλοίων (34%) είναι μεταξύ 16-25 ετών, και ακολουθούν ηλικίες 26-35 ετών με ποσοστό 20% και 6-15 ετών με ποσοστό 18%.

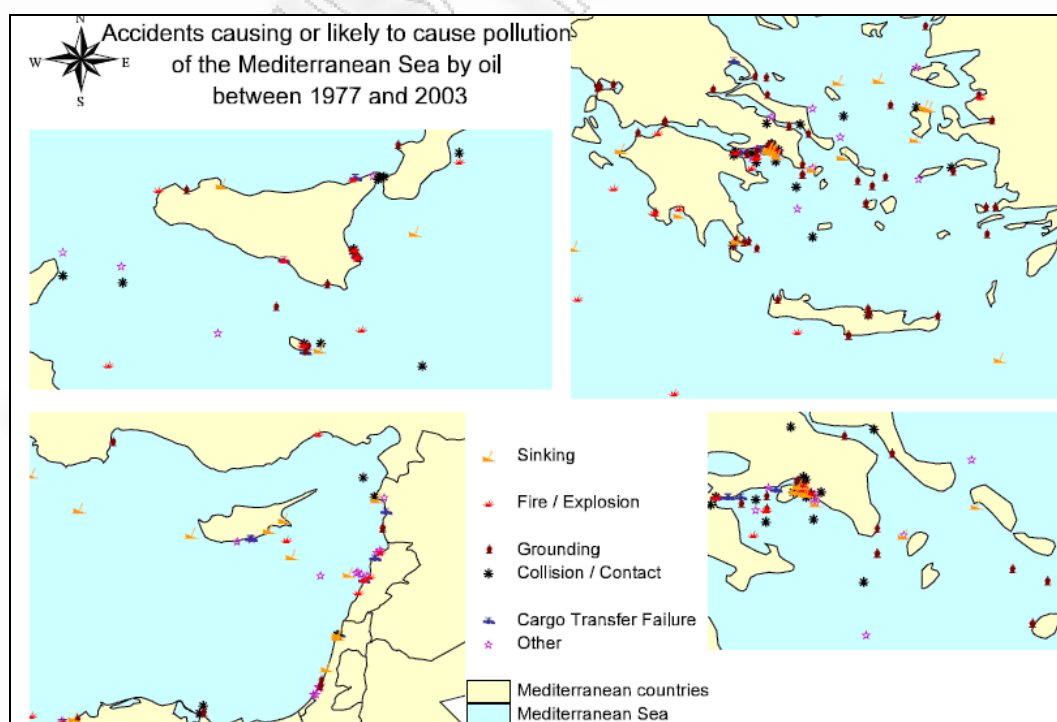


Διάγραμμα 2.11: Κατανομή των πλοίων βάσει της ηλικίας τους.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται χάρτες με τα αναφερόμενα στη REMPEC ατυχήματα, που είτε προκάλεσαν, είτε μπορούσαν να προκαλέσουν πετρελαϊκή ρύπανση στη Μεσόγειο, την περίοδο 1977-2003 (Εικόνες 2.15, 2.16).



Εικόνα 2.15: Ατυχήματα που είτε προκάλεσαν, είτε μπορούσαν να προκαλέσουν πετρελαιοκηλίδα, στη Μεσόγειο την περίοδο 1977-2003.



Εικόνα 2.16: Ατυχήματα που είτε προκάλεσαν, είτε μπορούσαν να προκαλέσουν πετρελαιοκηλίδα, στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, της Ελλάδας και της Αττικής, την περίοδο 1977-2003.

2.3 Οι σημαντικές πετρελαιοκηλίδες στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο [2.1]

Πάνω από 100 εκατ. τόνοι πετρελαιοειδών διακινούνται ετησίως μέσω των ελληνικών θαλασσών, λόγω της κομβικής γεωγραφικής θέσης της χώρας μας. Κατά συνέπεια, ο κίνδυνος ενός σοβαρού ατυχήματος είναι μεγάλος για την Ελλάδα, η οποία έχει το προνόμιο να διαθέτει μερικά από τα ομορφότερα και πιο ενδιαφέροντα θαλάσσια και παράκτια οικοσυστήματα της Ευρώπης και να φιλοξενεί ορισμένα από τα πλέον απειλούμενα θαλάσσια είδη στον πλανήτη, όπως τη μεσογειακή φώκια Monachus Monachus και τη θαλάσσια χελώνα Caretta caretta.

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία της Greenpeace, οι σημαντικότερες πετρελαιοκηλίδες στην Ελλάδα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 2.3.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΟΥ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (τόνοι - tn)
1972	Trader	Αιγαίο	36.500
02/03/1979	Messiniaki Frontis	Καλοί Λιμένες, Κρήτη	12.000
23/02/1980	Irenes Serenade	Πύλος	40.000
04/05/1987	Rabigh Bay III	Ασπρόπυργος	500-1.000
21/10/1988	Jupiter / Adige	Πειραιά	500-1.000
04/05/1992	Geori Chernomorva	Κεντρικό Αιγαίο	1.700
09/10/1993	Iiad	Πύλος	800
01/10/1994	La Guardia	Ασπρόπυργος	400-800
08/08/1996	Kriti Sea	Δυλιστήρια MOTOR OIL, Άγιοι Θεόδωροι Κορινθίας	300-500
01/09/2000	Eurobulker X	Λευκαντί Ευβοίας	300

Πίνακας 2.3: Οι σημαντικότερες πετρελαιοκηλίδες στην Ελλάδα.

Το 1972 από το δεξαμενόπλοιο Trader κατέληξαν 36.500 τόνοι πετρελαίου στο Αιγαίο.

Στις 2 Μαρτίου 1979 από το δεξαμενόπλοιο Messiniaki Frontis διέρρευσαν 12.000 τόνοι πετρελαίου στους Καλούς Λιμένες της Κρήτης.

Το ατύχημα του Irenes Serenade στην Πύλο, στον όρμο του Ναυαρίνου, στις 23 Φεβρουαρίου 1980 συνέβη λόγω έκρηξης, με αποτέλεσμα 40.000 τόνοι πετρελαίου να καταλήξουν στη θάλασσα. Σημειώνεται ότι στην περιοχή δεν γίνεται φορτοεκφόρτωση πετρελαιοειδών, αλλά μόνο ανεφοδιασμός των πλοίων.

Στις 1 Οκτωβρίου 1994, συνέβη ατύχημα στο πετρελαιοφόρο La Guardia κατά τη φορτοεκφόρτωση στις εγκαταστάσεις του Ασπρόπυργου και 400-800 τόνοι πετρελαίου κατέληξαν στον Κόλπο της Ελευσίνας. Η πετρελαιοκηλίδα που σχηματίστηκε επιβάρυνε την ήδη βεβαρημένη κατάσταση του Κόλπου, καθώς η ρύπανση του κλειστού αυτού Κόλπου από πετρελαιοειδή και τοξικά βαρέα μέταλλα είναι συνεχής.

Ατύχημα συνέβη και στις 8 Αυγούστου 1996 στο πετρελαιοφόρο Kiriti Sea, στα διωλιστήρια της Motor Oil στους Άγιους Θεοδώρους, κατά τη φορτοεκφόρτωση. Υπήρξε διαρροή 300-500 τόνων πετρελαίου στη θάλασσα. Η πετρελαιοκηλίδα, εκτός από τους Άγιους Θεοδώρους, έφτασε μέχρι τις ακτές της Αίγινας και του Αγκιστριού.

Στις 1 Σεπτεμβρίου 2000 το εμπορικό πλοίο Eurobulker κόπηκε στα δύο στο Λευκαντί της Έυβοιας και στη συνέχεια βυθίστηκε, προκαλώντας μία τεράστια για τα ελληνικά δεδομένα οικολογική καταστροφή, καθώς 700 τόνοι πετρελαίου χύθηκαν στον Ν. Ευβοϊκό Κόλπο.

Το πιο πρόσφατο περιστατικό θαλάσσιας ρύπανσης στον ελλαδικό χώρο, ήταν η βύθιση του κρουαζιερόπλοιοι Sea Diamond στην Καλδέρα της Σαντορίνης, στις 5 Απριλίου 2007 (Εικόνα 2.17). Σύμφωνα με δελτίο τύπου της περιβαλλοντικής οργάνωσης WWF Ελλάς ένα χρόνο μετά τη βύθιση του πλοίου, η ποσότητα πετρελαιοειδών που είχε περισυλλεγεί άγγιζε τους 300 τόνους, ενώ σύμφωνα με υπολογισμούς, στο πλοίο εξακολουθούσε να υπάρχει πολύ μεγαλύτερη ποσότητα πετρελαιοειδών και λιπαντικών. Οι δεξαμενές του πλοίου είχαν διαρραγεί, με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος τα τοξικά υγρά ανά πάσα στιγμή να διαρρεύσουν στη θάλασσα.



Εικόνα 2.17: Το κρουαζιερόπλοιο Sea Diamond έχοντας πάρει κλίση, πριν τη βύθισή του στην Καλδέρα της Σαντορίνης.

Βιβλιογραφία

- [2.1] Δικτυακός τόπος: <http://www.greenpeace.org/greece>
- [2.2] Δικτυακός τόπος: <http://www.cedre.fr>
- [2.3] Μας πνίγει μια πετρελαιοκηλίδα κάθε μέρα, άρθρο εφημ. ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ, 7/8/2006
- [2.4] Δικτυακός τόπος: www.rempec.org, IMO/UNEP: Regional Information System, Part C: Databanks and Information Services, Section 2: List of Alerts and Accidents in the Mediterranean, REMPEC, 2004.
- [2.5] Δικτυακός τόπος: www.rempec.org, IMO/UNEP: Regional Information System / Part C: Databanks and Information Services / Section 2: Statistical Analysis for Alerts and Accidents Database, REMPEC, 2008
- [2.6] Ερωτήματα WWF για θαλάσσια ατυχήματα, άρθρο εφημ. ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, 2/7/2008

3. Τρόποι σχηματισμού πετρελαιοκηλίδων

Η θαλάσσια κυκλοφορία συνιστά απειλή κινδύνου ρύπανσης για το θαλάσσιο περιβάλλον, η οποία ενδέχεται να προέρχεται, είτε από πρόκληση ατυχήματος (ατυχηματική ρύπανση), είτε από τις συνήθεις λειτουργικές εργασίες που γίνονται στο πλοίο (επιχειρησιακή ρύπανση).

Η επιχειρησιακή ρύπανση οφείλεται σε μικρές σχετικά ποσότητες πετρελαιοειδών, εκπλύσεις των δεξαμενών μεταφοράς πετρελαίου και των δεξαμενών καυσίμων, λιπαντικά προερχόμενα από τις μηχανές του πλοίου, οι οποίες παρανόμως διαρρέονται στο θαλάσσιο περιβάλλον. Αθροιστικά, η επιχειρησιακή ρύπανση είναι εξαιρετικά επιβαρυντική για το περιβάλλον και για το λόγο αυτό έχουν θεσπιστεί κατάλληλα μέτρα απαγόρευσης ανάλογων απορρίψεων.

Η ατυχηματική ρύπανση αφορά τις περιπτώσεις ατυχημάτων, είτε δεξαμενόπλοιων, είτε άλλων τύπων πλοίων, κατά την πρόκληση των οποίων διαφεύγουν μεγάλες ποσότητες πετρελαίου στη θάλασσα και τις οποίες καλούνται οι αρμόδιοι φορείς έγκαιρα και αποτελεσματικά να περιορίσουν.

Οι πιθανοί τρόποι πρόκλησης ατυχήματος και στη συνέχεια εκδήλωσης πετρελαιοκηλίδας είναι οι ακόλουθοι:

- Προσάραξη
- Σύγκρουση
- Θαλασσοταραχή, άσχημες καιρικές συνθήκες
- Βύθιση (η οποία όμως δεν οφείλεται σε κανέναν από τους λοιπούς αναφερθέντες τρόπους πρόκλησης ατυχήματος)
- Διαρροή
- Εκδήλωση πυρκαγιάς και στη συνέχεια πρόκληση έκρηξης
- Βλάβη στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό του πλοίου (σύστημα πρόωσης, πηδαλιουχίας, black out κ.λ.π.)
- Εισροή υδάτων
- Μετατόπιση φορτίου
- Παραλείψεις και λάθη κατά την φορτοεκφόρτωση του φορτίου
- Κατά τον ανεφοδιασμό πλοίων με καύσιμα
- Κατά τη διάρκεια πολεμικών επιχειρήσεων, π.χ. λόγω βομβαρδισμών είτε πλοίων, είτε παράκτιων πετρελαϊκών εγκαταστάσεων, αποτελώντας το περιβαλλοντικό κόστος του πολέμου

Συνήθως, είναι ο συνδυασμός των παραπάνω περιπτώσεων που οδηγεί σε ατύχημα και στη συνέχεια σε ατυχηματική ρύπανση.

Η παρούσα εργασία, όπως έχει προαναφερθεί, αφορά την αντιμετώπιση της ατυχηματικής πετρελαϊκής ρύπανσης, καθώς αυτή γίνεται εγκαίρως αντιληπτή και απαιτεί άμεση επέμβαση. Αντίθετα, στην περίπτωση της επιχειρησιακής πετρελαϊκής ρύπανσης, αυτή δεν γίνεται εύκολα αντιληπτή και συνήθως ο εντοπισμός της συμβαίνει στη συνέχεια ετεροχρονισμένα, μη επιτρέποντας άμεση επέμβαση περιορισμού της, αναλόγως βέβαια της έκτασής της. Κατά γενική ομολογία, είναι δύσκολη η αντιμετώπισή της, παραμόνο θεσπίζοντας κανονισμούς και ελέγχοντας τα πλοία για την τήρησή τους.

Ο πίνακας 2.1 παρουσιάζεται στη συνέχεια συμπληρωμένος με τις αντίστοιχες αιτίες πρόκλησης και τις ηλικίες των εμπλεκόμενων πλοίων στα ατυχήματα που προκάλεσαν τις πιο σημαντικές πετρελαιοκηλίδες διεθνώς (Πίνακας 3.1).

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΟΝΟΜΑ ΠΛΟΙΟΥ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (τόνους - tn)	ΑΙΤΙΟ ΠΡΟΚΛΗΣΗΣ	ΗΛΙΚΙΑ ΠΛΟΙΟΥ
18/03/1967	Torrey Canyon	Ακτές Κορνουάλης, Ηνωμένο Βασίλειο	121.000	προσάραξη	1959
19/12/1972	Sea Star, Horta Barbosa	Κόλπος του Ομάν	73.000	σύγκρουση	—
12/05/1976	Urquiola	La Coruna, Ισπανία	101.000	προσάραξη	1973
25/02/1977	Hawaiian Patriot	Β. Ειρηνικό Ωκεανό	63.000	φοτιά	—
16/03/1978	Amico Cadiz	Ακτές Βρετάνης, Γαλλία	227.000	προσάραξη λόγω βλάβης	1974
08/01/1979	Betelgeuse	Ιρλανδία	40.000	έκρηξη	1968
19/07/1979	Atlantic Empress, Aegean Captain	Τομπάγκο, Καραϊβική	280.000	σύγκρουση	—
24/03/1989	Exxon Valdez	Αλάσκα	38.500	πρόσκρουση	1986
19/12/1989	Khark 5	Κανάριοι νήσοι, Ισπανία	70.000	έκρηξη	—
07/02/1990	American Trader	Bosa Chica, Καλιφόρνια	1.082	διαρροή	—
26/01/1991	Πετρελαϊκές εγκαταστάσεις	Περσικός Κόλπος	700.000-900.000	βομβαρδισμός	x
11/04/1991	Haven	Ακτές Γένοβας, Ιταλία	144.000	έκρηξη	1973
03/12/1992	Aegean Sea	La Coruna, Ισπανία	67.000	προσάραξη και φοτιά	1973
05/01/1993	Braer	Νήσοι Shetlands, Σκωτία	84.500	προσάραξη	1975
13/04/1994	Nassia	Στενά Βοσπόρου	95.000	σύγκρουση	—
15/02/1996	Sea Empress	Ηνωμένο Βασίλειο	73.000	προσάραξη	1993
12/12/1999	Erika	Βισκαϊκός Κόλπος, Γαλλία	19.000-20.000	βλάβη (,)	1975
16/01/2001	Jessica	Νήσος San Cristobal, Νήσοι Galapagos, Εκουαδόρ	300+600=900	προσάραξη	—
13/11/2002	Prestige	Ακρωτήριο Finisterre, Ακτές Γαλικίας, Ισπανία	77.000	μηχανική βλάβη	1976
27/07/2003	Tasman Spirit	Πακιστάν	27.000	—	—
13-15/07/2006	Παράκτιος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος	Λίβανος	15.000	βομβαρδισμός	x
11/08/2006	Solar 1	Νήσος Guimaras, Φιλιππίνες	800	μηχανική βλάβη	—
07/12/2007	Hebei Spirit	Ν. Κορέα	10.000	σύγκρουση	1993

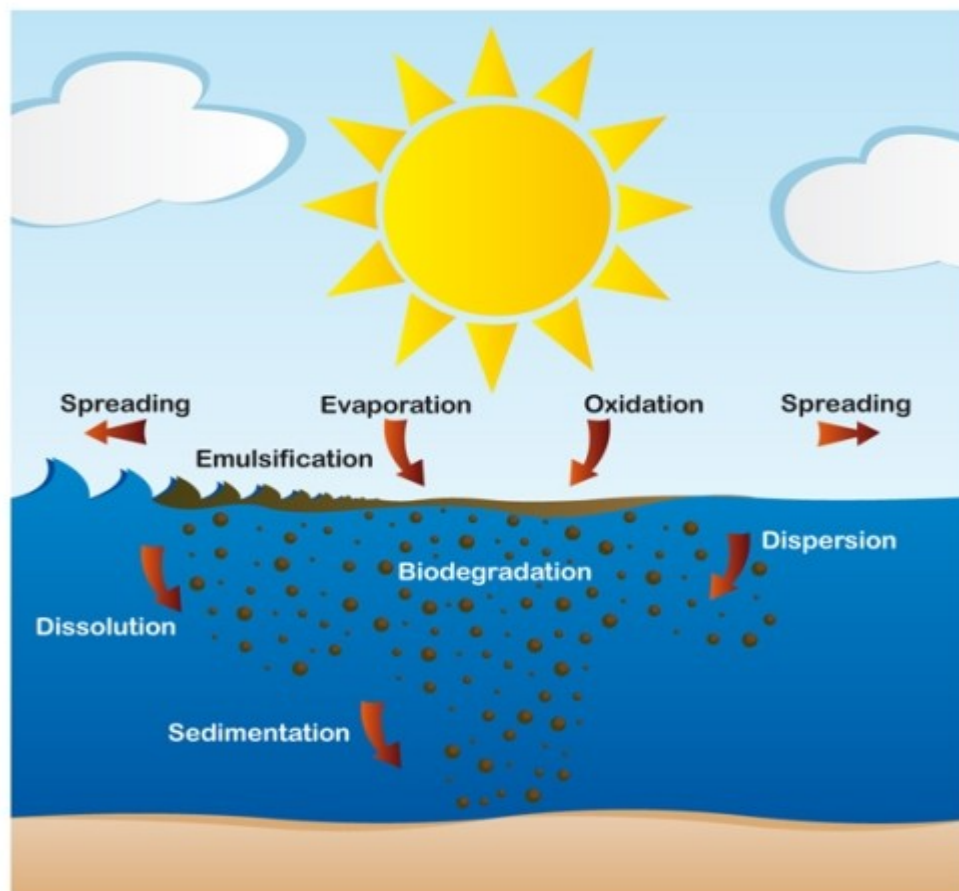
Πίνακας 3.1: Οι πιο σημαντικές πετρελαιοκηλίδες διεθνώς με τα αίτια πρόκλησής τους και τις ηλικίες των πλοίων που ενεπλάκησαν σε αυτά.

Βιβλιογραφία

[3.1] Δικτυακός τόπος: <http://www.cedre.fr>

4. Ο αποχρωματισμός του πετρελαίου

Όταν το πετρέλαιο βρεθεί στη θάλασσα υφίσταται φυσικές και χημικές αλλαγές, γνωστές ως "αποχρωματισμός". Στη διεθνή βιβλιογραφία χρησιμοποιείται ο όρος "weathering". Στις αλλαγές αυτές επιδρούν τόσο η ίδια η θάλασσα, όσο και η ατμόσφαιρα. Οι διεργασίες του αποχρωματισμού περιλαμβάνουν την εξάπλωση, την εξάτμιση, τη φυσική διασπορά, η γαλακτωματοποίηση, τη διάλυση, την φωτοχημική οξείδωση, την καθίζηση και τη βιοαποδόμηση. Αν και κάθε διεργασία συμβαίνει ταυτόχρονα με τις υπόλοιπες και στο σύνολό τους επηρεάζουν τη συμπεριφορά του πετρελαίου στο νερό, η σημασία της καθεμιάς στη διάρκεια ζωής της κηλίδας διαφέρει. Οι διεργασίες της εξάπλωσης, εξάτμισης, φυσικής διασποράς, γαλακτωματοποίησης και διάλυσης παίζουν πιο σημαντικό ρόλο στα πρώτα στάδια ζωής της πετρελαιοκηλίδας, ενώ η φωτοχημική οξείδωση, η καθίζηση και η βιοαποδόμηση είναι μετέπειτα διεργασίες που καθορίζουν και την κατάληξη της πετρελαιοκηλίδας. Στο σχήμα 4.1 παρουσιάζονται στο σύνολό τους όλες οι διεργασίες.



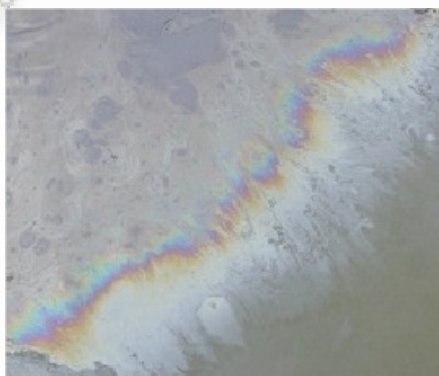
Σχήμα 4.1: Το σύνολο των φυσικών και χημικών διεργασιών που υφίσταται το πετρέλαιο όταν βρεθεί στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Ωστόσο, η ταχύτητα και ο βαθμός στον οποίο συμβαίνει κάθε διεργασία αποχρωματισμού του πετρελαίου εξαρτάται από παράγοντες όπως η ποσότητα και ο τύπος του πετρελαίου, οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες που επηρεάζουν και τη κατάσταση της θάλασσας (ήρεμη, τρικυμιώδης κλπ) και αν το πετρέλαιο παραμένει στη θάλασσα ή έχει καλύψει τις ακτές.

Για την πρόβλεψη της πορείας μιας πετρελαιοκηλίδας, οι διεργασίες που θα πρέπει να λαμβάνονται κυρίως υπόψη, είναι η εξάπλωση, η εξάτμιση, η γαλακτωματοποίηση, η φυσική διασπορά, η διάλυση και η καθίζηση.

1. Εξάπλωση (Spreading)

Η εξάπλωση αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες διεργασίες στα πρώτα στάδια της διαρροής. Αρχικά το πετρέλαιο, καθώς είναι ελαφρύτερο από το νερό, επιπλέει και εξαπλώνεται σαν συμπαγής κηλίδα με τη βοήθεια του ανέμου και των ρευμάτων. Μετά από μερικές ώρες η εξάπλωση περιορίζεται, η κηλίδα διαλύεται και σχηματίζει στενές λουρίδες, παράλληλες στη διεύθυνση του ανέμου. Η ταχύτητα εξάπλωσης εξαρτάται από το πάχος της κηλίδας, την ποσότητα, τον τύπο και τις ιδιότητες του πετρελαίου, την κατάσταση της θάλασσας, τη θερμοκρασία, τα θαλάσσια ρεύματα, την παλίρροια, την ταχύτητα του ανέμου. Όσο πιο έντονα είναι τα καιρικά φαινόμενα τόσο πιο γρήγορη είναι η εξάπλωση. Τύποι πετρελαίου με μεγάλο ιξώδες (viscosity) (heavy oil types) συνήθως σχηματίζουν κηλίδες με μεγάλο πάχος, σε αντίθεση με τύπους με μικρό ιξώδες (light oil types) οι οποίοι εξαπλώνονται πολύ γρήγορα και σχηματίζουν κηλίδες μικρού πάχους. Επίσης, όταν πρόκειται για μεγάλη ποσότητα διαρρέοντος πετρελαίου, η μετάβαση από τη μια φάση εξάπλωσης στην άλλη γίνεται πιο αργά. Έχει παρατηρηθεί ότι περίπου 12 ώρες μετά τη δημιουργία πετρελαιοκηλίδας, το πετρέλαιο μπορεί να διασκορπιστεί σε έκταση μεγαλύτερη των 5 km².



Εικόνα 4.1: Η διεργασία της εξάπλωσης

2. Εξάτμιση (Evaporation)

Εξάτμιση είναι η διαδικασία μεταφοράς μέρους της μάζας του πετρελαίου από την κηλίδα στην ατμόσφαιρα. Η ταχύτητα και ο βαθμός εξάτμισης εξαρτάται από την πτητικότητα του πετρελαίου. Ο ρυθμός εξάτμισης αυξάνεται με την εξάπλωση, τον άνεμο, τη διατάραξη της θάλασσας, την υψηλή θερμοκρασία αέρα. Τα ελαφριά συστατικά του πετρελαίου εξατμίζονται γρήγορα, ενώ τα βαρύτερα παραμένουν στην επιφάνεια και στη συνέχεια μπορεί να συνεχιστεί ο αποχρωματισμός τους ή να βυθιστούν στο νερό. Μέσα σε 24 περίπου ώρες τα περισσότερα είδη αργού πετρελαίου έχουν χάσει το 25-30% των ελαφρύτερων συστατικών τους. Τα αργά και τα καύσιμα πετρέλαια εξατμίζονται πολύ λίγο ως καθόλου.

Η εξάτμιση προκαλεί αύξηση της πυκνότητας και του ιξώδους. Το γεγονός αυτό επηρεάζει τον περαιτέρω αποχρωματισμό του παραμένουστος στο νερό πετρελαίου και την αποτελεσματικότητα των τεχνικών καθαρισμού και απομάκρυνσής του.

Η εξάτμιση δεν περιορίζεται μόνο στην ποσότητα του πετρελαίου που βρίσκεται στην επιφάνεια της θάλασσας, αλλά συμβαίνει και στα σταγονίδια πετρελαίου που εισέρχονται στη στήλη του νερού, κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Η ποσότητα του πετρελαίου που εξατμίζεται θα επιστρέψει και πάλι στη θάλασσα. Στη συνέχεια οδηγούμαστε στη διαδικασία της γαλακτωματοποίησης και της πήξης, που μειώνουν το εμβαδόν της κηλίδας και το ρυθμό εξάτμισης.

3. Φυσική διασπορά (Natural dispersion)

Μεγάλο μέρος του πετρελαίου που υπάρχει στην επιφάνεια εξαφανίζεται μέσω της εξάτμισης. Η επόμενη σημαντική διεργασία είναι η φυσική διασπορά ή κατακόρυφη διασπορά μέσω των κυμάτων. Κύματα και στροβιλισμοί στην επιφάνεια της θάλασσας μπορούν να διαχωρίσουν κηλίδες σε μικρότερες και να δημιουργήσουν σταγονίδια διαφόρων μεγεθών. Οι μεγάλες σταγόνες επιστρέφουν στην επιφάνεια, όπου είτε συσσωματώνονται με άλλες και ξαναδημιουργούν κηλίδα, είτε εξαπλώνονται δημιουργώντας λεπτό "φιλμ". Οι μικρές σταγόνες αιωρούνται, αναμιγνύονται ξανά με το νερό και ξεκινά η διάλυση, η βιοαποδόμηση και η καθίζησή τους. Ο ρυθμός φυσικής διασποράς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο του πετρελαίου και την κατάσταση της θάλασσας. Μεγαλύτερος ρυθμός παρουσιάζεται όταν πρόκειται για ελαφριά κλάσματα πετρελαίου (light) με μικρό ιξώδες και η θάλασσα ταραγμένη. Ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων ήταν που στην περίπτωση του δεξαμενόπλοιου Braer (05/01/1993, Νήσοι

Shetlands, Σκωτία, 84.500 τόνοι αργού πετρελαίου) οδήγησε στην πλήρη φυσική διασπορά της διαρρέουσας ποσότητας. Στα αρχικά στάδια του αποχρωματισμού, ο ρυθμός της φυσικής διασποράς είναι σχετικά υψηλός, αλλά όσο συμβαίνει συγχρόνως και η εξάτμιση και η γαλακτωματοποίηση και αυξάνει το ιξώδες των κηλίδων, τόσο αυτός μειώνεται. Ο ρυθμός φυσικής διασποράς και ο ρυθμός εξάτμισης καθορίζουν το χρόνο ζωής μιας κηλίδας.

4. Γαλακτωματοποίηση (Emulsification)

Πολλοί τύποι αργού πετρελαίου εμφανίζουν την τάση να απορροφούν νερό και να σχηματίζουν γαλακτώματα πετρελαίου-νερού. Υπάρχουν δύο τύποι γαλακτωμάτων: water-in-oil, oil-in-water. Και οι δύο τύποι σχηματίζονται με τη συμβολή των κυμάτων και προϋποθέτουν συγκεκριμένη σύσταση πετρελαίου. Στην περίπτωση του τύπου water-in-oil, σταγονίδια νερού επικάθονται σε μικρή κηλίδα πετρελαίου και με τον τρόπο αυτό αυξάνεται ο όγκος του ρυπαντή κατά 3-4 φορές. Το ποσοστό του νερού στο γαλάκτωμα μπορεί να φτάσει το 75-80%. Καθώς το ποσοστό αυτό αυξάνεται το χρώμα μεταβάλλεται μεταξύ μαύρου, πορτοκαλί και κόκκινου. Η ταχύτητα γαλακτωματοποίησης εξαρτάται από την κατάσταση της θάλασσας. Ευνοείται σε ταραγμένη θάλασσα, ενώ δύσκολα συμβαίνει σε ήρεμη. Η διαδικασία της απορρόφησης του νερού ολοκληρώνεται σε μερικές ώρες. Το ιξώδες των γαλακτωμάτων είναι πλέον μεγαλύτερο. Η όλη διαδικασία δυσκολεύει την εξάτμιση και την όλη διαδικασία καθαρισμού. Όταν τα γαλακτώματα είναι ιδιαίτερα σταθερά, έχουν καφέ σκούρο χρώμα, περιέχουν 80% νερό και συνήθως ονομάζονται "chocolate mousse".



Εικόνα 4.2: Η διεργασία της γαλακτωματοποίησης.

Βαριά κλάσματα πετρελαίου με αναλογία ασφαλτίνης (asphaltene) μεγαλύτερη από 0,5% παρουσιάζουν την τάση να σχηματίζουν σταθερά γαλακτώματα, τα οποία μπορούν να διατηρήσουν τη μορφή αυτή για πολλούς μήνες μετά το σχηματισμό τους.

Τύποι πετρελαίου με μικρότερα ποσοστά ασφαλίνης, συνήθως δεν σχηματίζουν ανάλογα γαλακτώματα και υφίστανται κυρίως φυσική διασπορά. Τα γαλακτώματα αυτά αν βρεθούν σε κατάλληλες συνθήκες, όπως σε ήρεμη θάλασσα και υπό την επίδραση των ηλιακών ακτινών ή βρεθούν στις ακτές, μπορούν να διαλυθούν και πάλι σε νερό και πετρέλαιο. Τα γαλακτώματα παρουσιάζουν την τάση να βυθίζονται, δίνοντας την εντύπωση ότι δεν υπάρχουν. Στην πραγματικότητα όμως μπορούν να παραμείνουν για αρκετό καιρό μετά το σχηματισμό τους στο θαλάσσιο περιβάλλον και να αποτελούν απειλή γι' αυτό.

5. Διάλυση (Dissolution)

Η διάλυση του πετρελαίου στο νερό είναι μικρή και αφορά μόνο τα ελαφρά συστατικά. Τα βαριά συστατικά είναι πρακτικά αδιάλυτα. Μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό πετρελαίου χάνεται με τη διάλυση. Συμβαίνει όταν τα υδατο-διαλυτά συστατικά του πετρελαίου βρεθούν στο νερό. Η ταχύτητα και ο βαθμός διάλυσης τους εξαρτώνται από τη σύσταση, την εξάπλωση, τη θερμοκρασία του νερού, την κατάσταση της θάλασσας, το βαθμό εξάτμισης και διασποράς του πετρελαίου. Συστατικά που είναι περισσότερο διαλυτά είναι οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες, όπως το βενζόλιο και το τολουόλιο. Βέβαια, τα συστατικά αυτά είναι τα πιο πτητικά και ανήκουν σ' αυτά που πρώτα εξατμίζονται. Εκτιμάται ότι ο ρυθμός εξάτμισής τους είναι 10-100 φορές μεγαλύτερος από τη διάλυση.

6. Φωτοχημική οξείδωση (Oxidation)

Φωτοχημική οξείδωση είναι η επίδραση του οξυγόνου και της ηλιακής ακτινοβολίας στην κηλίδα. Εξαρτάται από τον τύπο του πετρελαίου, τη μορφή και το πάχος της κηλίδας. Πρόκειται για εξαιρετικά αργή διεργασία. Υπό την επίδραση έντονου ηλιακού φωτός, λεπτές κηλίδες διασπώνται με ταχύτητα 0,1% την ημέρα. Η φωτοχημική οξείδωση στρωμάτων μεγάλου πάχους μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία ενώσεων μεγάλου μοριακού βάρους (πχ. κομμάτια πίσσας) με μεγάλους χρόνους ζωής. Στις ακτές, είναι συνήθης η εύρεση κομματιών πίσσας τα οποία αποτελούνται από στερεό εξωτερικό φλοιό και ρευστό εσωτερικό το οποίο έχει σε μικρότερο σαφώς βαθμό αποχρωματιστεί.



Εικόνα 4.3: Κομμάτια πίσσας στην ακτή, αποτέλεσμα της φωτοχημικής οξείδωσης του πετρελαίου.

7. Καθίζηση (Sedimentation)

Συμβαίνει σε μερικά βαριά παράγωγα του πετρελαίου, τα οποία έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη του 1 mg/l και μπορούν να καθιζάνουν στο νερό, χάρη στη δύναμη της βαρύτητας. Ωστόσο, ελάχιστα είναι αυτά με πυκνότητα μεγαλύτερη των 1,025 mg/l που αντιστοιχεί στο θαλασσινό νερό, ώστε να βυθιστούν όταν βρεθούν σ' αυτό. Η καθίζηση συνήθως συμβαίνει όταν προσκολλώνται σωματιδίων άμμου ή οργανικού υλικού στο πετρέλαιο, καθώς τα συσσωματώματα αυτά αποκτούν σημαντικό βάρος. Σε ρηγά νερά όπου συχνά υπάρχουν αιωρούμενα σωματίδια άμμου οι συνθήκες είναι ιδανικές για την καθίζηση πετρελαίου. Ωστόσο, πιο σύνηθες είναι το πετρέλαιο όταν βρίσκεται σε αμμώδεις ακτές να αναμιγνύεται με άμμο και άλλα ιζήματα και μέσω των κυμάτων να απομακρύνεται από τις ακτές και πάλι στο νερό, όπου τελικώς να καθιζάνει. Επίσης, όταν πετρέλαιο διαρρεύσει στο θαλάσσιο περιβάλλον και αναφλεγεί, τα κατάλοιπα της καύσης του μπορεί σταδιακά να καθιζάνουν. Αλλαγές της θερμοκρασίας μπορούν να προκαλέσουν παροδική βύθιση και στη συνέχεια ανάδυση του πετρελαίου.



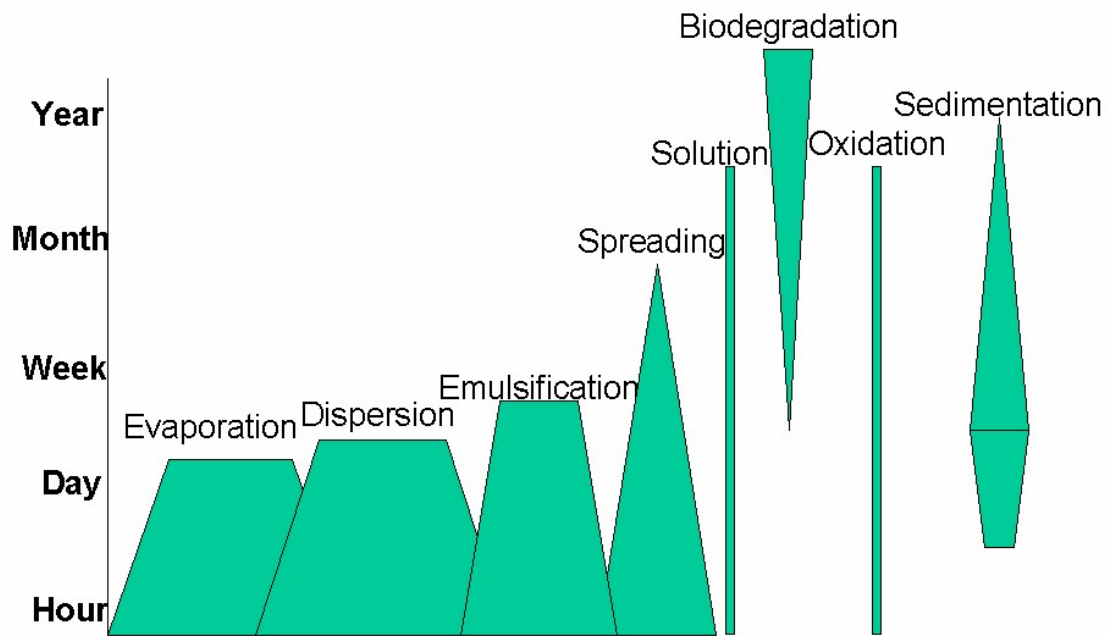
Εικόνα 4.4: Η καθίζηση του πετρελαίου κοντά στις ακτές.

8. Βιοαποδόμηση (Biodegradation)

Το θαλασσινό νερό περιέχει οργανισμούς, όπως βακτήρια, που μπορούν να χρησιμοποιήσουν το πετρέλαιο σαν πηγή άνθρακα και ενέργειας. Όταν οι συνθήκες για

τους οργανισμούς δεν είναι ευνοϊκές, η βιοαποδόμηση μπορεί να απαιτήσει και δεκαετίες. Η ταχύτητα βιοαποδόμησης εξαρτάται από τα επίπεδα θρεπτικών (άζωτου και φωσφόρου) στο νερό, τη θερμοκρασία και την ύπαρξη οξυγόνου. Υψηλές θερμοκρασίες νερού ευνοούν τις συνθήκες. Καθώς για την βιοαποδόμηση απαιτείται οξυγόνο και στο πετρέλαιο δεν υπάρχει οξυγόνο, η διεργασία αυτή μπορεί να γίνει μόνο στην επιφάνεια επαφής νερού-πετρελαίου. Ο σχηματισμός σταγονιδίων πετρελαίου, είτε λόγω φυσικής ή χημικής διασποράς, αυξάνει την επιφάνεια του διαρρέοντος πετρελαίου και κατά συνέπεια αυξάνει και την επιφάνεια όπου μπορεί να συμβεί βιοαποδόμηση. Πολλές μάλιστα φορές, προκειμένου να υπάρξει βιοαποδόμηση σε μεγαλύτερο βαθμό, προστίθενται θρεπτικά στο νερό, όπως άζωτο και φώσφορος, για την γρήγορη ανάπτυξη μικροοργανισμών. Η προσθήκη πρόσθετων θρεπτικών συνηθίζεται κυρίως για την βιοαποδόμηση ποσοτήτων πετρελαίου που έχουν απομείνει έπειτα από την εφαρμογή άλλων μεθόδων απομάκρυνσής του.

Η χρονική επίδραση των παραπάνω φυσικοχημικών διεργασιών στο πετρέλαιο όταν βρεθεί στο νερό, παρουσιάζεται στο σχήμα 4.2 για την περίπτωση μεγάλων κηλίδων. Στην περίπτωση μικρών κηλίδων, όλες οι φυσικοχημικές διεργασίες είναι μικρής διάρκειας, της τάξεως λεπτών ή ωρών.



Σχήμα 4.2 : Η χρονική επίδραση των φυσικοχημικών διεργασιών σε μεγάλη κηλίδα πετρελαίου.

Ανεξάρτητα από όλες αυτές τις διεργασίες που γίνονται παράλληλα, η κηλίδα εξακολουθεί να κινείται στην επιφάνεια σε όλη τη διάρκεια της ζωής της. Η κίνηση αυτή

μπορεί να προβλεφθεί με κάποια ασφάλεια, από τις επιδράσεις των ανέμων και των επιφανειακών ρευμάτων που υπάρχουν στην περιοχή. Η διεθνής εμπειρία έχει δείξει ότι το ποσοστό του πετρελαίου που μπορεί να ανακτηθεί σε μια πετρελαιοκηλίδα δυστυχώς σπάνια ξεπερνά το 10-12% της ποσότητας που χύθηκε. Το ποσοστό αυτό συχνά απαιτεί επίμονες, επίπονες και πολυέξοδες προσπάθειες.

Βιβλιογραφία

- [4.1] Δικτυακός τόπος: <http://www.itopf.com>
- [4.2] Δικτυακός τόπος: <http://www.amsa.gov.au>
- [4.3] Δικτυακός τόπος: <http://www.epa.gov>
- [4.4] Bettina M. Christiansen, Technical Report 03-36, 3D Oil Drift and Fate Forecasts at DMI, Danish Meteorological Institute, Copenhagen, 2003.

5. Οι τύποι πετρελαίου

Η συμπεριφορά του πετρελαίου όταν βρεθεί στο νερό εξαρτάται από το ποιες διεργασίες και σε τι βαθμό θα γίνουν. Η επίδραση της καθεμιάς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο του πετρελαίου.

Οι διάφοροι τύποι του πετρελαίου έχουν διακριθεί βάσει της πυκνότητά τους. Τύποι πετρελαίου με μικρή πυκνότητα μπορούν να απομακρυνθούν πιο εύκολα. Βέβαια υπάρχουν και ελαφριά κλάσματα πετρελαίου (light), που λόγω της παρουσίας κεριών (waxes) στη σύστασή τους συμπεριφέρονται όμοια με βαρέα κλάσματα πετρελαίου (heavy).

Ο τρόπος με τον οποίο μία κηλίδα διαλύεται εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το βαθμό αντίστασής τους στη διάλυση. Ελαφρά κλάσματα πετρελαίου (light products), όπως η κηροσίνη (kerosene), εξατμίζονται και διαλύονται με φυσικό τρόπο γρήγορα, ώστε σπάνια να απαιτείται επέμβαση για τον καθαρισμό τους. Τέτοιοι τύποι ονομάζονται non-persistent oils. Σε αντίθεση τύποι πετρελαίου με μεγάλο βαθμό αντίστασης στη διάλυση (persistent oils), όπως είναι αρκετοί τύποι αργού πετρελαίου, διαλύονται με μικρότερο ρυθμό και συνήθως απαιτείται, είτε μηχανική, είτε ανθρώπινη επέμβαση για την απομάκρυνσή τους.

Οι κύριες φυσικές ιδιότητες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά και την αντίσταση σε διάλυση (persistence) του πετρελαίου στη θάλασσα είναι το ειδικό βάρος (specific gravity), η απόσταξη (distillation characteristics), το ιξώδες (viscosity) και το σημείο ροής (pour point). Οι ιδιότητες αυτές καθορίζονται από τη χημική σύσταση, όπως το ποσοστό ασφαλτινών (asphaltenes), ρητινών και κεριών (waxes). Το ειδικό βάρος είναι η πυκνότητά του σε σχέση με του καθαρού νερού. Τύποι πετρελαίου με χαμηλό ειδικό βάρος συνήθως περιέχουν σε μεγάλο ποσοστό πτητικά συστατικά και έχουν μικρό ιξώδες. Το ιξώδες σχετίζεται με τη δυσκολία ροής και η απόσταξη με την πτητικότητα, δηλαδή πόσο γρήγορα και εύκολα εξατμίζεται.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διάκριση των τύπων πετρελαίου σε τέσσερις (4) βασικές κατηγορίες:

- I. **Ελαφρά πτητικά πετρέλαια (Light volatile oils):** κυρίως τα ελαφρά κλάσματα πετρελαίου, όπως η κηροσίνη (kerosine) και η παραφίνη (paraffin).
- II. **Μέτρια έως βαριά κλάσματα πετρελαίου (Moderate to heavy oils):** οι περισσότεροι τύποι αργού πετρελαίου και λοιποί τύποι πετρελαίου, όπως το πετρέλαιο ναυτιλίας (marine diesel) και τα ελαφρά λιπαντικά (light lubricating oils).

III. Βαρεά κλάσματα πετρελαίου (Heavy oils): τύποι πετρελαίου με υψηλό ποσοστό κεριών στη σύστασή τους και βαρεά λιπαντικά (heavy lubricating oils).

IV. Υπολειμματικά πετρέλαια (Residual oils): υπολείμματα δεξαμενών καυσίμων πλοίων (bunker oils), αποχρωματισμένοι τύποι αργού πετρελαίου (weathered crude).

Στον πίνακα 5.1 παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά των παραπάνω τύπων πετρελαίου.

Τύπος πετρελαίου	Εξάτμιση	Διαλυτότητα στο νερό	Φυσική διασπορά	Αντίδραση σε Χ.Δ.Ο.*	Κολλώδεις	Βιολογικές επιπτώσεις
Light volatile oils	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Πολύ καλή	Καθόλου	Ιδιαίτερα τοξικά
Moderate to heavy oils	Έως 50%	Μέτρια	Μόνο κάποια συστατικά	Καλή στα αρχικά στάδια	Λίγο	Ποικίλλει η τοξικότητα
Heavy oils	Λιγότερο από 20%	Μικρή	Μικρή	Με δυσκολία	Πολύ	Λιγότερο τοξικά
Residual oils	Μικρή	Πολύ μικρή	Καθόλου	Καθόδου	Πάρα πολύ	Λίγο τοξικά

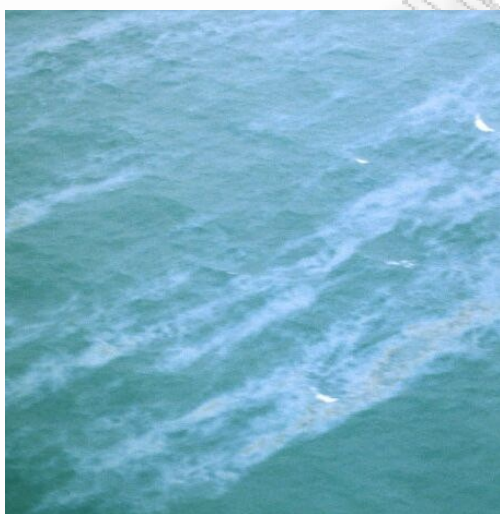
* Χ.Δ.Ο.: Χημικές διασκορπιστικές ουσίες
Πίνακας 5.1: Κύρια χαρακτηριστικά των τύπων πετρελαίου.

Το χρώμα και η εμφάνιση του διαφυγόντος πετρελαίου μπορεί να οδηγήσει, κατά τον εναέριο εντοπισμό της κηλίδας, σε εκτιμήσεις της ποσότητας πετρελαίου και του πάχους της κηλίδας, στοιχεία απαραίτητα για το σχεδιασμό της επέμβασης καταπολέμησης της ρύπανσης. Στα πλαίσια συνάντησης των μελών της Συμφωνίας Bonn (Bonn Agreement), η οποία συμφωνία έχει υιοθετηθεί μεταξύ των χωρών της Βόρειας θάλασσας και ορισμένων χωρών της Ε.Ε. για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης στη Βόρεια θάλασσα, προέκυψε ο πίνακας 5.2 αποκαλούμενος New Bonn Agreement appearance code table, ο οποίος συνδέει πέντε (5) πιθανούς τρόπους εμφάνισης μιας κηλίδας με την αντίστοιχη ποσότητα πετρελαίου.

Εμφάνιση	Πάχος κηλίδας (μm)	Ποσότητα l/km ²
Γυαλιστερή (Sheen: silvery/grey)	<0.3	300
Ουράνιο τόξο (Rainbow)	0.3 – 5.0	300 - 5000
Μεταλλική (Metallic)	5.0 - 50	5000 - 50000
Μη συνεχής (Discontinuous true oil colour)	50 - 200	50000-200000
Συνεχής (Continuous true oil colour)	> 200	> 200000

Πίνακας 5.2: Η αντιστοιχία εμφάνισης κηλίδας πετρελαίου με την ποσότητά του, ορισμένη στα πλαίσια της Συμφωνίας Bonn.

Βάσει του παραπάνω πίνακα, εκτιμήσεις της ποσότητας του πετρελαίου είναι δυνατές κατά τη διάρκεια της ημέρας (Εικόνες 5.1, 5.2).



Εικόνα 5.1: Γυαλιστερή εμφάνιση (Sheen)



Εικόνα 5.2: Εμφάνιση ουράνιου τόξου (Rainbow)

Οι πιθανές μορφές του πετρελαίου κατά την παραμονή του στο νερό παρουσιάζονται στο σχήμα 5.1.



Κόκκοι πίσσας (tar balls) Επιμέρους κηλίδες (patches) Κλωστές (windrows) Συνεχής κηλίδα (continuous oil)

Σχήμα 5.1: Οι μορφές του πετρελαίου στο νερό.

Βιβλιογραφία

- [5.1] Δικτυακός τόπος: <http://www.itopf.com>
- [5.2] Δικτυακός τόπος: <http://www.rempec.org>, IMO/UNEP: Regional Information System; Part D, Operational Guides and Technical Documents, Section 1, Guide for Combating Accidental Marine Pollution in the Mediterranean, REMPEC, October 2000.
- [5.3] Bettina M. Christiansen, Technical Report 03-36, 3D Oil Drift and Fate Forecasts at DMI, Danish Meteorological Institute, Copenhagen, 2003.
- [5.4] Δικτυακός τόπος: <http://ec.europa.eu/environment/civil/marin/cis>
- [5.5] Δικτυακός τόπος: <http://www.epa.gov>

6. Οι επιπτώσεις των πετρελαιοκηλίδων

Μετά την πρόκληση μιας πετρελαιοκηλίδας, σύνηθες είναι να εμφανίζονται στις ακτές θαλάσσια πουλιά, καλυμμένα με πετρέλαιο, που δυσκολεύονται να κινηθούν. Δυστυχώς, δεν είναι μόνο τα θαλάσσια πουλιά που υφίσταται δυσάρεστες συνέπειες από τις πετρελαιοκηλίδες, αλλά και άλλα θαλάσσια είδη, όπως για παράδειγμα τα θηλαστικά. Ο άνθρωπος, είτε άμεσα, είτε έμμεσα, επηρεάζεται κι αυτός, ενώ η περιοχή που εκτίθεται στη ρύπανση υφίσταται οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες. Το μέγεθος των επιπτώσεων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Ακόμα και μικρές κηλίδες μπορούν να επηρεάσουν σε σημαντικό βαθμό τη θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά, τόσο στους παράγοντες που καθορίζουν το μέγεθος των επιπτώσεων, όσο και στις ίδιες τις επιπτώσεις.

6.1. Παράγοντες που καθορίζουν το μέγεθος των επιπτώσεων [6.1]

Πλήθος παραγόντων (μπορούν να μπουν και στο μοντέλο ως πιθανοί να συμβούν) καθορίζουν το βαθμό στον οποίο το πετρέλαιο επιδρά στη θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα.

Ο τύπος της ακτής

Ο τύπος της ακτής παίζει σημαντικό ρόλο στο βαθμό που επηρεάζεται η βιολογία των θαλάσσιων ειδών. Κάθε τύπος ακτής παρουσιάζει διαφορετική ευαισθησία (Πίνακας 6.1). Αποτελείται από διαφορετικό υπόστρωμα και παρουσιάζει διαφορετική μορφολογία. Ο βαθμός ευαισθησίας του εξαρτάται από τη διεισδυτική ικανότητα του πετρελαίου στο υπόστρωμα της ακτής, τη δύναμη των κυμάτων να διασκορπίσουν το πετρέλαιο, το χρονικό διάστημα που θα παραμείνει το πετρέλαιο στην ακτή, τη δυνατότητα οργάνωσης επιχείρησης καθαρισμού της ακτής με ανθρώπινα και μηχανικά μέσα, την ύπαρξη ευαίσθητων πληθυσμών χλωρίδας και πανίδας.

Η ποσότητα του διαρρέοντος πετρελαίου

Η ποσότητα του διαρρέοντος πετρελαίου καθορίζει σε ένα βαθμό το μέγεθος της επίδρασης στο θαλάσσιο περιβάλλον. Για παράδειγμα, μικρές πετρελαιοκηλίδες κοντά σε μία ευαίσθητη περιοχή μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη οικολογική καταστροφή, από μία μεγαλύτερη αργού πετρελαίου η οποία θα συμβεί στην ανοιχτή θάλασσα. Ακόμα και

ελάχιστη διαρροή να συμβαίνει σε ένα ευαίσθητο περιβάλλον μπορεί να προκληθεί μεγάλη καταστροφή.

Βαθμός ευαισθησίας	Τύπος ακτής
Υψηλός	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Μαγγρόβια δάση (Mangrove forests) ▪ Κοραλλιογενείς ύφαλοι ▪ Αλυκές (salt marshes) ▪ Παλιρροιακά επίπεδα (Sheltered tidal flats) ▪ Συγκεντρώσεις στις ακτές θαλασσοπούλιων, θηλαστικών και χελωνών
Μεσαίος – Υψηλός	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Βραχώδεις ακτές (Sheltered rocky coasts) ▪ Επίπεδα με θαλάσσια χλωρίδα (Sea-grass flats) ▪ Εκβολές ποταμών (Estuaries) * ▪ Αρκτικοί πάγοι
Μεσαίος	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Παραλίες με κροκάλες ▪ Πυθμένας παραλιών με κροκάλες
Μεσαίος – Μικρός	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αμμώδεις παραλίες ▪ Παράκτια αμμώδη επίπεδα εκτεθειμένα στη δράση των κυμάτων ▪ Υποπαράκτιος πυθμένας σε εκτεθειμένες ακτές
Μικρός	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Βραχώδεις, εκτεθειμένες ακτές στη δράση των κυμάτων ▪ Ανοικτή θάλασσα

* Θαλάσσιος βραχίονας στην εκβολή ποταμού, όπου το ρεύμα του ποταμού συναντά τη θαλάσσια παλίρροια. Το νερό του ποταμού συναντά το αλμυρό θαλάσσιο νερό και το διαλύει. Το ίζημα του ποταμού απομακρύνεται και δεν σχηματίζεται δέλτα.

Πίνακας 6.1 : Ο βαθμός ευαισθησίας οικοσυστημάτων στο πετρέλαιο

Ο τύπος του διαρρέοντος πετρελαίου

Υπάρχουν πολλοί και διαφορετικοί τύποι πετρελαίου. Γενικά, τα ελαφρά κλάσματα του πετρελαίου (light and medium oils) είναι περισσότερο τοξικά, ενώ τα βαρύτερα κλάσματα (heavier oils) λιγότερο. Ωστόσο, δεν είναι μόνο η τοξικότητα του εκάστοτε τύπου πετρελαίου που παίζει ρόλο. Κολλώδεις (heavy sticky) τύποι με σχετικά μικρή τοξικότητα μπορούν να προκαλέσουν μέχρι και θάνατο σε θαλασσοπούλια αν η διαρροή τους συμβεί κοντά στις φωλιές τους κατά την περίοδο αναπαραγωγής ή στην περιοχή εύρεσης της τροφής τους. Ορισμένοι τύποι πετρελαίου, όπως το αργό και τα υπολείμματα δεξαμενών καυσίμων (bunker fuels) παρουσιάζονται εξαιρετικά κολλώδεις, καθώς προχωρά ο

αποχρωματισμός τους. Αντίθετα, τύποι πετρελαίου, όπως τα ραφινάρισμαμένα προϊόντα του πετρελαίου (refined petroleum products), αν και λιγότερο κολλώδεις, είναι περισσότερο δηλητηριώδεις.

Ο τρόπος σχηματισμού της πετρελαιοκηλίδας

Μία ξαφνική εκδήλωση πετρελαιοκηλίδας μπορεί να οδηγήσει στο θάνατο πολλών ειδών της θαλάσσιας χλωρίδας και πανίδας σε μικρό χρονικό διάστημα, όμως η αποκατάσταση θα απέλθει πολύ πιο σύντομα από την περίπτωση της συνεχούς διαρροής π.χ. από ένα ναυάγιο ή από την ύπαρξη συγκεντρωμένης ποσότητας πετρελαίου μεταξύ των ιζημάτων στον θαλάσσιου πυθμένα, όπου η χρόνια ρύπανση επιβαρύνει περισσότερο το οικοσύστημα και ο ρυθμός αποκατάστασης εξαιρετικά μικρός.

Το σημείο εκδήλωσης της πετρελαιοκηλίδας

Ορισμένα οικοσυστήματα παρουσιάζονται πιο ευαίσθητα σε σχέση με άλλα, είτε λόγω της φυσικής τους ομορφιάς, είτε γιατί φιλοξενούν είδη χλωρίδας και πανίδας ιδιαίτερα ευαίσθητα στο πετρέλαιο. Ο εντοπισμός μιας πετρελαιοκηλίδας κοντά σε μία τέτοια ευαίσθητη περιοχή οδηγεί σε μεγάλη καταστροφή. Αν η πετρελαιοκηλίδα εκδηλωθεί σε απόσταση από μία ιδιαίτερος ευαίσθητη περιοχή, θα μεσολαβήσει αρκετός χρόνος μέχρι να προσεγγίσει την εν λόγω περιοχή και στο διάστημα αυτό ένα ποσοστό των πτητικών και τοξικών συστατικών του πετρελαίου θα εξατμιστεί στην ατμόσφαιρα και η ποσότητά του θα μειωθεί, περιορίζοντας έτσι τις δυσμενείς επιπτώσεις. Άλλωστε, θα υπάρχει χρόνος και για την λήψη μέτρων περιορισμού της.

Οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες

Η θερμοκρασία του αέρα και η ηλιακή ακτινοβολία επηρεάζουν το ιξώδες και το ρυθμό εξάπλωσης του πετρελαίου. Η ένταση και η διεύθυνση του ανέμου καθορίζουν τη διεύθυνση και την ταχύτητα εξάπλωσης της κηλίδας, καθώς και την κατάσταση της θάλασσας. Ανάλογα με την κατάσταση της θάλασσας, το πετρέλαιο μπορεί να φυσικά διασπαρθεί και/ή να γαλακτωματοποιηθεί. Γενικά, όσο πιο έντονες είναι οι καιρικές συνθήκες, δηλαδή ισχυρό άνεμο, μεγάλα κύματα και εκτεταμένη ηλιοφάνεια, τόσο πιο γρήγορα το πετρέλαιο θα διασπαρθεί φυσικά και θα εξατμιστεί.

Ισχυροί άνεμοι πνέοντες στις ακτές, μεταφέρουν το πετρέλαιο σε υψηλότερα σημεία στις ακτές, όπου οι φυσικές διεργασίες αποχρωματισμού είναι δύσκολο να συμβούν, με αποτέλεσμα η απομάκρυνσή του να καθυστερεί, επιβαρύνοντας συγχρόνως την χλωρίδα, όπως τους λειχήνες.

Η παλίρροια και τα θαλάσσια ρεύματα

Τα παλιρροιακά ρεύματα και τα θαλάσσια ρεύματα επηρεάζουν τη διεύθυνση και την ταχύτητα μεταφοράς και εξάπλωσης της κηλίδας. Οι δυνάμεις της παλίρροιας (πλημμυρίδα, άμπωτη) μεταφέρουν μικρότερη ή μεγαλύτερη ποσότητα πετρελαίου στις ακτές. Κατά την πλημμυρίδα, το πετρέλαιο μπορεί να μεταφερθεί στα ανάντη σημεία των ακτών, όπου και να παραμείνει αρκετό καιρό, προκαλώντας διαταραχές στην εκεί χλωρίδα και στην πανίδα. Ομοίως, κατά την άμπωτη, επηρεάζεται περισσότερο η χλωρίδα και η πανίδα των κατώτερων σημείων της παράκτιας ζώνης. Από βιολογικής απόψεως, οι συνέπειες είναι σοβαρότερες κατά την περίοδο της πλημμυρίδας σε σχέση με την περίοδο της άμπωτης.

Ωκεανογραφικοί παράγοντες

Οι παράγοντες αυτοί περιλαμβάνουν το ύψος και τη διεύθυνση των κυμάτων, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας, τη θερμοκρασία του νερού, την αλατότητα. Η ενέργεια των κυμάτων τη στιγμή της εκδήλωσης πετρελαιοκηλίδας, που επηρεάζει, όπως έχει προαναφερθεί, το ρυθμό με τον οποίο το πετρέλαιο σχηματίζει γαλακτώματα, υφίσταται φυσική διασπορά, βιοαποδομείται. Υπό την επίδραση των κυμάτων μπορούν να σχηματιστούν τα γαλακτώματα πετρελαίου-νερού, επιβραδύνοντας τη διαδικασία της διασποράς. Στη συνέχεια, ο βαθμός έκθεσης της ακτής σε κύματα θα καθορίσει αν η απομάκρυνση του πετρελαίου μπορεί να επιτευχθεί μόνο με φυσικές μεθόδους.

Μέτρα αντιμετώπισης της πετρελαιοκηλίδας

Η λήψη κατάλληλων μέτρων αντιμετώπισης μιας πετρελαιοκηλίδας είναι καθοριστικός παράγων για το βαθμό έκθεσης των διαφόρων ειδών στο πετρέλαιο. Η επιλογή του τρόπου προστασίας της ακτογραμμής, της ανάκτησης του πετρελαίου και οι μέθοδοι διασποράς της κηλίδας και καθαρισμού του εναπομείναντος πετρελαίου είναι καταλυτικοί για τον αντίκτυπο στο οικοσύστημα.

Η εποχή του έτους

Κάποια είδη θαλάσσιων οργανισμών είναι πιο ευαίσθητα στο πετρέλαιο κατά την περίοδο αναπαραγωγής και κυοφορίας των αυγών τους. Άλλωστε γενικά τα αυγά και οι προνύμφες είναι πιο ευαίσθητα από τα ενήλικα μέλη. Τα θαλασσοπούλια φωλιάζουν σε συγκεκριμένες περιοχές, με αποτέλεσμα ακόμα και η εκδήλωση μικρών κηλίδων κοντά στις περιοχές αυτές να είναι καταστροφική γι' αυτά. Επίσης, οι περίοδοι και οι δρόμοι αποδήμησης επηρεάζουν τις συγκεντρώσεις των πουλιών.

Διάρκεια της έκθεσης

Όσο μεγαλύτερη είναι η έκθεση των διαφόρων ειδών στο πετρέλαιο, τόσο σοβαρότερες θα είναι οι επιπτώσεις γι' αυτά και τα ποσοστά θνησιμότητας θα αυξάνουν. Η συνεχής παρουσία πετρελαίου θα αποτρέψει τον αποικισμό της περιοχής από άλλα είδη, χλωρίδας και πανίδας, γειτονικών ακτών και η αποκατάσταση της περιοχής θα καθυστερήσει. Ζωικοί οργανισμοί που καλύπτονται από πετρέλαιο στα πρώτα στάδια μιας πετρελαιοκηλίδας, επηρεάζονται διαφορετικά από τα είδη που μολύνονται σε μετέπειτα στάδια.

Η μορφή της κηλίδας.

Αν το πετρέλαιο παραμείνει ως κηλίδα στην επιφάνεια της θάλασσας, η κύρια επίπτωση θα είναι στα θαλασσοπούλια και στους οργανισμούς που επιπλέουν στην επιφάνεια και στο αμέσως κατώτερο στρώμα νερού. Αν η κηλίδα φτάσει στις ακτές, πρώτοι θα επιβαρυνθούν οι οργανισμοί της παράκτιας ζώνης, όπου η κηλίδα έρχεται σε επαφή με την ακτή. Καθώς το πετρέλαιο θα σχηματίζει γαλακτώματα και φυσικά θα διασπέρνεται, σταγονίδια πετρελαίου θα εισέρχονται στην κάθετη στήλη νερού, όπου μπορούν να αποτελέσουν τροφή για οργανισμούς εκεί.

Αν σχηματιστεί ένα γαλακτώμα chocolate mousse, το οποίο είναι ιδιαίτερα σταθερό, κολλώδες, με μικρό ιξώδες και με την απορρόφηση νερού αυξάνει τον όγκο του ρυπαντή μέχρι και 4 φορές, η διάσπασή του καθίσταται δύσκολη και αυξάνεται η παραμονή του στο θαλάσσιο περιβάλλον, προκαλώντας εκτεταμένη ρύπανση.

Σε ρηγά νερά, καθώς το πετρέλαιο καθιζάνει επηρεάζεται η βιολογία των οργανισμών του θαλάσσιου πυθμένα. Αν συσσωματωθεί με κόκκους άμμου, επηρεάζονται δυσμενώς οι μικροοργανισμοί των ιζημάτων.

Η συγκέντρωση υδρογονανθράκων στο νερό και στα ιζήματα

Η συγκέντρωση των υδρογονανθράκων, είτε με τη μορφή σταγονιδίων αποτέλεσμα της διασποράς του πετρελαίου, είτε στη στήλη νερού, είτε στα ιζήματα, επηρεάζει το βαθμό θνησιμότητας. Υπάρχει στενή σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης υδρογονανθράκων και του χρόνου ζωής οργανισμών που έχουν εκτεθεί σ' αυτούς. Συγκεντρώσεις υδρογονανθράκων μεγαλύτερες του 1 ppm συναντιούνται σε λίγες περιπτώσεις πετρελαιοκηλίδων, αν και έχουν παρουσιαστεί σε κλειστές περιοχές, όπως οι κόλποι. Πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι η ηλιακή ακτινοβολία UV αυξάνει την τοξικότητα των υδρογονανθράκων.

Ο βαθμός μόλυνσης των οργανισμών και του υποστρώματος.

Πέρα από τη συγκέντρωση υδρογονανθράκων στο νερό και τα ιζήματα, μολύνονται και οι ίδιοι οι οργανισμοί και το υπόστρωμα στο οποίο κινούνται ή βρίσκουν τροφή, όπως οι επιφάνειες των βράχων, τα φύκια, οι κόκκοι άμμου. Ανάλογα με το βαθμό μόλυνσής τους θα προσπαθήσουν να κινηθούν και θα τραφούν από το υπόστρωμα και κατά συνέπεια θα μολυνθούν από τους υδρογονάνθρακες.

Η χημική εξέλιξη του πετρελαίου.

Το πετρέλαιο καθώς παραμένει στην επιφάνεια της θάλασσας, θα υποστεί φωτοχημική οξείδωση ή βιοαποδόμηση. Πολλές φορές η αποδόμηση του πετρελαίου δίνει περισσότερο τοξικά προϊόντα και υπάρχουν οργανισμοί που μπορεί να μην επηρεάζονται οι ίδιοι από τις τοξικές ουσίες, όμως μέσω της διατροφικής αλυσίδας μπορούν να τους περάσουν σε άλλους οργανισμούς.

Ύπαρξη άλλων ρυπαντών

Η ύπαρξη και άλλων ρυπαντών, όπως οι απορρίψεις βιομηχανικών αποβλήτων, επιβαρύνουν περιβαλλοντικά την περιοχή. Οργανισμοί που βρίσκονται σε ήδη επιβαρυνόμενο περιβάλλον είναι πιο ευαίσθητοι στο πετρέλαιο και τα ποσοστά θνησιμότητας αυξάνονται.

Ωστόσο, κάποια ελάχιστα είδη που μπορεί να έχουν οργανικά προσαρμοστεί σε επιβαρυνόμενα περιβάλλοντα, η επαφή τους με το πετρέλαιο μπορεί να επιφέρει μερικές μόνο μικρές αλλαγές στη δομή τους.

Προηγούμενη έκθεση στο πετρέλαιο

Η εκδήλωση πετρελαιοκηλίδων και προγενέστερα στην ίδια περιοχή, μπορεί να έχει επιφέρει μείωση της ικανότητας προσαρμογής και επιβίωσης των οργανισμών. Στην περίπτωση αυτή, οι επιπτώσεις της συγκεκριμένης κηλίδας να είναι μεγαλύτερες των αναμενόμενων.

Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις, όπου σε προγενέστερες πετρελαιοκηλίδες αναπτύχθηκαν δυνατοί οργανισμοί, ανθεκτικοί στην επίδραση του πετρελαίου, οι οποίοι με την εκδήλωση μιας νέας κηλίδας αυξάνουν σε αριθμό μαζί με τα βακτήρια που μπορούν να αποκοδομούν το πετρέλαιο, ακόμα και με μια σχετικά μικρή κηλίδα, εφόσον όμως ο τύπος του πετρελαίου δεν είναι ιδιαίτερα τοξικός.

Η μετέπειτα φάση

Μετά την εκδήλωση μιας κηλίδας, διάφοροι περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορούν να επιταχύνουν ή να επιβραδύνουν τη διαδικασία της αποκατάστασης. Για παράδειγμα, ασυνήθιστα ζεστός ή κρύος καιρός, ειδικά αν συνδυαστεί και με πλημμυρίδα, μπορεί να επιφέρει πρόσθετη περιβαλλοντική πίεση στους οργανισμούς της παράκτιας ζώνης.

6.2 Οι επιπτώσεις στη θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα

6.2.1 Οι επιπτώσεις στα θαλάσσια θηλαστικά [6.1, 6.2]

Οι φώκιες, οι θαλάσσιες βίδρες (sea otters), οι φάλαινες, τα δελφίνια, οι θαλάσσιοι ίπποι (walruses), οι πολικές αρκούδες και οι θαλάσσιοι ελέφαντες (manatees) ανήκουν στην κατηγορία των θαλάσσιων θηλαστικών. Τα ζώα αυτά, με εξαίρεση τους θαλάσσιους ελέφαντες, είναι αρπακτικά. Οι θαλάσσιες βίδρες είναι είδη υπό εξαφάνιση, ενώ οι πλειονότητα των θαλάσσιων θηλαστικών και ιδίως οι φάλαινες και τα δελφίνια έχουν τη συμπάθεια πολλών και σημαντικές προσπάθειες γίνονται για την προστασία τους.

Οι επιπτώσεις του πετρελαίου στα θαλάσσια θηλαστικά είναι κυρίως πτώση της θερμοκρασίας του σώματος λόγω κάλυψης του τριχώματός τους από το πετρέλαιο, αλλοιώσεις στο δέρμα και βλάβες στα μάτια από την άμεση επαφή με αυτό και

παθολογικές βλάβες των εσωτερικών τους οργάνων από την κατάποση πετρελαίου και έπειτα από μακροχρόνια έκθεση σε αυτό.



Εικόνα 6.1: Θαλάσσιοι ελέφαντες



Εικόνα 6.2: Θαλάσσια βίδρα

Η ανάγκη να αναπνεύσουν, αναπόφευκτα οδηγεί στην επαφή τους με το πετρέλαιο στην επιφάνεια της θάλασσας. Συγχρόνως, τα περισσότερα είδη βγαίνουν στις ακτές για να ξεκουραστούν και επίσης για λόγους αναπαραγωγής συγκεντρώνονται σε μεγάλο αριθμό και σε συγκεκριμένες περιοχές. Παρατηρήσεις φώκαιων, φαλαινών και δελφινιών έχουν δείξει ότι τα είδη αυτά δεν αποφεύγουν συνειδητά την επαφή με το πετρέλαιο. Έχουν βρεθεί θηλαστικά, όπως φώκιες και δελφίνια, να κολυμπούν και να ψάχνουν για τροφή κοντά σε πετρελαιοκηλίδες.

Αντίθετα με τα ψάρια, στο δέρμα των θαλάσσιων θηλαστικών εύκολα προσκολλάται το πετρέλαιο με την επαφή, ειδικά αν είναι τριχωτό. Οι θαλάσσιες βίδρες και οι φώκιες μπορούν από μόνες τους να απομακρύνουν το πετρέλαιο από το δέρμα τους, αλλά αυτό συνεπάγεται πιθανή κατάποση πετρελαίου που μπορεί να οδηγήσει σε θάνατο. Τα θαλάσσια θηλαστικά που φέρουν τρίχωμα υποφέρουν από υποθερμία, καθώς το πετρέλαιο καλύπτει το σώμα τους σχηματίζοντας ένα παχύ στρώμα και μη επιτρέποντας στο τρίχωμά τους να διατηρήσει τη θερμοκρασία του σώματός τους σταθερή μέσα στο νερό. Η θερμοκρασία του σώματος πέφτει και ο μεταβολισμός προσπαθεί για την άνοδό της, με επακόλουθο την σύγχρονη απώλεια βάρους. Ειδικά αν ο καιρός είναι κρύος, λόγω της υποθερμίας μπορεί να οδηγηθούν και στο θάνατο. Σημαντικό ρόλο παίζει το είδος του τριχώματος. Οι μεταβολές στη θερμοκρασία του σώματος είναι εντονότερες στα είδη που φέρουν μακρύ τρίχωμα.

Η άμεση επαφή του πετρελαίου με το δέρμα τους προκαλεί αλλοιώσεις σε αυτό, ειδικά στην περιοχή γύρω από τα μάτια. Αλλά προκαλεί βλάβη και στα μάτια, οδηγώντας και στην τύφλωση.

Η κατάποση πετρελαίου οδηγεί στη μόλυνση των ιστών από τους υδρογονάνθρακες με πιθανή απέκκριση συστατικών του πετρελαίου. Έλκος και αιμορραγίες προκαλούνται στο στομάχι. Είδη, όπως οι φάλαινες *Balaena* της οικογένειας *Balaenidae*, οι οποίες για να τραφούν ανεβαίνουν στην επιφάνεια της θάλασσας και

φιλτράρουν το νερό, απειλούνται άμεσα. Η μακροχρόνια έκθεση προκαλεί παθολογικές ανωμαλίες πιθανές να προκαλέσουν ακόμα και θάνατο.

Οι μητέρες θηλαστικά ξεχωρίζουν τα παιδιά τους με την όσφρηση και είναι αυτές φροντίζουν για την τροφή τους. Η μείωση λοιπόν της ικανότητας όσφρησης στα θηλαστικά, οδηγεί στην απόρριψη και εγκατάλειψη των νεαρών ατόμων από τις μητέρες τους, τα οποία σταδιακά οδηγούνται στο θάνατο.

Τα νεαρά άτομα είναι πάντα πιο ευαίσθητα. Τα νεαρά μέλη των φώκαιων συνηθίζουν να κολυμπούν σε παλιρροιακά επίπεδα κοντά στις ακτές και κατά μήκος βραχωδών ακτών, σε αντίθεση με τα ενήλικα μέλη που κολυμπούν ανοιχτά των ακτών σε βαθιά νερά. Επόμενο είναι τα νεαρά μέλη να είναι πιο ευαίσθητα στην επίδραση πετρελαίου και πιο πιθανό να μολυνθούν. Τα νεαρά δελφίνια μπορούν εύκολα να δηλητηριαστούν και από το γάλα της μητέρας τους.

Τα περισσότερα είδη θαλάσσιων θηλαστικών ανακάμπτουν σχετικά γρήγορα, εκτός αν έχουν εκτεθεί σε εξαιρετικά μεγάλη ποσότητα πετρελαίου. Οι φώκιες, πιθανώς, χρειάζονται το μεγαλύτερο χρόνο για να επανέλθουν, ενώ για τις φάλαινες cetaceans οι επιπτώσεις είναι παροδικές.

Η ανάκαμψη των πληθυσμών των θαλάσσιων πληθυσμών εξαρτάται άμεσα από την συμπεριφορά και την ικανότητα αναπαραγωγής, λαμβάνοντας υπόψη και την ηλικία στην οποία κάθε είδος φτάνει σε σεξουαλική ωριμότητα. Τα είδη που χρειάζονται περισσότερο χρόνο να επανέλθουν, είναι αυτά που αργούν να φτάσουν σε σεξουαλική ωριμότητα, γεννούν περιορισμένο αριθμό μωρών σε κάθε αναπαραγωγική περίοδο και δεν αναπαράγουν κάθε χρόνο. Τέτοια είδη είναι οι θαλάσσιες βίδρες, οι πολικές αρκούδες, οι φώκιες, τα δελφίνια και οι φάλαινες.

6.2.2 Οι επιπτώσεις στα πουλιά. [6.1, 6.2]

Τα πουλιά παρουσιάζονται ιδιαίτερος ευαίσθητα στη μόλυνση από πετρέλαιο και η μόλυνση και ο θάνατος πουλιών μετά την εκδήλωση πετρελαιοκηλίδας προκαλεί έντονες αντιδράσεις, πιθανότητα λόγω της δυσάρεστης εικόνας ανήμπορων και νεκρών πουλιών. Τα μεγάλα ποσοστά θνησιμότητάς τους σε ατυχήματα των δεκαετιών του '60 και του '70 ήταν από τις κύριες αιτίες που οδήγησαν στη λήψη μέτρων για την αντιμετώπιση των απορρίψεων πετρελαίου στη θάλασσα. Πουλιά σε κίνδυνο είναι, είτε θαλασσοπούλια (seabirds), είτε γενικά άλλα υδροβία πτηνά (waterfowl species). Μεταξύ τους διαφέρουν σημαντικά στη συμπεριφορά. Κάποια είναι υδροβάτες (waders), κάποια δύτες και κάποια άλλα παρουσιάζονται συγκριτικά πιο ευκίνητα από άλλα. Το πόσο

ευάλωτα είναι στη μόλυνση από το πετρέλαιο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη συμπεριφορά και τις συνήθειές τους.

Τα φτερά των πουλιών γεμίζουν πετρέλαιο, μπερδεύονται και κολλάνε μεταξύ τους, χάνοντας συγχρόνως την ιδιότητά τους να συγκρατούν το θαλασσινό νερό, επιτρέποντας κατά συνέπεια την πτώση της θερμοκρασίας του σώματος του πουλιού (εικόνα). Η θερμοκρασία του σώματος πέφτει και εγκυμονεί ο κίνδυνος να πεθάνει από υποθερμία. Ο μεταβολισμός προσπαθεί για τη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος με αποτέλεσμα να χάνει βάρος και το μυϊκό του σύστημα να αδυνατίζει. Συγχρόνως, είναι αδύνατον αέρας να εισχωρήσει ανάμεσα στα πούπουλα των φτερών του και να πετάξει, το πετρέλαιο βαραίνει ακόμα περισσότερο τα φτερά του και τελικώς οδηγείται σε πνιγμό.



Εικόνα 6.3: Θαλασσοπούλι καλυμμένο με πετρέλαιο προσπαθεί να κινηθεί.

Προσπαθώντας με το ράμφος του να καθαρίσει τα φτερά του από το πετρέλαιο, ποσότητες πετρελαίου μέσω της κατάποσης καταλήγουν στο στομάχι. Συνέπεια είναι η αλλοίωση του πνεύμονα και του συκωτιού από τους υδρογονάνθρακες, η προσωρινή μείωση του αριθμού των αυγών που γεννά και ο περιορισμός της ικανότητας εκκόλαψής τους. Επίσης, υποφέρουν από αφυδάτωση και έλλειψη τροφής, καθώς ούτε μπορούν να πιούν νερό, ούτε να βουτήξουν και να κολυμπήσουν για εύρεση τροφής.

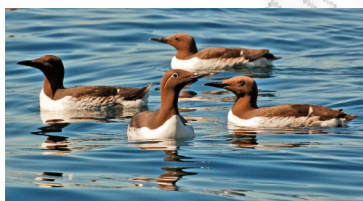
Αρνητικές επιπτώσεις, αλλά σε μικρότερο βαθμό, μπορούν επίσης να υπάρξουν αν τραφούν με μολυσμένους από πετρέλαιο οργανισμούς.

Τα είδη πάντως που κινδυνεύουν περισσότερο είναι αυτά που συναντιούνται σε πολυπληθείς ομάδες σε νερά κοντά στις ακτές ή στην παράκτια ζώνη για να τραφούν, να αναπαραχθούν ή να ξεκουραστούν. Πιο μοναχικά είδη, όπως οι κορμοράνοι (cormorants) και οι πελεκάνοι, τα οποία βουτούν για να τραφούν κινδυνεύουν εξίσου. Ορισμένα είδη ψαριών κατευθύνονται προς τις κηλίδες, γιατί το πετρέλαιο μοιάζει με επιπλέον αίμα. Κατά συνέπεια, θαλασσοπούλια που αναζητούν κοπάδια ψαριών για τροφή, τα ακολουθούν και οδηγούνται και αυτά προς τις κηλίδες πετρελαίου. Στην προσπάθειά τους μάλιστα να τα πιάσουν, μπορεί και να βουτήξουν μέσα στην κηλίδα. Η ευαισθησία των

πληθυσμών των πουλιών επίσης εξαρτάται από την ικανότητα αναπαραγωγής κάθε είδους, τις συνήθειες εύρεσης τροφής, το μέγεθος του πληθυσμού και την εποχή έκθεσης τους στο πετρέλαιο.

Η θνησιμότητα σε πληθυσμούς θαλασσοπουλιών από την εκδήλωση πετρελαιοκηλίδων στις ακτές της Ευρώπης κυμαίνονται μεταξύ 6.000, που μολύνθηκαν από τη διαρροή 600-700 τόνων πετρελαίου καυσίμων (fuel oil) από το δεξαμενόπλοιο Hamilton Trader στην θάλασσα της Ιρλανδίας το 1969) έως 275.000, από τη διαρροή 8.000 τόνων αργού πετρελαίου από το Gerd Maersk στο Elde River το 1955. Σχέση μεταξύ της ποσότητας του διαρρέοντος πετρελαίου και του ποσοστού θνησιμότητας δεν έχει βρεθεί. Ακόμα και η διαρροή μικρής ποσότητας πετρελαίου, αν συμβεί κοντά σε αποικία πουλιών κατά την περίοδο της αναπαραγωγής, μπορεί να επιφέρει σημαντικές συνέπειες για το συγκεκριμένο είδος.

Για τα πουλιά, ο ρυθμός ανάκαμψης είναι αργός. Υπάρχουν είδη που είναι εξαιρετικά ευαίσθητα, όπως auks (puffins, razorbills) και grebes, είναι μακρόβια, δεν αναπαράγουν σε ηλικία μικρότερη των 3 ετών, μπορεί να γεννήσουν μόνο ένα αυγό το χρόνο και δεν αναπαράγονται κάθε χρόνο (εικόνα). Συνεπώς, η ανάκαμψη αυτών των ειδών είναι εξαιρετικά δύσκολη και απαιτεί χρόνο.



guillemots



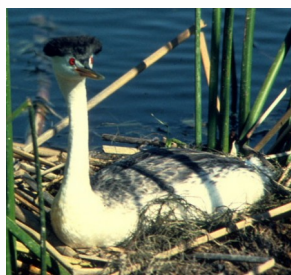
puffins



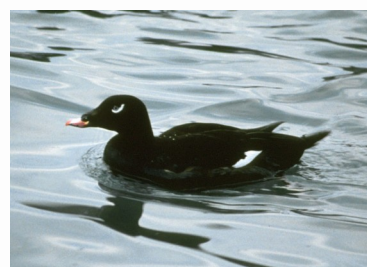
gannets



razorbills



grebes



scoter

Εικόνα 6.4 : Είδη θαλάσσιων πουλιών απειλούμενα άμεσα από τις πετρελαιοκηλίδες.

Ωστόσο, ελπίδες βασίζονται στο γεγονός ότι όλα τα ενήλικα άτομα δεν αναπαράγονται την ίδια χρονιά. Ο ρυθμός ανάκαμψης είναι περισσότερο δύσκολος και αβέβαιο αν τελικώς θα συμβεί, στις περιπτώσεις απομονωμένων σε περίοδο αναπαραγωγής πληθυσμών, όπου η αντικατάσταση μελών από άλλους πληθυσμούς δεν είναι δυνατή. Αποικίες μικρών πληθυσμών, οι οποίες εκτίθενται και σε άλλους ρυπαντές, δύσκολα επίσης θα ανακάμψουν.

6.2.3 Οι επιπτώσεις στα ψάρια. [6.1, 6.2]

Υπάρχουν είδη ψαριών ωκεανού, παράκτια, άλλα αποδημητικά και άλλα μη αποδημητικά. Κάποια τρέφονται με πλαγκτόν, άλλα είναι κυνηγοί και άλλα βρίσκονται στο βυθό όπου τρέφονται με τη χλωρίδα και πανίδα του θαλάσσιου πυθμένα. Κάποια γεννούν πλαγκτονικά αυγά και προνύμφες (larvae), και άλλα πελαγικά είδη, όπως οι ρέγγες γεννούν αυγά μέσα στο υπόστρωμα του θαλάσσιου πυθμένα.

Τα ψάρια επηρεάζονται άμεσα είτε με την κατάποση σταγονιδίων πετρελαίου, είτε αν τραφούν με οργανισμούς μολυσμένους από πετρέλαιο, με την πρόσληψη διαλυμένων συστατικών του πετρελαίου είτε από τα βράγχια, είτε από άλλα σημεία του σώματός τους, μείωση της βιωσιμότητας των αυγών και των προνυμφών τους.

Έμμεσα μπορούν να επηρεαστούν από τη μόλυνση του οικοσυστήματος στο οποίο βρίσκονται.

Οι διάφοροι πληθυσμοί ψαριών δεν έχουν δείξει σημαντική μείωση του αριθμού τους, ακόμα και σε σοβαρά ατυχήματα. Ακόμα και όταν τα ποσοστά θνησιμότητας των προνυμφών και των νεαρών ατόμων ήταν υψηλά, το ποσοστό των νέων που γεννήθηκαν ήταν τέτοιο ώστε να καλυφθούν οι απώλειες, αν και ένα μικρό ποσοστό μπορεί να επιβιώσει.

Η έκθεσή τους σε μικρές ποσότητες πετρελαίου μπορεί να προκαλέσει τον αποπροσανατολισμό τους και να μην ακολουθούν το κοπάδι τους, πιθανότατα λόγω των επιπτώσεων του πετρελαίου στα όργανα που συνδέονται με την όσφρηση. Τα ενήλικα άτομα ψαριών παρουσιάζονται να μπορούν να αποφεύγουν το μολυσμένο με πετρέλαιο νερό. Βέβαια ελάχιστα είναι γνωστά σχετικά με την συμπεριφορά τους να αποφεύγουν το μολυσμένο νερό, ώστε να αποδοθεί σ' αυτά ως συγκεκριμένη ικανότητα του είδους τους.

Οι πληθυσμοί των πελαγικών ειδών πιθανώς επανέρχονται πιο γρήγορα έπειτα από μία πετρελαιοκηλίδα, με τις προνύμφες και τα ενήλικα άτομα που αποδημούν να αναπληρώνουν τις απώλειες. Οι πληθυσμοί που βρίσκονται σε περίοδο αναπαραγωγής και συγκεντρώνονται σε αποικίες σε νερά μικρού βάθους μπορεί να χρειαστούν περισσότερο

χρόνο για την αποκατάσταση τους σε περίπτωση που οι περιοχές αυτές έχουν μολυνθεί σε μεγάλο βαθμό.

Τα ενήλικα άτομα ψαριών επηρεάζονται σε μικρότερο βαθμό από τους περισσότερους θαλάσσιους οργανισμούς. Πιθανότητα χάρη στη μεγάλη ευκινησία που τα χαρακτηρίζει, μειώνουν το ποσοστό έκθεσής τους στο μολυσμένο νερό. Ψάρια με επίπεδο σχήμα τα οποία έρχονται σε επαφή με τα μολυσμένα ιζήματα απειλούνται περισσότερο από τα πελαγικά είδη. Τα ψάρια μεταβολίζουν τους αρωματικούς υδρογονάνθρακες στο συκώτι τους και συγκεντρώνουν τους μεταβολίτες που προκύπτουν στη χολή τους. Γενικά, πιο ευάλωτα είναι τα ψάρια στα πρώτα στάδια ανάπτυξής τους και με μικρές ποσότητες πετρελαίου μπορεί να υπάρξουν μεγάλες απώλειες στα αυγά και τις προνύμφες.

Τα ενήλικα άτομα συνήθως δεν εκτίθεται σε επίπεδα υψηλής συγκέντρωσης υδρογονανθράκων, εκτός αν πρόκειται για μεγάλη πετρελαιοκηλίδα κοντά στις ακτές ή σε ρηχά νερά, όπως οι εκβολές ποταμών στη θάλασσα, όπου το παλιρροιακό κύμα δεν επιτρέπει το σχηματισμό δέλτα και τελικώς δημιουργείται ένα παλιρροιακό επίπεδο.

Επίσης, παρατηρείται μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και ανάπλασης των ιστών. Η έκθεση σε υδρογονάνθρακες επηρεάζει την εκκόλαψη των αυγών των ψαριών, μειώνοντας την εκκολαπτική ικανότητα και οι προνύμφες που τελικώς μπορεί να εκκολαφτούν, παρουσιάζονται παραμορφωμένες, ανίκανες να κολυμπήσουν.

Από τα πιο ευάλωτα στάδια της ανάπτυξης των ψαριών είναι ο αρχικός σχηματισμός του εμβρύου και η μετάβαση της προνύμφης στη φάση που αναζητά τροφή στο περιβάλλον.

Οι προνύμφες αντιδρούν στους υδρογονάνθρακες αυξάνοντας αρχικώς την κίνησή τους και στη συνέχεια μειώνοντας την εξαιρετικά, παρουσιάζοντας νευρικές συσπάσεις, μετά πέφτουν σε νάρκωση και τελικώς οδηγούνται σε θάνατο.

6.2.4 Οι επιπτώσεις στα μαλάκια. [6.1, 6.2]

Τα μαλάκια περιλαμβάνουν είδη θαλασσινών, όπως στρείδια, μύδια, καβούρια (oysters, mussels, scallops, clams, abalone, and periwinkle) τα οποία είναι σημαντικά από εμπορικής άποψης, καθώς είναι ιδιαίτερα καταναλώσιμα από τον άνθρωπο. Φέρουν σκληρό εξωτερικό κέλυφος, το οποίο προστατεύει στο εσωτερικό του, το μαλακό σώμα και δύο είναι οι κύριες κατηγορίες: τα δίθυρα και τα γαστερόποδα. Τα δίθυρα φέρουν δύο όμοια κελύφη ενωμένα μεταξύ τους από τη μια πλευρά τους, επιτρέποντας το άνοιγμα και το κλείσιμο τους. Τα γαστερόποδα αποτελούνται από ένα κέλυφος, συνήθως κωνικό ή σε μορφή σπιράλ.

Τα δίθυρα τρέφονται, είτε φιλτράροντας πλαγκτόν, είτε άλλους οργανισμούς που βρίσκονται στο νερό ή στα ιζήματα του θαλάσσιου πυθμένα. Τα γαστερόποδα τρέφονται με μικροσκοπική άλγη (algae) που βρίσκουν σε επιφάνειες βράχων, κάποια είδη είναι αρπακτικά και επιτίθενται σε άλλα θαλάσσια ζώα. Λόγω του τρόπου διατροφής τους είναι ευαίσθητα στα διασκορπισμένα στο νερό σταγονίδια πετρελαίου, στην ύπαρξη πετρελαίου σε επιφανειακά ιζήματα και στις επιφάνειες βράχων.

Μεγαλύτερο κίνδυνο διατρέχουν τα είδη της παράκτιας ζώνης, τα οποία μπορούν άμεσα να μολυνθούν από το πετρέλαιο. Τα δίθυρα λόγω της φυσικής τους αντίδρασης να κλείνουν τα κελύφη τους όταν δεν βρίσκονται καλυμμένα από νερό, προφυλάσσονται ως ένα βαθμό. Τα γαστερόποδα μπορεί εύκολα να καλυφτούν με πετρέλαιο και εκτίθενται σε διαλυμένους υδρογονάνθρακες. Μαλάκια που ζουν στα παράκτιας και υπο-παράκτιας ιζήματα επηρεάζονται από την καθίζηση γαλακτωμάτων πετρελαίου-νερού. Τα δίθυρα βιοαποδομούν τα συστατικά του πετρελαίου, ενώ η ικανότητά τους να μεταβολίζουν τα συστατικά αυτά είναι περιορισμένη.

Έχουν βρεθεί δίθυρα που έχουν επιβιώσει σε ιζήματα με υψηλές συγκεντρώσεις υδρογονανθράκων. Ωστόσο, τα μύδια έχουν παρουσιάσει μεταβολές στο μεταβολισμό τους, αλλαγές στις διατροφικές τους συνήθειες όπως περιορισμό του φιλτραρίσματος, περιορισμό στην ανάπτυξη και αλλοιώσεις στο σχήμα του κελύφους τους κατά την έκθεσή τους στο πετρέλαιο. Τα στρείδια είναι ιδιαίτερος ευαίσθητα στη μόλυνση. Ευκίνητα είδη μπορεί να ναρκωθούν από τα ελαφρύτερα και πιο τοξικά κλάσματα πετρελαίου, με αποτέλεσμα να παρασυρθούν από τις επιφάνειες των βράχων σε βαθύτερα νερά και να αποτελέσουν εύκολη λεία για άλλα θαλάσσια είδη.

Τα δίθυρα που επηρεάστηκαν από την πετρελαϊκή ρύπανση, θα επανέλθουν σχετικά άμεσα, μόλις οι συνθήκες επανέλθουν σε φυσιολογικά επίπεδα. Οι πληθυσμοί τους όμως που υπέστησαν πολλές απώλειες, θα χρειαστούν αρκετά χρόνια για να αναπτυχθούν νέα άτομα και να επανέλθουν στο αρχικό τους μέγεθος. Τα γαστερόποδα, ως πιο ευκίνητα, μπορούν να εγκατασταθούν σε μια μολυσμένη περιοχή σε συντομότερο χρονικό διάστημα, οι επικρατούσες όμως συνθήκες σίγουρα θα επιβραδύνουν την ανάπτυξή τους.

6.2.5 Οι επιπτώσεις στην παράκτια βλάστηση. [6.3]

Το πετρέλαιο προσκολλάται στα παράκτια φυτά και δεν ξεπλένεται εύκολα με την παλίρροια. Όσο προχωρά ο αποχρωματισμός του τόσο περισσότερο κολλώδες γίνεται. Τα φύλλα κιτρινίζουν και τελικά νεκρώνονται μετά από μερικές μέρες. Όταν η ρύπανση είναι

μικρής έκτασης, τα φυτά ξαναβγάζουν νέα φύλλα μέσα σε τρεις εβδομάδες περίπου. Σε περίπτωση όμως σοβαρής ρύπανσης νεκρώνονται. Το πετρέλαιο διαπερνά το χώμα και επηρεάζει το ριζικό σύστημα των φυτών, τους μικροβιακούς πληθυσμούς και τη διαθεσιμότητα του οξυγόνου. Όταν επικαθήσει στους βλαστούς των φυτών επηρεάζει τη διάχυση του οξυγόνου προς το ριζικό σύστημα και εμποδίζεται έτσι η οξυγόνωση των ριζών και των μικροοργανισμών του εδάφους. Τα ετήσια φυτά νεκρώνονται από την επάλειψη με πετρέλαιο και η αποκατάσταση του οικοσυστήματος απαιτεί δύο με τρεις περιόδους. Τα πολυετή φυτά εμφανίζουν ποικίλες αντιδράσεις, από ανθεκτικότητα μέχρι νέκρωση, ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες και τις διαρρέουσες ποσότητες του πετρελαίου. Κάποια φυτά εμφανίζουν επίσης προβλήματα ανθοφορίας.

6.2.6 Οι επιπτώσεις στο πλαγκτόν. [6.3]

Το πλαγκτόν, το σύνολο δηλαδή των έμβιων οργανισμών που αναπτύσσονται στην επιφάνεια των θαλασσών και των λιμνών, και ιδιαίτερα το νευστόν που ζει στην επιφάνεια της θάλασσας, είναι ιδιαίτερα ευπαθές στις πετρελαιοκηλίδες. Οι έμβιοι αυτοί οργανισμοί συνήθως μετακινούνται παρασυρόμενοι από τα θαλάσσια ρεύματα. Κάποιοι από αυτούς τους οργανισμούς μπορούν να κινηθούν με δικές τους δυνάμεις, δεν είναι όμως τόσο ισχυρές ώστε να μπορούν να κινηθούν ενάντια στα θαλάσσια ρεύματα. Πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις υδρογονανθράκων, της τάξης των 50 ng/g, επιταχύνουν τη φωτοσύνθεση, επειδή δρουν ίσως ως θρεπτικά. Πάνω από τις συγκεντρώσεις αυτές όμως υπάρχει μια σταδιακή ελάττωση των ρυθμών της φωτοσύνθεσης. Σε συγκεντρώσεις της τάξης των 250 ng/g οι διατροφικές συνήθειες και λειτουργίες κάποιων οργανισμών μεταβάλλονται. Μια σειρά από άλλες επιπτώσεις σε πλαγκτονικούς μικροοργανισμούς μαρτυρούν ότι το πετρέλαιο δρα ως δηλητήριο για το πλαγκτόν, παρεμποδίζοντας την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό του και οδηγώντας στον πρόωρο θάνατο πολλών οργανισμών.

Το ζωοπλαγκτόν καταναλώνει μικρά σταγονίδια πετρελαίου και μ' αυτόν τον τρόπο οι υδρογονάνθρακες περνούν σε υψηλότερα τροφικά επίπεδα. Επιπλέον, μη αφομοιώσιμες ουσίες καταλήγουν στο βένθος με τα εκκρίματα των οργανισμών αυτών. Αν και δεν έχει προχωρήσει αρκετά η έρευνα σχετικά με το μεταβολισμό των υδρογονανθράκων από το ζωοπλαγκτόν, υπάρχουν ενδείξεις ότι είναι δυνατός ο μεταβολισμός πολλών υδρογονανθράκων από ορισμένους μικροοργανισμούς, αλλά οι μεταβολίτες που προκύπτουν παραμένουν στους οργανισμούς αυτούς και δεν αποβάλλονται στο περιβάλλον. Σε πολλές περιπτώσεις οι μεταβολίτες αυτοί και κάποια ενδιάμεσα προϊόντα είναι καρκινογόνα.

Στον Πίνακα 6.2 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ευαισθησία διαφόρων θαλάσσιων πληθυσμών.

Βαθμός ευαισθησίας	Είδη
Υψηλός	Θαλασσοπούλια, όπως auks (razorbills, guillemots, puffins) και άλλα καταδυτικά πουλιά και κοράλλια
Μεσαίος – Υψηλός	Αχινοί, θαλάσσια θηλαστικά, προνύμφες διαφόρων ειδών
Μεσαίος	Ζωοπλαγκτόν, κάποια δίθυρα μαλάκια και ορισμένοι τύποι σκουληκιών (polychaete worms)
Μεσαίος – Μικρός	Φυτοπλαγκτόν
Μικρός	Ενήλικα μέλη ψαριών

Πίνακας 6.2: Διαβάθμιση της ευαισθησίας διαφόρων θαλάσσιων πληθυσμών.

6.3 Οι επιπτώσεις στη δημόσια υγεία. [6.4]

Χιλιάδες άτομα που συμμετέχουν στις επιχειρήσεις καθαρισμού των μολυσμένων περιοχών/ακτών, εκτίθενται σε επικίνδυνες τοξικές ουσίες, όπως οι υδρογονάνθρακες, οι ρητίνες, οι ασφαλτίνες, οι οποίες εισάγονται στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της εισπνοής, του δέρματος και των βλεννογόνων αδένων, και σε μικρότερο βαθμό μέσω της πέψης. Πρόκειται για εθελοντές που είτε κατοικούν στην περιοχή, είτε για ευαισθητοποιημένους πολίτες που έρχονται από άλλες περιοχές με σκοπό να βοηθήσουν στον καθαρισμό των ακτών και τον περιορισμό της ρύπανσης. Επίσης, ομάδες ανθρώπων, όπως οι ψαράδες, οι οποίοι στηρίζονται αποκλειστικά στην αλιεία και λόγω της ρύπανσης δεν μπορούν να ψαρέψουν, εκτίθενται περισσότερο στον κίνδυνο, καθώς αποσκοπώντας στην γρήγορη αποκατάσταση του οικοσυστήματος, βοηθούν στον καθαρισμό που μπορεί να διαρκέσει μήνες, ακόμα και χρόνια σε κάποιες περιπτώσεις. Μετά την ολοκλήρωση της οργανωμένης από τις αρχές επιχείρησης καθαρισμού, οι ψαράδες αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών που έρχονται σε άμεση και καθημερινή επαφή με την μολυσμένη περιοχή. Αλλά και οι έμμισθοι εργάτες που μετέχουν στην επιχείρηση καθαρισμού ανήκουν στις ομάδες με τον μεγαλύτερο χρόνο και ίσως βαθμό έκθεσης.

Απαραίτητη είναι η χρήση κατάλληλου εξοπλισμού για την προστασία των εργατών, όπως γάντια και φόρμες. Σύμφωνα με σχετικές αναφορές, ακόμα και σε περιπτώσεις που είχαν παρθεί όλα τα κατάλληλα μέτρα προφύλαξης για την αποφυγή άμεσης επαφής με το πετρέλαιο, άνθρωποι που μετείχαν στις επιχειρήσεις καθαρισμού και αποκατάστασης ανέφεραν ότι κατά τα διαλείμματά τους είτε έφαγαν, είτε κάπνισαν και αναπόφευκτα υπήρξε άμεση επαφή. Σύμφωνα με έρευνες που έγιναν σε ζώα, οι υδρογονάνθρακες του πετρελαίου μολύνουν κυρίως τους πνεύμονες και όργανα με μεγάλο ποσοστό λίπους. Από το μεταβολισμό των υδρογονανθράκων μπορεί να προκύψουν μεταβολίτες, οι οποίοι όμως αποβάλλονται με τα ούρα και δεν παραμένουν στον ανθρώπινο οργανισμό. Η διαρκής έκθεση σε πτητικά συστατικά του πετρελαίου επιφέρει νευρολογικά συμπτώματα, όπως πονοκεφάλους, ναυτία, ζάλη και υπνηλία, δυσκολίες στην αναπνοή, έμετο και κοιλιακούς πόνους. Κάποια από τα πτητικά συστατικά του πετρελαίου θεωρούνται καρκινογόνα και συνδέονται κυρίως με τον καρκίνο του δέρματος.

Τα ποσοστά κινδύνου αυξάνουν με το χρόνο έκθεσης, τη συμμετοχή σε διαφορετικά στάδια του καθαρισμού, την επαφή με γυμνά χέρια και το ποσοστό των αναθυμιάσεων. Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες επηρεάζουν το δέρμα και τους βλενογόνους αδένες και είναι ιδιαίτερος τοξικοί για το ενδοκρινικό σύστημα. Επίσης, τα βαρέα μέταλλα επιδρούν σημαντικά στο ενδοκρινικό σύστημα και μπορούν να προκαλέσουν καρκινογένεση. Άνθρωποι που συμμετείχαν στην επιχείρηση καθαρισμού μετά το ατύχημα του Exxon Valdez, όπου 38.500 τόνοι αργού πετρελαίου χύθηκαν στη θάλασσα προκαλώντας ανυπολόγιστη οικολογική καταστροφή, εμφάνισαν αναπνευστικά προβλήματα, δερματοπάθειες, μικροτραυματισμούς, όπως εκδορές, μώλωπες και εξαρθρώσεις, ενώ πολλοί ακόμα και ένα χρόνο μετά παρουσίαζαν νευρολογικής φύσεως προβλήματα.

Άμεσες επιπτώσεις, που παρουσιάζονται τις πρώτες μέρες μετά την διαρροή του πετρελαίου, είναι πονοκέφαλοι, ερεθισμοί στα μάτια, δυσκολία στην αναπνοή, ενοχλήσεις στη ρινική και λαρυγγική κοιλότητα, δερματίτιδες, πόνοι στην πλάτη. Η άμεση επαφή με το πετρέλαιο, χωρίς τη χρήση γαντιών, τις πρώτες μέρες επιφέρει περισσότερο αναπνευστικά και δερματικά προβλήματα.

Μελέτη που έγινε από τους Suarez et al, για τις επιπτώσεις της πετρελαιοκηλίδας του Prestige στην υγεία των ανθρώπων, έδειξε ότι το πιο κοινό σύμπτωμα μεταξύ των έμμισθων εργατών ήταν πονοκέφαλος, μεταξύ των καθαριστών πουλιών εμφάνιση εκδορών, αν και σε μεγάλο βαθμό οφείλονταν στα φθαρμένα γάντια που χρησιμοποιούσαν και μεταξύ των εθελοντών ναυτία και έμετος.

Έμμεσος κίνδυνος για την υγεία του ανθρώπου αποτελεί η κατανάλωση μολυσμένων θαλασσινών ειδών, όπως στρείδια, μύδια κλπ.

6.4 Κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις. [6.5, 6.6]

Μία πετρελαιοκηλίδα, πέρα των επιπτώσεων που προκαλεί στο οικοσύστημα και στην υγεία των ανθρώπων, έχει συγχρόνως κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις για την περιοχή στην οποία εμφανίζεται.

6.4.1 Κοινωνικές επιπτώσεις.

Οι κοινωνικές επιπτώσεις αφορούν την μη ελεύθερη χρήση των ακτών από τους κατοίκους της περιοχής, οι οποίοι μέχρι την εκδήλωση της πετρελαιοκηλίδας είχαν συνδέσει την ψυχαγωγία τους με τη χρήση των ακτών, είτε αυτή περιλάμβανε κολύμπι και διάφορες αθλητικές δραστηριότητες, είτε περιπάτους, είτε ψάρεμα. Η πλήρη αποκατάσταση της παράκτιας ζώνης για τη χρήση της και πάλι από τους κατοίκους μπορεί να διαρκέσει ακόμα και χρόνια. Η οπτική όχληση μέχρι τον καθαρισμό των ακτών, αποτρέπει πολλούς από το να τις επισκεφτούν, ακόμα και μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την ολοκλήρωση του καθαρισμού τους.

6.4.2 Οικονομικές επιπτώσεις.

Οι πετρελαιοκηλίδες επηρεάζουν περιοχές στις οποίες μεγάλο μέρος του πληθυσμού μπορεί οικονομικά να στηρίζεται στην αλιεία, την ιχθυοκαλλιέργεια ή τον τουρισμό. Μεσοπρόθεσμα, η μείωση των εισοδημάτων των ψαράδων οφείλεται από την έλλειψη ψαριών, καθώς τα περισσότερα έχουν οδηγηθεί σε θάνατο. Μακροπρόθεσμα, τα εισοδήματα των ψαράδων θα ανακάμψουν ανάλογα με τον αριθμό των αυγών και των προνυμφών των ψαριών που χάθηκαν την περίοδο εκδήλωσης της πετρελαιοκηλίδας και την μετέπειτα εξέλιξη των διαφόρων ειδών και ανάλογα με το βαθμό ευαισθησίας και προσαρμοστικότητας τους, στο νέο περιβάλλον που προσπαθεί να αποκατασταθεί. Συγχρόνως, από πλευράς του καταναλωτή υπάρχει έλλειψη εμπιστοσύνης, καθώς αποφεύγει να αγοράζει και να καταναλώνει προϊόντα από περιοχές που έχουν μολυνθεί. Επομένως, η προσφορά είναι συγκριτικά μειωμένη αλλά και η ζήτηση μικρή. Βέβαια, μεριμνάτε η χορήγηση κάποιας αποζημίωσης και επιδότησης στους ψαράδες για την περίοδο που η αλιεία απαγορεύεται. Λόγω όμως της δυσπιστίας του καταναλωτή, ακόμα

και όταν η περίοδος απαγόρευσης τελειώσει, η ζήτηση εξακολουθεί να είναι εξαιρετικά μικρή. Ανάλογες είναι οι συνέπειες για την ιχθυοκαλλιέργεια.

Ο τουρισμός σε χώρες που έχουν πρόσβαση στη θάλασσα στηρίζεται κυρίως στη χρήση των ακτών τους. Στις χώρες αυτές, το ποσοστό του τουρισμού είναι μεγαλύτερο τους καλοκαιρινούς μήνες και οι περισσότερες τουριστικές υποδομές βρίσκονται στην παράκτια ζώνη. Από τη στιγμή που η χρήση της παράκτιας ζώνης είναι απαγορευτική, οι τουρίστες, είτε εγχώριοι, είτε από το εξωτερικό, θα στραφούν σε άλλους προορισμούς, όπου η χρήση της ακτής είναι ελεύθερη και δεν εγκυμονεί κινδύνους για την υγεία τους. Η έλλειψη εμπιστοσύνης του καταναλωτή υπάρχει και σε αυτό τον τομέα, καθώς παρουσιάζεται δύσπιστος για το βαθμό αποκατάστασης μιας περιοχής που είχε μολυνθεί ακόμα και χρόνια πριν. Αποφεύγει να κολυπήσει στη θάλασσα που παλαιότερα είχε εκτεταμένα μολυνθεί και καταφεύγει σε άλλες περιοχές. Στην περίπτωση της διαρροής 77.000 τόνων πετρελαίου από το Prestige το Νοέμβριο του 2002, η οποία προκάλεσε τη ρύπανση πολλών χιλιομέτρων ακτών της Γαλικίας στην Ισπανία, μία σαφώς τουριστική περιοχή, μετέπειτα έρευνες έδειξαν απώλειες στον τουρισμό την επόμενη χρονιά (2003) της τάξεως των 134 εκ. €.

Οι οικονομικές επιπτώσεις αφορούν και τα ποσά που διατίθενται για τις εργασίες καθαρισμού και αποκατάστασης του οικοσυστήματος. Η ασφάλεια του πλοιοκτήτη καλύπτει μέχρι ένα όριο το κόστος των εργασιών καθαρισμού και αποκατάστασης. Αν το ποσό αυτό της ασφάλειας δεν καλύψει το συνολικό κόστος και η χώρα, στην οποία συμβαίνει η ρύπανση, είναι μέλος του Διεθνούς Ταμείου Αποζημίωσης (International Oil Pollution Compensation Funds -IOPC) ζημιών από πετρελαϊκή ρύπανση που προκαλείται από διαρροές πετρελαίου από δεξαμενόπλοια, θα δοθεί από το Ταμείο σχετική αποζημίωση. Η αποζημίωση αυτή δεν καλύπτει πάντα το συνολικό κόστος καθαρισμού και αποκατάστασης, καθώς έχουν οριστεί κάποια όρια βάσει του μεικτού βάρους του πλοίου και με την παραδοχή ότι το οικοσύστημα μπορεί να επανέλθει στην αρχική, πριν την εκδήλωση της πετρελαιοκηλίδας, κατάσταση. Στις περιπτώσεις λοιπόν που το ποσό δεν καλύπτεται πλήρως από την ασφάλεια του πλοιοκτήτη και την αποζημίωση του Διεθνούς Ταμείου Αποζημίωσης, το κράτος που υφίσταται την οικολογική καταστροφή, καλείται να διαθέσει δικούς του πόρους για την κάλυψη του ποσού που υπολείπεται. Στην περίπτωση του Prestige, σύμφωνα με εκτιμήσεις, το συνολικό κόστος καθαρισμού και αποκατάστασης ανερχόταν στα 559 εκ. €. Απαιτήθηκαν 184 εκ. € για τον καθαρισμό στη θάλασσα, 315 εκ. € για τον καθαρισμό των ακτών και 60 εκ. € για την απομάκρυνση του πετρελαίου από το κουφάρι του πλοίου. Η ασφάλεια του πλοιοκτήτη πλήρωσε ένα μικρό ποσό, ενώ η αποζημίωση από το Διεθνές Ταμείο Αποζημίωσης (IOPC) κάλυψε το 15%

του συνολικού ποσού. Πληροφορίες σχετικά με τις αποζημιώσεις μπορεί κανείς να βρει στο δικτυακό τόπο του Διεθνούς Ταμείου Αποζημίωσης (IOPC) (<http://www.iopcfund.org/SDR.htm>). Στον Πίνακα 6.3 παρουσιάζονται στις περιπτώσεις τεσσάρων σοβαρών ατυχημάτων τα συνολικά εκτιμώμενα κόστη καθαρισμού και αποκατάστασης και το αντίστοιχο συνολικό ύψος αποζημίωσης.

Συμβάν	Τύπος πετρελαίου	Ποσότητα ('000 τόνοι)	Έκταση	Κόστος (\$M, €M)	Κόστος/τόνο (\$, €)	Ποσοστό αποζημίωσης
Amico (1978)	Αργό	223	350	134\$M	650 \$	50%
Exxon (1989)	Αργό	35	700	3100\$M	70.454 \$	100%
Erika (1999)	Καύσιμο πετρελαίο (fuel)	20	400	124 €M	6200 €	-
Prestige (2002)	Καύσιμο Πετρέλαιο (fuel)	77	1900	559 €M	10.666 €	15%

Πίνακας 6.3: Εκτιμώμενα συνολικά κόστη καθαρισμού και αποκατάστασης των περιοχών που μολύνθηκαν από διαρροή πετρελαίου από τα Amico Cadiz, Exxon Valdez, Erika και Prestige και το αντίστοιχο ύψος αποζημιώσεων τους. Τα ποσά που αναφέρονται είναι προσεγγιστικά και δεν αποτελούν καθαρές παρούσες αξίες, αλλά τρέχουσες τιμές της χρονιάς που συνέβησαν τα ατυχήματα.

Τα κόστη καθαρισμού και αποκατάστασης ενδεικτικά περιλαμβάνουν κόστη για την αμοιβή των εργατών, κόστη αγοράς και ενοικίασης εξοπλισμού και υλικών, έξοδα χρήσης μεταφορικών μέσων, είτε πλωτών, είτε χερσαίων, είτε εναέριων μέσων, έξοδα προσωρινής αποθήκευσης περισυλλεγμένου πετρελαίου και τελικής νόμιμης διάθεσης των ακρήστων και φθαρμένων υλικών και απορριμμάτων, έξοδα παρακολούθησης και καταγραφής των επιπτώσεων της ρύπανσης στους αλιευτικούς πόρους της ευρύτερης περιοχής από τις αρμόδιες υπηρεσίες της κεντρικής διοίκησης και αυτοδιοίκησης, δαπάνες επιστημονικής παρακολούθησης των μέσο-μακροπρόθεσμων επιπτώσεων της ρύπανσης μέσω ερευνών πεδίου μετά την ολοκλήρωση των εργασιών απορρύπανσης.

Το Διεθνές Ταμείο Αποζημίωσης (IOPC) καταβάλλει αποζημιώσεις για ποσοτικοποιήσιμες οικονομικές απώλειες και δεν αναγνωρίζει μη οικονομικής φύσης αιτήματα αποκατάστασης του περιβάλλοντος. Στην έννοια της οικονομικής απώλειας περιλαμβάνονται η αδυναμία άσκησης αλιευτικής δραστηριότητας ή συναφείς περιορισμοί

συνεπεία της ρύπανσης, η διακοπή λειτουργίας παράκτιων βιομηχανικών και μεταποιητικών εγκαταστάσεων, τα διαφυγόντα έσοδα των επιχειρήσεων αναψυχής, τουρισμού, εστίασης κ.λ.π. των παράκτιων περιοχών που εθίγησαν και στοιχειοθετούνται με τα ανάλογα παραστατικά.

Βιβλιογραφία

- [6.1] A.J. O'Sullivan & T.G. Jacques, Effects of Oil in the Marine Environment: Impact of Hydrocarbons on Fauna and Flora, IMPACT REFERENCE SYSTEM, Community Information System for the Control and Reduction of Pollution, European Commission, Directorate General Environment, Civil Protection and Environmental Accidents, 2001
- [6.2] Δικτυακός τόπος: <http://www.amsa.gov.au>
- [6.3] Δικτυακός τόπος: www.greenpeace.org/greece
- [6.4] Gema Rodríguez-Trigo, Jan Paul Zock, Isabel Isidro Montes, Health Effects of Exposure to Oil Spills, Archivos de Bronconeumología, Volume 43, Issue 11, 2007, Pages 628-635
- [6.5] M. Dolores Garza-Gil, Albino Prada-Blanco, M. Xosé Vázquez-Rodríguez, Estimating the short-term economic damages from the Prestige oil spill in the Galician fisheries and tourism, Ecological Economics, Volume 58, Issue 4, 1 July 2006, Pages 842-849
- [6.6] Π.Δ. 11/2002 (ΦΕΚ Α' 6/21.1.2002): Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες
- [6.7] Μιχ. Δημ. Δερμιτζάκη, Γεωργ. Ε. Θεοδώρου, Γλωσσάριο γεωλογικών εννοιών, 1994

7. Διεθνής και εθνική νομοθεσία

Το ατύχημα του δεξαμενόπλοιου Torrey Canyon (1976) με την προσάραξή του στις ακτές της Κορνουάλης και τη διαρροή 121.000 τόνων αργού πετρελαίου στη θάλασσα, αποτέλεσε την αφορμή για την ευαισθητοποίηση, κυρίως της Ευρώπης, απέναντι σε έναν κίνδυνο που μέχρι τότε αγνοούσε, αυτόν της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος με πετρέλαιο. Έδωσε επίσης το έναυσμα για τη διοργάνωση πολλών Διεθνών Συνσκέψεων με θέμα τις πολιτικές και τη λήψη μέτρων για την πρόληψη και καταπολέμηση της θαλάσσιας ρύπανσης από πετρελαιοκηλίδες.

Η **διεθνής νομοθεσία** μέχρι στιγμής περιλαμβάνει τα ακόλουθα [7.1,7.2]:

1. Διεθνής Συνθήκη Λονδίνου 1972: Για την πρόληψη της ρύπανσης της θάλασσας από τα πλοία.
2. Διεθνής Συνθήκη Βαρκελώνης 1976: Για την προστασία της Μεσογείου Θαλάσσης από την ρύπανση.
3. Διμερής Συμφωνία Ελλάδος-Ιταλίας 1978: Περί προστασίας του Ιονίου Πελάγους.
4. Διεθνής Συνθήκη MARPOL 73/78: Για την πρόληψη της ρύπανσης από τα πλοία.
5. Διεθνής Συνθήκη CLC 1992: Για την αστική ευθύνη του πλοιοκτήτη, συνέπεια ζημιών ρύπανσης από πετρέλαιο.
6. Διεθνής Συνθήκη Κεφαλαίου 1992: Για την ίδρυση διεθνούς κεφαλαίου για την αποζημίωση ζημιών ρύπανσης από πετρέλαιο.
7. Διεθνής Συνθήκη OPRC 1990: Για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση της ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο.
8. Κανονισμοί & Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EU) που αναφέρονται στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Και η **εθνική νομοθεσία** περιλαμβάνει τα ακόλουθα [7.1,7.2]:

1. Ν.Δ. 187/73 (ΦΕΚ Α' 261/1/3.10.1973): Κώδικας Δημοσίου Ναυτικού Δικαίου.

2. Ν. 855/78 (ΦΕΚ Α' 235/23.12.1978): Περί κυρώσεως της υπογραφείς εις Βαρκελώνη το 1976 Διεθνούς Συμβάσεως 'περί προστασίας της Μεσογείου Θαλάσσης εκ της ρυπάνσεως' μετά του συνημμένου σε αυτή Παραρτήματος, ως και των Πρωτοκόλλων αυτής 'περί πρόληψης της Μεσογείου Θάλασσης εκ της απορρίψεως ουσιών εκ των πλοίων και αεροσκαφών' και 'περί συνεργασίας δια την καταπολέμηση ρυπάνσεως της Μεσογείου Θάλασσης εκ πετρελαίου και άλλων επιβλαβών ουσιών' μετά των συνημμένων σε αυτά Παραρτημάτων.

Με ανακοίνωση του ΥΠ. Εξωτερικών της 6-15 Φεβρουαρίου 1979 (Α' 28) η ανωτέρω Διεθνής Σύμβαση τέθηκε σε ισχύ την 2 Φεβρουαρίου 1979.

Βλ. σχετικά και Ν. 1634/86 Κύρωση των πρωτοκόλλων 1980 'Για την προστασία της Μεσογείου Θαλάσσης από τη ρύπανση από χερσαίες πηγές' και 1982 'Περί των ειδικά προστατευμένων περιοχών της Μεσογείου' (Α' 104).

Βλ. τροποποιήσεις του παρόντος στον Ν. 3022/2002 'Κύρωση των τροποποιήσεων της Σύμβασης της Βαρκελώνης του 1976 'για την προστασία της Μεσογείου Θάλασσας από τη ρύπανση' και των τροποποιήσεων του Πρωτοκόλλου του 1980 'για την προστασία της Μεσογείου Θάλασσας από τη ρύπανση από χερσαίες πηγές'.

Βλ. τροποποιήσεις του παρόντος στον Ν.3497/2006 Κύρωση του Πρωτοκόλλου περί συνεργασίας για την πρόληψη της ρύπανσης από πλοία και σε περιπτώσεις επείγουσας ανάγκης, στην καταπολέμηση της ρύπανσης της Μεσογείου Θάλασσας, ΦΕΚ Α 219/13.10.2006, με το άρθρο πέμπτο του οποίου ορίζεται ότι: 'Από τη θέση σε ισχύ του παρόντος Πρωτοκόλλου, παύει να ισχύει το Πρωτόκολλο 'περί συνεργασίας για την καταπολέμηση ρύπανσης της Μεσογείου Θαλάσσης εκ πετρελαίου και άλλων επιβλαβών ουσιών' του έτους 1976, που κυρώθηκε με το Ν. 855/1978 (ΦΕΚ 235Α).

2. Π.Δ. 55/98 (ΦΕΚ Α' 58/20.3.1998): Για την προστασία του θαλασσίου περιβάλλοντος (Ν.743/77)

3. Ν. 1650/86 (ΦΕΚ Α' 160/15/16.10.1986): Για την προστασία του περιβάλλοντος.

4. Ν. 1634/86 (ΦΕΚ Α' 104/18.7.1986): Κύρωση των πρωτοκόλλων 1980 'Για την προστασία της Μεσογείου Θαλάσσης από τη ρύπανση από χερσαίες πηγές' και 1982 'Περί των ειδικά προστατευμένων περιοχών της Μεσογείου'.

Βλ. και Ν.3022/2002

5. Ν. 1923/91 (ΦΕΚ Α΄ 13/5/14.2.1991): Κύρωση της Δ.Σ. 'για τον περιορισμό της ευθύνης για ναυτικές απαιτήσεις', που υπογράφηκε στο Λονδίνο στις 19 Νοεμβρίου 1976 (Convention of Limitation of Liability for Maritime Claims, 1976: LLMC 1976).

6. Ν. 2252/94: Κύρωση Διεθνούς Σύμβασης για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση της ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο, 1990, και άλλες διατάξεις. Η Σύμβαση που κυρώθηκε με τον παρόντα νόμο τέθηκε σε ισχύ την 7^η Ιουνίου 1995 σύμφωνα με ανακοίνωση Φ.0546/8/ΑΣ222/Μ.4431/23.3.1995 (Α61).
Βλ. και Ν.3100/2003.

7. Π.Δ. 197/95 (ΦΕΚ Α΄ 106/1995): Κύρωση του πρωτοκόλλου του έτους 1992 για την τροποποίηση της Διεθνούς Σύμβασης του 1969 'περί Αστικής Ευθύνης συνεπεία ζημιών εκ ρυπάνσεως υπό πετρελαίου, 1969 και ρυθμίσεως συναφών θεμάτων'.

8. Π.Δ. 270/95 (ΦΕΚ Α΄ 151/1995): Αποδοχή των πρωτοκόλλων των ετών 1976 και 1992 για την τροποποίηση της Διεθνούς Σύμβασης του 1971 αναφορικά με την ίδρυση του Διεθνούς Κεφαλαίου Αποζημίωσης Ζημιών Ρύπανσης από πετρέλαιο.

Τα Πρωτόκολλα τα κυρωθέντα με το παρόντα Π.Δ. έθεσαν σε ισχύ το μεν Πρωτόκολλο του έτους 1976 την 7^η Ιανουαρίου 1996 και το δε Πρωτόκολλο του έτους 1992 την 9^η Οκτωβρίου 1996 σύμφωνα με την Ανακοίνωση Φ.0546/4526/1995 (ΦΕΚ Α΄ 248).

Σύμφωνα με την Φ.0546/16/ΑΣ460/Μ.3582-2251/1997 Ανακοίνωση του Υπουργείου Εξωτερικών (ΦΕΚ Α΄ 146) η χώρα μας προέβη στην καταγγελία 1. Της Διεθνούς Σύμβασης περί αστικής ευθύνης των πλοιοκτητών σε περίπτωση ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο (Βρυξέλλες, 29.11.1969) η οποία κυρώθηκε με τον Ν.314/1976 (ΦΕΚ Α΄ 106) και 2. Της Διεθνούς Σύμβασης για την ίδρυση διεθνούς κεφαλαίου για την αποζημίωση ζημιών ρύπανσης από πετρελαιοειδή (Βρυξέλλες, 18.11.1971) η οποία κυρώθηκε με το Ν.1638/1986 (ΦΕΚ Α΄ 108). Η καταγγελία των ανωτέρω Συμβάσεων θα αρχίσει να ισχύει για τη χώρα μας, σύμφωνα με τη διάταξη του άρθρου 31 του Πρωτοκόλλου το οποίο κυρώθηκε με το παρόν Π.Δ. την 15^η Μαΐου 1998.

9. Ν. 2391/96 (ΦΕΚ Α΄ 55/21.3.1996): Κύρωση της Διεθνούς Συμβάσεως για την επιθαλάσσια αρωγή, 1989.

Η κυρωθείσα με τον παρόντα νόμο Σύμβαση τέθηκε σε ισχύ την 3^η Ιουνίου 1997, σύμφωνα με την Ανακοίνωση της 19^{ης} Ιουνίου 1996 (Α 145).

10. Π.Δ. 11/2002 (ΦΕΚ Α' 6/21.1.2002): Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες.

11. Υ.Α. 241 1/07/03/ΦΕΚ Β' 850/27-06-2003: Οδηγίες / διαδικασίες για την αντιμετώπιση περιστατικών πλοίων που βρίσκονται σε κατάσταση ανάγκης ή κινδύνου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 20 της Οδηγίας 2002/59 - ορισμός περιοχών καταφυγής.

12. Ν.3497/2006 (ΦΕΚ Α' 219/13.10.2006): Κύρωση του Πρωτοκόλλου περί συνεργασίας για την πρόληψη της ρύπανσης από πλοία και σε περιπτώσεις επείγουσας ανάγκης, στην καταπολέμηση της ρύπανσης της Μεσογείου Θάλασσας.

Σύμφωνα με την Ανακοίνωση Υπ. Εξωτ. Φ.0546/Μ.5676/ΑΣ.26/2007 (ΦΕΚ Α' 17/29.1.2007) η παρούσα τέθηκε σε ισχύ την 27^η Δεκεμβρίου 2006.

13. Νομαρχιακές Αποφάσεις.

14. Κανονισμοί Λιμένων.

Η Συνθήκη Marpol 73/78 [7.3]

Η καταστροφή που προκάλεσε το δεξαμενόπλοιο Exxon Valdez (1989) στην περιοχή της Αλάσκα μετά την πρόσκρουσή του σε ύφαλο και τη διαρροή 38.500 τόνων αργού πετρελαίου στη θάλασσα, οδήγησε στις 6 Μαρτίου 1992 στην υιοθέτηση του παραρτήματος 'double hull' της Συνθήκης Marpol (MARPOL convention, rule 13F) σχετικά με την κατασκευή διπλού τοιχώματος στις δεξαμενές των πλοίων που κατασκευάζονται μετά τις 6 Ιουλίου 1993.

Η Συνθήκη MARPOL 73/78 για την πρόληψη της ρύπανσης από τα πλοία και την προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί προϊόν του Διεθνούς Οργανισμού Ναυτιλίας IMO (International Maritime Organization). Ο IMO ιδρύθηκε το 1948, αν και η πρώτη του συνεδρία έγινε το 1959, με σκοπό την ανάπτυξη και υιοθέτηση ενός συνόλου κανονισμών σχετικά με διάφορους τομείς της ναυτιλίας, όπως θέματα ασφαλείας, περιβαλλοντικά, νομικά, τεχνικά κτλ. Οι διάφορες Επιτροπές του, που συγκαλούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα, εστιάζουν στην επικαιροποίηση των ήδη υπαρχόντων κανονισμών και την ανάπτυξη νέων.

Η Συνθήκη MARPOL είναι η κύρια διεθνής συνθήκη για την πρόληψη της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος από τα πλοία. Αποτελεί το συνδυασμό δύο διεθνών συνθηκών που υιοθετήθηκαν αντίστοιχα το 1973 και το 1978. Η συνθήκη που υιοθετήθηκε στις 2 Νοεμβρίου 1973 αφορούσε τη ρύπανση από πετρέλαιο, επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες, συσκευασμένες επικίνδυνες ουσίες, βοθρολύματα και απορρίμματα. Το 1978, έπειτα από σειρά ατυχημάτων με δεξαμενόπλοια που προκάλεσαν εκτεταμένη πετρελαϊκή ρύπανση, σε Συνέδριο για την Ασφάλεια των δεξαμενόπλοιων και την Πρόληψη της πετρελαϊκής ρύπανσης, υπεγράφη το Πρωτόκολλο Marpol (1978 Marpol Protocol). Καθώς η Συνθήκη Marpol 1973 δεν είχε τεθεί σε ισχύ (δεν την είχαν υπογράψει όσοι έπρεπε – imo – 1973 convention), οι διατάξεις της ενσωματώθηκαν στο Πρωτόκολλο Marpol και τελικώς προέκυψε η αποκαλούμενη Συνθήκη Marpol 73/78 για την πρόληψη της ρύπανσης από τα πλοία, η οποία τέθηκε σε ισχύ στις 2 Οκτωβρίου 1983. Έκτοτε έχουν υπάρξει τροποποιήσεις, καθώς οι συνθήκες αλλάζουν, νέα προβλήματα παρουσιάζονται και η Συνθήκη οφείλει να προσαρμόζεται κατάλληλα.

Η Συνθήκη περιλαμβάνει κανονισμούς για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης από τα πλοία, είτε πρόκειται για επιχειρησιακή, είτε για ατυχηματική ρύπανση και αποτελείται από έξι (6) Παραρτήματα (Annexes). Υποχρεωτικά είναι τα δύο πρώτα (Annexes I and II) τα οποία τέθηκαν σε ισχύ στις 2 Οκτωβρίου 1983, ημερομηνία έναρξης ισχύος της Συνθήκης. Τα υπόλοιπα παραρτήματα τέθηκαν στη συνέχεια σε ισχύ και προς το παρόν είναι προαιρετικά.

Το Παράρτημα I (Annex I) είναι αυτό που σχετίζεται με την πετρελαϊκή ρύπανση και όπως προαναφέρθηκε τέθηκε σε ισχύ στις 2 Οκτωβρίου 1983 και η υιοθέτησή του είναι υποχρεωτική. Αναφέρεται σε κατασκευαστικές προδιαγραφές και ειδικό εξοπλισμό που θα πρέπει να φέρουν τα πλοία για την αποφυγή πρόκλησης ρύπανσης, είτε λόγω των εργασιών που γίνονται κατά το ταξίδι του (επιχειρησιακή ρύπανση), είτε σε περίπτωση ατυχήματος (ατυχηματική ρύπανση).

Η Συνθήκη Marpol στη σημερινή της μορφή ενσωματώνει όλες τις τροποποιήσεις που έχουν γίνει από το 1983, όπου τέθηκε αρχικά σε ισχύ. Περιλαμβάνει τον κανονισμό 13G (κανονισμός 20 στο τροποποιημένο κείμενο) και τον κανονισμό 13H (κανονισμός 21 στο τροποποιημένο κείμενο) σχετικά με την σταδιακή εμφάνιση των δεξαμενόπλοιων με διπλό τοίχωμα, καθώς με τροποποίησή της το 1992 (έναρξη ισχύος 6 Ιουλίου 1993) επέβαλε στα νέα δεξαμενόπλοια να φέρουν διπλά τοιχώματα και στα υπάρχοντα να προσαρμοστούν αναλόγως φέροντας και αυτά διπλά τοιχώματα. Αναφέρει μέτρα για την κατασκευή και τον εξοπλισμό που πρέπει να φέρει ένα πλοίο και διευκρινίζει ποιες είναι

οι απαιτήσεις για τα νέα πλοία και ποιες για τα ήδη υπάρχοντα, για την πρόληψη και τον περιορισμό της ρύπανσης σε περίπτωση προσάραξης ή σύγκρουσης.

Στη Συνθήκη αυτή θεσπίστηκε ο όρος 'ειδικές περιοχές' (special areas). Ο όρος αυτός χαρακτηρίζει περιοχές οι οποίες θεωρούνται ιδιαίτερες ευαίσθητες στο πετρέλαιο και στις οποίες απαγορεύεται οποιαδήποτε απόρριψη πετρελαίου, με λίγες μόνο εξαιρέσεις. Αρχικά ειδικές περιοχές ήταν: η Μεσόγειος θάλασσα, η Μαύρη θάλασσα, η Βαλτική θάλασσα, η Ερυθρά θάλασσα και ο Περσικός Κόλπος. Στη συνέχεια προστέθηκαν ο Κόλπος του Άντεν (Aden Bay) (τροποποίηση 1987 – ισχύς 1 Απριλίου 1989), η Ανταρκτική (τροποποίηση 1990 – ισχύς 4 Απριλίου 1993), οι ΒΔ θάλασσες της Ευρώπης (τροποποίηση 1997), η Βόρειος Θάλασσα και οι ακτές της, η θάλασσα της Ισλανδίας και οι ακτές της, η Κελτική θάλασσα (Celtic Sea), το Κανάλι της Αγγλίας (English Channel) που ενώνει τον Ατλαντικό με τη Βόρεια θάλασσα, μαζί με τις ακτές του και μέρος του ΒΑ Ατλαντικού δυτικά της Ιρλανδίας, τα νερά νοτίως της Ν. Αφρικής (τροπ. 2006 – ισχύς 1 Μαρτίου 2008) και η περιοχή της θάλασσας του Ομάν στις αραβικές θάλασσες (τροπ. 2004 – ισχύς 1 Ιανουαρίου 2007). Οι περιοχές αυτές ξεχωρίζουν και χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής, καθώς μέσω αυτών γίνεται η κύρια διακίνηση των ποσοτήτων πετρελαίου σε παγκόσμιο επίπεδο και πολλές από αυτές αποτελούν κλειστές θάλασσες, όπως η Μεσόγειος, με περιορισμένη την ανανέωση των νερών. Η επιχειρησιακή ρύπανση σε αυτές είναι σε μεγαλύτερο βαθμό και η ατυχηματική ρύπανση είναι αρκετά πιθανή να συμβεί. Σημειώνεται ότι οι ποσότητες που μεταφέρονται είναι εξαιρετικά μεγάλες.

Με τροποποίηση του 1991 (ημ/νία ισχύος 4 April 1993) τα πλοία πρέπει να διαθέτουν Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση πετρελαϊκής ρύπανσης (oil pollution emergency plan - κεφάλαιο IV – Annex I).

Η τροποποίηση του Μαρτίου 1992, με αφορμή το ατύχημα του Exxon Valdez και με ημερομηνία έναρξης ισχύος την 6 Ιουλίου 1993, όπως προαναφέρθηκε επέβαλε στα νέα δεξαμενόπλοια να φέρουν διπλά τοιχώματα και στα υπάρχοντα να προσαρμοστούν αναλόγως φέροντας και αυτά διπλά τοιχώματα στα ύφαλα τους. Ως νέα δεξαμενόπλοια χαρακτηρίζονται αυτά που είχαν παραγγελθεί μετά τις 6 Ιουλίου 1993, αυτά που οι καρίνες τους τοποθετήθηκαν μετά τις 6 Ιανουαρίου 1994 ή που παράδοσή τους έγινε μετά τις 6 Ιουλίου 1996. Στα παλαιότερα πλοία, με ημερομηνία κατασκευής πριν τις 6 Ιουλίου 1993, δόθηκε μία περίοδος προσαρμογής.

Τα νέα δεξαμενόπλοια καλύπτονταν από τον Κανονισμό 13F του Annex I, ενώ ο Κανονισμός 13G αναφερόταν αρχικά στα υπάρχοντα δεξαμενόπλοια μεταφοράς αργού πετρελαίου με καθαρό βάρος 20.000 τόνων και στα εμπορικά πλοία καθαρού βάρους

μεγαλύτερου των 30.000 τόνων. Ο Κανονισμός 13G τέθηκε σε εφαρμογή στις 6 Ιουλίου 1995 και με τροποποίηση το 1999 επεκτείνεται και σε πλοία που δεν μεταφέρουν μόνο αργό πετρέλαιο.

Σύμφωνα με τον **Κανονισμό 13F** όλα τα νέα δεξαμενόπλοια με καθαρό βάρος μεγαλύτερο των 5.000 τόνων πρέπει να διαθέτουν διπλά τοιχώματα με 2m απόσταση μεταξύ τους. Στα δεξαμενόπλοια με μικρότερο καθαρό βάρος των 5.000 τόνων η αντίστοιχη απόσταση πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,76m.

Εναλλακτικά, μπορούν να υιοθετηθεί η ύπαρξη ενδιάμεσου δαπέδου (mid-deck) μέσα στη δεξαμενή πετρελαίου, κάτω από το οποίο η πίεση δεν ξεπερνά την εξωτερική υδροστατική πίεση του νερού. Δεξαμενόπλοια που έχουν ναυπηγηθεί με αυτόν τον τρόπο φέρουν διπλά πλαϊνά τοιχώματα, όχι όμως και διπλά τοιχώματα στα ύφαλα τους. Για το λόγο αυτό, ένα ακόμα δάπεδο τοποθετείται στην δεξαμενή πετρελαίου με τέτοιο τρόπο ώστε η πίεση να παραμένει αυξημένη στα ύφαλα του πλοίου.

Εναλλακτικές μέθοδοι σχεδιασμού και κατασκευής πλοίων είναι αποδεκτές εφόσον εγγυάται η προστασία από πετρελαϊκή ρύπανση στο ίδιο βαθμό σε περίπτωση προσάραξης ή σύγκρουσης πλοίων και κατόπιν έγκρισης της Επιτροπής Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (Marine Environment Protection Committee) σύμφωνα με τις οδηγίες του Οργανισμού IMO.

Σύμφωνα με τον **Κανονισμό 13G**, δεξαμενόπλοια ηλικίας 25 ετών τα οποία δεν έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Πρωτοκόλλου 1978 της Συνθήκης Marpol 73/78 πρέπει να φέρουν και αυτά διπλά πλαϊνά τοιχώματα και διπλά τοιχώματα στα ύφαλά τους. Το Πρωτόκολλο 1978 αφορά δεξαμενόπλοια που είχαν παραγγελθεί μετά την 1 Ιουνίου 1979 ή των οποίων η ναυπήγηση είχε ξεκινήσει μετά την 1 Ιανουαρίου 1980 ή η ναυπήγησή τους είχε τελειώσει μετά την 1 Ιουνίου 1982. Δεξαμενόπλοια που έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές που όριζε το Πρωτόκολλο 1978 της Συνθήκης Marpol 73/78, εξαιρούνται του Κανονισμού μέχρι την ηλικία των 30 ετών. Τα υπάρχοντα δεξαμενόπλοια υποβάλλονται σε συχνούς ελέγχους και εκείνα που είναι ηλικίας 5 ετών και άνω πρέπει να διατηρούν φάκελο με τις αναφορές ελέγχων και σχετικά πιστοποιητικά των αρμόδιων αρχών του κράτους του οποίου φέρουν τη σημαία. Δεξαμενόπλοια που έχουν ξεπεράσει τα 30 έτη ζωής οφείλουν, είτε να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις του Κανονισμού 13F και να αποκτήσουν διπλά τοιχώματα, είτε να κοπούν για scrap.

Ακολουθεί τροποποίηση το Σεπτέμβριο του 1997, η οποία θέτεται σε ισχύ την 1 Φεβρουαρίου 1999, και αφορά τον Κανονισμό 25^A στον οποία αναφέρονται

συγκεκριμένες προδιαγραφές που εξασφαλίζουν την ευστάθεια των διπλού τοίχους δεξαμενόπλοιων.

Με τροποποίηση το 1999, η οποία τέθηκε σε ισχύ την 1 Ιανουαρίου 2001, ο Κανονισμός 13G του Annex I επεκτείνεται και στα υπάρχοντα δεξαμενόπλοια μεταξύ 20.000 και 30.000 τόνους καθαρού φορτίου τα οποία μεταφέρουν προϊόντα πετρελαίου που αντιστέκονται στη διάλυση στο νερό (persistent product oil), όπως βαριά κλάσματα πετρελαίου κίνησης (heavy diesel oil). Ο Κανονισμός 13G απαιτεί τα υπάρχοντα δεξαμενόπλοια, ηλικίας μέχρι 15 ετών, να ακολουθούν τις απαιτήσεις του Κανονισμού 13F και να φέρουν διπλά τοιχώματα ή εναλλακτικές κατασκευές. Τα υπάρχοντα πλοία πλέον οφείλουν να φέρουν τις προδιαγραφές του Κανονισμού 13F, είτε μεταφέρουν αργό πετρέλαιο, είτε γενικά τύπους πετρελαίου που αντιστέκονται στη διάλυση στο νερό (persistent product oil), τονίζοντας ότι δεν είναι μόνο το αργό πετρέλαιο που μπορεί να προκαλέσει ρύπανση.

Με την τροποποίηση τον Απρίλιο του 2001 (σε ισχύ 1 Σεπτεμβρίου 2002) παρουσιάστηκε ένα πρώτο χρονοδιάγραμμα απόσυρσης όλων των δεξαμενόπλοιων μονού τοίχους, το οποίο αναθεωρήθηκε στη συνέχεια με νέα τροποποίηση το 2003.

Το τελικό χρονοδιάγραμμα απόσυρσης των δεξαμενόπλοιων μονού τοίχους και το οποίο ισχύει μέχρι σήμερα, δόθηκε με τροποποίηση του Κανονισμού 23G το Δεκέμβριο 2003 και τέθηκε σε ισχύ από τον Απρίλιο του 2005 (Πίνακας 7.1). Η Κατηγορία 1 αφορά πλοία που κατασκευάστηκαν πριν την ημερομηνία έναρξης ισχύος της Marpol [Category 1 tankers (pre-MARPOL tankers)] και η Κατηγορία 2 και 3 πλοία που κατασκευάστηκαν μετέπειτα [Category 2 and 3 tankers (MARPOL tankers and smaller tankers)].

Δεξαμενόπλοια μονού τοίχους ηλικίας 15 ετών ή μεγαλύτερης πρέπει υποβάλλονται σε ελέγχους για την αξιολόγηση της κατάστασής τους (Condition Assessment Scheme - CAS). Παλαιότερα, οι έλεγχοι αξιολόγησης της κατάστασης γίνονταν σε όλα τα πλοία της Κατηγορίας 1 που συνέχιζαν να ταξιδεύουν μετά το 2005 και πλοία της Κατηγορίας 2 που αντίστοιχα συνέχιζαν μετά το 2010 (τροποποίηση Απριλίου 2001 - ισχύς 1 Σεπτεμβρίου 2002).

Οι αρμόδιες αρχές των κρατών, των οποίων τα πλοία φέρουν τη σημαία, μπορούν να επιτρέψουν τη συνέχιση της πλοήγησης των δεξαμενόπλοιων μονού τοίχους της κατηγορίας 2 και 3 και μετά το 2010, εφόσον τα αποτελέσματα ελέγχων της κατάστασής τους είναι ικανοποιητικά, αλλά μόνο μέχρι την ημερομηνία γενεθλίων τους το 2015 ή τη συμπλήρωση 25 ετών από την ημερομηνία παράδοσής τους, όποιο από τα δύο συμβεί πρώτο.

Κατηγορία δεξαμενόπλοιου	Ημερομηνία ή Έτος απόσυρσης
Κατηγορία 1	5 Απριλίου 2005 για πλοία με ημ/νία παράδοσης μέχρι 5 Απριλίου 1982 2005 για πλοία με ημ/νία παράδοσης μετά τις 5 Απριλίου 1982
Κατηγορία 2 και 3	5 Απριλίου 2005 για πλοία με ημ/νία παράδοσης μέχρι 5 April 1977 2005 για πλοία με ημ/νία παράδοσης μετά τις 5 Απριλίου 1977 και πριν Ιανουαρίου 1978 2006 για πλοία που παραδόθηκαν το 1978 και 1979 2007 για πλοία που παραδόθηκαν το 1980 και 1981 2008 για πλοία που παραδόθηκαν το 1982 2009 για πλοία που παραδόθηκαν το 1983 2010 για πλοία που παραδόθηκαν μετά το 1984

Πίνακας 7.1: Χρονοδιάγραμμα απόσυρσης δεξαμενόπλοιων μονού τοίχους.

Σε δεξαμενόπλοια μονού τοίχους της Κατηγορίας 2 και 3 τα οποία έχουν υποστεί τροποποιήσεις και φέρουν μόνο διπλά τοιχώματα στα ύφαλα τους ή μόνο πλαϊνά διπλά τοιχώματα σε όλη την έκταση της δεξαμενής και δεν χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά πετρελαίου ή η απόσταση μεταξύ των δύο τοιχωμάτων είναι μικρότερη της επιτρεπόμενης, καλύπτουν όμως όλη την έκταση της δεξαμενής και δεν μεταφέρουν και αυτά πετρέλαιο ως φορτίο, οι Αρχές του κράτους του οποίου φέρουν τη σημαία, μπορεί να επιτρέψουν την πλοήγησή του και μετά το 2010, με την προϋπόθεση ότι στα πλοία αυτά η τροποποιήσεις έγιναν μέχρι την 1 Ιουλίου 2001 και οι σχετικοί έλεγχοι πιστοποιούν την πραγματοποίησή τους. Και σε αυτή την περίπτωση οποιαδήποτε παράταση του επιτρεπόμενου χρόνου ταξιδιού δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 25 έτη πλοήγησης από την ημερομηνία παράδοσης.

Οποιαδήποτε εξαίρεση και αν υπάρξει, είναι δεδομένο ότι πλοία μονού τοίχους που έχουν ξεπεράσει την ηλικία των 25 ετών δεν επιτρέπεται να ταξιδεύουν.

Πάντως, κάθε κράτος, κατόπιν ενημέρωσης του IMO, έχει δικαίωμα να μην επιτρέψει την είσοδο στα λιμάνια του, πλοίων μονού τοίχους για τα οποία έχει παραταθεί ο χρόνος πλοήγησής τους και μέχρι να συμπληρώσουν το 25 έτος της ηλικίας τους.

Με τροποποίηση τον Μάρτιο 2006, η οποία τέθηκε σε ισχύ 1 Αυγούστου 2007 και αφορά πλοία που θα παραδοθούν μετά την 1 Αυγούστου 2010 με συνολική χωρητικότητα

πετρελαίου μεγαλύτερη των 600m³, ορίζεται μέγιστο όριο χωρητικότητας 2.500 m³ για κάθε δεξαμενή πετρελαίου (Κανονισμός 12Α).

Ενώ αρχικά η Συνθήκη αναφερόταν μόνο στη μεταφορά αργού πετρελαίου, με την πάροδο των ετών, υποχρέωσε μέσω τροποποιήσεων, την εφαρμογή των Κανονισμών της στη μεταφορά όλων των τύπων πετρελαίου. Επίσης, κάθε πλοίο υποχρεούται να έχει βιβλίο καταγραφής των φορτοεκφορτώσεων πετρελαίου.

Οποιαδήποτε παραβίαση της Συνθήκης Marpol 73/78 τιμωρείται, είτε βάσει της νομοθεσίας του κράτους όπου συνέβη η παραβίαση, είτε βάσει της νομοθεσίας του κράτους της σημαίας.

Πλοία τα οποία κάνουν υπερατλαντικά ταξίδια οφείλουν να διαθέτουν έγκυρα διεθνή έγγραφα, η επίδειξη των οποίων πιστοποιεί ότι ακολουθούν τους Κανονισμούς της Σύμβασης Marpol.

Η Διεθνής Συνθήκη OPRC 1990: Για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση της ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο. [7.3]

Είναι γεγονός όμως ότι ατυχήματα συμβαίνουν. Πέρα από ενέργειες πρόληψης της ρύπανσης, θα πρέπει να καθοριστούν μέτρα και ενέργειες που θα ακολουθηθούν σε περίπτωση ατυχήματος για την αντιμετώπιση και τον περιορισμό της ρύπανσης.

Στις 30 Νοεμβρίου 1990 υιοθετήθηκε η Διεθνής Συνθήκη OPRC 1990 για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση της ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο (International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation, 1990). Η έναρξη ισχύος της Συνθήκης ορίστηκε η 13η Μαΐου 1995 και έκτοτε αποτελεί Διεθνή Νόμο.

Σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τα κράτη στην αντιμετώπιση μεγάλων ατυχημάτων ρύπανσης από πετρέλαιο, καθώς όλα τα κράτη δεν διαθέτουν την ίδια τεχνολογία και τεχνογνωσία. Μέσω της Συνθήκης προωθείται η συνεργασία και η αμοιβαία βοήθεια μεταξύ των κρατών, τόσο στο στάδιο της προετοιμασίας, απόκτησης τεχνογνωσίας και ανάπτυξης εργαλείων, όσο και στο στάδιο αντιμετώπισης ενός πραγματικού ατυχήματος πετρελαϊκής ρύπανσης. Σκοπός της είναι η ενθάρρυνση των κρατών να αποκτήσουν τη δυνατότητα αντιμετώπισης της πετρελαϊκής ρύπανσης.

Τα κράτη που έχουν υπογράψει τη Συνθήκη οφείλουν να λάβουν μέτρα για την αντιμετώπιση ατυχημάτων που προκαλούν ρύπανση, είτε σε εθνικό επίπεδο, είτε σε συνεργασία με άλλα κράτη.

Τα πλοία οφείλουν να έχουν Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση πετρελαϊκής ρύπανσης, το οποίο αναπτύσσεται από τον ΙΜΟ. Οι παράκτιες εγκαταστάσεις, όπως τα λιμάνια και οι σταθμοί μεταφόρτωσης πετρελαίου οφείλουν να διαθέτουν και αυτές αντίστοιχο Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης, το οποίο να είναι σύμφωνο με τα θεσπισμένα αρμόδια όργανα και τους κανονισμούς του κράτους στο οποίο βρίσκονται, για την άμεση και αποτελεσματική αντιμετώπιση της ρύπανσης. Τα πλοία επίσης υποχρεούνται να αναφέρουν στις αρμόδιες λιμενικές αρχές οποιοδήποτε περιστατικό ρύπανσης συμβεί και στη Συνθήκη περιγράφονται οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν στη συνέχεια. Κάθε κράτος πρέπει να διαθέτει κατάλληλο εξοπλισμό αντιμετώπισης πετρελαιοκηλίδων, να οργανώνει ασκήσεις περιορισμού υποθετικών πετρελαιοκηλίδων και να αναπτύξει λεπτομερή σχέδια δράσης αντιμετώπισής τους. Σημαντική είναι η εκπαίδευση προσωπικού στη χρήση του ειδικού εξοπλισμού και των μέσων καταπολέμησης ρύπανσης, στη διεξαγωγή τακτικών ασκήσεων ετοιμότητας βάσει σεναρίων υποθετικών ατυχημάτων για προσομοίωση του συντονισμού όλων των εμπλεκόμενων μερών. Επίσης, η εκπαίδευση των χειριστών του εξοπλισμού θα πρέπει να αφορά και τη συντήρηση και μακροχρόνια αποθήκευσή του. Παράλληλα, τα κράτη της Συνθήκης καλούνται να προσφέρουν, με οποιοδήποτε τρόπο μπορούν, βοήθεια το ένα στο άλλο σε περίπτωση πρόκλησης ρύπανσης.

Π.Δ. 11/2002 (ΦΕΚ Α' 6/21.1.2002): Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες.
[7.1, 7.2]

Σύμφωνα με τη Συνθήκη OPRC 1990 για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση της ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες, κάθε κράτος θα πρέπει να καταρτίσει ένα Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση των πετρελαιοκηλίδων στο θαλάσσιο χώρο του. Το Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση πετρελαιοκηλίδων στοχεύει στην διατήρηση ικανοποιητικού επιπέδου επιχειρησιακής ετοιμότητας του μηχανισμού αντιμετώπισης λειτουργικών ή ατυχηματικών περιστατικών ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο. Στην Ελλάδα με το Π.Δ. 11/2002 (ΦΕΚ Α' 6/21.1.2002) θεσπίστηκε το Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας μελετάται μόνο η ρύπανση από πετρέλαιο/Στην παρούσα εργασία επισημαίνεται ότι αναφορά γίνεται μόνο στη ρύπανση από πετρέλαιο.

Αρμόδιος φορέας για την κατάρτιση και παρακολούθηση εφαρμογής του εθνικού σχεδιασμού έκτακτης ανάγκης για την αντιμετώπιση της ρύπανσης της θάλασσας και των ακτών από πετρέλαιο είναι το Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας, Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής (Υ.Ε.Ν.Α.Ν.Π.).

Αρμόδια Δ/νση του ΥΕΝΑΝΠ που ασχολείται με την πρόληψη και την καταπολέμηση της ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο είναι η Διεύθυνση Προστασίας Θαλασσίου Περιβάλλοντος (Δ.Π.Θ.Π.).

Για την κατάρτιση και εφαρμογή του Εθνικού Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης το ΥΕΝΑΝΠ ενισχύεται και από άλλους φορείς της κεντρικής διοίκησης, της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας αυτοδιοίκησης, τους φορείς διοίκησης των λιμένων, τις βιομηχανίες πετρελαίου καθώς και τις επιχειρήσεις ναυαγιαίρεσης, ρυμούλκησης και επιθαλάσσιας αρωγής, τις εξειδικευμένες εταιρείες καταπολέμησης ρύπανσης, και τις εταιρείες εκτέλεσης υποθαλάσσιων εργασιών, διατηρώντας σε κάθε περίπτωση τον κεντρικό συντονιστικό του ρόλο, δεδομένου ότι η επιτυχής καταπολέμηση κάθε τυχαίου περιστατικού προϋποθέτει την συνεργία πληθώρας συντελεστών που επιτρέπουν πρόσβαση σε πληροφορίες και υποδομές σχετικές με την επιθαλάσσια αρωγή, τη μετεωρολογία, την ωκεανογραφία, τη ναυσιπλοΐα, την αεροπλοΐα, την προστασία περιβάλλοντος και αλιευτικών πόρων, τη διεπιστημονική προσέγγιση σύνθετων προβλημάτων, τεχνικά έργα αιγιαλού και παραλίας, νομικά θέματα, τη τελωνειακή νομοθεσία και λογιστική παρακολούθηση εργασιών των συνεργείων καταπολέμησης, την υγιεινή και ασφάλεια εργαζομένων, τις τηλεπικοινωνίες και την εκτέλεση γυμνασίων εκπαίδευσης προσωπικού.

Συνεργαζόμενοι φορείς είναι οι Στρατιωτικές και Αστυνομικές Αρχές, οι Υπηρεσίες του Πυροσβεστικού Σώματος, του Γενικού Χημείου του Κράτους (Γ.Χ.Κ), του Εθνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΕΚΘΕ), των Οργανισμών Λιμένα, της Περιφέρειας και των Οργανισμών πρώτου και δεύτερου βαθμού Αυτοδιοίκησης, της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (ΕΜΥ), τα Λιμενικά Ταμεία καθώς και οι ειδικοί επιστημονικοί φορείς, υπηρεσίες και ιδιωτικές επιχειρήσεις, όπως παράκτιες βιομηχανικές εγκαταστάσεις και εγκαταστάσεις πετρελαιοειδών, τις εταιρείες διακίνησης πετρελαίου, τα διωλιστήρια, τις επιχειρήσεις καταπολέμησης ρύπανσης της θάλασσας, τις εταιρείες εκτέλεσης υποθαλάσσιων εργασιών και τα στοιχεία των ιδιωτών που μπορούν να συνδράμουν εθελοντικά σε περιπτώσεις ανάγκης, που αναφέρονται στο Σχέδιο.

Οι εξειδικευμένες δράσεις προστασίας των έμβιων ειδών που μολύνονται από τη διαφυγή πετρελαίου στο περιβάλλον αναλαμβάνονται από ειδικά κέντρα που λειτουργούν στη χώρα όπως για παράδειγμα το Κέντρο Περίθαλψης Άγριων Ζώων και Πουλιών.

Στις κατά τόπου ενέργειες που αναλαμβάνονται βάσει του σχεδιασμού για την πρόληψη και αντιμετώπιση της ρύπανσης των ακτών συνδράμουν μη κυβερνητικές οργανώσεις και εθελοντές που έχουν τεθεί στη διάθεση της κατά περίπτωση Λιμενικής Αρχής και τα στοιχεία των οποίων περιλαμβάνονται στα σχετικά ευρετήρια του τοπικού σχεδίου έκτακτης ανάγκης. Ο καθαρισμός ακτών εκτελείται κυρίως από τους συναρμόδιους ΟΤΑ και τα Λιμενικά Ταμεία της περιοχής του συμβάντος με οργάνωση ομάδας καθαρισμού ακτών.

Το εθνικό σύστημα ετοιμότητας καθορίζει ως Εθνικό Συντονιστή το Ενιαίο Κέντρο Συντονισμού Έρευνας και Διάσωσης (Ε.Κ.Σ.Ε.Δ.) του ΥΕΝΑΝΠ σε συνεργασία με την Διεύθυνση Προστασίας Θαλασσίου Περιβάλλοντος (Δ.Π.Θ.Π.) του ΥΕΝΑΝΠ και προβλέπει την κλιμάκωση των ενεργειών αντιμετώπισης ανάλογα με την βαρύτητα του κάθε περιστατικού ρύπανσης. Σε κάθε επίπεδο κινητοποίησης των Αρχών αντιστοιχεί το ανάλογο σχέδιο έκτακτης ανάγκης.

Το ΕΚΣΕΔ αναλαμβάνει μέσω του υπευθύνου Αξιωματικού Γενικών Καθηκόντων (Α.Γ.Κ.) τα καθήκοντα του Εθνικού Συντονιστή κατά την διάρκεια των μη εργασίμων ωρών.

Το Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης (National Contingency Plan: NCP) καλύπτει το σύνολο της επικράτειας και η γεωγραφική περιοχή εφαρμογής του είναι η θαλάσσια περιοχή που αντιστοιχεί στο Σύστημα Πληροφόρησης Πτήσεων Αθηνών (Flight Information Region: FIR) που ταυτίζεται με την Ελληνική Περιοχή Έρευνας και Διάσωσης (Search and Rescue Region: HSRR) και οι ακτές της μητροπολιτικής και νησιωτικής Ελλάδας.

Σε μικρά περιστατικά η καταπολέμηση της ρύπανσης συντονίζεται από την Τοπική Λιμενική αρχή, θέτοντας σε εφαρμογή το Τοπικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης (Local Contingency Plan : L.C.P) το οποίο αναφέρεται στο συγκεκριμένο γεωγραφικό τομέα χωρικής αρμοδιότητας της Λιμενικής Αρχής.

Το Εθνικό Σχέδιο οριοθετεί τις λειτουργικές αρμοδιότητες των συνεργαζομένων φορέων του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα και των Ενόπλων Δυνάμεων, ώστε σε κάθε περίπτωση ρύπανσης ή ενδεχόμενου κινδύνου ρύπανσης της θάλασσας και των ακτών να αναλαμβάνονται οι απαραίτητες ενέργειες για την εξουδετέρωση ή τον περιορισμό των δυσμενών επιπτώσεών της και να διασφαλίζονται τα συμφέροντα των πολιτών στις θιγόμενες τοπικές κοινωνίες.

Το Τοπικό Σχέδιο κάθε Λιμενικής Αρχής περιλαμβάνει και αξιοποιεί τις δυνατότητες σε στελεχικό δυναμικό, τεχνικά μέσα και εξοπλισμό που διατηρούν σε ετοιμότητα, βάσει των εγκεκριμένων σχεδίων έκτακτης ανάγκης, οι υπεύθυνοι φορείς

διοίκησης και εκμετάλλευσης στις παράκτιες εγκαταστάσεις διακίνησης πετρελαιοειδών, στα διυλιστήρια και στις πλατφόρμες εξόρυξης αργού πετρελαίου, στα εμπορικά λιμάνια, στις μαρίνες και στις κάθε είδους θαλάσσιες εγκαταστάσεις. Το Εθνικό και τα Τοπικά Σχέδια Έκτακτης Ανάγκης εμφανίζουν δομική αντιστοιχία και διαφοροποιούνται μόνον ως προς την κλίμακα κινητοποίησης για την προάσπιση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, ως προστατευόμενου δημόσιου αγαθού, και ως προς το βαθμό ανάλυσης των δράσεων των εμπλεκόμενων μερών για κάθε συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, ανάλογα με το βαθμό περιβαλλοντικής ευαισθησίας της.

Σε περίπτωση ανάγκης για κινητοποίηση του μηχανισμού αντιμετώπισης ενός περιστατικού ρύπανσης που υπερβαίνει τα δεδομένα όρια αρμοδιότητας μιας Λιμενικής Αρχής μπορεί να ενεργοποιούνται περισσότερα του ενός Τοπικά Σχέδια και να δρα ως Περιφερειακός Συντονιστής ο ιεραρχικά ανώτερος μεταξύ των εμπλεκόμενων Τοπικών Συντονιστών, σύμφωνα με τις οδηγίες του Εθνικού Συντονιστή.

Οι παράκτιες εγκαταστάσεις διακίνησης πετρελαιοειδών, τα εμπορικά λιμάνια, οι εγκαταστάσεις εξόρυξης αργού πετρελαίου μακριά από τις ακτές, όπως καθορίζονται στο άρθρο 3 της Διεθνούς Σύμβασης (Δ.Σ) για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση της ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο, 1990 (International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation, 1990:OPRC 90), που κυρώθηκε με το Ν. 2252/94 (Α' 192), υποχρεούνται να διαθέτουν σχέδια έκτακτης ανάγκης για την καταπολέμηση περιστατικών ρύπανσης της θάλασσας, εναρμονισμένα με το τοπικό σχέδιο της οικείας Λιμενικής Αρχής και κατ' επέκταση με το εθνικό σχέδιο.

Με στόχο την αποτελεσματικότερη προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος τα κρατικά πλοία που δεν ασκούν εμπορικές δραστηριότητες καθώς και τα πολεμικά πλοία και οι ναύσταθμοι, οφείλουν στο μέτρο του δυνατού, να διαθέτουν σχεδιασμό και διαδικασίες συμβατές με τις ισχύουσες διεθνώς συστάσεις του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (International Maritime Organization : IMO), καθώς και εξοπλισμό αντιμετώπισης περιστατικών ρύπανσης προερχόμενων από συνήθεις λειτουργικές διαδικασίες, όπως πετρελεύσεις και εργασίες καθαρισμού.

Όπως προαναφέρθηκε, για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο υιοθετείται κλιμακωτή ενεργοποίηση μηχανισμών αντιμετώπισης, βάσει του ακολουθούμενου εθνικού συστήματος που περιλαμβάνει τρία επίπεδα κινητοποίησης:

Επίπεδο 1

Αναφέρεται στο σχεδιασμό αντιμετώπισης περιστατικών λειτουργικών ή ατυχηματικών ρυπάνσεων που κατά κανόνα πρέπει να αντιμετωπίζονται με τις υφιστάμενες δυνατότητες κάθε συγκεκριμένης εγκατάστασης ή εμπορικού λιμένα.

Στα περιστατικά αυτά η ποσότητα του διαφυγόντος πετρελαίου στο περιβάλλον είναι μέχρι 7 τόνους

(Εφαρμοζόμενο σχέδιο: PCP / FCP / LCP)

Επίπεδο 2

Αναφέρεται στο σχεδιασμό αντιμετώπισης περιστατικού ρύπανσης, το μέγεθος του οποίου απαιτεί το συντονισμό περισσότερων φορέων διάθεσης τεχνικών μέσων, εξοπλισμού και προσωπικού καταπολέμησης.

Η ποσότητα διαφυγόντος πετρελαίου στο περιβάλλον κυμαίνεται μεταξύ 7-700 τόνων.

(Εφαρμοζόμενο σχέδιο: LCP / RCP / NCP)

Επίπεδο 3

Αναφέρεται σε μεγάλης έκτασης σοβαρά περιστατικά ρύπανσης όταν τίθενται σε ετοιμότητα όλα τα διαθέσιμα μέσα και ενεργοποιείται σε εθνική κλίμακα το δυναμικό καταπολέμησης της ρύπανσης της θάλασσας.

Η ποσότητα διαφυγόντος πετρελαίου στο περιβάλλον στις περιπτώσεις αυτές είναι μεγαλύτερη των 700 τόνων.

(Εφαρμοζόμενο σχέδιο: NCP)

Υπόμνημα

PCP (Port Contingency Plan): Εγκεκριμένο σχέδιο έκτακτης ανάγκης του φορέα διοίκησης ή εκμετάλλευσης του λιμένα.

FCP (Facility Contingency Plan): Εγκεκριμένο σχέδιο έκτακτης ανάγκης της παράκτιας ή υπεράκτιας εγκατάστασης διακίνησης πετρελαιοειδών ή εξόρυξη πετρελαίου αντίστοιχα.

LCP (Local Contingency Plan): Εγκεκριμένο σχέδιο έκτακτης ανάγκης της Λιμενικής Αρχής.

RCP (Regional Contingency Plan): Περιφερειακό σχέδιο έκτακτης ανάγκης που αποτελεί συνδυασμό των τοπικών σχεδίων των εμπλεκόμενων Λιμενικών Αρχών υπό τον γενικό συντονισμό του ιεραρχικά ανώτερου Τοπικού Συντονιστή.

NCP (National Contingency Plan): Εθνικό σχέδιο αντιμετώπισης περιστατικών ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες.

Η ποσότητα των 700 τόνων πετρελαίου αποτελεί το όριο ενεργοποίησης των δύο πρώτων επιπέδων. Ωστόσο, στην πράξη, δεν ακολουθείται απαρέγκλιτα η ως άνω κατηγοριοποίηση που συσχετίζεται μόνον με την ποσότητα, αφού οι επικρατούσες συνθήκες κατά την εκδήλωση του περιστατικού και οι βάσιμες προγνώσεις εξέλιξής του, με τις εκτιμώμενες συνακόλουθες συνέπειες, βαρύνουν καθοριστικά στην απόφαση για το επίπεδο ενεργειών που ενδείκνυται να αναληφθούν.

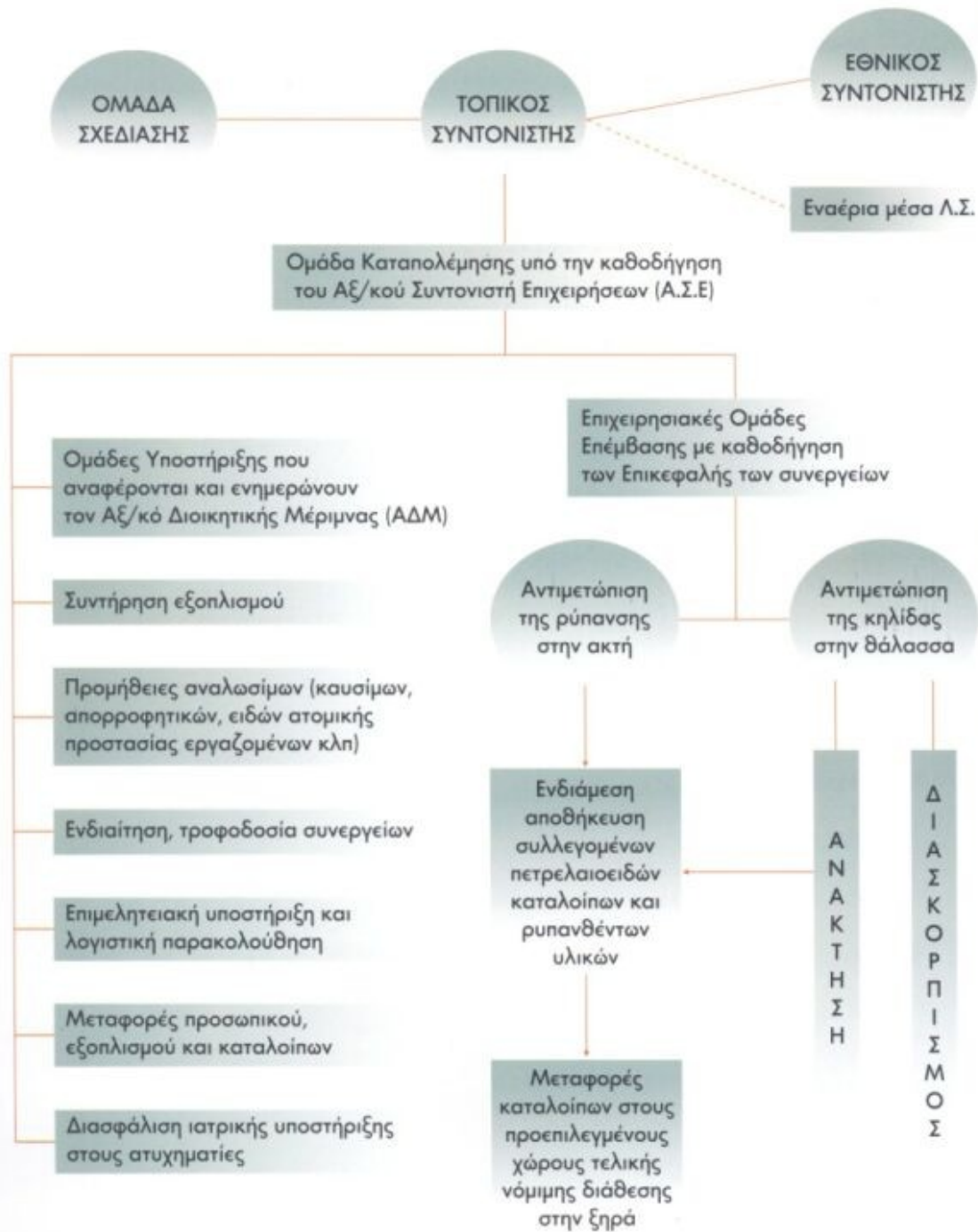
Σε περιπτώσεις Επιπέδου 3 ενημερώνονται τα κέντρα διεθνούς συνεργασίας και, εφόσον κριθεί αναγκαίο, αιτείται η συνδρομή άλλων χωρών, είτε μέσω του Περιφερειακού Κέντρου Άμεσης Επέμβασης για την Αντιμετώπιση της Ρύπανσης της Μεσογείου Θαλάσσης (Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea: REMPEC) το οποίο εδρεύει στη Μάλτα, στο πλαίσιο του περιφερειακού συστήματος προστασίας της Μεσογείου που έχει καθιερωθεί από το Πρόγραμμα Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environment Programme: UNEP), είτε μέσω του Τμήματος Επείγουσας Επέμβασης για Ρύπανση (Urgent Pollution Alert Section) Βρυξελλών στο πλαίσιο του σχεδιασμού της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τη συνεργασία των Κρατών Μελών (Κ.Μ) σε περιπτώσεις καταπολέμησης της ατυχηματικής ρύπανσης.

Σε ανάλογες περιπτώσεις είναι ιδιαίτερα σημαντική η πρόνοια επίσπευσης των τελωνειακών διαδικασιών για την έγκαιρη μεταφορά του ειδικού εξοπλισμού και την ανάπτυξή του στις πληγείσες περιοχές.

Σε περίπτωση περιστατικού μικρής έκτασης για την οργάνωση της καταπολέμησης της ρύπανσης της θάλασσας και των ακτών από πετρέλαιο, οι Λιμενικές Αρχές είναι υπεύθυνες για την κινητοποίηση των εμπλεκόμενων φορέων και αρχών και τον συντονισμό των ενεργειών τους, προκειμένου να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά το περιστατικό ρύπανσης στην περιοχή δικαιοδοσίας τους, βάσει του κατά περίπτωση εγκεκριμένου τοπικού σχεδίου έκτακτης ανάγκης.

Για την αντιμετώπιση σοβαρού περιστατικού ρύπανσης προβλέπεται η υπαγωγή των επιμέρους ομάδων καταπολέμησης, οι οποίες συγκροτούνται βάσει των τοπικών σχεδίων των Λιμενικών Αρχών και των υπόχρεων εγκαταστάσεων, στο Εθνικό Συντονιστικό Κέντρο Καταπολέμησης (ΕΣΚΚ), που μεριμνά για τον συντονισμό των ομάδων καταπολέμησης σε ακτές και θάλασσα καθώς και την υποστήριξή τους κατά τις διαδοχικές φάσεις των εργασιών απορρύπανσης στις περιοχές που επλήγησαν, όπως φαίνεται σχηματικά στο διάγραμμα 7.1.

Οι ομάδες καταπολέμησης αποτελούνται από τις επιχειρησιακές ομάδες επέμβασης και τις ομάδες υποστήριξης.



Διάγραμμα 7.1: Συντονισμός των επιμέρους ομάδων καταπολέμησης της ρύπανσης σε θάλασσα και ακτές.

Οι λειτουργίες των Επιχειρησιακών Ομάδων επέμβασης περιλαμβάνουν:

1. Εγκλωβισμό της κηλίδας με τοποθέτηση φραγμάτων
2. Ανάκτηση πετρελαίου
3. Χρήση χημικών διασκορπιστικών ουσιών πετρελαίου (Χ.Δ.Ο)
4. Καθαρισμό ακτών.

5. Προσωρινή εναπόθεση περισυλλεγόμενων πετρελαιοειδών καταλοίπων και ρυπανθέντων υλικών.
6. Τελική διάθεση καταλοίπων
7. Καταδυτικές εργασίες.

Οι λειτουργίες των ομάδων υποστήριξης περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

1. Μεταφορά πετρελαιοειδών καταλοίπων
2. Προμήθεια - μεταφορά Χ.Δ.Ο.
3. Προμήθεια - μεταφορά καυσίμων
4. Προμήθεια - μεταφορά εξοπλισμού
5. Εξασφάλιση ενδιαιτημάτων στα συνεργεία
6. Μεταφορά ανθρώπινου δυναμικού
7. Συντήρηση αντιρρυπαντικού εξοπλισμού - σκαφών και μηχανημάτων.

Ο Αξιοματικός Συντονιστής Επιχειρήσεων και κάθε μέλος των Ομάδων Σχεδίασης και Καταπολέμησης εκτελεί τα καθήκοντά του σύμφωνα με τις οδηγίες του Τοπικού Συντονιστή, ο οποίος δικαιούται ανάλογα με τις συνθήκες να τα διαφοροποιεί κατά περίπτωση.

Του Εθνικού Συντονιστικού Κέντρου Καταπολέμησης (ΕΣΚΚ) προΐσταται ο επικεφαλής του κλιμακίου του Εθνικού Συντονιστή (ΥΕΝ/ΔΠΘΠ), το οποίο μεταβαίνει στην περιοχή του συμβάντος.

Ο επικεφαλής έχει, στον επιχειρησιακό τομέα καταπολέμησης της ρύπανσης στη θάλασσα και καθαρισμού των ακτών, την πλήρη και αποκλειστική αρμοδιότητα συντονισμού και κατανομής των διαθέσιμων μέσων στις πληγείσες περιοχές.

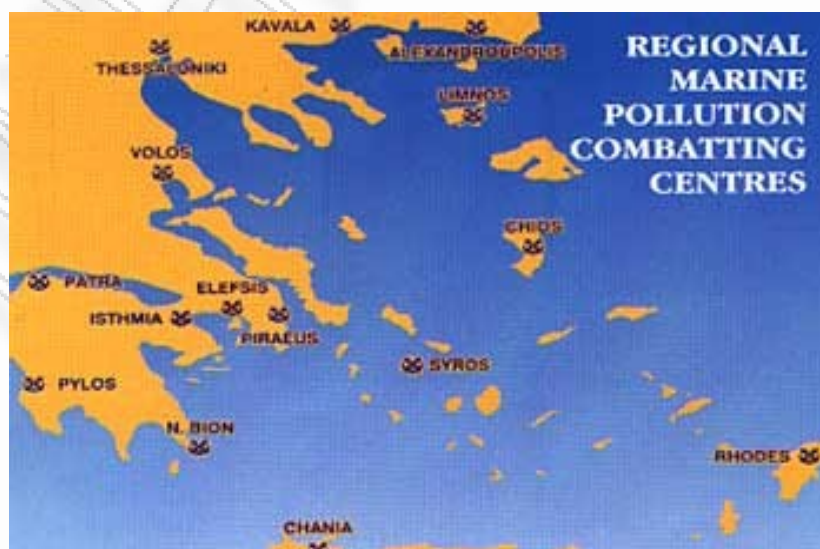
Τα σχέδια έκτακτης ανάγκης των λιμανιών (PCP) και των παράκτιων εγκαταστάσεων διακίνησης πετρελαίου (FCP), προβλέπουν την κατάλληλη οργάνωση για αυτοδύναμη αντιμετώπιση των πιθανότερων περιστατικών ρύπανσης από διαφυγή πετρελαίου στη θάλασσα (most likely spill scenario), ιδίως αυτών που συμβαίνουν μέσα σε λιμάνια ή αγκυροβόλια κατά τις πετρελεύσεις των πλοίων και τις φορτοεκφορτώσεις δεξαμενοπλοίων και αφορούν ποσότητες πετρελαίου μικρότερες των 7 τόνων.

Το σχέδιο έκτακτης ανάγκης κάθε υπόχρεου φορέα (FCP/ PCP) είναι συμβατό με το τοπικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης της οικείας Λιμενικής Αρχής (LCP) και καθορίζονται ο ρόλος και τα καθήκοντα όλου του εμπλεκόμενου προσωπικού και προδιαγράφονται αναλυτικά οι διαδικασίες άμεσης ενημέρωσης των αρμόδιων κατά περίπτωση αρχών, ανάλογα με τη φύση του συμβάντος. Ο υπεύθυνος κάθε εγκατάστασης θέτει σε εφαρμογή το σχέδιο έκτακτης ανάγκης και ο τοπικός συντονιστής της Λιμενικής Αρχής εποπτεύει ή κατευθύνει τις εργασίες.

Η συμβατότητα των σχεδίων όλων των υπόχρεων φορέων σε τοπικό και εθνικό επίπεδο αποτελεί προϋπόθεση αποτελεσματικής αντιμετώπισης του τυχαίου περιστατικού και αξιοποίησης της βοήθειας που είναι σε θέση να παράσχουν οι συνεργαζόμενοι φορείς, οι οποίοι περιλαμβάνονται στα τοπικά σχέδια των Λιμενικών Αρχών, ιδιαίτερα οι επιχειρήσεις καταπολέμησης ρύπανσης της θάλασσας, οι εξειδικευμένες εταιρείες επιθάλασσιας αρωγής και εκτέλεσης υποθαλάσσιων εργασιών, το Πυροσβεστικό Σώμα, η Ελληνική Αστυνομία, τα Νοσηλευτικά Κέντρα παροχής υγειονομικής βοήθειας, οι Τεχνικές Υπηρεσίες της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Αυτοδιοίκησης και οι γεινιάζουσες μονάδες των Ενόπλων Δυνάμεων.

Σε περίπτωση ανεπάρκειας των μέσων του τοπικού σχεδίου της Λιμενικής Αρχής, ενεργοποιείται το εθνικό σχέδιο και προωθείται κατάλληλος εξοπλισμός από την Κεντρική Αποθήκη Υλικών Απορρύπανσης ΚΑΥΑ, όσο και πρόσθετα μέσα από το υφιστάμενο δίκτυο Περιφερειακών Σταθμών Καταπολέμησης Ρύπανσης (ΠΣΚΡ) και τους συνεργαζόμενους φορείς του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα.

Περιφερειακοί Σταθμοί Καταπολέμησης Ρύπανσης (ΠΣΚΡ) έχουν ιδρυθεί στα παρακάτω λιμάνια της χώρας: Πειραιά, Σύρο, Πάτρα, Νεάπολη Βοιών, Ελευσίνα, Βόλο, Θεσσαλονίκη, Πύλο, Καβάλα, Ίσθμια, Χανιά, Αλεξανδρούπολη, Λήμνο, Χίο, Ρόδο, Πρέβεζα, Ζάκυνθο, Κέρκυρα, Ηγουμενίτσα, Ηράκλειο, Μυτιλήνη, Λαύριο, Θήρα και Σάμο (εικόνα). Οι σταθμοί αυτοί υπάγονται διοικητικά στις Λιμενικές Αρχές, στελεχώνονται με εκπαιδευμένο προσωπικό, είναι εφοδιασμένοι με τα κατάλληλα μέσα και υλικά, ώστε να είναι δυνατή η άμεση επέμβαση και αντιμετώπιση ενός περιστατικού ρύπανσης της θάλασσας δεδομένου ότι ο χρόνος αποτελεί κρίσιμο παράγοντα.



Εικόνα 7.1: Χάρτης με τους Περιφερειακούς Σταθμούς Καταπολέμησης Ρύπανσης (ΠΣΚΡ).

Η διασφάλιση ικανοποιητικού βαθμού επιχειρησιακής ετοιμότητας του μηχανισμού αντιμετώπισης περιστατικών ρύπανσης της θάλασσας και των ακτών από πετρέλαια και άλλες επιβλαβείς ουσίες επιτυγχάνεται με την εκτέλεση τακτικών ασκήσεων και συχνή εκπαίδευση των χειριστών του εξοπλισμού σε θέματα λειτουργίας, συντήρησης και μακροχρόνιας αποθήκευσής του.

Πέραν των τακτικών ασκήσεων, επιβάλλεται να διενεργούνται περιοδικά και ασκήσεις επικοινωνιών, με μέριμνα των τοπικών συντονιστών, για προσομοίωση των ενεργειών αντιμετώπισης κηλίδας, με τέτοιο τρόπο ώστε να ελέγχεται ο χρόνος απόκρισης και ο βαθμός συμμετοχής των συνεργαζομένων φορέων δημόσιου και ιδιωτικού φορέα κατά τις διαδοχικές φάσεις της άσκησης, καθώς η αποτελεσματική αντιμετώπιση μεγάλης έκτασης ρύπανσης της θάλασσας και των ακτών από πετρέλαιο, η οποία στοχεύει στην προάσπιση της δημόσιας υγείας, της αισθητικής αξίας των παράκτιων περιοχών, της τουριστικής βιομηχανίας, των αλιευτικών πόρων και της βιοποικιλότητας, επιτυγχάνεται με την συνεργασία των φορέων του ευρύτερου δημόσιου τομέα και των ενόπλων δυνάμεων καθώς και των ιδιωτικών επιχειρήσεων εκτέλεσης θαλάσσιων μεταφορών, υποθαλάσσιων εργασιών, εργασιών επιθαλάσσιας αρωγής - ρυμούλκησης - ναυαγιάιρησης και καταπολέμησης ρύπανσης.

Μετά το πέρας των ως άνω ασκήσεων διενεργείται με μέριμνα του τοπικού συντονιστή αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους, για διαπίστωση δυσλειτουργιών, προκειμένου αυτές στη συνέχεια να αποφευχθούν μέσω αναθεώρησης και βελτίωσης του σχεδιασμού και την καταχώριση των συνακόλουθων μεταβολών στα σχετικά παραρτήματα στοιχείων και πληροφοριών (βάσεις δεδομένων: ευρετήρια και πίνακες) του τοπικού σχεδίου της Λιμενικής Αρχής.

Η διενέργεια ασκήσεων μεγάλης έκτασης με πραγματική ενεργοποίηση του διαθέσιμου εξοπλισμού καταπολέμησης της ρύπανσης είναι καθοριστικής σημασίας για την διαπίστωση της άρτιας συνάρθρωσης των αναλαμβανομένων δράσεων από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς.

Ωστόσο, συνιστάται και ο περιοδικός έλεγχος καλής λειτουργίας του δικτύου επικοινωνιών των επιμέρους συντονιστών και υπευθύνων, των μελών της ομάδας σχεδίασης και του τοπικού συντονιστή της Λιμενικής Αρχής, ιδιαίτερα προτού εκτελεστούν ασκήσεις προσομοίωσης καταπολέμησης ρύπανσης μεγάλης κλίμακας.

Προκειμένου οι εμπλεκόμενοι με την καταπολέμηση φορείς να επιτελούν απερίσπαστοι το έργο τους και να αποφεύγεται η κυκλοφοριακή συγκέντρωση στις πληγείσες περιοχές, απαραίτητη είναι η ενημέρωση της κοινής γνώμης. Στις περιπτώσεις περιστατικών ρύπανσης μικρής έκτασης, γίνεται μέσω των τοπικών Μέσων Μαζικής

Ενημέρωσης (ΜΜΕ), σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στα τοπικά σχέδια έκτακτης ανάγκης, ενώ κατά την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης μεγάλης έκτασης, η ενημέρωση των εκπροσώπων του Τύπου, του Ραδιοφώνου και της Τηλεόρασης διενεργείται αποκλειστικά μέσω του Γραφείου Επικοινωνίας και Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης / ΥΕΝΑΝΠ, το οποίο μεριμνά για την έκδοση και διανομή τακτικών δελτίων και κατάλληλου ενημερωτικού ραδιοτηλεοπτικού υλικού που υποβάλλεται έγκαιρα και στο Υπουργείο Τύπου και αφορά στις εξελίξεις του περιστατικού.

Αρμόδιο τμήμα της ΔΠΘΠ/ΥΕΝΑΝΠ τηρεί ευρετήρια για άμεση κινητοποίηση, εφόσον απαιτηθεί, των μελών της Κεντρικής Συμβουλευτικής Επιτροπής, των υπευθύνων περιβάλλοντος των διυλιστηρίων, των παράκτιων μονάδων διακίνησης υδρογονανθράκων, των εγκαταστάσεων εξόρυξης πετρελαίου μακριά από τις ακτές, των μεγάλων βιομηχανικών εγκαταστάσεων όπου προσεγγίζουν πλοία για την εκτέλεση εμπορικών πράξεων, των μεγάλων ναυπηγοεπισκευαστικών μονάδων, των φορέων διοίκησης των λιμένων εθνικής σημασίας, των φορέων διαχείρισης ειδικά προστατευόμενων περιοχών, όπως θαλάσσιων πάρκων, των εξειδικευμένων επιχειρήσεων παροχής υπηρεσιών ναυαγιάρεσης, ρυμούλκησης και εκτέλεσης υποθαλάσσιων εργασιών, των αναγνωρισμένων επιχειρήσεων καταπολέμησης ρύπανσης της θάλασσας και των κατασκευαστών εξοπλισμού απορρύπανσης. Παράλληλα το ίδιο τμήμα μεριμνά για τον έλεγχο, την έγκριση, την ενημέρωση και την τροποποίηση των σχεδίων έκτακτης ανάγκης των Λιμενικών Αρχών της Χώρας.

Ο Εθνικός Συντονιστής, βάσει του Πρωτοκόλλου που αφορά στη συνεργασία για την καταπολέμηση της ρύπανσης της Μεσογείου από πετρέλαιο ή άλλες επιβλαβείς ουσίες σε περιπτώσεις επείγουσας ανάγκης (Ν.3497/2006,ΦΕΚ Α 219/13.10.2006) ενημερώνει τις αρμόδιες εθνικές αρχές των κρατών-μερών στην υπόψη Διεθνή Σύμβαση της Βαρκελώνης απευθείας ή μέσω του Περιφερειακού Κέντρου Άμεσης Επέμβασης για την Αντιμετώπιση της Ρύπανσης της Μεσογείου Θαλάσσης (REMPEC), για όλα τα ατυχήματα που προξενούν ή ενδέχεται να προκαλέσουν ρύπανση της θάλασσας από πετρέλαιο ή άλλες επιβλαβείς ουσίες και στοιχεία σχετικά με την παρουσία, τα χαρακτηριστικά και την έκταση των πετρελαιοκηλίδων, τις εκτιμήσεις του για τις ενέργειες αντιμετώπισης ρύπανσης που αναλήφθηκαν ή συστήνεται να αναληφθούν εκ μέρους του και την εξέλιξη της κατάστασης επείγουσας ανάγκης. Διατηρείται έτσι ένα Σύστημα διεθνών αναφορών περιστατικών επείγουσας ανάγκης.

Στο Π.Δ. 11/2002 παρουσιάζεται αναλυτικό υπόδειγμα Τοπικού Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης όπου αναφέρονται όλες οι ενέργειες που πρέπει να ακολουθηθούν και οι αρμοδιότητες όλων των εμπλεκόμενων μερών, ο εξοπλισμός των συνεργαζομένων

φορέων σε υλικά και μέσα, οι πιθανές πηγές πρόκλησης ρύπανσης στην θαλάσσια περιοχή αναφοράς, οι περιοχές στις οποίες παρατηρείται αυξημένη στατιστική συχνότητα ρύπανσης από πετρέλαιο οι περιοχές απαγόρευσης της χρήσης ουσιών διασκορπισμού πετρελαίου, οι τύποι πετρελαιοειδών και οι ιδιότητές τους, τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες των ειδών πετρελαίου από τα οποία έχει παρατηρηθεί ρύπανση στην περιοχή, τα χαρακτηριστικά της ακτογραμμής και των παραλιών, οι χώροι τελικής νόμιμης διάθεσης καταλοίπων και απορριμμάτων ή αχρήστων υλικών, πίνακας των τηλεπικοινωνιακών δικτύων της Λιμενικής Αρχής, για την αποτελεσματική καταπολέμηση της ρύπανσης από πετρέλαιο, με στόχο την προάσπιση της δημόσιας υγείας, της αισθητικής αξίας των παράκτιων περιοχών, της τουριστικής βιομηχανίας, των αλιευτικών πόρων και της βιοποικιλότητας στην περιοχή.

Βιβλιογραφία

- [7.1] Δικτυακός τόπος: www.yen.gr
- [7.2] Δικτυακός τόπος: <http://lawdb.intrasoftnet.com/nomos>
- [7.3] Δικτυακός τόπος: www.imo.org

8. Μέσα καταπολέμησης της ρύπανσης

Κάθε πολίτης που εντοπίζει ρύπανση της θάλασσας ή των ακτών από πετρέλαιο ή περιστατικό από το οποίο μπορεί να προκληθεί ρύπανση, οφείλει να ενημερώσει το ταχύτερο την τοπική Λιμενική Αρχή, την ΔΠΘΠ ή το ΕΚΣΕΔ στο ΥΕΝΑΝΠ.

Αν άλλη Δημόσια Υπηρεσία ή Οργανισμός ενημερωθεί για το περιστατικό οφείλει αμέσως να ενημερώσει τις ανωτέρω Υπηρεσίες.

Η Λιμενική Αρχή, μόλις ενημερωθεί για το περιστατικό, οφείλει να ενημερώσει άμεσα τον Εθνικό Συντονιστή (την ΔΠΘΠ ή το ΕΚΣΕΔ).

Ο Τοπικός Συντονιστής οφείλει να επιβεβαιώσει σε πρώτη φάση τις σχετικές πληροφορίες το ταχύτερο δυνατόν, κινητοποιώντας τα διαθέσιμα μέσα επιτήρησης και να ενεργεί σύμφωνα με τις οδηγίες του Εθνικού Συντονιστή. Θα πρέπει να αναφέρει προς τον Εθνικό Συντονιστή για το περιστατικό ρύπανσης τις ακόλουθες πληροφορίες, στο βαθμό που είναι αυτές διαθέσιμες και εξακριβωμένες:

1. Στοιχεία παρατηρητή
2. Χρόνο εντοπισμού
3. Στοιχεία της περιοχής
4. Διαστάσεις κηλίδας
5. Περιγραφή χαρακτηριστικών πετρελαίου (χρώμα κλπ)
6. Πληροφορίες για την πηγή πρόκλησης
7. Επικρατούσες καιρικές συνθήκες
8. Αρχική εκτίμηση για το ενδεχόμενο προσβολής ακτών.

Ο Εθνικός Συντονιστής, βάσει των ανωτέρω πληροφοριών και των διαθέσιμων μετεωρολογικών και υδρογραφικών δεδομένων, εκτιμά τη φύση, την έκταση και τις ενδεχόμενες συνέπειες του περιστατικού και, εφόσον απαιτείται, κινητοποιεί τις εμπλεκόμενες Αρχές και τους αρμόδιους φορείς για την έγκαιρη λήψη μέτρων αντιμετώπισης του, βάσει του Εθνικού Σχεδίου αντιμετώπισης ρύπανσης.

Εφόσον το περιστατικό δύναται να αντιμετωπισθεί σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο στο πλαίσιο του υφιστάμενου γενικού σχεδιασμού, ενεργοποιούνται τα Σχέδια των εμπλεκόμενων Λιμενικών Αρχών.

Ο Τοπικός Συντονιστής, όταν η πηγή πρόκλησης της ρύπανσης είναι γνωστή, ενημερώνει τον υπαίτιο της ρύπανσης και τους κατά νόμο συνυπευθύνους ή εντεταλμένους και υπενθυμίζει σ' αυτούς την υποχρέωσή τους για την άμεση ανάληψη των απαραίτητων ενεργειών, εργασιών αποτροπής, περιορισμού και καταπολέμησης της ρύπανσης και σε περίπτωση άρνησης ή μη επαρκούς ανταπόκρισής τους, αποφασίζει την

ενεργοποίηση του σχεδίου. Αν ο υπαίτιος είναι άγνωστος, μετά την επιβεβαίωση του περιστατικού, ο Τοπικός Συντονιστής αποφασίζει την ενεργοποίηση του σχεδίου.

Στις περιπτώσεις εκτεταμένων περιστατικών ρύπανσης, συνεπεία ναυτικού ατυχήματος ή εκτάκτου συμβάντος επί του πλοίου, είναι κατά κανόνα γνωστός ο υπαίτιος. Στις λοιπές περιπτώσεις, η μεθοδολογικά ορθή λήψη δειγμάτων, τόσο από τις ρυπογόνες ουσίες που συλλέγονται από την επιφάνεια της θάλασσας ή τις ακτές, όσο και από τις δεξαμενές φορτίου, καυσίμων, καταλοίπων και τους χώρους υδροσυλλεκτών μηχανοστασίου των ύποπτων πλοίων, σύμφωνα με τις σχετικές εγκυκλίους οδηγίες της ΔΠΘΠ/ΥΕΝΑΝΠ, διευκολύνουν την εργαστηριακή ταυτοποίηση των παραβατών και τον εντοπισμό του υπαίτιου πλοίου.

Ο Τοπικός Συντονιστής συνεργάζεται με τους εκπροσώπους του πλοίου ή της ρυπαίνουσας μονάδας και τους ασφαλιστές για την άμεση και αποτελεσματική ανάληψη όλων των απαραίτητων ενεργειών αποτροπής, περιορισμού και καταπολέμησης της ρύπανσης, συντονίζοντας και εποπτεύοντας όλες τις σχετικές εργασίες.

Πριν αποφασίσει τη μέθοδο που θα εφαρμοστεί, ο Τοπικός Συντονιστής συνεκτιμά:

1. Το είδος και την ποσότητα του πετρελαίου που βρίσκεται στην ακτή.
2. Το είδος και τις χρήσεις της ακτής
3. Το βάθος που έχει εισχωρήσει το πετρέλαιο
4. Την δυνατότητα πρόσβασης στην περιοχή από ξηρά και θάλασσα
5. Την πιθανή επίπτωση στο ευρύτερο οικοσύστημα της ακτογραμμής.

Η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί επιλέγεται αφού ληφθούν επιπρόσθετα υπόψη ισχύουσες κατευθυντήριες οδηγίες του Διεθνούς Οργανισμού Ναυτιλίας (IMO), του Περιφερειακού Κέντρου Καταπολέμησης της Ρύπανσης στην Μεσόγειο Θάλασσα (REMPEC) καθώς και οι συστάσεις άλλων διεθνών κέντρων που ασχολούνται με συναφή θέματα.

Οι γενικά αποδεκτές μέθοδοι για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο είναι οι ακόλουθες και επιλέγονται ανάλογα με την περίπτωση:

1. Καμία Ενέργεια (Do nothing strategy)
2. Διακοπή Διαρροής (Stop discharge)
3. Ελάττωση δυναμικότητας πηγής διαρροής (Decrease pollution source strength)
4. Περιορισμός πρόσβασης - Απομάκρυνση πηγών ανάφλεξης (Restrict access – Removal of ignition sources)
5. Μηχανικός εγκλωβισμός - Ανάκτηση πετρελαιοειδών (Mechanical containment – Recovery of the oil spilt)

6. Μηχανική διασπορά (Mechanical dispersion)
7. Χημικός διασκορπισμός (Chemical dispersion)
8. Προστασία ευαίσθητων περιοχών (Protection of particularly sensitive areas)
9. Καθαρισμός ρυπανθείσας ακτογραμμής (Shore clean up):
 - (α) Μηχανικός και/ή χειρονακτικός καθαρισμός ακτής (Mechanical and/or Manual clean up)
 - (β) Εγκλωβισμός στην ακτογραμμή (Containment on land)
 - (γ) Απομάκρυνση με σύστημα δημιουργίας κενού (Removal with vacuum unit)
 - (δ) Χρήση απορροφητικών / προσκολλητικών υλικών (Use of absorbents/adsorbents)

Πριν δοθούν εντολές για την εκτέλεση κάθε είδους εργασιών καταπολέμησης, ο Τοπικός Συντονιστής εξετάζει την κατάσταση με κριτήρια την ασφάλεια του προσωπικού, την διασφάλιση της παρουσίας και την προστασία του περιβάλλοντος.

Η αποτελεσματικότητα των εργασιών καταπολέμησης και καθαρισμού εξαρτάται κυρίως από την επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού και υλικών για τον συγκεκριμένο τύπο πετρελαίου και τις επικρατούσες συνθήκες στην περιοχή της κηλίδας. Κάθε τύπος εξοπλισμού και κάθε υλικό έχει διαφορετική συμπεριφορά στις διάφορες καιρικές συνθήκες, στα θαλάσσια ρεύματα και στον άνεμο.

Παράλληλα, για την σωστή εκτίμηση της ρύπανσης και της αποτελεσματικότητας των εργασιών καταπολέμησης που αναλαμβάνονται, πρέπει να διενεργείται συνεχής επιτήρηση, καταγραφή επί χάρτου της κατάστασης και προσπάθεια πρόβλεψης της κίνησης και της συμπεριφοράς της κηλίδας. Οποτεδήποτε είναι δυνατό, δίνεται προτεραιότητα στην από αέρος επιτήρηση με αεροσκάφη ή ελικόπτερα του Λιμενικού Σώματος (Λ.Σ.), του ΓΕΑ και των λοιπών Κλάδων των Ενόπλων Δυνάμεων ή και ιδιωτών κατόπιν συνεννόησης με τον Εθνικό Συντονιστή. Η υποτύπωση της κίνησης και της συμπεριφοράς της κηλίδας παρακολουθείται παράλληλα και από πλωτά μέσα σε συνεργασία με τα διατιθέμενα εναέρια μέσα επιτήρησης.

Η εκτίμηση της κατάστασης γίνεται από την Ομάδα Σχεδίασης με βάση τις ιδιότητες του διαρρεύσαντος πετρελαίου, τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες (άνεμο, ρεύματα, θερμοκρασίες κλπ), τις αναφορές από τα πλωτά και εναέρια μέσα επιτήρησης για τη θέση και την κατάσταση της κηλίδας και επικαιροποιείται διαρκώς ενσωματώνοντας όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες. Για την διαπίστωση των ιδιοτήτων του πετρελαίου και την παρακολούθηση της συμπεριφοράς του, εφόσον κριθεί αναγκαίο, λαμβάνονται δείγματα που αποστέλλονται για εξέταση στο πλησιέστερο Κρατικό Εργαστήριο.

Οι περιπτώσεις στις οποίες δεν γίνεται καμία ενέργεια αφορούν περιστατικά όπου λόγω των δυσμενών επικρατούντων καιρικών συνθηκών, όπως θαλασσοταραχή και ισχυροί άνεμοι, δεν είναι δυνατή η επέμβαση και συνεπώς συντελείτε φυσικός διασκορπισμός του πετρελαίου.

Στις περιπτώσεις, όπου οι καιρικές συνθήκες επιτρέπουν την επέμβαση, ο εγκλωβισμός του πετρελαίου και ο περιορισμός της εξάπλωσής του εξετάζονται παράλληλα με τη δυνατότητα απομάκρυνσης της πηγής ρύπανσης, εφόσον αυτό είναι εφικτό.

Στις περιπτώσεις εκδήλωσης ναυτικών ατυχημάτων υφίσταται συνήθως κίνδυνος ρύπανσης ως συνέπεια της κατάστασης του πλοίου και της ενδεχόμενης διαρροής πετρελαίου από τις δεξαμενές φορτίου ή τις δεξαμενές καυσίμων του πλοίου.

Για το λόγο αυτό λαμβάνονται μέτρα επιθαλάσσιας αρωγής και μετάγγισης φορτίου πετρελαίου. Υποδεικνύονται στον πλοίαρχο ασφαλή αγκυροβόλια ή λιμένες καταφυγής, όπου είναι δυνατή η ασφαλής εκτέλεση εργασιών μετάγγισης φορτίου, καθαρισμού δεξαμενών ή προσωρινών επισκευών. Με τη μετάγγιση, έστω μέρους, του φορτίου σε άλλο κατάλληλο δεξαμενόπλοιο, επιτυγχάνεται ο περιορισμός διαρροής περαιτέρω ποσότητας πετρελαίου στη θάλασσα και ελάττωση του βυθίσματος του υπό κινδύνου πλοίου αποτρέποντας τη βύθισή του.

Συγκεκριμένες περιοχές χαρακτηρίζονται ως ασφαλής περιοχές καταφυγής βάσει των καιρικών συνθηκών (άνεμος, κυματισμός), της απουσίας ναυτιλιακού κινδύνου (καλώδια, ναυάγια) ή περιοχών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, της μορφολογίας και της ποιότητας του βυθού, της απουσίας ή και γειτνίασης με ιδιαίτερα ευαίσθητες περιοχές και περιοχές μεγάλου οικονομικού και κοινωνικού ενδιαφέροντος, της προσβασιμότητας, ώστε να είναι δυνατή η πλήρης εκμετάλλευση όλου του διαθέσιμου εξοπλισμού ανάκτησης και μετάγγισης φορτίου και καυσίμων αλλά και κάθε είδους ρυπογόνων ουσιών, της δυνατότητας άμεσης μεταφοράς μέσων, υλικών και εξοπλισμού απορρύπανσης από άλλες περιοχές, της δυνατότητας μεταφοράς υλικών επισκευής υφιστάμενων ζημιών, της ενδεχόμενης ύπαρξης λιμενικών διευκολύνσεων (αγκυροβόλια, ναύδετα κλπ) και της ενδεχόμενης ύπαρξης στην περιοχή επισκευαστικών μονάδων.

Επισημαίνεται ότι η περιοχή καταφυγής δεν θα πρέπει να θεωρείται η περιοχή επισκευών του πλοίου, αλλά η περιοχή στην οποία μπορεί να προσφερθεί βοήθεια, ώστε να σταθεροποιηθεί η κατάστασή του και να πλεύσει στη συνέχεια ασφαλώς σε επισκευαστική ζώνη, εντός ή εκτός της χώρας.

Ο σκοπός εγκλωβισμού του πετρελαίου είναι ο περιορισμός της εξάπλωσής του και η διευκόλυνση της περισυλλογής του, γι' αυτό και αυτές οι δύο συγκεκριμένες

εργασίες σχεδιάζονται παράλληλα, με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητικός ρυθμός ανάκτησης των πετρελαιοειδών που έχουν διαφύγει στο περιβάλλον.

Ο εγκλωβισμός της κηλίδας εκτελείται από την ομάδα φραγμάτων, που ανήκει στις επιχειρησιακές ομάδες, με την τοποθέτηση πλωτών φραγμάτων (booms). Η περισυλλογή του εγκλωβισμένου πετρελαίου εκτελείται από τις επιχειρησιακές ομάδες επέμβασης που χρησιμοποιούν συσκευές ανάκτησης πετρελαιοειδών (skimmers, αντλίες κλπ) διαφόρων τύπων.

Ο εγκλωβισμός της κηλίδας με την τοποθέτηση πλωτών φραγμάτων και η ανάκτησή του αποτελούν ενέργειες ενάντιες στη φυσική τάση του πετρελαίου να εξαπλώνεται υπό την επίδραση του ανέμου, των κυμάτων και των ρευμάτων (Εικόνα 8.1). Σε ταραχώδεις θάλασσες, μία μεγάλη σε έκταση κηλίδα με μικρό ιξώδες, όπως τα ελαφριά (light) ή μεσαία (medium) κλάσματα αργού πετρελαίου, μπορεί να διασκορπιστεί σε έκταση πολλών χιλιομέτρων, σε διάστημα μόνο λίγων ωρών. Τα συστήματα ανάκτησης πετρελαίου συνήθως έχουν περιορισμένο πλάτος μερικών μέτρων και κινούνται με μικρή ταχύτητα καθώς ανακτούν το πετρέλαιο. Έτσι, ακόμα και αν τοποθετηθούν και τεθούν σε λειτουργία σχετικά γρήγορα, σε διάστημα λίγων ωρών, δεν είναι εφικτός ο εγκλωβισμός και η ανάκτηση της γρήγορα εξαπλωμένης κηλίδας, παρά μόνο μέρους της. Στην πράξη, επιτυγχάνεται ο εγκλωβισμός και η ανάκτηση μικρής ποσότητας πετρελαίου, η οποία συνήθως αντιστοιχεί στο 10-15 % ή και μικρότερης, της συνολικής διαφυγούσας ποσότητας.



Εικόνα 8.1: Εγκλωβισμός και περιορισμός εξάπλωσης κηλίδας.

Δυσκολία επίσης παρατηρείται κατά την τοποθέτηση των πλωτών φραγμάτων και των συσκευών ανάκτησης, στην κατεύθυνση των πλοίων, που μεταφέρουν των εν λόγω εξοπλισμό, στα σημεία όπου το πετρέλαιο εμφανίζει το μεγαλύτερο πάχος (Εικόνα 8.2). Στόχος είναι πάντα η ανάκτηση της μεγαλύτερης δυνατής ποσότητας και σε περιοχές απ' όπου η άμεση απομάκρυνση του πετρελαίου μειώνει την πιθανότητα προσβολής άλλων

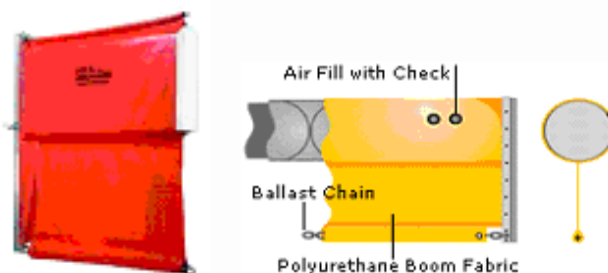
ευαίσθητων περιοχών και ακτογραμμών από το πετρέλαιο. Καθώς το πετρέλαιο αποχρωματίζεται και αυξάνει το ιξώδες του, ο εξοπλισμός εγκλωβισμού και ανάκτησης πρέπει να διαφοροποιείται και να προσαρμόζεται, να χρησιμοποιούνται δηλαδή διαφορετικοί τύποι αντλιών και συσκευών ανάκτησης ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του πετρελαίου την εκάστοτε στιγμή.



Εικόνα 8.2: Ρυμούλκηση πλωτών φραγμάτων (booms).

Τα πλωτά φράγματα, αν και εμφανίζονται σε διάφορους τύπους (Εικόνα 8.3), αποτελούνται εν γένει από τα εξής τμήματα:

- Ένα τοίχωμα που υψώνεται πάνω από τη στάθμη του νερού και το οποίο αποτρέπει τη διαφυγή του εγκλωβισμένου πετρελαίου πάνω από το φράγμα με την επίδραση των κυμάτων.
- Μία συσκευή επίπλευσης
- Μία ποδιά κάτω από τη στάθμη του νερού η οποία εγκλωβίζει το πετρέλαιο και περιορίζει την ποσότητα του πετρελαίου που μπορεί να διαφύγει κάτω από το φράγμα.
- Μία αλυσίδα ή ένα καλώδιο κατά μήκος του κάτω μέρους της ποδιάς για την αντίσταση του φράγματος στη δράση του ανέμου και των κυμάτων, εξασφαλίζοντας παράλληλα την ισορροπία του φράγματος και την μη ανατροπή του πυθμένα της ποδιάς.



Εικόνα 8.3: Διάφοροι τύποι πλωτών φραγμάτων.

Οι διαθέσιμοι τύποι πλωτών φραγμάτων είναι πολλοί. Ο τύπος φράχτη αποτελείται από ψηλό τοίχωμα και επίπεδο μέσο επίπλευσης, είναι λιγότερο αποτελεσματικός σε ταραχώδεις θάλασσες, όπου η δράση του ανέμου και των κυμάτων μπορεί να ανατρέψει το φράγμα. Ο τύπος κουρτίνας έχει κυκλικό μέσο επίπλευσης και συνεχή ποδιά (skirt) και είναι αρκετά αποτελεσματικός σε ταραχώδεις θάλασσες, όμως είναι πιο δύσκολος ο καθαρισμός και η φύλαξή του συγκριτικά με τον τύπο φράχτη. Ο τύπος αέρος είναι εύκολος στον καθαρισμό και τη φύλαξη και είναι αποτελεσματικός σε ταραχώδεις θάλασσες, έχει μεγαλύτερο όμως κόστος, είναι περισσότερο πολύπλοκος στη χρήση και σπάει και ξεφουσκώνει εύκολα, δηλαδή έχει μεγάλη φθορά.



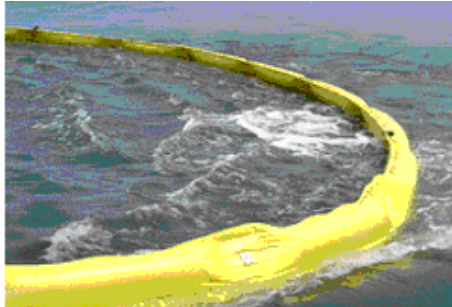
Εικόνα 8.4: Μεταφορά πλωτών φραγμάτων στην ακτή.



Εικόνα 8.5: Φύλαξη των πλωτών φραγμάτων.

Γενικά όλοι οι τύποι πλωτών φραγμάτων επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τις επικρατούσες συνθήκες στην επιφάνεια του νερού (Εικόνα 8.6). Όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος των κυμάτων, τόσο λιγότερο αποτελεσματικά είναι τα πλωτά φράγματα. Ο άνεμος, τα ρεύματα και τα κύματα μειώνουν σημαντικά την ικανότητα των πλωτών φραγμάτων να εγκλωβίσουν το πετρέλαιο και των συσκευών ανάκτησης να ανακτήσουν το πετρέλαιο. Στην πράξη, ο εγκλωβισμός και η ανάκτηση του πετρελαίου είναι αποτελεσματικοί σε

ήπιες καιρικές συνθήκες όπου η θάλασσα είναι ήρεμη. Η χρήση πλωτών φραγμάτων δεν θα έχει αποτέλεσμα αν το ύψος των κυμάτων ξεπερνά το 1m ή η ταχύτητα των ρευμάτων είναι μεγαλύτερη 1 κόμβου/ώρα.



Εικόνα 8.6: Η τοποθέτηση πλωτών φραγμάτων σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες.

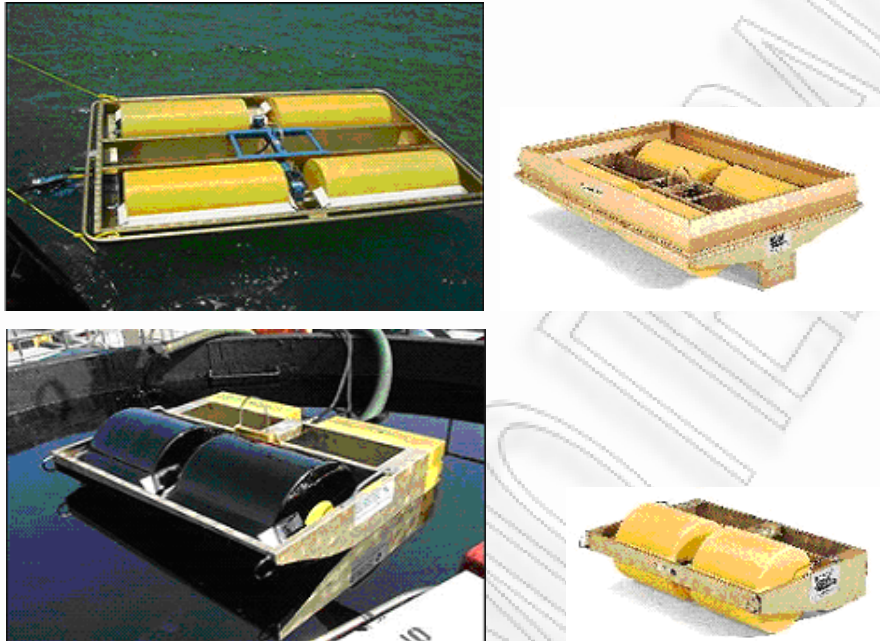
Είναι απαραίτητο να παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή, τόσο στις δυνάμεις αντίστασης που αναπτύσσονται κατά τη ρυμούλκησή τους για την τοποθέτησή τους στο νερό, όσο και στην κακή μεταχείριση, καθώς το μεγαλύτερο, μέρος του προσωπικού είναι εθελοντές, χωρίς εμπειρία και ειδική εκπαίδευση. Η ευκολία και η ταχύτητα στην τοποθέτηση αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες στην επιλογή του κατάλληλου τύπου, δεδομένου ότι η επικρατούσες συνθήκες αλλάζουν εξαιρετικά γρήγορα. Ωστόσο, υπάρχουν πρακτικοί περιορισμοί σχετικά με την αντοχή, τη ρυμούλκησή τους στο νερό και το βάρος τους, ώστε πλωτά φράγματα μόνο σχετικά μικρού μήκους, από 10 έως μερικές εκατοντάδες μέτρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην πραγματικότητα. Η ρυμούλκηση φραγμάτων σε μορφή U ή J, είναι εξαιρετικά δύσκολη και απαιτεί ειδικά σκάφη (Εικόνα 8.7).



Εικόνα 8.7: Ρυμούλκηση πλωτών φραγμάτων σε μορφή J.

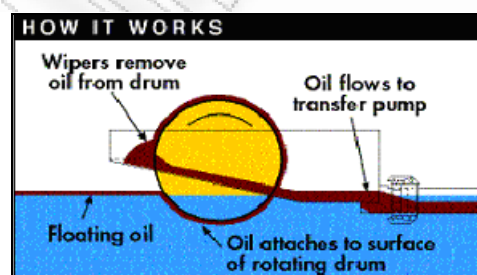
Η ανάκτηση του πετρελαίου με μηχανικά μέσα, έπειτα από τον εγκλωβισμό του, γίνεται είτε με πλωτά σκάφη με δυνατότητες περισυλλογής και αποθήκευσης τόσο πετρελαιοειδών, όσο και απορριμμάτων, είτε με μικρότερες φορητές συσκευές ελαιοσυλλογής που ονομάζονται skimmers (Εικόνα 8.8). Οι φορητές συσκευές ελαιοσυλλογής αποτελούν συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση

πετρελαίου από την επιφάνεια της θάλασσας και λειτουργούν με διάφορους τρόπους. Είτε με ελαιόφιλα στοιχεία, δηλαδή στοιχεία στα οποία κολλάει το πετρέλαιο, είτε με ένα απλό χείλος, το οποίο βοηθά στην επιφανειακή άντληση.



Εικόνα 8.8: Διάφοροι τύποι συσκευών ανάκτησης skimmers.

Στην περίπτωση των skimmers με ελαιόφιλα στοιχεία, το πετρέλαιο κολλά σ' αυτά και στη συνέχεια με τη βοήθεια αντλίας καταλήγει σε δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης. Αναλυτικά στην εικόνα 8.9 παρουσιάζεται η λειτουργία τους.



Εικόνα 8.9: Ο τρόπος λειτουργίας των skimmers με ελαιόφιλα στοιχεία.

Ανεξαρτήτως του τύπου της συσκευής ανάκτησης που θα χρησιμοποιηθεί, αναγκαία είναι η ύπαρξη επαρκών μέσων προσωρινής αποθήκευσής του. Τα μέσα αποθήκευσης θα πρέπει να παρουσιάζουν ευκολία στη χρήση και στο άδειασμα ώστε να μπορούν να χρησιμοποιούνται επανειλημμένως. Τέτοια μέσα είναι φορηγίδες και φορητές δεξαμενές που μπορούν να βρίσκονται πάνω σε πλοία. Σε περιπτώσεις ανάκτησης τύπων πετρελαίου μεγάλου ιξώδους, μπορεί να απαιτείται η θέρμανση των δεξαμενών προσωρινής αποθήκευσής τους πριν το άδειασμά τους.

Καθώς οι συσκευές ανάκτησης επιπλέουν στο νερό, επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό, ομοίως με τα πλωτά φράγματα, από τη δράση του ανέμου, των κυμάτων και των ρευμάτων. Όταν πνέουν άνεμοι μικρής ταχύτητας και ο κυματισμός του νερού είναι μικρός, οι συσκευές ανάκτησης τείνουν να ανακτούν περισσότερο νερό, παρά πετρέλαιο. Σε ήρεμα νερά, η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από το ιξώδες του πετρελαίου και αν ο συγκεκριμένος τύπος συσκευής που έχει επιλεγεί είναι κατάλληλος για τον αντίστοιχο τύπο πετρελαίου. Η παρουσία φυκιών, θαλάσσιας βλάστησης, κλαδιών, ξύλων, αλλά και πλαστικών και γυαλιού μειώνει επίσης την αποτελεσματικότητά τους. Απαραίτητη η τοποθέτηση ειδικού πλέγματος στο χείλος των συσκευών απ' όπου προσροφάτε το νερό με το πετρέλαιο, για τη συγκράτηση κάθε είδους ξένου σώματος εκτός της συσκευής ανάκτησης. Ο καθαρισμός του πλέγματος αυτού θα πρέπει να είναι συχνός. Περιοχές όπου η ύπαρξη ξένων σωμάτων στο νερό είναι συνήθης είναι κοντά σε αστικά κέντρα και εκβολές ποταμών.

Μετά την ολοκλήρωση της ανάκτησης του πετρελαίου, ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε, πλωτά φράγματα και συσκευές ανάκτησης, οφείλουν να ρυμουλκηθούν, να καθαριστούν και να αποθηκευτούν έτοιμα για άμεση χρήση στην επόμενη πετρελαιοκηλίδα. Ο εξοπλισμός θα πρέπει να επιθεωρείται συχνά για τη διαπίστωση της καταλληλότητάς του.

Αν οι καιρικές συνθήκες το επιτρέπουν οι εργασίες εγκλωβισμού και ανάκτησης του πετρελαίου εκτελούνται στην θάλασσα, διαφορετικά κατά μήκος των ακτών.

Η επιχείρηση εγκλωβισμού και περισυλλογής αρχίζει αφού έχουν εξασφαλισθεί προηγουμένως οι χερσαίοι χώροι προσωρινής αποθήκευσης και τα πλωτά και χερσαία μέσα μεταφοράς των ανακτωμένων ποσοτήτων πετρελαιοειδών.

Αν υπάρχει κίνδυνος προσβολής των κατά προτεραιότητα προστατευόμενων περιοχών που ορίζονται σε κάθε Τοπικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης, τότε χρησιμοποιούνται πλωτά φράγματα για την εκτροπή του πετρελαίου σε άλλες λιγότερο ευαίσθητες περιοχές.

Αν απειλούνται ταυτοχρόνως περισσότερες από μία ευαίσθητες περιοχές, τότε ο Τοπικός Συντονιστής αποφασίζει σε ποια περιοχή κατά προτεραιότητα θα τοποθετηθεί φράγμα.

Αν ποντισθούν πλωτά φράγματα, είτε για τον εγκλωβισμό της κηλίδας, είτε για την προστασία ευαίσθητων περιοχών, πρέπει να επιτηρούνται συνεχώς από κατάλληλο προσωπικό. Τα φράγματα απομακρύνονται μετά την ολοκλήρωση της ανάκτησης του πετρελαίου από την θάλασσα και μετά από άδεια του Τοπικού Συντονιστή.

Όλες οι αναγκαίες προσαρμογές, αντικαταστάσεις και μικροεπισκευές των φραγμάτων γίνονται κατά το δυνατό επί τόπου από προσωπικό της ομάδας φραγμάτων, καταδυτικών εργασιών και επισκευών.

Χρήση χημικών διασκορπιστικών ουσιών (Χ.Δ.Ο) για την καταπολέμηση της ρύπανσης μπορεί να εκτελεστεί μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις και μόνο ύστερα από άδεια του Τοπικού Συντονιστή.

Ο εγκλωβισμός του διαρρέυσαντος πετρελαίου με πλωτά φράγματα (booms) και η ανάκτησή του στη θάλασσα με τη βοήθεια ειδικών αντλιών και μηχανικών διατάξεων (skimmers) είναι κατά κανόνα προτιμότερη από την χρήση χημικών ουσιών διασκορπισμού της κηλίδας.

Στην περίπτωση του Torrey Canyon, η χρήση Χ.Δ.Ο. ως μέσο καταπολέμησης της ρύπανσης, είχε αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αν και επιτεύχθηκε η διάλυση της κηλίδας και περιορίστηκε η ποσότητα πετρελαίου που έφτασε μέχρι τις ακτές, οι ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν περισσότερο τοξικές από τις χρησιμοποιούμενες σήμερα και σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Οι αρνητικές επιπτώσεις που σχετίζονταν με τη χρήση μεγάλης ποσότητας και τοξικότητας διασκορπιστικών ουσιών φάνηκαν στη συνέχεια, τα επόμενα χρόνια.

Μόνο όταν ο εγκλωβισμός της κηλίδας και η περισυλλογή του επιπλέοντος πετρελαίου είναι αδύνατη, εξετάζεται η δυνατότητα χρήσης Χ.Δ.Ο. με κατάλληλα μέσα, αφού ληφθούν υπόψη οι γενικότερες περιβαλλοντικές συνθήκες και οι σχετικές μόνιμες διαταγές (ΜΕΠΘΠ 16^η). Πριν την απόφαση για χρήση Χ.Δ.Ο. πρέπει να ελεγχθούν τα χαρακτηριστικά του πετρελαίου (ιζώδες, σημείο ροής) και η θερμοκρασία του θαλασσινού νερού και να επιβεβαιωθεί ότι η κηλίδα μπορεί να καταπολεμηθεί με τη μέθοδο αυτή.

Ο ψεκασμός Χ.Δ.Ο. γίνεται μόνο με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού, ενώ γενικά η χρήση των Χ.Δ.Ο. πρέπει κατά κανόνα να αποφεύγεται σε κλειστές θάλασσες και οι παράκτιες περιοχές με χαμηλή υδροδυναμική κυκλοφορία, όπως η Μεσόγειος.

Για την περίπτωση της Μεσογείου, το REMPEC έχει εκδώσει σχετικές οδηγίες (Guidelines for the use of dispersants for combating oil pollution at sea in the

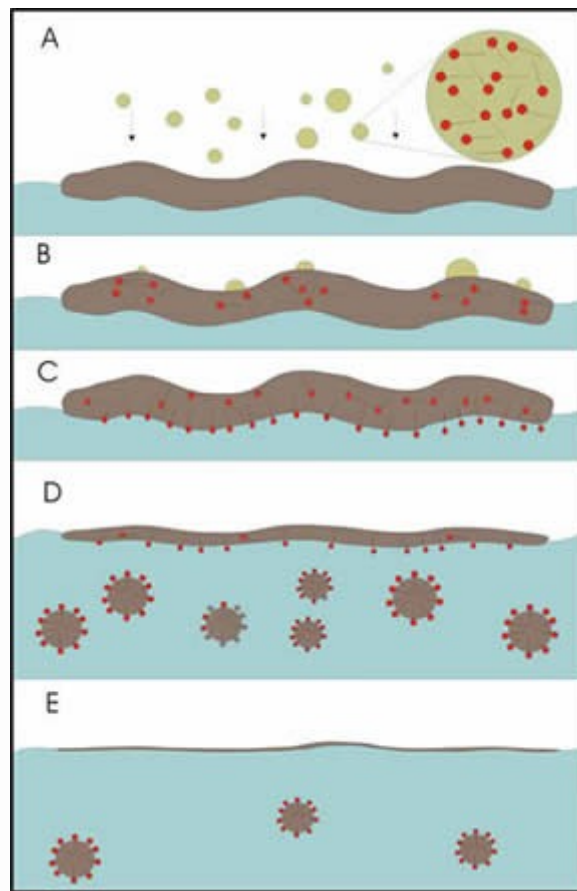
Mediterranean region) για τη χρήση Χ.Δ.Ο. από τις χώρες που την περιβάλλουν. Στις οδηγίες αυτές, οι οποίες είναι διαθέσιμες στο δικτυακό τόπο του REMPEC, αναφέρονται τα χαρακτηριστικά τους, οι τρόποι εφαρμογής τους και οι τύποι των Χ.Δ.Ο., η χρήση των οποίων επιτρέπεται σε κάθε χώρα. Σημειώνεται ότι η διαθέσιμη έκδοση είναι του 1998.

Η φυσική διασπορά του πετρελαίου συμβαίνει με την επίδραση των κυμάτων και των στροβιλισμών του νερού στην επιφάνεια της θάλασσας. Η κηλίδα αρχίζει να διαλύεται και το πετρέλαιο με τη μορφή σταγονιδίων εισέρχεται στην στήλη νερού. Η χρήση χημικών διασκορπιστικών ουσιών (Χ.Δ.Ο.) σκοπό έχει την επιτάχυνση αυτής της φυσικής διεργασίας. Το πετρέλαιο καθώς βρίσκεται στη στήλη νερού με τη μορφή σταγονιδίων, στη συνέχεια βιοαποδομείται από τους μικροοργανισμούς του θαλασσιού περιβάλλοντος. Η χρήση Χ.Δ.Ο. επίσης επιβραδύνει το σχηματισμό γαλακτωμάτων πετρελαίου-νερού.

Τα μόρια των ουσιών αυτών αποτελούνται από ένα ελαιόφιλο μέρος, που δεσμεύει το πετρέλαιο και ένα υδρόφιλο που προσροφά νερό. Όταν Χ.Δ.Ο. ψεκαστούν πάνω σε μία κηλίδα, τα μόριά τους διαπερνούν τη μάζα της και συγκεντρώνονται και κατανέμονται στην επιφάνεια επαφής νερού-πετρελαίου, με τέτοιο τρόπο ώστε το ελαιόφιλο μέρος τους να είναι προσανατολισμένο προς το πετρέλαιο και το υδρόφιλο προς το νερό. Η ύπαρξη των μορίων αυτών στην επιφάνεια επαφής νερού-πετρελαίου μειώνει τις δυνάμεις συνοχής μεταξύ του νερού και της κηλίδας και σε συνδυασμό με τη δράση των κυμάτων, η κηλίδα διαλύεται σε επιμέρους τμήματα και σταγονίδια πετρελαίου καταλήγουν να αιωρούνται στη στήλη νερού. Κάποια από τα μεγαλύτερα σταγονίδια δύναται να βρεθούν και πάλι στην επιφάνεια της θάλασσας. Σχηματικά η δράση των Χ.Δ.Ο. παρουσιάζεται στο σχήμα 8.1. Αν η διασπορά με τη χρήση Χ.Δ.Ο. είναι επιτυχής, μία κηλίδα χρώματος καφέ παρουσιάζεται να βυθίζεται αργά, λίγα λεπτά μετά τη χρήση των Χ.Δ.Ο.

Όταν οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες δεν επιτρέπουν την εφαρμογή άλλων μεθόδων ή ο αριθμός των μέσων καταπολέμησης είναι περιορισμένος, η χρήση Χ.Δ.Ο. ίσως είναι η μόνη λύση. Ωστόσο, στη χρήση τους υπάρχουν περιορισμοί. Οι Χ.Δ.Ο. είναι ικανές για τη διασπορά κυρίως των ελαφρών κλασμάτων πετρελαίου και των γαλακτωμάτων πετρελαίου με ιξώδες όμοιο με αυτό των μεσαίων κλασμάτων πετρελαίου στους 10-20°C. Η χρήση τους δεν ενδείκνυται για τύπους πετρελαίου με μεγάλο ιξώδες ή που το σημείο ροής τους να είναι κοντά ή μεγαλύτερο της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Οι τύποι αυτοί πετρελαίου υφίστανται φυσική διασπορά μέχρι ενός σημείου, καθώς με την πάροδο του χρόνου το ιξώδες τους μεγαλώνει ως αποτέλεσμα της εξάτμισης και γαλακτωματοποίησης και η περαιτέρω φυσική διασπορά δεν είναι δυνατή. Η δυνατότητα δράσης των Χ.Δ.Ο. σε ένα τύπο πετρελαίου είναι συναρτήσεως διαφόρων

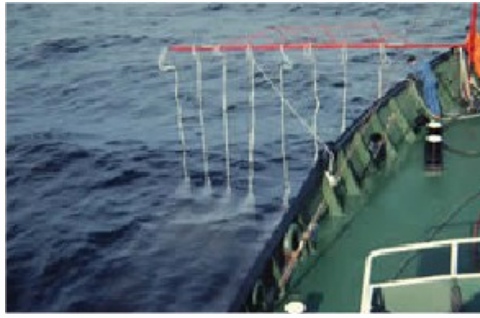
παραγόντων, όπως η κατάσταση της θάλασσας (ταραγμένη, ήρεμη κλπ) και η θερμοκρασία του νερού.



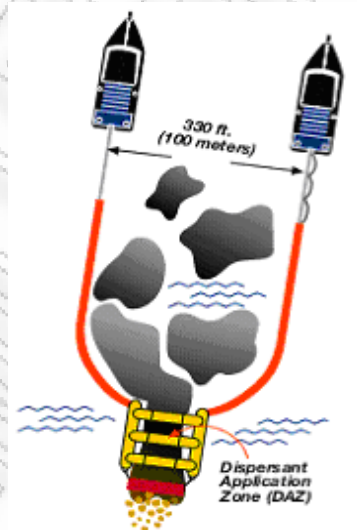
Σχήμα 8.1: Απεικόνιση της δράσης των Χ.Δ.Ο. σε κηλίδα πετρελαίου.

Η χρήση των Χ.Δ.Ο. μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους. Συνήθως, ο ψεκασμός των Χ.Δ.Ο. από εγκαταστάσεις που βρίσκονται πάνω σε πλοία ενδείκνυται στην περίπτωση μικρών κηλίδων σε λιμάνια ή κλειστές περιοχές (Εικόνες 8.10, 8.11). Κατάλληλα εξοπλισμένα αεροπλάνα και ελικόπτερα αναλαμβάνουν τον ψεκασμό σε περιπτώσεις μεγάλων κηλίδων σε ανοιχτά νερά και μικρότερων κηλίδων ανοιχτά παράκτιων περιοχών (Εικόνα 8.12).

Ασχέτως από τον τρόπο με τον οποίο θα ψεκαστούν, σημαντικός παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της χρήσης τους είναι το μέγεθος του σταγονιδίου της διασκορπιστικής ουσίας. Θα πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να μην παρασύρεται από τον άνεμο και τα κύματα και να μην εξατμίζεται εύκολα, αλλά συγχρόνως να μπορεί να διαπερνά τη μάζα της κηλίδας.



Εικόνα 8.10: Ψεκασμός Χ.Δ.Ο. από πλοία.



Εικόνα 8.11: Τρόπος ψεκασμού Χ.Δ.Ο. σε συνδυασμό με τη χρήση πλωτών φραγμάτων.



Εικόνα 8.12: Ψεκασμός Χ.Δ.Ο. από ελικόπτερο σε ανοιχτή περιοχή.

Στην περίπτωση καθαρισμού των ακτών ο Τοπικός Συντονιστής αποφασίζει για την μέθοδο που θα εφαρμοστεί και την έκταση του καθαρισμού που θα εκτελεστεί λαμβάνοντας υπόψη τις πληροφορίες που περιέχονται στο Εγχειρίδιο Καταπολέμησης Ρύπανσης (Ε.Κ.Ρ) του Τοπικού Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης (L.C.P.).

Η ακριβής εικόνα και ο βαθμός προσβολής των ακτογραμμών διαπιστώνεται μόνον κατόπιν επιτόπιας εξέτασης και ελέγχου των ακτών για την ανίχνευση πετρελαίου στο υπόστρωμα των παραλίων.

Οι εργασίες καθαρισμού των ακτών αναλαμβάνονται όταν έχει ολοκληρωθεί σε σημαντικό ποσοστό η ανάκτηση του πετρελαίου από την θάλασσα και δεν υπάρχει σοβαρός κίνδυνος νέας προσβολής αυτών.

Ο καθαρισμός ακτών και η απομάκρυνση του συγκεντρωμένου πετρελαίου από τις ακτές των φυσικών κολπίσκων, λιμενίσκων και όρμων εκτελείται κυρίως από τους συναρμόδιους ΟΤΑ και τα Λιμενικά Ταμεία της περιοχής του συμβάντος με οργάνωση συνεργειών εργατο-τεχνιτών, οι οποίοι υποστηρίζονται από κατάλληλα μηχανήματα έργου (Mechanical clean up) και ειδικό εξοπλισμό ανάκτησης (αντλίες κενού-Removal with vacuum unit, απορροφητικά υλικά-Use of absorbents/adsorbents κλπ) βάσει των σχετικών οδηγιών του ισχύοντος Εγχειριδίου Καταπολέμησης Ρύπανσης. Προτιμότερο βέβαια είναι, ο καθαρισμός των ακτών να γίνεται κυρίως με χειρονακτικά μέσα (manual clean-up), ώστε να έχουμε την μικρότερη δυνατή διατάραξη της ακτής (Εικόνα 8.13). Σε περιπτώσεις που υπάρχουν είτε βράχια, είτε τσιμεντένιες προβλήτες, μπορούμε να έχουμε καθαρισμό με ατμό (Εικόνα 8.14).



Εικόνα 8.13: Χειρονακτικός καθαρισμός κροκάλων στην περίπτωση της κηλίδας από το Hebei Spirit.



Εικόνα 8.14: Καθαρισμός των βράχων με ατμό.

Βάσει των δυσκολιών που μπορούν να υπάρξουν στην καταπολέμηση της ρύπανσης στην ανοιχτή θάλασσα, είναι πολύ πιθανό ποσότητες πετρελαίου να φτάσουν στις ακτές. Η κινητοποίηση για την καταπολέμηση της ρύπανσης στις ακτές πρέπει να είναι άμεση, προτού το πετρέλαιο να αποχρωματιστεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να είναι δύσκολη η αποκόλλησή του από τα βράχια, να αναμιχθεί και να ενσωματωθεί στα ιζήματα και η γενικότερη μετέπειτα απομάκρυνσή του να είναι αδύνατη. Βασικοί παράγοντες για τον επιτυχή καθαρισμό των ακτών είναι η ύπαρξη επαρκούς ανθρώπινου δυναμικού πρόθυμου να βοηθήσει και η καλή οργάνωσή του (Εικόνα 8.15). Είναι γεγονός ότι στα πρώτα στάδια της εκδήλωσης κηλίδας το διαθέσιμο ανθρώπινο δυναμικό είναι περιορισμένο.



Εικόνα 8.15: Καθαρισμός παραλίας της Κορέας μετά το ατύχημα του Hebei Spirit.

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου καθαρισμού εξαρτάται από τον τύπο του πετρελαίου, το μέγεθος της ρύπανσης, τη χρήση της συγκεκριμένης περιοχής, τις οικονομικές επιπτώσεις και την περιβαλλοντική ευαισθησία της περιοχής. Αρχικά επιχειρείται η απομάκρυνση του επιπλέοντος στην επιφάνεια πετρελαίου στην ακτογραμμή, μειώνοντας έτσι τις πιθανότητες σε περίπτωση αλλαγής των καιρικών συνθηκών, π.χ. αλλαγή ανέμου, να παρασυρθεί είτε προς την ανοιχτή θάλασσα, είτε να καταλήξει στην παράκτια ζώνη. Στη συνέχεια απομακρύνονται οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις πετρελαίου και έπειτα, αν και απαιτώντας συνήθως περισσότερο χρόνο, οι μικρότερες συγκεντρώσεις (Εικόνα 8.16). Στην περίπτωση ακτών με άμμο προτιμάται ο καθαρισμός με χειρονακτικά μέσα, παρά με μηχανικά, ώστε να περιοριστεί η συνολική ποσότητα της άμμου που θα απομακρυνθεί από την ακτή. Σε ακτές με βράχια, εκτός του καθαρισμού με ατμό, πολλές φορές γίνονται πλύσεις τους υπό πίεση με θαλασσινό νερό και σε περιπτώσεις που το πετρέλαιο δεν απομακρύνεται εύκολα εφαρμόζονται πλύσεις με

ζεστό νερό ή ρίψεις άμμου. Οι πρακτικές αυτές προσβάλλουν την χλωρίδα και πανίδα των βράχων, γι' αυτό και αποφεύγονται.

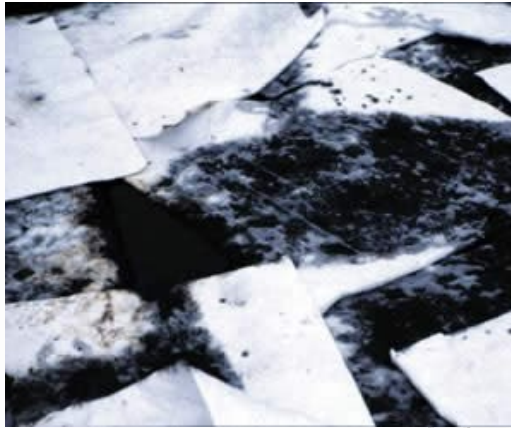


Εικόνα 8.16: Αρχικός καθαρισμός της ακτής για την απομάκρυνση της μεγαλύτερης ποσότητας πετρελαίου.

Απορροφητικά υλικά (sorbent materials) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απορρόφηση πετρελαίου που έχει εκπλυθεί από τα βράχια, ποσοτήτων πετρελαίου που έχουν απομακρυνθεί από άλλες επιφάνειες στις ακτές και γενικά εκεί όπου δεν μπορεί να υπάρξει χρήση άλλων μέσων καταπολέμησης (Εικόνα 8.17). Ωστόσο έχουν τύχει περιστατικά λανθασμένης χρήσης τους, όπως σε περιπτώσεις όπου ο καθαρισμός με χειρωνακτικά μέσα ή με ατμό ήταν καταλληλότερος. Το μειονέκτημά τους είναι ότι η απομάκρυνση τους αφού έχουν δεσμεύσει το πετρέλαιο, η οποία μπορεί να παρουσιάζει μεγαλύτερη δυσκολία από την απομάκρυνση του ίδιου του πετρελαίου στην αρχική του μορφή. Πέρα του ότι μπορούν να μπλοκάρουν άλλα μέσα, π.χ. αντλίες, αν κατά λάθος προσροφηθούν, αυξάνουν τον όγκο των πετρελαιομένων απορριμμάτων και κάποια είδη απορροφητικών υλικών απαιτούν ειδική μετέπειτα απόθεση, αυξάνοντας έτσι το κόστος καθαρισμού.



Εικόνα 8.17: Χρήση απορροφητικών υλικών κατά τον καθαρισμό των ακτών.



Εικόνα 8.18: Απορροφητικά φύλλα για τη δέσμευση του πετρελαίου.



Εικόνα 8.19: Χρήση απορροφητικών υλικών σε μορφή μικρών κόκκων.

Εφόσον η χρήση Χ.Δ.Ο. γίνει αποδεκτή για τον καθαρισμό ακτών από τον Εθνικό Συντονιστή, κάτι που αποφεύγεται, ο ψεκασμός γίνεται από την ομάδα Χ.Δ.Ο. σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή τους και τις σχετικές οδηγίες IMO-UNEP.

Ο Τοπικός Συντονιστής μπορεί να αποφασίζει να μην γίνουν εργασίες καθαρισμού σε κάποια ακτή, αλλά αντίθετα να αφηθεί το πετρέλαιο να αποικοδομηθεί με τη φυσική διαδικασία λόγω της ιδιαίτερης ευαισθησίας της.. Μια τέτοια απόφαση πρέπει να ληφθεί εφόσον οι συνέπειες του καθαρισμού με μηχανικά μέσα είναι δυσμενέστερες από την φυσική αποικοδόμηση του παραμένουτος πετρελαίου, όπως σε λιμνοθάλασσες, υδροβιότοπους κλπ. Έχει αποδειχθεί ότι σε αλυκές ή ακτές με μαγγρόβια βλάστηση, η φυσική διαταραχή που προκαλείται από την επέμβαση των ομάδων και μέσω καθαρισμού έχει σημαντικότερες επιπτώσεις από την ύπαρξη του πετρελαίου και τον σταδιακό αποχρωματισμό του (Εικόνα 8.20).



Εικόνα 8.20: Ρίζες μαγγρόβιας βλάστησης καλυμμένες με πετρέλαιο έπειτα από τη βύθιση του δεξαμενόπλοιου Solar 1 στη Νήσο Guimaras, Φιλιππίνες.

Ο τελικός καθαρισμός των ακτών δεν πρέπει να ξεκινήσει προτού επιτευχθεί η οριστική διακοπή της διαρροής και η σε μεγάλο ποσοστό ανάκτηση του διαρρέυσαντος πετρελαίου και μόνον εφόσον έχει εξασφαλιστεί εκ των προτέρων η διαθεσιμότητα ευκολιών προσωρινής εναπόθεσης και αποθήκευσης, μέσω μεταφοράς και χώρων τελικής διάθεσης των συλλεγμένων πετρελαιοειδών μιγμάτων, απορριμμάτων και πετρελαιομένων ακρήστων υλικών. Είναι σημαντικό η προσωρινή αποθήκευση των διαφόρων μιγμάτων και απορριμμάτων να γίνεται ξεχωριστά βάσει του είδους τους, π.χ. καθαρό πετρέλαιο, πετρελαιομένη άμμος, πετρελαιομένα απορρίμματα, για την εύκολη και γρήγορη τελική τους απόθεση.

Στα τοπικά σχέδια έκτακτης ανάγκης των Λιμενικών Αρχών περιλαμβάνονται στοιχεία για τα μέσα μεταφοράς πετρελαίου και απορριμμάτων που διαθέτουν οι συνεργαζόμενοι φορείς του ευρύτερου δημόσιου και ιδιωτικού τομέα και των συνεργαζόμενων μονάδων των Ενόπλων Δυνάμεων (βυτιοφόρα οχήματα, φορτηγά ανοικτού τύπου, εκσκαφείς, λοιπά μηχανήματα έργου), μέσω των οποίων είναι δυνατόν να μεταφέρονται από τις θέσεις προσωρινής συγκέντρωσής τους τα κατάλοιπα και τα ρυπανθέντα υλικά σε προεπιλεγμένους χώρους ή εγκαταστάσεις τελικής νόμιμης διάθεσής τους, σύμφωνα με τις υποδείξεις των Υπηρεσιών Υγιεινής και Περιβάλλοντος των κατά περίπτωση Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων, στο πλαίσιο του εκάστοτε ισχύοντος περιφερειακού σχεδιασμού διαχείρισης πετρελαιοειδών καταλοίπων, λιπαντελαίων και απορριμμάτων.

Για την αποφυγή επηρεασμού των υπόγειων νερών, τόσο από τις ποσότητες των περισυλλεγμένων απορριμμάτων που έχουν ρυπανθεί από εμμένοντα πετρελαιοειδή, όσο και από τα κατάλοιπα πετρελαίου που ανακτώνται στη θάλασσα ή τις ακτές, προκαθορίζονται στα τοπικά σχέδια έκτακτης ανάγκης των Λιμενικών Αρχών, βάσει των οδηγιών των αρμόδιων Περιφερειακών Υπηρεσιών Περιβάλλοντος, οι θέσεις τελικής

νόμιμης διάθεσης των απορριμμάτων και οι χώροι εκσκαφής τάφρων ή αυτοσχέδιων λάκκων, επιστρωμένων με αδιαπέραστα ισχυρά συνθετικά ελαστικά φύλλα, όπως πολυαιθυλένιο και πολυβινυλοχλωρίδιο, για την διάθεση των περισυλλεγμένων πετρελαιοειδών καταλοίπων σύμφωνα με τις οδηγίες του ισχύοντος Εγχειριδίου Καταπολέμησης Ρύπανσης.

Η διάθεση των πετρελαιοειδών καταλοίπων και απορριμμάτων εκτελείται υπό την εποπτεία των υπευθύνων των χώρων τελικής υποδοχής και αποδεικνύεται από νόμιμα παραστατικά.

Ο συντονισμός των θαλάσσιων και χερσαίων μέσων μεταφοράς γίνεται από τον Υπεύθυνο εργασιών καθαρισμού ακτών, έτσι ώστε να αποφεύγονται καθυστερήσεις ή διακοπή των εργασιών περισυλλογής και να επιτυγχάνεται η ταχεία απομάκρυνση των περισυλλεγμένων πετρελαιοειδών μέσω ορθολογικής εκμετάλλευσης των διατιθέμενων μέσων. Για την άμεση και ανεμπόδιστη μεταφορά των περισυλλεγμένων πετρελαιοειδών, στο οδικό δίκτυο, από τον τόπο συγκέντρωσης μέχρι το τόπο τελικής διάθεσης, γίνονται οι αναγκαίες κυκλοφοριακές παρεμβάσεις και όλα τα απαραίτητα μέτρα σήμανσης και ασφαλείας σε συνεργασία με την Τροχαία.

Η απόφαση για τερματισμό των εργασιών καθαρισμού των ακτών λαμβάνεται από τον τοπικό συντονιστή ή τον επικεφαλής του συντονιστικού κέντρου καταπολέμησης με σύμφωνη γνώμη των εμπλεκόμενων φορέων της Αυτοδιοίκησης, εφόσον περαιτέρω συνέχιση των εργασιών κριθεί από πλευράς αποτελέσματος ατελέσφορη και επιτευχθεί ο επιθυμητός βαθμός καθαρότητας των παραλίων.

Ο επιθυμητός βαθμός αποκατάστασης του περιβάλλοντος στις θαλάσσιες περιοχές και τις ακτές που επηρεάστηκαν από το συμβάν, προσδιορίζεται σε συνεργασία με το ΕΚΘΕ και τους εμπλεκόμενους ΟΤΑ, με συνεκτίμηση τυχόν συστάσεων και οδηγιών των Υπηρεσιών των Υπουργείων Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Ανάπτυξης (τομέας τουρισμού ή βιομηχανίας κατά περίπτωση), Γεωργίας (τομέας αλιείας). Η αποκατάσταση περιλαμβάνει και επεμβάσεις αντικατάστασης υλικών της ακτογραμμής ανάλογα με τον τύπο και το είδος χρήσης της.

Στις περιοχές που προσδιορίζονται στα Τοπικά Σχέδια Έκτακτης Ανάγκης των Λιμενικών Αρχών σαν ευαίσθητες περιοχές αυξημένης ανάγκης προστασίας, απαιτείται κατά κανόνα επιστημονική έρευνα πεδίου για την εκτίμηση των μεσοπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων επιπτώσεων της ρύπανσης στη θαλάσσια ζωή.

Όλος ο εξοπλισμός και τα μέσα καταπολέμησης της ρύπανσης που χρησιμοποιήθηκαν στην επιχείρηση συντηρούνται και καθαρίζονται με περιβαλλοντικά αποδεκτό τρόπο και επιθεωρούνται με ευθύνη των ιδιοκτητών τους, σύμφωνα με τις

οδηγίες των κατασκευαστών, μεταφέρονται δε στους χώρους συνήθους αποθήκευσής τους, όπου παραμένουν σε ετοιμότητα για ενδεχόμενη επαναχρησιμοποίηση.

Βιβλιογραφία

- [8.1] Π.Δ. 11/2002 (ΦΕΚ Α` 6/21.1.2002): Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες.
- [8.2] Υ.Α. 241 1/07/03/ΦΕΚ Β' 850/27-06-2003: Οδηγίες / διαδικασίες για την αντιμετώπιση περιστατικών πλοίων που βρίσκονται σε κατάσταση ανάγκης ή κινδύνου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 20 της Οδηγίας 2002/59 - ορισμός περιοχών καταφυγής.
- [8.3] Δικτυακός τόπος: <http://www.itopf.com>
- [8.4] Δικτυακός τόπος: <http://www.newnaval.com>
- [8.5] Δικτυακός τόπος: <http://www.epa.gov>
- [8.6] Δικτυακός τόπος: <http://www.rempec.org>
- [8.7] Δικτυακός τόπος: <http://www.oilspillcleanup.com>
- [8.8] Δικτυακός τόπος: <http://www.cedre.fr>
- [8.9] Δικτυακός τόπος: www.greenpeace.org/greece

9. Συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (Σ.Υ.Α.)

Κύριο χαρακτηριστικό της σημερινής εποχής είναι η πολυπλοκότητα. Οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί εμφανίζουν συνεχώς αυξημένη πολυπλοκότητα και οι προκλήσεις που έχουν να αντιμετωπίσουν πολλές. Στην επίλυση προβλημάτων υπεισέρχονται παράγοντες διαφορετικής φύσεως και η λήψη αποφάσεων για την επίλυση των προβλημάτων αποτελεί πλέον σύνθετη διαδικασία, η οποία δεν μπορεί να θεωρείται υπόθεση ενός και μόνο ατόμου και να στηρίζεται σε πιθανές ικανότητες μεμονωμένων στελεχών των επιχειρήσεων. Υπάρχει ανάγκη για αποδοτικότερη και αποτελεσματικότερη οργάνωση και διοίκηση των επιχειρήσεων και ο εκάστοτε αποφασίζοντας χρειάζεται βοήθεια. Η βοήθεια αυτή μπορεί να δοθεί από τα λεγόμενα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Σ.Υ.Α.) – Decision Support Systems (DSS).

Τα συστήματα αυτά πρωτοεμφανίστηκαν στις αρχές της δεκαετίας του '70, σε μία εποχή όπου είχε ήδη αρχίσει να διαφαίνεται η ανάγκη ανάπτυξης βοηθητικών μέσων για την άμεση και αποτελεσματική λήψη αποφάσεων, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών, τη δυνατότητα πρόσβασης όλο και περισσότερων ανθρώπων σε αυτούς και την παράλληλη ανάπτυξη των συστημάτων τηλεπικοινωνίας. Επιστήμες, όπως η επιχειρησιακή έρευνα (management science/operation research), οι εφαρμοσμένες οικονομικές επιστήμες, η επιστήμη της συμπεριφοράς (behavioral science) κ.α. αναπτύχθηκαν και εξελίχθηκαν με σκοπό την καλύτερη και πιο ολοκληρωμένη οργάνωση και διοίκηση των επιχειρήσεων. Ο ρόλος του ανθρώπινου παράγοντα στη διαδικασία λήψης αποφάσεων ενισχύθηκε, με συνέπεια τη δημιουργία ενός νέου επιστημονικού κλάδου, αυτόν της Επιστήμης των Αποφάσεων (Decision Science, Sciences d'Aide à la Décision). Στα πλαίσια αυτού του νέου επιστημονικού κλάδου αναπτύχθηκαν τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Σ.Υ.Α.). Στην Αγγλική βιβλιογραφία αναφέρονται σαν Decision Support Systems (DSS), ενώ στη Γαλλική σαν Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (SIAD).

Τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Σ.Υ.Α.) εισήγαγαν ουσιαστικά τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, γι' αυτό και η εμφάνισή τους συνδέεται άρρηκτα με την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών και την αύξηση του αριθμού ανθρώπων που είχαν πρόσβαση σε αυτούς. Αποτελούν λειτουργικά προγράμματα που μπορούν να τρέχουν σε πραγματικό χρόνο και ταυτόχρονα να επιτρέπουν στους χρήστες τους την πρόσβαση σε διάφορα στάδια αυτών.

Για την περαιτέρω κατανόηση τόσο του τρόπου ανάπτυξης, όσο και της χρησιμότητάς τους κρίθηκε σκόπιμο στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αρχικά να

παρουσιαστεί ο διαχωρισμός των αποφάσεων, η διαδικασία λήψης μιας απόφασης σε θεωρητικό επίπεδο και στη συνέχεια τα χαρακτηριστικά, η δομή και η ανάπτυξη των Σ.Υ.Α.

9.1 Διαχωρισμός αποφάσεων

Απόφαση θεωρούνται όλες εκείνες οι ενέργειες (σκέψεις, κρίσεις κ.λ.π) που γίνονται από έναν ή περισσότερους ανθρώπους με στόχο την επιλογή ενός τρόπου δράσης (ενέργειας) μέσα από ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών δράσης.

Κατά τους Keen και Scott-Morton (1978) και Keen (1980) οι αποφάσεις διακρίνονται σε τρεις (3) κατηγορίες: τις **δομημένες** (structured), τις **ημιδομημένες** (semi structured) και τις **αδόμητες** (unstructured).

- Δομημένες αποφάσεις είναι εκείνες των οποίων:
 - η διαδικασία που ακολουθείται για τη λήψη τους είναι πάντα η ίδια,
 - το αντικείμενο τους είναι σαφώς καθορισμένο, και
 - τα δεδομένα εισόδου καθώς και τα αποτελέσματα της επεξεργασίας τους είναι συγκεκριμένα.
- Αδόμητες αποφάσεις είναι εκείνες των οποίων:
 - η διαδικασία που ακολουθείται για τη λήψη τους είναι κάθε φορά διαφορετική,
 - το αντικείμενο τους, τα δεδομένα εισόδου καθώς και τα αποτελέσματα της επεξεργασίας τους δεν είναι καθορισμένα.
- Στις ημιδομημένες αποφάσεις, άλλες εργασίες είναι σαφώς καθορισμένες και άλλες είναι ασαφείς.

Οι Keen and Scott-Morton (1978) και Keen (1980) εκτιμούν ότι οι δομημένες αποφάσεις μπορούν να λαμβάνονται από μηχανογραφημένες εφαρμογές χωρίς τη συμμετοχή του αποφασίζοντος, ενώ οι ημιδομημένες αποφάσεις λαμβάνονται οπωσδήποτε με τη συμμετοχή του, μέσα από την αλληλεπίδραση αποφασίζοντος - συστήματος. Αδόμητες αποφάσεις θεωρούνται εκείνες, των οποίων είτε δεν είναι δυνατή η δόμησή τους, είτε δεν είναι ακόμα εφικτή η δόμησή τους.

Αν όμως ληφθεί υπόψη ότι στην λήψη των αδόμητων αποφάσεων δεν υπεισέρχεται ο ανθρώπινος παράγον και η ανθρώπινη σκέψη, τότε η περίπτωση τους μπορεί να εξαιρεθεί από το διαχωρισμό των αποφάσεων, καθώς η διαδικασία που ακολουθείται είναι καθορισμένη, με καθορισμένα δεδομένα εισόδου και αποτελέσματα επεξεργασίας, χωρίς τη συμμετοχή του αποφασίζοντος.

Μπορούμε συνεπώς να περιορίσουμε το διαχωρισμό των αποφάσεων σε δύο κατηγορίες: τις **ημιδομημένες** και τις **αδόμητες**, με τις έννοιες που τους έχουν ήδη παραπάνω αποδοθεί.

9.2 Διαδικασία λήψης μιας απόφασης

Η λήψη αποφάσεων περιλαμβάνει πολλές σύνθετες διαδικασίες. Αρχικά διαπιστώνονται οι ενδεχόμενες εναλλακτικές αποφάσεις που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα. Στη συνέχεια μελετώνται, αναλύονται διεξοδικά και τεκμηριώνονται οι επιπτώσεις όλων αυτών των εναλλακτικών αποφάσεων. Βάσει των επιπτώσεων, επιχειρείται μια προσπάθεια σύνθεσης και σύγκλισης τους με τις τελικές προτάσεις που ικανοποιούν τους στόχους – απαιτήσεις όλων των εμπλεκόμενων μερών στη διαδικασία απόφασης, ώστε να βρεθεί η πλέον κοινά αποδεκτή λύση. Η λήψη της τελικής αυτής απόφασης γίνεται μέσα από συνεχείς κύκλους μελέτης των δεδομένων, των εναλλακτικών λύσεων ή ακόμη και του ίδιου του αντικειμένου της απόφασης.

Ο Simon (1960) χώρισε την διαδικασία λήψης μιας απόφασης στις ακόλουθες τρεις (3) φάσεις:

1. **Νοητική φάση (intelligent phase):** Αρχικά αναζητούνται καταστάσεις για τις οποίες μπορούν να ληφθούν αποφάσεις.
2. **Σχεδιασμός (design):** Κατά τη φάση αυτή γίνεται έρευνα, ανάλυση και ανάπτυξη όλων των δυνατών εναλλακτικών τρόπων δράσης (αποφάσεων).
3. **Επιλογή (choice):** Στη τελική φάση γίνεται η επιλογή της καταλληλότερης απόφασης μέσα από το σύνολο των εναλλακτικών τρόπων δράσης (αποφάσεων). Στη φάση αυτή περιέχεται και η εργασία της ολοκλήρωσης της λύσης (implementation), η οποία λόγω της σημαντικότητάς της αντιμετωπίζεται από πολλούς συγγραφείς σαν μια τέταρτη ανεξάρτητη φάση (Σχήμα 9.1).

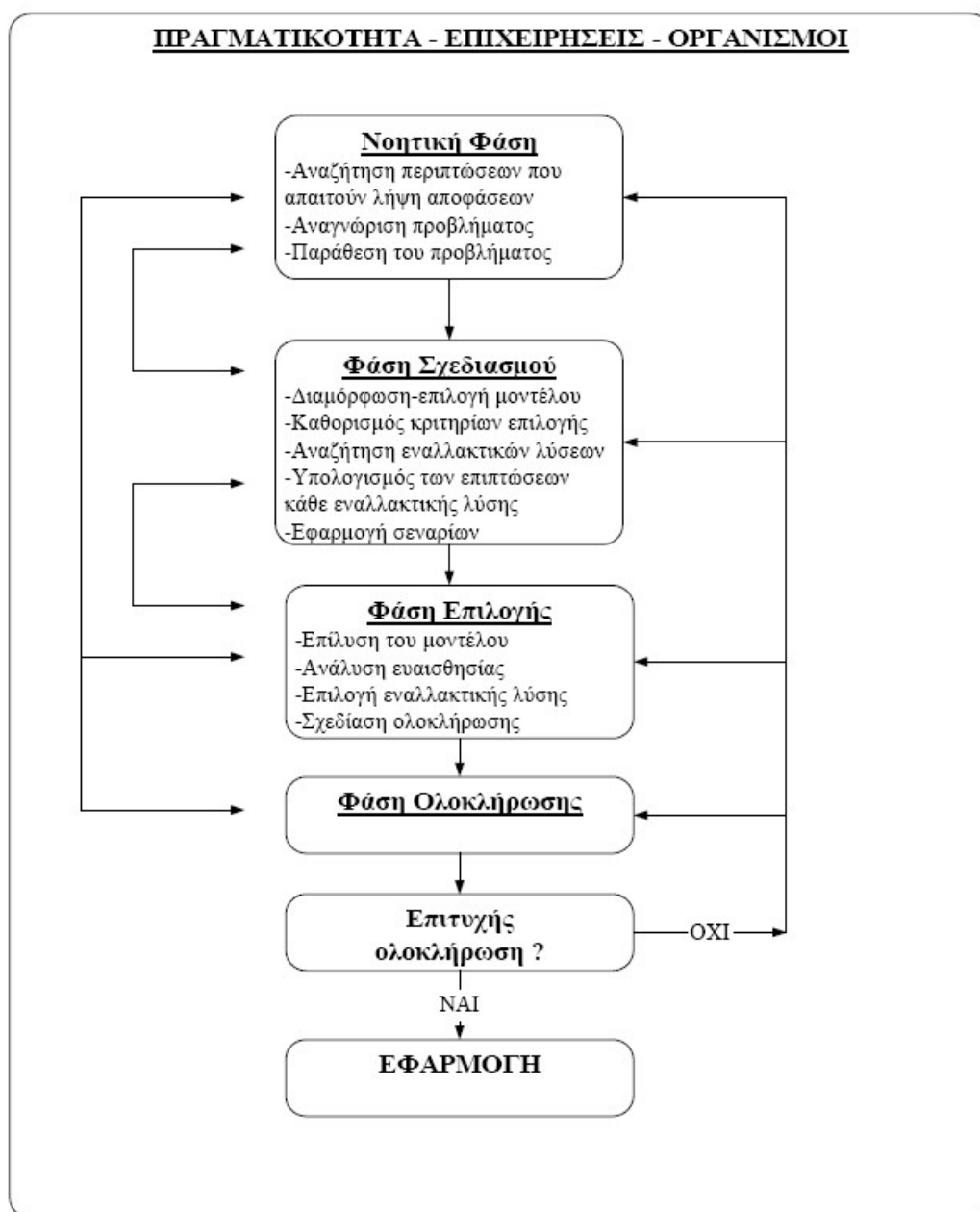
Όταν κατά τη διάρκεια λήψης μιας απόφασης και οι τρεις ανωτέρω φάσεις είναι δομημένες, τότε πρόκειται για πλήρως δομημένο πρόβλημα. Αν καμιά από τις τρεις φάσεις δεν είναι δομημένη, τότε το πρόβλημα θεωρείται πλήρως αδόμητο. Αν κάποιες από τις φάσεις είναι δομημένες και κάποιες αδόμητες, τότε το πρόβλημα θεωρείται ημιδομημένο.

Σύμφωνα με το Σχήμα 9.1 αναλυτικά οι φάσεις έχουν ως εξής:

1. Νοητική Φάση

Αρχικά αναζητούνται πιθανά προβλήματα στον περιβάλλοντα χώρο, που απαιτούν τη λήψη μιας απόφασης. Ακολούθως γίνεται διερεύνηση για το αν το κάθε συγκεκριμένο

πρόβλημα είναι αφενός μεν πραγματικό και αφετέρου ότι δεν αποτελεί μέρος άλλου προβλήματος. Στη συνέχεια, το κάθε πρόβλημα καθορίζεται συγκεκριμένα και προσδιορίζεται ο βαθμός σημαντικότητάς του έτσι, ώστε να είναι γνωστή η προτεραιότητα, που θέτει η επιχείρηση για την επίλυσή του. Κάθε πρόβλημα ταξινομείται σε μια από τις προκαθορισμένες κατηγορίες (δομημένα, ημιδομημένα ή αδόμητα προβλήματα) και στη συνέχεια διασπάται, αν είναι δυνατό, σε επιμέρους υπο-προβλήματα. Η φάση αυτή τελειώνει με τη καταγραφή του προβλήματος.



Σχήμα 9.1: Η διαδικασία λήψης μιας απόφασης.

2. Φάση Σχεδιασμού

Η φάση της σχεδίασης ξεκινά με τη μελέτη του προβλήματος ώστε αυτό να γίνει πλήρως κατανοητό. Ακολούθως γίνεται προσπάθεια να βρεθούν όλοι οι πιθανοί εναλλακτικοί τρόποι δράσης, οι οποίοι στη συνέχεια, αφού αναπτυχθούν και αναλυθούν, επιθυμητό είναι να εφαρμοσθούν για τον υπολογισμό των λύσεων οι οποίες με τη σειρά τους να ελεγχθούν για το αν είναι δυνατή η υλοποίησή τους. Σ' αυτό το σημείο η μοντελοποίηση του προβλήματος μπορεί να βοηθήσει σημαντικά τον αποφασίζοντα (decision maker) στην εξαγωγή συμπερασμάτων. Η μοντελοποίηση επιτυγχάνεται με την κατασκευή ενός μοντέλου που θα αναπαριστά τη κατάσταση του προβλήματος και το οποίο προσαρμόζεται σε κάθε περίπτωση και ελέγχεται και επαληθεύεται μέσω δοκιμών. Στον πίνακα 9.1 παρουσιάζονται εν γένει οι διαδοχικές εργασίες μοντελοποίησης ενός προβλήματος.

Συστατικά του μοντέλου
Η δομή του μοντέλου
Καθορισμός των αρχών επιλογής
Δημιουργία εναλλακτικών επιλογών
Πρόβλεψη αποτελεσμάτων
Μέτρηση αποτελεσμάτων
Σενάρια

Πίνακας 9.1: Εργασίες μοντελοποίησης.

3. Φάση Επιλογής

Στη φάση αυτή εκτελούνται οι εργασίες αναζήτησης, εκτίμησης και εύρεσης της κατάλληλης λύσης του μοντέλου. Η αναζήτηση της λύσης μπορεί να είναι, είτε κατευθυνόμενη από τα δεδομένα (data-driven), είτε κατευθυνόμενη από το στόχο (goal-driven), είτε συνδυασμός και των δύο. Κατά την κατευθυνόμενη αναζήτηση από τα δεδομένα (data-driven), με βάση τα δεδομένα που έχουμε στη διάθεσή μας προσπαθούμε να φθάσουμε σε συμπεράσματα, που προσεγγίζουν τους επιθυμητούς στόχους. Αντίθετα, στην κατευθυνόμενη αναζήτηση από τους στόχους (goal-driven) ξεκινάμε, είτε από τους στόχους που έχουμε θέσει, είτε από αυτούς που αναμένουμε να επιτύχουμε και ψάχνουμε για γεγονότα που θα στηρίξουν ή θα απορρίψουν αυτές τις υποθέσεις μας. Οι τεχνικές αναζήτησης εξαρτώνται από τα χρησιμοποιούμενα μοντέλα.

4. Φάση Ολοκλήρωσης

Κατά την φάση αυτή εφαρμόζουμε την προτεινόμενη λύση. Αν τα αποτελέσματα της ολοκλήρωσης είναι ικανοποιητικά, τότε συμπεραίνεται, ότι οι εργασίες των

προηγούμενων φάσεων έγιναν σωστά. Αν όχι, τότε έχουμε τη δυνατότητα να επαναλάβουμε τμήματα των προηγούμενων εργασιών, μέχρι να καταλήξουμε σε ικανοποιητικά αποτελέσματα.

9.3 Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (Σ.Υ.Α.)

Στη πραγματικότητα δεν έχει νόημα ο προβληματισμός για την επιλογή μιας λύσης μεταξύ μιας ικανοποιητικής και της βέλτιστης λύσης ενός προβλήματος, δεδομένου ότι η δεύτερη δεν είναι δυνατόν πάντα να προσδιορισθεί και επομένως πρέπει απλά να προσανατολιζόμαστε στην αναζήτηση μιας εφικτής λύσης. Οι γνώσεις και οι ικανότητες των αποφασίζοντων είναι πεπερασμένες και επομένως θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια προς τη διεύρυνση του γνωστικού πεδίου και της ανάπτυξης των ικανοτήτων τους έτσι ώστε να βελτιώνονται οι αποφάσεις που λαμβάνουν.

Με τη χρήση ενός Σ.Υ.Α γίνεται προσπάθεια να βελτιωθεί η ποιότητα της πληροφόρησης, στην οποία βασίζεται μία απόφαση, ενώ παρέχεται από το σύστημα όχι μόνο μια απλή λύση, αλλά ένας αριθμός εναλλακτικών λύσεων. Με το τρόπο αυτό βοηθούνται οι αποφασίζοντες να κατανοήσουν καλύτερα τη φύση των διαφόρων προβλημάτων και επομένως να βελτιώσουν τις λαμβανόμενες από αυτούς αποφάσεις. Σε καμία περίπτωση δεν αντικαθίσταται ο αποφασίζων. Η απόφαση δεν λαμβάνεται από το σύστημα. Το σύστημα παρέχει πληροφόρηση στον αποφασίζοντα ώστε εκείνος στη συνέχεια χρησιμοποιώντας την κρίση του να κάνει τη σωστή επιλογή.

Η ερμηνεία όμως του όρου 'Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων' δεν είναι η ίδια από όλους. Η διαφορετική οπτική γωνία, υπό την οποία οι ερευνητές παρατηρούν και ερμηνεύουν τα Σ.Υ.Α, έχουν οδηγήσει στη διατύπωση ποικίλων ορισμών για αυτά. Αναφέρουμε ενδεικτικά κάποιους από τους ορισμούς αυτούς.

Ο Little (1970) όρισε ότι ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων είναι ένα σύνολο διαδικασιών για την επεξεργασία δεδομένων και κρίσεων με στόχο να υποβοηθήσουν τα στελέχη επιχειρήσεων (managers) στη διαδικασία λήψης μιας απόφασης. Ένα τέτοιο σύστημα θεωρείται επιτυχημένο αν είναι: απλό, εύρωστο, προσαρμόσιμο, πλήρες, εύκολο στη χρήση και με καλό σύστημα επικοινωνίας με το χρήστη.

Σύμφωνα με τους Keen και Scott-Morton (1978), τα ΣΥΑ συνδυάζουν τις διανοητικές ικανότητες των ανθρώπων με αυτές των ηλεκτρονικών υπολογιστών με αντικειμενικό στόχο τη βελτίωση της ποιότητας των λαμβανομένων αποφάσεων. Είναι βασισμένα στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές συστήματα υποστήριξης των αποφασίζοντων σε θέματα, που αφορούν την αντιμετώπιση ημιδομημένων προβλημάτων.

Την ίδια θεώρηση για τα Σ.Υ.Α με τους Keen και Scott-Morton (1978) έχουν δώσει και οι Alter(1977) και Huber(1980).

Οι Sprague και Carlson (1982) αναφέρουν ότι τα Σ.Υ.Α είναι ένα σύνολο διαδικασιών, οι οποίες με την βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή, έχουν σαν στόχο τη διεύρυνση του γνωστικού πεδίου του αποφασίζοντα, στο τομέα του προβλήματος που αντιμετωπίζει. Ο ορισμός αυτός διευρύνθηκε από τους Andriole (1989), Sage (1986, 1991) και Adelman (1992), και σύμφωνα με την τελική του διατύπωση τα Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων είναι αλληλεπιδραστικά συστήματα (προγράμματα-software) που χρησιμοποιούν αναλυτικές μεθόδους, όπως ανάλυση αποφάσεων, αλγόριθμους βελτιστοποίησης κ.α. για την ανάπτυξη κατάλληλων μοντέλων, με στόχο την υποβοήθηση των αποφασιζόντων στη διαμόρφωση εναλλακτικών λύσεων, στην ανάλυση των αντιδράσεων μεταξύ τους, στην αναπαράστασή τους και τελικά στην επιλογή της καταλληλότερης από αυτές για εφαρμογή.

Κατά τον Zeleny (1982) ο ρόλος των Σ.Υ.Α είναι να αναπτύσσουν τις ικανότητες των αποφασιζόντων έτσι ώστε οι προτεινόμενες από αυτούς λύσεις να γίνονται με τη πάροδο του χρόνου καλύτερες και όχι να προτείνουν αυτά λύσεις καλύτερες από αυτές που μπορεί να αντιληφθούν οι αποφασίζοντες.

Ο βασικός λόγος για τη δυσκολία να καθορισθεί ένας καθολικά αποδεκτός ορισμός για τα Σ.Υ.Α. είναι πιθανόν το γεγονός ότι αυτά συνδυάζουν ταυτόχρονα τρεις (3) διαφορετικές έννοιες (Keen, 1987):

- Την έννοια της 'Απόφασης', η οποία σχετίζεται, αφενός, με μη τεχνικά λειτουργικά και αναλυτικά θέματα των Σ.Υ.Α. και αφετέρου, με τα κριτήρια επιλογής εφαρμογών.
- Την έννοια της 'Υποστήριξης', η οποία εστιάζεται στην ολοκλήρωση και την κατανόηση των τρόπων λειτουργίας των ανθρώπων, καθώς επίσης και στο πώς θα βοηθηθούν αυτοί.
- Την έννοια του όρου 'Σύστημα', με τον οποίο δίνεται έμφαση στην τεχνική εμπειρία σχεδίασης και ανάπτυξης.

Ωστόσο, αν θελήσουμε να συνδυάσουμε τους παραπάνω ορισμούς, τα ΣΥΑ μπορούν να οριστούν ως αλληλεπιδραστικά υπολογιστικά συστήματα που διευκολύνουν την επίλυση **ημι-δομημένων και αδόμητων** προβλημάτων, από έναν μεμονωμένο αποφασίζοντα ή μία ομάδα αποφασιζόντων που συνεργάζονται μεταξύ τους, με αντικειμενικό σκοπό τη λήψη μίας απόφασης. Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι τα ΣΥΑ δεν υποστηρίζουν την επίλυση ειδικών προβλημάτων, αλλά την ίδια τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, χωρίς να αντικαθιστούν τον εκάστοτε αποφασίζοντα. Τα συστήματα αυτά αξιοποιούν τη κρίση και την εμπειρία των αποφασιζόντων για να τους καθοδηγήσουν

στην λήψη αποφάσεων μέσα από μια διαδικασία δοκιμής-λάθους (trialand- error). Μια συνεχή προσπάθεια σταδιακής προσέγγισης της συλλογιστικής του αποφασίζοντα μέσω της αλληλεπίδρασής του με το σύστημα.

9.4 Χαρακτηριστικά Σ.Υ.Α.

Λόγω των διαφορετικών απόψεων που επικρατούν, όσον αφορά το τί ακριβώς είναι Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων (DSS), είναι προτιμότερο να αναφερθούμε στα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες αυτών των συστημάτων, παρά να υιοθετήσουμε κάποιον από τους παραπάνω ορισμούς.

Κύρια χαρακτηριστικά των Σ.Υ.Α αποτελούν τα ακόλουθα:

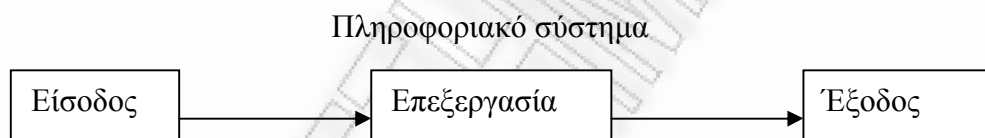
- Υποστηρίζουν τις διαδικασίες λήψης ημιδομημένων ή αδόμητων αποφάσεων.
- Υποστηρίζουν και τις τέσσερις φάσεις της διαδικασίας λήψης αποφάσεων (νοητική, σχεδίασης, επιλογής, ολοκλήρωσης).
- Συνδυάζουν τη συνεργασία μοντέλων, βάσεων δεδομένων και τεχνικών παρουσίασης των αποτελεσμάτων.
- Δίνουν έμφαση στην ευκολία χρήσης, την ευελιξία και την προσαρμοστικότητα τους.
- Αλληλεπιδρούν με άλλα πληροφοριακά συστήματα που ήδη λειτουργούν.
- Βοηθούν στην βελτίωση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών λήψης αποφάσεων και όχι στην αύξηση της αποδοτικότητας. Σαν αντικειμενικό σκοπό έχουν την υποβοήθηση του αποφασίζοντα ώστε να βελτιώσει την αποτελεσματικότητά του. Έτσι, διαφέρουν από τα πληροφοριακά συστήματα διοίκησης (M.I.S-Management Information Systems) τα οποία συμβάλλουν στην αύξηση της αποδοτικότητας. Βέβαια, σε καμία περίπτωση δεν μπορεί κάποιος να θεωρήσει ότι τα αντικαθιστούν, αντίθετα τα συμπληρώνουν.
- Διευρύνουν την επιστημονική σκέψη. Δεν αντικαθιστούν τον αποφασίζοντα και δεν αποφασίζουν εκείνα στη θέση του, αντίθετα μέσω της πληροφόρησης που του παρέχουν, διευρύνουν τις γνώσεις και ικανότητές του για τη λήψη της πιο εφικτής, αν όχι της βέλτιστης, απόφασης.
- Διαθέτουν ευελιξία και προσαρμοστικότητα σε τυχόν μεταβολές.
- Είναι φιλικά στη χρήση.
- Οδηγούνται συνεχώς στη βελτίωση. Με τη χρήση ενός ΣΥΑ οι αποφάσεις βελτιώνονται και καθώς βελτιώνονται, νέες απαιτήσεις δημιουργούνται από τον αποφασίζοντα. Οφείλουν λοιπόν να προσαρμόζονται στις νέες απαιτήσεις. Η

διαδικασία ανάπτυξης και βελτίωσης ενός ΣΥΑ επαναλαμβάνεται συνεχώς ανάλογα με τη χρήση του.

9.5 Δομή Σ.Υ.Α.

Τα τελευταία χρόνια η αλματώδης εξέλιξη της πληροφορικής, η ραγδαία πτώση των τιμών και το χαμηλό κόστος συντήρησης των Η/Υ, καθώς και η αυτονομία χρήσης τους, οδήγησε στην ανάπτυξη περισσότερο ευέλικτων και αποτελεσματικών Σ.Υ.Α, τα οποία εργάζονται μέσα σε ένα περιβάλλον αλληλεπιδραστικής επικοινωνίας χρήστη - συστήματος.

Ένα οποιοδήποτε πληροφοριακό σύστημα εν γένει αποτελείται από τρία (3) τμήματα: την είσοδο, την επεξεργασία και την έξοδο και αποτελεί ένα τυποποιημένο σύστημα συλλογής, διατήρησης στοιχείων, επεξεργασίας αυτών και εκδόσεως αποτελεσμάτων με τη μορφή αναφορών, καταστάσεων, εικόνας σε οθόνη, για την ικανοποίηση των αναγκών σε επίπεδο πληροφοριών.

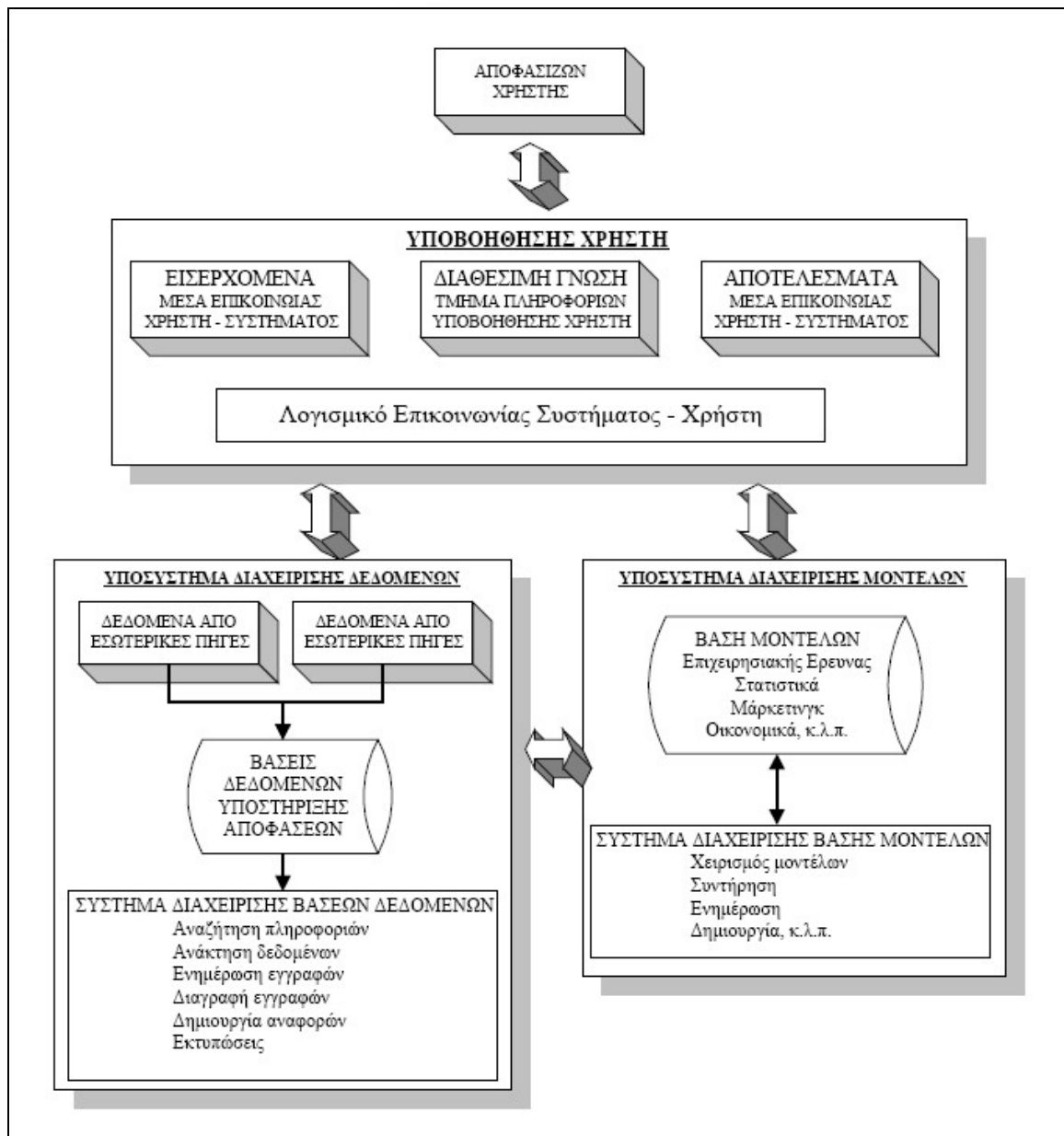


Στην περίπτωση των Σ.Υ.Α., όπως και σε όλα τα πληροφοριακά συστήματα, δεδομένα χρησιμοποιούνται ως είσοδοι στο σύστημα, επεξεργάζονται και μετατρέπονται σε νέα μορφή, η οποία να είναι κατανοητή και χρήσιμη σε εκείνους που λαμβάνουν τις αποφάσεις, προκύπτουν δηλαδή νέα δεδομένα, χαρακτηρισμένα ως έξοδοι. Οι έξοδοι πρέπει να χαρακτηρίζονται από ακρίβεια, πληρότητα και αντικειμενικότητα και να είναι διαθέσιμοι στην κατάλληλη μορφή και την κατάλληλη στιγμή, εύκολα προσπελάσιμοι.

Η δομή των Σ.Υ.Α. αποτελείται από τα εξής δυναμικά υποσυστήματα (Σχήμα 9.2):

- Αποφασίζοντα - χρήστη.
- Επικοινωνίας χρήστη - συστήματος.
- Διαχείρισης δεδομένων.
- Διαχείρισης μοντέλων.

Ο αποφασίζων θεωρείται τμήμα της όλης λειτουργίας του συστήματος υποστήριξης αποφάσεων.



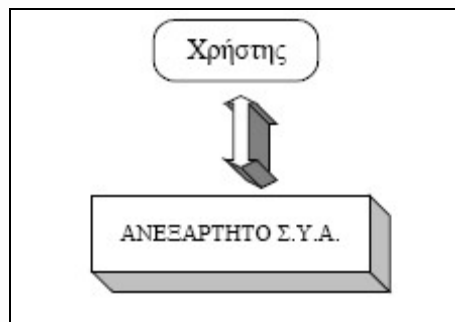
Σχήμα 9.2: Συστατικά Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων.

Υποσύστημα χρήστη - αποφασίζοντα

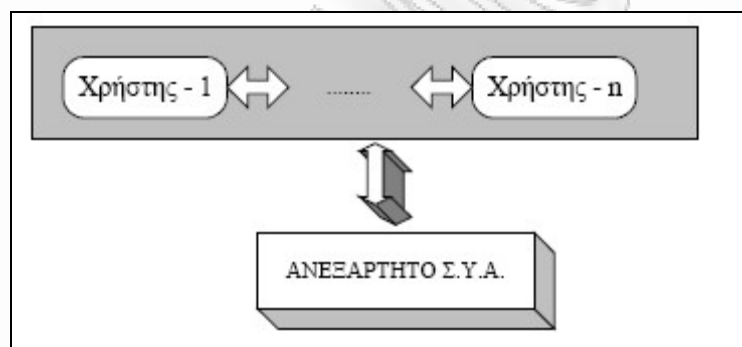
Ο χρήστης του συστήματος δεν είναι ένα ορισμένο άτομο που κατέχει μια συγκεκριμένη θέση ή έχει καθορισμένο επίπεδο γνώσεων. Επίσης, δεν γνωρίζουμε αν αυτός είναι ο τελικός αποφασίζων ή ο εξειδικευμένος χρήστης του συστήματος ή απλά κάποιος που συμμετέχει στην όλη διαδικασία. Συνεπώς, οι άνθρωποι που σχεδιάζουν και κατασκευάζουν Σ.Υ.Α θεωρούν δύο (2) μεγάλες ομάδες χρηστών Σ.Υ.Α, τους ίδιους τους αποφασίζοντες και τους ειδικούς στο τομέα εφαρμογής του συστήματος. Οι μεν έχουν καλύτερη γνώση της φύσης του προβλήματος, οι δε καλύτερη γνώση της λειτουργίας του

συστήματος, των δυνατοτήτων του και του τρόπου προσαρμογής του στις απαιτήσεις του εκάστοτε προβλήματος και των αποφασίζόντων.

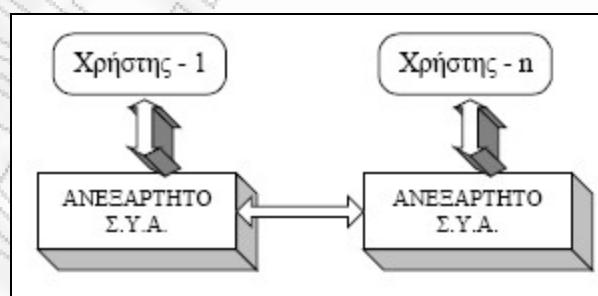
Η σχέση χρήστη και συστήματος απεικονίζεται στα ακόλουθα σχήματα (Σχήμα 9.3, 9.4, 9.5, 9.6).



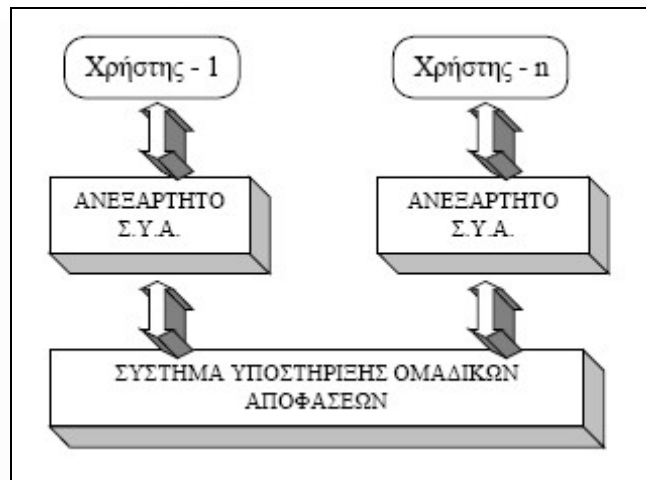
Σχήμα 9.3: Η απόφαση λαμβάνεται από ένα αποφασίζοντα, το λεγόμενο χρήστη του μοντέλου με τη βοήθεια ενός ΣΥΑ.



Σχήμα 9.4: Η απόφαση λαμβάνεται από μία ομάδα αποφασίζόντων με τη βοήθεια ενός Σ.Υ.Α.



Σχήμα 9.5: Το πρόβλημα έχει χωριστεί σε υπο-προβλήματα. Ανεξάρτητοι αποφασίζοντες καλούνται να λάβουν τη σωστή απόφαση για το υπο-πρόβλημα που έχει αναλάβει καθένας τους. Για το σκοπό αυτό, καθένας χρησιμοποιεί ένα ανεξάρτητο ΣΥΑ. Είναι δυνατή όμως η σύνδεση των επιμέρους ΣΥΑ για ανταλλαγή στοιχείων-δεδομένων.



Σχήμα 9.6: Στις περιπτώσεις που το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο, διασπάται σε επιμέρους προβλήματα, για την επίλυση των οποίων ανεξάρτητα αποφασίζοντες χρησιμοποιούν ανεξάρτητα Σ.Υ.Α. Τα Σ.Υ.Α. αυτά στη συνέχεια συνδέονται με ένα Σύστημα Υποστήριξης Ομαδικών Αποφάσεων, όπου όλοι οι αποφασίζοντες από κοινού καλούνται να επιλύσουν το αρχικό πρόβλημα, συνδυάζοντας τα αποτελέσματά τους από την εφαρμογή των επιμέρους Σ.Υ.Α.

Υποσύστημα επικοινωνίας χρήστη - συστήματος

Το τμήμα αυτό αποτελείται από το σύνολο των μέσων που παρεμβαίνουν μεταξύ χρήστη και συστήματος εξασφαλίζοντας την επικοινωνία τους. Το υποσύστημα αυτό θεωρείται ίσως το σημαντικότερο χαρακτηριστικό ενός Σ.Υ.Α. (Sprague και Carlson, 1982) καθώς ο χρήστης για όλες τις εργασίες του έρχεται σε επαφή μαζί του μέσω αυτού του υποσυστήματος. Ο MacLean (1986) διατυπώνει την άποψη ότι το υποσύστημα επικοινωνίας ενός Σ.Υ.Α. έχει δύο κύριες διαστάσεις, την εργονομική (εμφάνιση, ένταση φωτισμού, χρώματα, θέση, μέγεθος κ.λ.π.) και την επικοινωνία μεταξύ υπολογιστή και χρήστη.

Η επικοινωνία γίνεται με αλληλεπιδραστικό διάλογο χρήστη-συστήματος. Σύμφωνα με τον Bennett (1977) το υποσύστημα επικοινωνίας αποτελείται από τα τρία ακόλουθα τμήματα:

- *Τμήμα μέσων επικοινωνίας χρήστη - συστήματος.* Στο τμήμα αυτό περιέχονται όλα τα μέσα, μέσω των οποίων ο χρήστης επικοινωνεί με το σύστημα. Τέτοια είναι: το πληκτρολόγιο (keyboard), το ποντίκι (mouse), ο οπτικός αναγνώστης (scanner ή optical reader), το joystick κ.λ.π.
- *Τμήμα μέσων επικοινωνίας συστήματος - χρήστη.* Μέσω του τμήματος αυτού ουσιαστικά το σύστημα απαντά στον χρήστη. Είναι σημαντικότερη η παροχή από το σύστημα αποτελεσμάτων (outputs) κατάλληλων για την υποστήριξη των λαμβανομένων

αποφάσεων. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων από το σύστημα είναι: η οθόνη (screen), οι εκτυπωτές (printers), οι σχεδιογράφοι (plotters) κ.λ.π.

- *Τμήμα πληροφόρησης χρήστη.* Ο χρήστης για να μπορεί να χειρίζεται το σύστημα και να εκμεταλλεύεται όλες τις δυνατότητες του συστήματος, έχει ανάγκη από συνεχή πληροφόρηση, ώστε να αυξάνει την αποτελεσματικότητά του.

Υποσύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων

Το υποσύστημα αυτό είναι ένα πακέτο λογισμικού που ασχολείται με τη συστηματική αποθήκευση (storage), αναζήτηση (retrieval) και συντήρηση (maintenance) δεδομένων. Ένα DBMS (Data Base Management System) ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις των χρηστών για πληροφόρηση, χωρίς να απασχολούνται οι ίδιοι με τις λεπτομέρειες χειρισμού των δεδομένων. Οι βάσεις δεδομένων είναι τμήματα του υποσυστήματος διαχείρισης βάσης δεδομένων (Ricardo, 1990; Agrawal and Bell, 1990; McLeod et al., 1990; Kroenke, 1992). Στις βάσεις δεδομένων, δεδομένα που προέρχονται από εσωτερικές και εξωτερικές πηγές, αποθηκεύονται σε ένα σύνολο διακεκριμένων αρχείων που αποτελούν τις βάσεις δεδομένων για την υποστήριξη αποφάσεων. Κατά την αποθήκευση γίνεται προσπάθεια να καταχωρούνται στα διάφορα αρχεία τα κοινά δεδομένα όσο το δυνατόν λιγότερες φορές. Το υποσύστημα παρέχει τη δυνατότητα σε διάφορους χρήστες να χρησιμοποιούν ταυτόχρονα τα ίδια δεδομένα που βρίσκονται αποθηκευμένα σε αυτές.

Ο ρόλος του υποσυστήματος αυτού είναι να:

- Ενημερώνει τις χρησιμοποιούμενες από το σύστημα βάσεις δεδομένων, προσθέτοντας, μεταβάλλοντας, διαγράφοντας εγγραφές.
- Συσχετίζει δεδομένα που προέρχονται από διαφορετικές πηγές.
- Δυνατότητα ανάκτησης δεδομένων από βάσεις δεδομένων.
- Δυνατότητα σύνθετων χειρισμών των βάσεων δεδομένων.

Έτσι μπορούμε να πούμε ότι τα δεδομένα μιας βάσης δεδομένων είναι ολοκληρωμένα (integrated) και καταμερισμένα (shared).

Σαν βάση δεδομένων ή τράπεζα δεδομένων (data bank) θεωρούμε μια συλλογή οργανωμένων, κοινών και χρήσιμων πληροφοριών οι οποίες αποθηκεύονται σε φυσικές περιφερειακές μονάδες και τις οποίες μπορούν να επεξεργάζονται διάφορα Σ.Υ.Α.

Για περαιτέρω κατανόηση της μορφής μιας βάσης δεδομένων, ακολουθεί μια γενικά αποδεκτή αρχιτεκτονική συστημάτων βάσεων δεδομένων η οποία προτάθηκε το 1975 από την ANSI/SPARC - Study Group on Database Management Systems (Σχήμα 9.7).

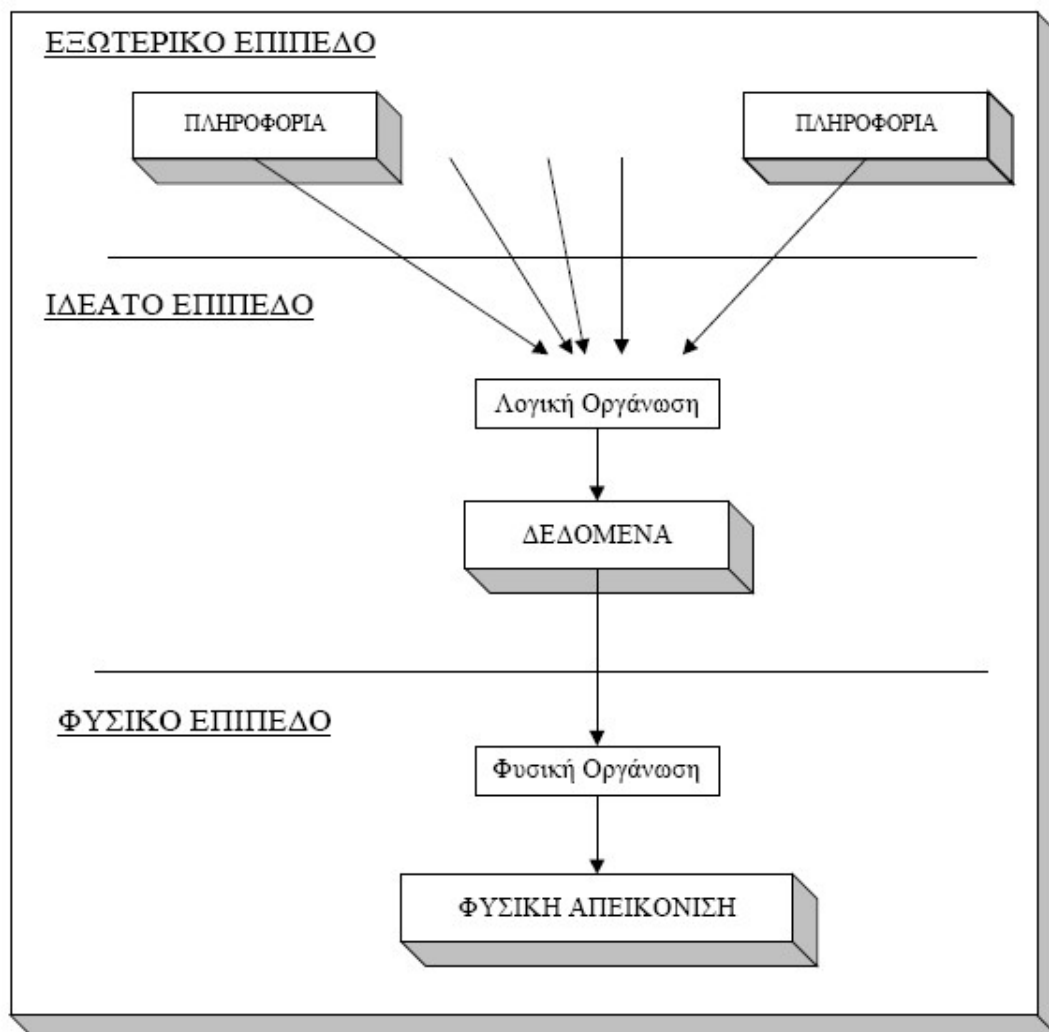
Τα κύρια συστατικά μιας βάσης δεδομένων που απεικονίζονται και στο σχήμα 9.7 είναι τα ακόλουθα:

Εξωτερικό επίπεδο (external): Στο επίπεδο αυτό περιγράφονται τα δεδομένα από την οπτική γωνία που τα αντιλαμβάνεται ένας χρήστης του συστήματος.

Ιδεατό ή λογικό επίπεδο (conceptual): Περιγράφει την εικόνα που έχουν για τα δεδομένα το σύνολο των χρηστών.

Εσωτερικό επίπεδο (internal): Αναφέρεται στη φυσική αποθήκευση των δεδομένων στις διάφορες περιφερειακές μονάδες.

Κάθε χρήστης βλέπει μόνο ένα τμήμα μιας βάσης δεδομένων (εξωτερικό επίπεδο). Το σύνολο των χρηστών την βλέπει όλη (ιδεατό επίπεδο), ενώ τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα μόνο μια φορά (εσωτερικό επίπεδο).



Σχήμα 9.7: Αντιπροσωπευτική απεικόνιση μιας βάσης δεδομένων.

Υποσύστημα διαχείρισης βάσεων μοντέλων

Το κύριο χαρακτηριστικό ενός Σ.Υ.Α είναι ότι διαθέτει ένα σύνολο μοντέλων μέσω των οποίων μπορεί να αναλύει μια μοντελοποιημένη περισσότερο αναπαράσταση της πραγματικότητας, παρά αυτής της ίδιας της πραγματικότητας. Ένα μοντέλο είναι μια απλοποιημένη αναπαράσταση ή μια αφηρημένη έκφραση της πραγματικότητας. Είναι συνήθως απλοποιημένη, κυρίως επειδή η πραγματικότητα είναι πολύ σύνθετη για να αναπαρασταθεί ακριβώς και επειδή το μεγαλύτερο τμήμα της πολυπλοκότητας δεν αναφέρεται στην ουσία σε αυτό το ειδικό πρόβλημα. Τα χαρακτηριστικά της απλοποίησης και της αναπαράστασης είναι δύσκολο να επιτευχθούν ταυτόχρονα στην πράξη γιατί οι δύο αυτές έννοιες αντιφάσκουν μεταξύ τους.

Η βάση μοντέλων αποτελείται από ένα σύνολο μοντέλων που ανήκουν σε κάποια από τις ακόλουθες γενικές κατηγορίες: στρατηγικά, στατιστικά, επιχειρησιακής έρευνας, μάρκετινγκ, ανάλυσης δεδομένων, οικονομικά, πρόβλεψης κ.λ.π. (Mitchell et all., 1991). Την ευθύνη των εργασιών διαχείρισης της βάσης μοντέλων αναλαμβάνει το υποσύστημα διαχείρισης μοντέλων. Το υποσύστημα διαχείρισης των μοντέλων έχει σαν στόχο να απαλλάξει το χρήστη από τις εργασίες αποθήκευσης και επεξεργασίας της βάσης μοντέλων, με τον ίδιο τρόπο που το υποσύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων απαλλάσσει το χρήστη από τις εργασίες αποθήκευσης και επεξεργασίας της βάσης δεδομένων (Blanning, 1993). Σύμφωνα με τον ίδιο, τρία είναι τα σημαντικότερα θέματα στη διαχείριση μοντέλων:

- Η δομή της βάσης μοντέλων, η οποία μπορεί να είναι, κατά αντιστοιχία με τη διαχείριση της βάσης δεδομένων, είτε σχεσιακή (Blanning, 1984) είτε δικτύου (Kotteman and Dolk, 1988; Eck et all., 1990; Chari and Krishnan 1990; Van Hee et all., 1991). Μια πιο πρόσφατη προσπάθεια είναι η δομημένη μοντελοποίηση (structured modeling) η οποία παρέχει ένα πλαίσιο όχι μόνο για τη δόμηση μοντέλων, αλλά και για τεκμηρίωση της βάσης μοντέλων (Dolk, 1988), ανάπτυξη βιβλιοθηκών επαναχρησιμοποιήσιμων συστατικών μοντέλων (Geoffrion, 1989), και αντικειμενοστραφή (object-oriented) διαχείριση μοντέλων (Lenard, 1987; Tung et all., 1991; Lazinny, 1991).
- Η επεξεργασία της βάσης μοντέλων, στην οποία χρησιμοποιούνται και τεχνικές που βασίζονται στη τεχνητή νοημοσύνη, γίνεται με στόχο την επικοινωνία χρηστών - μοντέλων, την ολοκλήρωση των μοντέλων ή τμημάτων τους, την υποβοήθηση των χρηστών για τη κατασκευή μοντέλων ή τμημάτων τους και τέλος την υποβοήθηση των χρηστών στην αναπαράσταση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής τους (Blanning, 1987; Elam and Konsynski, 1987; Van Nee and Lapinsky, 1988; Liu et all., 1990).

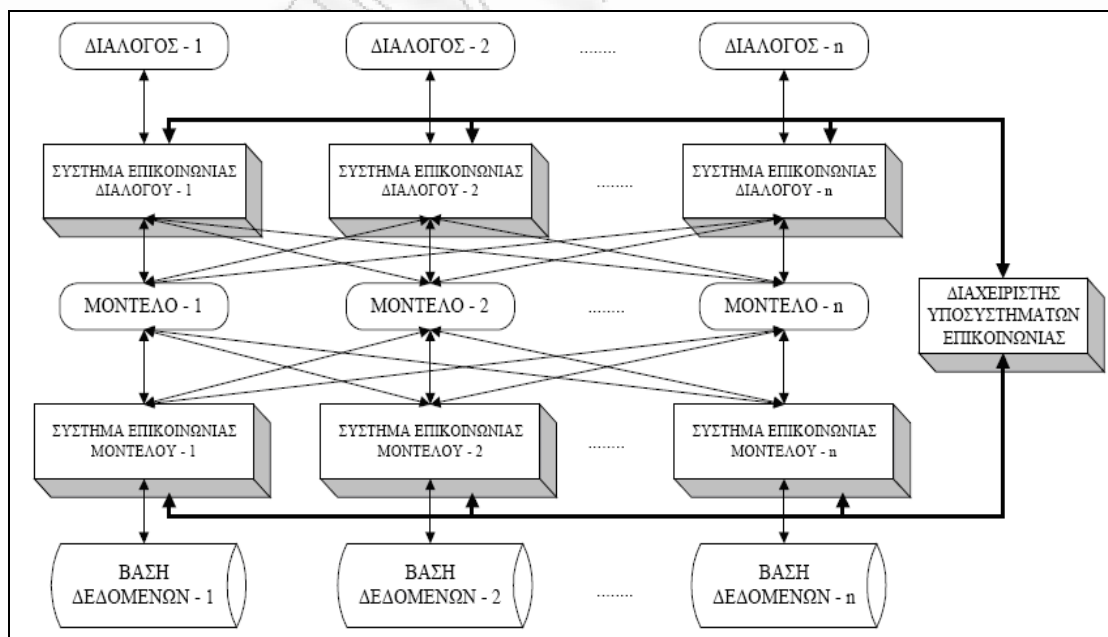
- Η οργάνωση περιβάλλοντος (organizational environment) του υποσυστήματος διαχείρισης μοντέλων, στο οποίο γίνεται επίσης χρήση γνώσεων από το χώρο της τεχνικής νοημοσύνης (Blanning, 1987; Marsden and Pingry, 1988; Weber et al., 1990; Colien and Sproull, 1991; Huber, 1990).

9.6 Αρχιτεκτονική Σ.Υ.Α.

Μετά την κατασκευή των επιμέρους υποσυστημάτων ενός Σ.Υ.Α., ακολουθεί η κατασκευή των μηχανισμών της μεταξύ τους διασύνδεσης για την ολοκλήρωση κατασκευής του Σ.Υ.Α. Από τις υπάρχουσες αρχιτεκτονικές κατασκευής των μηχανισμών διασύνδεσης των συστατικών ενός Σ.Υ.Α. οι σημαντικότερες (Sprague και Carlson 1982; Bui, 1987) παρουσιάζονται στη συνέχεια.

9.6.1 Αρχιτεκτονική δικτύου (network)

Με αυτή την αρχιτεκτονική, διαφορετικά υποσυστήματα διαλόγου και μοντέλων μοιράζονται τα ίδια δεδομένα και επιτρέπουν την εύκολη προσθήκη νέων υποσυστημάτων που έχουν ήδη αναπτυχθεί σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, από διαφορετικά άτομα και σε διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού (Σχήμα 9.8).

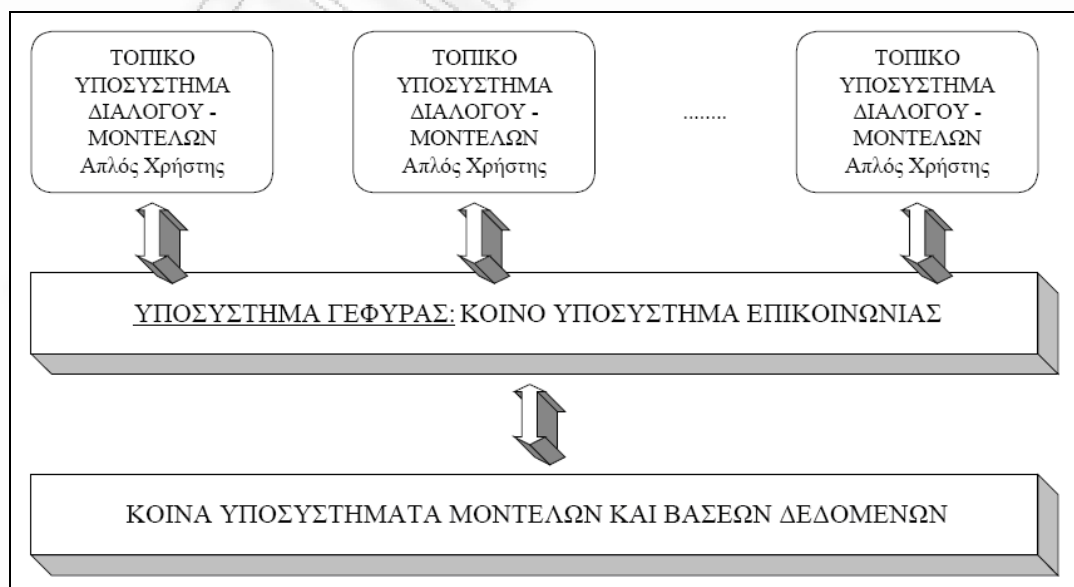


Σχήμα 9.8: Αρχιτεκτονική δικτύου.

Για την ολοκλήρωση κάθε υποσυστήματος διαλόγου και μοντέλου σε ένα ΣΥΑ, απαιτείται η ανάπτυξη και ενός υποσυστήματος επικοινωνίας. Για την ολοκλήρωση κάθε βάσης δεδομένων σε ένα ΣΥΑ, χρειάζεται να βελτιωθούν κατάλληλα εκείνα τα υποσυστήματα επικοινωνίας που θα τη χρησιμοποιούν. Για κάθε υποσύστημα διαλόγου ή μοντέλου απαιτείται ένα υποσύστημα επικοινωνίας. Η δομή της αρχιτεκτονικής δικτύου στηρίζεται στο γεγονός ότι το υποσύστημα επικοινωνίας είναι ένα προς πολλά και ότι πολλαπλά υποσυστήματα επικοινωνίας μπορούν να επικοινωνούν, ταυτόχρονα, με το ίδιο υποσύστημα. Είναι δυνατή η δημιουργία διάφορων παραλλαγών αυτής της αρχιτεκτονικής όπως, για παράδειγμα, η λειτουργία ενός υποσυστήματος επικοινωνίας για τα υποσυστήματα διαλόγου και μοντέλων κ.ο.κ.

9.6.2 Αρχιτεκτονική γέφυρας (bridge)

Με την αρχιτεκτονική αυτή επιχειρείται αφενός μεν να μειωθεί ο αριθμός των υποσυστημάτων επικοινωνίας, αφετέρου δε να διατηρηθεί η δυνατότητα ενσωμάτωσης στο ΣΥΑ νέων υποσυστημάτων. Με βάση αυτή τη λογική αναπτύχθηκε η αρχιτεκτονική γέφυρας (Σχήμα 9.9), η οποία παρέχει ένα κοινό υποσύστημα ή ένα σύνολο κοινών υποσυστημάτων επικοινωνίας (το υποσύστημα γέφυρας - bridge component), το οποίο παρεμβαίνει ανάμεσα στα τοπικά υποσυστήματα διαλόγου - μοντέλων (ένας χρήστης - single user) και στα κοινά υποσυστήματα μοντέλων και βάσεων δεδομένων.

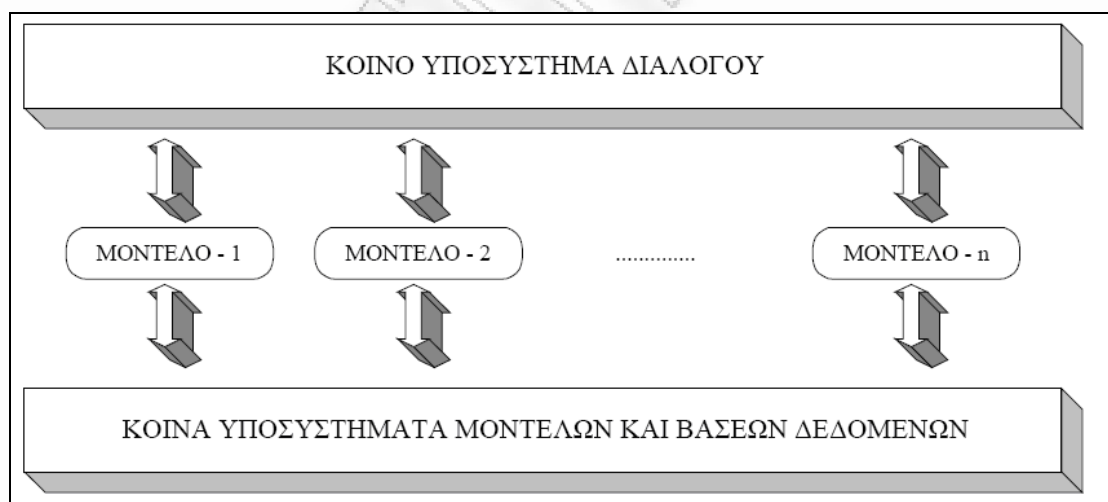


Σχήμα 4.10: Αρχιτεκτονική γέφυρας.

Το υποσύστημα γέφυρας κάνει τις ίδιες λειτουργίες συγχρονισμού και τις ίδιες μετατροπές διαμόρφωσης με το υποσύστημα επικοινωνίας της αρχιτεκτονικής δικτύου, αλλά μειώνει τον αριθμό των υποσυστημάτων επικοινωνίας και ενσωματώνει τις εργασίες διαχείρισής τους. Τα νέα υποσυστήματα που θα αναπτύσσονται με προοπτική ενσωμάτωσής τους σε ένα ΣΥΑ, με αυτή την αρχιτεκτονική, θα είναι υποχρεωμένα να συνδεθούν στο υποσύστημα γέφυρας. Το γεγονός αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την σχεδίαση και ανάπτυξή τους.

9.6.3 Αρχιτεκτονική σάντουιτς (sandwich)

Στην αρχιτεκτονική σάντουιτς (Σχήμα 9.10) τα διάφορα μοντέλα μοιράζονται τα ίδια υποσυστήματα διαλόγου και βάσεων δεδομένων. Η μεταφορά δεδομένων μεταξύ των υποσυστημάτων μοντέλων γίνεται μέσω του κοινού υποσυστήματος βάσεων δεδομένων ενώ ο έλεγχος της μεταφοράς των πληροφοριών μεταξύ των διάφορων μοντέλων γίνεται μέσω του υποσυστήματος διαλόγου. Κάθε νέο υποσύστημα μοντέλου που αναπτύσσεται για να συνδεθεί σε ένα ΣΥΑ με αρχιτεκτονική σάντουιτς πρέπει να έχει τη δυνατότητα διασύνδεσής του και με τα δύο κοινά, υποσυστήματά του.



Σχήμα 9.10: Αρχιτεκτονική Σάντουιτς.

Στον ακόλουθο πίνακα 9.1 παρουσιάζονται τα κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των παραπάνω αρχιτεκτονικών ενός Σ.Υ.Α.

Αρχιτεκτονική	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΚΤΥΟΥ	Ευκολία ενσωμάτωσης νέων υποσυστημάτων	Η ύπαρξη πολλαπλών υποσυστημάτων διαλόγου μειώνει την ευκολία χρήσης του Σ.Υ.Α.
	Εντοπισμός του κώδικα υποσυστημάτων επικοινωνίας με αποτέλεσμα την απλοποίηση των εργασιών συντήρησης και επέκτασης	Μείωση των επιδόσεων λόγω της δημιουργίας ουρών αναμονής για επικοινωνία
	Ευελιξία στην κατανομή των υποσυστημάτων	Εξάρτηση από το λειτουργικό σύστημα Μείωση αξιοπιστίας – σταθερότητας εξαιτίας των πολλαπλών υποσυστημάτων επικοινωνίας
ΓΕΦΥΡΑΣ	Απλές τεχνικές υλοποίησης	Προβλήματα επιδόσεων
	Ευκολία ενσωμάτωσης διαφορετικών τύπων υποσυστημάτων μοντέλων	
ΣΑΝΤΟΥΪΤΣ	Επιτρέπει την ενσωμάτωση υπάρχοντων εργαλείων υποστήριξης αποφάσεων	Περιορισμένος έλεγχος υποσυστημάτων επικοινωνίας
	Ευκολία στην εκμάθηση των νέων εργαλείων	Λειτουργεί μόνο στο ίδιο επιχειρησιακό περιβάλλον

Πίνακας 9.1: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αρχιτεκτονικών Σ.Υ.Α.

9.7 Ανάπτυξη Σ.Υ.Α.

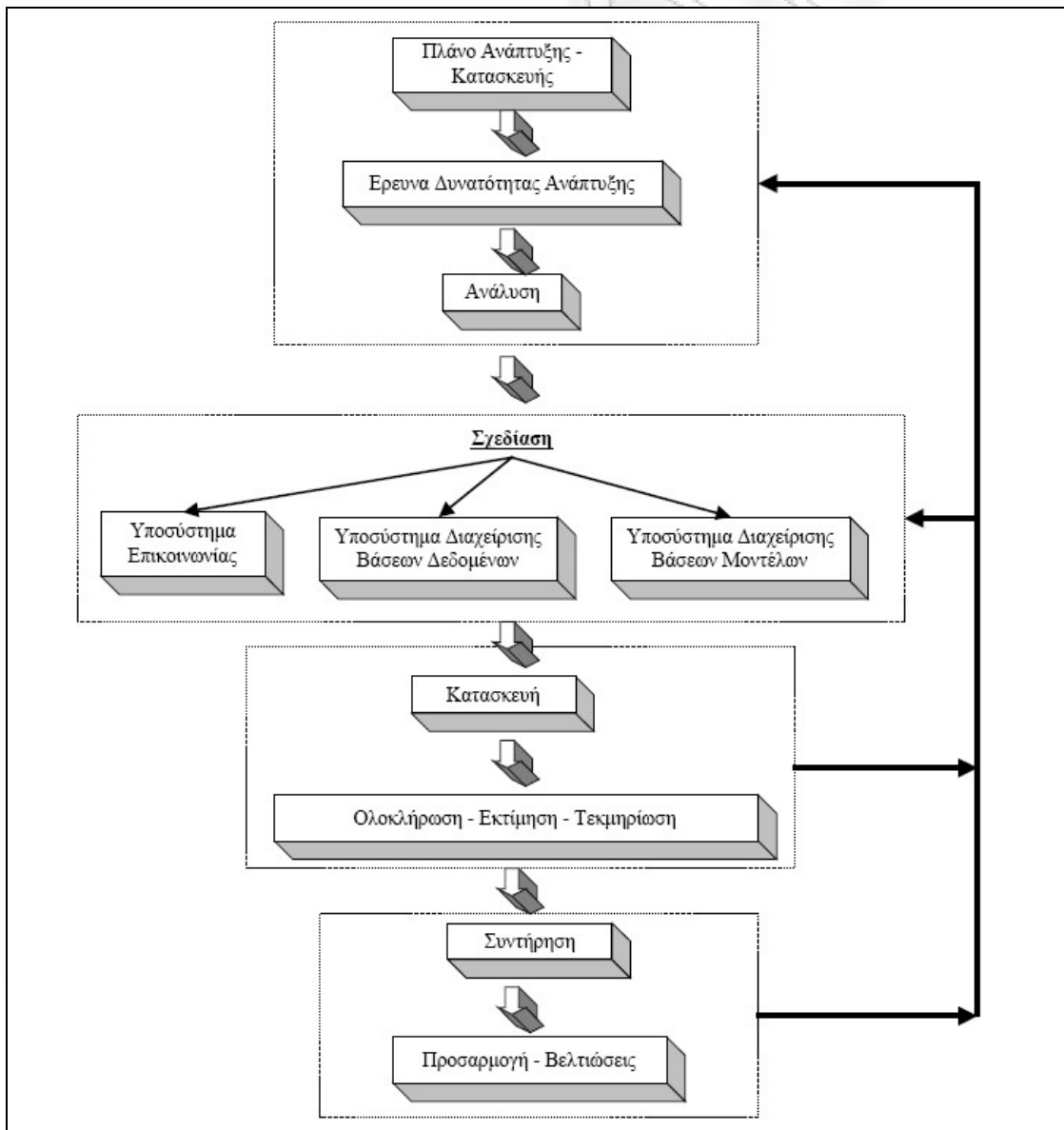
Στην ανάπτυξη των Σ.Υ.Α συνεισφέρουν διάφοροι επιστημονικοί κλάδοι. Το θεωρητικό πλαίσιο στην ανάλυση αποφάσεων που είναι απαραίτητο για την σχεδίαση χρήσιμων και πρωτότυπων προσεγγίσεων για την επιλογή της κατάλληλης απόφασης, παρέχεται από την επιχειρησιακή έρευνα (Management Science/Operation Research - MS/OR). Η επιστήμη της συμπεριφοράς (behavioral and cognitive science) συμμετέχει με την διερεύνηση του τρόπου που οι άνθρωποι και οι οργανισμοί επεξεργάζονται τις πληροφορίες και παίρνουν τις αποφάσεις τους. Η επιστήμη της πληροφορικής (computer science), παρέχει τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των εργαλείων των ΣΥΑ, τόσο σε υλικό (hardware) όσο και σε λογισμικό (software). Από την περιοχή των πληροφοριακών

συστημάτων διοίκησης (Management Information Systems - MIS) δανειζόμαστε τα εργαλεία σχεδίασης και χειρισμού βάσεων δεδομένων.

Κατά το σχεδιασμό και την ανάπτυξη των ΣΥΑ θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι πρέπει να είναι:

1. Απλά και εύκολα να κατανοηθούν (simple).
2. Δυναμικά δομημένα (robust).
3. Εύκολα στο χειρισμό και στον έλεγχο του μοντέλου από το χρήστη (easy to control).
4. Προσαρμοζόμενα (adaptive) σε νέες καταστάσεις που προκύπτουν.
5. Πλήρη σε σημαντικά θέματα (complete on importance issues).
6. Εύκολα στην επικοινωνία τους με το χρήστη (easy to communicate with).

Οι διαδοχικές φάσεις ανάπτυξης ενός πλήρους Σ.Υ.Α παρουσιάζονται στο σχήμα 4.12 που αποτελεί σύνθεση των εργασιών των Scott-Morton (1978) και Meador et al. (1984).



Σχήμα 9.11. Στάδια ανάπτυξης Σ.Υ.Α

Στη συνέχεια εξετάζονται εν συντομία τα διάφορα επιμέρους στάδια ανάπτυξης.

Πλάνο ανάπτυξης και κατασκευής: Αρχικά καθορίζονται οι αντικειμενικοί στόχοι ανάπτυξης του συστήματος καθώς και οι αποφάσεις κλειδιά. Ο αποφασίζων προκειμένου να καταλήξει σε κάποια απόφαση χρειάζεται να υποστηριχθεί σε αυτή του την απόφαση από το σύστημα, το οποίο θα τον εφοδιάσει με όλες τις απαραίτητες πληροφορίες.

Έρευνα δυνατότητας ανάπτυξης. Κατά το στάδιο αυτό γίνεται διεξοδική έρευνα αφενός μεν για τον προσδιορισμό των απαιτήσεων - αναγκών του χρήστη και αφετέρου για τη συγκέντρωση πληροφοριών από τα διαθέσιμα μέσα, την προηγούμενη εμπειρία και την κατάσταση που επικρατεί στον σχετικό ερευνητικό τομέα.

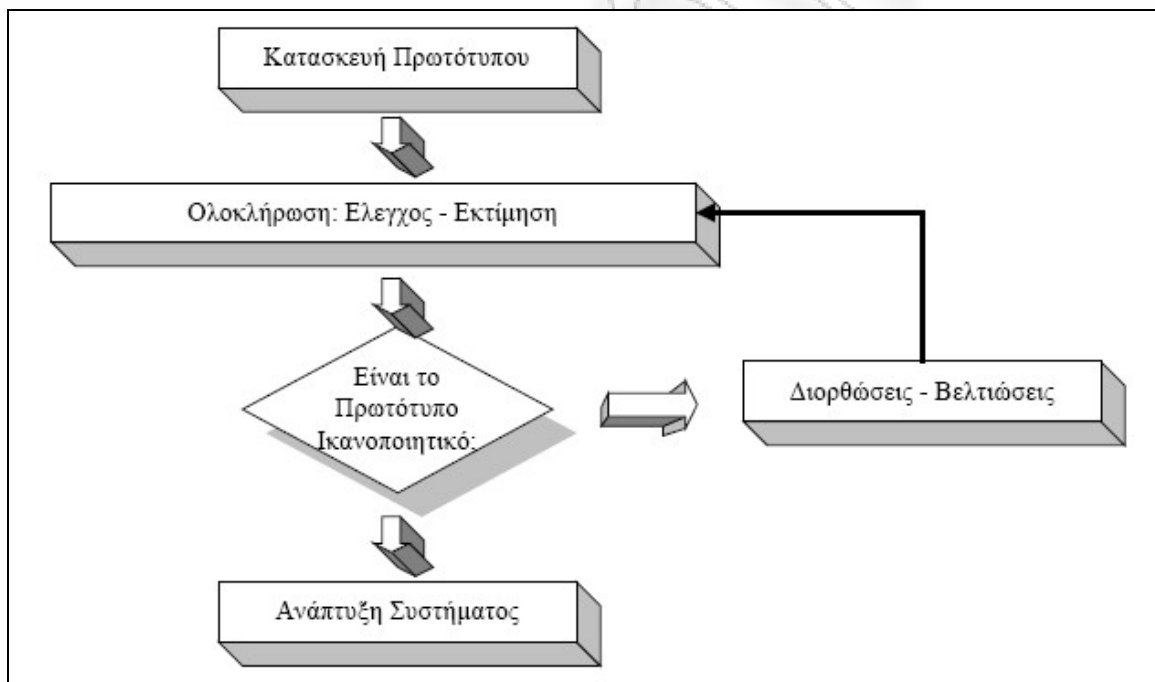
Ανάλυση: Αναλύεται και καθορίζεται η καλύτερη διαδικασία προσέγγισης του θέματος καθώς επίσης και τα απαιτούμενα μέσα για την ολοκλήρωση του συστήματος. Ως μέσα θεωρούνται η ομάδα εργασίας, τα τεχνικά μέσα, οι οικονομικοί πόροι και τα οργανωτικά θέματα.

Σχεδίαση: Περνάμε πλέον στο στάδιο σχεδιασμού και καθορισμού των λεπτομερειών που αφορούν τη δομή, τα χαρακτηριστικά και τα διάφορα συστατικά του συστήματος. Όπως αναφέρεται και στο σχήμα 9.11, η εργασία προχωρά στη σχεδίαση των τριών υποσυστημάτων (διαλόγου - επικοινωνίας, διαχείρισης βάσεων δεδομένων και βάσης μοντέλων) καθώς και των αλληλεπιδράσεών τους.

Κατασκευή: Η κατασκευή του συστήματος αποτελεί την προγραμματιστική υλοποίηση της προηγούμενης εργασίας. Ακολουθούν οι έλεγχοι ορθής λειτουργίας του συστήματος και τυχόν συμπληρωματικές βελτιώσεις.

Ολοκλήρωση: Το σύστημα εγκαθίσταται στο χώρο δουλειάς. Πριν τεθεί σε πλήρη λειτουργία είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν οι ακόλουθες εργασίες. Αρχικά γίνεται έλεγχος (*testing*) και εκτίμηση (*evaluation*) τόσο για το αν το σύστημα παρέχει αυτά για τα οποία σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε, όσο και για το αν ικανοποιεί τις απαιτήσεις του χρήστη - αποφασίζοντα (Ruttman, 1980; Sprague and Carlson, 1982; Riedel and Pitz, 1986; Rouse, 1986; Andriole, 1982; 1986; 1989; Adelman and Donell, 1986; Adelman, 1992). Τυχόν αποκλίσεις οδηγούν στη διόρθωση του συστήματος και στην εκ νέου επανάληψη των υπόλοιπων απαραίτητων εργασιών. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι το σύστημα να ικανοποιεί πλήρως τις ανάγκες του χρήστη - αποφασίζοντα. Πρέπει να σημειωθεί ότι πολλές φορές, λόγω της πολυπλοκότητας των αποφάσεων, αφενός μεν οι χρήστες δεν γνωρίζουν τι εργασίες ακριβώς επιθυμούν να κάνει το σύστημα, αφετέρου τα μέλη της ομάδας εργασίας δεν μπορούν να κατανοήσουν ακριβώς τις ανάγκες των χρηστών. Θα πρέπει λοιπόν κατά το πρώτο στάδιο της διαδικασίας ανάπτυξης να κατασκευάζεται ένα πρότυπο (*prototyping*) του συστήματος αντί του πλήρους, το οποίο

στη συνέχεια θα ελέγχεται και θα εκτιμάται από τον χρήστη-αποφασίζοντα, πριν προχωρήσουμε στη πλήρη ανάπτυξη του συστήματος (Σχήμα 9.12). Το πρότυπο είναι ένα πρόχειρο σύστημα που διαθέτει όμως όλα τα απαραίτητα χαρακτηριστικά του πλήρους συστήματος. Στη συνέχεια ακολουθεί η επίσημη παρουσίαση και επίδειξη (*demonstration*) όλων των δυνατοτήτων του συστήματος στο επιτελείο της επιχείρησης. Ακολουθεί η εκπαίδευση (*training*) των χρηστών στη λειτουργία του συστήματος, τόσο από θεωρητικής, όσο και από πρακτικής πλευράς. Τέλος το σύστημα αναπτύσσεται (*deployment*) σε όλες τις θέσεις εργασίας και τίθεται σε πλήρη λειτουργία. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το σύστημα θα πρέπει να συνοδεύεται απαραίτητα από εγχειρίδια λειτουργίας του και να έχει τη δυνατότητα παροχής το ίδιο, ανά πάσα στιγμή, οδηγιών στο χρήστη για το τρόπο λειτουργίας του.



Σχήμα 9.12: Διαδικασία ανάπτυξης αρχικά ενός πρότυπου συστήματος.

Συντήρηση: Είναι η διαρκής υποστήριξη του συστήματος από τους κατασκευαστές του, στα τυχόν προβλήματα που θα δημιουργηθούν κατά τη διάρκεια της ζωής του.

Προσαρμογή-βελτιώσεις: Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος μπορεί να δημιουργηθούν νέες ανάγκες στους χρήστες-αποφασίζοντες ή να χρειασθεί να προστεθούν κάποια νέα χαρακτηριστικά (νέες μέθοδοι κ.λ.π) ή οποιαδήποτε άλλη πρόσθετη μεταβολή. Η ομάδα ανάπτυξης του συστήματος αλλά και το ίδιο το σύστημα

πρέπει να έχουν τη δυνατότητα προσαρμογής του στις νέες απαιτήσεις. Έτσι μπορεί να χρειασθεί να επαναληφθούν κάποιες μεμονωμένες εργασίες ή μια σειρά από αυτές.

9.8 Εφαρμογές των Σ.Υ.Α. [9.3-9.11]

Εφαρμογές Σ.Υ.Α. έχουν υπάρξει σε πολλούς τομείς αναφορικά με την επίλυση προβλημάτων, οι οποίοι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους. Για παράδειγμα στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν αναφορές για εφαρμογή Σ.Υ.Α. στη διαχείριση των υδάτινων αποθεμάτων και την άρδευση, στη γεωργία για την ύπαρξη ισορροπίας μεταξύ της γεωργικής παραγωγής, των καλλιεργήσιμων εκτάσεων, της αύξησης του πληθυσμού και της εξασφάλισης επαρκών τροφίμων και βιώσιμης ανάπτυξης των αγροτικών περιοχών, στην αλιεία για τον προσδιορισμό των κατάλληλων περιόδων αλιείας κάθε είδους σε κάθε περιοχή, μη διαταράσσοντας το οικοσύστημα και μη απειλώντας τα προστατευμένα και υπό εξαφάνιση είδη, στην επιλογή κατάλληλης θέσης κατασκευής αιολικού πάρκου λαμβάνοντας υπόψη τόσο οικονομικούς όσο και περιβαλλοντικούς παράγοντες, στη μεταφορά επικίνδυνων και επιβλαβών υλικών με την επιλογή της καταλληλότερης οδού μεταφοράς για τη μείωση του κινδύνου ατυχήματος και τις αντίστοιχες μεθόδους αντίδρασης σε κάθε περίπτωση και στη διαχείριση αυτοκινητιστικών ατυχημάτων σε οδικές αρτηρίες με έντονο κυκλοφορικό πρόβλημα.

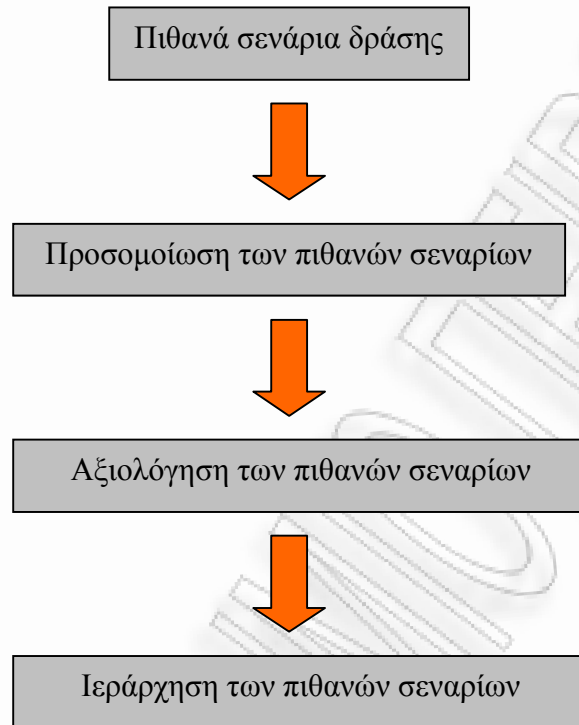
Ανάλογα με τη φύση του προβλήματος αναπτύσσονται και εφαρμόζονται και τα κατάλληλα συστήματα.

Αντίστοιχα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί και για την αντιμετώπιση των πετρελαιοκηλίδων. Αρχικά, η έγκαιρη ειδοποίηση των αρχών για διαρροή πετρελαίου είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Σε ιδανικές συνθήκες, η ανάκτηση του πετρελαίου πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη διαρροή του, καθώς αυτό δεν έχει ακόμα εξαπλωθεί και είναι πιο εύκολη η ανάκτησή του πριν φτάσει στις ακτές. Δυστυχώς, όμως αυτό δεν είναι πάντα εφικτό, είτε λόγω καθυστέρησης στην ειδοποίηση των αρχών, είτε λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών. Τα Σ.Υ.Α. στην περίπτωση των πετρελαιοκηλίδων είναι μοντέλα πρόβλεψης της κίνησης της κηλίδας. Δίνουν επίσης πληροφορίες για τις θαλάσσιες περιοχές με τη μεγαλύτερη πιθανότητα ρύπανσης, την κατάσταση του πετρελαίου και τις απειλούμενες παράκτιες περιοχές. Οι πληροφορίες αυτές είναι απαραίτητες για την οργάνωση ενός σχεδίου επέμβασης και δράσης, ικανού να προστατέψει τις απειλούμενες περιοχές. Καθώς κύριο μέλημα είναι η προστασία των ακτών και των προστατευόμενων

περιοχών, η γνώση της θέσης της κηλίδας τις επόμενες 24-48 ώρες από την εκδήλωσή της, είναι αναγκαία.

Γνωρίζοντας την κίνηση της κηλίδας, τις φυσικο-χημικές ιδιότητες του συγκεκριμένου τύπου πετρελαίου και τις οικολογικές συνέπειες που μπορεί αυτή να προκαλέσει, είναι δυνατή η εκτίμηση του κινδύνου που απειλεί την εκάστοτε περιοχή. Η κίνηση της κηλίδας συνδέεται άρρηκτα με τις φυσικο-χημικές ιδιότητες του πετρελαίου και τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Αμέσως μετά την εκδήλωση της κηλίδας, την ειδοποίηση των αρμόδιων Αρχών και την πρώτη εναέρια εικόνα της κηλίδας, τίθεται σε εφαρμογή το ανάλογο Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης, το οποίο πολλές φορές είναι γενικό και υπάρχουν ασάφειες και παραλείψεις. Οι αρμόδιοι αποφασίζοντες (decision makers) οφείλουν να συγκεντρώσουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία και πληροφορίες και κατόπιν μελέτης τους, να αποφασίσουν για τον καταλληλότερο τρόπο επέμβασης για τον περιορισμό της ρύπανσης, εφόσον βέβαια κριθεί αναγκαία η επέμβαση. Έχουν να επιλέξουν μεταξύ διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων επέμβασης, όπως τη ρυμούλκηση του πλοίου προς τις ακτές ή την αντίθετη κατεύθυνση, την απομάκρυνση του επιπλέοντος στην επιφάνεια πετρελαίου με μηχανικά μέσα και τη χρήση χημικών διασκορπιστικών υλικών. Στο στάδιο αυτό τα Σ.Υ.Α. μπορούν να βοηθήσουν τους αποφασίζοντες, τόσο στη συγκέντρωση των απαραίτητων στοιχείων, όσο και στο συνδυασμό τους, κατά τη μελέτη τους. Η πρόβλεψη της εξάπλωσης της κηλίδας τις επόμενες ώρες ή μέρες, καθώς αυτή αποχρωματίζεται και οι καιρικές συνθήκες αλλάζουν, είναι συνεχής, βάσει των χαρακτηριστικών του πετρελαίου και των συνεχώς νέων προγνώσεων καιρού. Δίνουν επίσης πληροφορίες για την εκάστοτε περιοχή που συμβαίνει το ατύχημα, υποδεικνύοντας τις περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές στις οποίες πρέπει να δοθεί προτεραιότητα για την προστασία τους. Οι αποφασίζοντες (decision makers) έχουν, σε σύντομο χρονικό διάστημα, μία ολοκληρωμένη άποψη της υφιστάμενης κατάστασης και το σημαντικότερο, πρόβλεψη για την εξέλιξη του συμβάντος, ώστε να παρθούν εγκαίρως οι σωστές αποφάσεις, να επιλεγούν τα κατάλληλα μέσα καταπολέμησης και οι κατάλληλες περιοχές επέμβασης για τον περιορισμό της ρύπανσης. Συγχρόνως, λόγω των επιπτώσεων στα παράκτια οικοσυστήματα και στις σχετικές με την παράκτια ζώνη οικονομίες, την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση του κοινού, την αύξηση του σχετικού κόστους απορρύπανσης και του πολιτικού κόστους που επιφέρουν οι πετρελαιοκηλίδες, η άμεση και αποτελεσματική αντιμετώπισή τους αποτελεί πολιτική απαίτηση. Είναι αναγκαία λοιπόν, η ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων για την υποβοήθηση των αποφασιζόντων (decision makers) στο δύσκολο και απαιτητικό έργο τους. Τα Σ.Υ.Α. μπορούν να προβλέψουν τις επιπτώσεις των διαφόρων μεθόδων αντίδρασης και βάσει ορισμένων

κριτηρίων, όπως η προστασία ευαίσθητων οικολογικά περιοχών, να αξιολογήσουν και να ιεραρχήσουν αυτές τις μεθόδους αντίδρασης. Η λογική των Σ.Υ.Α. παρουσιάζεται στο σχήμα 9.13.



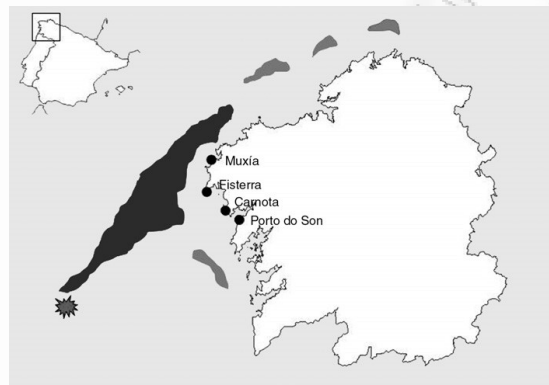
Σχήμα 9.13: Η λογική των Σ.Υ.Α.

Ωστόσο, πολλές φορές τα Σ.Υ.Α. δεν βρίσκουν την αναμενόμενη αποδοχή από τις Αρχές και τους εμπλεκόμενους φορείς, λόγω της αβεβαιότητας που εμπεριέχουν οι προγνώσεις των καιρικών συνθηκών που χρησιμοποιούν, η πιθανή ύπαρξη υπό εξαφάνιση πληθυσμών χλωρίδας και πανίδας και η σχετική ιεραρχία των συμφερόντων των εμπλεκόμενων φορέων, όπως της αλιείας και του τουρισμού. Για το λόγο αυτό, ένα Σ.Υ.Α. θα πρέπει να εμπεριέχει τη λεγόμενη ανάλυση ευαισθησίας, για τη μείωση του ποσοστού αβεβαιότητας αναφορικά με κάθε πιθανή μέθοδο αντίδρασης.

Το ατύχημα του δεξαμενόπλοιου Prestige, αποτέλεσε παράδειγμα εφαρμογής ενός Σ.Υ.Α. Έπειτα του ατυχήματος και βάσει των διαθέσιμων πληροφοριών και δεδομένων εφαρμόστηκε το σύστημα OSCAR αποδεικνύοντας ότι η τελική κατεύθυνση ρυμούλκησης του ήταν λανθασμένη.

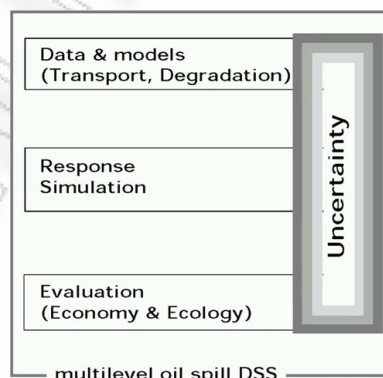
Το Prestige, το οποίο λόγω της σοβαρότητάς του έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές, βυθίστηκε το 2002 ανοιχτά των ακτών της Γαλικίας στην Ισπανία, προκαλώντας ίσως τη μεγαλύτερη οικολογική καταστροφή στην περιοχή. Στην περιοχή επικρατούσαν ισχυροί άνεμοι και η μόνη αποτελεσματική μέθοδος αντίδρασης και

περιορισμού της ρύπανσης εκτιμήθηκε ότι ήταν η ρυμούλκηση του πλοίου προς διάφορες κατευθύνσεις, είτε μεταφέροντας το σε κάποιο κοντινό λιμάνι στις ακτές της Γαλικίας, είτε απομακρύνοντας το από τις ακτές. Η επιλογή της κατάλληλης πορείας ρυμούλκησης ήταν δύσκολη, λόγω της πιθανότητας κοπής του πλοίου στα δύο. Αποτέλεσμα ήταν η ρυμούλκηση του προς διάφορες κατευθύνσεις για διάστημα περίπου έξι (6) ημερών, ώσπου τελικά βυθίστηκε περίπου 130 ναυτικά μίλια ΒΔ των ατλαντικών ακτών της Ισπανίας (Εικόνα 9.1). Στο διάστημα των έξι (6) ημερών, 77.000 τόνοι πετρελαίου κατέληξαν στη θάλασσα.



Εικόνα 9.1: Η έκταση της ρύπανσης που προκλήθηκε από το Prestige.

Οι Kai W. Wirtz και Xin Liu μέσω του συστήματος OSCAR συνδύασαν περιβαλλοντικά και οικονομικά στοιχεία, εργαλεία προσομοίωσης της εξάπλωσης της κηλίδας και εφάρμοσαν πολυ-κριτηριακή σε όλα τα στάδια ανάλυση των στοιχείων. Σε όλα τα στάδια η ύπαρξη αβεβαιότητας λήφθηκε υπόψη. Στο σχήμα 9.14 παρουσιάζεται ένα γενικό σχέδιο της προσέγγισης τους.

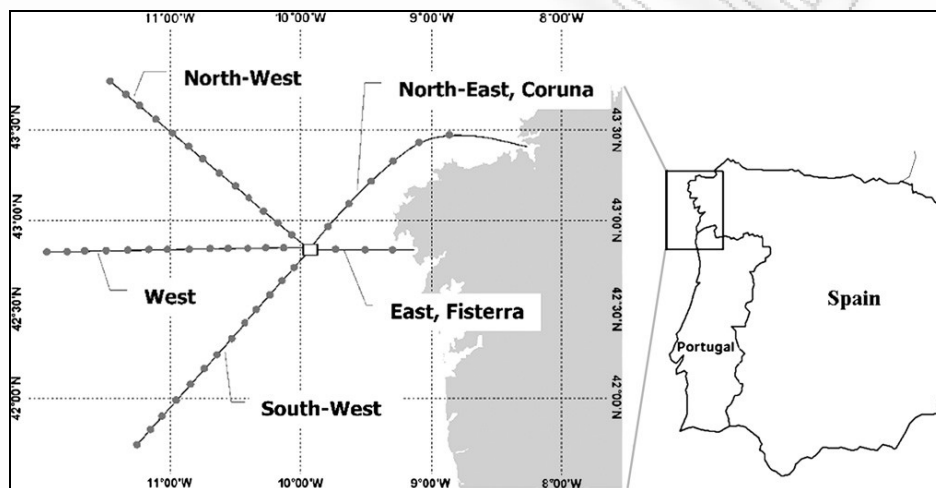


Σχήμα 9.14: Η θεωρητική προσέγγιση του OSCAR, ενός Σ.Υ.Α. για την αντιμετώπιση των πετρελαιοκηλίδων, στο οποίο ο παράγων αβεβαιότητα λαμβάνεται υπόψη σε όλα τα στάδια.

Επέλεξαν πέντε (5) πιθανές κατευθύνσεις ρυμούλκησης του πλοίου (BA, ΒΔ, Δ, ΝΔ, Α), εκ των οποίων η ΝΔ ήταν η τελική διεύθυνση ρυμούλκησης στην οποία και

βυθίστηκε. Σε κάθε κατεύθυνση ρυμούλκησης ορίστηκαν 3-13 πιθανά σημεία βύθισης. Οι κατευθύνσεις ρυμούλκησης και τα συνολικά 49 πιθανά σημεία βύθισης απεικονίζονται στο σχήμα 9.15.

Για καθένα από τα 49 σημεία, η χωρική εξάπλωση του πετρελαίου προσομοιάστηκε με τη βοήθεια του OSCAR. Το OSCAR προβλέπει την εξάπλωση του ρυπαντή, στην συγκεκριμένη περίπτωση του πετρελαίου, λόγω των διαφόρων φυσικοχημικών διεργασιών που αυτό υφίσταται όταν βρεθεί στο νερό. Η προσομοίωση και τα στοιχεία - έξοδοι του είναι αξιόπιστα, εφόσον ως είσοδοι του συστήματος χρησιμοποιηθήκαν τα πραγματικά υδρογραφικά και μετεωρολογικά στοιχεία που ίσχυαν την ώρα του ατυχήματος.



Σχήμα 9.15: Οι κατευθύνσεις ρυμούλκησης και τα υποθετικά σημεία βύθισης – γκρι χρώματος σημεία - έπειτα από διάστημα 6 ωρών. Ως ρυθμός ρυμούλκησης του Prestige θεωρήθηκαν τα 32.5 km/ημέρα προς όλες τις κατευθύνσεις.

Στους υπολογισμούς λήφθηκε υπόψη η πιθανότητα βύθισης του πλοίου, η οποία συνδέεται με το ύψος των κυμάτων, το οποίο αυξάνει καθώς το πλοίο ρυμουλκείται προς την ανοιχτή θάλασσα και απομακρύνεται από τις ακτές. Η χρήση της πιθανότητας εκφράζει την έλλειψη αξιόπιστων προβλέψεων σχετικά με πιθανή βύθιση του πλοίου κατά τη διάρκεια της ρυμούλκησης.

Οι οικονομικές επιπτώσεις που αφορούν τομείς όπως η αλιεία, η ιχθυοκαλλιέργεια, ο τουρισμός και οι μεταφορές, υπολογίστηκαν βάσει της μείωσης εισοδήματος. Η μείωση εισοδήματος υπολογίστηκε βάσει ετήσιων στοιχείων, για κάθε περιοχή, της αλιευμένης ποσότητας ψαριών, της διακίνησης φορτίων και των κλεισμένων κλινών. Οι επιπτώσεις αυτές εκφράστηκαν με έναν δείκτη οικονομικής καταστροφής, ο οποίος αποτελεί γραμμική συνάρτηση του μεγέθους της ρύπανσης. Αν η ρύπανση αγγίζει ένα ανώτατο όριο, ο δείκτης εκφράζει τις μέγιστες οικονομικές απώλειες.

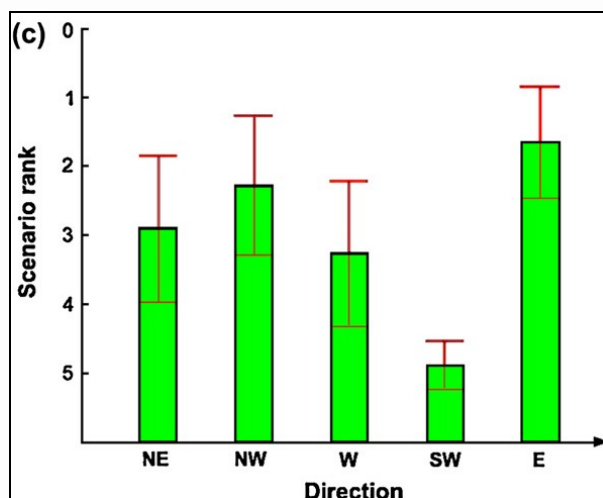
Οι οικολογικές συνέπειες διαφοροποιούνται, ανάλογα με την ευαισθησία και τη σπουδαιότητα του εκάστοτε φυσικού περιβάλλοντος, βάσει τριών (3) παραμέτρων: την ικανότητα αναπαραγωγής, το επίπεδο ευαισθησίας και το επίπεδο προστασίας.

Η ικανότητα αναπαραγωγής πελαγικών και βενθικών οργανισμών μειώνεται με την αύξηση του βαθμού μόλυνσης των περιοχών αναπαραγωγής. Ο βαθμός αυτός θεωρείται ανάλογος της ποσότητας πετρελαίου που φτάνει σε περιοχές ωοτοκίας και αναπαραγωγής. Η ευαισθησία σχετίζεται με την παραμονή του πετρελαίου που εκτιμάται με τη βοήθεια των μορφολογικών χαρακτηριστικών της ακτής. Ο παράγοντας προστασίας περιγράφει τη σημασία που η κοινωνία αποδίδει στην κάθε παράκτια περιοχή και απεικονίζεται με τον αριθμό των Συνθηκών και Κανονισμών προστασίας που περιλαμβάνουν την κάθε προσβεβλημένη περιοχή, όπως η Συνθήκη Ramsar, το Δίκτυο EU-Natura 2000 και οι ορισμένες με εθνικά νομοθετήματα ως προστατευόμενες περιοχές. Λόγω της έλλειψης γνώσης σχετικά με τις προτεραιότητες και τις επιθυμίες των ομάδων που εμπλέκονταν άμεσα στη διαδικασία λήψης απόφασης δράσης, ορίστηκαν βάρη τα οποία θεωρήθηκε ότι αντιπροσωπεύουν τα συμφέροντα τριών ομάδων που εμπλέκονται άμεσα και τους οποίους η κάθε απόφαση θα επηρέαζε άμεσα, τους ψαράδες, την πολιτική ηγεσία και τους περιβαλλοντολόγους. Οι τρεις αυτές ομάδες ανάλογα με τα συμφέροντα που αντιπροσώπευαν, βαθμολόγησαν, θέτοντας τα ανάλογα βάρη στους τομείς που θεωρούσαν ότι πρέπει να ληφθούν πρωταρχικώς υπόψη κατά τη διαδικασία λήψης απόφασης δράσης και πρόκειται για τους τομείς που οι ίδιοι συνδέονταν πιο άμεσα.

Στο OSCAR εισήχθησαν τα μετεωρολογικά στοιχεία που επικρατούσαν την ακριβή στιγμή του συμβάντος και τα οποία υπήρξαν διαθέσιμα από το MeteoGalicia και το Mercator Operational Oceanography. Οι προβλέψεις του συστήματος OSCAR ήταν σύμφωνες με τα στοιχεία των παρατηρήσεων του συμβάντος και το πετρέλαιο είχε συγκεντρωθεί στις ΒΔ παράκτιες περιοχές με τη μορφή κηλίδων λόγω, τόσο της φύσης του (heavy oil), όσο και της έντασης του ανέμου. Τα πιθανά σενάρια, οι πιθανές δηλαδή κατευθύνσεις ρυμούλκησης, κατατάχθηκαν βάσει των ποσοστών ρύπανσης που μπορούσαν να προκαλέσουν. Επιθυμητές είναι εκείνη ή εκείνες οι κατευθύνσεις με τα μικρότερα ποσοστά ρύπανσης. Κατέληξαν λοιπόν ότι η καλύτερη επιλογή ήταν η ρυμούλκηση προς την Ανατολή (Α), επόμενες επιλογές θα μπορούσαν να ήταν οι ΒΔ, ΒΑ και Δ κατεύθυνση. Η χειρότερη πάντως επιλογή θα ήταν η ΝΔ, που αποτελεί και την πραγματική τελική κατεύθυνση ρυμούλκησης και βύθισής του (Σχήμα 9.16).

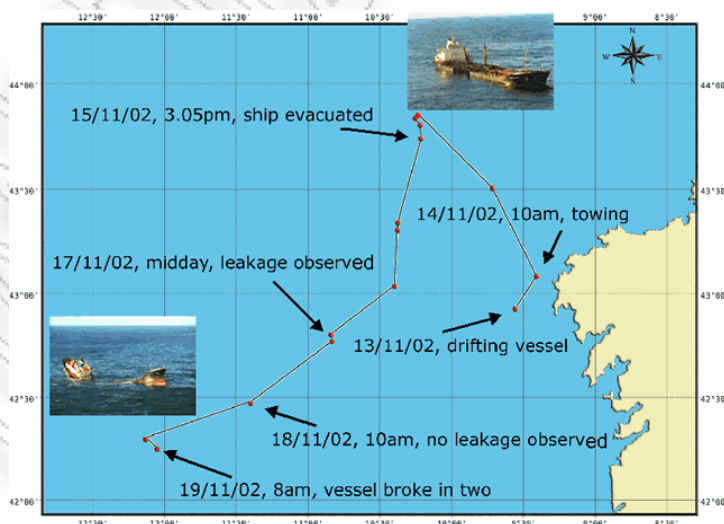
Το Prestige προσπάθησε να προσεγγίσει κάποιο λιμάνι, κινούμενο βορειοανατολικά (ΒΑ) ή ανατολικά (Α), ώστε να προστατευτεί από τους ισχυρούς ανέμους και τα μεγάλα κύματα και να προχωρήσει στην άντληση του πετρελαίου, όμως

απετράπη και απομακρύνθηκε από πλοία των Ισπανικών Αρχών (Εικόνα 9.2.). Πολλοί κατέκριναν τότε αυτή την ενέργεια της πολιτείας.



Σχήμα 9.16: Η σειρά κατάταξης των πιθανών σεναρίων ρυμούλκησης του πλοίου Prestige, σύμφωνα με τις προβλέψεις του μοντέλου OSCAR. Η ΝΔ (SW) αποτελεί την χειρότερη επιλογή.

Τόσο η ΒΑ, όσο και η ΒΔ κατεύθυνση ρυμούλκησης του πλοίου, οι οποίες είχαν αρχικά επιλεγεί από τις αρχές ως οι ιδανικότερες, ανήκουν στο σύνολο των καλύτερων σεναρίων δράσης που προέκυψαν από το OSCAR. Αντιθέτως, η στροφή του πλοίου προς το νότο και η ΝΔ ως τελική κατεύθυνση ρυμούλκησης αντιστοιχεί στο χειρότερο σενάριο δράσης σύμφωνα με το OSCAR. Απόδειξη η τεράστια καταστροφή που ακολούθησε.



Εικόνα 9.2: Το χρονικό ρυμούλκησης του πλοίου Prestige μέχρι την τελική βύθισή του.

Η εφαρμογή επομένως ενός Σ.Υ.Α. σε περιπτώσεις καταπολέμησης πετρελαϊκής ρύπανσης, μπορεί να υπάρξει καταλυτική στη λήψη μιας απόφασης για τον περιορισμό των δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, είτε οι αρμόδιες λιμενικές αρχές, είτε ωκεανογραφικά ινστιτούτα έχουν αναπτύξει και εφαρμόσει Σ.Υ.Α. για την αντιμετώπιση πετρελαιοκηλίδων και την καταπολέμηση της ρύπανσης από πετρέλαιο που οφείλεται σε ατυχήματα. Αξίζει να διευκρινιστεί ότι στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, η έννοια των Σ.Υ.Α. αντιμετωπίζεται με μεγάλο εύρος και περιλαμβάνει οποιοδήποτε πληροφοριακό σύστημα μπορεί να παρέχει πληροφορίες στον αποφασίζοντα (decision maker) ώστε να τον βοηθήσει στην επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου δράσης για τον περιορισμό της ρύπανσης. Στην περίπτωση της Ευρώπης, το 1994 συστήθηκε η ένωση Eurogoos, η οποία αποτελείται από επιστημονικά ινστιτούτα χωρών της Ευρώπης, με μέλημα την ανάπτυξη της Επιχειρησιακής Ωκεανογραφίας στις θάλασσες που περιβάλλουν την Ευρώπη. Στα πλαίσια αυτής της προσπάθειας, έχουν αναπτυχθεί και αναπτύσσονται από τα ινστιτούτα - μέλη της ένωσης, χρήσιμα εργαλεία μεταξύ των οποίων και μοντέλα εξάπλωσης πετρελαιοκηλίδων (oil drift models), θαλάσσιας κυκλοφορίας (circulation models) και κυματισμού (wave models).

Στο Παράρτημα 1 αναφέρονται μοντέλα που μπορούν να αποτελέσουν Σ.Υ.Α., τα οποία βρίσκονται καταχωρημένα στη λίστα μοντέλων του EUROGOOS και βάσει περαιτέρω έρευνας που πραγματοποιήθηκε, διασταυρώθηκε ότι εφαρμόζονται σε χώρες της Ευρώπης που αντιμετωπίζουν κίνδυνο πρόκλησης πετρελαιοκηλίδων. Πρόκειται είτε για oil drift models, δηλαδή μοντέλα πρόγνωσης εξάπλωσης κηλίδας, είτε για wave models, δηλαδή μοντέλα πρόγνωσης κυματισμού, είτε για circulation models, δηλαδή μοντέλα πρόγνωσης της θαλάσσιας κυκλοφορίας κλπ.

Βιβλιογραφία

- [9.1] Χονδροκούκης Γρ., Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων, 2008.
- [9.2] Ματσατσίνη Ν., Σημειώσεις: Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων
- [9.3] M. Le Bars, Ph. Le Grusse, Use of a decision support system and a simulation game to help collective decision-making in water management, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 62, Issue 2, July 2008, Pages 182-189

- [9.4] K.B. Matthews, G. Schwarz, K. Buchan, M. Rivington, D. Miller, Wither agricultural DSS?, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 61, Issue 2, May 2008, Pages 149-159
- [9.5] Farhad Azadivar, Tu Truong, Yue Jiao, A decision support system for fisheries management using operations research and systems science approach, Expert Systems with Applications, In Press, Corrected Proof, Available online in Science direct 21 February 2008
- [9.6] Ignacio J. Ramírez-Rosado, Eduardo García-Garrido, L. Alfredo Fernández-Jiménez, Pedro J. Zorzano-Santamaría, Cláudio Monteiro, Vladimiro Miranda, Promotion of new wind farms based on a decision support system, Renewable Energy, Volume 33, Issue 4, April 2008, Pages 558-566
- [9.7] Konstantinos G. Zografos, Konstantinos N. Androutsopoulos, A decision support system for integrated hazardous materials routing and emergency response decisions, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, In Press, Corrected Proof, Available online in Science Direct 21 March 2008
- [9.8] S. Akhtar Ali Shah, Hojung Kim, Seungkil Baek, Hyunho Chang, Byung Ha Ahn, System architecture of a decision support system for freeway incident management in Republic of Korea, Transportation Research Part A: Policy and Practice, In Press, Corrected Proof, Available online in Science Direct 10 March 2008
- [9.9] Gema Rodríguez-Trigo, Jan Paul Zock, Isabel Isidro Montes, Health Effects of Exposure to Oil Spills, Archivos de Bronconeumología, Volume 43, Issue 11, 2007, Pages 628-635
- [9.10] Kai W. Wirtz, Xin Liu, Integrating economy, ecology and uncertainty in an oil-spill DSS: The Prestige accident in Spain, 2002, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Volume 70, Issue 4, December 2006, Pages 525-532
- [9.11] Δικτυακός τόπος: <http://www.cedre.fr>

10. Το μοντέλο Seatrack Web

Ένα μοντέλο πρόβλεψης εξάπλωσης των κηλίδων πετρελαίου, το οποίο βάσει έρευνας στα πλαίσια της παρούσας εργασίας χρησιμοποιείται ευρέως και έχει δοκιμαστεί επιτυχώς σε πολλές περιπτώσεις, είναι το Seatrack Web. Οι χώρες που έχουν επιβεβαιώσει τη χρήση του, είτε από τις επίσημες Αρχές τους, είτε από επιστημονικά ιδρύματα είναι η Δανία, η Πολωνία, η Φιλανδία, η Γερμανία, η Σουηδία και η Λιθουανία (Παράρτημα 1).

Το μοντέλο Seatrack Web αναπτύχθηκε από το Μετεωρολογικό και Υδρογραφικό Ινστιτούτο της Σουηδίας SMHI (Swedish Meteorological and Hydrological Institute) σε συνεργασία με την Λιμενική Αρχή της Δανίας (Danish Maritime Safety Administration) και το Φιλανδικό Ινστιτούτο Περιβάλλοντος SYKE (Finnish Environment Institute) για να εφαρμοστεί στην περιοχή της Βαλτικής θάλασσας. Η πρώτη του έκδοση εμφανίστηκε το 1995. Έκτοτε έχει ανταποκριθεί επιτυχώς σε αρκετές περιπτώσεις αντιμετώπισης πετρελαιοκηλίδων και συνεχώς υφίσταται βελτιώσεις. Όλες οι χώρες της Βαλτικής θάλασσας είναι αδειοδοτημένες για τη χρήση του.

Η Βαλτική θάλασσα αποτελεί ένα γεωλογικά νέο σχηματισμό, ο οποίος περικλείει έναν από τους μεγαλύτερους παγκοσμίως όγκους υφάλμυρου νερού. Η οικολογική της σημασία είναι μεγάλη και ο υψηλός κίνδυνος σε περιβαλλοντικές απειλές, λόγω των γεωγραφικών, κλιματολογικών και ωκεανογραφικών χαρακτηριστικών της, επέβαλε τη λήψη μέτρων και ανάπτυξη εργαλείων για την προστασία της. Το 2004, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Ναυτιλίας IMO (International Maritime Organisation) την χαρακτήρισε ως περιοχή ιδιαίτερης ευαισθησίας (Particularly Sensitive Sea Area, PSSA). Η αντιμετώπιση της πετρελαϊκής ρύπανσης στη Βαλτική θάλασσα αποτελούσε ανέκαθεν πρόκληση, καθώς ετησίως εντοπίζονται περίπου 400 παράνομες απορρίψεις πετρελαίου.

Το Seatrack Web αποτελεί για ένα δικτυακό (web based), επιχειρησιακό (operational) μοντέλο πρόβλεψης της εξάπλωσης κηλίδων πετρελαίου σε 24ωρη βάση, φιλικό προς το χρήστη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αντιμετώπιση εξάπλωσης, πέραν του πετρελαίου, και άλλων ουσιών στο νερό ή να προβλέψει τη μεταφορά αντικειμένων που βρίσκονται σ' αυτό. Επιπροσθέτως, σε περιπτώσεις εντοπισμού κηλίδας με άγνωστη πηγή προέλευσης, το Seatrack Web, βάσει των επικρατούντων καιρικών συνθηκών και των διαθέσιμων πληροφοριών, μπορεί να εντοπίσει την πηγή προέλευσης της κηλίδας και να συγκρίνει την πορεία του υποπευδόμενου ως υπαίτιου πλοίου, με την εξάπλωση του διαφεύγοντος πετρελαίου. Οι υπολογισμοί του μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αποδεικτικό στοιχείο σε περίπτωση ποινικών διώξεων.

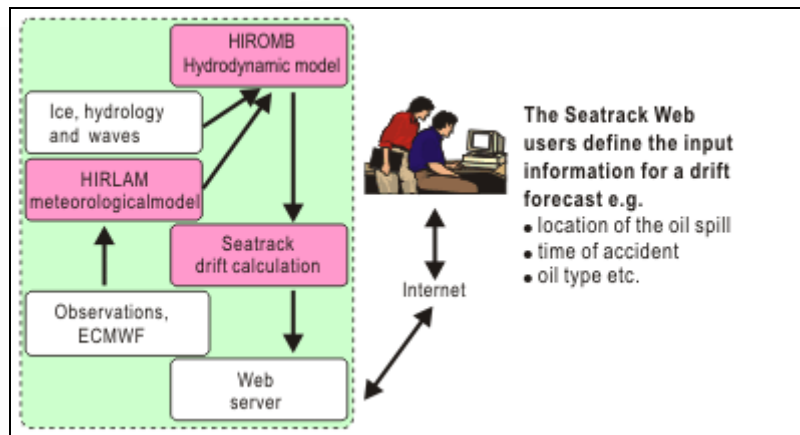
Οι προβλέψεις του για την εξάπλωση μιας κηλίδας μπορούν να αφορούν διάστημα μέχρι και 2 ημερών, ενώ για τον εντοπισμό της προέλευσής της οι υπολογισμοί του μπορούν να αφορούν διάστημα 10 ημερών πριν τον αρχικό της εντοπισμό.

Το Seatrack Web χρησιμοποιεί πλήθος πληροφοριών προερχόμενων από άλλα μοντέλα και μετεωρολογικές προβλέψεις. Προβλέψεις για την κίνηση των θαλάσσιων ρευμάτων δίνονται από το τριών διαστάσεων υδροδυναμικό μοντέλο Hiromb (High Resolution Operational Model for the Baltic), το οποίο καλύπτει όλη την έκταση της Βαλτικής θάλασσας και τμήμα της Βορείου θάλασσας. Οι προβλέψεις του είναι ημερήσιες και αφορούν διάστημα μέχρι 5 ημερών. Κάθε 3 ώρες υπάρχει ανανέωση των προβλέψεων. Τιμές σχετικές με την οριζόντια ανάλυση της κίνησης των ρευμάτων δίνονται ανά απόσταση 3 ναυτικών μιλίων. Στο Seatrack Web η προβλεπόμενη κίνηση των επιφανειακών ρευμάτων, αυτών δηλαδή που βρίσκονται σε βάθος 0-4 m, μπορεί να αναπαρασταθεί γραφικά. Το μοντέλο Hiromb δίνει στοιχεία για την κίνηση των ρευμάτων σε 24 διαφορετικά βάθη, τα οποία επηρεάζουν την εξάπλωση του πετρελαίου. Υπολογίζει τη θερμοκρασία του νερού, την αλατότητα, την ταχύτητα των ρευμάτων, τη στάθμη του νερού. Στους παραπάνω υπολογισμούς, λαμβάνει ακόμη υπόψη στοιχεία που αφορούν την εισροή και εκροή ποταμών που καταλήγουν στη Βαλτική θάλασσα μέσω ενός μοντέλου που εφαρμόζεται στη συνολική λεκάνη απορροής.

Οι προβλέψεις του ανέμου που χρησιμοποιούνται στο Seatrack Web προέρχονται από το μοντέλο καιρού του European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) και του μοντέλου High Resoluted Limited Area weather Model (HIRLAM) αντίστοιχα για προβλέψεις τις επόμενες 5 και 2 ημέρες. Οι προβλέψεις ανέμου που χρησιμοποιούνται στο Seatrack Web αφορούν τιμές σε ύψος 10m. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι το Seatrack Web, όπως και άλλα ανάλογα μοντέλα, δεν λαμβάνει υπόψη τα μικρής κλίμακας τοπικά φαινόμενα που αφορούν τον άνεμο. Οι προβλέψεις του ανέμου μπορούν και αυτές να αναπαρασταθούν γραφικά.

Ακόμα και η απεικόνιση της κάλυψης της Βαλτικής θάλασσας από χιόνι είναι δυνατή. Ο χρήστης αρκεί να επιλέξει Ice layer και εμφανίζεται η παρούσα κάλυψη της Βαλτικής θάλασσας από χιόνι. Η δυνατότητα αυτή προστέθηκε στο μοντέλο το 2005 και τα στοιχεία για την απεικόνιση της κάλυψης προέρχονται σε ημερήσια βάση από το μοντέλο Hiromb.

Τα επιμέρους συστατικά και η δομή του Seatrack Web στην περίπτωση της Βαλτικής θάλασσας παρουσιάζονται στο σχήμα 10.1.



Σχήμα 10.1: Τα συστατικά και η δομή του Seatrack Web για τη Βαλτική θάλασσα.

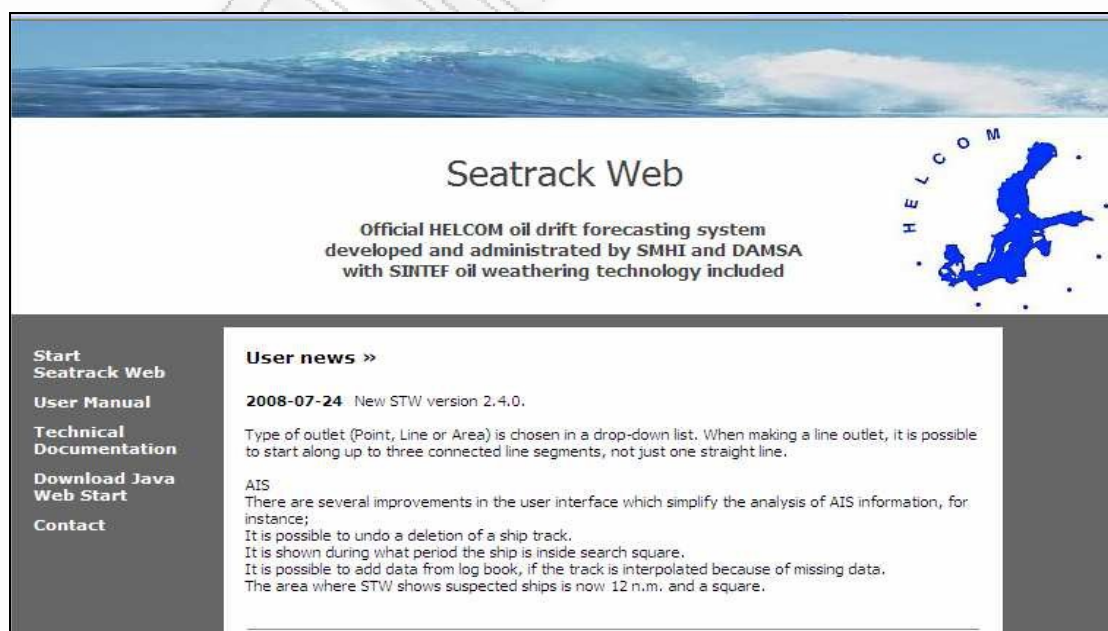
Για την εφαρμογή του μοντέλου απαιτούνται τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Υπολογιστής με επεξεργαστή τουλάχιστον 700 MHz (συχνότητα επεξεργασίας των δεδομένων)
- 2 Mb video-memory (:)
- 256 Mb μνήμη RAM

Απαραίτητη είναι η σύνδεση Internet ελάχιστης ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων 256 kilobit/sec.

Το σύστημα βρίσκεται διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση:

<http://www.smhi.se/seatrack>



Σχήμα 10.2: Η αρχική σελίδα του δικτυακού τόπου <http://www.smhi.se/seatrack>.

Η έκδοση Seatrack Web 2.4.0 ενεργοποιείται μέσω του 'Java Web start' και εγκαθίσταται στον υπολογιστή μία φορά και στη συνέχεια ανανεώνεται και επικαιροποιείται αυτομάτως. Αν στον υπολογιστή η εφαρμογή 'Java Web' δεν είναι εγκατεστημένη, επιλέγοντας την έναρξη της εφαρμογής Seatrack Web (Start Seatrack Web) κατευθύνεστε στην ιστοσελίδα:

<http://java.sun.com/products/javawebstart/needdownload.html>.

Αν η συγκεκριμένη ενέργεια δεν συμβεί αυτομάτως, τότε επιλέγετε 'Download Java Web Start' και προωθήστε στο δικτυακό τόπο:

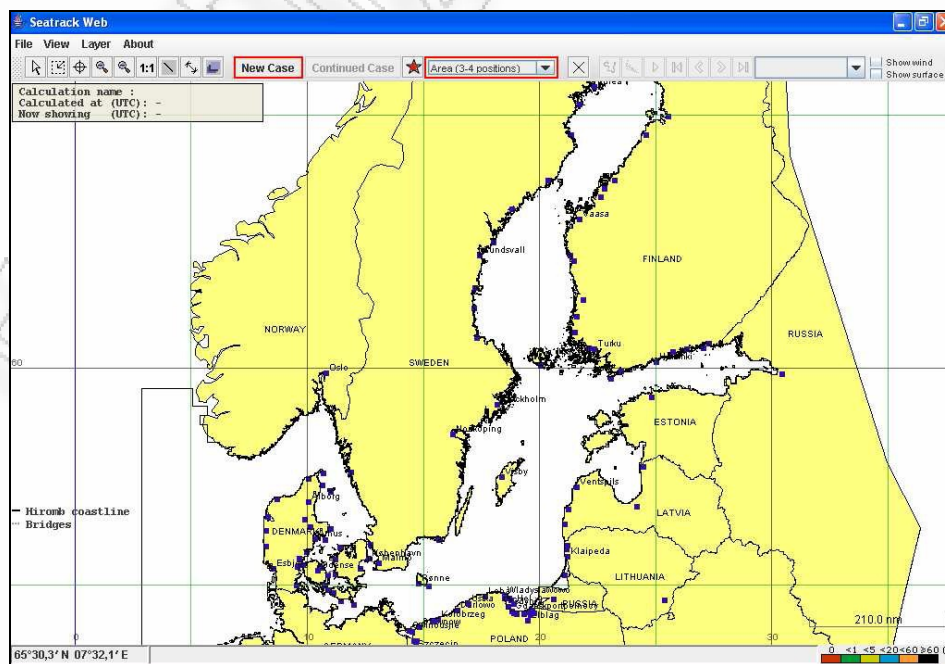
<http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/javawebstart/index.jsp>,

όπου επιλέγετε Download Java SE 6 JRE/SDK και στη συνέχεια Java Runtime Environment (JRE) 6 Update 7 Download ή οποιαδήποτε άλλη νεότερη έκδοση.

Σε περίπτωση προβλήματος στην εγκατάσταση του Java Runtime Environment (JRE) 6 Update 7 προσπαθήστε να εγκαταστήσετε την τελευταία έκδοση του JRE απ' ευθείας από το δικτυακό τόπο: <http://java.com/en/> επιλέγοντας Free Java Download.

Στο link User manual του δικτυακού τόπου: <http://www.smhi.se/seatrack> βρίσκονται όλες τις οδηγίες και πληροφορίες για την εγκατάσταση και εφαρμογή του μοντέλου Seatrack Web.

Για την έναρξη της εφαρμογής του Seatrack Web επιλέγετε Start Seatrack Web, συμπληρώνεται τα πεδία User και Password και επιλέγοντας Login εμφανίζεται στην οθόνη σας ο χάρτης της περιοχής, στη συγκεκριμένη περίπτωση της Βαλτικής θάλασσας, με τη μορφή του σχήματος 10.3.



Σχήμα 10.3: Ο χάρτης της περιοχής ενδιαφέροντος.

Η όλη εφαρμογή γίνεται σε περιβάλλον GIS, έπειτα από την ψηφιοποίηση όλης της περιοχής ενδιαφέροντος και την ομαδοποίηση όλων των μορφολογικών χαρακτηριστικών σε επίπεδα, τα λεγόμενα layers. Η χρήση του περιβάλλοντος GIS επιτρέπει την εμφάνιση όλων των στοιχείων, μορφολογικών, γεωγραφικών, υδρογραφικών, μετεωρολογικών κ.ά. σε μορφή layer. Το ένα layer μπορεί να τοποθετείται πάνω στο άλλο και να προκύπτουν όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί των διαθέσιμων πληροφοριών που περιλαμβάνονται στα layers.

Αν επιθυμείτε το κλείσιμο της εφαρμογής, επιλέγετε **File** και **Exit**.

Στο άνω μέρος του παραθύρου, η γραμμή εργαλείων περιλαμβάνει τις εξής επιλογές: **File**, **View**, **Layer**, **About** (Σχήμα 10.4).

File View Layer About

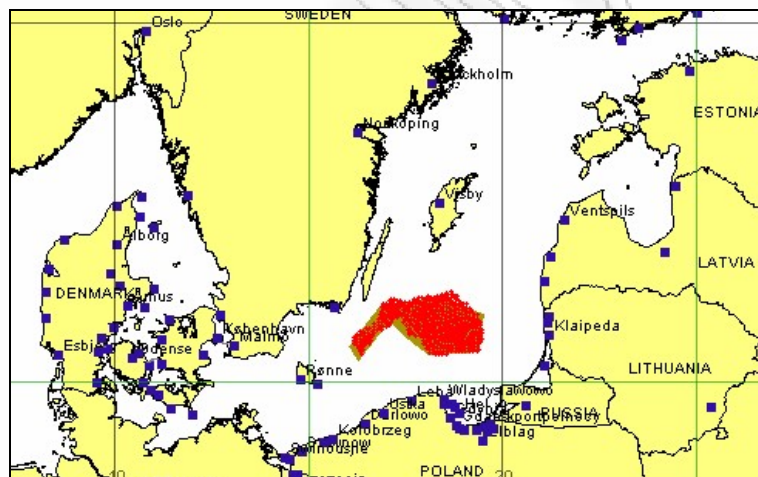
Σχήμα 10.4: Η βασική γραμμή εργαλείων στο άνω μέρος του παραθύρου της εφαρμογής.

Στο μενού **File** (σχήμα 10.5) υπάρχουν οι εξής επιλογές:

- **Open case**, για το άνοιγμα μιας ήδη εφαρμοσμένης και αποθηκευμένης περίπτωσης.
- **Save case**, για την αποθήκευση μια περίπτωσης. Κατά την αποθήκευση επιλέγει ο χρήστης τη θέση αποθήκευσης (directory). Σημειώνεται ότι το αρχείο θα πρέπει να αποθηκευτεί με κατάληξη .xml όταν χρησιμοποιείται η έκδοση Java 1.6 ή νεότερη.
- **Save Map as image**, για την αποθήκευση του χάρτη σε μορφή jpg.
- **Email map image**, δίνεται η δυνατότητα αποστολής του χάρτη με email.
- **Read Bohuslan Info**, πληροφορίες για την επαρχία Bohuslan της Σουηδίας, διαθέσιμες μόνο στην σουηδική έκδοση.
- **Download Bohuslan data**, εμφάνιση δεδομένων της επαρχίας Bohuslan της Σουηδίας, διαθέσιμη ενέργεια μόνο στην σουηδική έκδοση.
- **Change password**, αλλαγή κωδικού πρόσβασης.
- **Load algae data**, για την εισαγωγή στοιχείων για την ύπαρξη φυκιών (algae), θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα νέο αρχείο, algae data.txt, όπου θα δηλώνονται οι συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) του πολυγώνου που υποδηλώνει την περιοχή ύπαρξης φυκιών (σχήμα 10.6). Ως συντεταγμένες του πολυγώνου θεωρούνται οι συντεταγμένες όλων των γωνιών του.
- **Delete loaded algae data**, για τη διαγραφή των στοιχείων ύπαρξης φυκιών.
- **Exit**, για το κλείσιμο της εφαρμογής.

Seatrack Web			
File	View	Layer	About
Open Case			
Save Case			
Save Map as image			
Email Map image			
Read Bohuslan info			
Download Bohuslan data			
Change password			
Load AIS data			
Load algae data			
Delete loaded algae data			
Exit			

Σχήμα 10.5: Οι επιλογές του μενού File.



Σχήμα 10.6: Εικόνα ενός πολυγώνου, οι συντεταγμένες του οποίου δηλώνονται στο μοντέλο για την ακριβή απεικόνισή του στο χάρτη της περιοχής ενδιαφέροντος.

Στο μενού **View** (σχήμα 10.7) υπάρχουν οι εξής επιλογές:

- **Available files – 2 days forecast (HIRLAM)**, στοιχεία – προγνώσεις ανέμου και κίνησης ρευμάτων του μοντέλου HIRLAM για τη δυνατότητα πρόβλεψης εξάπλωσης της κηλίδας πετρελαίου τις επόμενες 2 ημέρες. Τα στοιχεία πρόγνωσης του ανέμου και των ρευμάτων ανανεώνονται κάθε τρεις ώρες και αφορούν διάστημα 30 ημερών πριν τις 00.00 της τρέχουσας μέρας και 2 ημερών μετά. (Forecasted currents and winds are generated every third hour and 30 days back in time from today at 00.00).
- **Available files – 5 days forecast (ECMWF)**, στοιχεία – προγνώσεις ανέμου και κίνησης ρευμάτων του κέντρου ECMWF για τη δυνατότητα πρόβλεψης εξάπλωσης

της κηλίδας πετρελαίου τις επόμενες 5 ημέρες. Τα στοιχεία πρόγνωσης του ανέμου και των ρευμάτων ανανεώνονται κάθε τρεις ώρες και αφορούν διάστημα 30 ημερών πριν τις 00.00 της τρέχουσας μέρας και 5 ημερών μετά. (Forecasted currents and winds are generated every third hour and 30 days back in time from today at 00.00).

- **Input data**, οι παράμετροι που επέλεξε ο χρήστης να ληφθούν υπόψη στους υπολογισμούς.
- **Result table**, εμφάνιση πίνακα με στοιχεία όπως η ποσότητα, το ιζώδες και η πυκνότητα του πετρελαίου και δεδομένα ανέμου και ρευμάτων, ποσοστά ποσότητας πετρελαίου που βρέθηκε στις ακτές, ποσοστά ποσότητας πετρελαίου που εξατμίστηκε κ.ο.κ. Τα στοιχεία αυτά μπορούν να αναπαρασταθούν γραφικά βάσει επιθυμίας του χρήστη.



Σχήμα 10.7: Οι επιλογές του μενού View.

Στο μενού **Layer –Show/hide layer selection** δίνονται οι ακόλουθες επιλογές (σχήμα 10.8, 10.9):



Σχήμα 10.8 : Το μενού Layer - Show/hide layer selection.



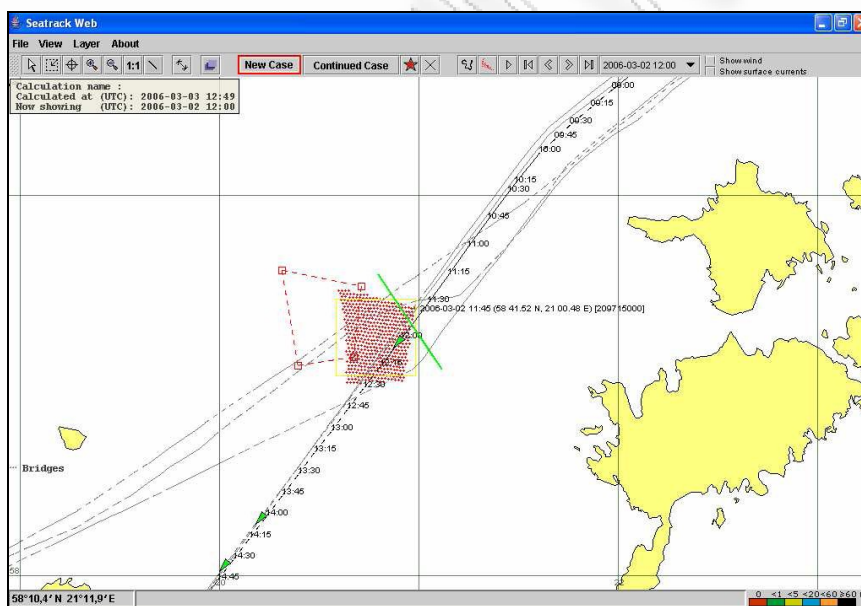
Σχήμα 10.9: Οι επιλογές του Show/hide layer selection.

- **Name, Time, Layer description**, με την επιλογή του εμφανίζεται πάνω και αριστερά στο χάρτη το παράθυρο του σχήματος 10.10, όπου παρουσιάζονται το όνομα του υπολογισμού (calculation name), η ώρα που ξεκίνησε ο υπολογισμός (calculated at) και η τρέχουσα ώρα (now showing).

Calculation name :	test23
Calculated at (UTC):	2005-07-13 08:27
Now showing (UTC):	2005-07-15 00:00

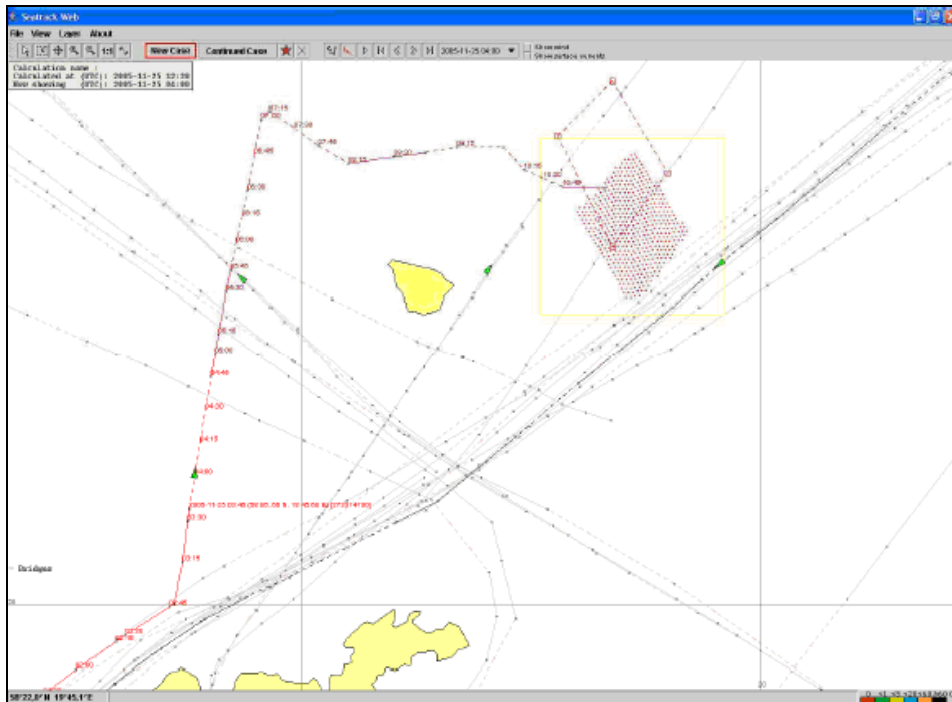
Σχήμα 10.10: Το γκρι παράθυρο που εμφανίζεται με την επιλογή του Name, Time, Layer description

- **Graphics**, επιτρέπει τη σχεδίαση πράσινων γραμμών σε οποιοδήποτε σημείο του χάρτη (Σχήμα 10.11).



Σχήμα 10.11: Σχεδίαση πράσινης γραμμής στο χάρτη με την επιλογή Graphics.

- **Lat/Lon grid**, εμφάνιση του πλέγματος με τα γεωγραφικά πλάτη (latitude) και μήκη (longitude) της περιοχής του χάρτη.
- **AIS (Automatic Information Identification)**, υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης στο χάρτη της πορείας των πλοίων που διέρχονται από την περιοχή (Σχήμα 10.12) και εφόσον ο χρήστης έχει άδεια χρήσης των στοιχείων αυτών, αλλιώς η επιλογή είναι απενεργοποιημένη. Τα στοιχεία αφορούν προηγούμενο διάστημα 30 ημερών. Η εμφάνιση της πορείας των πλοίων μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό του υπαίτιου πρόκλησης της κηλίδας και στην περίπτωση αυτή γίνεται **Backward calculation**.



Σχήμα 10.12: Οι πορείες των πλοίων που έχουν περάσει από την περιοχή εκδήλωσης της κηλίδας. Η κηλίδα αναπαρίσταται από τις κόκκινες κουκίδες. Το κίτρινο τετράγωνο που την περιβάλλει αποτελεί την ορισμένη περιοχή αναζήτησης του υπαίτιου πλοίου και η οποία ακολουθεί την κηλίδα καθώς αυτή εξαπλώνεται. Η θέση του πλοίου παριστάνεται με ένα πράσινο τρίγωνο. Η πορεία του πλοίου που βρίσκεται κοντά στην κηλίδα είναι μαύρου χρώματος.

- **Hiromb coastline**, εμφανίζεται στο χάρτη το όριο της περιοχής κάλυψης από το μοντέλο Hiromb.
- **Base line**, εμφανίζεται το όριο κάλυψης του μοντέλου Hiromb στην περιοχή των Σουηδικών ακτών.
- **Boundary for Territorial waters**, εμφανίζονται τα θαλάσσια όρια-σύνορα κάθε χώρας.
- **Bridges**, εμφανίζονται οι γέφυρες που υπάρχουν στην περιοχή ενδιαφέροντος.
- **Cities and countries**, εμφανίζονται στο χάρτη τα ονόματα όλων των χωρών και πόλεων που βρίσκονται στην περιοχή ενδιαφέροντος.
- **Danish economic zone**, εμφανίζεται στο χάρτη η οικονομικών συμφερόντων περιοχή της Δανίας, π.χ. λόγω αλιείας, ιχθυοκαλλιεργειών ή τουρισμού.
- **Maris response zones**, εμφάνιση των ορίων των προτεινόμενων περιοχών αντιμετώπισης κηλίδων, οι οποίες έχουν οριστεί στο MARIS (Maritime Accident Response Information System), ένα πρόγραμμα χαρτογράφησης των κινδύνων από την πρόκληση κηλίδων πετρελαίου και της δυνατότητας αντιμετώπισής τους, το οποίο αναπτύχθηκε για τη Βαλτική θάλασσα
- **Bohuslan area**, εμφάνιση στο χάρτη των ορίων της επαρχίας Bohuslan της Σουηδίας.

- **Country borders**, τα όρια-σύνορα της χώρας.
- **Baltic Sea Protected Areas**, εμφάνιση στο χάρτη των προστατευόμενων περιοχών της Βαλτικής θάλασσας.
- **Important Bird Areas**, εμφάνιση περιοχών ύψιστης σημασίας λόγω ύπαρξης πουλιών.
- **Major ship routes**, εμφάνιση των κύριων θαλάσσιων οδών των πλοίων.
- **Ship traffic separation**, εμφάνιση της διακίνησης των πλοίων.
- **Hiromb Ice Concentration**, εμφάνιση στοιχείων για την χιονοκάλυψη της Βαλτικής θάλασσας από το μοντέλο Hiromb.
- **Hiromb Depth**, εμφάνιση στο χάρτη χρωματικής διαβάθμισης των βαθών της περιοχής ενδιαφέροντος.

Τα στοιχεία των επιλογών αυτών αναπαρίσταται στο χάρτη σε μορφή επιπέδων (layers). Όταν επιλεγεί το ένα κουτάκι από τη λίστα του **Show/hide layer selection**, τα αντίστοιχα στοιχεία εμφανίζονται στο χάρτη υπό μορφή layer, το οποίο συνοδεύεται από την εμφάνιση ετικέτας με το όνομα της επιλογής των στοιχείων του.

Στο μενού **About** εμφανίζονται οι εξής επιλογές:

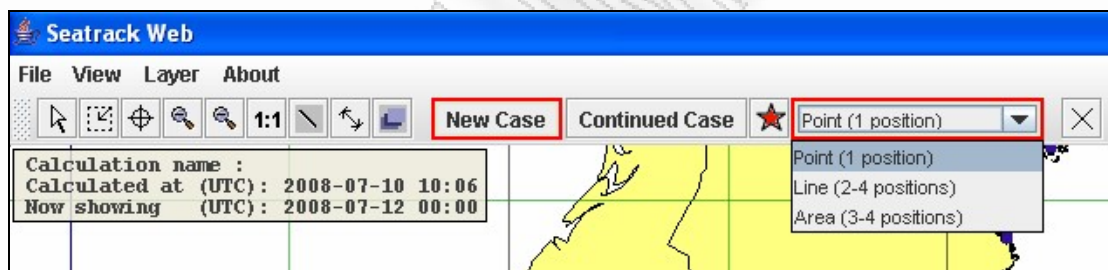
- **About**, πληροφορίες για το Seatrack Web.
- **Credits to people**, αναφορές σε πρόσωπα που σχετίζονται με την ανάπτυξη και εφαρμογή του μοντέλου.

Η γραμμή εργαλείων που απεικονίζεται στο σχήμα 10.13 αποτελείται από επιλογές γνωστές και από άλλες εφαρμογές, όπως το βέλος (**Arrow**) που δηλώνει την εκάστοτε θέση του κέρσορα, το σύμβολο μεγέθυνσης (**Zoom in**) ή σμίκρυνσης (**Zoom out**) του χάρτη, το **1:1** με την επιλογή του οποίου, έπειτα από μεγέθυνση ή σμίκρυνση, επαναφέρει το χάρτη στο αρχικό του μέγεθος, η γραμμή (**Draw lines**) με την οποία είναι δυνατή η σχεδίαση μίας πράσινης γραμμής και η οποία εξαφανίζεται από το χάρτη με double click, η απόσταση (**Distance**) με την επιλογή της οποίας υπολογίζεται η απόσταση μεταξύ δύο σημείων σε ναυτικά μίλια, η επιλογή εμφάνισης του παραθύρου **Show/hide layer selection** που μπορεί εναλλακτικά να γίνει και από το σημείο αυτό, η επιλογή **New Case** η οποία οδηγεί στην εμφάνιση του παραθύρου **Calculation parameters** (Σχήμα 10.14), η επιλογή **Continued Case** η οποία επιτρέπει τη συνέχιση ενός υπολογισμού, ο οποίος μπορεί να έχει προηγηθεί και αποθηκευτεί (**File** → **Save Case**).

Η επιλογή με σύμβολο το κόκκινο αστέρι εμπεριέχει την επιλογή σημείου-**Point (1 position)**, γραμμής-**Line (2-4 positions)** ή περιοχής-**Area (3-4 positions)**. Ο χρήστης

χρησιμοποιεί τον κέρσορα, ο οποίος πλέον εμφανίζεται ως κόκκινο αστέρι, για να δηλώσει τη θέση εμφάνισης της κηλίδας ή για να προσδιοριστεί μία περιοχή. Η εμφάνιση της κηλίδας μπορεί να μην είναι σημειακή (**point-1 position**), αλλά γραμμική (**line-2-4 positions**) ή και να αποτελεί περιοχή (**area-3-4 positions**). Για την επιλογή των σημείων που οριοθετούν την εμφάνιση της κηλίδας, κάνοντας double click σε καθένα δηλώνεται η ακριβή τους θέση. Σε περίπτωση που εκ παραδρομής επιλεγούν με τον κέρσορα περισσότερα από τα αρχικώς δηλωθέντα σημεία (1 position, 2-4 positions, 3-4 positions) όλες οι εγγραφές διαγράφονται. (**Make outlet**, the red star is default in the cursor, when starting a calculation. Choose **Point (1 position)**, **Line (2-4 positions)** or **Area (3-4 positions)**). Fetch the red star symbol when you want to mark the outlet position. Double click to give the outlet positions. It is possible to move the corners of the spot. If you click more points than you have chosen, the positions are deleted.) Οι υπόλοιπες επιλογές ενεργοποιούνται με την έναρξη κάποιου υπολογισμού.

Μετακινώντας τον κέρσορα, οι συντεταγμένες της εκάστοτε θέσης του εμφανίζονται στο κάτω αριστερό τμήμα του παραθύρου.



Σχήμα 10.13: Οι επιμέρους επιλογές της γραμμής εργαλείων του Seatrack Web.

Για την πραγματοποίηση ενός υπολογισμού (new case) ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει τα ακόλουθα πεδία του παραθύρου **Calculation parameters** (Σχήμα 10.14):

- **Forward calculation**, επιτρέπει την πρόβλεψη μέχρι και 5 ημέρες μπροστά, ξεκινώντας τον υπολογισμό 30 ημέρες πριν. Ο χρήστης επιλέγει το μοντέλο προβλέψεων που επιθυμεί (HIRLAM ή ECMWF). Ως χρόνος έναρξης θεωρείται πάντα η παρούσα ώρα (UTC – Universal Time Coordinated). Ως χρόνος τερματισμού από το σύστημα θεωρούνται οι 24.00 UTC της επόμενης μέρας, παρόλο που υπολείπονται 3 ακόμα ημέρες, ο χρήστης όμως έχει τη δυνατότητα να κάνει την ανάλογη αλλαγή.
- **Backward calculation**, επιτρέπει τον υπολογισμό πίσω στο χρόνο για τον προσδιορισμό του σημείου αρχικής εμφάνισης της κηλίδας. Στην περίπτωση αυτή ο χρόνος έναρξης (**start time**) πρέπει να είναι μεταγενέστερος του χρόνου τερματισμού

(stop time). Αυτή η επιλογή συνδέεται με τη δυνατότητα πρόσβασης του χρήστη στο AIS για τον εντοπισμού του υπαίτιου πρόκλησης της κηλίδας.

Calculation parameters

Time & Position

Forward calculation 2 days forecast (HIRLAM)
 Backward calculation 5 days forecast (ECMWF)

Start time (UTC) YYYY-MM-DD hh:mm
 2008 04 24 12 : 00

Stop time (UTC) YYYY-MM-DD hh:mm
 2008 04 26 00 : 00

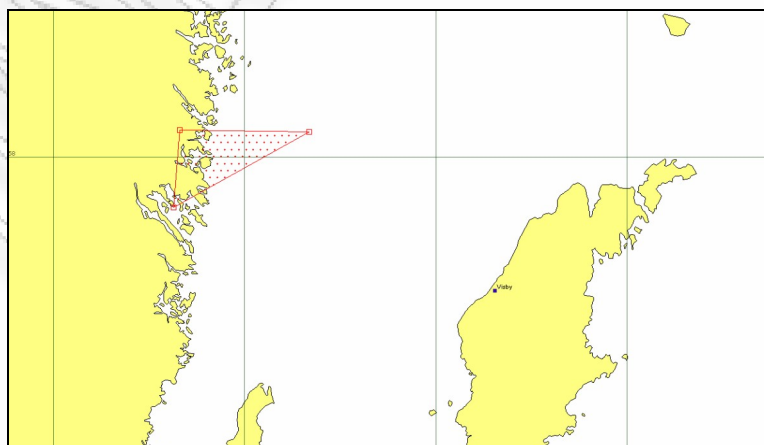
	Start position Latitude	(DD MM.MM/1000) Longitude	Outlet depth (m)
1	56 52.616	17 57.897	0
2	56 52.616	18 40.891	
3	56 32.952	18 43.279	
4	56 21.072	17 02.960	

Outlet shape

Point (1 position)
 Line (2-4 positions)
 Area (3-4 positions)

Σχήμα 10.14: Οι απαιτούμενοι παράμετροι για την έναρξη υπολογισμού: είδος υπολογισμού, χρόνος έναρξης και τερματισμού, αρχικές θέσεις έναρξης υπολογισμού και αρχικό βάθος της κηλίδας.

- **Start position**, η θέση έναρξης του υπολογισμού, δηλαδή η θέση εμφάνισης της κηλίδας, δίνεται σε μοίρες, λεπτά και δέκατα του λεπτού. Αν ο χρήστης έχει επιλέξει απ' ευθείας στο χάρτη (επιλογή: κόκκινο αστέρι) τα σημεία που οριοθετούν τη θέση εμφάνισης της κηλίδας, οι συντεταγμένες τους εμφανίζονται αυτομάτως στα αντίστοιχα πεδία. Ωστόσο, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να κάνει όποια διόρθωση επιθυμεί στα πεδία.



Σχήμα 10.15: Η περιοχή εμφάνισης της κηλίδας ορίζεται ως ένα τρίγωνο (area, 3-4 positions), μέρος του οποίου αποτελεί ξηρά.

- **Outlet shape**, η μορφή της περιοχής εμφάνισης της κηλίδας (σημείο-point, γραμμή-line, περιοχή-area) με τον αντίστοιχο απαιτούμενο αριθμό σημείων για τον προσδιορισμό της. Αν κάποια από τα σημεία αυτά που οριοθετούν την περιοχή εμφάνισης της κηλίδας βρίσκονται στη ξηρά, τουλάχιστον ένα θα πρέπει να βρίσκεται στη θάλασσα (Σχήμα 10.15).
- **Outlet depth**, το βάθος της κηλίδας σε μέτρα (m).

Σχετικά με τον τύπο του πετρελαίου θα πρέπει να δοθούν κάποια στοιχεία. Στο σχήμα στο πεδίο **Oil classes** θα πρέπει να επιλεγεί κάποια από τις κατηγορίες: **Light**, **Medium** και **Heavy oils**, οι οποίες χαρακτηρίζουν το ιξώδες του συγκεκριμένου τύπου πετρελαίου. Συστήνεται στο χρήστη να επιλέξει κάποια κατηγορία, ακόμα και σε περίπτωση έλλειψης στοιχείων σχετικών με τον τύπο του πετρελαίου.

Βάσει της επιλογής κατηγορίας ιξώδους ισχύει και η ακόλουθη αντιστοιχία:

Light: Light Diesel Fuel

Medium: Intermediate Oil

Heavy: Bunker C

The screenshot shows a form titled "Substance" with two radio button options. The first option, "Oil classes", is selected. It has a dropdown menu showing "Medium oils (100-1000 cSt)" and a "State of oil" dropdown menu showing "Select state". The second option, "Oil, specific", is unselected. It has a dropdown menu showing "Gasoline" and a "State of oil" dropdown menu showing "Select state".

Σχήμα 10.16: Επιλογή της κατηγορίας ιξώδους του συγκεκριμένου τύπου πετρελαίου που διέφυγε στο περιβάλλον.

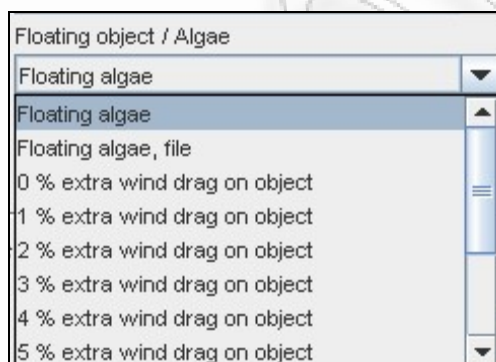
Στο πεδίο **State of oil** πρέπει να επιλεγεί **Fresh oil** αν το πετρέλαιο έχει μόλις διαφύγει στο περιβάλλον ή **Weathered oil** αν έχει παραμείνει στο θαλάσσιο περιβάλλον για κάποιο χρονικό διάστημα μέχρι τον εντοπισμό του. Στην περίπτωση επιλογής **Weathered oil**, οι διεργασίες της εξάτμισης και της γαλακτωματοποίησης θεωρείται ότι έχουν ολοκληρωθεί.

Στο πεδίο **Oil, Specific** εμφανίζονται 11 συγκεκριμένοι τύποι πετρελαίου. Δίνεται η δυνατότητα πρόσθεσης και άλλων τύπων πετρελαίου. Η κατηγοριοποίηση στο πεδίο αυτό όμως δεν είναι τόσο γενική όσο στο προηγούμενο πεδίο **Oil classes** και απαιτεί τη διάθεση περισσότερων στοιχείων για τον τύπο του διαφεύγοντος πετρελαίου.

Στο πεδίο **Oil lumps** ο χρήστης επιλέγει 5cm, 10cm ή 20cm για το πάχος της κηλίδας.

Στο πεδίο **Floating Object/Algae** (Σχήμα 10.17) δηλώνεται η ύπαρξη επιπλέοντος αντικειμένου ή φυκιών.

- Στην περίπτωση επιπλέοντος αντικειμένου (**floating object**), καθώς ένα τμήμα του βρίσκεται εκτός του νερού, είναι δυνατή η προσθήκη μίας επιπλέον ώθησης του ανέμου σε αυτό (**x % extra wind drag on object**).
- Τα επιπλέοντα φύκια (**floating algae**), συμπεριφέρονται όμοια με τα επιπλέοντα αντικείμενα, αλλά χωρίς την επιπλέον προστιθέμενη ώθηση του ανέμου (**0 % extra wind drag on object**).
- Με την επιλογή **Floating algae, file** εμφανίζεται το πολύγωνο, το οποίο υποδηλώνει την περιοχή ύπαρξης των φυκιών και το οποίο προέρχεται από το αρχείο algae data.txt (βλ. File → Load algae data), όπου είναι καταχωρημένες οι συντεταγμένες του.



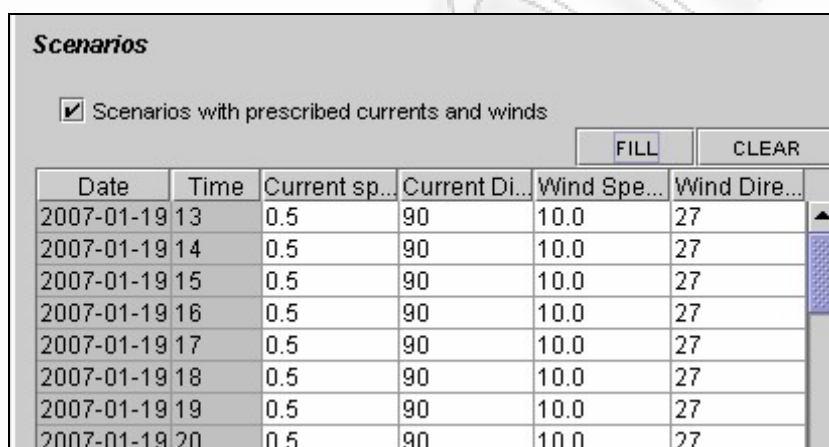
Σχήμα 10.17: Η επιλογή επιπλέοντος αντικειμένου ή επιπλεόντων φυκιών.

Οι υπολογισμοί για την κίνηση των αντικειμένων και των ουσιών, όπως του πετρελαίου, γίνεται είτε θεωρώντας ότι αυτά βρίσκονται συνεχώς σε συγκεκριμένο βάθος (constant depth) ή ότι εξαπλώνονται προς 3 κατευθύνσεις (three dimensional Spreading).

Εξίσου σημαντικός είναι ο ρυθμός διαφυγής του πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον.

- **Instantaneous spill**, σε περίπτωση διαφυγής συγχρόνως όλης της ποσότητας πετρελαίου. Η ποσότητα **Amount** είναι σε m^3 ή τόνους (tones). Δυνατή είναι η χρήση και δεκαδικών ψηφίων π.χ. $5.7 m^3$.
- **Continuous spill**, σε περίπτωση συνεχούς διαφυγής ποσότητας πετρελαίου. Ο ρυθμός διαφυγής (**Total amount/Rate**) είναι ο λόγος της ποσότητας προς τον αντίστοιχο χρόνο διαφυγής π.χ. $0.4 m^3/hour$.
- **Duration**, η διάρκεια της διαφυγής του πετρελαίου σε ημέρες (days) ή ώρες (hours).

Στο χρήστη δίνεται η δυνατότητα να δημιουργήσει δικά του σενάρια (**scenarios**) ως προς τα διαθέσιμα στοιχεία πρόγνωσης του ανέμου και των ρευμάτων. Δηλαδή, μπορεί να μεταβάλλει τα στοιχεία πρόγνωσης κατά βούληση ή να προσθέσει νέες τιμές σε μικρότερα χρονικά διαστήματα από τα δοθέντα. Αν ο χρήστης επιθυμεί αυτή την ενέργεια στο παράθυρο **Scenarios** πρέπει να επιλέξει **Scenarios with prescribed currents and winds** (Σχήμα 10.18). Ο χρόνος που εμφανίζεται στα πεδία **Time** είναι ίδιος με αυτόν στο **Time & Position** του παραθύρου **Calculation parameters**. Ο χρήστης συμπληρώνει τις τιμές του ανέμου και των ρευμάτων κάθε ώρα ή ανά χρονικά διαστήματα δικής του επιλογής. Επιλέγοντας **FILL**, οι τιμές ανέμου και ρευμάτων, των διαφόρων χρονικών διαστημάτων που βρίσκονται μεταξύ των τιμών που υπέστησαν αλλαγή, προσαρμόζονται κατάλληλα ώστε να συμβαδίζουν με τις νέες συμπληρωμένες τιμές.



Date	Time	Current sp...	Current Di...	Wind Spe...	Wind Dire...
2007-01-19	13	0.5	90	10.0	27
2007-01-19	14	0.5	90	10.0	27
2007-01-19	15	0.5	90	10.0	27
2007-01-19	16	0.5	90	10.0	27
2007-01-19	17	0.5	90	10.0	27
2007-01-19	18	0.5	90	10.0	27
2007-01-19	19	0.5	90	10.0	27
2007-01-19	20	0.5	90	10.0	27

Σχήμα 10.18: Ο χρήστης μπορεί να μεταβάλλει τις προγνώσεις για τον άνεμο και τα ρεύματα κατά βούληση.

Η ταχύτητα των ρευμάτων (**current speed**) είναι σε κόμβους (**knots**). Η διεύθυνση των ρευμάτων (**current direction**) είναι σε μοίρες (**degrees towards**) και μετριέται κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού ξεκινώντας από το Βορά (0°). Διεύθυνση 90° σημαίνει ότι τα ρεύματα κατευθύνονται προς την Ανατολή, 180° προς το Νότο κ.ο.κ.

Οι τιμές, που θα δοθούν από τον ίδιο το χρήστη για τα ρεύματα, θα είναι ισχύουν για όλα τα σημεία και βάθη και η μόνη διαφοροποίησή τους θα είναι ως προς το χρόνο.

Η ταχύτητα του ανέμου (**wind speed**) μετριέται σε **m/s** και η διεύθυνσή (**wind direction**) του σε μοίρες (**degrees from**) κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού και ξεκινώντας από το Βορά. Διεύθυνση ανέμου 90° σημαίνει άνεμος που πνέει ανατολικά, 180° πνέον άνεμος προς τον νότο κ.ο.κ.

Επιλέγοντας **CLEAR**, όλες οι εγγραφές διαγράφονται και στη συνέχεια μπορούν να δηλωθούν νέα στοιχεία.

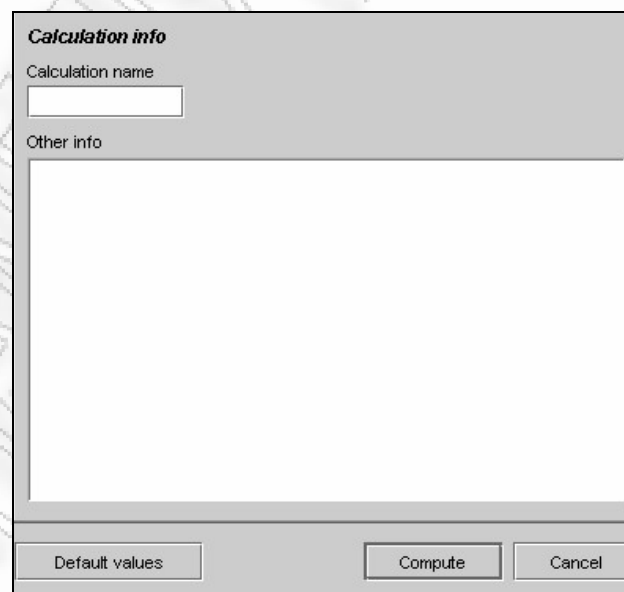
Για να ληφθεί υπόψη η αβεβαιότητα που εμπεριέχουν οι προγνώσεις, τόσο του ανέμου, όσο και των ρευμάτων, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει **Add uncertainty which depends on uncertainty in the weather forecasts**. Στην περίπτωση αυτή, η έκταση της κηλίδας θεωρείται, κατά τον υπολογισμό, μεγαλύτερη της πραγματικής, καθώς με τον τρόπο αυτό μπορεί να περιληφθεί η πιθανότητα εξάπλωσής της σε μεγαλύτερη έκταση της αναμενόμενης, λόγω των μεταβολών στις προγνώσεις καιρού.

Στις επιλογές υπολογισμού (**calculation options**) υπάρχουν οι εξής δυνατότητες:

- **Brief: 100 particles**
- **Normal: 500 particles**
- **Detailed: 2000 particles**

Σε περιπτώσεις που απαιτείται μία γρήγορη απόφαση, συστήνεται η επιλογή του Brief. Σε περιπτώσεις όμως που απαιτείται απόλυτη ακρίβεια και το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, η επιλογή πρέπει να είναι Detailed, αν και ο χρόνος υπολογισμού θα είναι μεγαλύτερος.

Το όνομα του υπολογισμού δηλώνεται στο πεδίο **Calculation name** του παραθύρου **Calculation info** (Σχήμα 10.19) και εμφανίζεται έπειτα στο γκρι παραθυράκι (Σχήμα 10.10) μαζί με λοιπά στοιχεία του υπολογισμού, όπως η ώρα έναρξης και τερματισμού του, στην πάνω αριστερή γωνία του χάρτη. Στο πεδίο **Other info** ο χρήστης μπορεί να δηλώσει περισσότερα στοιχεία σχετικά με τον υπολογισμό.



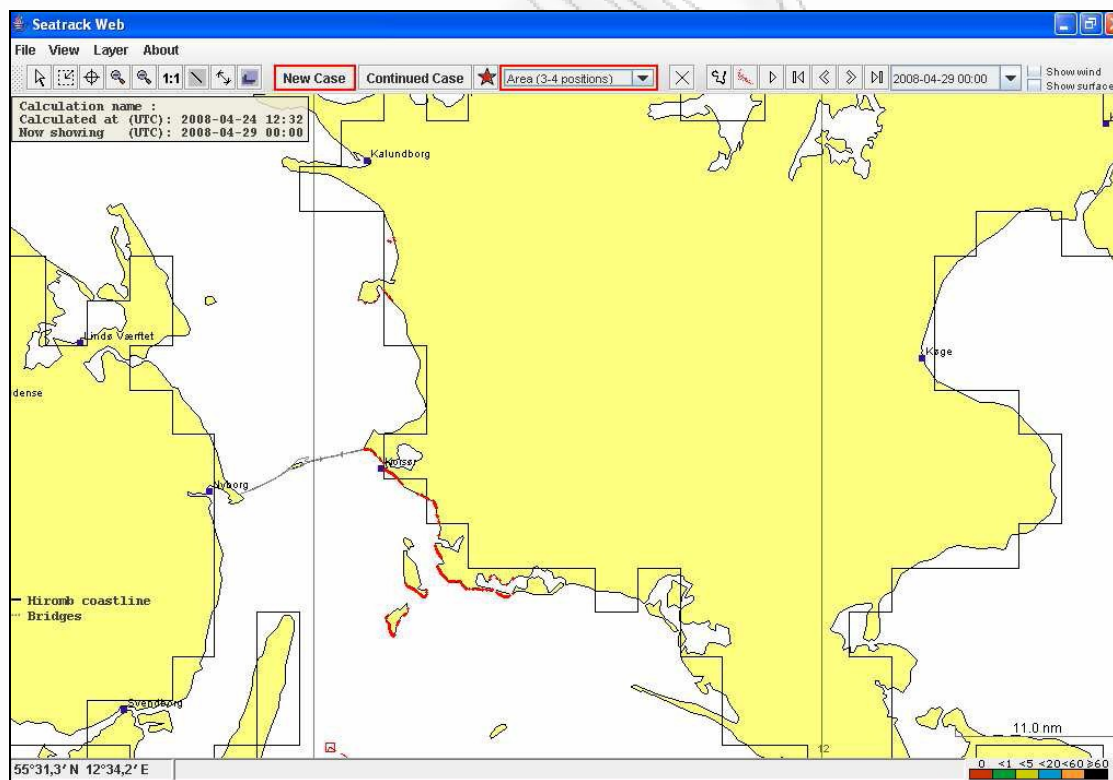
Σχήμα 10.19: Το παράθυρο Calculation info.

Η επιλογή του πεδίου **Default values** παραπέμπει στο παράθυρο **Calculation parameters** (σχήμα 10.14). Καθώς έχουν δοθεί οι παράμετροι του υπολογισμού (σχήμα

10.14), επιλέγοντας **Compute** ξεκινά ο υπολογισμός. Αν ο χρήστης δεν επιθυμεί την έναρξη υπολογισμού, επιλέγοντας **Cancel** εμφανίζεται ο χάρτης. Όταν ξεκινήσει ο υπολογισμός και το πρόγραμμα βρίσκεται σε **Calculation status** η διακοπή του μπορεί πάλι να γίνει επιλέγοντας **Cancel**.

Υπενθυμίζεται ότι προβλέψεις για τη θερμοκρασία του νερού και την αλατότητα του δίνονται από το μοντέλο Hironb και χρησιμοποιούνται για την επίδρασή τους στο ιξώδες του πετρελαίου και στο βαθμό εξάτμισής του. Η πυκνότητα του πετρελαίου υπολογίζεται από το Seatrack Web βάσει των προβλέψεων θερμοκρασίας νερού και αλατότητας του. Ο βαθμός θαλασσοταραχής που επικρατεί στην περιοχή δίνεται από το μοντέλο Hironb.

Στο σχήμα 10.20 παρουσιάζεται το αποτέλεσμα ενός υπολογισμού, όπου φαίνεται ότι η ποσότητα του διαφεύγοντος πετρελαίου έχει φτάσει στις ακτές και είναι σαφές ποιες ακριβώς περιοχές απειλούνται.



Σχήμα 10.20: Το αποτέλεσμα ενός υπολογισμού όπου δείχνει ότι το πετρέλαιο έχει φτάσει στις ακτές.

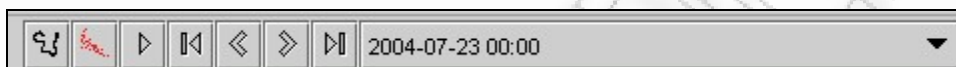
Στο κάτω δεξιό τμήμα του παραθύρου του χάρτη εμφανίζεται η κλίμακα (Σχήμα 10.21) χρωματικής διαβάθμισης των βαθών όπου βρίσκεται πετρέλαιο. Το κόκκινο χρώμα δηλώνει την ύπαρξη πετρελαίου στην επιφάνεια. Το πράσινο δηλώνει ύπαρξη πετρελαίου

κάτω από την επιφάνεια σε βάθος μικρότερου του 1m, το κίτρινο αντίστοιχα σε βάθος 1-5m κ.ο.κ.



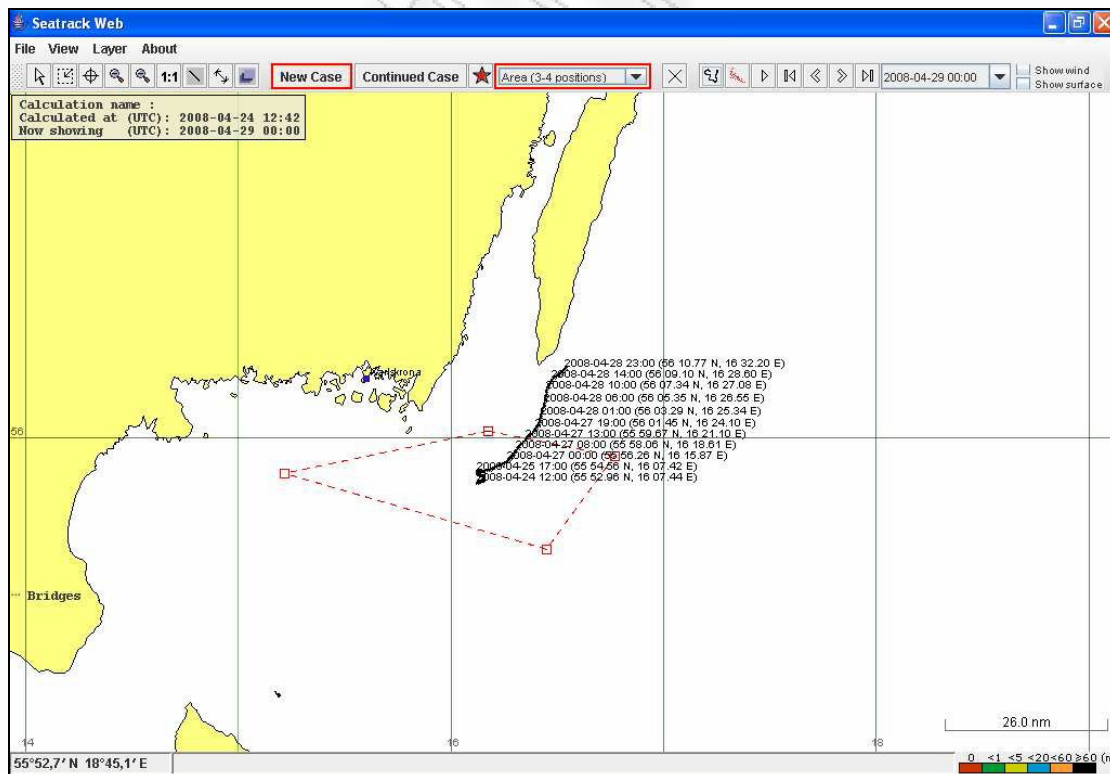
Σχήμα 10.21: Η κλίμακα χρωματικής διαβάθμισης των βαθών όπου υπάρχει πετρέλαιο.

Το τμήμα της γραμμής εργαλείων του παραθύρου του χάρτη, που απεικονίζεται στο σχήμα 10.22, ενεργοποιείται μόνο κατά τον υπολογισμό.



Σχήμα 10.22: Τμήμα της γραμμής εργαλείων που ενεργοποιείται κατά τον υπολογισμό.

- **Trajectory ON/OFF**, μία γραμμή συνδέει κάθε ώρα τα διαδοχικά κέντρα της κηλίδας καθώς αυτή εξαπλώνεται (Σχήμα 10.23). Ο χρόνος, η ημερομηνία και οι συντεταγμένες των διαδοχικών κέντρων εμφανίζονται στο χάρτη. Για την διαγραφή της γραμμής ο χρήστης επιλέγει πάλι **trajectory**.



Σχήμα 10.23: Η εμφάνιση γραμμής που συνδέει τα διαδοχικά κέντρα της κηλίδας καθώς εξαπλώνεται. Αν κανείς μεγεθύνει το χάρτη, φαίνονται η ακριβή ώρα, η ημερομηνία και οι συντεταγμένες των σημείων.

- **Trace ON/OFF** και **Animate**, όλα τα αποτελέσματα των προγνώσεων εμφανίζονται αυτόματα κάθε ώρα. Επιλέγοντας **Trace** ο χρήστης μπορεί να δει συγχρόνως τις διαδοχικές θέσεις της κηλίδας ανά ώρα. Για να δει ο χρήστης την κηλίδα σε μία συγκεκριμένη θέση χρησιμοποιεί το **Start spot**. Επιλέγοντας **Step+1** εμφανίζεται η θέση της κηλίδας μία ώρα μετά. Επιλέγοντας **Step-1** εμφανίζεται η προηγούμενη θέση της κηλίδας η οποία αντιστοιχεί σε διάστημα μιας ώρας πριν. Επιλέγοντας **End spot** εμφανίζεται η κηλίδα στην τελευταία της θέση μέχρι εκείνη τη χρονική στιγμή. Στο δεξί τμήμα της οθόνης εμφανίζεται ένα μενού (popup menu) με την ώρα της συγκεκριμένης εμφάνισης της κηλίδας.

Σε τμήμα της γραμμής εργαλείων του παραθύρου του χάρτη υπάρχουν οι επιλογές **Show wind**, **Show surface currents** (Σχήμα 10.24).

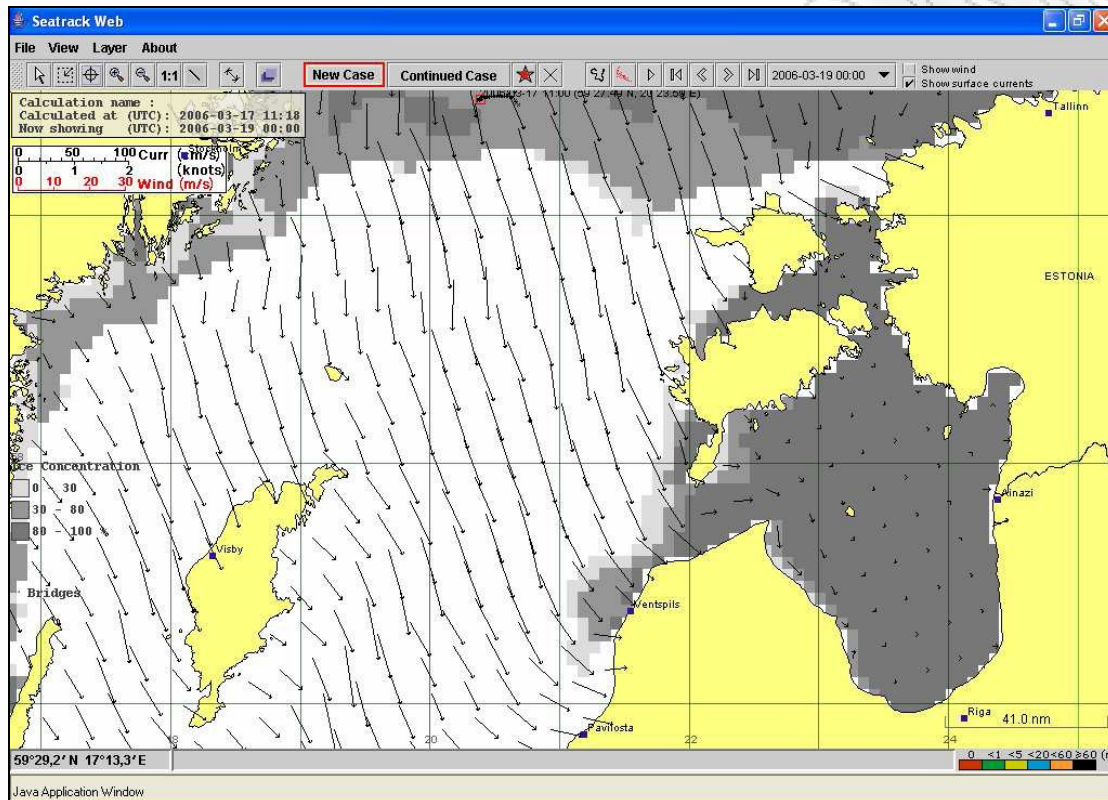


Σχήμα 10.24: Το τμήμα της γραμμής εργαλείων του παραθύρου του χάρτη με τις επιλογές **Show wind**, **Show surface currents**.

- **Show wind**, αναπαριστά γραφικά στο χάρτη τον άνεμο που πνέει σε ύψος 10m με μορφή διανυσμάτων. Η κλίμακα εμφάνισης των διανυσμάτων εμφανίζεται στο άνω αριστερό τμήμα του παραθύρου του χάρτη. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της ώρας έπειτα από την οποία ο χρήστης επιθυμεί την αναπαράσταση των διανυσμάτων του ανέμου. Προσοχή όμως, για την αναπαράσταση είναι δυνατή η επιλογή ώρας μόνο από το χρονικό διάστημα που καλύπτει ο συγκεκριμένος υπολογισμός. Αν επιλεγεί ώρα, εκτός του χρονικού διαστήματος του υπολογισμού, τότε η αναπαράσταση δεν μπορεί να γίνει.
- **Show surface currents**, αναπαριστά γραφικά στο χάρτη την κίνηση των επιφανειακών ρευμάτων με τη μορφή διανυσμάτων (Σχήμα 10.25). Η κλίμακα των διανυσμάτων εμφανίζεται στο άνω αριστερό τμήμα του παραθύρου.

Για το άνοιγμα μιας ήδη αποθηκευμένης περίπτωσης η οποία έχει υπολογιστεί νωρίτερα. Από το μενού **File** ο χρήστης επιλέγει **Open case**. Στη συνέχεια στη γραμμή εργαλείων επιλέγει **Continued Case**. Οι παράμετροι υπολογισμού είναι προηγούμενες προβλέψεις οι οποίες αποθηκεύτηκαν και αυτές με την αποθήκευση του υπολογισμού. Αν το αποτέλεσμα του υπολογισμού που εμφανίζεται δεν συμφωνεί με τις προβλέψεις σύμφωνα με τις οποίες έγινε, τότε για την επανάληψη του υπολογισμού, η θέση έναρξης

του αλλάζει δίνοντας νέες συντεταγμένες στο Centre Position. Ο νέος χρόνος τερματισμού (Stop time) καθορίζεται από το χρόνο που αφορούν οι προβλέψεις που χρησιμοποιούνται. Ο χρόνος έναρξης του υπολογισμού της Continued case είναι ο χρόνος τερματισμού του προηγούμενου υπολογισμού της και ο χρόνος τερματισμού σύμφωνα με το μοντέλο μία μέρα μετά. Ο χρήστης όμως μπορεί να επεκτείνει το χρόνο τερματισμού.



Σχήμα 10.25: Η αναπαράσταση της κίνησης των επιφανειακών ρευμάτων με τη μορφή διανυσμάτων. Το γκρι χρώματος τμήμα του χάρτη αντιστοιχεί στη χιονοκάλυψη της περιοχής, η οποία επηρεάζει την επιφανειακή κίνηση των ρευμάτων.

Στο χρήστη, όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, παρέχεται η δυνατότητα εκτύπωσης των αποτελεσμάτων (**File** → **Print**), αποθήκευσης τους ως εικόνες jpg (**Save Map as image**) ή να αποστολής τους ως εικόνα μέσω email (**Email map as image**).

Πέραν αυτών, δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας διαγραμμάτων με τα αποτελέσματα. Από το μενού **View** ο χρήστης επιλέγει **Results table**, και εμφανίζονται όλα τα υπολογισμένα στοιχεία τα οποία μπορούν να παρουσιαστούν σε διαγράμματα (Σχήμα 10.26). Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν το ποσοστό του πετρελαίου που κατέληξε στις ακτές (**Oil at shore (%)**), το ποσοστό που κατέληξε στον θαλάσσιο βυθό (**Oil at sea bed (%)**), το ποσοστό που βρίσκεται στην επιφάνεια (**Oil at surface (%)**), το ποσοστό που διασκορπίστηκε (**Dispersed oil (%)**) κ.ά. Επιλέγοντας τα αντίστοιχα στοιχεία και στη συνέχεια **Create chart** εμφανίζονται τα αντίστοιχα διαγράμματα (Σχήμα

10.27). Μπορούν να προκύψουν και διαγράμματα όπως της αλλαγής του ιξώδους, αν επιλεγούν τα αντίστοιχα στοιχεία. Επίσης, ο πίνακας μπορεί να αντιγραφεί και τα στοιχεία του να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία οποιουδήποτε διαγράμματος ο χρήστης επιθυμεί.

Substance: MEDIUM OILS (100-1000 CST)

Date (YYYY..)	Tim...	Center p...	Center	Cur...	Cu...	Wi...	Wi...	Volum...	viscos...	Dens...	Eva...	Oil a...	Dispersed oi...	Oil at sea bed (%)	Oil at shore (%)	Water content (%)
2007-01-20	12:00	23 12.14	59 22.12	0.1	229	14	284	60.9	985.0	921.6	21.8	61.9	0.4	4.8	11.1	0.0
2007-01-20	13:00	23 11.85	59 22.19	0.1	229	14	284	60.6	997.1	921.8	21.9	61.8	0.2	4.8	11.3	0.0
2007-01-20	14:00	23 11.63	59 22.24	0.1	229	14	284	60.4	1008.8	921.9	22.0	61.7	0.2	4.8	11.3	0.0
2007-01-20	15:00	23 11.41	59 22.29	0.1	229	14	284	60.3	1020.2	922.1	22.1	61.6	0.2	4.8	11.3	0.0
2007-01-20	16:00	23 11.05	59 22.45	0.1	229	14	284	60.2	1031.2	922.2	22.2	61.5	0.2	4.8	11.3	0.0
2007-01-20	17:00	23 10.70	59 22.61	0.1	229	14	284	60.1	1041.9	922.4	22.3	61.2	0.4	4.8	11.3	0.0
2007-01-20	18:00	23 10.39	59 22.69	0.1	253	14	284	59.8	1052.5	922.5	22.4	61.3	0.0	4.8	11.5	0.0
2007-01-20	19:00	23 9.77	59 22.83	0.1	289	14	283	59.7	1062.7	922.7	22.5	61.0	0.2	4.8	11.5	0.0
2007-01-20	20:00	23 9.14	59 22.97	0.1	289	14	283	59.6	1072.6	922.8	22.6	60.8	0.4	4.8	11.5	0.0
2007-01-20	21:00	23 8.52	59 23.12	0.1	289	14	283	59.6	1082.2	922.9	22.6	60.5	0.6	4.8	11.5	0.0
2007-01-20	22:00	23 7.67	59 23.31	0.1	289	14	283	59.3	1091.6	923.1	22.7	58.9	1.8	5.0	11.5	0.0
2007-01-20	23:00	23 7.22	59 23.64	0.1	289	14	283	58.7	1100.6	923.2	22.8	58.9	1.3	5.6	11.5	0.0
2007-01-21	00:00	23 6.43	59 23.68	0.1	289	14	283	58.2	1109.6	923.3	22.9	58.2	1.5	5.7	11.7	0.0

Evaporated oil (%) Current speed (knots)
 Oil at surface (%) Current direction (degrees towards)
 Dispersed oil (%) Wind speed (m/s)
 Oil at sea bed (%) Wind direction (degrees towards)
 Oil at shore (%) Volume (m³)
 Water content (%) Viscosity (cSt)
 Density (kg/m³)

Create chart Create chart

To print results table:
 - Set cursor anywhere in the table
 - Press Ctrl-A to select all
 - Press Ctrl-C to copy content
 - Open program of your choice and use its paste command to paste content (Example MS Excel)

Σχήμα 10.26: Ο πίνακας με τα αποτελέσματα του υπολογισμού από τον οποίο μπορούν να προκύψουν αντίστοιχα διαγράμματα.



Σχήμα 10.27: Γραφική απεικόνιση του ποσοστού πετρελαίου που εξατμίστηκε (Evaporated oil), του ποσοστού πετρελαίου που βρίσκεται στην επιφάνεια (Oil at surface), του ποσοστού που διασκορπίστηκε (Dispersed oil), του ποσοστού που βρίσκεται στο βυθό (Oil at sea bed), του ποσοστού στην ακτή (Oil at shore), του ποσοστού στη στήλη νερού (Water content).

Βιβλιογραφία

[10.1] Δικτυακός τόπος: <http://www.environment.fi>

[10.2] Δικτυακός τόπος: <http://www.smhi.se/seatrack>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΡΑΙΑ

11. Η εφαρμογή του μοντέλου Seatrack Web στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο

Θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι υπάρχει μία αντιστοιχία μεταξύ της Βαλτικής θάλασσας και των ελληνικών θαλασσών, καθώς χαρακτηρίζονται και αυτές από αυξημένη διέλευση πλοίων, τόσο για τη μεταφορά αγαθών και εμπορευμάτων, όσο και ποσοτήτων πετρελαίου, ενώ συγχρόνως παρουσιάζουν υψηλή οικολογική ευαισθησία. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Ναυτιλίας IMO, από το 1973 έχει χαρακτηρίσει τη Μεσόγειο θάλασσα, τμήμα της οποίας αποτελούν οι ελληνικές θάλασσες, ως ειδική περιοχή (special area), στην οποία, λόγω της υψηλής περιβαλλοντικής ευαισθησίας της, απαγορεύονται οποιαδήποτε απορρίψεις πετρελαιοειδών.

Ωστόσο, η πρόκληση ατυχήματος πετρελαϊκής ρύπανσης, αν και τα τελευταία χρόνια έχουν θεσπιστεί αρκετά μέτρα για την αποτροπή ενός τέτοιου συμβάντος, είναι πιθανή να συμβεί. Στην περίπτωση αυτή, όλα τα εμπλεκόμενα κράτη και οι αρμόδιες αρχές θα πρέπει να βρίσκονται σε ετοιμότητα για την αντιμετώπιση της ρύπανσης. Η ταχύτητα στη λήψη των σχετικών αποφάσεων είναι πρωταρχικής σημασίας για τον περιορισμό και την εξουδετέρωση των δυσμενών συνεπειών της ρύπανσης. Για το λόγο αυτό, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, προτείνεται η επέκταση της εφαρμογής του μοντέλου Seatrack Web στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο, ως ένα αξιόπιστο Σ.Υ.Α. για την άμεση και αποτελεσματική αντιμετώπιση της ρύπανσης, ή η ανάπτυξη ενός ανάλογου μοντέλου που θα ακολουθεί τις αρχές του Seatrack Web. Για την επίτευξη αυτού του εγχειρήματος απαιτείται κατάλληλη προεργασία.

Η προεργασία περιλαμβάνει αρχικώς τη χαρτογράφηση και ψηφιοποίηση της ακτογραμμής και όλου του θαλάσσιου χώρου, δηλαδή των νησιών, των βραχονησίδων, των υφάλων και οποιοδήποτε άλλου μορφολογικού σχηματισμού βρίσκεται σε αυτόν. Ως γνωστόν, η εφαρμογή του μοντέλου Seatrack Web γίνεται σε περιβάλλον GIS. Τα ψηφιοποιημένα παραπάνω χαρακτηριστικά θα αποτελέσουν το χάρτη – υπόβαθρο στο περιβάλλον GIS. Το βασικό γνώρισμα και πλεονέκτημα του περιβάλλοντος GIS είναι η δυνατότητά του, όλες οι πληροφορίες να αναπαρίστανται γραφικά, αφού πρώτα είναι ομαδοποιημένες σε επίπεδα, τα λεγόμενα layers, και να εμφανίζονται συγχρόνως στο χάρτη της περιοχής ενδιαφέροντος. Το ένα layer εμφανίζεται πάνω στο άλλο layer, κατά βούληση του χρήστη, απεικονίζοντας με τον τρόπο αυτό όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των διαθέσιμων στοιχείων που περιλαμβάνονται στα layers. Ο χρήστης αποκτά μία συνολική συνδυαστική εικόνα όλων των διαθέσιμων πληροφοριών και του πώς αυτές ερμηνεύονται στην πράξη, ώστε να επιλέξει συνειδητά τον κατάλληλο τρόπο

δράσης. Απαιτείται λοιπόν στη συνέχεια η χαρτογράφηση και ψηφιοποίηση σε layers όλων εκείνων των στοιχείων που θα βοηθήσουν το χρήστη στην απόφασή του.

Αναγκαία είναι η χαρτογράφηση και ψηφιοποίηση των **περιοχών υψηλού βαθμού περιβαλλοντικής ευαισθησίας**, που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής και προστασίας και αποτελούν προστατευόμενες περιοχές βάσει εθνικών κανονισμών και διεθνών συνθηκών (Natura 2000, Ramsar κ.ο.κ.). Οι περιοχές αυτές ενδεικτικά αποτελούν θαλάσσια πάρκα, λιμνοθάλασσες, δέλτα ποταμών, περιοχές ωοτοκίας προστατευόμενων ειδών και περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους. Στο Παράρτημα 2 παρουσιάζονται οι περιοχές του ελληνικού χώρου που χαρακτηρίστηκαν από το ΥΠΕΧΩΔΕ ως ευαίσθητες βάσει του Δικτύου Natura 2000.

Οι **οικονομικά και κοινωνικά ευαίσθητες περιοχές** θα πρέπει στη συνέχεια να χαρτογραφηθούν και να ψηφιοποιηθούν. Συνήθως πρόκειται για τμήματα της ακτής όπου υπάρχουν ιχθυοπαραγωγικές και οστρακο-καλλιεργητικές μονάδες, μονάδες αφαλάτωσης, βιομηχανικές υδροληψίες, λουτρικές και ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις και μαρίνες.

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου είναι ανέφικτη η αποτροπή προσβολής των ακτών με πετρέλαιο και θεωρείται προτιμότερη η εκτροπή της κηλίδας προς μία συγκεκριμένη περιοχή της ακτής, όπου θα υπάρχει ευχερής πρόσβαση και δυνατότητα πλήρους εκμετάλλευσης του διαθέσιμου τεχνικού εξοπλισμού για την ανάκτηση του διαρρέυσαντος πετρελαίου. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να απευφυγεί η εκτροπή της κηλίδας προς μια προστατευόμενη περιοχή. Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης έχουν ιδρυθεί **Περιφερειακοί Σταθμοί Καταπολέμησης Ρύπανσης (ΠΣΚΡ)** στα εξής λιμάνια της χώρας: Πειραιά, Σύρο, Πάτρα, Νεάπολη Βοιών, Ελευσίνα, Βόλο, Θεσσαλονίκη, Πύλο, Καβάλα, Ίσθμια, Χανιά, Αλεξανδρούπολη, Λήμνο, Χίο, Ρόδο, Πρέβεζα, Ζάκυνθο, Κέρκυρα, Ηγουμενίτσα, Ηράκλειο, Μυτιλήνη, Λαύριο, Θήρα και Σάμο. Οι σταθμοί αυτοί είναι εφοδιασμένοι με σύγχρονα μέσα και εξοπλισμό για την καταπολέμηση της ρύπανσης. Καθώς ο χρόνος επέμβασης είναι καθοριστικός παράγων για τον έγκαιρο έλεγχο και περιορισμό της κηλίδας, οι σταθμοί αυτοί θα πρέπει να χαρτογραφηθούν ώστε ο χρήστης-αποφασίζων άμεσα να γνωρίζει την απόσταση εκδήλωσης της κηλίδας από τον πλησιέστερο σταθμό καταπολέμησης και να υπολογίζει τον ελάχιστο χρόνο δυνατής επέμβασης. Συγχρόνως, σε περίπτωση εκτροπής της κηλίδας θα γνωρίζει την ακριβή θέση του πλησιέστερου σταθμού καταπολέμησης για να κατευθύνει ανάλογα την κηλίδα. Υπενθυμίζεται ότι η Κεντρική Αποθήκη Υλικών Απορρύπανσης του ΥΕΝΑΝΠ βρίσκεται στην Ελευσίνα.

Επίσης, ο **διαθέσιμος εξοπλισμός** θα πρέπει να είναι καταγεγραμμένος σε βάση δεδομένων, η οποία να συνδέεται με το μοντέλο, ώστε να δίνει έγκαιρες πληροφορίες στο

χρήστη-αποφασίζοντα της διαθεσιμότητας του εξοπλισμού κάθε σταθμού καταπολέμησης καθ' όλη τη διάρκεια της επιχείρησης καταπολέμησης. Ο χρήστης-αποφασίζων θα γνωρίζει το διαθέσιμο εξοπλισμό και θα μπορεί να γνωρίζει πιθανές ανάγκες σε νέο εξοπλισμό που θα πρέπει να καλυφθούν άμεσα.

Η εμφάνιση στο μοντέλο Seatrack Web των **πορειών των διερχόμενων πλοίων** στην περιοχή, κατόπιν επιλογής του χρήστη-αποφασίζοντα, προϋποθέτει τη δήλωση της πορείας κάθε πλοίου στις αρμόδιες αρχές και την ψηφιοποίησή της. Οι αρμόδιες αρχές θα πρέπει να ενημερώνονται για τυχόν αλλαγές της πορείας και στη συνέχεια να επικαιροποιείται η ψηφιοποίησή τους.

Εξίσου σημαντική είναι και η χαρτογράφηση και ψηφιοποίηση των **διαφόρων βαθών** του ελληνικού θαλάσσιου χώρου. Τα διάφορα βάθη θα πρέπει να ομαδοποιηθούν σε layers, βάσει κατάλληλα ορισμένης κλίμακας, με σκοπό τη δυνατότητα εμφάνισης, είτε μεμονωμένων βαθών, είτε της συνολικής βαθυμετρίας στο χάρτη της περιοχής. Τα ομαδοποιημένα βάθη μπορούν να φέρουν διαφορετικό χρώμα ανάλογο της διαβάθμισής τους. Η χρωματική διαβάθμιση των layers, συστήνεται καθαρά για οπτικούς λόγους.

Χαρτογραφημένες και ψηφιοποιημένες θα πρέπει να είναι οι **παράκτιες πόλεις**, τόσο της χώρας μας, όσο των γειτονικών χωρών, όπως επίσης και τα **όρια των χωρικών υδάτων**, καθώς υπάρχουν περιπτώσεις όπου η σχηματισθείσα κηλίδα εισέρχεται στα χωρικά ύδατα γειτονικής χώρας απειλώντας νέες ακτές και απαιτείται η συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων χωρών.

Η σημαντικότερη ίσως παράμετρος για την επιτυχή εφαρμογή του Seatrack Web είναι η πηγή προέλευσης των προγνώσεων για τον άνεμο και τα ρεύματα. Προτείνεται λοιπόν η σύνδεση του μοντέλου Seatrack Web με το σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ για τη χρησιμοποίηση των προγνώσεών του.

Το σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ είναι ένα σύστημα παρακολούθησης, πρόγνωσης και πληροφόρησης για την κατάσταση των ελληνικών θαλασσών, το οποίο έχει αναπτυχθεί από το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛΚΕΘΕ). Το σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ αποτελείται από ένα δίκτυο πλωτών μετρητικών σταθμών που είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες καταγραφής των εξής παραμέτρων:

- Ύψος, περίοδος και κατεύθυνση κύματος
- Ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου
- Ατμοσφαιρική πίεση και θερμοκρασία
- Επιφανειακή αλατότητα και θερμοκρασία
- Επιφανειακή ταχύτητα και κατεύθυνση ρεύματος
- Επιφανειακό διαλυμένο οξυγόνο

- Απορρόφηση φωτεινότητας
- Αλατότητα και θερμοκρασία νερού σε βάθη μέχρι 50 m
- Επιφανειακή ραδιενεργό ακτινοβολία
- Χλωροφύλλη-α
- Θρεπτικά στοιχεία

Οι πλωτοί μετρητικοί σταθμοί επικοινωνούν με το Επιχειρησιακό Κέντρο του ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ για την αποστολή των παρατηρήσεων-δεδομένων, μέσω τηλεπικοινωνιακών συστημάτων μεταφοράς δεδομένων, όπου και τα δεδομένα χρησιμοποιούνται ως είσοδοι σε αριθμητικά μοντέλα πρόγνωσης. Τα αριθμητικά μοντέλα πρόγνωσης αφορούν την ατμοσφαιρική κατάσταση, τους κυματισμούς ανοιχτής θάλασσας και παράκτιας ζώνης και της θαλάσσιας δυναμικής κυκλοφορίας.

Το σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ παρέχει πρωτογενή δεδομένα σε πραγματικό χρόνο (on-line), τα οποία περιλαμβάνουν το σύνολο των πληροφοριών που προέρχονται από τους πλωτούς μετρητικούς σταθμούς, ιστορικά στοιχεία και χρονοσειρές δεδομένων, στοιχεία που προέρχονται από ανασύνθεση, στατιστικές αναλύσεις και πρόγνωση της κατάστασης των ελληνικών θαλασσών για το επόμενο 24ωρο και μακροχρόνιες επιχειρησιακές προβλέψεις.

Η σελίδα των on-line δεδομένων του ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ (<http://www.poseidon.ncmr.gr>) προσφέρει πρόσβαση στα πλέον πρόσφατα δεδομένα που έχουν καταγραφεί από τους σταθμούς που είναι εγκατεστημένοι στο Αιγαίο και Ιόνιο πέλαγος. Αυτή τη στιγμή, υπάρχουν πέντε σταθμοί, στην περιοχή του όρους Άθως, στη Λέσβο, στη Μύκονο, στην Σαντορίνη και στην Καλαμάτα, που καταγράφουν ατμοσφαιρικά και ωκεανογραφικά δεδομένα μέχρι βάθος 50 μέτρων, καθώς και δύο σταθμοί που είναι εξοπλισμένοι με επιπλέον αισθητήρες για την καταγραφή θαλασσιών παραμέτρων μέχρι βάθος 1000 μέτρων και βρίσκονται στο Κρητικό πέλαγος και στο Ιόνιο πέλαγος κοντά στη νήσο Στροφάδες.

Τα δεδομένα που παρέχουν αυτοί οι σταθμοί είναι διαθέσιμα, είτε σε μορφή χρονοσειρών, είτε σε συγκεντρωτικό πίνακα που αφορά την τελευταία μετάδοση από τους σταθμούς (Σχήμα 11.1, 11.2).

Το μοντέλο πρόγνωσης καιρού του ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ παρέχει πρόγνωση 72 ωρών, δηλαδή 3 ημερών, για τις παρακάτω παραμέτρους :

- Άνεμο επιφάνειας
- Επιφανειακή θερμοκρασία αέρα
- Νεφοκάλυψη
- Βροχόπτωση

- Φορτίο σκόνης
- Ομίχλη
- Χιονόπτωση
- Ατμοσφαιρική πίεση στη μέση επιφάνεια της θάλασσας,

Οι προγνώσεις των παραπάνω παραμέτρων δίνονται για διαστήματα 6 ωρών.

Ατμοσφαιρικά Δεδομένα					
	Θερμοκρασία Αέρα (°C)	Ατμοσφαιρική Πίεση (mbars)	Ταχύτητα ανέμου (μέτρα/δευτ.)		Διεύθυνση Ανέμου (μοίρες)
			Μέση ταχύτητα	Ριπή	
ΝΑ όρους Άθως	19.0	1019.4	2.5	3.1	234
Λέσβος	19.0	1020.2	0.0	0.0	198
Σκύρος	19.1	1019.8	3.3	4.5	222
Σαρωνικός	20.7	1020.0	1.6	3.0	168
Μύκονος	19.3	1018.4	0.9	2.8	33
Σαντορίνη	20.6	1019.8	1.4	4.9	351
Καλαμιάτα	22.3	1019.4	0.5	1.2	167
Κρητικό (Ε1Μ3Α)	20.7	1019.7	1.4	2.8	351
Πύλος	20.3	1021.0	2.6	3.3	289
Ζάκυνθος	20.6	1019.7	3.0	4.0	229

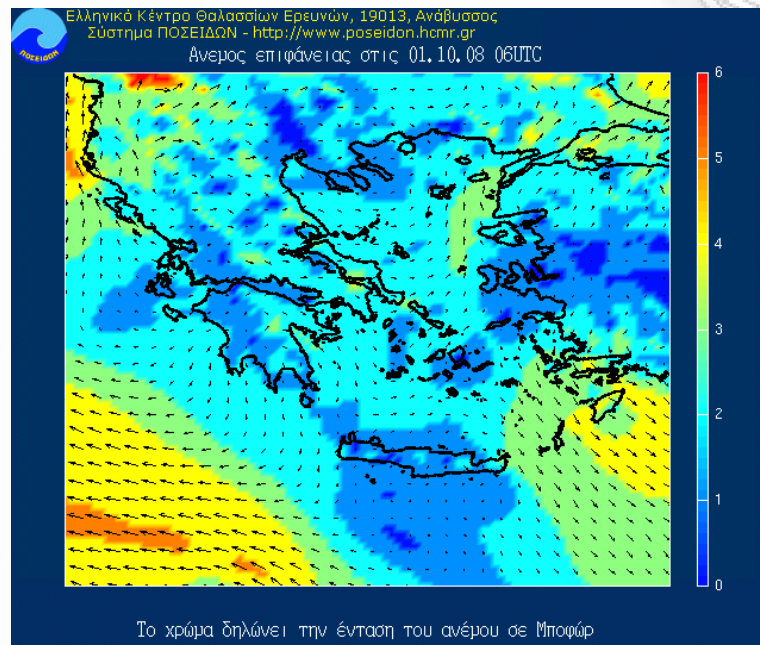
Σχήμα 11.1: Τα ατμοσφαιρικά online δεδομένα από το δίκτυο σταθμών του ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ στις 30.09.2008 και ώρα 12:00 UTC (τοπική ώρα: UTC+2), δηλαδή στις 14.00 ώρα Ελλάδος, διαθέσιμα στην ιστοσελίδα: <http://www.poseidon.ncmr.gr>.

Θαλάσσια Δεδομένα							
	Θερμοκρασία Επιφάνειας (°C)	Κυματικά δεδομένα			Δεδομένα κυκλοφορίας		
		Σημαντικό ύψος (μέτρα)	Μέγιστο ύψος (μέτρα)	Κύρια διεύθυνση (μοίρες)	Ταχύτητα (εκ./δευτ.)	Διεύθυνση (μοίρες)	
ΝΑ όρους Άθως	21.0	0.2	N/A	289	N/A	N/A	
Λέσβος	21.0	0.2	N/A	274	16.4	311	
Σκύρος	21.2	0.2	N/A	240	22.9	148	
Σαρωνικός	24.1	0.2	N/A	46	0.0	0	
Μύκονος	22.5	0.5	0.5	33	20.8	283	
Σαντορίνη	22.4	0.5	0.6	279	32.2	246	
Καλαμιάτα	22.8	0.1	N/A	195	29.3	30	
Κρητικό (Ε1Μ3Α)	24.1	0.5	0.5	32	N/A	N/A	
Πύλος	23.0	0.5	0.6	300	19.0	1	
Ζάκυνθος	22.2	0.3	0.4	302	7.9	320	

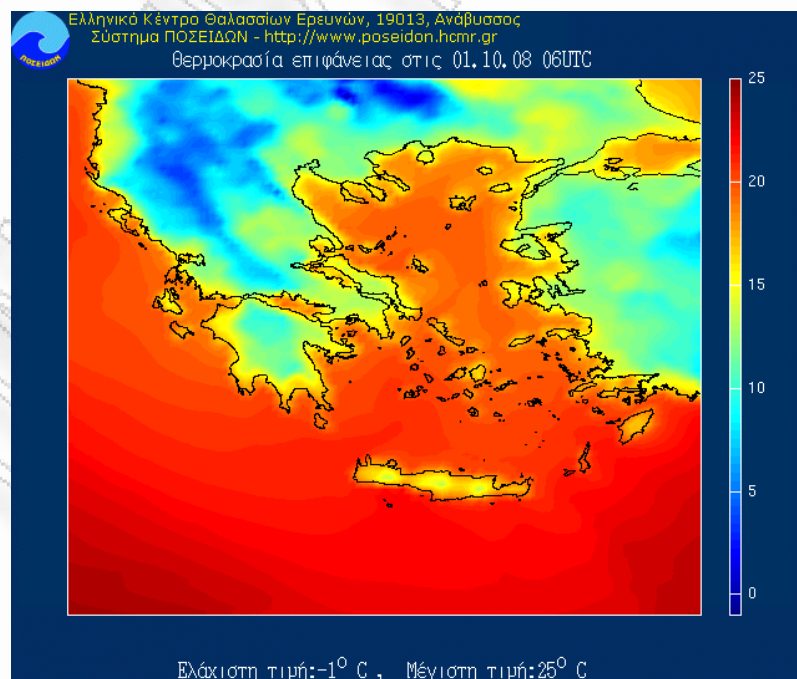
Σχήμα 11.2: Τα θαλάσσια online δεδομένα από το δίκτυο σταθμών του ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ στις 30.09.2008 και ώρα 12:00 UTC (τοπική ώρα: UTC+2), δηλαδή στις 14.00 ώρα Ελλάδος, διαθέσιμα στην ιστοσελίδα: <http://www.poseidon.ncmr.gr>. Η ένδειξη N/A στον πίνακα δηλώνει την απουσία μέτρησης κάποιας παραμέτρου.

Από τις παραπάνω παραμέτρους για την εφαρμογή του Seatrack Web μας ενδιαφέρουν ο άνεμος επιφάνειας (Σχήμα 11.3), η επιφανειακή θερμοκρασία αέρα (Σχήμα 11.4) και η ατμοσφαιρική πίεση στη μέση επιφάνεια της θάλασσας (Σχήμα 11.5). Οι

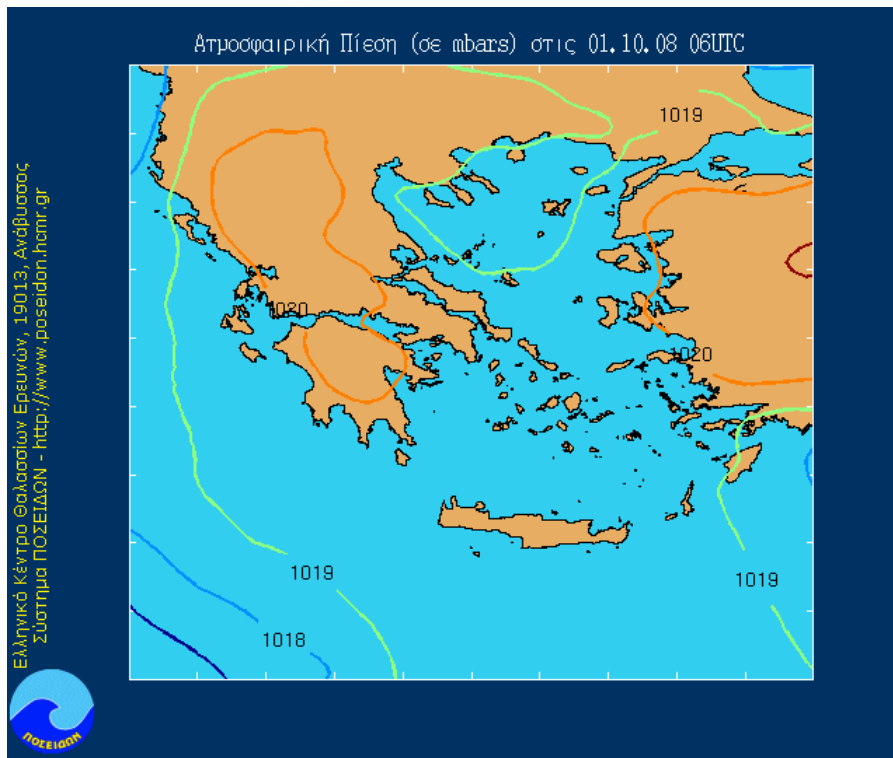
μετρήσεις του ανέμου αφορούν ύψος 10m και της επιφανειακής θερμοκρασίας αέρα ύψος 2m από την επιφάνεια της θάλασσας. Υπενθυμίζεται ότι στην εφαρμογή του Seatrack Web στη Βαλτική θάλασσα οι προγνώσεις ανέμου που προέρχονταν από το μοντέλο HIRLAM και το κέντρο ECMWF αφορούσαν τιμές στα 10m.



Σχήμα 11.3: Σχηματική απεικόνιση της πρόγνωσης διεύθυνσης και έντασης του ανέμου σε ύψος 10m από την επιφάνεια, για την 01.10.2008 και ώρα 06:00 UTC (τοπική: UTC+2), δηλαδή 08.00 ώρα Ελλάδος, κατά το διάστημα πρόβλεψης 30/9/2008 – 2/10/2008.



Σχήμα 11.4 : Σχηματική απεικόνιση της πρόγνωσης θερμοκρασίας του αέρα σε ύψος 2m από την επιφάνεια, για την 01.10.2008 και ώρα 06:00 UTC (τοπική: UTC+2), δηλαδή 08.00 ώρα Ελλάδος, κατά το διάστημα πρόβλεψης 30/9/2008 – 2/10/2008.

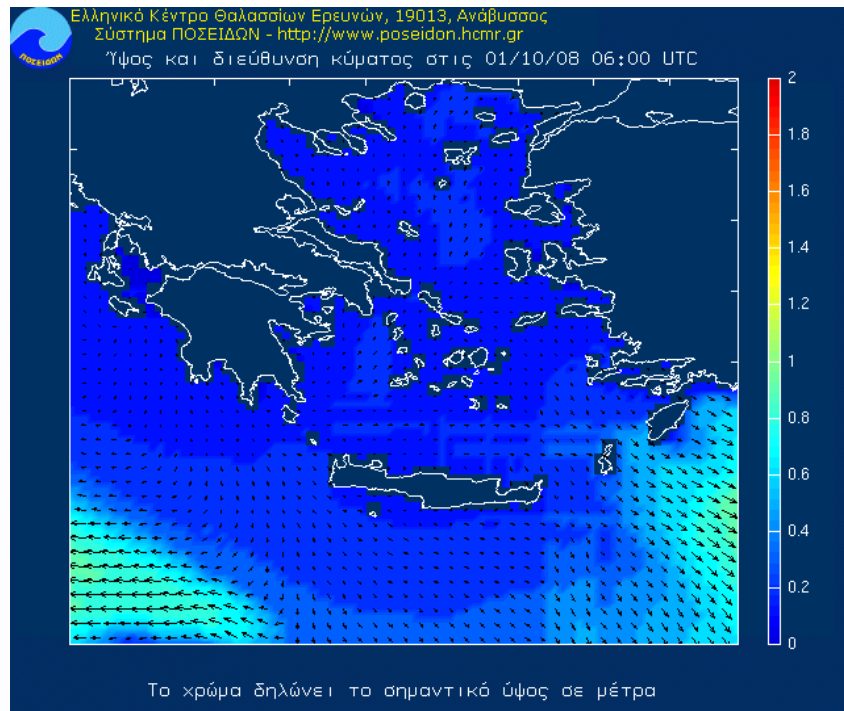


Σχήμα 11.5: Σχηματική απεικόνιση της πρόγνωσης ατμοσφαιρικής πίεσης στη μέση επιφάνεια της θάλασσας, για την 01.10.2008 και ώρα 06:00 UTC (τοπική: UTC+2), δηλαδή 08.00 ώρα Ελλάδος, κατά το διάστημα πρόβλεψης 30/9/2008 – 2/10/2008.

Το κυματικό μοντέλο του ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ έχει την δυνατότητα πρόγνωσης για τις συνθήκες κυματισμού (Σχήμα 11.6) στο Αιγαίο και Ιόνιο πέλαγος για τις επόμενες 72 ώρες, 3 ημέρες, χρησιμοποιώντας τις προγνώσεις των μοντέλων καιρού και θαλάσσιας κυκλοφορίας και περιλαμβάνει τις ακόλουθες παραμέτρους:

- Σημαντικό ύψος κύματος
- Μέση διεύθυνση κύματος
- Μέση περίοδος κύματος

Οι προγνώσεις αυτών των παραμέτρων δίνονται για διαστήματα 3 ωρών.

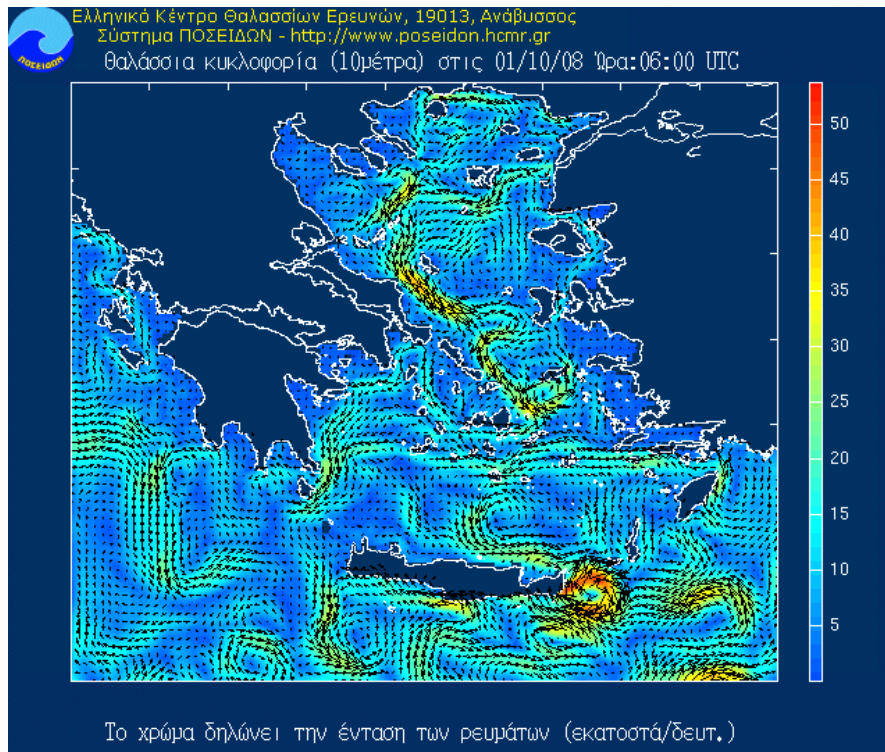


Σχήμα 11.6: Σχηματική απεικόνιση της πρόγνωσης του ύψους και της διεύθυνσης του ανέμου, για την 01.10.2008 και ώρα 06:00 UTC (τοπική: UTC+2), δηλαδή 08.00 ώρα Ελλάδος, κατά το διάστημα πρόβλεψης 30/9/2008 – 2/10/2008.

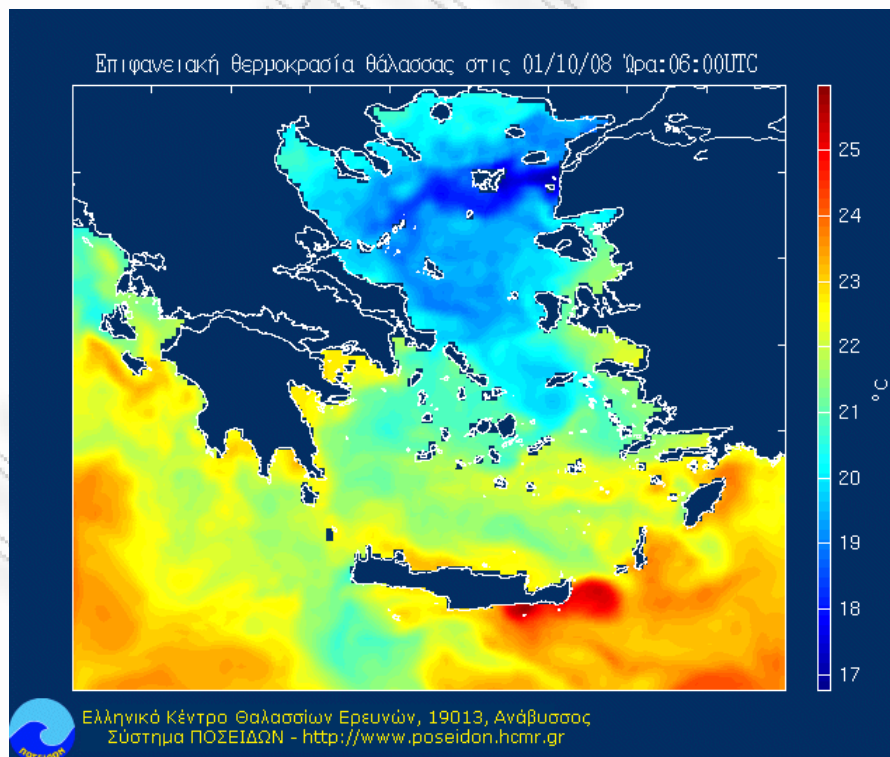
Το υδροδυναμικό μοντέλο του ΠΟΣΕΙΔΩΝΑ χρησιμοποιεί τα αποτελέσματα του ατμοσφαιρικού μοντέλου για την πρόγνωση των παρακάτω παραμέτρων στο Αιγαίο στις επόμενες 72 ώρες (3 ημέρες) και οι παράμετροί του είναι:

- Γενική κυκλοφορία στην επιφάνεια της θάλασσας (Σχήμα 11.7)
- Επιφανειακή θερμοκρασία θάλασσας (Σχήμα 11.8)
- Επιφανειακή αλατότητα (Σχήμα 11.9)

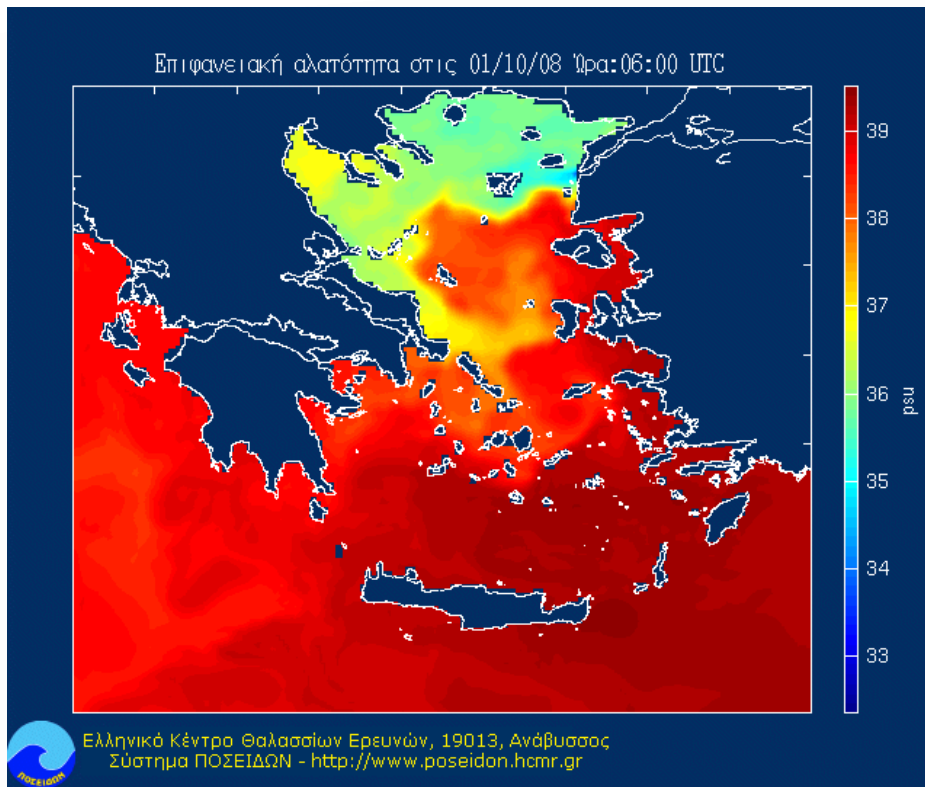
Οι προγνώσεις των παραμέτρων αυτών δίνονται για διαστήματα 6 ωρών.



Σχήμα 11.7: Σχηματική απεικόνιση της πρόγνωσης της κίνησης των ρευμάτων σε βάθος 10m, για την 01.10.2008 και ώρα 06:00 UTC (τοπική: UTC+2), δηλαδή 08.00 ώρα Ελλάδος, κατά το διάστημα πρόβλεψης 30/9/2008 – 2/10/2008.



Σχήμα 11.8: Σχηματική απεικόνιση της πρόγνωσης της επιφανειακής θερμοκρασίας θάλασσας, για την 01.10.2008 και ώρα 06:00 UTC (τοπική: UTC+2), δηλαδή 08.00 ώρα Ελλάδος, κατά το διάστημα πρόβλεψης 30/9/2008 – 2/10/2008.



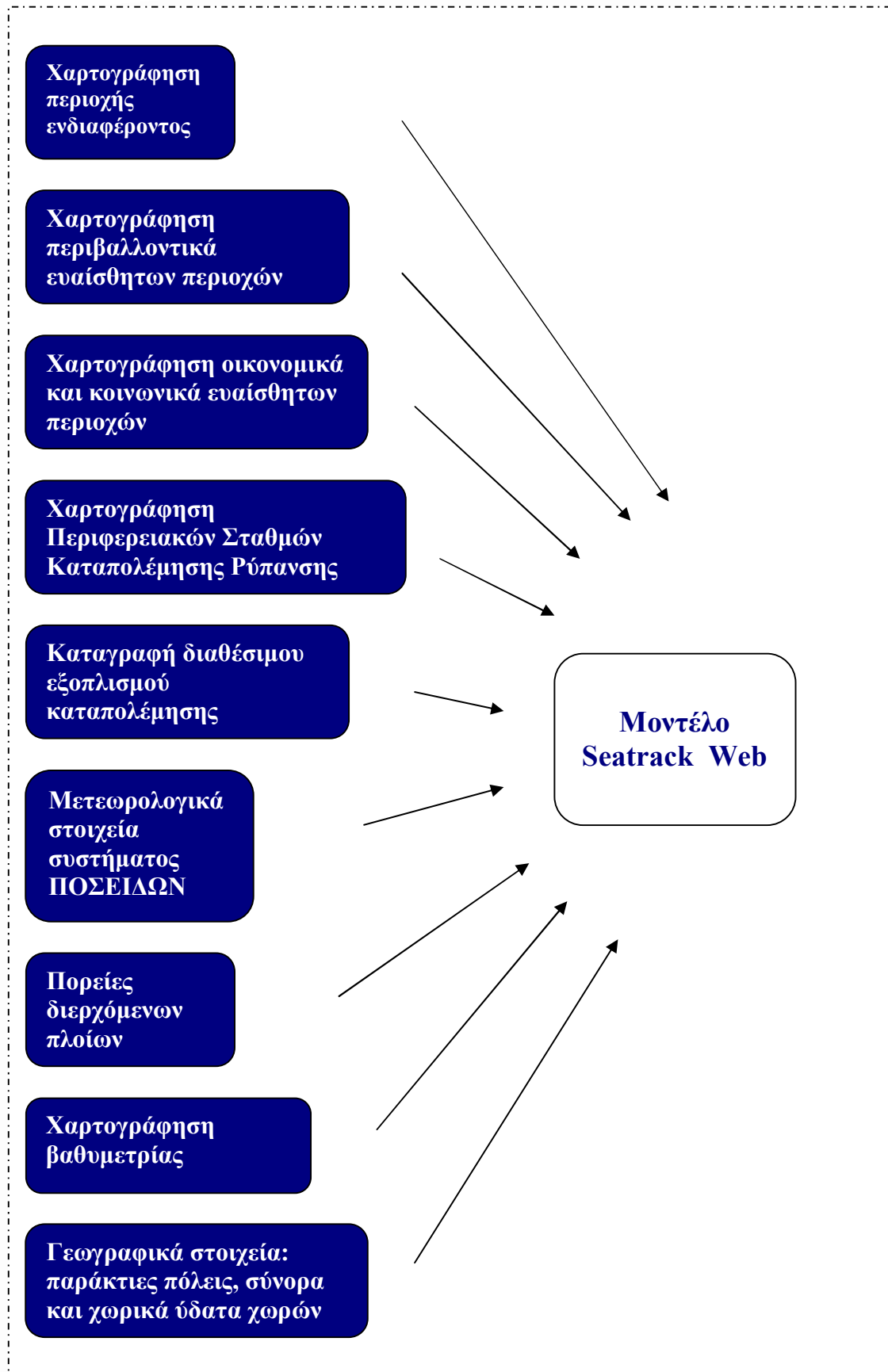
Σχήμα 11.9: Σχηματική απεικόνιση της πρόγνωσης της επιφανειακής αλατότητας, για την 01.10.2008 και ώρα 06:00 UTC (τοπική: UTC+2), δηλαδή 08.00 ώρα Ελλάδος, κατά το διάστημα πρόβλεψης 30/9/2008 – 2/10/2008.

Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι επί του παρόντος οι προγνώσεις κυματισμού βρίσκονται σε ερευνητικό στάδιο και τα αποτελέσματα του μοντέλου κυκλοφορίας υπό αξιολόγηση.

Κατόπιν της προαναφερόμενης προεργασίας, το μοντέλο Seatrack Web θα είναι έτοιμο προς εφαρμογή. Για την έναρξη εφαρμογής του σε μια πραγματική περίπτωση καταπολέμησης πετρελαϊκής ρύπανσης, στοιχεία, όπως:

- οι συντεταγμένες της θέσης εντοπισμού της κηλίδας, είτε αυτή είναι σημειακή, είτε αποτελεί περιοχή,
- ο ακριβής χρόνος εντοπισμού της,
- η ποσότητα του διαρρέοντος πετρελαίου,
- το βάθος στο οποίο το διαρρέων πετρέλαιο βρίσκεται,
- ο τύπος του πετρελαίου και τα χαρακτηριστικά του, όπως το ιξώδες και η πυκνότητα,
- η φύση της διαρροής, αν είναι συνεχής ή όχι,
- σε περίπτωση συνεχούς διαρροής, ο ρυθμός της
- η συνολική διάρκεια της διαρροής,

είναι απαραίτητα.



Σχήμα 11.10: Η απαιτούμενη προεργασία για την εφαρμογή του Seatrack Web στις ελληνικές θάλασσες.

Βιβλιογραφία

[11.1] Υ.Α. 241 1/07/03/ΦΕΚ Β' 850/27-06-2003: Οδηγίες / διαδικασίες για την αντιμετώπιση περιστατικών πλοίων που βρίσκονται σε κατάσταση ανάγκης ή κινδύνου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 20 της Οδηγίας 2002/59 - ορισμός περιοχών καταφυγής.

[11.2] Δικτυακός τόπος: <http://www.poseidon.ncmr.gr>

12. Συμπεράσματα

Η αντιμετώπιση των πετρελαιοκηλίδων και η καταπολέμηση της ρύπανσης δεν μπορούν να στηρίζονται σε εμπειρικές μεθόδους ή μεθόδους που εφαρμόστηκαν σε προηγούμενες περιπτώσεις και ήταν ολικώς ή μερικώς επιτυχής. Κάθε περιστατικό ρύπανσης έχει τα δικά του χαρακτηριστικά και παρουσιάζει τις δικές του ιδιαιτερότητες, οι οποίες πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη κατά τη διαδικασία απόφασης της καταλληλότερης μεθόδου δράσης.

Η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών αποτέλεσε την αφορμή για την ανάπτυξη των Σ.Υ.Α. που μπορούν να προσφέρουν βοήθεια στον χρήστη-αποφασίζοντα, όχι παίρνοντας τα ίδια την απόφαση, αλλά παρουσιάζοντας όλα τα διαθέσιμα στοιχεία με τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης-αποφασίζων να αποκτά ολοκληρωμένη εικόνα των παραμέτρων που πρέπει να λάβει υπόψη.

Τα Σ.Υ.Α. δεν θα μπορούσαν να μην έχουν εφαρμογή και στις περιπτώσεις καταπολέμησης πετρελαϊκής ρύπανσης, που οφείλεται κυρίως σε ατυχήματα, όπου η ταχύτητα λήψης της απόφασης για τον τρόπο δράσης είναι καθοριστικός παράγων για τον επιτυχή περιορισμό της. Στα πλαίσια έρευνας που πραγματοποιήθηκε για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας και η οποία επικεντρώθηκε κυρίως σε χώρες της Ευρώπης, διαπιστώθηκε η ανάπτυξη και εφαρμογή συγκεκριμένων Σ.Υ.Α. για την καταπολέμηση της πετρελαϊκής ρύπανσης, τόσο από τις αρμόδιες αρχές των χωρών αυτών, όσο και από επιστημονικά ινστιτούτα. Οι βασικές αρχές όλων αυτών των Σ.Υ.Α είναι οι ίδιες, με κάποια διαφοροποίηση ίσως στα δεδομένα που χρησιμοποιούν ως εισόδους. Ωστόσο, το μοντέλο Seatrack Web χρησιμοποιείται σε περισσότερες από μία χώρες. Άλλωστε αφορά την καταπολέμηση της ρύπανσης στη Βαλτική θάλασσα, αναπτύχθηκε από Βαλτικές χώρες και όλες είναι εξουσιοδοτημένες για τη χρήση του. Η χρήση του όμως διαπιστώθηκε και σε χώρες όπως η Γερμανία και η Λιθουανία. Το γεγονός επιτυχής χρήσης του σε αρκετές χώρες αποτελεί κίνητρο για την εφαρμογή του και στις ελληνικές θάλασσες με κατάλληλη προσαρμογή του. Η προετοιμασία που απαιτεί αφορά τη συγκέντρωση των απαραίτητων στοιχείων και την οργανωμένη ψηφιοποίησή τους σε επίπεδα (layers) για τη δυνατότητα προβολής τους στο περιβάλλον GIS του Seatrack Web.

Στο δικτυακό τόπο του συστήματος ΠΟΣΕΙΔΩΝ (<http://www.poseidon.ncmr.gr>) αναφέρεται η προσπάθεια του ΕΛΚΕΘΕ, σε συνεργασία με το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ), ανάπτυξης ενός μοντέλου διασποράς των ρυπαντών που ως στόχο έχει την πρόγνωση της μεταφοράς (τριδιάστατη μεταφορά, διάχυση και βιο-χημική μετατροπή) και των σχετιζομένων διεργασιών, όπως η ιζηματογένεση και η

εναπόθεση στην ακτή, των επιπλέοντων ρύπων που εισάγονται στο θαλάσσιο περιβάλλον, μεταξύ των οποίων είναι και το πετρέλαιο. Το μοντέλο αυτό θα χρησιμοποιεί τις πληροφορίες από τα προγνωστικά μοντέλα κυματισμού και θαλάσσιας κυκλοφορίας και θα παράγει ποσοτική πληροφορία σχετικά με τον ρυπαντή. Ένας από τους συγκεκριμένους στόχους του μοντέλου είναι η πρόβλεψη της χωρο-χρονικής εξάπλωσης των πετρελαιοκηλίδων.

Το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να αποτελέσει και αυτό ένα Σ.Υ.Α, καθώς βοηθά τον αποφασίζοντα, παρέχοντας του έγκαιρες προγνώσεις, να συνειδητοποιήσει τί μπορεί να συμβεί τις επόμενες ώρες ή μέρες και να λάβει τις ανάλογες αποφάσεις για την αποτροπή δυσάρεστων συνεπειών. Οι αποφάσεις του όμως θα βασίζονται αποκλειστικά στα μετεωρολογικά στοιχεία.

Πλεονέκτημα του Seatrack Web είναι ότι αποτελεί ένα μοντέλο που μπορεί να συνδυάσει στοιχεία διαφορετικής φύσεως, όπως μετεωρολογικά, μορφολογικά, γεωγραφικά, στοιχεία διαθεσιμότητας εξοπλισμού κ.λ.π. και ως ένα ολοκληρωμένο Σ.Υ.Α. να βοηθήσει τον αποφασίζοντα στη λήψη μιας απόφασης που θα βασίζεται σε όλα τα διαθέσιμα στοιχεία.

Μειονέκτημα βέβαια του Seatrack Web, όπως και άλλων μοντέλων πρόβλεψης εξάπλωσης κηλίδων, είναι ότι δεν λαμβάνουν υπόψη τα μικρής κλίμακας τοπικά καιρικά φαινόμενα, αλλά ίσως στην περίπτωση του Seatrack Web, να πάψει αυτό να αποτελεί μειονέκτημα, χάρη στην επιλογή Add uncertainty which depends on uncertainty in the weather forecasts.

Άλλωστε, πέρα όλων των μοντέλων, υπάρχει και ο ανθρώπινος παράγων. Κατά το σχεδιασμό της επιχείρησης επέμβασης, άνθρωποι της τοπικής κοινωνίας, όπως ψαράδες, που γνωρίζουν καλά την περιοχή και τα τοπικά καιρικά φαινόμενα, μπορούν να παίξουν καθοριστικό ρόλο συμβουλευόντας τους αποφασίζοντες.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΕΡΡΑΚ

1. Μοντέλα εξάπλωσης κηλίδων πετρελαίου (oil drift models), μοντέλα θαλάσσιας κυκλοφορίας (circulation models) και μοντέλα κυματισμού (wave models) που μπορούν να αποτελέσουν Σ.Υ.Α. (πηγή: www.eurogoos.org και επικοινωνία με τα αντίστοιχα ινστιτούτα).

	EUROGOOS	Dispersion (oil drift) models	Circulation, storm surge and ice models*	Wave models*
Κράτη μέλη της ΕΕ				
Αυστρία				
Βέλγιο	✓	Optos_float*, HYPAS-REFRA, MuSlick	Optos_bcz, Optos_nos	Optos_Wave (based on HYPAS)
Βουλγαρία	✓	-	-	WAM cycle 4
Γαλλία	✓	MOTHY , OILMAP	MARS, MERCATOR, TELEMAC2D, MOTHY , Oceanic storm surge prediction model	VAG (2D Wave model)
Γερμανία	✓	BSHdmod.L*, BSHdmod.E*	BSHcmod	-
Δανία	✓	MIKE 3 PA,SA*, BSH-dmod, BSH-cmod, SeaTrackWeb	MIKE 3 HD- ECOLAB, BSHcmod, MP1-OM-1 or HOPE, HYROM, MIKE21, MOG2D, SMILLA, GETM	MIKE 3 SW, DMI WAM-cycle4, WAVEWATCH-III
Ελλάδα	✓	Surface pollutant transport model - based on the PARCEL model (ΕΛΚΕΘΕ)*, MOTHY (Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία)	Ocean Hydrodynamic model (ΕΛΚΕΘΕ)	DAUT, WAM (ΕΛΚΕΘΕ)
Εσθονία	-	SeaTrackWeb	-	-
Ηνωμένο Βασίλειο	✓	OSIS (Oil Spill Information System)	FOAM, Medium Resolution Continental Shelf Model, POLCOMS, POLCOMS-ERSEM, FOAM-HadOCC	Wave Model, TELURAY/SWAN

Ιρλανδία	√	OILMAP	ROMS	SWAN
			ROMS, MOHID, POLCOMS, HAMSOM, DIECAST	WaveWatch III, WAM, WAVEWATCH, SWAN
Ισπανία	√	υπό ανάπτυξη		
Ιταλία	√	MEDSLICK*, OILMAP	MFS_sys1_daily, AREG, ACOAST 1.1	-
Κάτω Χώρες (Ολλανδία)	√	OILMAP, OILSHEET	-	-
Κύπρος	√	MEDSLIK*	CYCOM high CYCOM low	SWAN, WAM-Levan, WAM-Med
Λεττονία	-	-	-	-
Λιθουανία	-	SeaTrackWeb	-	-
Λουξεμβούργο				
Μάλτα	-	-	-	-
Ουγγαρία				
Πολωνία	√	CAROCS	HIROMB	WAM4
Πορτογαλία	√	ELSA, DERIVA	OTIS	OTIS, SWAN, WaveWatch III
Ρουμανία	√	-	-	WAM
Σλοβακία				
Σλοβενία	√	SeatrackWeb	AREG	
Σουηδία	√	SeatrackWeb*	HIROMB	SWAN
Τσέχικη Δημοκρατία				
Φιλανδία	√	PATS*, OpHespo*, SeatrackWeb	BalEco, HELMI	WAM
Κράτη εκτός ΕΕ				
			VALDEMAR, NORWECOM, MIPOM Surge ensemble, MIROM.20KM, MIROM Nordic4, MIROM Arctic 20, MI-POM surge, TOPAZ	WAM, WAM.Ecwind
Νορβηγία	√	OD3D*, OSCAR, OWM		
Ρωσία	√	-	-	-
Τουρκία	√	-	-	METU3
Ουκρανία	√	-	MFI	-

Υπόμνημα

 : ηπειρωτικές χώρες (non-maritime states)

* καταχωρημένες στην αντίστοιχη λίστα των μοντέλων του Eurogoos
(www.eurogoos.org)

2. Μοντέλα εξάπλωσης κηλίδων πετρελαίου (oil drift models) καταχωρημένα στο EUROGOOS (πηγή: www.eurogoos.org).

Μοντέλα εξάπλωσης - Dispersion (oil drift) models (EUROGOOS)				
Χώρα	Ινστιτούτο	Όνομα μοντέλου	Χαρακτηριστικά	Περιοχή κάλυψης
Βέλγιο	MUMM	Ortos_float	Μοντέλο για την πρόβλεψη εξάπλωσης διαφόρων επιπλέοντων αντικειμένων υπό την επίδραση του ανέμου και των επιφανειακών ρευμάτων	Βόρεια θάλασσα (4° Δ - 57°Β)
Κύπρος	UCY	CYCOFOS - MEDSLIK	Μοντέλο τριών διαστάσεων σχεδιασμένο για την πρόβλεψη της μεταφοράς, εξάπλωσης και αποχρωματισμού πετρελαιοκηλίδων στη Μεσόγειο θάλασσα	Ανατολική Μεσόγειος
Δανία	DHI	MIKE 3 PA,SA	Μοντέλο τριών διαστάσεων εξάπλωσης σωματιδίων και κηλίδων πετρελαίου	Βόρεια θάλασσα, Βαλτική θάλασσα
Δανία	DHI	BShdmod	Μοντέλο τριών διαστάσεων για τον υπολογισμό της μεταφοράς και εξάπλωσης του πετρελαίου	Βόρεια θάλασσα, Βαλτική θάλασσα
Δανία	RDANH	Seatrack Web	Επιχειρησιακό σύστημα εξάπλωσης πετρελαιοκηλίδων κατάλληλο για επιχειρήσεις αντιμετώπισής τους	Βαλτική θάλασσα και Ανατολική Βόρεια θάλασσα
Φιλανδία	FIMR	PATS	Μοντέλο εξάπλωσης για επιχειρησιακούς σκοπούς	Βόρεια Βαλτική θάλασσα
Φιλανδία	SYKE	OrHespo	Υδροδυναμικό μοντέλο για πρόβλεψη εξάπλωσης κηλίδων σε συνδυασμό με το Finnish HIRLAM μοντέλο	Κόλπος Φιλανδίας
Γαλλία	Meteo-France	MOTHY	Μοντέλο εξάπλωσης	Παγκοσμίως
Γερμανία	BSH	BShdmod.L	Lagrangian μοντέλο μεταφοράς και εξάπλωσης πετρελαίου, επιπλέοντων αντικειμένων και ουσιών, με δυνατότητα εύρεσης της πηγής ρύπανσης	Βόρεια θάλασσα, Βαλτική θάλασσα
Γερμανία	BSH	BShdmod.E	Eulerian μοντέλο εξάπλωσης πετρελαίου και άλλων ουσιών που διαλύονται στο νερό	Βόρεια θάλασσα, Βαλτική θάλασσα
Ελλάδα	HCMR (ΕΛΚΕΘΕ)	Surface pollutant transport model - based on the PARCEL model		Ανατολική Μεσόγειος και η Αιγαίο πέλαγος
Ιταλία	INGV	MEDSLIK	Μοντέλο τριών διαστάσεων σχεδιασμένο για την πρόβλεψη της μεταφοράς, εξάπλωσης και αποχρωματισμού πετρελαιοκηλίδων	Αδριατική θάλασσα
Νορβηγία	Met.no	OD3D	Μοντέλο τριών διαστάσεων εξάπλωσης κηλίδων πετρελαίου	ΒΑ Ατλαντικός, Βόρειες θάλασσες
Νορβηγία	Met.no	LEEWAY	Drifting objects model	ΒΑ Ατλαντικός, Βόρειες θάλασσες
Σουηδία	SMHI	Seatrack Web		

3. Ευαίσθητες περιοχές, όπως χαρακτηρίστηκαν με το πρόγραμμα Natura 2000 του ΥΠΕΧΩΔΕ (πηγή: ΥΑ 241//2003: Αποτροπή θαλάσσιας ρύπανσης από πλοία ευρισκόμενα σε κατάσταση ανάγκης (ΟΔΗΓ 2002/59), Άρθρο 1, Παράρτημα IV, Προσάρτημα Β).

A/A	CODE (κωδ.)	SITE NAME (Περιοχή)
1.	GR1110007	DELTA EVROU *KAI DYTIKOS VRAXIONAS
2.	GR1130009	LIMNES KAI LIMNOTHALASSES TIS THRAKIS *
3.	GR1150008	ORMOS POTAMIAS - AKR. PYRGOS EOS N.G
4.	GR1150009	KOLPOS PALAIΟΥ - ORMOS ELEFTHON
5.	GR1150010	DELTA NESTOU * & LIMNOTHALASSES KERAM
6.	GR1220002	DELTA AXIOU * - LOUDIA - ALIAKMONA - ENRYTE
7.	GR1220003	STENA RENTINAS - ENRYTERI PERIOCHI
8.	GR1220005	LIMNOTHALASSA AGGELOCHORIOY
9.	GR1250004	ALYKI KITROUS - EVRYTERI PERIOCHI
10.	GR1260002	EKVOLOS POTAMOY STRYMONA
11.	GR1270002	OROS ITAMOS - SITHONIA
12.	GR1270003	CHERONISOS ATHOS
13.	GR1270004	LIMNOTHALASSA AGIOY MAMA
14.	GR1270005	OROS STRATONIKON - KORYFI SKAMNI
15.	GR1270007	AKROTIRIO ELIA - AKROTIRIO KASTRO - EKV
16.	GR1270008	PALIOURI - AKROTIRI
17.	GR1270009	PLATANITSI - SYKIA: AKR.RIGAS-AKR.a
18.	GR1270010	AKROTIRIO PYRGOS - ORMOS KYPSAS - MALAM
19.	GR1420004	KARLA - MAVROVOUNI - KEFALOVRYSO VE
20.	GR1430001	OROS PILIO KAI PARAKTIA THALASSIA Z
21.	GR1430003	SKIATHOS: KOYKOYNARIES KAI ENRYTERI
22.	GR1430004	ETHNIKO THALASSIO PARKO ALLONISOU
23.	GR2110001	AMVRAKIKOS KOLPOS *, DELTA LOUROU
24.	GR2110001	EKVOLES (DELTA) KALAMA
25.	GR2110001	EKVOLES ACHERONTA (APO GLOSSA EOS A
26.	GR2140003	PARAKTIA THALASSIA ZONI APO PARGA E
27.	GR2210001	DYTIKES KAI VORIOANATOLIKES AKTES Z
28.	GR2210002	KOLPOS LAGANA ZAKYNTHOU (AKR. GERAK
29.	GR2210003	NISOI STROFADES

30.	GR2220003	ESOTERIKO ARCHIPELAGOS IONIOY (MEΘA
31.	GR2220004	PARAKTIA THALASSIA ZONI APO ARGOSTO
32.	GR2220005	DYRIKES AKTES KEFALLINIAS - STENO K
33.	GR2230001	LIMNOTHALASSA ANTINIOTI (KERKYRA)
34.	GR2230002	LIMNOTHALASSA KORISSION (KERKYRA)
35.	GR2230003	ALYKI LEFKIMIS (KERKYRA)
36.	GR2230004	NISOI PAXI KAI ANTIPAXI
37.	GR2230005	PARAKTIA THALASSIA ZONI APO KANONI
38.	GR2240001	LIMNOTHALASSES STENON LEFKADAS
39.	GR2310001	DELTA ACHELOOU, LIMNOTHALASSA MESOL *
40.	GR2310005	OROS VARASOVA
41.	GR2310006	LIMNES VOULKARIA KAI SALTINI
42.	GR2320001	LIMNOTHALASSA KALOGRIAS, DASOS STRO
43.	GR2320006	ALYKI AIGIOY
44.	GR2330003	EKVOLES (DELTA) PINEIOY
45.	GR2330005	THINES KAI PARALIAKO DASOS ZACHAROS
46.	GR2330006	LIMNOTHALASSA KOTYCHI *, BRINIA
47.	GR2330007	PARAKTIA THALASSIA ZONI APO EKR.KY
48.	GR2330008	THALASSIA PERIOCHI KOLPOU KYPARISSI
49.	GR2420001	OROS OCHI - KAMPOS KARYSTOU - POTAM
50.	GR2420004	MEGALO KAI MIKRO LIVARI - DELTAXIR
51.	GR2420006	SKYROS: OROS KOCHYLAS
52.	GR2440002	KOILADA KAI EKVOLES SPERCHEIOU - MA
53.	GR2450004	PARALIAKI ZONI APO NAFPAKTO EOS ITE
54.	GR2510003	AKRONAFLIA KAI PALAMIDI
55.	GR2520003	LIMNOTHALASSA MOUSTOU
56.	GR2520005	MONI ELONAS KAI CHARADRA LEONIDIOU
57.	GR2540001	ORI GIDOVOUNI, GAIDOUR
58.	GR2540002	PERIOCHI NEAPOLIS KAI NISOS ELAFONI
59.	GR2540003	EKVOLES EVROTA
60.	GR2550003	NISOI SAPIENTZA KAI SCHIZA, AKROTI
61.	GR2550004	LIMNOTHALASSA PYLOU (DIVARI) KAI N
62.	GR2550005	THINES KYPARISSIAS (NEOCHORI - KYPARI
63.	GR2550007	THALASSIOA PERIOCHI STENOY METHONIS
64.	GR3000004	VRAVRONA - PAAKTIA THALASSIA ZONI

65.	GR3000005	SOUNIO - NISIDA PATROKLOU KAI PARAK
66.	GR3000006	YMITTOS - AISTHITIKO DASOS KAISARIA
67.	GR3000008	ANTI KYTHIRA - PRASSONISI KAI LAGOUV
68.	GR3000010	NISIDES KYTHIRON: PRASSONISI, DRAGON
69.	GR4110001	LIMNOS: CHORTAROLIMNI - LIMNI ALYKI
70.	GR4110002	AGIOS EFSTRATIOS KAI PARAKTIA THALA
71.	GR4110003	LESVOS: DYTIKI CHERSONISOS - APOLIT
72.	GR4110004	LESVOS: KOLPOS KALLONIS KAI CHERSI
73.	GR4110005	LESVOS: KOLPOS GERAS, ELOS NTIPI KA
74.	GR4120001	SAMOS: PARALIA ALYKI
75.	GR4120003	SAMOS: OROS KERKETEFIS - MIKRO KAI M
76.	GR4120004	IKARIA - FOURNOI KAI PARAKTIA ZONI
77.	GR4130001	VOREIA CHIOS KAI NISOI OINOUSES
78.	GR4210001	KASOS KAI KASONISIA - EVRYTERI THALAS
79.	GR4210002	KENTRIKI KARPATOS: KARALIMNI - LAS
80.	GR4210003	VOREIA KARPATOS KAI SARIA KAI PARA
81.	GR4210004	KASTELLORIZO KAI NISIDES RO KAI STR
82.	GR4210005	RODOS: AKRAMYTIS, ARMENISTIS, ATTAV
83.	GR4210007	NOTIA NISYROS KAI STRONGYLI KAI PAR
84.	GR4210008	KOS: AKROTIRIO LOUROS - LIMNI PSALI
85.	GR4210009	ASTYPALAIA: ANATOLIKO TMIMA, GYRO N
86.	GR4210010	AARKOI, LEIPSOI, AGATHONISI KAI VRAC
87.	GR4210011	VRACHONISIA NOTIOY AIGAIΟΥ: VELOPOU
88.	GR4220001	ANDROS: ORMOS VITALI KAI KENTRIKOS
89.	GR4220002	ANAFI: CHERSONISOS KALAMOS - ROUKOU
90.	GR4220003	SANTORINI: NEA KAI PALIA KAMENI - P
91.	GR4220004	FOLEGANDROS ANATOLIKI MECHRI DYTIKI
92.	GR4220005	PARAKTIA ZONI DYTIKIS MILOY
93.	GR4220006	NISOS POLYAIGOS - KIMOLOS
94.	GR4220007	NISOS ANTIMILOS - THALASSIA PARAKTIA
95.	GR4220008	SIFNOS: PROFITIS ILIAS MECHRI DYTIK
96.	GR4220009	NOTIA SERIFOS
97.	GR4220010	VOREIODYTIKI KYTHNOS: OROS ATHERAS
98.	GR4220011	ANATOLIKI KEA
99.	GR4220012	VOREIA AMORGOS KAI KYNAROS, LEVITHA

100.	GR4220013	MIKRES KYKLADES: IRAKLEIA, SCHINOUS
101.	GR4220014	KENTRIKI KAI NOTIA NOXOS: ZEFS KAI
102.	GR4220017	NISOI DESPOTIKO KAI STRONGYLO KAI Tα
103.	GR4220018	SYROS: OROS SYRINGAS OS PARALIA
104.	GR4220019	TINOS: MYRSINI - AKROTIRIO LIVADA
105.	GR4220020	NISOS MILOS: PROFITIS ILIAS - EYAYT
106.	GR4310003	NISOS DIA
107.	GR4310004	DYTIKA ASTEROUSIA (APO AGIO FARAGGO
108.	GR4310005	ASTEROUSIA (KOFINAS)
109.	GR4320003	NISOS CHRISI
110.	GR4320004	MONI KAPSA (FARANGI KAPSA KAI GYRO
111.	GR4320005	OROS THRYPTIS KAI GYRO PERIOCHI
112.	GR4320006	VOREIOANATOIIKO AKRO KRITIS: DIONYS
113.	GR4320008	NISOS KOUFONISI KAI PARAKTIA THALAS
114.	GR4330003	KOURTALIOTIKO FARANGI - MONI PREVEL
115.	GR4330004	PRASIANO FARANGI - PATSOS - SFAKORY
116.	GR4340001	EMERI KAI AGRIA GRAMNOUSA - TIGANI
117.	GR4340002	NISOS ELAFONISOS KAI PARAKTIA THALA
118.	GR4340003	CHERSONISOS RODOPOU - PARALIA MALEM
119.	GR4340005	ORMOS SOUGIAS - BARDIA - FARAGGI LI
120.	GR4340006	LIMNI AGIAS - PLATANIAS - REMA KAI
121.	GR4340008	LEFKA ORI KAI PARAKTIA ZONI A
122.	GR4340010	DRAPANO (VOREIOANATOLIKES AKTES)
123.	GR4340012	ASFENDOU - KALLIKKRATIS KAI PARAKTI
124.	GR4340013	NISOI GANDOS KAI GAVDOPOULA
125.	GR4340015	PARALIA APO CRHYSOSKALITISSA MECHRI