



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΗΓΩΝ ΜΗΧ/ΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ  
ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

Χημικές Κηλίδες από τις Θαλάσσιες Μεταφορές:  
Εφαρμογή στον Ελλαδικό Θαλάσσιο Χώρο



Class 4.2

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΣΚΑΒΑΡΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΤΩΝ: ΒΕΝΤΙΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΙΟΥΛΙΟΣ 2009



Θερμές ευχαριστίες στους ανθρώπους που με βοήθησαν κατά την εκπόνηση της εργασίας και ιδιαίτερα στον κ. Νικόλαο Βεντίκο για την καθοδήγηση και τις συμβουλές. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υπομονή και τη στήριξη.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
SUMMARY.....	7
ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	8
<b>ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....</b>	<b>10</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>11</b>
1.1 Πρόλογος.....	12
1.2 Δομή.....	12
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ .....</b>	<b>14</b>
2.1 Oils (Πετρελαιοειδή) .....	15
2.2 Dangerous Goods (Επικίνδυνα Φορτία).....	24
2.3 Noxious Liquid Substances (Υγρά Χημικά Φορτία).....	27
2.4 Solid Bulk Cargoes (Ξηρά Φορτία Χύδην).....	29
2.5 Liquefied Gases in Bulk (Υγροποιημένα Αέρια Χύδην).....	30
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ.....</b>	<b>32</b>
<b>ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΑΠΟ HNS .....</b>	<b>32</b>
3.1 Περιστατικό ρύπανσης από HNS .....	33
3.2 Σχέδια έκτακτης ανάγκης και αναφορές.....	33
3.3 Εθνικά και περιφερειακά συστήματα ετοιμότητας και αντιμετώπισης...34	
3.4 Διεθνής συνεργασία για την αντιμετώπιση της ρύπανσης.....	35
3.5 Έρευνα και ανάπτυξη .....	36
3.6 Τεχνική συνεργασία .....	37
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΠΟ HNS ΡΥΠΑΝΣΗ .....</b>	<b>38</b>
4.1 Εισαγωγή.....	39
4.2 Η φυσική συμπεριφορά του διαρρέυσαντος HNS.....	39
4.3 Παράγοντες που καθορίζουν την κοινωνικοοικονομική επίδραση και την επίδραση στην ασφάλεια και το περιβάλλον, ενός HNS περιστατικού.....	43
4.4 Επίδραση στην ασφάλεια .....	46
4.5 Επίδραση στο περιβάλλον .....	47
4.6 Κοινωνικοοικονομικές επιδράσεις .....	49
4.7 Χαρακτηριστικά των HNS και παρακολούθηση .....	49

4.8 Παράδειγμα ατυχήματος με HNS φορτίο και αντιμετώπισή του.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΔΕΝΤΡΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΠΡΟΣ .....	58
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟΥ.....	58
5.1 Ουσίες τοξικές στον αέρα .....	61
5.2 Ουσίες που δημιουργούν εκρηκτικά σύννεφα αερίων/ατμών.....	65
5.3 Επιπλέουσες εύφλεκτες ουσίες .....	66
5.4 Επιπλέουσες ουσίες που παραμένουν στην επιφάνεια της θάλασσας....	69
5.5 Ευδιάλυτες τοξικές ουσίες .....	73
5.6 Ευδιάλυτες διαβρωτικές ουσίες.....	74
5.7 Βυθιζόμενες ουσίες .....	77
5.8 Ραδιενεργές ουσίες .....	81
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ .....	82
6.1 Στοιχεία κυκλοφορίας (1988-2007).....	83
6.2 Το Σχετικό Ρίσκο (Relative Risk).....	88
6.3 Ανάλυση βάσης δεδομένων.....	89
6.4 Αναγωγή των στοιχείων της βάσης δεδομένων στα στοιχεία κυκλοφορίας .....	100
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	111
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	113

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η μελέτη των Επικίνδυνων και Επιβλαβών Ουσιών (HNS: Hazardous and Noxious Substances), οι οποίες μεταφέρονται διά της θαλασσίας οδού. Οι ουσίες αυτές, όσο πολύτιμες είναι για την ανάπτυξη και ευημερία των κοινωνιών, άλλο τόσο επικίνδυνες, ανάλογα τη φύση της καθεμιάς, μπορούν να αποδειχθούν για τον άνθρωπο και το περιβάλλον του. Γίνεται κατηγοριοποίηση λοιπόν των ουσιών αυτών και μελέτη των ιδιοτήτων τους, προκειμένου να τις "καταλάβουμε" και να αποφύγουμε τις δυσάρεστες καταστάσεις που μπορούν να προκαλέσουν.

Τα HNS διαχωρίζονται σε 5 βασικές κατηγορίες, η ευρύτερη και περισσότερο μεταφερόμενη από τις οποίες είναι εκείνη που περιλαμβάνει το πετρέλαιο και τα παράγωγά του. Επειδή όμως η κατηγορία αυτή απαιτεί από μόνη της εκτεταμένη έρευνα, η συγκεκριμένη εργασία θα ασχοληθεί περισσότερο με τις υπόλοιπες 4 κατηγορίες, η μελέτη των οποίων δεν έχει εξελιχθεί τόσο πολύ όσο αυτή που αφορά σε πετρελαιοειδή. Παρ' όλα αυτά, το θεωρητικό μέρος των πετρελαιοειδών καλύπτεται από το 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο. Οι υπόλοιπες 4 κατηγορίες περιλαμβάνουν τα Επικίνδυνα Συσκευασμένα Φορτία, τα Υγρά Χημικά Φορτία, τα Ξηρά Φορτία Χύδην και τα Υγροποιημένα Αέρια Χύδην και καλύπτονται νομοθετικά, γίνεται δε και μια αναφορά στον τύπο εμπορικών πλοίων που χρησιμοποιείται ανά κατηγορία.

Στη συνέχεια, προκειμένου να κατανοήσουμε τη σοβαρότητα του θέματος, γίνεται εκτενής αναφορά στις φυσικές και χημικές ιδιότητες των HNS, ενώ αναλύεται και το «Πρωτόκολλο για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης της Θάλασσας από επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες, 2000» του ΙΜΟ. Αναφέρονται επίσης και οι πιθανές επιδράσεις που μπορεί να έχουν οι HNS ουσίες στο περιβάλλον που εκτίθεται σ' αυτές, ως απόρροια των ιδιοτήτων τους.

Αφού έγιναν κατανοητά το θέμα και οι διαστάσεις του, προχωρούμε στον τρόπο αντιμετώπισης πιθανών ατυχημάτων με τα Δέντρα Λήψεως Αποφάσεων. Ανάλογα τη φύση της ουσίας υπάρχει το αντίστοιχο Δέντρο που ταξινομεί χρονικά τις ενέργειες που πρέπει να λάβουν χώρα μετά το ατύχημα, ενώ ακολουθούν και μέθοδοι αντιμετώπισης ανά κατηγορία.

Επίσης γίνεται στατιστική ανάλυση πραγματικών δεδομένων για την περίοδο 1988-2007, προκειμένου να εξεταστούν διάφορες παράμετροι σχετικές με το θέμα. Η εργασία τελειώνει με το κεφάλαιο συμπερασμάτων.

## SUMMARY

Studying of HNS (Hazardous and Noxious Substances) transferred by sea is the subject of this Paper. Those substances, though valuable they are to the development and welfare of modern societies, they still can provide great danger, depending on substance's nature, regarding to people and the environment. In order to understand the nature of those substances and avoid the inconvenience they could cause, we should categorize them and study their properties.

HNS divide in 5 main categories, the largest and most transported of which is the one including oil and its products. Just because this category requires extended research, the current paper is more about the remaining 4 categories, the studying of which hasn't progressed that much yet. Despite that, the legislation regarding oil and oil products is part of the Paper's Second Chapter. The other 4 categories consist of Packaged Dangerous Goods, Noxious Liquid Substances, Dry Bulk Cargoes and Liquefied Gases in Bulk. The legislation for those and some information on the type of merchant ships used to transfer goods from each category, is the remaining part of the Second Chapter.

In order to understand the severity of the subject, it's critical to provide ourselves with the necessary information about the physical and chemical properties of an HN Substance. There is also an extended report on the "Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances, 2000 (OPRC-HNS Protocol)", along with the possible consequences of an HN Substance when released in nature, as a result of its properties.

Now having a nice and almost complete view of the subject, we focus on the response to be taken, right after an incident has occurred. The Decision Trees, a different one for each category of substances, are diagrams which put in order the actions to be taken, and they're presented along with the response methods for each category.

There is a statistical analysis of actual data taking place afterwards, so that different variants regarding the subject can be examined. The data consist of accidents and travel flows from 1988 to 2007. Finally, the Paper ends in a Conclusion Chapter.

## ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1	:Πετρελαιοφόρο δεξαμενόπλοιο	17
Σχήμα 2.2	:Γραμμές οριοθέτησης δεξαμενής καυσίμου για το σκοπό της Παρ.3, Κανονισμός 19, Παρ. Ι της Δ.Σ. Marpol 73/78	22
Σχήμα 2.3	:Γραμμές οριοθέτησης δεξαμενής καυσίμου για Παρ.4	23
Σχήμα 2.4	:Γραμμές οριοθέτησης δεξαμενής καυσίμου για Παρ.6	23
Σχήμα 2.5	:Χημικό δεξαμενόπλοιο	28
Σχήμα 2.6	:Χημικό δεξαμενόπλοιο	28
Σχήμα 2.7	:Bulk carrier μεταφορικής ικανότητας 170000t dwt	30
Σχήμα 2.8	:Πλοίο μεταφοράς υγροποιημένων αερίων	31
Σχήμα 4.1	:Ομαδοποίηση HNS βάσει συμπεριφοράς των	40
Σχήμα 4.2	:Γενική συμπεριφορά χημικών ουσιών στη θάλασσα	43
Σχήμα 4.3	:Στάδια αντίδρασης σε διαρροή HNS	45
Σχήμα 4.4	:Περιοχή Ρίσκου	46
Σχήμα 4.5	:Προφίλ κινδύνου για διάφορες HNS ουσίες	51
Σχήμα 5.1	:Γενικό Δέντρο Αποφάσεων	60
Σχήμα 5.2	:Δέντρο Αποφάσεων 2 - Αντιμετώπιση τοξικότητας στον αέρα	61
Σχήμα 5.3	:Μέθοδος εκτόξευσης νερού	62
Σχήμα 5.4	:Υγροποίηση αερίου με χρήση μουσαμά	63
Σχήμα 5.5	:Χοάνη περισυλλογής διαρροής	63
Σχήμα 5.6	:Η χοάνη εφαρμόζεται στο σημείο διαρροής	64
Σχήμα 5.7	:Το υγροποιημένο αέριο οδηγείται σε δεξαμενή	64
Σχήμα 5.8	:Δέντρο 3 - Ουσίες που δημιουργούν εκρηκτικά σύννεφα	65
Σχήμα 5.9	:Δέντρο 4 - Επιπλέοντες εύφλεκτες ουσίες	66
Σχήμα 5.10	:Συμπίεση ατμών με πυροσβεστικά μέσα	67
Σχήμα 5.11	:Δημιουργία φράγματος φυσαλίδων	68
Σχήμα 5.12	:Δέντρο 5 - Επιπλέοντες ουσίες που παραμένουν στην επιφάνεια της θάλασσας	69
Σχήμα 5.13	:Πλάκες πολυπροπυλενίου	70
Σχήμα 5.14	:Απορροφητικές "κουβέρτες"	70
Σχήμα 5.15	:Συνδυασμός boom και skimmer	71
Σχήμα 5.16	:Διάφοροι τύποι skimmers	72
Σχήμα 5.17	:Δέντρο 6 - Ευδιάλυτες τοξικές ουσίες	73
Σχήμα 5.18	:Δέντρο 7 - Ευδιάλυτες διαβρωτικές ουσίες	74
Σχήμα 5.19	:Φράγμα τύπου κουρτίνας	75
Σχήμα 5.20	:Εκτόξευση αδρανοποιητικού παράγοντα	76
Σχήμα 5.21	:Δέντρο 8 - Βυθιζόμενες ουσίες	77



Σχήμα 5.22 :Μηχανική εκβάθυνση	78
Σχήμα 5.23 :Υδραυλική εκβάθυνση και τύποι κεφαλών που χρησιμοποιούν τα μηχανήματα για σκάψιμο	78
Σχήμα 5.24 :Αεροκίνητη εκβάθυνση	79
Σχήμα 5.25 :Θάψιμο των βυθιζόμενων ουσιών	80
Σχήμα 5.26 :Δέντρο 9 - Ραδιενεργές ουσίες	81
Σχήμα 6.1 :Πλήθος και ποσοστό τύπων πλοίων μεταφοράς HNS	84
Σχήμα 6.2 :Ποσοστό μεταφερόμενου όγκου φορτίου ανά τύπο πλοίου	84
Σχήμα 6.3 : Ποσοστό κυκλοφορίας ανά χώρα	86
Σχήμα 6.4 :Ποσοστό μεταφερόμενου όγκου ανά χώρα	88
Σχήμα 6.5 :Ποσοστό ατυχημάτων ανά τύπο πλοίου	90
Σχήμα 6.6 :Σχετικά Ρίσκα	92
Σχήμα 6.7 :Ποσοστό διαρροών φορτίου ανά αριθμό ατυχημάτων	92
Σχήμα 6.8 :Σημείες πλοίων	97
Σχήμα 6.9 :Είδη ατυχημάτων	97
Σχήμα 6.10 :Ποσοστό ατυχημάτων ανά εποχή	99
Σχήμα 6.11 :Ατυχήματα ανά εποχή	99
Σχήμα 6.12 :Συχνότητα ατυχημάτων	101
Σχήμα 6.13 :Απαιτούμενος αριθμός ταξιδιών για την εμφάνιση ενός ατυχήματος	101
Σχήμα 6.14 :Συχνότητα διαρροών HNS	102
Σχήμα 6.15 :Απαιτούμενος αριθμός ταξιδιών για την εμφάνιση μιας διαρροής HNS	103
Σχήμα 6.16 :High estimates για Ατυχήματα/Mt, Διαρροές/Mt	104
Σχήμα 6.17 :Low estimates για Ατυχήματα/Mt, Διαρροές/Mt	105
Σχήμα 6.18 :Ατυχήματα και διαρροές ανά πλου, Ιταλία	105
Σχήμα 6.19 :Ατυχήματα και διαρροές ανά πλου, Ελλάδα	106
Σχήμα 6.20 :Ατυχήματα και διαρροές ανά πλου, Ισπανία	106
Σχήμα 6.21 :Ατυχήματα και διαρροές ανά πλου, Μάλτα	107
Σχήμα 6.22 :Ατυχήματα και διαρροές ανά πλου, Γαλλία	107
Σχήμα 6.23 :Ατυχήματα και διαρροές ανά πλου, Ανατ. Μεσόγειος	108
Σχήμα 6.24 :Ατυχήματα και διαρροές ανά πλου, Γιβραλτάρ	108
Σχήμα 6.25 :Ατυχήματα και διαρροές ανά πλου, Σύνολο	109
Σχήμα 6.26 :Χάρτης ατυχημάτων	110

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1	:Ιδιότητες χημικής συμπεριφοράς HNS	41
Πίνακας 4.2	:Ταξινόμηση HNS ουσίας βάσει των επιδράσεων της	50
Πίνακας 6.1	:Στοιχεία κυκλοφορίας	83
Πίνακας 6.2	:Κυκλοφορία ανά χώρα (port calls)	85
Πίνακας 6.3	:Εκτίμηση της πληρότητας φορτίου για κάθε τύπο πλοίου	86
Πίνακας 6.4	:Μεταφερόμενος όγκος ανά χώρα, high stimates	87
Πίνακας 6.5	:Μεταφερόμενος όγκος ανά χώρα, low stimates	87
Πίνακας 6.6	:Ατυχήματα ανά τύπο πλοίου για κάθε χώρα	89
Πίνακας 6.7	:Ποσοστό περιπτώσεων διαρροής φορτίου	90
Πίνακας 6.8	:Αριθμός ατυχημάτων σε κάθε χώρα διαχρονικά	93
Πίνακας 6.9	:Αριθμός διαρροών φορτίου σε κάθε χώρα διαχρονικά	94
Πίνακας 6.10	:Συσταδοποίηση ανά χώρα (1 <sup>ο</sup> επίπεδο)	95
Πίνακας 6.11	:Συσταδοποίηση, 2 <sup>ο</sup> επίπεδο	96
Πίνακας 6.12	:Ατυχήματα και διαρροές ανά τύπο πλοίου	96
Πίνακας 6.13	:Ανθρώπινες απώλειες ανά ατύχημα	98
Πίνακας 6.14	:Ατυχήματα ανά εποχή	98
Πίνακας 6.15	:Συχνότητα ατυχημάτων	102
Πίνακας 6.16	:Συχνότητα διαρροών HNS	103
Πίνακας 6.17	:Ανάλυση ανά μεγατόνο μεταφερόμενου φορτίου	104

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Πρόλογος

1.2 Δομή

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Πρόλογος

Από τα αρχαία χρόνια μέχρι και τις μέρες μας, το μεγαλύτερο μέρος των προϊόντων του παγκόσμιου εμπορίου μεταφέρεται μέσω θαλάσσης. Η διαχρονικότητα αυτή των θαλασσίων μεταφορών οφείλεται στη δυνατότητα μεταφοράς πολύ μεγάλων ποσοτήτων και ποικιλίας προϊόντων, με σχετικά χαμηλό κόστος. Για τους λόγους αυτούς αναμένεται να διατηρήσουν το ρόλο τους για πολλά ακόμη χρόνια, δεδομένου ότι δεν φαίνεται να μπορούν να αντικατασταθούν στο εγγύς μέλλον από κάποιο άλλο μέσο.

Η ευρεία κλίμακα όμως στην οποία χρησιμοποιούνται οι μεταφορές αυτές, καθώς και η ποικιλία του φορτίου, εγκυμονούν πολλούς και διάφορους κινδύνους για το περιβάλλον ενός εμπορικού πλοίου. Ένα μεγάλο μέρος των μεταφορών περιλαμβάνει φορτία επικίνδυνα για την υγεία του ανθρώπου, της θαλάσσιας ζωής, αλλά και φορτία που μπορούν να προκαλέσουν σημαντική μόλυνση στο γενικότερο περιβάλλον. Η εργασία αυτή ασχολείται με μια μεγάλη κατηγορία τέτοιων επικίνδυνων φορτίων, τα HNS (Hazardous and Noxious Substances) ή Επικίνδυνες και Επιβλαβείς Ουσίες. Σε αυτήν ανήκουν ουσίες όπως το πετρέλαιο και τα παράγωγά του, υγροποιημένα αέρια, χημικά κ.α.

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό πως η ασφάλεια των θαλασσίων μεταφορών, και πολύ περισσότερο εκείνων που αφορούν σε HNS, είναι κυριολεκτικά ζωτικής σημασίας, καθώς μια διαρροή τέτοιας ουσίας στο περιβάλλον, ανάλογα με τις ιδιότητές της, μπορεί να προκαλέσει από διάφορες δυσλειτουργίες, μολύνσεις, διαβρώσεις, έως και θανάτους. Και επειδή πρωταρχικό μέλημα θα πρέπει να είναι η διατήρηση της περιβαλλοντικής ισορροπίας και η προστασία της ανθρώπινης ζωής, στόχος της εργασίας αυτής είναι να εντοπίσει τα στοιχεία εκείνα που πρέπει να προσεχθούν προκειμένου να επιτευχθεί μεγαλύτερη ασφάλεια στις θαλάσσιες μεταφορές.

### 1.2 Δομή

Προκειμένου να λοιπόν αντιμετωπίσουμε τον κίνδυνο, πρέπει πρώτα να καταλάβουμε το είδος και το μέγεθός του. Στο Κεφάλαιο 2 λοιπόν γίνεται ο διαχωρισμός των HNS σε πέντε υποκατηγορίες με βάση τη νομοθεσία, αναφέρονται παραδείγματα κάθε κατηγορίας καθώς επίσης και οι τύποι πλοίων που μεταφέρουν τα συγκεκριμένα φορτία. Ανάλογα λοιπόν τη φύση της

ουσίας, υπάρχει και ο κατάλληλος εξειδικευμένος τύπος πλοίου που θα τη μεταφέρει για μεγαλύτερη ασφάλεια.

Το Κεφάλαιο 3 περιέχει διάφορα στοιχεία αντιμετώπισης περιστατικών που αφορούν στη ρύπανση της Θάλασσας από HNS ουσίες, ενώ στο Κεφάλαιο 4 αναφέρονται πιθανές επιδράσεις από διαρροή και ρύπανση λόγω HNS. Πολύ σημαντική είναι και η ανάλυση της φυσικής συμπεριφοράς των HNS που περιλαμβάνεται στο κεφάλαιο αυτό, η οποία μας δίνει μια εικόνα αναφορικά με το πώς μπορεί να συμπεριφερθεί η ουσία όταν αφεθεί ελεύθερη στο θαλάσσιο περιβάλλον, βοηθώντας μας έτσι να κατευθυνθούμε ανάλογα. Στο Κεφάλαιο 5 βρίσκουμε τα λεγόμενα Δέντρα Λήψεως Αποφάσεων, τα οποία τυποποιούν την κατεύθυνση της αντιμετώπισης περιστατικού, ενώ περιγράφονται και οι σημαντικότερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται ανά κατηγορία.

Στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση στοιχείων της βάσης δεδομένων της REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea), η οποία περιλαμβάνει όλα τα ατυχήματα που την περίοδο 1988-2007 εμφανίστηκαν στα ύδατα της Μεσογείου τα οποία ανήκουν σε ευρωπαϊκές χώρες και αφορούν σε HNS. Παρουσιάζονται επίσης τα στοιχεία κυκλοφορίας για το προαναφερθέν διάστημα, τα οποία προήλθαν από την EMSA (European Maritime Safety Agency). Τέλος, γίνεται στατιστική ανάλυση των δεδομένων, προκειμένου να μπορέσουμε να εστιάσουμε στους παράγοντες εκείνους που θα πρέπει να προσεχτούν περισσότερο, όσον αφορά πάντα στην ασφάλεια των μεταφορών και, κατ' επέκταση, του περιβάλλοντος.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2      ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

2.1    *Oils* (Πετρελαιοειδή)

2.2    *Dangerous Goods* (Επικίνδυνα Φορτία)

2.3    *Noxious Liquid Substances* (Υγρά Χημικά Φορτία)

2.4    *Solid Bulk Cargoes* (Ξηρά Φορτία Χύδην)

2.5    *Liquefied Gases in Bulk* (Υγροποιημένα Αέρια Χύδην)

## 2. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Τα HNS (Hazardous and Noxious Substances) είναι ουσίες, οι οποίες όταν μεταφέρονται ως φορτία με πλοία, ενέχουν κινδύνους απώλειας ζωής, περιουσίας (πλοίο και φορτίο) και καταστροφής του θαλασσιού περιβάλλοντος. Το κύριο νομοθετικό πλαίσιο που καλύπτει τα HNS φορτία είναι η διεθνής σύμβαση του ΙΜΟ: «International Convention on Liability and Compensation for Damage in Connection with the Carriage of Hazardous and Noxious Substances by Sea, 1996».

Ο ορισμός των HNS (Hazardous and Noxious Substances) δίνεται από την παραπάνω σύμβαση (Άρθρο 1 Παράγραφος 5). Από τον ορισμό αυτό προκύπτει πως τα HNS διακρίνονται σε 5 βασικές κατηγορίες:

### 2.1 Oils (Πετρελαιοειδή)

Πετρέλαιο σημαίνει το πετρέλαιο σε κάθε μορφή, συμπεριλαμβανομένου του αργού πετρελαίου, του καυσίμου πετρελαίου, των βαρέων καταλοίπων πετρελαίου, του αποβλήτου πετρελαίου και των προϊόντων διυλίσεως πετρελαίου (εκτός των πετροχημικών τα οποία υπάγονται στις διατάξεις του Παραρτήματος ΙΙ της Διεθνούς Σύμβασης MARPOL 73/78) και περιλαμβάνει τις ουσίες που περιέχονται στον παρακάτω κατάλογο, χωρίς να περιορίζεται η γενικότητα των προηγουμένων.

Αργό Πετρέλαιο σημαίνει οποιοδήποτε υγρό μίγμα υδρογονανθράκων το οποίο προκύπτει φυσικά στην γη είτε υφίσταται επεξεργασία για να καταστεί κατάλληλο για μεταφορά είτε όχι και περιλαμβάνει:

- α. αργό πετρέλαιο από το οποίο είναι δυνατό να έχουν αφαιρεθεί ορισμένα κλασματικά αποστάγματα και
- β. αργό πετρέλαιο στο οποίο είναι δυνατό να έχουν προστεθεί ορισμένα κλασματικά αποστάγματα.

Πετρελαιοειδές Μίγμα σημαίνει μίγμα με περιεκτικότητα πετρελαίου σε οιαδήποτε αναλογία.

Καύσιμο πετρέλαιο σημαίνει οποιοδήποτε πετρέλαιο το οποίο χρησιμοποιείται σαν καύσιμο, για πρόωση και για τα βοηθητικά μηχανήματα του πλοίου που το μεταφέρει.

Πετρελαιοφόρο σημαίνει πλοίο κατασκευασμένο ή μετασκευασμένο για να μεταφέρει πετρέλαιο χύδην στους χώρους φορτίου περιλαμβανομένων των πλοίων συνδυασμένων φορτίων, οποιοδήποτε «πετρελαιοφόρο NLS» όπως καθορίζεται στο Παράρτημα ΙΙ της Δ.Σ. MARPOL 73/78 και οποιοδήποτε δεξαμενόπλοιο μεταφοράς αερίου όπως προσδιορίζεται στον κανονισμό 3.20 του κεφαλαίου ΙΙ-1 της SOLAS 74 (όπως έχει τροποποιηθεί), όταν μεταφέρει φορτίο ή τμήμα φορτίου πετρελαίου χύδην.

Πετρελαιοφόρο αργού πετρελαίου σημαίνει ένα πετρελαιοφόρο το οποίο χρησιμοποιείται στη μεταφορά αργού πετρελαίου.

Πλοίο μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου σημαίνει ένα πετρελαιοφόρο το οποίο χρησιμοποιείται στη μεταφορά πετρελαίου άλλου εκτός αργού πετρελαίου.

Πλοίο συνδυασμένων φορτίων σημαίνει το πλοίο που σχεδιάστηκε για να μεταφέρει πετρέλαιο ή στερεά φορτία χύδην.

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΕΙΔΩΝ

### Ασφαλτούχα διαλύματα

Αποθέματα από αναμίξεις  
Πισσώδη επιστρώματα ορόφων  
Υπόλειμμα ευθείας ροής

### Αποθέματα ανάμιξης βενζίνης

Αλκύλια - καύσιμο  
Επεξεργασθέντα  
Πολυμερές - καύσιμο

### Πετρέλαια

Ραφινρισμένο  
Αργό πετρέλαιο  
Μίγματα περιέχοντα αργό πετρέλαιο  
Πετρέλαιο ντίζελ  
Καύσιμο πετρέλαιο Νο. 4  
Καύσιμο πετρέλαιο Νο. 5  
Καύσιμο πετρέλαιο Νο. 6  
Υπολειπόμενο καύσιμο πετρέλαιο  
Πετρέλαιο οδοποιίας  
Πετρέλαιο μετασχηματιστή  
Αρωματικό έλαιο (εξαιρουμένου του φυτικού ελαίου)  
Λιπαντικά έλαια και αποθέματα μίξης

### Βενζίνες

Βενζίνη Φυσική  
Βενζίνη Αυτοκινήτων  
Βενζίνη Αεροπλάνων  
Ευθείας αποστάξεως  
Καύσιμο πετρέλαιο Νο. 1 (κηροζίνη)  
Καύσιμο πετρέλαιο Νο. 1-D  
Καύσιμο πετρέλαιο Νο. 2  
Καύσιμο πετρέλαιο Νο. 2-D

### Καύσιμα Αεριωθουμένων

JP-1 (κηροζίνη)  
JP-3  
JP-4



Ορυκτέλαιο	JP-5 (κηροζίνη, βαριά)
Έλαιο κινητήρων	Καύσιμο τουρμπίνων
Πετρέλαιο διαβρώσεως	Κηροζίνη
Πετρέλαιο περιστροφής	Ορυκτό οινόπνευμα
Πετρέλαιο στροβίλων	

### **Αποστάγματα**

Ευθείας αποστάξεως  
Αποθέματα ευρέως εμπλουτισμού

### **Νάφθα**

Διαλυτικό

Απόσταγμα ελαίου πετρέλαιο

### **Gas oil**

Εκ πυρολύσεως

Σύμφωνα με το Παράρτημα Ι της Δ.Σ. MARPOL 73/78, τα πλοία μεταφοράς πετρελαιοειδών (oil tankers) διακρίνονται στις εξής 3 κατηγορίες:

- «Πετρελαιοφόρο κατηγορίας 1» σημαίνει ένα πετρελαιοφόρο νεκρού βάρους 20.000 τόνων και άνω το οποίο μεταφέρει αργό πετρέλαιο, καύσιμο πετρέλαιο, βαρύ πετρέλαιο ντίζελ ή λιπαντικό πετρέλαιο ως φορτίο, και νεκρού βάρους 30.000 τόνων και άνω που μεταφέρει πετρέλαιο άλλο από τα ανωτέρω.
- «Πετρελαιοφόρο κατηγορίας 2» σημαίνει ένα πετρελαιοφόρο νεκρού βάρους 5.000 τόνων και άνω αλλά λιγότερο από αυτό που προσδιορίζεται στην κατηγορία 1.
- «Πετρελαιοφόρο κατηγορίας 3» σημαίνει ένα πετρελαιοφόρο νεκρού βάρους 600 τόνων και άνω αλλά λιγότερο από 5000 τόνους.



Σχήμα 2.1: Πετρελαιοφόρο δεξαμενόπλοιο

Τα πλοία μεταφοράς πετρελαιοειδών (oil tankers) πρέπει να συμμορφώνονται, όσον αφορά στην κατασκευή τους, με τον κανονισμό 19 του Παραρτήματος Ι της Δ.Σ. MARPOL 73/78, ο οποίος απαιτεί τα ακόλουθα:

Απαιτήσεις διπλού τοιχώματος και διπλού πυθμένα για πετρελαιοφόρα τα οποία παραδόθηκαν την, ή μετά την 6<sup>η</sup> Ιουλίου 1996

1. Ο κανονισμός αυτός εφαρμόζεται σε πετρελαιοφόρα νεκρού βάρους 600 τόνων και άνω τα οποία παραδόθηκαν την ή μετά την 6<sup>η</sup> Ιουλίου 1996, όπως προσδιορίζεται στον κανονισμό 1.28.6, ως εξής:

2. Κάθε πετρελαιοφόρο νεκρού βάρους 5.000 τόνων και άνω:

α. Αντί των παραγράφων 12 έως 15 του κανονισμού 18, όπως αυτοί εφαρμόζονται, συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις της παραγράφου 3 του παρόντος κανονισμού, εκτός αν υπόκειται στις διατάξεις των παραγράφων 4 και 5 του κανονισμού αυτού, και

β. συμμορφώνεται, εάν αυτό είναι πρακτικά δυνατόν, με τις απαιτήσεις του κανονισμού 28.6

3. Ολόκληρο το μήκος των δεξαμενών φορτίου πρέπει να προστατεύεται με δεξαμενές έρματος ή χώρους άλλους από δεξαμενές οι οποίες μεταφέρουν πετρέλαιο ως εξής:

α. Πλευρικές δεξαμενές ή κενοί χώροι. Οι πλευρικές δεξαμενές ή οι κενοί χώροι πρέπει να εκτείνονται είτε καθ' όλο το ύψος της πλευράς του πλοίου ή από την οροφή του διπλού πυθμένα έως το ανώτατο κατάστρωμα, ανεξάρτητα της περίπτωσης ύπαρξης κυκλικής κουπαστής όπου υπάρχει. Αυτές διευθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε οι δεξαμενές φορτίου βρίσκονται προς το εσωτερικό του πλοίου της γραμμής σχεδίαση του πλευρικού ελάσματος και σε καμία περίπτωση η απόσταση αυτή δεν πρέπει να είναι μικρότερη του  $w$  το οποίο, όπως εμφανίζεται στο σχήμα 1, μετρείται σε οποιαδήποτε τομή σε ορθές γωνίες προς το εξωτερικό περίβλημα του πλοίου, όπως προδιαγράφεται κατωτέρω:

$$w = 0.5 + \frac{DW}{20.000} (m), \text{ ή}$$

$$w = 2.0 \text{ m},$$

οποιοδήποτε είναι μικρότερο. Η ελάχιστη τιμή του  $w$  είναι ίση με 1 μέτρο.

- β. Δεξαμενές διπλού πυθμένα ή κενοί χώροι. Σε εγκάρσια τομή το ύψος οποιασδήποτε δεξαμενής διπλού πυθμένα ή κενού χώρου πρέπει να είναι τέτοιο ώστε η απόσταση  $h$  μεταξύ του πυθμένα των δεξαμενών φορτίου και της γραμμής σχεδίασης του ελάσματος του πυθμένα μετρούμενη σε ορθές γωνίες προς το έλασμα του πυθμένα όπως φαίνεται στο σχήμα 1 δεν είναι μικρότερη από εκείνη που καθορίζεται παρακάτω:

$$h = B/15 \text{ (m), ή}$$

$$h = 2.0 \text{ m,}$$

οποιοδήποτε είναι μικρότερο. Η ελάχιστη τιμή του  $h$  είναι ίση με 1.0 m.

- γ. Περιοχή κοίλου της γάστρας ή θέσεις που δεν έχουν σαφώς καθοριστεί ως κοίλα της γάστρας. Όταν η αποστάσεις  $h$  και  $w$  είναι διαφορετικές, η απόσταση  $w$  έχει προτίμηση σε επίπεδα τα οποία υπερβαίνουν το  $1.5h$  άνω από την γραμμή βάσης όπως φαίνεται στο σχήμα 1.
- δ. Συνολική χωρητικότητα των δεξαμενών έρματος. Σε πετρελαιοφόρα μεταφοράς αργού πετρελαίου νεκρού βάρους 20.000 τόνων και άνω και σε πετρελαιοφόρα μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου νεκρού βάρους 30.000 τόνων και άνω, η συνολική χωρητικότητα των πλευρικών δεξαμενών, των διπυθμένων, της πρωραίας και πρυμναία δεξαμενής ζυγοστάθμισης δεν πρέπει να είναι μικρότερη από την χωρητικότητα των δεξαμενών διαχωρισμένου έρματος, η οποία είναι απαραίτητη για την συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του κανονισμού 18 του παρόντος Παραρτήματος. Οι πλευρικές δεξαμενές ή οι κενοί χώροι και οι δεξαμενές διπυθμένων, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του κανονισμού 18 πρέπει να τοποθετούνται ομοιόμορφα όσο αυτό είναι πρακτικά δυνατό, καθ' όλο το μήκος των δεξαμενών φορτίου. Επιπρόσθετη χωρητικότητα διαχωρισμένου έρματος η οποία προβλέπεται για την μείωση της διαμήκουσ τάσης κόπωσης διαγωγής κλπ. μπορεί να τοποθετείται οπουδήποτε εντός του πλοίου.
- ε. Φρεάτια αναρρόφησης των δεξαμενών φορτίου. Φρεάτια αναρρόφησης των δεξαμενών φορτίου μπορούν να προεξέχουν στα διπυθμένα κάτω από το όριο της γραμμής η οποία προσδιορίζεται από την απόσταση  $h$ , υπό την προϋπόθεση ότι τα φρεάτια αυτά είναι όσο μικρά όσο είναι δυνατό και ότι η απόσταση μεταξύ του πυθμένα του

φρεατίου και του ελάσματος του πυθμένα δεν είναι μικρότερη από 0.5h.

στ. Σωληνώσεις έρματος και φορτίου. Οι σωληνώσεις έρματος και οι λοιπές σωληνώσεις όπως αυτές βυθομέτρησης και εξαερισμού των δεξαμενών έρματος δεν πρέπει να διέρχονται μέσω των δεξαμενών φορτίου. Οι σωληνώσεις φορτίου και οι παρεμφερείς με τις παραπάνω σωληνώσεις των δεξαμενών φορτίου, δεν πρέπει να διέρχονται μέσω των δεξαμενών έρματος. Εξαιρέσεις στην παρούσα απαίτηση μπορεί να παρέχονται για σωληνώσεις μικρού μήκους, υπό την προϋπόθεση ότι αυτές είναι πλήρως συγκολλημένες ή ισοδύναμες.

4. Τα ακόλουθα εφαρμόζονται για δεξαμενές διπυθμένων ή κενούς χώρους:

α. Δεξαμενές διπυθμένων ή κενοί χώροι όπως απαιτείται από την παράγραφο 3.2 του κανονισμού αυτού, μπορούν να κατασκευάζονται χωρίς τις απαιτήσεις αυτές, υπό την προϋπόθεση ότι ο σχεδιασμός του πετρελαιοφόρου είναι τέτοιος ώστε το φορτίο και η τάση ατμών η οποία ασκείται στο έλασμα του πυθμένα, το οποίο είναι το μόνο όριο μεταξύ του φορτίου και της θάλασσας, δεν υπερβαίνει την εξωτερική υδροστατική πίεση του νερού, όπως εκφράζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$f \times h_c \times \rho_c \times g + p \leq d_n \times \rho_s \times g$$

όπου:

$h_c$  = το ύψος του φορτίου σε επαφή με το έλασμα πυθμένα σε μέτρα

$\rho_c$  = η μέγιστη πυκνότητα του φορτίου σε  $\text{kg/m}^3$

$d_n$  = το ελάχιστο βύθισμα λειτουργίας του πλοίου υπό οποιαδήποτε αναμενόμενη κατάσταση φόρτωσης σε μέτρα

$\rho_s$  = η πυκνότητα θαλασσίου νερού σε  $\text{kg/m}^3$

$p$  = η μέγιστη πίεση, ανώτερη της ατμοσφαιρικής πίεσης στην οποία ρυθμίζονται οι βαλβίδες πίεσης/κενού που προβλέπονται για τις δεξαμενές φορτίου σε Pa (bar),

$f$  = ο συντελεστής ασφάλειας = 1.1

$g$  = η επιτάχυνση της βαρύτητας ( $9.81 \text{ m/s}^2$ )

β. Κάθε οριζόντιο διάφραγμα αναγκαίο για να εκπληρωθούν οι ανωτέρω απαιτήσεις πρέπει να βρίσκεται σε ένα ύψος όχι μικρότερο από B/6

ή 6 μέτρα, οποιοδήποτε από τα δύο είναι μικρότερο, αλλά σε καμία περίπτωση όχι μεγαλύτερο από  $0.6D$ , πάνω από την γραμμή βάσης, όπου το  $D$  είναι το ύψος σχεδίασης στο μέσον του πλοίου.

- γ. Η θέση των πλευρικών δεξαμενών ή των κενών χώρων πρέπει να είναι όπως προσδιορίζεται στην παράγραφο 3.1 του κανονισμού αυτού εκτός του ότι, κάτω από ένα επίπεδο  $1.5 h$  ή πάνω από την γραμμή βάσης όπου το  $h$  είναι όπως καθορίζεται στην παράγραφο 3.2 του κανονισμού αυτού, η γραμμή ορίου της δεξαμενής φορτίου μπορεί να είναι κατακόρυφη του ελάσματος του πυθμένα, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.

5. Άλλες μέθοδοι σχεδίασης και κατασκευής των πετρελαιοφόρων μπορεί να γίνουν αποδεκτές ως εναλλακτικές των απαιτήσεων που περιγράφονται στην παράγραφο 3 του κανονισμού αυτού, υπό την προϋπόθεση ότι οι μέθοδοι αυτοί εξασφαλίζουν τουλάχιστον το ίδιο επίπεδο προστασίας κατά της ρύπανσης από πετρελαιοειδή στην περίπτωση σύγκρουσης ή προσάραξης και εγκρίνονται καταρχήν από την Επιτροπή Προστασίας Θαλασσίου Περιβάλλοντος με βάση τις οδηγίες οι οποίες έχουν αναπτυχθεί από τον ΙΜΟ.

6. Κάθε πετρελαιοφόρο νεκρού βάρους λιγότερο από 5,000 τόνους πρέπει να συμμορφώνεται με τις παραγράφους 3 και 4 αυτού του κανονισμού ή:

- α. πρέπει τουλάχιστον να είναι εξοπλισμένα με δεξαμενές διπλού πυθμένα ή κενούς χώρους που έχουν τέτοιο ύψος όπου η απόσταση  $h$  που καθορίζεται στην παράγραφο 3.2 αυτού του κανονισμού, να είναι σύμφωνα με τα παρακάτω:

$$h=B/15 \text{ (m)}$$

με μια ελάχιστη τιμή  $h= 0.76 \mu$ ,

στο κοίλο της περιοχής της γάστρας και σε περιοχές χωρίς καθορισμένο σαφώς κοίλο γάστρας, η γραμμή οριοθέτησης της δεξαμενής φορτίου πρέπει να είναι παράλληλη προς τη γραμμή του επιπέδου του πυθμένα στο μέσο του πλοίου όπως φαίνεται στο σχήμα 3 και

- β. πρέπει να είναι εφοδιασμένα με δεξαμενές φορτίου έτσι διευθετημένες ώστε η χωρητικότητα κάθε δεξαμενής να μην υπερβαίνει τα  $700 \text{ m}^3$  εκτός εάν οι πλευρικές δεξαμενές ή κενοί

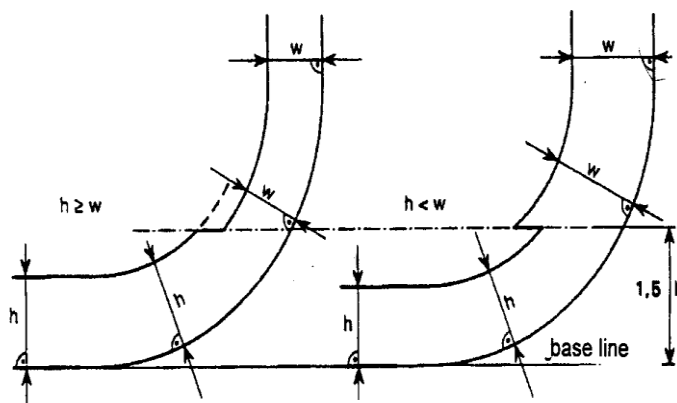
χώροι διευθετούνται σύμφωνα με την παράγραφο 3.1 αυτού του κανονισμού, συμμορφούμενες με τα ακόλουθα:

$$w = 0.4 + \frac{2.4DW}{20.000} (\text{m})$$

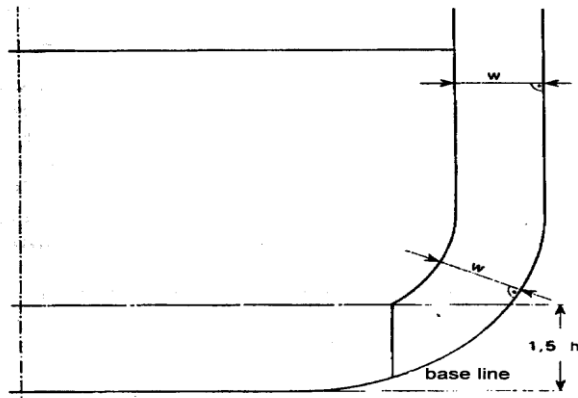
με ελάχιστη τιμή για το  $w = 0.76 \text{ m}$

7. Πετρέλαιο δεν πρέπει να μεταφέρεται σε οποιοδήποτε χώρο που εκτείνεται εμπρός από το στεγανό συγκρούσεως σύμφωνα με κανονισμό II-1/11 της Διεθνούς Σύμβασης για την Ασφάλεια Ζωής στην Θάλασσα, 1974, όπως έχει τροποποιηθεί. Ένα πετρελαιοφόρο το οποίο δεν απαιτείται να έχει στεγανό συγκρούσεως σύμφωνα με τον κανονισμό αυτό δεν πρέπει να μεταφέρει πετρέλαιο σε οποιοδήποτε χώρο που βρίσκεται εμπρός από το εγκάρσιο κάθετο στην κεντρική γραμμή επιπέδου που αυτό είναι τοποθετημένο σαν να υπήρχε στεγανό συγκρούσεως σύμφωνα με αυτό τον κανονισμό.

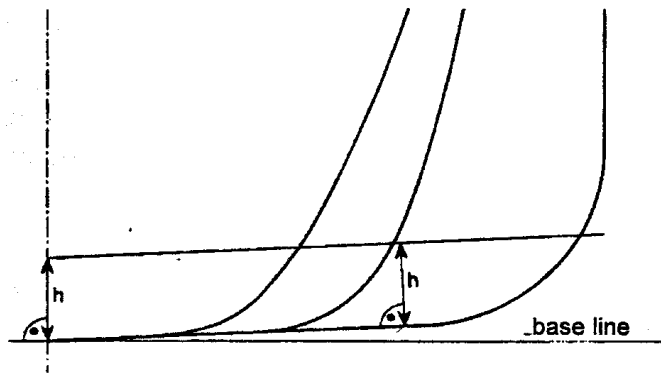
8. Κατά την έγκριση της σχεδίαση και κατασκευή των πετρελαιοφόρων τα οποία πρόκειται να ναυπηγηθούν σύμφωνα με τις διατάξεις αυτού του κανονισμού, οι Αρχές λαμβάνουν υπόψη τους τα γενικά θέματα ασφάλειας περιλαμβανομένης της ανάγκης για την συντήρηση και τις επιθεωρήσεις των πλευρικών δεξαμενών και διπύθμενων ή κενών χώρων.



Σχήμα 2.2: Γραμμές οριοθέτησης δεξαμενής καυσίμου για τον σκοπό της παραγράφου 3



Σχήμα 2.3: Γραμμές οριοθέτησης δεξαμενής καυσίμου για τον σκοπό της παραγράφου 4



Σχήμα 2.4: Γραμμές οριοθέτησης δεξαμενής καυσίμου για τον σκοπό της παραγράφου 6

## 2.2 Dangerous Goods (Επικίνδυνα Φορτία)

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει επικίνδυνα φορτία, όπως αυτά ορίζονται στον International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code και στο Π.Δ. 405/96 (Φ.Ε.Κ. 272 Α / 16/12/1996). Τα φορτία αυτά μεταφέρονται συσκευασμένα. Σύμφωνα λοιπόν με τη νομοθεσία, τα Επικίνδυνα Φορτία χωρίζονται σε 9 κλάσεις:

1. Εκρηκτικά. Η κλάση αυτή διαιρείται σε 6 υποκλάσεις (1.1 - 1.6)
  - 1.1 Είδη με κίνδυνο μαζικής έκρηξης, όπως για παράδειγμα η δυναμίτιδα και η tetranitroaniline
  - 1.2 Είδη με κίνδυνο ανατίναξης, αλλά όχι μαζικής έκρηξης, όπως κάποια είδη πυροτεχνημάτων και φωτοβολίδων
  - 1.3 Είδη με κίνδυνο πυρκαγιάς, μικρότερο κίνδυνο έκρηξης ή και ανατίναξης, αλλά χωρίς κίνδυνο μαζικής έκρηξης, π.χ. μη εκρηκτικό φυτίλι, dinitrosobenzene
  - 1.4 Ουσίες και είδη χωρίς σημαντικό κίνδυνο όπως για παράδειγμα το 5-mercaptotetrazol-1-acetic acid και το φυτίλι αναπτήρων
  - 1.5 Είδη με πολύ μικρή πιθανότητα ενεργοποίησης ή μετάβασης από την καύση στην έκρηξη κάτω από κανονικές συνθήκες μεταφοράς
  - 1.6 Αντικείμενα που περιέχουν μη ευαίσθητες ουσίες για πυροκρότηση, χωρίς κίνδυνο μαζικής έκρηξης. προϊόντα ιδιαίτερως μη ευαίσθητα
2. Αέρια ( Μόνιμα, Υγροποιημένα υπό πίεση, διαλυμένα υπό πίεση, υγροποιημένα σε χαμηλή θερμοκρασία)
  - 2.1 Εύφλεκτα αέρια π.χ. προπάνιο, ισοβουτάνιο
  - 2.2 Άφλεκτα αέρια π.χ. ήλιο και αζωτούχα μίγματα, ήλιο και οξυγονούχα μίγματα
  - 2.3 Δηλητηριώδη αέρια π.χ. τριοξείδιο του αζώτου, συμπιεσμένο μονοξείδιο του άνθρακα
3. Εύφλεκτα υγρά
  - 3.1 Υγρά με σημείο ανάφλεξης κάτω των  $-18^{\circ}\text{C}$
  - 3.2 Υγρά με σημείο ανάφλεξης μεταξύ  $-18^{\circ}\text{C}$  και  $23^{\circ}\text{C}$ , π.χ. 1-προπανόλη (σ.α. στους  $15^{\circ}\text{C}$ ), αιθανόλη ( $13^{\circ}\text{C}$ )
  - 3.3 Υγρά με σημείο ανάφλεξης μεταξύ  $23^{\circ}\text{C}$  και  $61^{\circ}\text{C}$
4.
  - 4.1 Εύφλεκτα στερεά, π.χ. καμφορά
  - 4.2 Είδη υποκείμενα σε αυτανάφλεξη, π.χ. μετάξι, ξυλάνθρακας
  - 4.3 Είδη που εκλύουν εύφλεκτα αέρια όταν υγρανθούν π.χ. καΐσιο, ασβέστιο



5.

5.1. Οξειδωτικά είδη π.χ. τριοξειδίο του χρωμίου, χλωριούχος χαλκός

5.2. Οργανικά υπεροξειδία, π.χ. υπεροξειδίο μεθυλκυκλοεξανόνης.

6.

6.1. Δηλητηριώδη είδη, π.χ. υδροκυάνιο, αρσενικό

6.2. Μολυσματικά είδη, π.χ. ιατρικά απορρίμματα

7. Ραδιενεργά είδη, π.χ. ραδιενεργά ισότοπα

8. Διαβρωτικά είδη π.χ. υδροχλωρικό οξύ, φωσφορικό οξύ

9. Διάφορα επικίνδυνα είδη π.χ. κουτί πρώτων βοηθειών

Τα είδη των πλοίων που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά των Επικίνδυνων Φορτίων είναι τα ακόλουθα:

1. Φορτηγά πλοία κλασικού τύπου (Φ/Γ) και φορτηγά πετρελαιοκίνητα πλοία (Φ/Γ-Π/Κ). Με τα πλοία αυτά μεταφέρονται τα Επικίνδυνα Φορτία όλων των κλάσεων

2. Φορτηγά - Οχηματαγωγά πλοία όπου επιβιβάζονται μέχρι 12 οδηγοί (Φ/Γ-Ο/Γ)

3. Επιβατηγά πλοία κλασικού τύπου (Ε/Γ)

4. Επιβατηγά - Οχηματαγωγά πλοία (Ε/Γ-Ο/Γ)

Στα Ε/Γ και Ε/Γ-Ο/Γ πλοία επιτρέπεται η μεταφορά των παρακάτω (γενικότερα επιτρέπεται η μεταφορά όλων των φορτίων με έκτακτα ειδικά δρομολόγια):

α. Υγραέρια (σε φιάλες) και υγρά καύσιμα (σε βαρέλια)

β. Ασβέστης (όλων των ειδών)

γ. Τριφύλλι, βαμβάκι, άχυρα και συναφή φορτία (κλάση 4.1)

δ. Υδροξειδία Νατρίου και Καλίου

ε. Οξυγόνο, αέρας και πρωτοξειδίο του αζώτου σε κατάσταση αερίου υπό πίεση (κλάση 2.2)

στ. Ήλιο, Νέο, Άζωτο, Αργό, Κρυπτό, σε κατάσταση αερίου υπό πίεση (κλάση 2.2)

ζ. Υγροποιημένα αέρια: Ξένο, διοξειδίο του άνθρακα, FREON 12, 13 και 22 (κλάση 2.2)

η. Ελαιοπυρήνες - Ξυλάνθρακας - Πυρηνόξυλο

θ. Φυσίγγια ασφαλείας 1.4S

ι. Μεταφορά σε κανονικά δρομολόγια Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων, δεξαμενών με γόνο που οξυγονώνονται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού

ια. Μεταφορά φορτηγών οχημάτων με λιπάσματα που ανήκουν στην κλάση 9 σε σάκους με Ε/Γ-Ο/Γ πλοία

Στα οχηματαγωγά πλοία (Φ/Γ-Ο/Γ και Ε/Γ-Ο/Γ) επιτρέπεται η μεταφορά φορητών δεξαμενών και βυτιοφόρων οχημάτων με αέρια (υποκλάσεις 2.1 και 2.3) με Ο/Γ πλοία ανοικτού τύπου, καθώς και με Ο/Γ πλοία κλειστού τύπου μόνο όταν η στοιβασία τους γίνεται στο ανοικτό κατάστρωμα. Στην περίπτωση των Ε/Γ-Ο/Γ πλοίων, η μεταφορά θα πρέπει να γίνεται με έκτακτα ειδικά δρομολόγια. Για τα εύφλεκτα αέρια των υποκλάσεων 3.1 - 3.3, τα οξειδωτικά της 5.1, τα διαβρωτικά της 8 και τα διάφορα άλλα της 9, επιτρέπεται η στοιβασία τους τόσο σε ανοικτό όσο και σε κλειστό χώρο οχημάτων. Για τα φορτία της κλάσης 4 και τα οργανικά υπεροξειδία της 5.2 απαγορεύεται. Τέλος, στην περίπτωση των δηλητηριωδών ειδών της 6.1, επιτρέπεται η στοιβασία μόνο σε ανοικτό χώρο οχημάτων.

Δύο παραδείγματα ατυχημάτων με πλοία που μετέφεραν φορτία, τα οποία εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή, είναι τα ακόλουθα: Το Μάρτιο του 1994 το φορτηγό πλοίο MV FAL TICENI έπλεε ανοιχτά της Σύρου εν μέσω δυσμενών καιρικών συνθηκών, όταν παρατηρήθηκε αστοχία της μηχανής. Μοιραία, το πλοίο περιήλθε σε κατάσταση ακυβερνησίας και τελικά βυθίστηκε. Το πλήρωμα διασώθηκε αλλά το νιτρικό αμμώνιο, με το οποίο ήταν φορτωμένο, διέφυγε στη θάλασσα.

Στον κόλπο Abo - Qir, ο οποίος απέχει έξι χιλιόμετρα από την Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου, βυθίστηκε το φορτηγό πλοίο MV DALIA S. Το ατύχημα συνέβη στις 6 Μαΐου του 2000 με το πλοίο να παίρνει μαζί του στο βυθό τους 322 τόνους νιτρικού οξέος που μετέφερε.

### 2.3 Noxious Liquid Substances (Υγρά Χημικά Φορτία)

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει υγρά χημικά φορτία, εκτός του πετρελαίου και των παραγώγων του, που μεταφέρονται χύδην με χημικά δεξαμενόπλοια. Το νομοθετικό πλαίσιο της κατηγορίας αυτής είναι το Παράρτημα ΙΙ της ΔΣ MARPOL 73/78 και ο κώδικας του ΙΜΟ, IBC Code (International code for the construction and equipment of ships carrying dangerous chemicals in Bulk), η δε αντίστοιχη ελληνική νομοθεσία είναι ο Ν. 1269/82. Στο κεφάλαιο 17 του IBC Code υπάρχει ένας πίνακας που περιέχει όλα τα φορτία που εμπίπτουν σ' αυτή την κατηγορία, καθώς και τις απαιτήσεις μεταφοράς για το καθένα. Τα χημικά δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν υγρά χημικά φορτία διακρίνονται σε τρεις τύπους, ανάλογα με την επικινδυνότητα του φορτίου μεταφοράς:

1. Πλοία τύπου 1. Είναι τα χημικά δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν φορτία από το σχετικό πίνακα, τα οποία εγκυμονούν σοβαρότατους κινδύνους, περιβαλλοντικούς και ασφάλειας, και απαιτούν μέγιστης ασφάλειας προστατευτικά μέτρα για την αποφυγή διαρροής τους (π.χ. πολυκυκλικά αρωματικά, 1,2,3-τριχλωροβενζένιο)
2. Πλοία τύπου 2. Είναι τα χημικά δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν φορτία από το σχετικό πίνακα, τα οποία εγκυμονούν πολύ σοβαρούς κινδύνους, περιβαλλοντικούς και ασφάλειας, και απαιτούν ισχυρά προστατευτικά μέτρα για την αποφυγή διαρροής τους (π.χ. καλαμποκέλαιο, ελαιόλαδο)
3. Πλοία τύπου 3. Είναι τα χημικά δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν φορτία από το σχετικό πίνακα, τα οποία εγκυμονούν αρκετά σοβαρούς κινδύνους, περιβαλλοντικούς και ασφάλειας, και έχουν λιγότερο ισχυρές απαιτήσεις (π.χ. χλωροφόρμιο, φωσφορικό οξύ)

Ο πίνακας που αναφέρθηκε και παραπάνω κατατάσσει τα φορτία σύμφωνα και με τον τύπο πλοίου με τον οποίο πρέπει να μεταφερθούν.

Στις 9 Φεβρουαρίου 1996 το χημικό δεξαμενόπλοιο M CHEM T KIRA παρουσίασε εγκάρσια κλίση περίπου 30 μοιρών ενώ βρισκόταν κοντά στην περιοχή της Σαπιέντζας και σε πολύ άσχημες καιρικές συνθήκες. Το πλοίο τελικά βυθίστηκε, ενώ το πλήρωμα των 18 ατόμων αγνοείται. Το φορτίο αποτελούσαν από 7600 τόνους φωσφορικού οξέος σε υδατικό διάλυμα, ενώ στη θάλασσα κατέληξαν και 300 τόνοι βαρέος καυσίμου και 30 τόνοι καυσίμου diesel.

Το χημικό δεξαμενόπλοιο M CHEM T CAPE HORN μετέφερε κατά το δρομολόγιό του 14000 τόνους μεθανόλης, την ώρα που ξέσπασε πυρκαγιά πάνω στο πλοίο. Το περιστατικό συνέβη στις 22 Μαρτίου 2003 στο Leghorn της Ιταλίας, ενώ δεν αναφέρθηκε περιβαλλοντική ρύπανση.



Σχήματα 2.5, 2.6: Χημικά δεξαμενόπλοια

Η μεταφορική ικανότητα (dwt) των χημικών δεξαμενοπλοίων που βρίσκονται σήμερα σε λειτουργία, κυμαίνεται μεταξύ 100 και 100000 τόνων dwt περίπου.

#### 2.4 Solid Bulk Cargoes (Ξηρά Φορτία Χύδην)

Εδώ συμβουλευόμαστε τον BC Code (Code of safe practice for solid Bulk Cargoes), ο οποίος κατηγοριοποιεί τα φορτία που εντάσσονται σ' αυτόν σε τρεις ομάδες φορτίων:

1. Ομάδα Α. Η ομάδα αυτή περιέχει φορτία που είναι πιθανό να υγροποιηθούν αν κατά τη μεταφορά βρεθούν σε περιβάλλον με υγρασία μεγαλύτερη του ορίου μεταφοράς τους (π.χ. ψάρια χύδην, μετάλλευμα ψευδαργύρου)
2. Ομάδα Β. Αποτελείται από φορτία που εγκυμονούν χημικούς κινδύνους, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν επικίνδυνες καταστάσεις πάνω στο πλοίο (π.χ. νιτρικό αμμώνιο, ξυλάνθρακας)
3. Ομάδα Γ. Περιέχει τα φορτία που δεν ανήκουν σε κάποια από τις άλλες δύο ομάδες (π.χ. αλάτι, σιδηρομετάλλευμα)

Όπως και στον IBC Code, ο BC Code έχει καταγεγραμμένα όλα τα είδη φορτίων που εμπίπτουν στην κατηγορία του σε σχετικό πίνακα, στον οποίο κατατάσσει τα φορτία σύμφωνα με τις προαναφερθείσες ομάδες. Τα φορτία που εξετάζουμε στην 3<sup>η</sup> κατηγορία μεταφέρονται αποκλειστικά με bulk carriers.

Την 1<sup>η</sup> Μαΐου 1994 στα ανοιχτά της Αττάλειας (Τουρκία) βυθίστηκε το φορτηγό πλοίο MV GUCLU 4. Το πλοίο ήταν φορτωμένο με σβώλους βαρίτη, οι οποίοι για κάποιο λόγο, κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, μετακινήθηκαν προς τη μία πλευρά του, προκαλώντας μεγάλη εγκάρσια κλίση. Η κατάσταση αυτή οδήγησε στη βύθιση του πλοίου, με το πλήρωμα να διασώζεται.

Τη 2<sup>α</sup> Φεβρουαρίου 1998 βυθίστηκε το φορτηγό πλοίο MV DOGRUYOLLAR IV κοντά στο ακρωτήριο Καρμπονάρα της Ιταλίας για άγνωστο λόγο. Το φορτίο του ήταν συνολικά 2020 τόνοι ψευδαργύρου και μολύβδου.



Σχήμα 2.7: Bulk carrier μεταφορικής ικανότητας 170000 τόνων dwt

### 2.5 Liquefied Gases in Bulk (Υγροποιημένα Αέρια Χύδην)

Εδώ ισχύει ο IGC Code (International Code for the construction and equipment of ships carrying Liquefied Gases in bulk). Τα φορτία που μας απασχολούν είναι υγροποιημένα αέρια και περιλαμβάνονται στο σχετικό πίνακα του κώδικα μαζί με πληροφορίες για τον τύπο πλοίου και τις απαιτήσεις μεταφοράς τους. Οι τύποι πλοίων που μεταφέρουν αυτά τα φορτία είναι τέσσερις:

1. Πλοία τύπου 1G. Είναι πλοία μεταφοράς αερίων και μεταφέρουν τα φορτία που αναφέρονται στο σχετικό πίνακα και απαιτούν μέγιστης ασφάλειας προστατευτικά μέτρα για την αποφυγή διαρροής τους (π.χ. διοξείδιο του θείου)
2. Πλοία τύπου 2G. Είναι πλοία μεταφοράς αερίων και μεταφέρουν τα φορτία που αναφέρονται στο σχετικό πίνακα και απαιτούν σοβαρά προστατευτικά μέτρα για την αποφυγή διαρροής τους (π.χ. αιθυλένιο)
3. Πλοία τύπου 2PG. Είναι πλοία μεταφοράς αερίων με μήκος μικρότερο ή ίσο των 150 μέτρων και μεταφέρουν τα φορτία που αναφέρονται στο σχετικό πίνακα, τα οποία απαιτούν σοβαρά προστατευτικά μέτρα για την αποφυγή διαρροής τους. Τα φορτία μεταφέρονται σε ανεξάρτητες ειδικές δεξαμενές, σχεδιασμένες για πίεση τουλάχιστον 7 bar και θερμοκρασία μεγαλύτερη ή ίση των  $-55^{\circ}\text{C}$ . Σημειώνεται πως πλοίο που συμφωνεί με την ανωτέρω περιγραφή αλλά μήκους μεγαλύτερου των 150 μέτρων, θεωρείται τύπου 2G (π.χ. ακεταλδεΐδη)

4. Πλοία τύπου 3G. Είναι πλοία μεταφοράς αερίων και μεταφέρουν τα φορτία που αναφέρονται στο σχετικό πίνακα και απαιτούν μέτριας ισχύος προστατευτικά μέτρα για την αποφυγή διαρροής τους (π.χ. άζωτο).

Το πλοίο μεταφοράς υγροποιημένων αερίων S LNG TELLIER είχε ένα ατύχημα στον τερματικό σταθμό Skikda της Αλγερίας. Κατά τη φόρτωσή του σε δύσκολες καιρικές συνθήκες, το πλοίο «ελευθερώθηκε» καταστρέφοντας τέσσερις φορτωτήρες. Από τους 17000 τόνους υγροποιημένου αερίου που μετέφερε υπήρξε μικρή διαρροή, ενώ παρατηρήθηκαν ζημιές και στη γάστρα του. Το S LNG TELLIER έφυγε από το σταθμό χωρίς να πιστοποιηθεί ότι ήταν αξιόπλοο και επισκευάστηκε αργότερα στη Μασσαλία. Το συμβάν έλαβε χώρα στις 15/2/1989.

Στις 5 Ιανουαρίου 1999, 2 ναυτικά μίλια από το Γιβραλτάρ της Ισπανίας, το υγραεριοφόρο LPG JESSIE MAERSK παρουσίασε διαρροή μέρους της αμμωνίας που μετέφερε με τη μορφή σύννεφου καπνού. Δεν υπήρξε κίνδυνος ρύπανσης ή άλλος που να αφορά τον πληθυσμό της περιοχής.



Σχήμα 2.8: Πλοίο μεταφοράς υγροποιημένων αερίων σε τερματικό σταθμό

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3         ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ                               ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΑΠΟ ΗΝS**

- 3.1 Περιστατικό ρύπανσης από ΗΝS
- 3.2 Σχέδια έκτακτης ανάγκης και αναφορές
- 3.3 Εθνικά και περιφερειακά συστήματα ετοιμότητας και αντιμετώπισης
- 3.4 Διεθνής συνεργασία για την αντιμετώπιση της ρύπανσης
- 3.5 Έρευνα και ανάπτυξη
- 3.6 Τεχνική συνεργασία



### 3. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ ΑΠΟ ΗΝΣ ΟΥΣΙΕΣ

Η βασική νομοθεσία που διέπει την αντιμετώπιση περιστατικών ΗΝΣ ρύπανσης, είναι το «Πρωτόκολλο για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης της Θάλασσας από επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες, 2000» του ΙΜΟ, το οποίο έχει ενσωματωθεί στην ελληνική νομοθεσία με τον Ν. 3100/2003 (Φ.Ε.Κ. 20 Α / 29/1/2003). Τα βασικά σημεία του Πρωτοκόλλου είναι:

#### 3.1 Περιστατικό ρύπανσης από ΗΝΣ

"Περιστατικό ρύπανσης από επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες" (εφεξής αναφερόμενο ως "περιστατικό ρύπανσης") σημαίνει ένα περιστατικό ή σειρά περιστατικών που έχουν κοινή προέλευση, συμπεριλαμβανομένης πυρκαγιάς ή έκρηξης, το οποίο προκαλεί ή ενδέχεται να προκαλέσει απόρριψη, διαφυγή ή εκπομπή επικίνδυνων και επιβλαβών ουσιών, και ενδέχεται να αποτελέσει απειλή για το θαλάσσιο περιβάλλον ή τις ακτές ή τα συναφή συμφέροντα ενός ή περισσότερων Κρατών - Μελών (Κ.Μ.) του ΙΜΟ και το οποίο απαιτεί κατεπείγουσες ενέργειες ή άμεση αντιμετώπιση.

#### 3.2 Σχέδια έκτακτης ανάγκης και αναφορές

(1) Κάθε Κ.Μ. θα απαιτεί τα πλοία που φέρουν τη σημαία του να διαθέτουν επί του πλοίου σχέδιο έκτακτης ανάγκης αντιμετώπισης περιστατικού ρύπανσης και θα απαιτεί από τους πλοιάρχους ή άλλα πρόσωπα που διοικούν τα πλοία αυτά να ακολουθούν διαδικασίες αναφορών στην έκταση που απαιτείται. Τόσο οι απαιτήσεις σχεδιασμού, όσο και οι διαδικασίες αναφορών θα πρέπει να είναι σύμφωνες με εφαρμοζόμενες διατάξεις των συμβάσεων που έχουν καταρτιστεί από τον οργανισμό (ΙΜΟ) και οι οποίες έχουν τεθεί σε ισχύ για εκείνο το Κ.Μ. Σχέδια έκτακτης ανάγκης αντιμετώπισης περιστατικού ρύπανσης για παράκτιες εγκαταστάσεις, συμπεριλαμβανομένων Πλωτών Εγκαταστάσεων Παραγωγής, Αποθήκευσης και Εκφόρτωσης, καθώς και Πλωτών Μονάδων Αποθήκευσης, θα πρέπει να καλύπτονται από εθνικούς κανονισμούς ή/και συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης της εταιρείας και εξαιρούνται από την εφαρμογή του άρθρου αυτού.

(2) Κάθε Κ.Μ. θα απαιτεί οι αρχές ή οι φορείς διαχείρισης των λιμένων και εγκαταστάσεων διακίνησης επικίνδυνων και επιβλαβών ουσιών, που είναι υπό τη δικαιοδοσία του, να διαθέτουν σχέδια έκτακτης ανάγκης αντιμετώπισης περιστατικού ρύπανσης ή αντίστοιχες διατάξεις για

επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες, οι οποίες είναι συντονισμένες με το εθνικό σύστημα που έχει συσταθεί σύμφωνα με το άρθρο 4 και εγκεκριμένες σύμφωνα με τις προβλεπόμενες διαδικασίες της αρμόδιας εθνικής αρχής.

(3) Σε περίπτωση που οι αρμόδιες αρχές ενός Κ.Μ. πληροφορούνται ένα περιστατικό ρύπανσης, θα ενημερώνουν άλλα Κ.Μ., τα συμφέροντα των οποίων ενδέχεται να επηρεάζονται από το περιστατικό αυτό.

### 3.3 Εθνικά και περιφερειακά συστήματα ετοιμότητας και αντιμετώπισης

(1) Κάθε Κ.Μ. θα καθιερώσει εθνικό σύστημα για την άμεση και αποτελεσματική αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης. Το σύστημα αυτό θα πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο:

(α) τον καθορισμό:

(i) της αρμόδιας εθνικής αρχής ή των αρχών που είναι υπεύθυνες για την ετοιμότητα και αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης,

(ii) του εθνικού συντονιστή ή συντονιστών ενεργειών και

(iii) της αρχής που είναι εξουσιοδοτημένη να ενεργεί για λογαριασμό του Κράτους που αιτεί βοήθεια, ή να αποφασίζει για την παροχή της αιτηθείσας βοήθειας,

(β) το εθνικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης για την ετοιμότητα και αντιμετώπιση, το οποίο περιλαμβάνει την οργανωτική σχέση μεταξύ των διαφόρων εμπλεκόμενων φορέων, κρατικών ή ιδιωτικών, λαμβάνοντας υπόψη οδηγίες που καταρτίστηκαν από τον Οργανισμό.

(2) Επιπρόσθετα, κάθε Κ.Μ. στα πλαίσια των δυνατοτήτων του, είτε μονομερώς ή μέσω διμερούς ή πολυμερούς συνεργασίας, σε συνεργασία με τις ναυτιλιακές βιομηχανίες και τις βιομηχανίες που διακινούν επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες, τις αρχές διοίκησης των λιμένων, καθώς και άλλους σχετικούς φορείς, θα καθορίσει:

(α) το ελάχιστο επίπεδο του προκαθορισμένου εξοπλισμού καταπολέμησης περιστατικών ρύπανσης, ανάλογο του σχετικού κινδύνου και προγράμματα χρησιμοποίησής του,

(β) πρόγραμμα ασκήσεων για τους οργανισμούς αντιμετώπισης περιστατικών ρύπανσης και την εκπαίδευση του εμπλεκόμενου προσωπικού,

(γ) λεπτομερή σχέδια και δυνατότητες επικοινωνίας για την αντιμετώπιση περιστατικού ρύπανσης. Οι δυνατότητες αυτές θα πρέπει να είναι διαθέσιμες συνεχώς, και

(δ) μηχανισμό ή διάταξη για το συντονισμό της αντιμετώπισης περιστατικού ρύπανσης και αν αυτό απαιτείται, των δυνατοτήτων κινητοποίησης των απαραίτητων μέσων.

(3) Κάθε Κ.Μ. θα εξασφαλίζει ότι επίκαιρη πληροφόρηση παρέχεται στον Οργανισμό, απευθείας ή μέσω της σχετικής περιφερειακής οργάνωσης ή ρυθμίσεων, που αφορούν

(α) στη θέση, στα στοιχεία των τηλεπικοινωνιών και αν είναι πρακτικά δυνατό, στις περιοχές ευθύνης των αρχών και φορέων που αναφέρονται στην παράγραφο (1) (α),

(β) σε πληροφορίες για τον εξοπλισμό αντιμετώπισης της ρύπανσης και την εμπειρία που υφίσταται όσον αφορά στην αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης, καθώς και τα μέσα διάσωσης στη θάλασσα, οι οποίες μπορούν να είναι διαθέσιμες σε άλλα Κ.Μ., μετά από αίτημα, και

(γ) στο εθνικό του σχέδιο έκτακτης ανάγκης.

### 3.4 Διεθνής συνεργασία για την αντιμετώπιση της ρύπανσης

(1) Τα Κ.Μ. συμφωνούν ότι, ανάλογα με τις δυνατότητές τους και τη διαθεσιμότητα των σχετικών μέσων, θα συνεργάζονται και θα παρέχουν συμβουλευτικές υπηρεσίες, τεχνική υποστήριξη και εξοπλισμό προκειμένου να αντιμετωπιστεί περιστατικό ρύπανσης, στην περίπτωση που αυτό επιβάλλεται λόγω της σοβαρότητας του περιστατικού αυτού, κατόπιν αιτήσεως οποιουδήποτε Κ.Μ. που επηρεάζεται ή ενδέχεται να επηρεαστεί από το περιστατικό. Η πληρωμή δαπανών για μια τέτοια παροχή βοήθειας θα βασίζεται στις διατάξεις που παρατίθενται στο Παράρτημα του Πρωτοκόλλου αυτού.

(2) Κ.Μ. το οποίο έχει ζητήσει βοήθεια, μπορεί να ζητήσει τη συνδρομή του Οργανισμού για την εξεύρεση προσωρινών οικονομικών πόρων για την πληρωμή των δαπανών που αναφέρονται στην παράγραφο (1).

(3) Σύμφωνα με τις εφαρμοζόμενες διεθνείς συμφωνίες, κάθε Κ.Μ. θα λαμβάνει τα απαραίτητα νομικά ή διοικητικά μέτρα για να διευκολύνει:

(α) την άφιξη, τη χρησιμοποίηση στην επικράτειά του και την αναχώρηση από την επικράτειά του πλοίων, αεροσκαφών και άλλων μέσων μεταφοράς που συμμετέχουν στην αντιμετώπιση του περιστατικού ρύπανσης, ή τη μεταφορά προσωπικού, φορτίων, υλικών και εξοπλισμού που απαιτούνται για την αντιμετώπιση ενός τέτοιου περιστατικού και

(β) την ταχεία διακίνηση εντός, διαμέσου και εκτός της επικράτειάς του, προσωπικού, φορτίων, υλικών και εξοπλισμού που αναφέρονται στην υποπαράγραφο (α).

### 3.5 Έρευνα και ανάπτυξη

(1) Τα Κ.Μ. συμφωνούν να συνεργάζονται απευθείας ή, κατά περίπτωση, μέσω του Οργανισμού ή των σχετικών περιφερειακών οργανισμών ή συμφωνιών για την προαγωγή και ανταλλαγή των αποτελεσμάτων προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης σχετικά με την επαύξηση της ικανότητας ετοιμότητας και αντιμετώπισης περιστατικών ρύπανσης, συμπεριλαμβανομένων τεχνολογιών και τεχνικών για την επιτήρηση, εγκλωβισμό, ανάκτηση, διασκορπισμό, καθαρισμό και οτιδήποτε ελαχιστοποιεί ή καταπολεμεί τις συνέπειες περιστατικών ρύπανσης και για αποκατάσταση.

(2) Για το σκοπό αυτόν, τα Κ.Μ. αναλαμβάνουν να συστήσουν απευθείας, ή κατά περίπτωση, μέσω του Οργανισμού ή σχετικών περιφερειακών οργανισμών ή συμφωνιών, τους απαραίτητους συνδέσμους μεταξύ των ερευνητικών τους ιδρυμάτων.

(3) Τα Κ.Μ. συμφωνούν να συνεργάζονται απευθείας ή μέσω του Οργανισμού ή σχετικών περιφερειακών οργανισμών ή συμφωνιών για να προωθούν καταλλήλως την πραγματοποίηση διεθνών συμποσίων σε τακτά χρονικά διαστήματα για σχετικά θέματα, συμπεριλαμβανομένης της τεχνολογικής προόδου στις τεχνικές και τον εξοπλισμό αντιμετώπισης περιστατικών ρύπανσης.

(4) Τα Κ.Μ. συμφωνούν να ενθαρρύνουν, μέσω του Οργανισμού ή άλλων αρμόδιων διεθνών οργανισμών, την ανάπτυξη προτύπων για συμβατές τεχνικές και εξοπλισμό καταπολέμησης ρύπανσης από επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες.

### 3.6 Τεχνική συνεργασία

(1) Τα Κ.Μ. αναλαμβάνουν απευθείας ή μέσω του Οργανισμού και άλλων διεθνών φορέων, κατά περίπτωση, να παρέχουν υποστήριξη αναφορικά με την ετοιμότητα και αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης, σε εκείνα τα Κ.Μ. τα οποία αιτούν τεχνική βοήθεια:

(α) για την εκπαίδευση προσωπικού,

(β) για την εξασφάλιση της διαθεσιμότητας της σχετικής τεχνολογίας, εξοπλισμού και ευκολιών,

(γ) για τη διευκόλυνση άλλων μέτρων και ρυθμίσεων για την ετοιμότητα και αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης και

(δ) για την από κοινού έναρξη προγραμμάτων έρευνας και ανάπτυξης.

(2) Τα Κ.Μ. αναλαμβάνουν να συνεργάζονται ενεργά, σύμφωνα με την εθνική τους νομοθεσία, κανονισμούς και πολιτικές, για τη μεταφορά τεχνολογίας αναφορικά με την ετοιμότητα και αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΗΝS ΡΥΠΑΝΣΗ**

- 4.1 Εισαγωγή
- 4.2 Η φυσική συμπεριφορά του διαρρέυσαντος ΗΝS
- 4.3 Παράγοντες που καθορίζουν την κοινωνικοοικονομική επίδραση και την επίδραση στην ασφάλεια και το περιβάλλον, ενός ΗΝS περιστατικού
- 4.4 Επίδραση στην ασφάλεια
- 4.5 Επίδραση στο περιβάλλον
- 4.6 Κοινωνικοοικονομικές επιδράσεις
- 4.7 Χαρακτηριστικά των ΗΝS και παρακολούθηση
- 4.8 Παράδειγμα ατυχήματος με ΗΝS φορτίο και αντιμετώπισή του

## 4. ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΗNS ΡΥΠΑΝΣΗ

### 4.1 Εισαγωγή

Γενικά, τα ΗNS υλικά αποτελούνται από τις δομικές μονάδες της καθημερινής ζωής. Μπορεί να αποτελούνται από ανόργανες ή οργανικές χημικές ενώσεις, μεταλλεύματα, κτλ., για χρήση στην κατασκευαστική, πετροχημική, κλωστοϋφαντουργική, φαρμακευτική, αγροχημική βιομηχανία και βιομηχανία τροφίμων ή προερχόμενα από αυτές. Κατά την εξέταση ενός συμβάντος που εμπλέκει ΗNS ουσίες, μια από τις απαιτήσεις προτεραιότητας είναι ο προσδιορισμός των κινδύνων και η αξιολόγηση του ρίσκου που εγκυμονούνται από ένα χτυπημένο σκάφος και το φορτίο του για την ασφάλεια του κοινού, το περιβάλλον, και τα κοινωνικοοικονομικά αγαθά από τα οποία οι παράκτιες κοινότητες Κρατών - Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξαρτώνται.

### 4.2 Η φυσική συμπεριφορά του διαρρέυσαντος ΗNS

Η αρχική αντίδραση, πρώτιστα από ένα Κράτος - Μέλος, σε ένα ΗNS περιστατικό είναι να αποτραπεί μια διαρροή. Οι κίνδυνοι σε αυτή τη φάση είναι πιθανό να αφορούν στην υγεία και ασφάλεια του προσωπικού έκτακτης ανάγκης ή/και των ναυαγοσωστών, σε σχέση με το χειρισμό υλικών και τη συγκράτηση της διαρροής. Εάν υπάρχει ανεπαρκής χρόνος αντίδρασης σε ένα γεγονός ή η κλιμάκωση του δεν επιτρέπει αποτρεπτικές ενέργειες, μοιραία θα έχουμε μια διαρροή ΗNS στο ευρύτερο περιβάλλον. Οι αρχικοί παράγοντες οι οποίοι μετέπειτα καθορίζουν την ασφάλεια, το περιβαλλοντικό και κοινωνικοοικονομικό αντίκτυπο του διαρρέυσαντος ΗNS υλικού (υλικών), αφορούν τις χημικές και φυσικές ιδιότητες του υλικού και της τάσης που το διακρίνει στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Οι ιδιότητες των ΗNS που μπορούν να έχουν επιρροή στην ασφάλεια, το περιβάλλον και την κοινωνικοοικονομική δραστηριότητα περιλαμβάνουν την ευφλεκτότητα, αντιδραστικότητα, τοξικότητα, εκρηκτικότητα, διαβρωτικότητα κ.λπ, των ουσιών. Εντούτοις, είναι η φυσική τάση του ΗNS, μόλις απελευθερωθεί στο ευρύτερο περιβάλλον, που καθορίζει ποιες από αυτές τις ιδιότητες θα εμφανιστούν. Η τάση καθορίζει επίσης εάν είναι δυνατό να εφαρμοστούν οι τεχνικές απορρύπανσης, και ποιες από αυτές πρέπει να επιλεγούν.

Η φυσική τάση του HNS υλικού είναι η συμπεριφορά του όταν αυτό απελευθερώνεται στο ευρύτερο περιβάλλον. Αυτή καθορίζεται από τις φυσικές ιδιότητες της πτητικότητας, της πυκνότητας και της διαλυτότητας της διαρρέουσας ουσίας. Κατά συνέπεια, το HNS μπορεί να ομαδοποιηθεί με βάση τη συμπεριφορά που θα έχει μόλις διαρρεύσει. Η ομαδοποίηση των HNS ουσιών έχει το πλεονέκτημα εστίασης της προσοχής σε εκείνες τις πτυχές της διαρροής που αφορούν στον πιθανό αντίκτυπο και τον τρόπο αντιμετώπισης, και γίνεται ως ακολούθως:

Evaporators (εξατμιζόμενα): Περιλαμβάνουν όλα τα πτητικά υγρά, αυτά δηλαδή που έχουν πυκνότητα μικρότερη από εκείνη του θαλασσινού νερού

Floaters (επιπλέοντα): Περιλαμβάνουν όλα τα μη πτητικά υγρά που είναι λιγότερο πυκνά από το θαλάσσιο νερό

Sinkers (βυθιζόμενα): Περιλαμβάνουν όλα τα προϊόντα που είναι πυκνότερα από το θαλάσσιο νερό, και

Dissolvers (διαλυόμενα): Περιλαμβάνουν όλα τα προϊόντα που είναι διαλυτά στο θαλάσσιο νερό.

Η συμπεριφορά των HNS καθορίζεται από τέτοιους παράγοντες όπως η κατάσταση της συμπύεσης/συγκέντρωσης, η πυκνότητα, η διαλυτότητα και η πίεση ατμών. Οι περιφερειακές συμφωνίες HELCOM, η συμφωνία της Βόννης, και REMPEC έχουν αναπτύξει τα αντίστοιχα εγχειρίδια δράσεων και τις πληροφορίες που βασίζονται σε αυτήν την προσέγγιση. Ομαδοποιούν τη συμπεριφορά των διαρρέοντων HNS ως:

Ομάδες συμπεριφοράς	Πυκνότητα kg/m <sup>3</sup>	Πίεση ατμών Pascal	Διαλυτότητα		
			Αέριο	Υγρό	Στερεό
Αέρια Εξατμιζόμενα		>3000	≤10	≤1	-
			>10	>1	-
Επιπλέοντα	<1023	300-3000		≤0,1	<10
				0.1-5	-
				<300	10-99
				<3000	-
Διαλυόμενα		≤10000		>99	
		>10000	>5	-	
Βυθιζόμενα	>1023			≤0.1	<10
				>0.1	10-99

Σχήμα 4.1: Ομαδοποίηση των HNS με βάση τη συμπεριφορά τους



Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτό έχει αποσαφηνίσει περαιτέρω την ομαδοποίηση HNS, με τη συνειδητοποίηση ότι οι ουσίες μπορούν να έχουν περισσότερες από μια φυσικές τάσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον π.χ. βύθιση/διάλυση, διάλυση/εξάτμιση κ.λπ. Η HELCOM, η συμφωνία της Βόννης και η REMPEC έχουν παράσχει παραδείγματα διαφορετικής χημικής συμπεριφοράς κατά τη διαρροή HNS, όπως αυτά που υποδεικνύονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.1: Ιδιότητες χημικής συμπεριφοράς HNS

Φυσική Τάση	Ομάδα	Ιδιότητες	Παραδείγματα από την κάθε ομάδα
Άμεση Εξάτμιση (Αέρια)	G	Άμεση εξάτμιση	propane, butane, vinyl chloride
	GD	Άμεση εξάτμιση, διάλυση	ammonia
Ραγδαία Εξάτμιση	E	Επίπλευση, ραγδαία εξάτμιση	benzene, hexane, cyclohexane
	ED	Ραγδαία εξάτμιση, διάλυση	methyl-t-butyl ether, vinyl acetate
Επίπλευση	FE	Επίπλευση, εξάτμιση	heptane, turpentine, toluene, xylene
	FED	Επίπλευση, εξάτμιση, διάλυση	butyl acetate, isobutanol, ethyl acrylate
	F	Επίπλευση	phthalates, vegetable oils, animal oils, dipentene, isodecanol
	FD	Επίπλευση, διάλυση	butanol, butyl acrylate
Διάλυση	DE	Ραγδαία διάλυση, εξάτμιση	acetone, monoethylamine, propylene oxide
	D	Ραγδαία διάλυση	some acids and bases, some alcohols, glycols, some amines, methyl ethyl ketone
Βύθιση	SD	Βύθιση, διάλυση	dichloromethane, 1,2-dichloroethane
	S	Βύθιση	butyl benzyl phthalate, chlorobenzene, creosote, coal tar, tetra ethyl lead, tetramethyl lead

Οι τύποι φυσικής συμπεριφοράς για αέρια, υγρά και στερεά μπορούν να καθοριστούν από τις ακόλουθες 12 ομάδες:

#### Sinkers (βυθιζόμενα)

Όταν η πυκνότητα ενός υγρού είναι υψηλότερη από αυτή του νερού της θάλασσας, τότε η διαλυτότητα θεωρείται πως διαφοροποιείται μεταξύ των υποκατηγοριών βύθισης (S) και βύθισης /διάλυσης (SD):

(S): Εδώ ανήκουν οι βυθιζόμενες ουσίες που δεν είναι διαλυτές (διαλυτότητα μικρότερη του 0,1%)

(SD): Ουσίες που βυθίζονται και κατόπιν διαλύονται (διαλυτότητα μεγαλύτερη του 0,1%)

Όταν η πυκνότητα είναι χαμηλότερη από αυτή του νερού της θάλασσας, τόσο η πίεση ατμών όσο και η διαλυτότητα θεωρείται πως διαφοροποιούνται μεταξύ των διαφορετικών υποομάδων συμπεριφοράς των εξατμιζόμενων, των επιπλεόντων και των διαλυόμενων ουσιών.

#### Evaporators (εξατμιζόμενα)

(E): Ουσίες με μεγάλες τιμές πίεσης ατμών ( $>3\text{ kPa}$ ) και χαμηλή διαλυτότητα ( $<1\%$ ). Το σύννεφο καπνού που μπορούν να δημιουργήσουν συμπεριφέρεται με τον ίδιο τρόπο του αντιστοίχου ενός αερίου. Μια τέτοια υγρή ουσία αναφέρεται και ως "fast evaporator", δηλαδή ταχέως εξατμιζόμενη.

(ED): Υγρά τα οποία μετατρέπονται ραγδαία σε κατάσταση ατμού (πίεση ατμών  $>3\text{ kPa}$ ) και διαλύονται στο νερό ( $>1\%$ ). Παρά τη διάλυσή τους, οι ουσίες αυτές μπορούν να δημιουργήσουν φλεγόμενο ατμό πάνω στην επιφάνεια του

#### Floaters (επιπλέοντα):

(F): Ουσίες που επιπλέουν στο νερό και δεν εξατμίζονται σημαντικά (πίεση ατμών  $< 0.3\text{ kPa}$ ) ούτε διαλύονται (διαλυτότητα  $< 0.1\%$ )

(FD): Ουσίες που επιπλέουν στο νερό και δεν εξατμίζονται σημαντικά (πίεση ατμών  $< 0.3\text{ kPa}$ ) αλλά διαλύονται αργά στο νερό (διαλυτότητα  $0.1 \div 5\%$ )

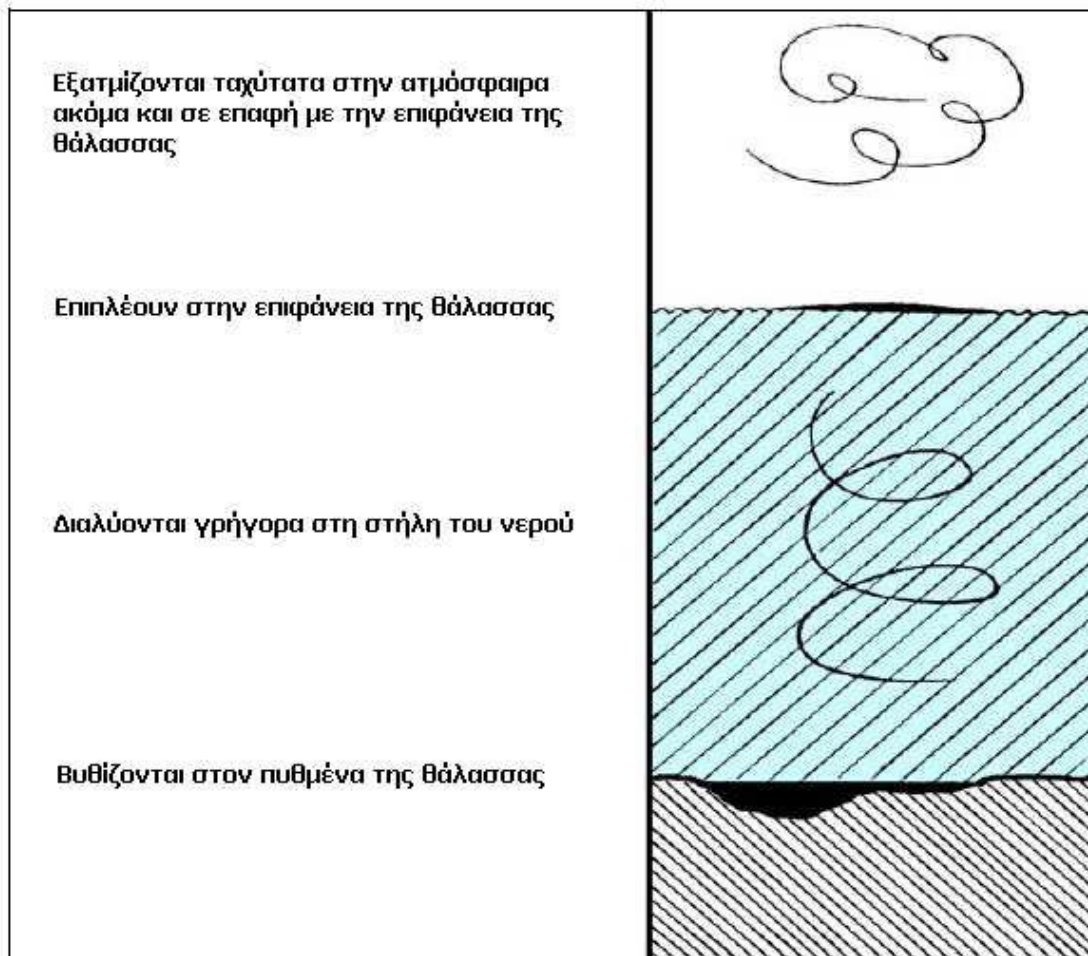
(FE): Ουσίες που επιπλέουν στο νερό και εξατμίζονται αργά (πίεση ατμών  $0.3 \div 3\text{ kPa}$ ) χωρίς να διαλύονται (διαλυτότητα  $< 0.1\%$ )

(FED): Ουσίες που επιπλέουν στο νερό και εξατμίζονται αργά (πίεση ατμών  $0.3 \div 3\text{ kPa}$ ) και διαλύονται αργά στο νερό (διαλυτότητα  $0.1 \div 5\%$ ). Το μέτρο της διαλυτότητας καθορίζει αν θα εμφανιστούν τοξικά συμπυκνώματα στο νερό. Αυτός ο τύπος προϊόντος θα εξαφανιστεί τελείως μετά από κάποιο χρονικό διάστημα.

#### Dissolvers (διαλυόμενα):

(D): Ουσίες που διαλύονται στο νερό (διαλυτότητα  $> 5\%$ ) και δεν εξατμίζονται ραγδαία. Ο βαθμός της διαλυτότητας και οι αναταραχές στη στήλη του νερού, καθορίζουν την εμφάνιση ή μη τοξικών συμπυκνωμάτων

(DE): Ουσίες που διαλύονται στο νερό (διαλυτότητα  $> 5\%$ ) και εξατμίζονται ραγδαία (πίεση ατμών  $> 10\text{ kPa}$ ).



Σχήμα 4.2: Γενική συμπεριφορά χημικών ουσιών στη θάλασσα

#### 4.3 Παράγοντες που καθορίζουν την κοινωνικοοικονομική επίδραση και την επίδραση στην ασφάλεια και το περιβάλλον, ενός HNS περιστατικού

Ο όρος Ρίσκο μπορεί να μπερδευτεί με αυτόν του Κινδύνου, επειδή η διαφορά των εννοιών πολλές φορές δεν γίνεται κατανοητή. Γενικότερα, το Ρίσκο είναι προϊόν του Κινδύνου, της Πιθανότητας και των Συνεπειών, δηλαδή:

$$\text{Ρίσκο} = \text{Κίνδυνος} \times \text{Πιθανότητα} \times \text{Συνέπειες}$$

Ο Κίνδυνος γενικά αναφέρεται στις φυσικές και χημικές ιδιότητες ενός υλικού ή ουσίας και συνεπώς είναι ίδιος σε οποιαδήποτε τοποθεσία. Η Πιθανότητα μπορεί να εξαχθεί από στατιστικές αναλύσεις ατυχημάτων, οι οποίες δίνουν τη συχνότητα των ατυχημάτων. Οι Συνέπειες εξαρτώνται από «ευπάθεια» της τοποθεσίας του ατυχήματος ή του πλοίου. Φυσικά, διαφέρει από τοποθεσία σε τοποθεσία, από πλοίο σε πλοίο και από τις δυνατότητες

αντιμετώπισης και το διαθέσιμο τεχνικό εξοπλισμό. Από τα παραπάνω προκύπτει πως το μέγεθος του Ρίσκου μεταβάλλεται από περιστατικό σε περιστατικό και γενικά επηρεάζεται από:

- τη φυσική επικινδυνότητα του υλικού / ουσίας που εμπλέκεται στο συμβάν
- την ποσότητα του υλικού / ουσίας
- το περιβάλλον και το είδος της φόρτισης που ασκείται στις δεξαμενές φορτίου και γενικότερα στο πλοίο
- το επίπεδο ασφάλειας στο πλοίο, την κατάρτιση του πληρώματος και τις δυνατότητες αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης

Βλέπουμε λοιπόν πως από τα μεγέθη της ανωτέρω εξίσωσης μόνο η Πιθανότητα και οι Συνέπειες μπορούν να διαφοροποιηθούν, ενώ ο Κίνδυνος παραμένει ο ίδιος. Έτσι τα HNS ορίζονται ως ένα σύνολο επικίνδυνων υλικών, επειδή μπορούν να είναι εύφλεκτα, εκρηκτικά, τοξικά, αντιδραστικά, διαβρωτικά κτλ. Μόνο σε κατάσταση διαλύματος ή διασκορπισμού μπορεί να αλλάξει αυτή η κατάσταση.

Προκειμένου να γίνουν πιο κατανοητά τα μεγέθη της προαναφερθείσας εξίσωσης, ας πάρουμε ως παράδειγμα την περίπτωση ενός φορτηγού πλοίου που μεταφέρει εύφλεκτες ουσίες (π.χ. προπάνιο). Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, ο Κίνδυνος αφορά στη φύση της ουσίας και στην περίπτωση μας περιλαμβάνει το ενδεχόμενο πυρκαγιάς και πιθανώς τοξικότητας. Σε μια κλίμακα επικινδυνότητας λοιπόν από το 0 ως το 1, όπου 0 σημαίνει καμία επίπτωση και 1 σημαίνει άμεσος θάνατος κατά το ατύχημα, έστω πως το προπάνιο βρίσκεται στο 0,6 που μπορεί να σημαίνει σοβαρά εγκαύματα. Όσον αφορά τώρα στην Πιθανότητα, μπορούμε να υποθέσουμε πως ένα ατύχημα μπορεί να συμβαίνει κάθε 5000 ταξίδια. Αν στη συνέχεια μετρήσουμε τις Συνέπειες σε τραυματισμούς, έστω πως μπορεί να έχουμε 5 τραυματισμούς μελών πληρώματος αν το ατύχημα συμβεί κατά τη διάρκεια ταξιδιού και 10 τραυματισμούς αν βρίσκεται σε λιμάνι. Έτσι στην πρώτη περίπτωση το Ρίσκο υπολογίζεται σε:

$$P_1 = 0.6 \cdot \frac{1}{5000} \cdot 5 = 0.0006$$

$$P_2 = 0.6 \cdot \frac{1}{5000} \cdot 10 = 0.0012$$

όπου οι μονάδες του Ρίσκου θα ήταν: σοβαρότητα τραυματισμών επί τραυματισμοί ανά ταξίδι. Αν τώρα υποθέσουμε πως η διαδικασία αντιμετώπισης πιθανού ατυχήματος θα ακολουθήσει κάποιο ενδεδειγμένο

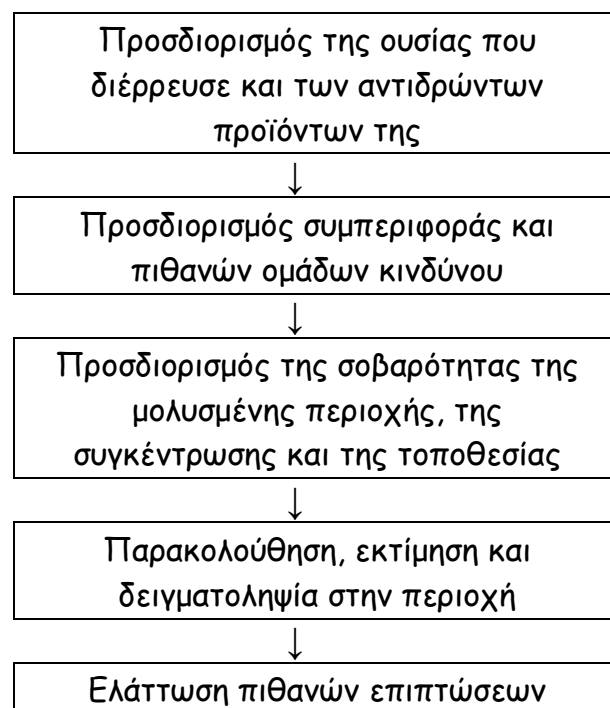
σχέδιο αντίδρασης και το εφαρμόσει απολύτως σωστά, ίσως αποφύγουμε 2 τραυματισμούς ανά περίπτωση. Οι παραπάνω τιμές του Ρίσκου θα αλλάξουν:

$$P_1' = 0.6 \cdot \frac{1}{5000} \cdot 3 = 0.00036$$

$$P_2' = 0.6 \cdot \frac{1}{5000} \cdot 8 = 0.00096$$

Αυτό λοιπόν που μπορούμε να κάνουμε είναι να περιορίσουμε τις Συνέπειες με την παροχή επαρκών δυνατοτήτων αντιμετώπισης ενός περιστατικού. Μπορούμε επίσης να ελαττώσουμε το μέγεθος της Πιθανότητας π.χ. αναβαθμίζοντας το επίπεδο ασφάλειας, έτσι ώστε να αποτρέψουμε τη διαρροή HNS υλικών. Όσον αφορά στους Κινδύνους, δεν μπορούμε να κάνουμε πολλά πράγματα για να τους περιορίσουμε.

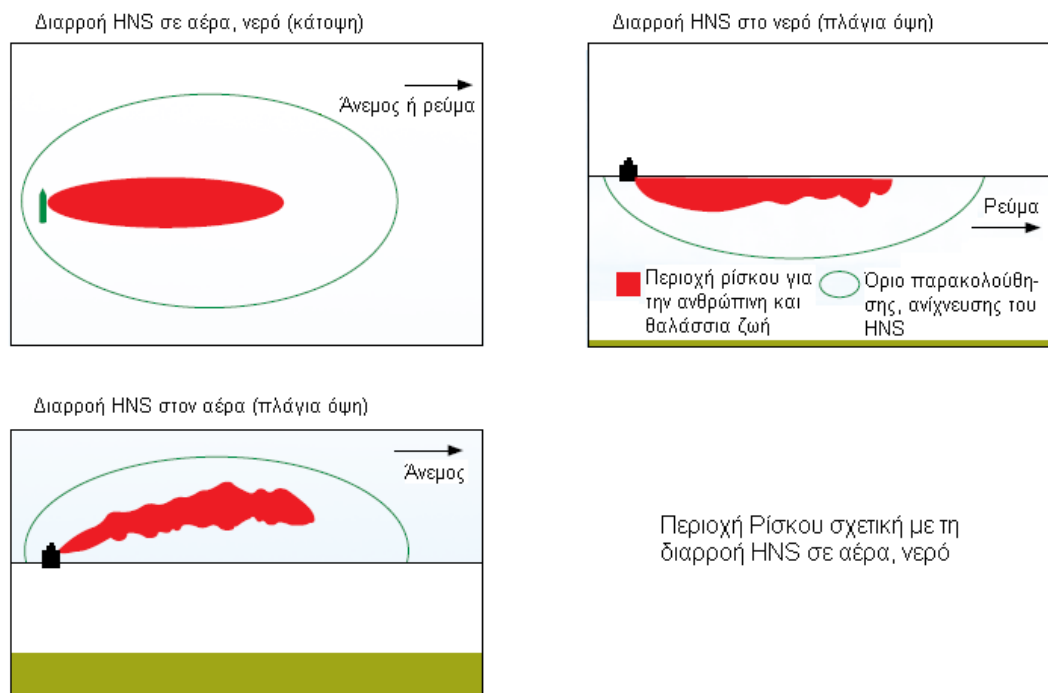
Οι Κίνδυνοι που εγκυμονεί μια τοξική ή εκρηκτική ουσία, αφορούν στις φυσικές ιδιότητες του HNS υλικού. Το Ρίσκο όμως που εμφανίζεται σε ένα συμβάν μπορεί να ελαττωθεί με την εξ αρχής προετοιμασία κατάλληλης εκτίμησης του Ρίσκου και στη συνέχεια ακολουθώντας τα στάδια αντίδρασης που έχουν καθοριστεί από την εκτίμηση αυτή:



Σχήμα 4.3: Στάδια αντίδρασης σε διαρροή HNS

Κατά τη διαδικασία αποτίμησης του Ρίσκου, είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε την «περιοχή Ρίσκου» η οποία θα επηρεαστεί εάν δεν αντιμετωπιστεί

επιτυχώς ο κίνδυνος, για παράδειγμα την επηρεαζόμενη περιοχή γύρω από ένα πλοίο στο οποίο γίνεται κάποια έκρηξη. Ορίζοντας την «περιοχή Ρίσκου» πρέπει να σημειωθεί πως σε μερικές περιπτώσεις η περιοχή αυτή μετακινείται είτε μαζί με το πλοίο, είτε με την κατεύθυνση της πορείας του σε περίπτωση που έχουμε διαρροή HNS στο νερό ή τον αέρα. Μεταβολές του ανέμου και των θαλασσιών ρευμάτων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.



Σχήμα 4.4: Περιοχή Ρίσκου

#### 4.4 Επίδραση στην ασφάλεια

Η φυσική τάση του υλικού μπορεί να καθορίσει τους κινδύνους που ενέχει μια διαρροή HNS. Στην περίπτωση αερίων και εξατμιζόμενων ουσιών με τοξικές, εύφλεκτες ή εκρηκτικές ιδιότητες, ο ρυθμός εξάτμισης σε συνδυασμό με τη συνολική ποσότητα που εξατμίστηκε και την αναλογία στην ατμόσφαιρα, δίνουν τελικά τη συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα. Η συγκέντρωση αυτή σχετίζεται με την πιθανή τοξικότητα της ουσίας, τον κίνδυνο έκρηξης και την εμφάνιση ή μη σημείου ανάφλεξης. Ομοίως, στις ουσίες που δρουν ως διαλυόμενες στο θαλασσινό νερό και έχουν τοξικές ιδιότητες, ο κίνδυνος καθορίζεται από το ρυθμό διάλυσης, τη συνολική ποσότητα διαλυμένης ουσίας και το διάλυμα στο θαλασσινό νερό, ενώ η συγκέντρωση που προκύπτει καθορίζει το βαθμό τοξικότητας της ουσίας. Η μεταβολή της συγκέντρωσης λόγω του περάσματος από τα εκρηκτικά, εύφλεκτα, τοξικά όρια σε μη

εκρηκτικά, άφλεκτα, μη τοξικά, μπορεί να χρησιμεύσει στον καθορισμό της περιοχής ρίσκου γύρω από το πλοίο.

Πρέπει να σημειωθεί πως τα HNS μπορούν να έχουν αρκετούς ακόμα κινδύνους που αφορούν στην ασφάλεια, όπως ακτινοβολίες, συμβολή σε καρκινογενέσεις κ.α. Η αντοχή των ουσιών στο θαλάσσιο περιβάλλον μπορεί να είναι άλλος ένας παράγοντας, ειδικά στις περιπτώσεις βυθιζόμενων και επιπλεόντων HNS, αυξάνοντας σημαντικά μια πιθανή περιοχή ρίσκου όταν η αραίωση έχει μικρή ή καμία επίδραση στη μείωση της συγκέντρωσης. Τα HNS περιστατικά δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται μεμονωμένα. Η περιοχή ρίσκου λόγω πυρκαγιάς, έκρηξης ή τοξικότητας, καθορίζει την ανάγκη λήψης μέτρων από τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (π.χ. εκκένωση παραλιακών περιοχών, δημόσιες προειδοποιήσεις για αναζήτηση καταφυγίων κ.α.) Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη η περίπτωση που η διαρροή μιας HNS ουσίας μπορεί να προκαλέσει ένα άλλο ατύχημα, όπως π.χ. μια πυρκαγιά ή έκρηξη σε ένα πλοίο μπορεί να προκαλέσει βλάβη ή ανάφλεξη σε κάποιο γειτονικό πλοίο, λιμάνι κτλ.

#### 4.5 Επίδραση στο περιβάλλον

Εκτός των τοξικών κινδύνων για τον άνθρωπο, τα HNS υλικά μπορούν να αποδειχθούν θανάσιμα για τους θαλάσσιους οργανισμούς. Το πόσο τοξική είναι μια ουσία εξαρτάται από το μέγεθος της δόσης που απαιτείται για να σκοτώσει κάποιον οργανισμό, όσο πιο τοξική είναι μια ουσία, τόσο μικρότερη δόση απαιτείται. Περιστατικά που περιλαμβάνουν διαρροές στη θάλασσα έχουν το πλεονέκτημα της διάλυσης στο νερό ή τον αέρα, προς μείωση της συγκέντρωσης της ουσίας κάτω από τα όρια πρόκλησης θανάτου. Παρόλα αυτά, πρέπει να υπολογίσουμε πως τοξικές ποσότητες κάτω από τα όρια θανάτου μπορούν να προκαλέσουν πολλά προβλήματα στους οργανισμούς, τα διάφορα είδη και τις θαλάσσιες κοινότητες σε βάθος χρόνου, ανάλογα με το πόσο ανθεκτική είναι η ουσία στο θαλάσσιο περιβάλλον. Οι επιδράσεις τέτοιου είδους μειώνουν την ικανότητα των θαλασσίων οργανισμών να επιβιώσουν, προκαλούν σωματικές βλάβες, καρκινογενέσεις, βλάβες σε εσωτερικά όργανα, σκελετικές δυσμορφίες και μείωση της αναπαραγωγικής ικανότητας. Οι επιδράσεις αυτές μπορεί να μην είναι άμεσα εμφανείς σε μεμονωμένα άτομα, βλάπτουν όμως ολόκληρη τη δομή της θαλάσσιας κοινότητας που προσβλήθηκε από διαρροή ενός HNS υλικού.

Αν και δεν είναι άμεσα τοξικές, κάποιες HNS ουσίες μπορούν να καταστρέψουν τα θαλάσσια οικοσυστήματα προκαλώντας αλλαγές στο

περιβάλλον. Τέτοιες αλλαγές μπορεί να είναι μεταβολή της αλμυρότητας του νερού, μεταβολή του pH, μαζί με αποξείδωση όταν κάποιο υλικό σπάει ή χρησιμοποιείται βιολογικά στο θαλάσσιο περιβάλλον (π.χ. φοινικέλαιο, λιπάσματα κ.α.). Οι αλλαγές στις περιβαλλοντικές καταστάσεις μπορούν να είναι θανάσιμες για ολόκληρα οικοσυστήματα. Πρέπει όμως να αναφέρουμε πως οι συνέπειες ενός ατυχήματος μπορούν να περιοριστούν στην τοποθεσία ενός ναυαγίου και την περιοχή όπου γίνεται άμεση διάλυση της ουσίας. Επίσης, η σημασία των συνεπειών εξαρτάται και από την τοποθεσία του ατυχήματος. Αν η περιοχή στις εκβολές ποταμού ή μια ήδη ρυπασμένη περιοχή παρουσιάσουν μεταβολή στην αλμυρότητα και το ποσοστό οξυγόνου, μπορεί να εμφανιστούν σχετικά μικρά προβλήματα, και αυτό λόγω της φυσικής ανοχής της θαλάσσιας κοινότητας της περιοχής. Αν αντίθετα κάτι ανάλογο συμβεί σε μια καθαρή περιοχή, οι επιπτώσεις θα είναι πολύ σοβαρότερες.

Ένα βιολογικά αδρανές υλικό που δεν εγκυμονεί τοξικούς ή περιβαλλοντικούς κινδύνους, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα λόγω στραγγαλισμού ή αλλαγής της φύσεως της περιοχής (π.χ. ένα βυθισμένο στον πυθμένα υλικό, το οποίο αλλάζει τη φύση του οικοσυστήματος). Αυτό μπορεί να περιοριστεί στη συγκεκριμένη περιοχή του ατυχήματος, αν και τα διάφορα ρεύματα μπορούν να διασκορπίσουν την ουσία.

Όπως αναφέρθηκε, η τοξικότητα μιας ουσίας μπορεί να μετριαστεί με αραίωση, περιορίζοντας έτσι τις επιπτώσεις στην περιοχή του συμβάντος. Τα χαρακτηριστικά όμως κάποιων HNS υλικών, ειδικά κάποιων μετάλλων και οργανικών χημικών ενώσεων, μπορούν να οδηγήσουν στην ενσωμάτωσή τους σε βιολογικά μονοπάτια, με αποτέλεσμα καταστροφικές συνέπειες σε πολύ μεγάλο γεωγραφικό εύρος, ακόμα και σε παγκόσμια κλίμακα. Τα υλικά αυτά χαρακτηρίζονται ως «συντηρητικοί ρυπαντές», είναι ουσίες που δεν αποσυντίθενται από τα μικρόβια και συνεπώς η επίδρασή τους στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι μόνιμη. Οι επιδράσεις αυτές εξαρτώνται από το αν μια ουσία προσλαμβάνεται από κάποιον οργανισμό μέσω άμεσης έκθεσής του σε αυτή, ή μέσω μολυσμένης από την ουσία τροφής. Αν η ουσία δεν μπορεί να απεκκριθεί, απλά θα προστεθεί στην τροφική αλυσίδα του οικοσυστήματος και θα αυξάνει την ποσότητά της διαχρονικά προκαλώντας διάφορα προβλήματα ακόμα και θανάτους και οδηγώντας σε εξασθένηση ειδών και βιοκοινοτήτων. Είναι προφανές πως τα ζώα που τρέφονται με μολυσμένα από τις ουσίες αυτές είδη, τις προσθέτουν συνεχώς στον οργανισμό τους και το ποσό που έχουν μέσα τους συνεχώς αυξάνεται. Παρουσιάζουν λοιπόν αύξηση του σωματικού τους βάρους, ένα φαινόμενο που ονομάζεται βιομεγέθυνση, και οι συνέπειες της διαδικασίας αυτής μπορούν να εντοπιστούν στις ανώτερες



βαθμίδες των θαλασσιών βιοκοινοτήτων όπως τα ψάρια, τα πουλιά, τα θαλάσσια θηλαστικά και, κυρίως, ο άνθρωπος.

#### 4.6 Κοινωνικοοικονομικές επιδράσεις

Οι μη άμεσα θανάσιμες συνέπειες μόλυνσης από HNS μειώνουν την οικονομική αξία των θαλάσσιων πόρων, για παράδειγμα των προς πώληση ψαριών με σκελετικές δυσμορφίες και άλλες ανωμαλίες γενετικές ή μη. Μπορεί ακόμα να παρουσιαστούν φαινόμενα μόλυνσης ανάλογα με αυτά της ρύπανσης με πετρέλαιο. Η ρύπανση μιας περιοχής μειώνει επίσης την τουριστική της αξία.

Η τοξικότητα, σε συνδυασμό με τη μόλυνση ψαριών και άλλων θαλάσσιων οργανισμών από μια βιομεγεθυντική ουσία, μπορεί να επιβάλλει απαγόρευση του ψαρέματος ή και άλλων δραστηριοτήτων στα νερά αυτά. Τέλος, υπάρχει πάντα ο κίνδυνος της υπερβολής που εκφράζεται μέσω της κοινής γνώμης και παρουσιάζει τις συνέπειες ενός γεγονότος ως πολύ σοβαρότερες από τις πραγματικές. Έτσι μπορεί να μειωθεί η επισκεψιμότητα της περιοχής και οι πωλήσεις των αντιστοίχων προϊόντων της.

#### 4.7 Χαρακτηριστικά των HNS και παρακολούθηση

Η επίδραση που μπορεί να έχει ένα HNS περιστατικό στην ασφάλεια, το περιβάλλον, αλλά και οι κοινωνικοοικονομικές του συνέπειες, εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά της ουσίας, τα οποία καθορίζουν τη δράση της τελευταίας στο θαλάσσιο περιβάλλον. Προκειμένου να αναγνωριστούν και να ταξινομηθούν οι κίνδυνοι που εγκυμονούν τα HNS για την υγεία, ασφάλεια και το περιβάλλον, έχει γίνει αρκετή δουλειά για τις διεθνείς συνθήκες. Σημαντικό είναι το έργο της GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection), η οποία ανέπτυξε την αναθεωρημένη Διαδικασία Αξιολόγησης Κινδύνων (Hazard Evaluation Procedure). Η διαδικασία αυτή παρέχει κάποια κριτήρια αξιολόγησης των κινδύνων που οφείλονται στις χημικές ουσίες που «εισέρχονται» στο θαλάσσιο περιβάλλον μέσω εκφορτώσεων, ατυχηματικών ή άλλων διαρροών από το πλοίο στη θάλασσα. Συνδέεται με την εφαρμογή του UECD, Agenda 21, Chapter 29, «Περιβαλλοντολογική διαχείριση τοξικών χημικών και Παράρτημα II της MARPOL σχετικά με τη μεταφορά υγρών ουσιών χύδην με τα πλοία». Η Hazard Evaluation Procedure μας δίνει μια αποτίμηση των χημικών που μεταφέρονται με πλοία σε σχέση με την προστασία του

Θαλασσίου περιβάλλοντος, του προσωπικού ασφαλείας στη θάλασσα και των ανθρώπων που δραστηριοποιούνται στις παραλίες. Μια ουσία ταξινομείται σε 13 διαφορετικές κατηγορίες (A1 - E3). Η κάθε κατηγορία εκπροσωπεί μια επίδραση στο περιβάλλον ή την ανθρώπινη υγεία, όπως περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.2: Ταξινόμηση HNS ουσίας βάσει των επιδράσεών της

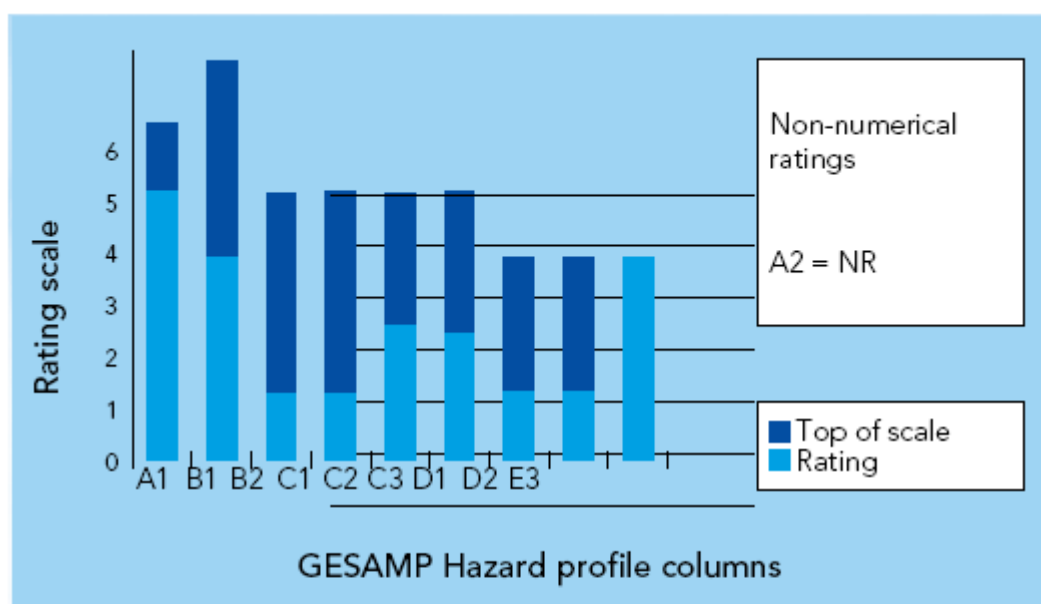
Στήλες A και B		Υδατικό περιβάλλον			
Αριθμητική κατάταξη	A Βιοπρόσθεση και Βιοδιάσπαση			B Υδατική Τοξικότητα	
	A1 Βιοπρόσθεση		A2 Βιοδιάσπαση	B1 Οξεία Τοξικότητα LC/EC/IC50 (mg/l)	B2 Χρονική Τοξικότητα NOEC (mg/l)
	log Pow	BCF			
0	<1 ή >ca.7	μη μετρήσιμο	R: άμεσα βιοδιασπάσιμο  NR: μη άμεσα βιοδιασπάσιμο	>1000	>1
1	≥1 - <2	≥1 - <10		>100 - ≤1000	>0.1 - ≤1
2	≥2 - <3	≥10 - <100		>10 - ≤100	>0.01 - ≤1
3	≥3 - <4	≥100 - <500		>1 - ≤10	>0.001 - ≤0.01
4	≥4 - <5	≥500 - <4000		>0.1 - ≤1	<0.001
5	≥5	≥4000		>0.01 - ≤0.1	
6			<0.01		

Στήλες C και D		Ανθρώπινη υγεία (τοξικές επιδράσεις για τα θηλαστικά)				
Αριθμητική κατάταξη	C Οξεία Τοξικότητα για Θηλαστικά			D Ενόχληση, Διάβρωση και μακροπρόθεσμες Επιδράσεις στην Υγεία		
	C1 Στοματική Τοξικότητα LD50 (mg/kg)	C2 Δερματική Τοξικότητα LD50 (mg/kg)	C3 Τοξικότητα Εισπνοής LC50 (mg/l)	D1 Ενόχληση στο δέρμα και Διάβρωση	D2 Ενόχληση στα μάτια και Διάβρωση	D3 Μακροπρόθεσμες επιδράσεις στην υγεία
	0	>2000	>2000	>20	ενόχληση	ενόχληση
1	>300 - ≤2000	>1000 - ≤2000	>10 - ≤20	μέτρια ενόχληση	μέτρια ενόχληση	
2	>50 - ≤300	>200 - ≤1000	>2 - ≤10	ενόχληση	ενόχληση	
3	>5 - ≤50	>50 - ≤200	>0.5 - ≤2	σοβαρή ενόχληση ή διάβρωση 3A διαβ. (<4 ώρ.) 3B διαβ. (<1 ώρ.) 3C διαβ. (<3 λ.)	σοβαρή ενόχληση	
4	≤5	≤50	≤0.5			

Στήλη E		Ανάμειξη με άλλες χρήσεις της θάλασσας	
E1 Μόλυση	Φυσικές επιδράσεις E2 σε άγρια ζωή και θαλάσσιο περιβάλλον	Αριθμητική κατάταξη	E3 Ανάμειξη με παράκτια ψυχαγωγία
NT: μη μολυσμένο (τεσταρισμένο) T: μολυσμένο	Fr: Επίμονα επιπλέον F: Επιπλέον S: Βυθιζόμενες ουσίες	0	καμία ανάμειξη χωρίς προειδοποίηση
		1	ελαφρώς δυσάρεστα προειδοποίηση, όχι κλείσιμο της παραλίας
		2	μετρίως δυσάρεστα πιθανό κλείσιμο της παραλίας
		3	ιδιαίτεως δυσάρεστα κλείσιμο παραλίας

Το προφίλ κινδύνου για δεδομένη ουσία δίνεται από το παρακάτω σχήμα, όπου έχουμε τις παρακάτω κατηγορίες:

- A1: Η ουσία έχει μεγάλη πιθανότητα να λειτουργήσει προσθετικά στους θαλάσσιους οργανισμούς, όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα  
 A2: δεν είναι άμεσα διασπάσιμη  
 B1 & B2: έχει μετρίως οξεία και ελαφρώς χρονική υδατική τοξικότητα  
 C1 - C3: έχει μικρή στοματική, μέτρια δερματική και μέτρια τοξικότητα εισπνοής για τα θηλαστικά  
 D1 & D2: είναι μετρίως ενοχλητική για το δέρμα και τα μάτια  
 D3: είναι πιθανώς καρκινογόνος  
 E1: δεν είναι πιθανό να μολύνει τη θαλασσινή τροφή  
 E2: είναι επιπλέον ουσία η οποία πιθανώς να δημιουργήσει επίμονες κηλίδες στην επιφάνεια του νερού  
 E3: προκαλεί σημαντικούς φυσικούς κινδύνους στη θάλασσα και παράκτια περιοχή



A1	A2	B1	B2	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3
4	NR	3	1	1	2	2	1	1	C	0	Fp	3

Σχήμα 4.5: Προφίλ κινδύνου για διάφορες HNS ουσίες

Η παρακολούθηση των HNS ατυχημάτων μπορεί να εξελιχθεί έτσι ώστε να καλύψει τις βραχυπρόθεσμες απαιτήσεις και μακροπρόθεσμα τη δημόσια υγεία και περιβαλλοντολογικές απαιτήσεις ασφαλείας. Είναι σημαντικό να υπάρχουν λεπτομερείς πληροφορίες για τα HNS που εμπλέκονται σε ατυχήματα, καθώς και να ακολουθείται ένα κατάλληλο πρόγραμμα παρακολούθησης. Για παράδειγμα, υλικά με άμεσο ρίσκο τοξικότητας, ευφλεκτότητας ή έκρηξης, το οποίο εξαρτάται από τη συγκέντρωση της ουσίας στο νερό ή τον αέρα, μπορούν να παρακολουθούνται κατά τη διάρκεια ενός ατυχήματος με δειγματοληψία αέρα και νερού. Υλικά με βιοπροσθετικά χαρακτηριστικά ή επίμονες τοξικές επιδράσεις στα θαλάσσια οικοσυστήματα, ειδικά σε χαμηλές συγκεντρώσεις, μπορεί να απαιτούν μακροπρόθεσμα προγράμματα παρακολούθησης, βασισμένα στο δειγματοληψία θαλασσιών ιζημάτων και οργανισμών όπως ασπόνδυλα - σκουλήκια, μαλάκια κ.α., όμοια με τις μελέτες που γίνονται από τα ευρωπαϊκά Κράτη - Μέλη και αφορούν τις διαρροές πετρελαίου.

#### 4.8 Παράδειγμα ατυχήματος με HNS φορτίο και αντιμετώπισή του

Το χημικό δεξαμενόπλοιο "IEVOLI SUN" βυθίστηκε στις 31 Οκτωβρίου του 2000 σε απόσταση 11,3 ναυτικών μιλίων από το νησί Alderney (ανήκει στο σύμπλεγμα των Channel Islands, τα οποία είναι προσαρτημένα στο Ηνωμένο Βασίλειο) και 19,5 ναυτικών μιλίων από το Cap de la Hague της Γαλλίας. Το ναυάγιο κείτεται σε βάθος 75 περίπου μέτρων. Το φορτίο του "IEVOLI SUN" αποτελούνταν από 3996 t στυρένιο, 1027 t μεθυλαιθυλκετόνη και 996 t ισοπροπυλαλκοόλη.

Στο πλαίσιο της κινητοποίησης των εμπειρογνομώνων, την οποία ζήτησαν οι Γαλλικές Αρχές από την Ευρωπαϊκή Ένωση, κατόπιν του ατυχήματος του χημικού δεξαμενοπλοίου "IEVOLI SUN", το Υπουργείο Περιβάλλοντος της Ιταλίας δημιούργησε μια ομάδα επτά ειδικών, προερχόμενων από δημόσια επιστημονικά ιδρύματα και μια ιδιωτική πετροχημική βιομηχανία.

Η Μονάδα Πολιτικής Προστασίας της Γενικής Διεύθυνσης Περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Επιτροπής βοήθησε την παραπάνω ομάδα χορηγώντας ένα μέλος της, το οποίο εντάχθηκε στην εν λόγω ομάδα.

Επί τη βάση των σχετικών εγγράφων που εξετάστηκαν στη Γαλλία, καθώς και των συζητήσεων που διεξήχθησαν κατά τη διάρκεια των συναντήσεων στις οποίες η ομάδα έλαβε μέρος, ανακεφαλαιώνοντας τις

παρατηρήσεις που εκφράστηκαν από τα μέλη της κατά τη διάρκεια και μετά την ολοκλήρωση της αποστολής της, η ομάδα αναφέρει τα ακόλουθα:

Στα εργαστήρια της Γαλλικής Υπηρεσίας CEDRE (Centre de Documentation de Recherche et d' experimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), η ομάδα είχε πρόσβαση στα διαθέσιμα έγγραφα και αποτελέσματα των εργαστηριακών πειραμάτων, σχετικών με τη συμπεριφορά του στυρενίου στο θαλασσίνο νερό. Της ζητήθηκε να κάνει αναφορά για τη γνώση που απέκτησε για τα μέτρα ελέγχου και παρακολούθησης, καθώς και για την ανάκτηση του φορτίου, στις περιπτώσεις του υγραεριοφόρου "BRIGITTA MONTANARI" και του χημικού δεξαμενοπλοίου "ALESSANDRO PRIMO" που βυθίστηκαν στη νότια Αδριατική Θάλασσα.

Το κύριο θέμα που συζητήθηκε ήταν η συμπεριφορά του στυρενίου κάτω από τις ιδιόμορφες συνθήκες του ναυαγίου (μεταξύ των τριών προϊόντων που μεταφέρονταν από το "IEVOLI SUN" το στυρένιο εγείρει τις ισχυρότερες ανησυχίες, λόγω της ποσότητας, 2/3 του ολικού φορτίου, και των τοξικών ιδιοτήτων του). Λαμβάνοντας υπ' όψη την ανεπάρκεια της προηγούμενης εμπειρίας (CEDRE), το εν λόγω θέμα αναδύει πολλά ερωτήματα μεταξύ των οποίων:

- Αντίδραση πολυμερισμού:
  - α. απομένων χρόνος σε σχέση με την αποτελεσματικότητα του αντισκωριακού υλικού που χρησιμοποιήθηκε από την εταιρία παραγωγής του στυρενίου, έναντι του θαλασσινού νερού.
  - β. κινηματική του πολυμερισμού, δηλαδή η πιθανότητα βίαιης/ων αντίδρασης/ων και επακόλουθης ρήξης των δεξαμενών, από την οποία συνεπάγεται μαζική διαρροή του φορτίου-ρυπαντή.
- Επιδράσεις στις αλιευτικές πηγές

Αναφορικά με το ναυάγιο, στα αντίγραφα των βιντεοταινιών που μαγνητοσκοπήθηκαν κατά τη διάρκεια της βύθισης του "IEVOLI SUN", η ομάδα παρατήρησε στη δεξιά πλευρά της πρύμνης, στην περιοχή της τρόπιδας, εσωκοιλώματα και διαρροές. Εικόνες καλύτερης ποιότητας θα ήταν χρήσιμες για αποσαφήνιση της κατάστασης. Παρακολουθώντας τις ίδιες βιντεοταινίες, η ομάδα θεώρησε ότι κάποιο απροσδιόριστο (αλλά σημαντικό) ποσοστό του φορτίου διέρρευσε στη θάλασσα κατά τη διάρκεια της βύθισης του πλοίου. Όσον αφορά στο ναυάγιο, αυτό ακουμπά στον πυθμένα της θάλασσας με την αριστερή του πλευρά σε μια ασταθή θέση και μια μικρή διαρροή του προϊόντος έχει παρατηρηθεί, σε αντιστοιχία με τις δεξαμενές Νο. 8 και 9, μέσω επιθεωρήσεων που διενεργήθηκαν μέσω τηλεχειριζόμενου

οχήματος. Κατά τη διάρκεια της ημέρας που η ομάδα πέρασε στο CEDRE, καθώς επίσης και κατά τη διάρκεια των συναντήσεων που έγιναν σε 4 γαλλικές πόλεις, τα κύρια σημεία που προέκυψαν σε σχέση με το ναυάγιο ήταν:

- Ποσότητες ρυπαντών, οι οποίες παραμένουν ακόμη στις δεξαμενές
- Ευστάθεια του ναυαγίου στον πυθμένα της θάλασσας
- Η θέση του ναυαγίου σε σχέση με τη διεθνή νομοθεσία
- Η εφικτότητα μεσολάβησης και μεθοδολογίες

Κατά τη διάρκεια της αποστολής της η ομάδα εξέφρασε τις απόψεις της, που συνοψίζονται σε έγγραφο που απεστάλη στις αρμόδιες γαλλικές αρχές και στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Ειδικότερα:

- Λαμβάνοντας υπ' όψη:
  - α. τη βιντεοταινία που βιντεοσκοπήθηκε κατά τη διάρκεια της βύθισης του πλοίου
  - β. τις διαρροές από τη γάστρα του ναυαγίου που παρατηρήθηκαν μέσω του τηλεχειριζόμενου οχήματος
  - γ. την πυκνότητα των ρυπαντών που είναι μικρότερη από αυτή του θαλασσίου νερού,  
η ομάδα θεωρεί ότι το θαλασσινό νερό έχει πιθανότατα αντικαταστήσει μια απροσδιόριστη ποσότητα του περιεχομένου των δεξαμενών
- Επακόλουθα, λαμβάνοντας υπ' όψη ότι:
  - α. τα πειράματα που διεξήχθησαν στις εγκαταστάσεις του CEDRE έδειξαν πως η διαλυτότητα του στυρενίου στο θαλασσινό νερό είναι χαμηλότερη από την αναμενόμενη, καθώς επίσης και τη δημιουργία μικρογαλακτωμάτων
  - β. η ροή του θαλασσινού νερού γύρω απ' το ναυάγιο διατηρείται ισχυρή από τα υπάρχοντα δυνατά ρεύματα
  - γ. τα προϊόντα υπόκεινται σε υδροστατική πίεση περίπου 8 ατμοσφαιρών, κάτι που επηρεάζει τη συμπεριφορά τους
  - δ. η θερμοκρασία του θαλασσινού νερού είναι περίπου 14 °C,  
η ομάδα θεωρεί ως προτεραιότητα την εκτέλεση των εργαστηριακών πειραμάτων, με σκοπό τον υπολογισμό της συμπεριφοράς του εγκλωβισμένου μονομερούς στυρενίου στις πραγματικές συνθήκες και επισημαίνει ότι πολλοί παράγοντες οδηγούν σε σημαντική ελάττωση του κινδύνου μιας βίαιης αντίδρασης πολυμερισμού του στυρενίου (αποκλείοντας έτσι πιθανή έκρηξη στις δεξαμενές).

- Επιπρόσθετα, γνωρίζοντας ότι:
  - α. το ναυάγιο βρίσκεται σε αλιευτική περιοχή όπου τα είδη *Cancer pagurus* και *Maja squinado* (είδη καβουριών) είναι ανάμεσα στα πιο πολύτιμα αλιεύματα
  - β. τα διατιθέμενα δεδομένα δείχνουν ότι το στυρένιο δε μεταφέρεται άμεσα με βιοσυσσώρευση στους θαλάσσιους οργανισμούς που απειλούνται από τη διαρροή του προϊόντος, από τις δεξαμενές του "IEVOLI SUN"
  - γ. τα δεδομένα που παρασχέθηκαν από το IFREMER (Institute francais pour la recherche et l' exploitation de la mer) ως δείγματα των προαναφερθέντων οστρακοειδών που αλιεύτηκαν στην περιοχή του ναυαγίου, δείχνουν τιμές που απαιτούν περαιτέρω έρευνες προκειμένου να υπολογιστεί το όριο ρύπανσης, καθώς επίσης και οι διαδικασίες ρύπανσης/απορρύπανσης,

η ομάδα συμφωνεί πλήρως με την πρόταση των AFSSA (Agence francais de securite sanitaire des aliments), CEDRE και IFREMER να διεξάγουν βιοαναλύσεις στο εργαστήριο και επιτόπου, για να συγκεντρώσουν στοιχεία για τη ρύπανση που προκαλεί το στυρένιο σε βιολογικές πηγές εμπορικού ενδιαφέροντος
- Προκειμένου να συγκεντρωθούν στοιχεία που αφορούν στη διαρροή των ρυπαντών από τις δεξαμενές και να παρακολουθηθεί το περιβάλλον του ναυαγίου, η ομάδα έκρινε αναγκαίο τον καθημερινό έλεγχο των ρυπαντών στην περιοχή μέσω φιαλών δειγματοληψίας τύπου Niskin χειριζόμενων από πλοίο ή ελικόπτερο. Τα μικρού μεγέθους σωματίδια των κατακαθημάτων μπορεί επίσης να έχουν ρυπανθεί, γι' αυτό κρίθηκε αναγκαία η δειγματοληψία και ανάλυση των κατακαθημάτων στην περιοχή του ναυαγίου. Επιπροσθέτως, η ομάδα υπογράμμισε τη σπουδαιότητα να κρατηθούν τα δείγματα σε όσο το δυνατόν μικρότερη επαφή με τον αέρα και να διατηρηθούν σε σφραγισμένα γυάλινα δοχεία, και την ανάγκη για μέτρηση των χημικών - φυσικών ιδιοτήτων του νερού (ποσοστό διαλυμένου οξυγόνου, θερμοκρασία, pH κτλ).
- Σύσσωμη η ομάδα συμφώνησε με τις Γαλλικές Αρχές πως είναι αναγκαία η προετοιμασία κατάλληλου εξοπλισμού , προκειμένου να αντιμετωπιστεί ενδεχόμενο εμφάνισης του φορτίου του πλοίου στην επιφάνεια της θάλασσας.

- Λαμβάνοντας υπ' όψη την ανισόπεδη θέση του ναυαγίου στον πυθμένα της θάλασσας (κλίση περίπου 120° περίπου), τα ιζηματογενή χαρακτηριστικά της περιοχής (άμμος και χαλίκι) και τα δυνατά ρεύματα (μέσης τιμής 3-4 κόμβων) που την επηρεάζουν, η ομάδα θεώρησε πιθανή την εμφάνιση διαδικασιών διάβρωσης και πιθανή συνέπεια αυτών μικρές μετακινήσεις του βυθισμένου σκάφους. Οι μετακινήσεις αυτές θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην περαιτέρω διαρροή των ρυπαντών στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Όσον αφορά στις συνθήκες του ατυχήματος, σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία και τις πληροφορίες, η ομάδα πιστεύει πως οι σφοδρές καιρικές συνθήκες έπαιξαν καταλυτικό ρόλο στη βύθιση του πλοίου μέσω κατάκλυσης των στεγανών διαμερισμάτων (όπως το διαμέρισμα του πρωραίου άκρου - forepeak -, το οποίο ήταν ανομοιόμορφα μεγάλο και χωρίς εσωτερικές υποδιαιρέσεις). Επιπλέον, η ομάδα επισημαίνει πως το "ΙΕVOLI SUN" ήταν εφοδιασμένο μόνο με μία μονάδα υδραυλικής τροφοδοσίας (δεν υπήρχε εφεδρικός εξοπλισμός για μετακίνηση φορτίου ή έρματος). Η αστοχία της ανωτέρω μονάδας δεν επέτρεψε την απομάκρυνση του θαλασσινού νερού από τα κατακλυσμένα διαμερίσματα ούτε, ως έσχατο μέτρο την απελευθέρωση μέρους του φορτίου του πλοίου στη θάλασσα.

Ανεπίσημα, Γάλλοι ειδικοί θεώρησαν ως καταλληλότερο μέτρο παρέμβασης την ανάκτηση του φορτίου και των καυσίμων του ναυαγίου μέσω άντλησης ή, δευτερευόντως την ανέλκυση ολόκληρου του ναυαγίου. Σχετικά με τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπ' όψη:

- α. τις γνωστές τοξικές ιδιότητες των ρυπαντών
- β. το ρίσκο της υγείας των παράκτιων πληθυσμών
- γ. τις εξομοιώσεις που διενεργήθηκαν σχετικά με τη διάχυση του στυρενίου σε θάλασσα και ατμόσφαιρα
- δ. τις δυσμενείς ρεολογικές και μετεωρολογικές συνθήκες που επηρεάζουν την περιοχή
- ε. τη φροντίδα και το χρόνο που απαιτούνται για τη διερεύνηση του καταλληλότερου εγχειρήματος, αλλά και την προετοιμασία και επιστράτευση του εξοπλισμού
- στ. τη φροντίδα και το χρόνο που απαιτούνται για την εφαρμογή των απαιτούμενων μέτρων ασφαλείας για τους δύτες
- ζ. τα περιορισμένα εκμεταλλεύσιμα χρονικά διαστήματα λόγω καιρού και τη συνεπαγόμενη ανάγκη προσεκτικού προγραμματισμού των διεργασιών



η. τις χημικές - φυσικές ιδιότητες των ουσιών αναφορικά με τα μέτρα προφύλαξης που πρέπει να ληφθούν σε περίπτωση παρέμβασης στο ναυάγιο

και συνυπολογίζοντας την ανάγκη για περαιτέρω επιστημονικές έρευνες, μετρήσεις και παρατηρήσεις, η ομάδα των ειδικών κρίνει ως πολύ επικίνδυνα τα εγχειρήματα τόσο της άντλησης των ρυπαντών, όσο και της ανέλκυσης του ναυαγίου. Έτσι, κάνοντας διεξοδική αποτίμηση όλων των πιθανών ρίσκων, θεωρεί πως η σταδιακή και ελεγχόμενη διάχυση των προϊόντων από τις δεξαμενές του πλοίου, προτού καταστεί εφικτή η ανάκτηση των καυσίμων, θα πρέπει να εξεταστεί προσεκτικά ως μία ακόμα επιλογή.

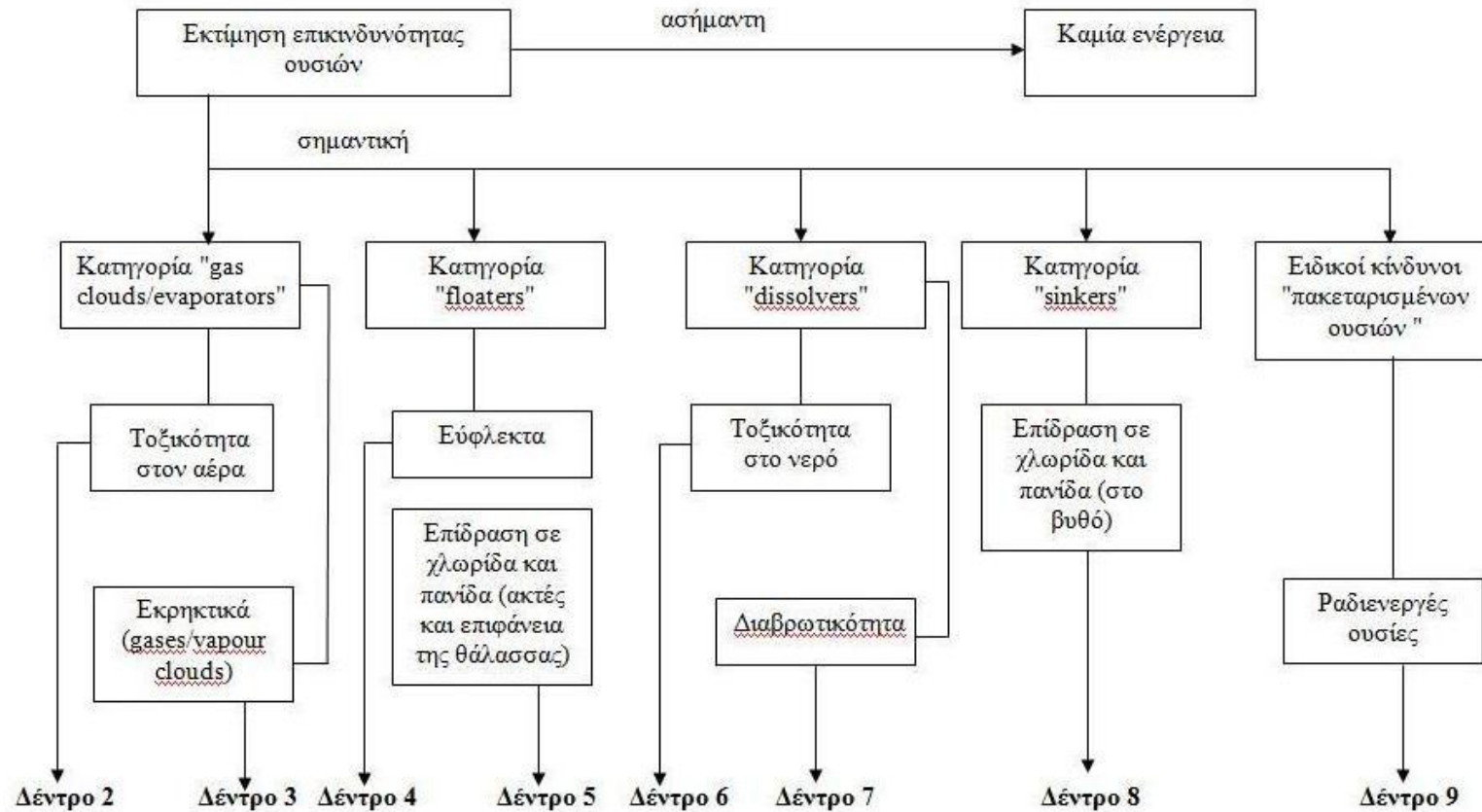
## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5            ΔΕΝΤΡΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΠΡΟΣ                                   ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟΥ**

- 5.1    Ουσίες τοξικές στον αέρα
- 5.2    Ουσίες που δημιουργούν εκρηκτικά σύννεφα αερίων/ατμών
- 5.3    Επιπλέονσες εύφλεκτες ουσίες
- 5.4    Επιπλέονσες ουσίες που παραμένουν στην επιφάνεια της θάλασσας
- 5.5    Ευδιάλυτες τοξικές ουσίες
- 5.6    Ευδιάλυτες διαβρωτικές ουσίες
- 5.7    Βυθιζόμενες ουσίες
- 5.8    Ραδιενεργές ουσίες

## 5. ΔΕΝΤΡΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΠΡΟΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΟΥ

Αμέσως μόλις συμβεί ένα ατύχημα που περιλαμβάνει επικίνδυνο φορτίο, θα πρέπει να τεθούν σε λειτουργία οι μηχανισμοί πρόληψης, αποφυγής δηλαδή της επέκτασης του περιστατικού, και γρήγορης αποκατάστασης, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι συνέπειες. Για το λόγο αυτό έχουν δημιουργηθεί Δέντρα Αποφάσεων, τα οποία δείχνουν βήμα βήμα ποια θα πρέπει να είναι η εκάστοτε διαδικασία αντίδρασης. Το παρακάτω είναι ένα γενικό Δέντρο Αποφάσεων το οποίο, ανάλογα με τη φύση της ουσίας που διέρρευσε και τους κινδύνους που αυτή εγκυμονεί, διακλαδίζεται σε οκτώ ξεχωριστά και περισσότερο εξειδικευμένα Δέντρα Αποφάσεων. Σημειώνεται πως στα παρακάτω δέντρα οι αποφάσεις περιέχονται σε μονά πλαίσια, ενώ οι ενέργειες σε διπλά:

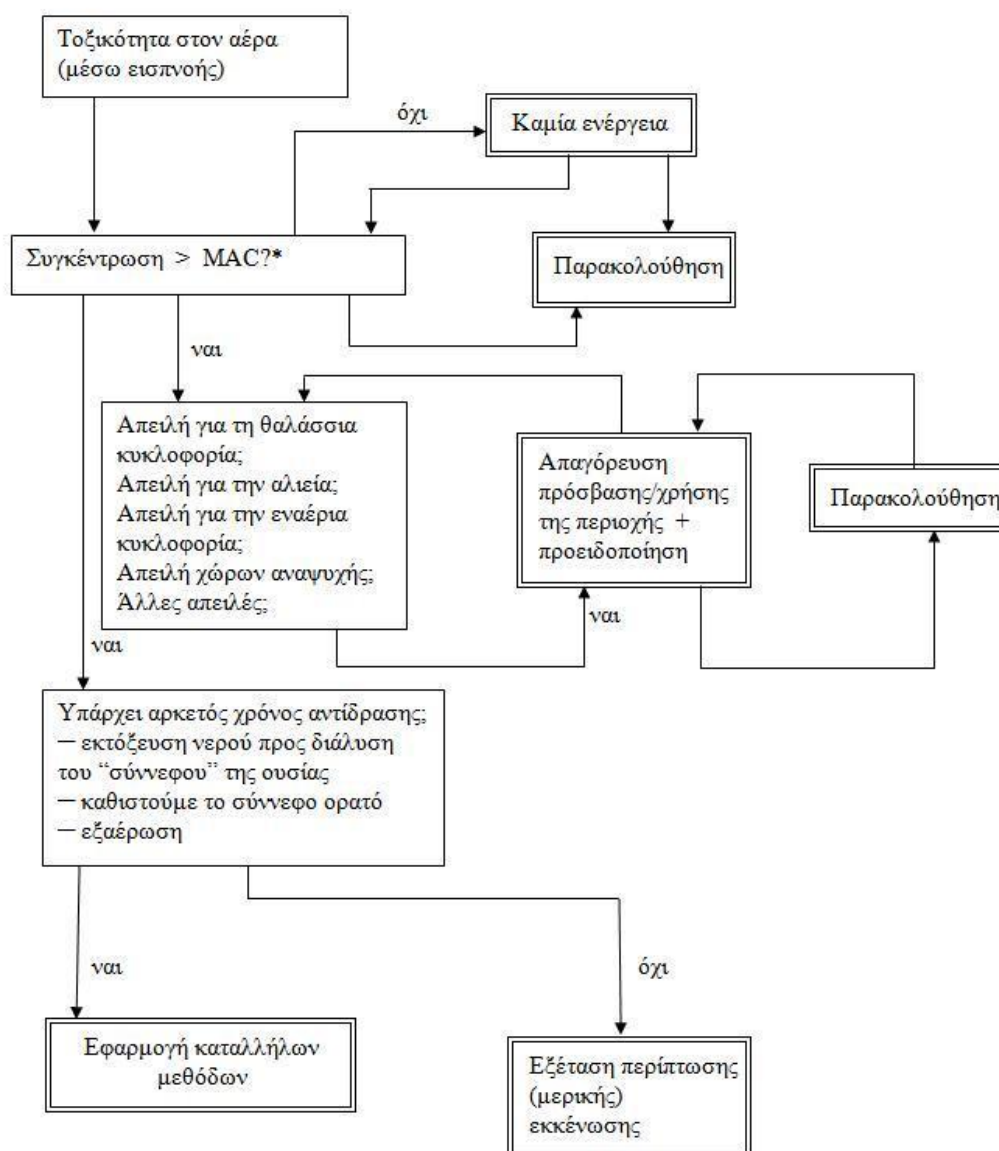
Γενικό Δέντρο Αποφάσεων (Δέντρο 1) προς αντιμετώπιση της συμπεριφοράς/επικινδυνότητας HNS ουσίας



Σχήμα 5.1: Γενικό Δέντρο Αποφάσεων

## 5.1 Ουσίες τοξικές στον αέρα

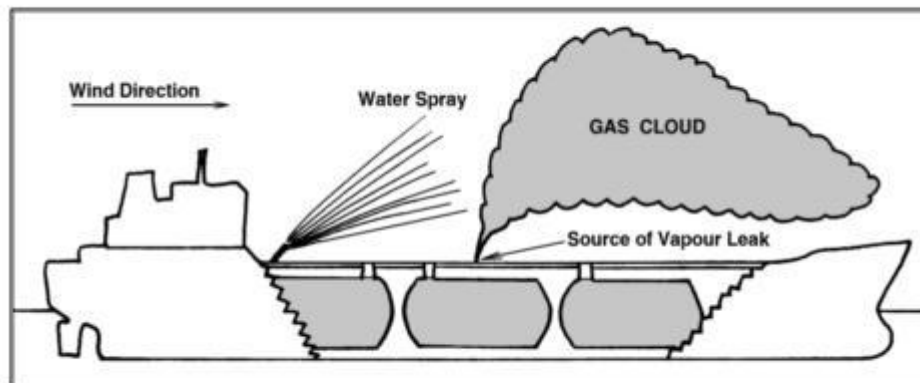
### 2. Δέντρο Αποφάσεων προς αντιμετώπιση τοξικότητας ουσιών στον αέρα (τοξικότητα μέσω εισπνοής)



\* MAC: Maximum Allowed Concentration, "εργαστηριακή" τιμή που αφορά στη μέγιστη επιτρεπτή έκθεση στην ουσία, εργαζομένου επί 8ωρο ανά ημέρα και 40ωρο ανά εβδομάδα

Σχήμα 5.2: Δέντρο Αποφάσεων 2 - αντιμετώπιση τοξικότητας στον αέρα

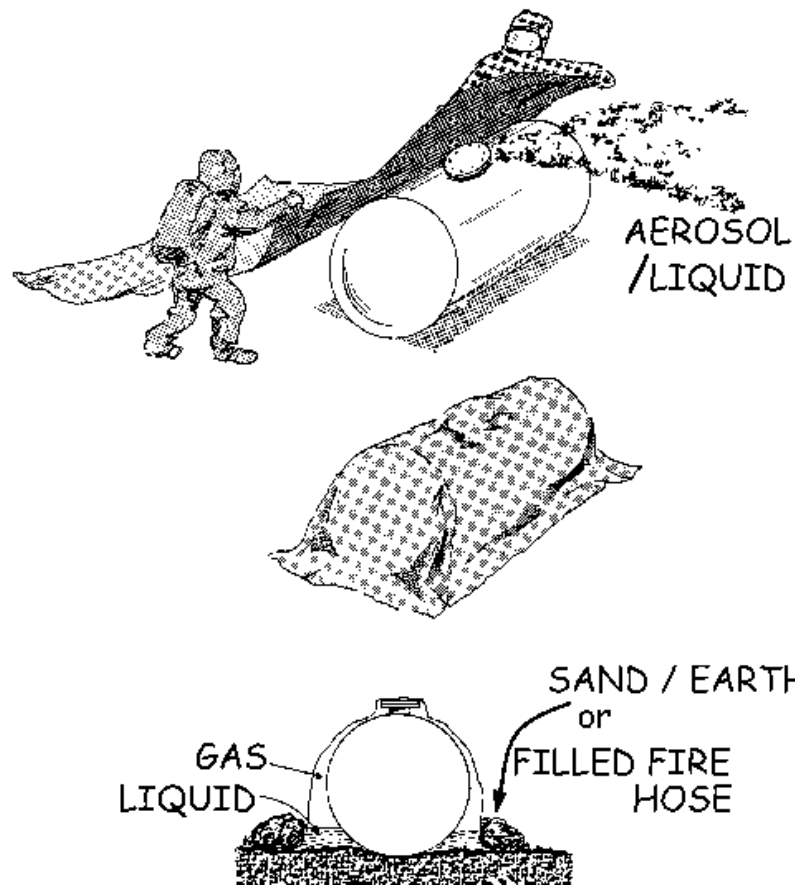
Η μέθοδος που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα είναι αυτή της εκτόξευσης νερού, προκειμένου να διαλυθεί η συγκέντρωση της διαρρέουσας αερίου. Εφαρμόζεται σε αέρια ευδιάλυτα στο νερό, όπως η αμμωνία και το διοξείδιο του θείου. Αφορά μόνο σε μικρά "σύννεφα" αερίων.



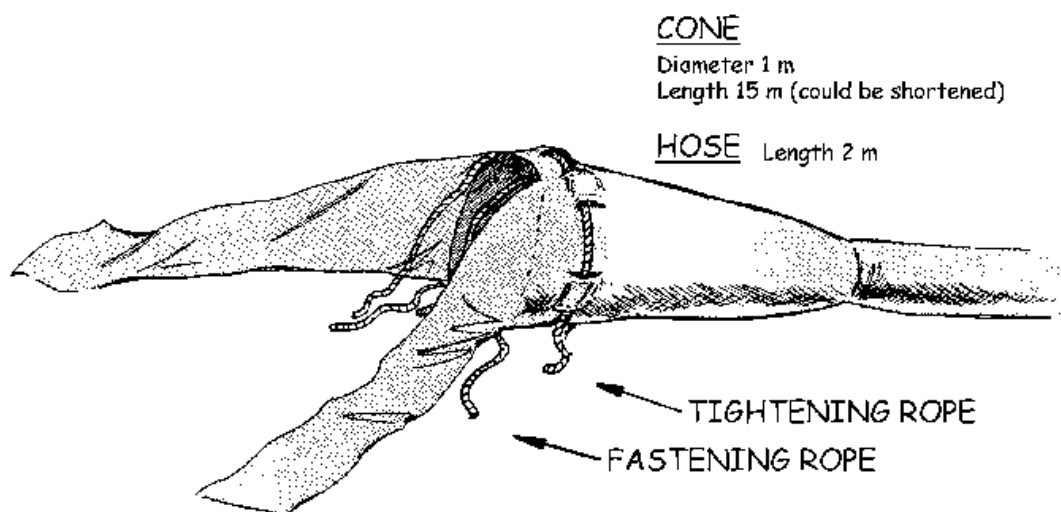
Σχήμα 5.3: Μέθοδος εκτόξευσης νερού

Η παραπάνω μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί και σε αέρια μη διαλυτά στο νερό, όπως το προπάνιο, το μεθάνιο, το βουτάνιο κλπ. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να πετύχουμε την καθοδήγηση ή το διασκορπισμό του "σύννεφου" του αερίου, ενώ παράλληλα μειώνουμε την πιθανότητα φωτιάς ή έκρηξης καθώς ψύχουμε τις "ζεστές" επιφάνειες.

Μια άλλη μέθοδος που εφαρμόζεται είναι αυτή της υγροποίησης του αερίου είτε καλύπτοντας με μουσαμά τη συγκέντρωση του αερίου, είτε "συλλέγοντας" τη διαρροή με χοάνη ή κώνο από μουσαμά και οδηγώντας τη σε δεξαμενή. Οι παρακάτω φωτογραφίες απεικονίζουν τη διαδικασία:



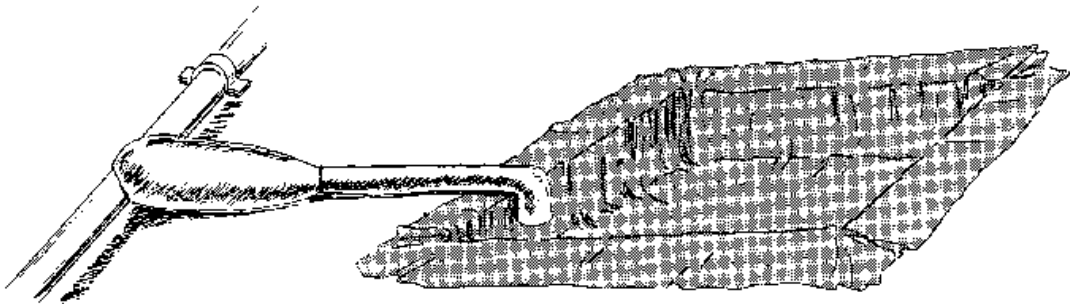
Σχήμα 5.4: Υγροποίηση αερίου με χρήση μουςαμά



Σχήμα 5.5: Χοάνη περισυλλογής της διαρροής



Σχήμα 5.6: Η χοάνη εφαρμόζεται στο σημείο διαρροής

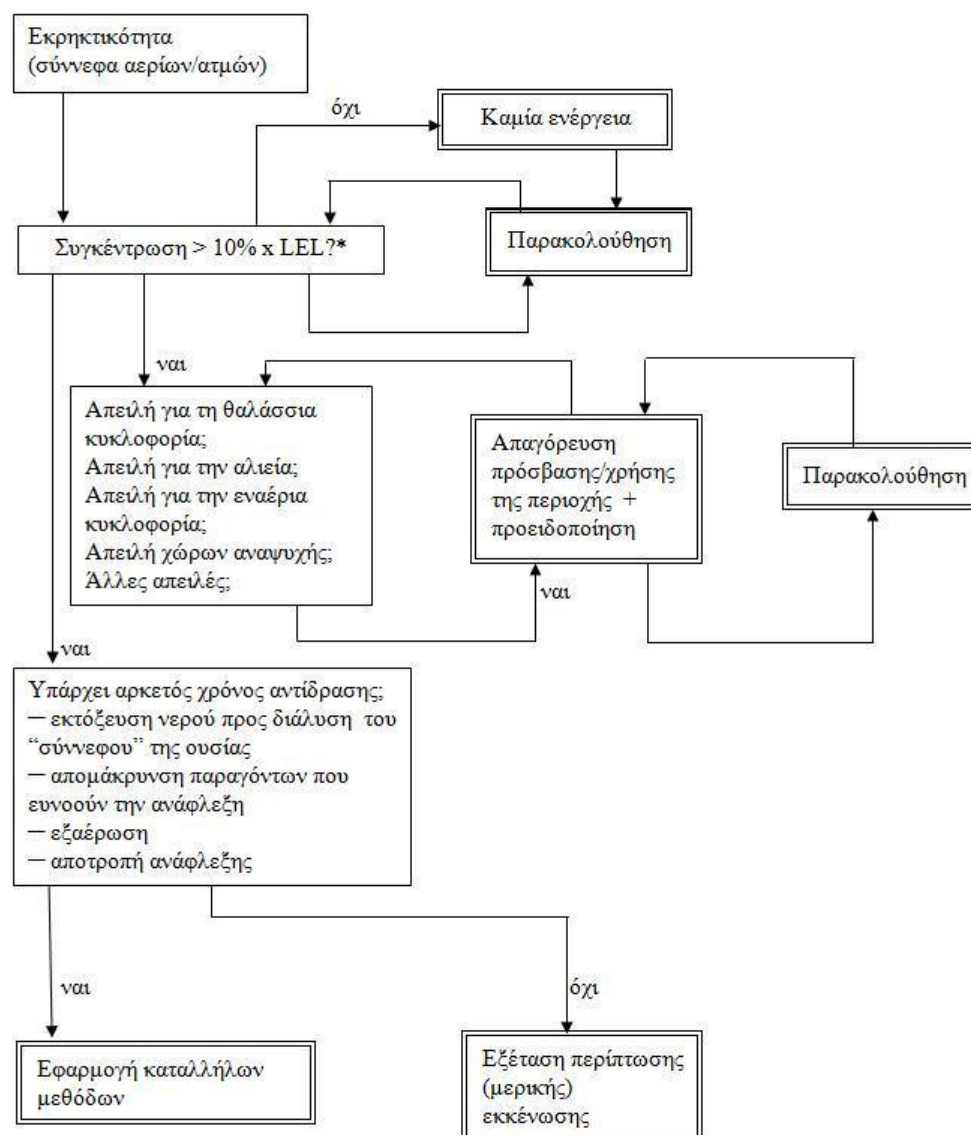


Σχήμα 5.7: Το υγροποιημένο αέριο οδηγείται σε δεξαμενή



## 5.2 Ουσίες που δημιουργούν εκρηκτικά σύννεφα αερίων/ατμών

### 3. Δέντρο Αποφάσεων για αντιμετώπιση ουσιών που δημιουργούν εκρηκτικά σύννεφα αερίων/ατμών



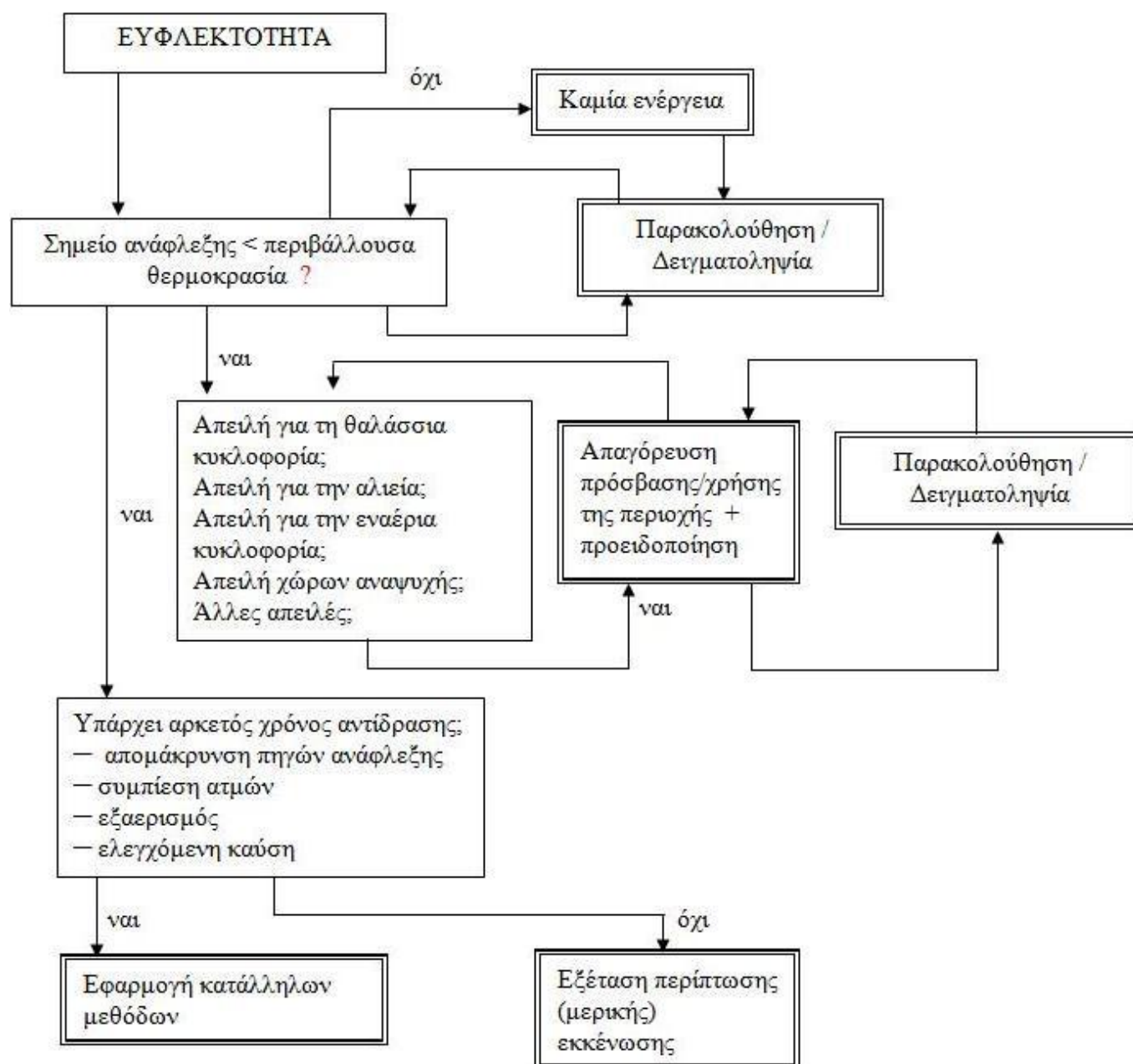
\*LEL = Κατώτερο Εκρηκτικό Όριο (Lower Explosive Limit), εξαρτάται από την εκάστοτε ουσία

Σχήμα 5.8: Δέντρο 3 - ουσίες που δημιουργούν εκρηκτικά σύννεφα

Η κατηγορία αυτή μπορεί να καλυφθεί με τις μεθόδους αντιμετώπισης που περιγράφηκαν για τα τοξικά αέρια.

### 5.3 Επιπλέοντες εύφλεκτες ουσίες

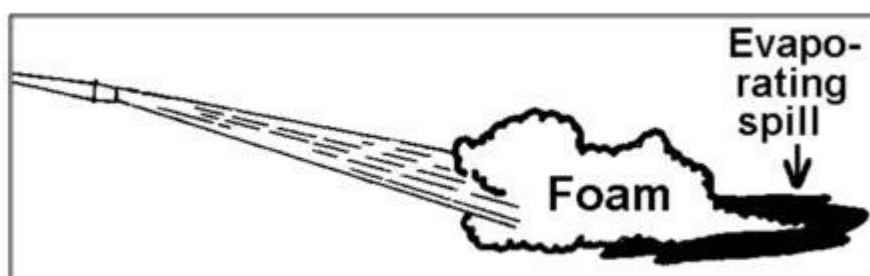
Δέντρο αποφάσεων (4) προς αντιμετώπιση διαρροής επιπλέοντων εύφλεκτων ουσιών



Σχήμα 5.9: Δέντρο 4 - επιπλέοντες εύφλεκτες ουσίες

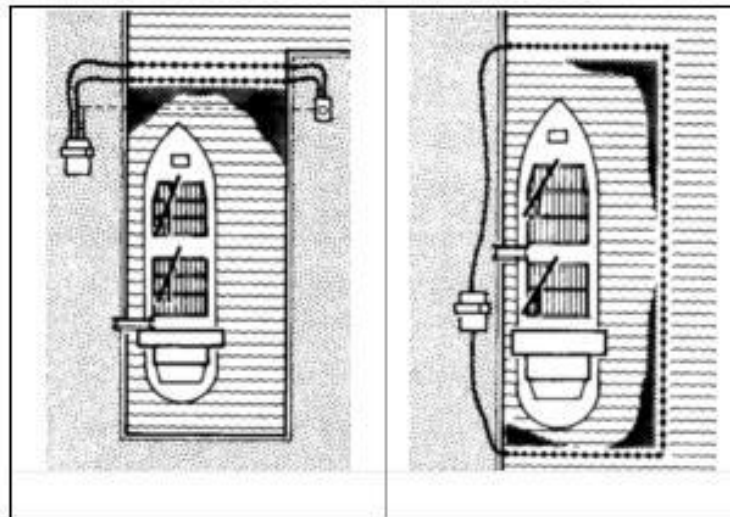
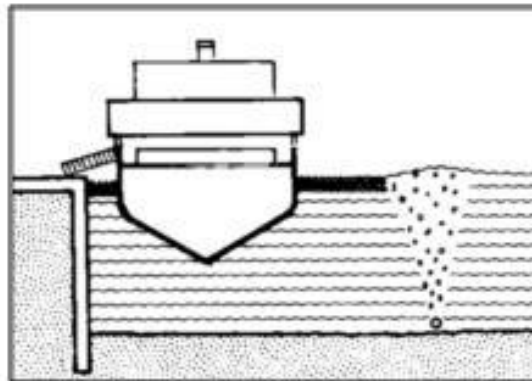
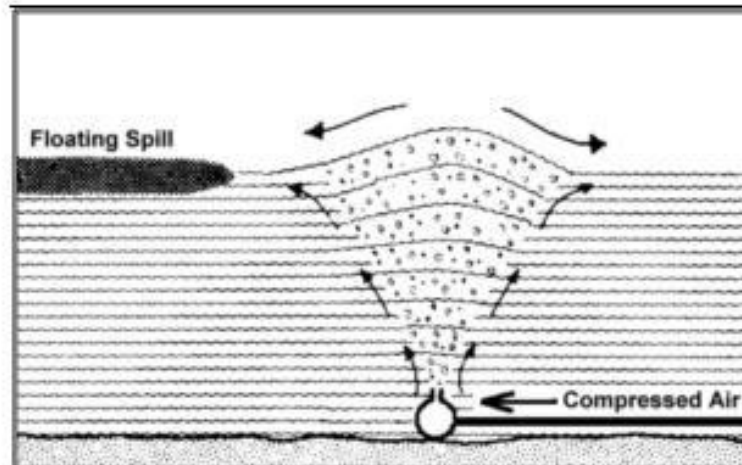
Τέτοιες ουσίες είναι η βουτανόλη, η εξανόλη, η κυκλοεξανόλη, το ελαιόλαδο, το σπορέλαιο κ.α.

Μια μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις ουσίες που επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού και παράγουν τοξικούς ή εύφλεκτους ατμούς είναι η συμπίεση ατμών των επιπλεόντων κηλίδων, η οποία επιτυγχάνεται με πυροσβεστικό εξοπλισμό. Η μέθοδος αυτή είναι προσωρινή και ελαττώνει τον κίνδυνο εμφάνισης τοξικών/εύφλεκτων ατμών. Είναι κι αυτή εφαρμόσιμη σε μικρής έκτασης κηλίδες.



Σχήμα 5.10: Συμπίεση ατμών με πυροσβεστικά μέσα

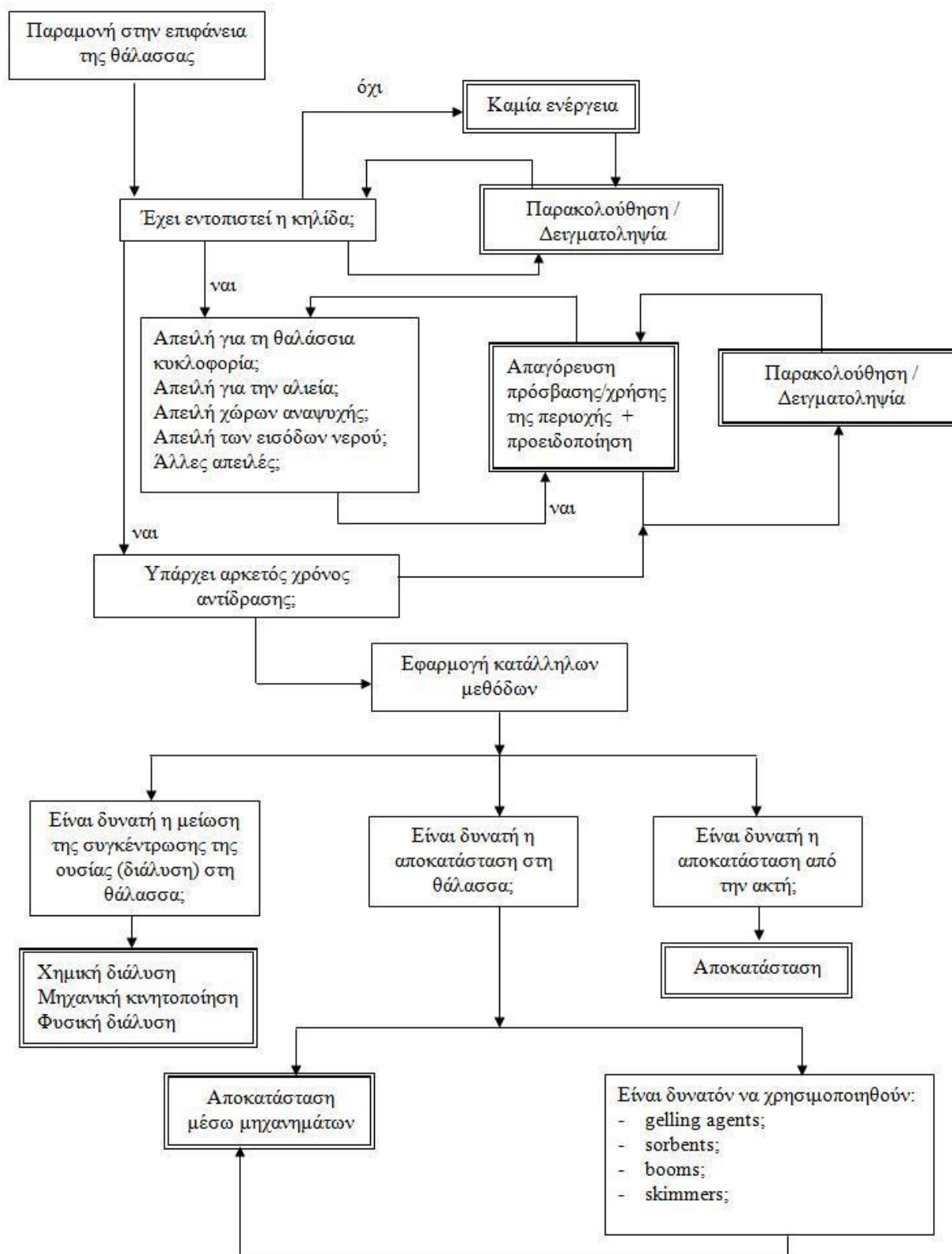
Μια πρόσθετη μέθοδος είναι αυτή της δημιουργίας φραγμάτων με φυσαλίδες, τα οποία εμποδίζουν τις επιπλέουσες κηλίδες να εξαπλωθούν. Στηρίζεται στην παροχή συμπιεσμένου αέρα μέσω διάτρητου σωλήνα, ο οποίος είναι εγκατεστημένος στον πυθμένα. Ο αέρας αυτός δημιουργεί τα φράγματα φυσαλίδων γύρω από την περιοχή της διαρροής και εμποδίζει την εξάπλωσή της. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε ρηχά λιμνάζοντα (κατά προτίμηση) νερά και σε περιοχές που διαθέτουν τις απαραίτητες εγκαταστάσεις όπως π.χ. λιμάνια. Οι παρακάτω απεικονίσεις μπορούν να βοηθήσουν να γίνει περισσότερο κατανοητή:



Σχήμα 5.11: Δημιουργία φράγματος φυσαλίδων

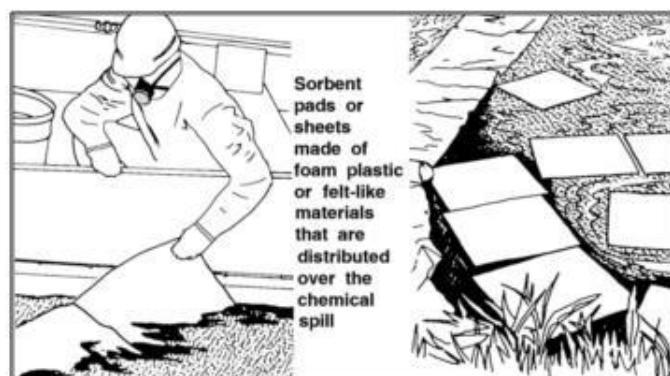
## 5.4 Επιπλέουσες ουσίες που παραμένουν στην επιφάνεια της θάλασσας

### 5. Δέντρο Αποφάσεων για επιπλέουσες ουσίες, οι οποίες παραμένουν στην επιφάνεια της θάλασσας



Σχήμα 5.12: Δέντρο 5 - επιπλέουσες ουσίες που παραμένουν στην επιφάνεια

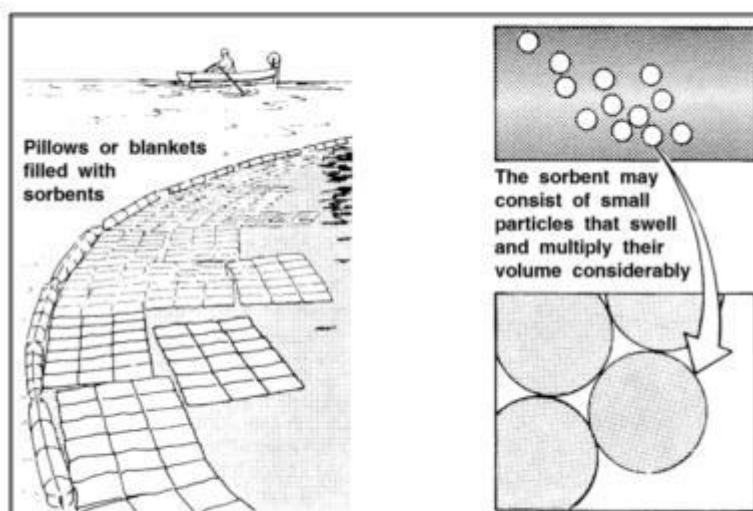
Εδώ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε απορροφητικές (sorbents) πλάκες, τις οποίες τοποθετούμε πάνω στην κηλίδα της ουσίας που διέρρευσε και στη συνέχεια να ανασύρουμε το μείγμα. Υπάρχουν διάφορα είδη τέτοιων πλακών, οι πιο αποτελεσματικές όμως φαίνεται να είναι οι αφρώδεις πλαστικές πλάκες πολυπροπυλενίου. Η εφαρμογή τους φαίνεται στο σχήμα 5.13:



Σχήμα 5.13: Πλάκες πολυπροπυλενίου

Η μέθοδος αυτή δεν μπορεί να εφαρμοστεί στην "ανοιχτή" θάλασσα ή σε κακές καιρικές συνθήκες.

Κάποια συνθετικά απορροφητικά χημικών κηλίδων αποτελούνται από πολύ μικρά μόρια, ή βρίσκονται σε μορφή σκόνης. Για να γίνει δυνατή η εφαρμογή τους στη θάλασσα πακετάρονται σε "μαξιλάρια" ή "κουβέρτες":



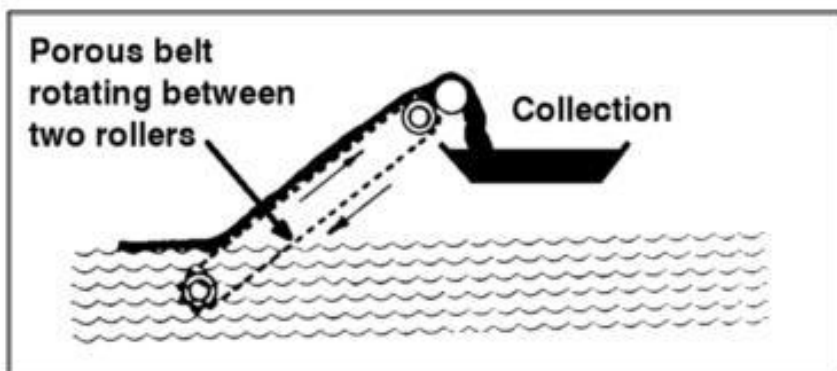
Σχήμα 5.14: Απορροφητικές "κουβέρτες"

Στην κατηγορία αυτή βρίσκει εφαρμογή και η προαναφερθείσα μέθοδος του φράγματος των φουσαλίδων. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ειδικά φράγματα (booms) περιορισμού της κηλίδας, σε συνδυασμό με μηχανισμούς αφαίρεσης αυτής (skimmers) από την επιφάνεια της θάλασσας, όπως φαίνεται και στη φωτογραφία:

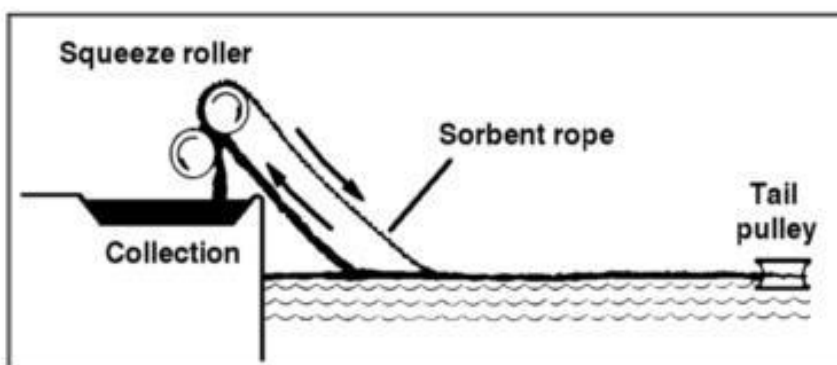


Σχήμα 5.15: Συνδυασμός boom και skimmer

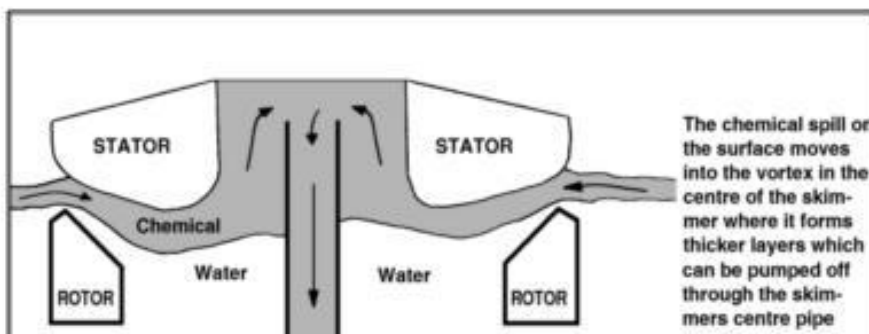
Υπάρχουν διάφοροι τύποι skimmers που χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση της κηλίδας από την επιφάνεια του νερού. Στο παρακάτω σχήμα δίνεται μια εικόνα που αφορά στη λειτουργία τριών εξ αυτών:



Ανάκτηση επιπλεόντων χημικών από την επιφάνεια του νερού μέσω skimmer με μορφή ζώνης



Ανάκτηση μέσω απορροφητικού "σχοινιού"



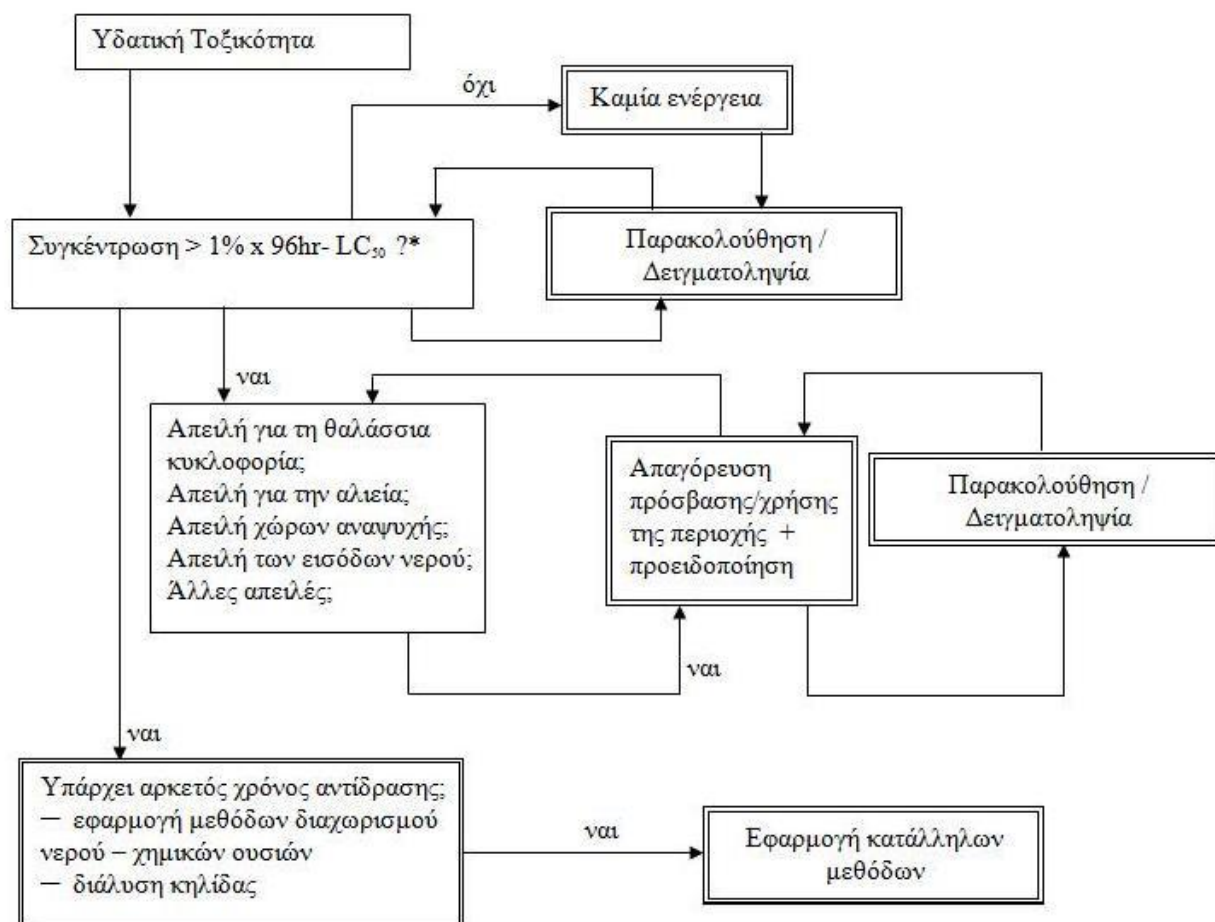
Ανάκτηση επιπλεόντων χημικών από την επιφάνεια του νερού μέσω συστήματος στροβίλων

Σχήμα 5.16: Διάφοροι τύποι skimmers



## 5.5 Ευδιάλυτες τοξικές ουσίες

### 6. Δέντρο Αποφάσεων προς αντιμετώπιση ευδιάλυτων τοξικών ουσιών



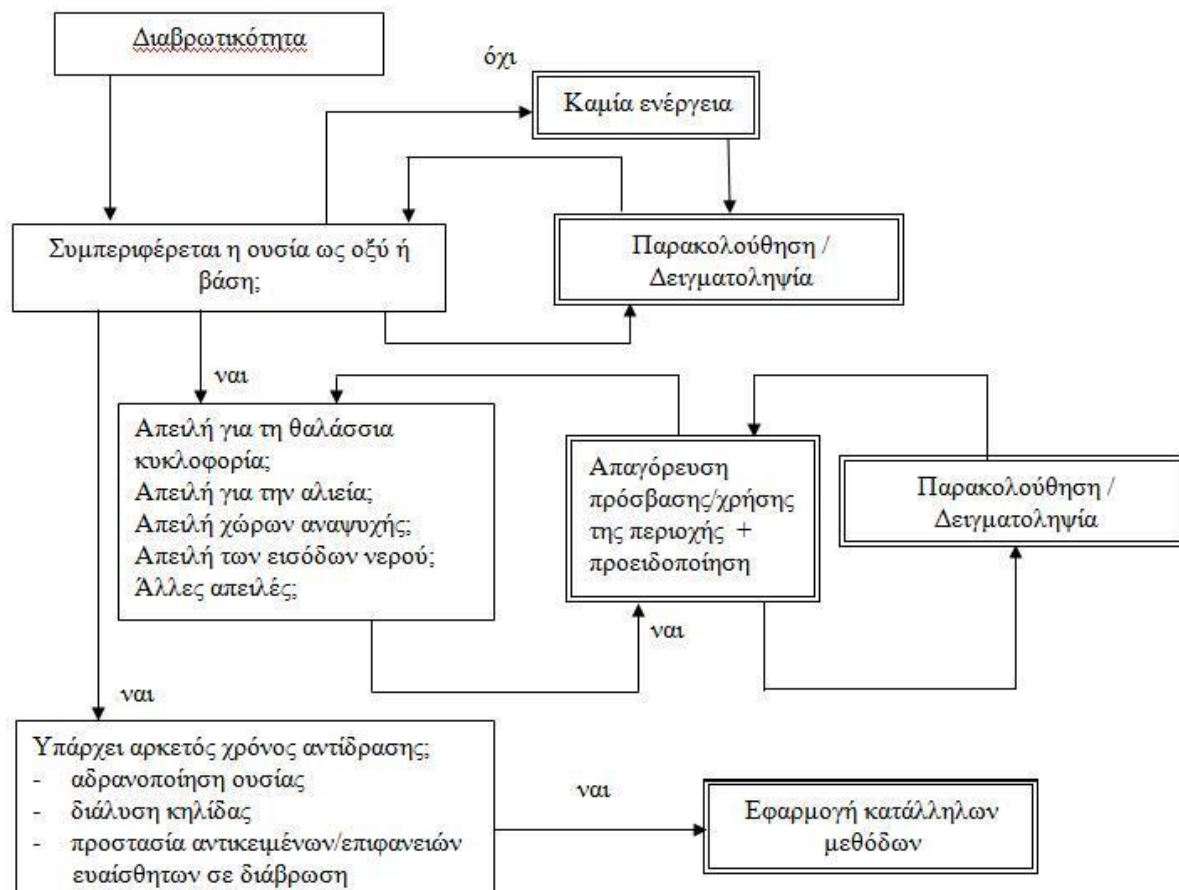
\* 96hr- LC<sub>50</sub> είναι η τιμή της συγκέντρωσης της ουσίας, που προκύπτει από τεστ επίδρασής της στους θαλάσσιους οργανισμούς

Σχήμα 5.17: Δέντρο 6 - ευδιάλυτες τοξικές ουσίες

Οι μέθοδοι αντιμετώπισης ρύπανσης αυτής της κατηγορίας συμπίπτουν με αυτές της επόμενης και παρουσιάζονται μετά το Δέντρο 7.

## 5.6 Ευδιάλυτες διαβρωτικές ουσίες

7. Δέντρο Αποφάσεων για ευδιάλυτες διαβρωτικές ουσίες



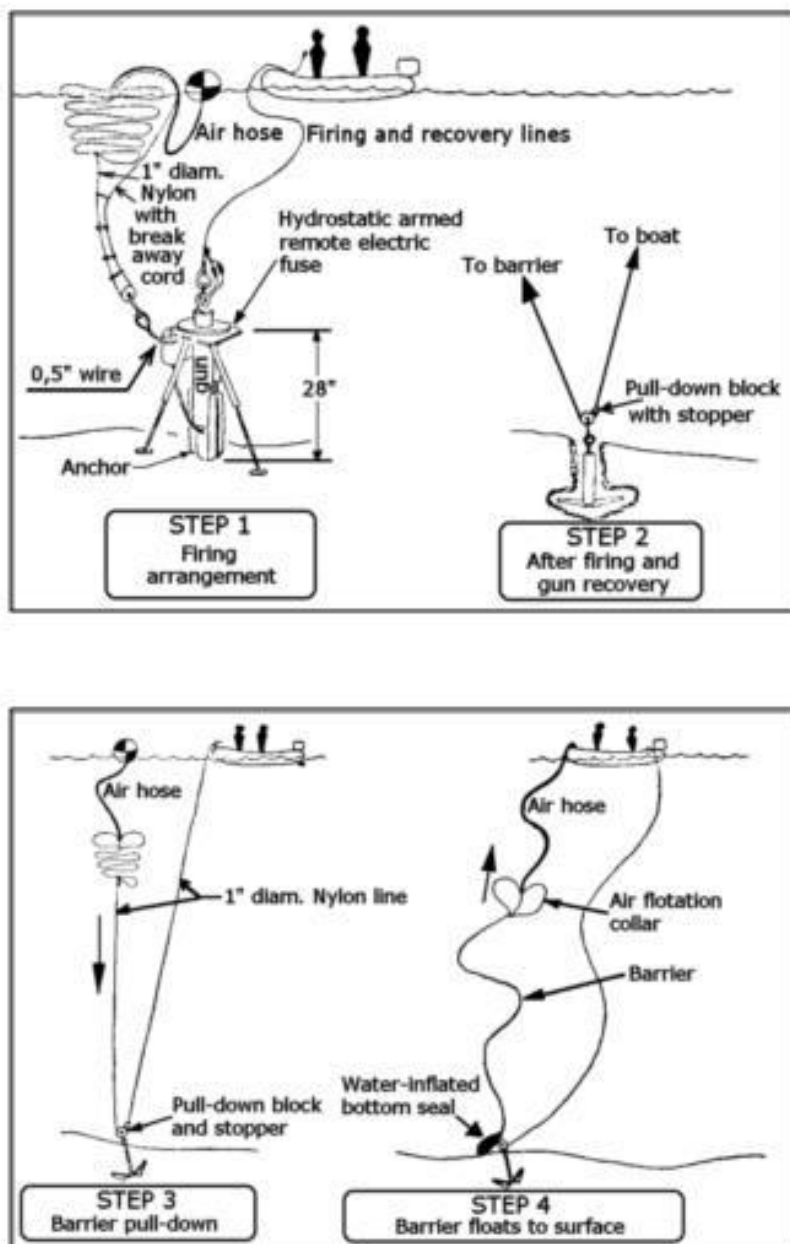
Όταν μια ουσία με διαβρωτικές ιδιότητες έρθει σε επαφή με το δέρμα, μπορεί να προκληθεί νέκρωσή του. Οι ουσίες αυτές Διαχωρίζονται σε 3 κατηγορίες:

Κατηγορία	Οι ουσίες παρουσιάζουν	Νέκρωση του δέρματος
Packaging group I	Σοβαρό κίνδυνο	Εντός 3 λεπτών
Packaging group II	Μεσαίο κίνδυνο	>3 λεπτών και < 60 λεπτών
Packaging group III	Μικρό κίνδυνο	>60 λεπτών και < 4 ωρών

Σχήμα 5.18: Δέντρο 7 - ευδιάλυτες διαβρωτικές ουσίες

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει ουσίες όπως το φωσφορικό οξύ, η μεθανόλη, το θειικό και το οξικό οξύ. Η εξάπλωση μιας τέτοιας ουσίας στο νερό μπορεί να περιοριστεί με την εφαρμογή φράγματος τύπου κουρτίνας, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα. Το φράγμα "αγκυρώνεται" στο βυθό με ειδική τεχνική, καθώς μπορεί να υποστεί μεγάλες πιέσεις λόγω των

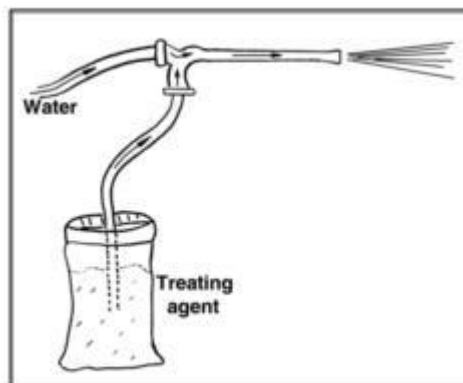
Θαλασσίων ρευμάτων. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε ρηχά σχετικά και λιμνάζοντα νερά.



Σχήμα 5.19: Φράγμα τύπου κουρτίνας

Η διαρροή οξέων και βάσεων σε ρυάκια και ποτάμια μπορεί να αποβεί καταστροφική, ακόμα και σε μικρές ποσότητες. Κι αυτό γιατί τέτοιες κηλίδες έχουν συνήθως μεγάλη συγκέντρωση και κατά την κίνησή τους στο ρεύμα του νερού πλήττουν ή/και καταστρέφουν τη υδάτινη ζωή. Για το λόγο αυτό,

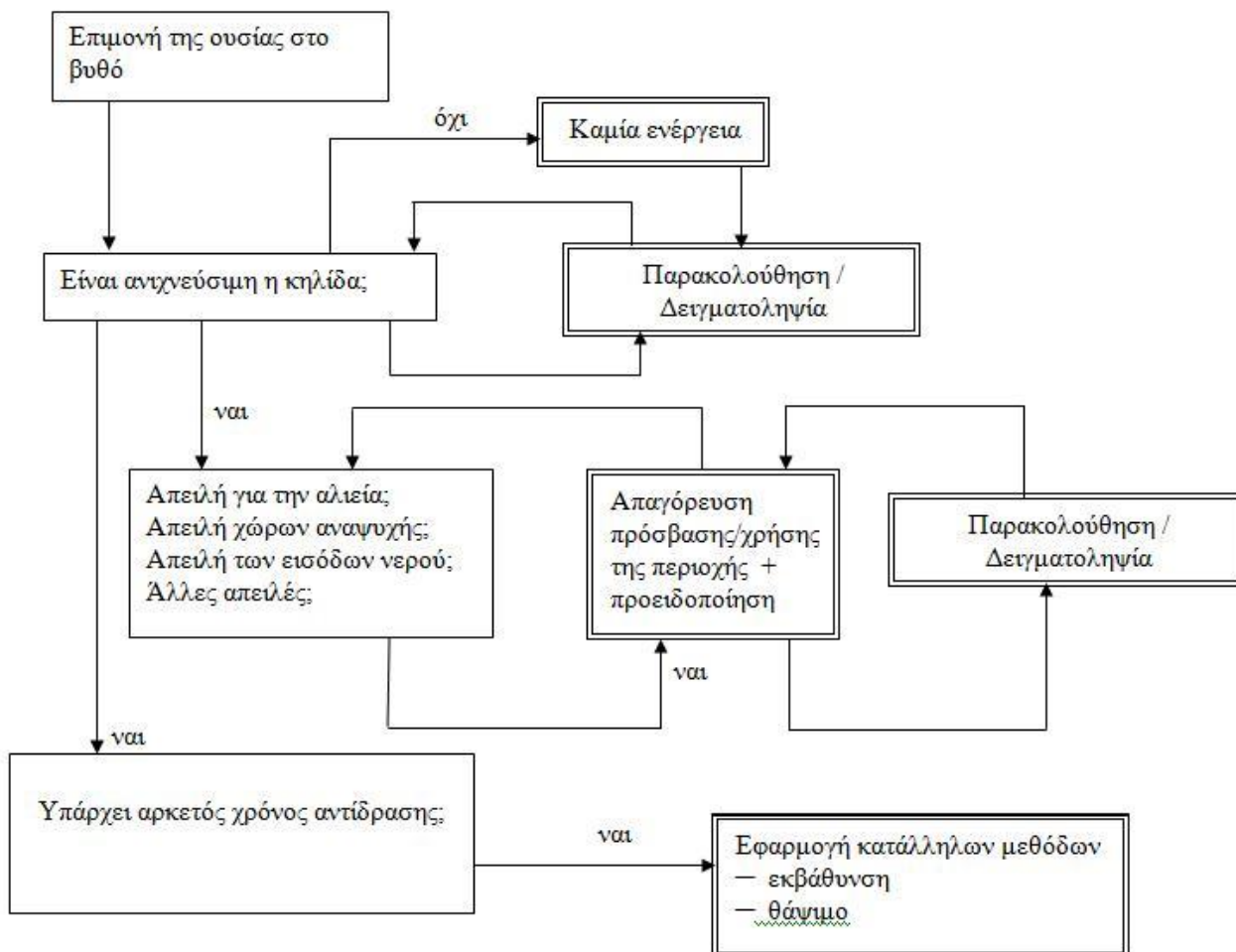
κηλίδες σε περιορισμένες περιοχές όπως σε ποτάμια, πρέπει να εντοπίζονται και να καταπολεμούνται με αδρανοποιητικούς παράγοντες. Οι πιο αποτελεσματικοί απ' αυτούς φαίνεται πως είναι η ανθρακική σόδα ( $\text{NaHCO}_3$ ) για τα οξέα και το δισόξινο φωσφορικό νάτριο για τις βάσεις ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ). Μπορούν να παρασχεθούν με εκτόξευση ή απ' ευθείας από σακούλες. Η θεωρητικά σωστή δοσολογία απαιτεί τη χρήση διπλάσιας σε βάρος ποσότητας αδρανοποιητικού, από αυτή της βάσης/οξέος.



Σχήμα 5.20: Εκτόξευση αδρανοποιητικού παράγοντα

## 5.7 Βυθιζόμενες ουσίες

### 8. Δέντρο Αποφάσεων προς αντιμετώπιση ουσιών που επιδρούν στη χλωρίδα και πανίδα του βυθού (βυθιζόμενες)

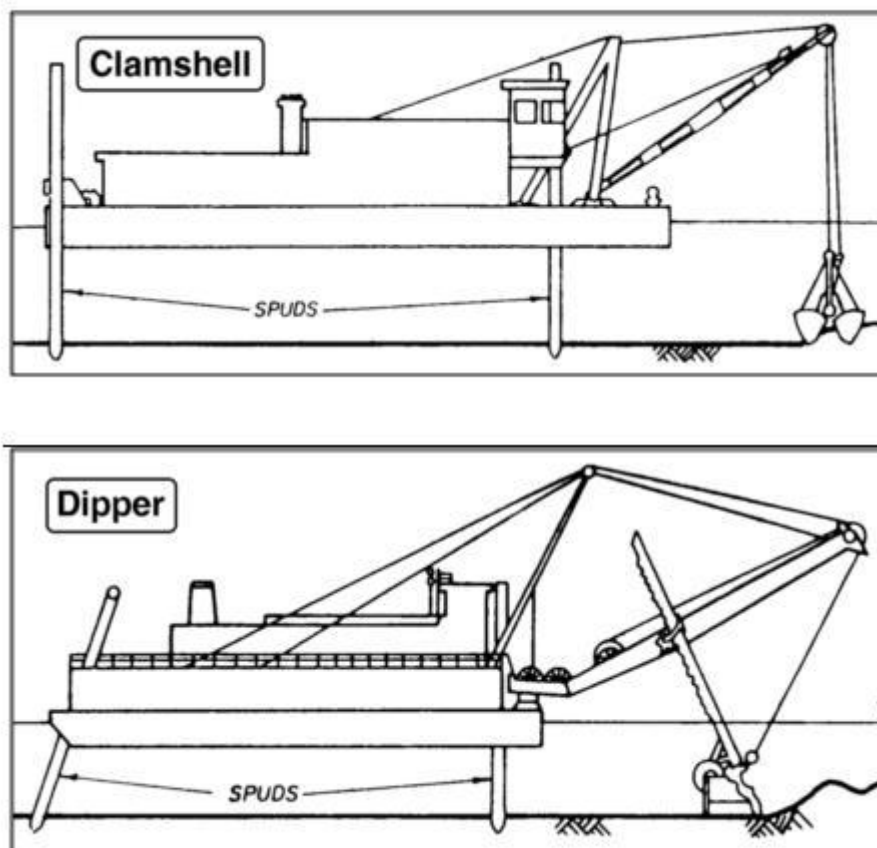


“Επιμονή” είναι η ημιζωή μιας χημικής ουσίας στο νερό σε ημέρες. Όλες οι ουσίες που έχουν χρόνο ημιζωής μεγαλύτερο ή ίσο των 10 ημερών, θα πρέπει να χαρακτηρίζονται ως “επίμονες”.

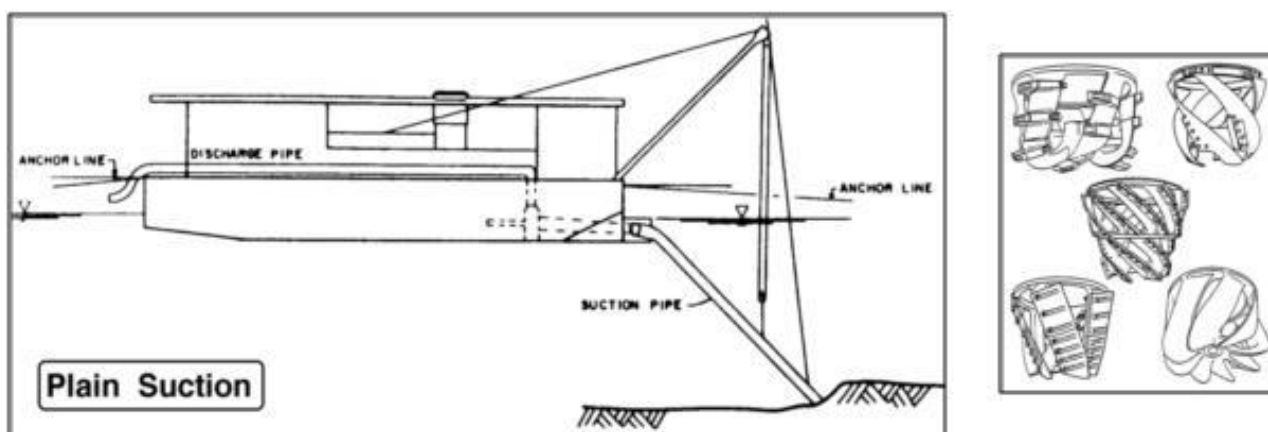
Σχήμα 5.21: Δέντρο 8 - βυθιζόμενες ουσίες

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται περισσότερο εδώ είναι η εκβάθυνση. Με τον όρο αυτό εννοούμε τη μεταφορά ποσότητας ιζημάτων από το βυθό στην επιφάνεια, τα οποία στη συνέχεια τοποθετούνται σε ειδικές δεξαμενές. Τα ιζήματα αυτά είναι μείγματα των ιζημάτων του βυθού και της ουσίας που διέρρευσε. Άλλωστε εδώ μιλάμε για βυθιζόμενες ουσίες, ουσίες δηλαδή βαρύτερες από το νερό που κατακάθονται στο βυθό. Η εκβάθυνση μπορεί να

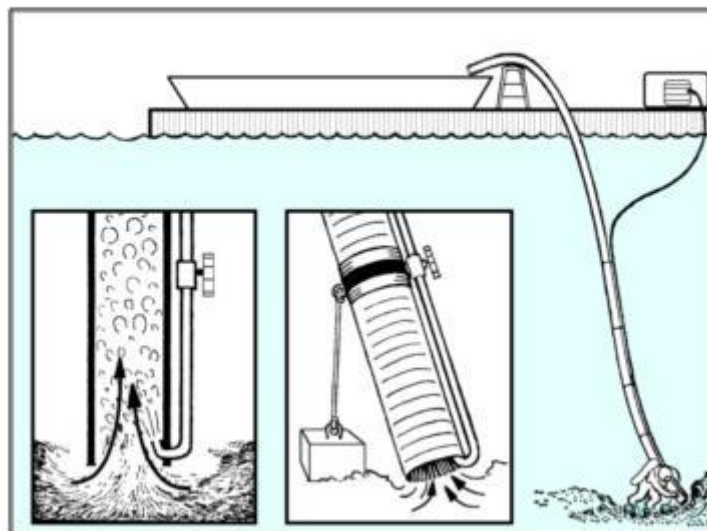
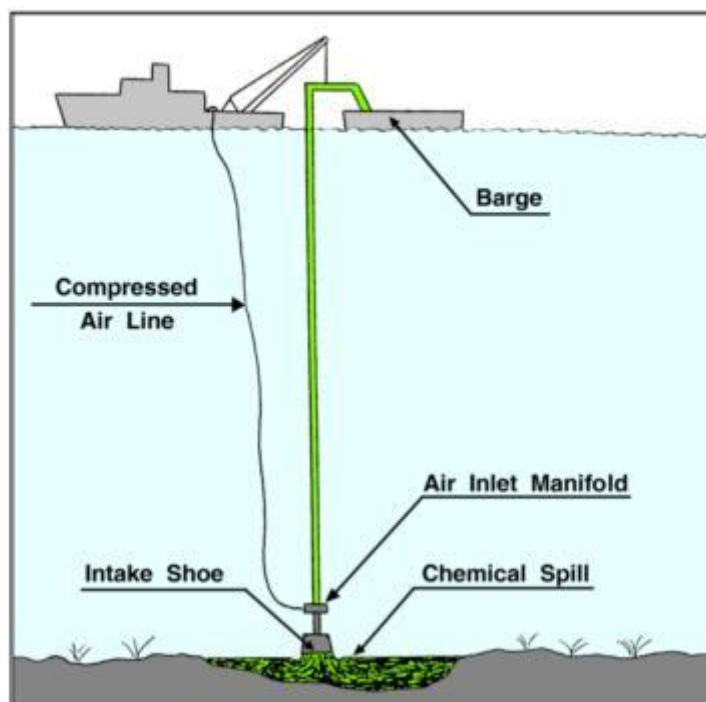
γίνει με μηχανικά, υδραυλικά ή αεροκίνητα μέσα. Τα παρακάτω σχήματα δίνουν μια εικόνα και για τις 3 κατηγορίες:



Σχήμα 5.22: Μηχανική εκβάθυνση



Σχήμα 5.23: Υδραυλική εκβάθυνση και τύποι κεφαλών που χρησιμοποιούν τα μηχανήματα για σκάψιμο

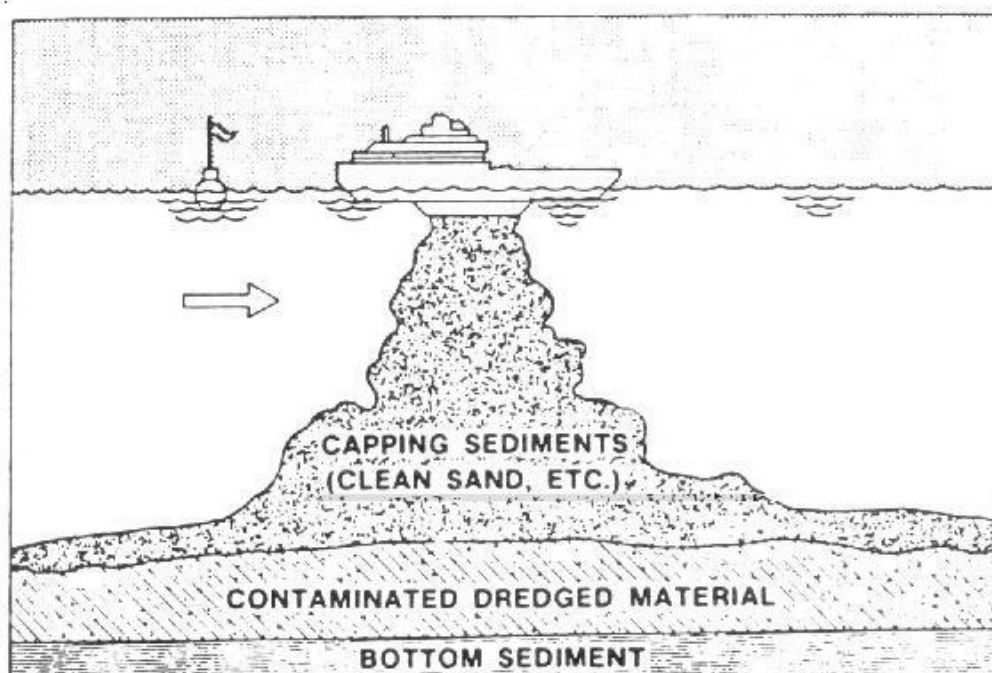


Σχήμα 5.24: Αεροκίνητη εκβάθυνση

Η τελευταία αυτή μέθοδος είναι η απλούστερη απ' όλες και η πιο εύκολα εφαρμόσιμη σε μεγαλύτερα βάθη. Η εγκατάσταση αποτελείται από έναν απλό σωλήνα, στον οποίο διοχετεύεται πεπιεσμένος αέρας μέσω μικρότερου ελαστικού σωλήνα. Η διοχέτευση αυτή γίνεται είτε στο στόμιο του κυρίως σωλήνα, είτε σε άλλη ειδικά διαμορφωμένη είσοδό του, κοντά στο στόμιο. Ο

πεπιεσμένος αέρας καθώς εισέρχεται στον κυρίως σωλήνα κινείται με ορμή προς την επιφάνεια, παρασύροντας μαζί του ιζήματα από την περιοχή εφαρμογής του στομίου. Για μεγαλύτερη ευκολία μπορεί να επεκταθεί ο κυρίως σωλήνας με δεύτερο ελαστικότερο, τον οποίο μπορεί να κατευθύνει δύτης προς όποια κατεύθυνση κρίνεται απαραίτητο.

Τέλος, υπάρχει η επιλογή να θαφτεί η ουσία που "κάθεται" στο βυθό. Κάτι τέτοιο όμως γίνεται μόνο σε περιπτώσεις όπου η εκβάθυνση είναι ανέφικτη και αφήνει την εκκρεμότητα του καθαρισμού του βυθού. Μπορεί επίσης να εφαρμοστεί για μείωση του κινδύνου πριν την απομάκρυνση της ουσίας ή/και για την κάλυψη των υπολειμμάτων που μπορεί να αφήσει η εκβάθυνση.

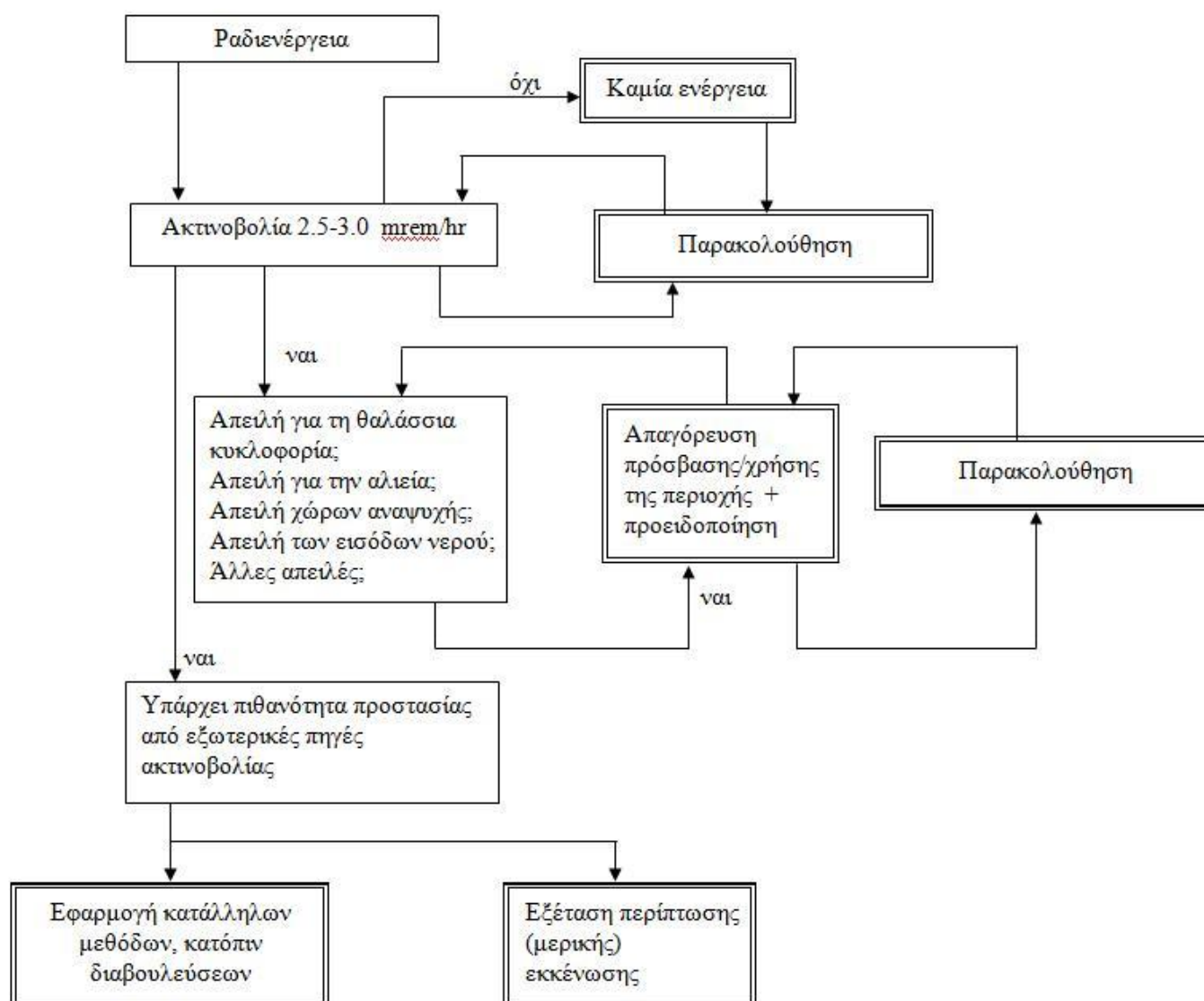


Σχήμα 5.25: Θάψιμο των βυθιζόμενων ουσιών



## 5.8 Ραδιενεργές ουσίες

9. Δέντρο Αποφάσεων για αντιμετώπιση ραδιενεργών ουσιών



Σχήμα 5.26: Δέντρο 9 - ραδιενεργές ουσίες

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6            ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

- 11.1    Στοιχεία κυκλοφορίας (1988-2007)
- 11.2    Ανάλυση βάσης δεδομένων
- 11.3    Αναγωγή των στοιχείων της βάσης δεδομένων στα στοιχεία κυκλοφορίας

## 6. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στόχος της στατιστικής ανάλυσης που ακολουθεί είναι η εστίαση της προσοχής στις συνιστώσες εκείνες που επιδρούν στην εμφάνιση ενός ατυχήματος, προκειμένου αυτό να προλαμβάνεται και, ενδεχομένως, να αντιμετωπίζεται όσο το δυνατόν καλύτερα. Η ανάλυση βασίζεται σε στοιχεία κυκλοφορίας πλοίων μεταφοράς HNS φορτίων στο ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ κομμάτι της Μεσογείου κατά την περίοδο 1988-2007 (δηλαδή εντός των χωρικών υδάτων Ελλάδας, Ιταλίας, Κροατίας, Σερβίας, Σλοβενίας, Αλβανίας, Κύπρου, Μάλτας, Γαλλίας, Ισπανίας, Γιβραλτάρ). Τα στοιχεία αυτά προήλθαν από την EMSA (European Maritime Safety Agency). Από τη REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea) λήφθηκε μια βάση δεδομένων με τα ατυχήματα που συνέβησαν από το 1988 έως το 2007 στη Μεσόγειο και στα οποία εμπλέκονταν HNS φορτία.

### 6.1 Στοιχεία κυκλοφορίας (1988-2007)

Η μελέτη αφορά σε 3 τύπους πλοίων μεταφοράς HNS φορτίων. Οι τύποι αυτοί είναι:

- *Chemical/Oil Carriers*: Πλοία με δυνατότητα μεταφοράς τόσο πετρελαίου όσο και χημικών φορτίων
- *Chemical Tankers*: Δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών φορτίων
- *Acid Tankers*: Δεξαμενόπλοια μεταφοράς οξέων

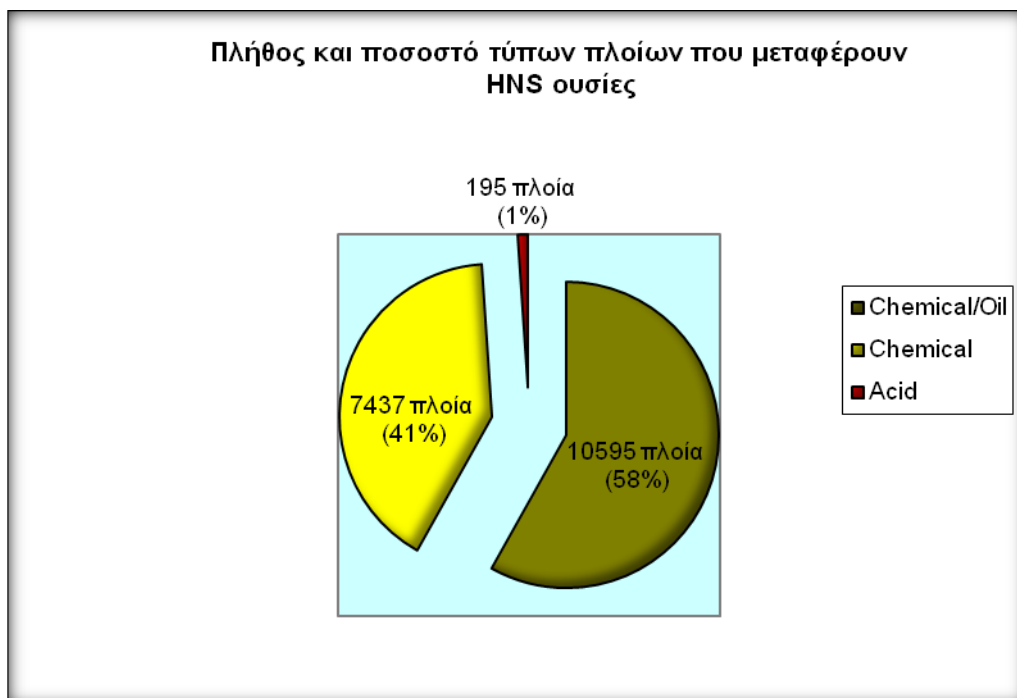
Οι αριθμοί των πλοίων που δραστηριοποιήθηκαν στη Μεσόγειο κατά την περίοδο που μας ενδιαφέρει, καθώς και η μεταφορική τους ικανότητα δίνονται στον Πίνακα 6.1:

Πίνακας 6.1: Στοιχεία κυκλοφορίας

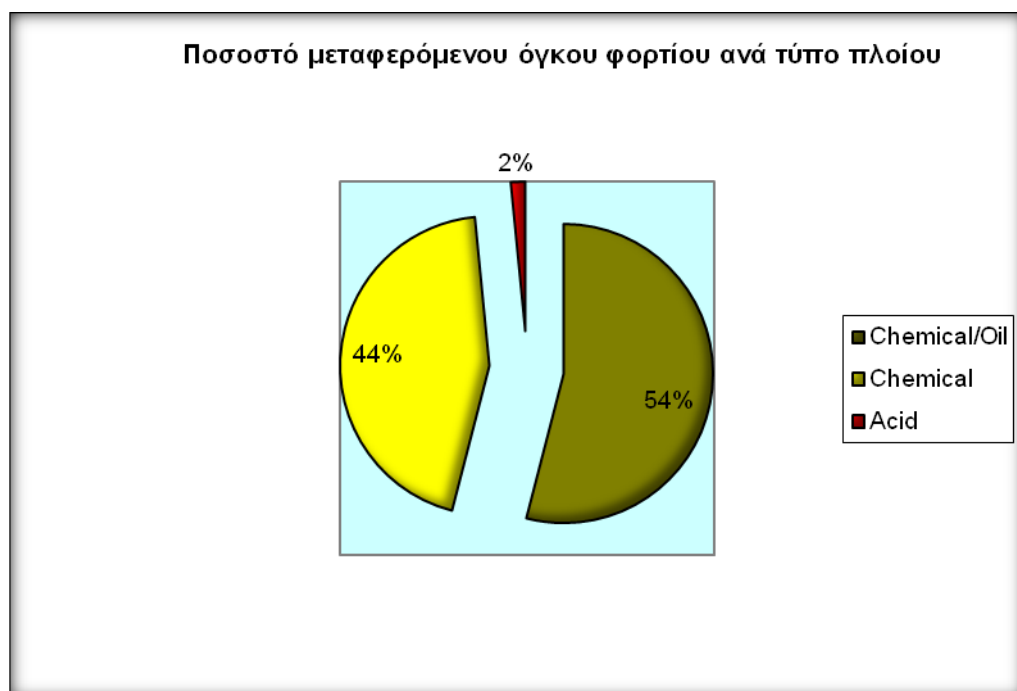
Τύπος πλοίου	Μέση μεταφορική ικανότητα (DWT) †	Αριθμός πλοίων	Συνολική μεταφορική ικανότητα (DWT) Mt
<i>Chemical / Oil Carriers</i>	24,600	10,595	130.3178
<i>Chemical Tankers</i>	14,400	7,437	107.0987
<i>Acid Tankers</i>	19,300	195	3.7546
Σύνολο		18,227	241.1711

Στον Πίνακα 6.1 υποθέσαμε πως τα *Chemical / Oil Carriers* μεταφέρουν στο 50% των πλόων τους φορτία που μας ενδιαφέρουν, καθώς έχουν τη

δυνατότητα να μεταφέρουν και πετρέλαιο. Τα παρακάτω διαγράμματα δείχνουν τον αριθμό των πλοίων ανά τύπο καθώς και τη συνολική μεταφορική ικανότητα κάθε τύπου, ως ποσοστό της ολικής μεταφορικής ικανότητας των 18,227 πλοίων.



Σχήμα 6.1



Σχήμα 6.2

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε την κυκλοφορία των πλοίων στα χωρικά ύδατα κάθε ευρωπαϊκού κράτους της Μεσογείου. Όταν ένα πλοίο ταξιδεύει από ένα λιμάνι προς κάποιο άλλο, πραγματοποιεί μια κλήση προς το λιμάνι προορισμού η οποία ονομάζεται port call. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να αντιστοιχίσουμε μια port call σε μία διαδρομή. Θα έπρεπε επίσης να υπολογίσουμε και τους πλόες που διαπερνούν τη Μεσόγειο, αλλά δεν κάνουν στάση σε κάποιο λιμάνι της. Επειδή όμως δεν κατέστη δυνατό να βρεθούν αυτά τα στοιχεία αναγκαζόμαστε να τα παραβλέψουμε, με την παραδοχή πως η ανάλυση που θα γίνει βρίσκεται στην ασφαλή "περιοχή", δεδομένου ότι ο παρονομαστής του κλάσματος "ατύχημα/ποσό κυκλοφορίας" είναι, με αυτό τον τρόπο, ελαττωμένος. Σύμφωνα λοιπόν με τα στοιχεία των διαφόρων λιμένων (1988-2007), παίρνουμε τον Πίνακα 6.2 (σημειώνεται πως στην κατηγορία Eastern Mediterranean περιλαμβάνονται οι ευρωπαϊκές χώρες της ανατολικής Μεσογείου εκτός της Ελλάδας, δηλ. Σερβία, Κύπρος κλπ.):

Πίνακας 6.2: Κυκλοφορία ανά χώρα (port calls)

Χώρα	Chemical tankers	Chemical / Oil carriers	Acid tankers	Σύνολο
ITA	61,355	31,935	254	93,544
GRE	9,892	16,655	45	26,592
ESP	13,887	18,916	299	33,102
MLT	3,292	3,307	15	6,614
FRA	10,864	11,149	0	22,013
Eastern Med.	1,527	2,125	0	3,652
GIB	1,003	1,795	30	2,828
Σύνολο	101,820	85,882	643	188,345



Σχήμα 6.3

Στη συνέχεια μπορούμε να κάνουμε μια απλή εκτίμηση του μεταφερόμενου όγκου φορτίου, δεδομένου ότι τα πλοία που ταξιδεύουν δεν είναι πάντα φορτωμένα. Πολλές φορές το πλοίο μεταφέρει το φορτίο του από ένα λιμάνι σε ένα άλλο και γυρίζει πίσω άδειο. Άλλες φορές μπορεί να κάνει περισσότερες από μία στάσεις με περισσότερα φορτία. Έτσι μπορούμε να κάνουμε τη μέγιστη (high estimate) και την ελάχιστη (low estimate) εκτίμηση μεταφερόμενου όγκου με βάση τον Πίνακα 6.3:

Πίνακας 6.3: Εκτίμηση της πληρότητας φορτίου για κάθε τύπο πλοίου

	HIGH estimates	LOW estimates
Chemical / Oil carriers	$100\% \times 50\% = 50\%$	$50\% \times 50\% = 25\%$ of DWT x number of calls
Chemical tankers	$100\% \times 100\% = 100\%$	$50\% \times 100\% = 50\%$ of DWT x number of calls
Acid tankers	$100\% \times 100\% = 100\%$	$50\% \times 100\% = 50\%$ of DWT x number of calls

Η μέγιστη εκτίμηση γίνεται υποθέτοντας ότι το πλοίο είναι φορτωμένο σε όλα του τα δρομολόγια, ενώ στην ελάχιστη μόνο στο ένα από τα δύο. Σημειώνεται εδώ πως στην περίπτωση των Chemical / Oil carriers έχει ληφθεί υπ' όψη και η υπόθεση πως τα συγκεκριμένα πλοία μεταφέρουν κατά

50% φορτία που μας ενδιαφέρουν και κατά 50% άλλα πετρελαιοειδή, όπως άλλωστε προαναφέρθηκε. Εφαρμόζοντας τα παραπάνω στα στοιχεία που έχουμε, παίρνουμε τους Πίνακες 6.4 και 6.5:

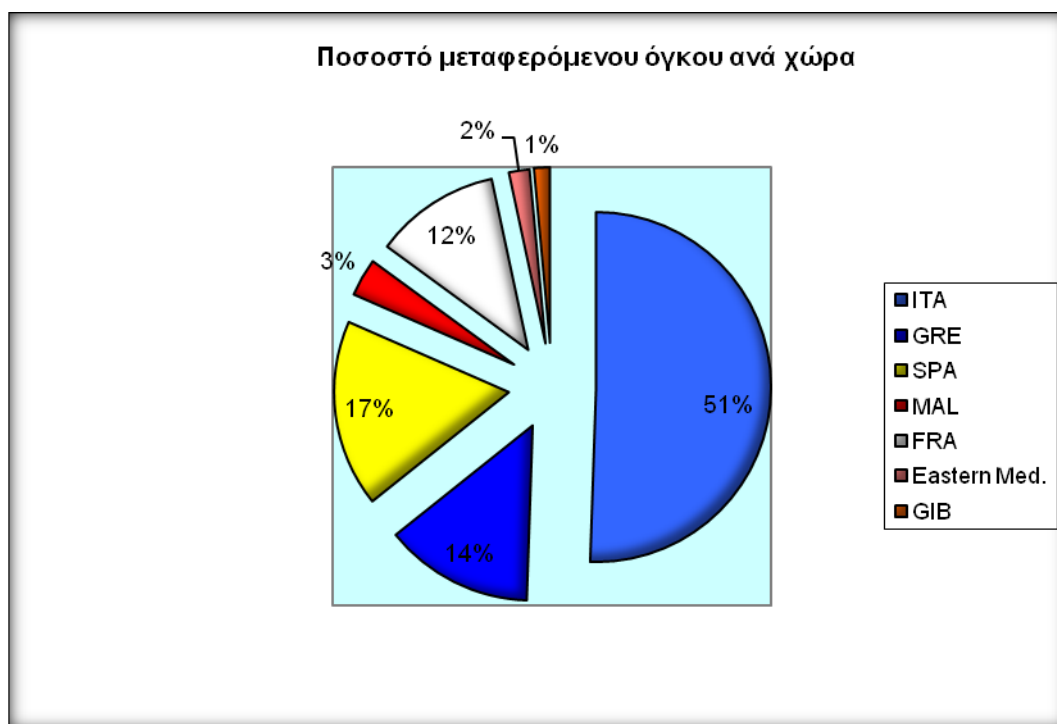
Πίνακας 6.4: Μεταφερόμενος όγκος ανά χώρα (Mtons), high estimates

Χώρα	Chemical tankers	Chemical / Oil carriers	Acid tankers	Σύνολο
ITA	883,512	392,801	4,902	1281,215
GRE	142,445	204,857	0,869	348,170
ESP	199,973	232,667	5,771	438,410
MLT	47,405	40,676	0,290	88,370
FRA	156,442	137,133	0,000	293,574
Eastern Med.	21,989	26,138	0,000	48,126
GIB	14,443	22,079	0,579	37,101
Σύνολο	1466,208	1056,349	12,410	2534,967

Πίνακας 6.5: Μεταφερόμενος όγκος ανά χώρα (Mtons), low estimates

Χώρα	Chemical tankers	Chemical / Oil carriers	Acid tankers	Σύνολο
ITA	441.756	196.400	2.451	640.607
GRE	71.222	102.428	0.434	174.085
ESP	99.986	116.333	2.885	219.205
MLT	23.702	20.338	0.145	44.185
FRA	78.221	68.566	0.000	146.787
Eastern Med.	10.994	13.069	0.000	24.063
GIB	7.222	11.039	0.290	18.550
Σύνολο	733.104	528.174	6.205	1267.483

Επειδή ακριβώς οι τιμές του Πίνακα 6.5 είναι το 1/2 εκείνων του Πίνακα 6.4, οι αναλογίες μεταφερόμενου όγκου ανά χώρα είναι οι ίδιες, ασχέτως αν κάνουμε μέγιστη ή ελάχιστη εκτίμηση. Άρα και το παρακάτω διάγραμμα θα είναι κοινό:



Σχήμα 6.4

## 6.2 Το Σχετικό Ρίσκο (Relative Risk)

Στη Στατιστική και τη Μαθηματική Επιδημιολογία, το Σχετικό Ρίσκο ή Relative Risk (RR) είναι το ρίσκο ενός ενδεχόμενου σχετικού (π.χ. ανάπτυξη ασθένειας) με την έκθεση σε κάποια κατάσταση. Ορίζεται ως ο λόγος της πιθανότητας το ενδεχόμενο να συμβεί όταν υπάρχει έκθεση σε δεδομένο περιβάλλον, προς την πιθανότητα να συμβεί όταν δεν υπάρχει έκθεση:

$$RR = \frac{P_{\text{exposed}}}{P_{\text{non exposed}}}$$

Ας χρησιμοποιήσουμε ένα παράδειγμα για να γίνει απολύτως κατανοητό το τι μας προσφέρει το Σχετικό Ρίσκο. Έστω ότι η πιθανότητα να πάθει κάποιος καρκίνο του πνεύμονα είναι 20%, εφόσον το άτομο αυτό είναι καπνιστής. Έστω επίσης ότι η πιθανότητα να παρουσιάσει καρκίνο του πνεύμονα είναι 1% αν δεν είναι καπνιστής. Σύμφωνα λοιπόν με τον παραπάνω ορισμό, το Σχετικό Ρίσκο θα είναι:



$$RR = \frac{0.2}{0.01} = 20$$

Η τιμή αυτή μας δείχνει πως είναι 20 φορές πιθανότερο να εμφανίσει κάποιος καρκίνο του πνεύμονα εφόσον είναι καπνιστής. Κάνοντας μια απλή σύγκριση μεταξύ ενός πειραματικού γκρουπ και ενός γκρουπ ελέγχου, προκύπτει ότι:

- RR=1 σημαίνει πως δεν υπάρχει διαφορά ρίσκου μεταξύ των δύο γκρουπ
- RR<1 σημαίνει πως το ενδεχόμενο είναι λιγότερο πιθανό να συμβεί στο πειραματικό γκρουπ απ' ό τι στο γκρουπ ελέγχου
- RR>1 σημαίνει πως το ενδεχόμενο είναι περισσότερο πιθανό να συμβεί στο πειραματικό γκρουπ απ' ό τι στο γκρουπ ελέγχου

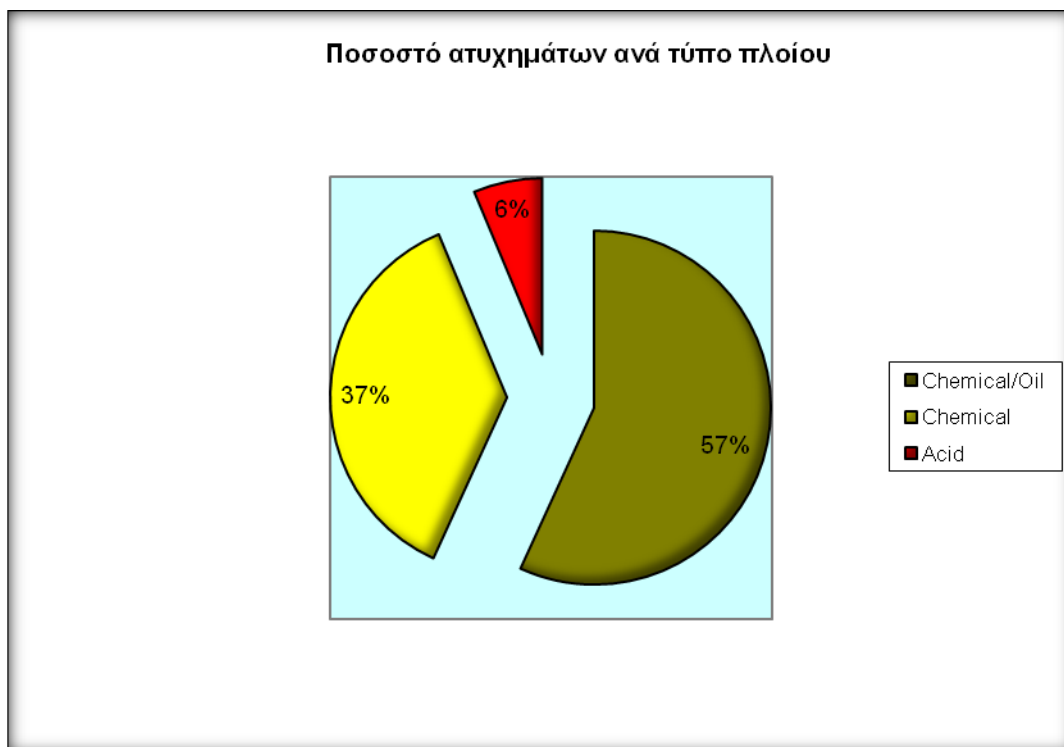
Η μέθοδος του Σχετικού Ρίσκου θα χρησιμοποιηθεί στην πράξη στην επόμενη Παράγραφο.

### 6.3 Ανάλυση βάσης δεδομένων

Από τη βάση δεδομένων της REMPLAC προκύπτουν 95 ατυχήματα στην «ευρωπαϊκή» Μεσόγειο κατά την περίοδο που εξετάζουμε (1988-2007). Ανάλογα με τον τύπο πλοίου, τα ατυχήματα αυτά κατανέμονται σύμφωνα με τον Πίνακα 6.6. Το Σχήμα 6.5 που ακολουθεί μας δείχνει το ποσοστό των ατυχημάτων ανά τύπο πλοίου:

Πίνακας 6.6: Ατυχήματα ανά τύπο πλοίου για κάθε χώρα

Χώρα	Chemical/Oil	Chemical	Acid	Σύνολο
ITA	19	14	2	35
GRE	17	12	2	31
SPA	6	6	0	12
MAL	7	1	2	10
FRA	2	0	0	2
East.Med.	2	1	0	3
GIB	1	1	0	2
Σύνολο	54	35	6	95



Σχήμα 6.5

Είναι επίσης σημαντικό να ξέρουμε σε πόσα από τα ατυχήματα είχαμε διαρροή φορτίου, ώστε να κρίνουμε την ετοιμότητα αντιμετώπισης ενός ατυχήματος, αλλά και τα μέτρα ασφαλείας για τη μεταφορά των HNS. Στον Πίνακα 6.7 δίνονται τα σχετικά στοιχεία, ενώ ακολουθεί και το Σχήμα 6.6 που αφορά στο ποσοστό των ατυχημάτων που παρουσίασαν διαρροή HNS ανά χώρα:

Πίνακας 6.7: Ποσοστό περιπτώσεων διαρροής φορτίου

Χώρα	Διαρροή	Μη διαρροή	Ποσοστό
ITA	9	26	0.257
GRE	16	15	0.516
SPA	2	10	0.167
MAL	2	8	0.200
FRA	1	1	0.500
East.Med.	2	1	0.667
GIB	0	2	0.000
Σύνολο	32	63	0.337

Έχοντας αναφερθεί στην προηγούμενη Παράγραφο στην έννοια του σχετικού Ρίσκου, τώρα είναι μια καλή ευκαιρία να την εφαρμόσουμε με βάση τον Πίνακα 6.7. Υπολογίζουμε λοιπόν το Σχετικό Ρίσκο του να υπάρξει διαρροή ως αποτέλεσμα ατυχήματος στα ελληνικά χωρικά ύδατα, σε σχέση με το να υπάρξει διαρροή στην Ιταλία, την Ισπανία, τη Μάλτα, αλλά και το σύνολο της Μεσογείου εκτός Ελλάδας. Παίρνουμε τα αντίστοιχα Σχετικά Ρίσκα:

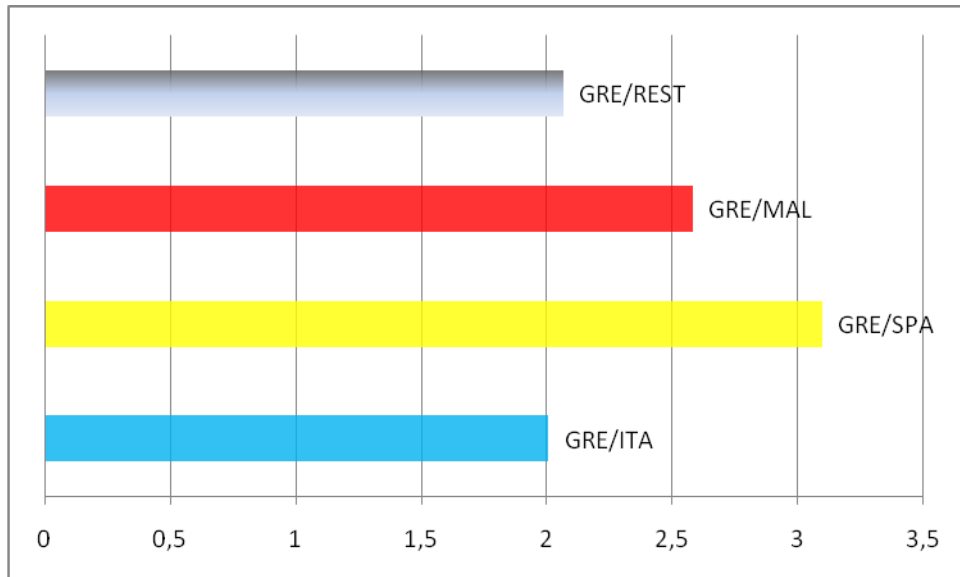
$$RR_{G/I} = \frac{P_{GRE}}{P_{ITA}} = \frac{0.516}{0.257} = 2.007$$

$$RR_{G/S} = \frac{P_{GRE}}{P_{SPA}} = \frac{0.516}{0.167} = 3.097$$

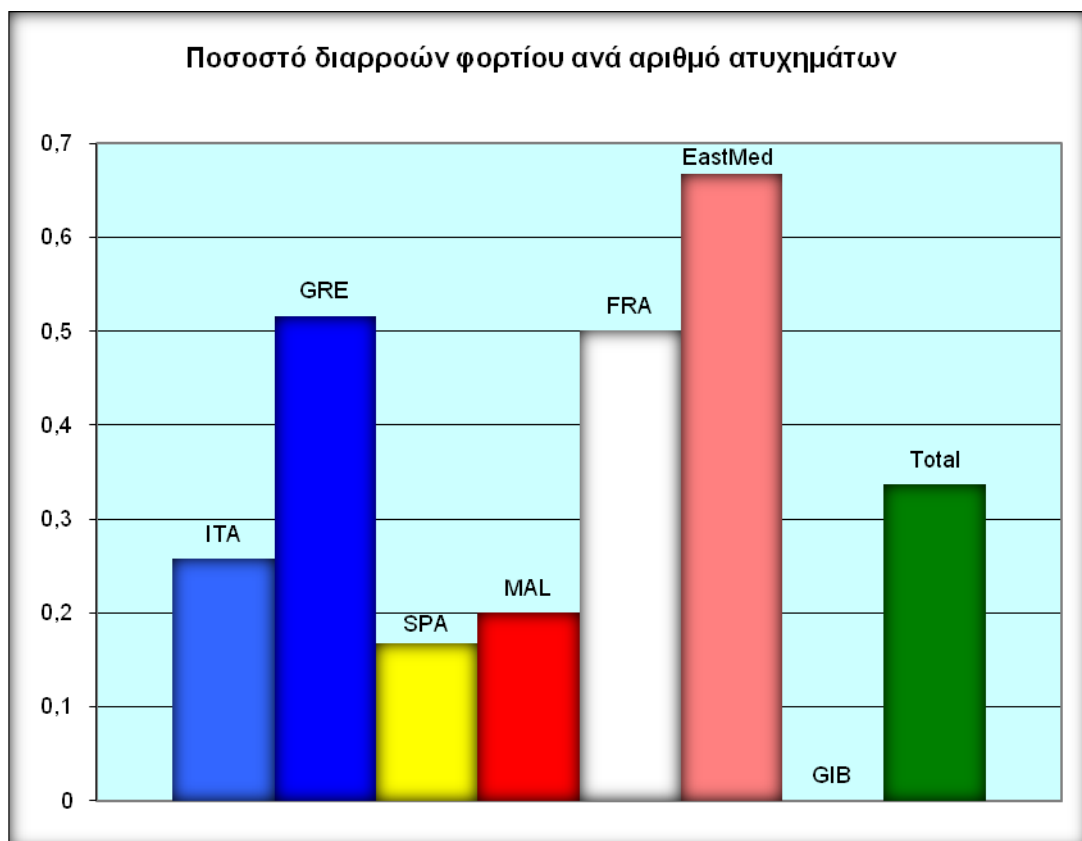
$$RR_{G/M} = \frac{P_{GRE}}{P_{MAL}} = \frac{0.516}{0.200} = 2.581$$

$$RR_{G/R} = \frac{P_{GRE}}{P_{REST}} = \frac{0.516}{\left(\frac{32-16}{95-31}\right)} = 2.065$$

Βλέπουμε δηλαδή πως στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο είναι πιο πιθανό να παρουσιαστεί διαρροή HNS, αν συμβεί βεβαίως ατύχημα, από οποιαδήποτε από τις άλλες 3 περιοχές με τις οποίες συγκρίναμε, αφού όλοι οι λόγοι είναι μεγαλύτεροι του 1. Όπως μάλιστα φαίνεται και στα παρακάτω διαγράμματα, μόνο η κατηγορία της "υπόλοιπης Μεσογείου" εμφανίζει μεγαλύτερο ποσοστό διαρροών, η οποία όμως περιλαμβάνει πολλές χώρες και δεν μπορεί να λογιστεί ως ομοιογενές σύνολο. Το Σχήμα 6.6 απεικονίζει γραφικά τα παραπάνω Σχετικά Ρίσκα, ενώ το Σχήμα 6.7 δείχνει τα ποσοστά διαρροών/ατυχημάτων.



Σχήμα 6.6



Σχήμα 6.7

Έχοντας στα χέρια μας τον αριθμό των ατυχημάτων και διαρροών φορτίου διαχρονικά, για την περίοδο 1988-2007, μπορούμε να αναλύσουμε τα δεδομένα αυτά μέσω της Περιγραφικής Στατιστικής. Οι παρακάτω πίνακες παραθέτουν τα διαθέσιμα στοιχεία:

Πίνακας 6.8: Αριθμός ατυχημάτων σε κάθε χώρα διαχρονικά

Χώρα	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ITA	3	2	1	3	3	1	5	4	3	1
GRE	1		1		2		6		1	1
SPA				1	1	1	2	1	1	
MAL	1					1	1	2		
FRA									1	1
East.Med.				1			1			
GIB							1			
Σύνολο	5	2	2	5	6	3	16	7	6	3

Χώρα	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ITA	2		1			1	1	2		2
GRE	1	1	2	1	1	1	3	2	5	2
SPA		1					3			1
MAL					1		1	2	1	
FRA										
East.Med.		1								
GIB										1
Σύνολο	3	3	3	1	2	2	8	6	6	6

Από τα δεδομένα αυτά παίρνουμε τα παρακάτω στοιχεία:

Μέσος	4,75
Τυπικό σφάλμα	0,742949
Διάμεσος	4
Επικρατούσα τιμή	6

Μέση απόκλιση τετραγώνου	3,32257
Διακύμανση	11,03947
Εύρος	15
Ελάχιστο	1
Μέγιστο	16
Άθροισμα	95
Πλήθος	20 έτη

Ακολουθούμε την ίδια διαδικασία για τις περιπτώσεις διαρροών φορτίου:

Πίνακας 6.9: Αριθμός διαρροών φορτίου σε κάθε χώρα διαχρονικά

Χώρα	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
ITA	1			1					1	1
GRE			1		1		2		1	1
SPA										
MAL	1									
FRA									1	
East.Med.				1						
GIB										
Σύνολο	2	0	1	2	1	0	2	0	3	2

Χώρα	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ITA	2		1			1		1		
GRE		1	2	1	1	1	1	1	2	
SPA		1					1			
MAL					1					
FRA										
East.Med.		1								
GIB										
Σύνολο	2	3	3	1	2	2	2	2	2	0

Μέσος	1,6
Τυπικό σφάλμα	0,222427
Διάμεσος	2
Επικρατούσα τιμή	2
Μέση απόκλιση τετραγώνου	0,994723
Διακύμανση	0,989474
Εύρος	3
Ελάχιστο	0
Μέγιστο	3
Άθροισμα	32
Πλήθος	20έτη

Χρησιμοποιώντας τώρα τη μέθοδο της Συσταδοποίησης (clustering), και σύμφωνα με τους παραπάνω πίνακες, βλέπουμε πως αρχικά μπορούμε να χωρίσουμε το δειγματικό χώρο σε 7 συστάδες, καθεμία από τις οποίες αντιστοιχεί σε μία χώρα:

Πίνακας 6.10: Συσταδοποίηση ανά χώρα, (1<sup>ο</sup> επίπεδο)

Συστάδα	Ατυχήματα	Διαρροές
ITA	35	9
GRE	31	16
SPA	12	2
MAL	10	2
FRA	2	1
East. Med.	3	2
GIB	2	0

Οι συστάδες αυτές όμως, μπορούν στο δεύτερο επίπεδο να συγχωνευτούν σε άλλες μεγαλύτερες, με βάση τη γεωγραφική απόσταση των χωρών. Έτσι στο επίπεδο 2 έχουμε:

Πίνακας 6.11: 2<sup>ο</sup> επίπεδο Συσταδοποίησης

Συστάδα	Ατυχήματα	Διαρροές
Δυτική Μεσόγειος	16	3
Κεντρική Μεσόγειος	45	11
Ανατολική Μεσόγειος	34	18

όπου η Δυτική Μεσόγειος αποτελείται από Ισπανία, Γαλλία, Γιβραλτάρ, η Κεντρική Μεσόγειος από Ιταλία και Μάλτα, ενώ η Ανατολική Μεσόγειος από την Ελλάδα και τις υπόλοιπες ανατολικές χώρες, όπως αυτές έχουν οριστεί.

Το τρίτο και τελευταίο επίπεδο αποτελείται από μία μόνο συστάδα, η οποία περιέχει το σύνολο των παραπάνω χωρών ως Ευρωπαϊκή Μεσόγειος και παρουσιάζει το σύνολο των ατυχημάτων (95) και διαρροών (32) φορτίου.

Συνεχίζοντας, ο Πίνακας 6.12 μας δίνει τα ατυχήματα και τις διαρροές ανά τύπο πλοίου:

Πίνακας 6.12: Ατυχήματα και διαρροές ανά τύπο πλοίου

Τύπος πλοίου	Διαρροή	Μη διαρροή	Ατυχήματα
Chemical/Oil	24	30	54
Chemical	8	27	35
Acid		6	6
Total	32	63	95

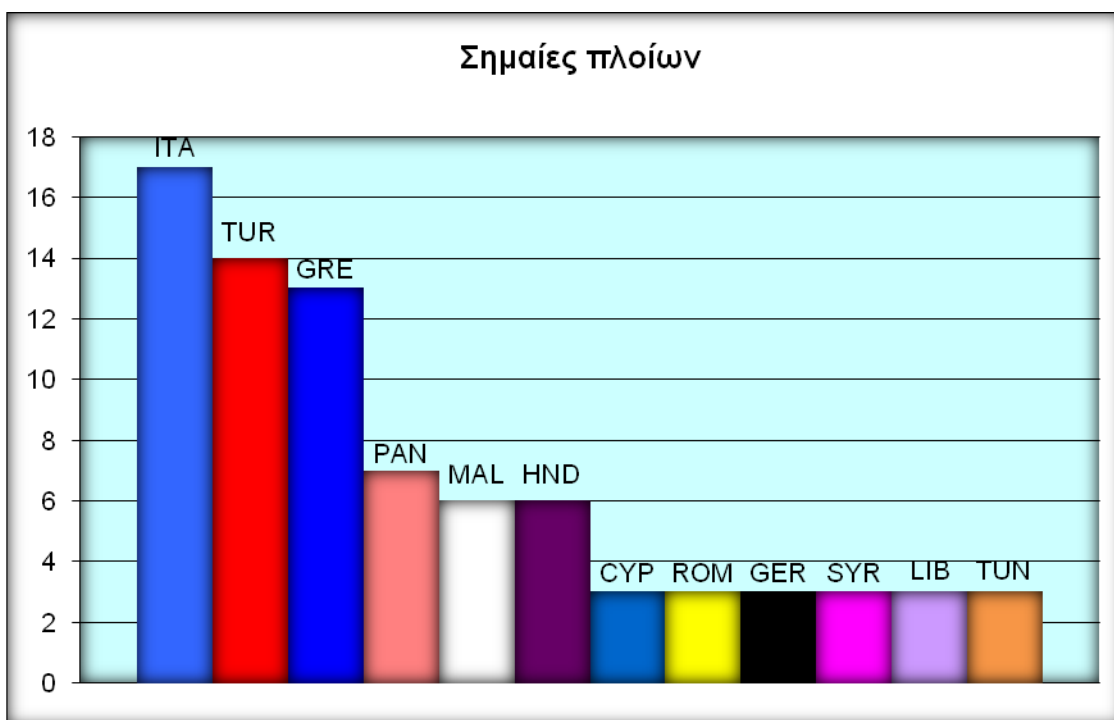
Σ' αυτή την περίπτωση μπορούμε επίσης να υπολογίσουμε το Σχετικό Ρίσκο για διαρροές, ανάμεσα σε chemical/oil tankers και chemical tankers:

$$RR_{CO/C} = \frac{P_{CH/O}}{P_{CHEM}} = \frac{24/54}{8/35} = 1.944$$

που σημαίνει πως είναι δύο φορές πιθανότερο να διαρρεύσει φορτίο από πλοίο συνδυασμένου τύπου (chemical/oil).

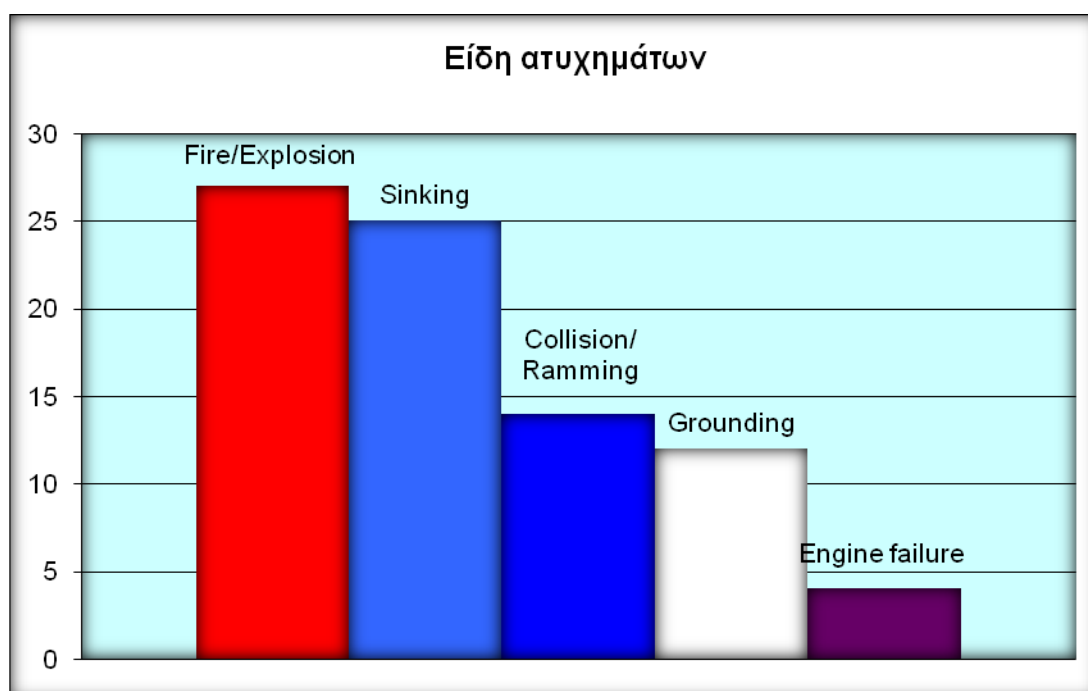
Στη συνέχεια μπορούμε να αναλύσουμε τα ατυχήματα που εξετάζουμε με βάση τη σημαία του κάθε πλοίου. Οι σημαίες που παρουσιάστηκαν περισσότερο στα ατυχήματα φαίνονται στο Σχήμα 6.8:





Σχήμα 6.8

Οι τρόποι με τους οποίους εκδηλώθηκαν τα περισσότερα ατυχήματα δίνονται στο Σχήμα 6.9:



Σχήμα 6.9

Πολύ σημαντικά, τα σημαντικότερα ίσως, είναι τα στοιχεία που αφορούν στις ανθρώπινες απώλειες. Στα 95 ατυχήματα που παρουσιάστηκαν την

περίοδο 1988-2007 καταγράφηκαν 3 θάνατοι, ενώ 88 άνθρωποι αγνοούνται. Αν ανάγουμε τις τιμές αυτές σε ατυχήματα βλέπουμε πως τουλάχιστον 1 άνθρωπος πεθαίνει ή αγνοείται ανά ατύχημα, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 6.13:

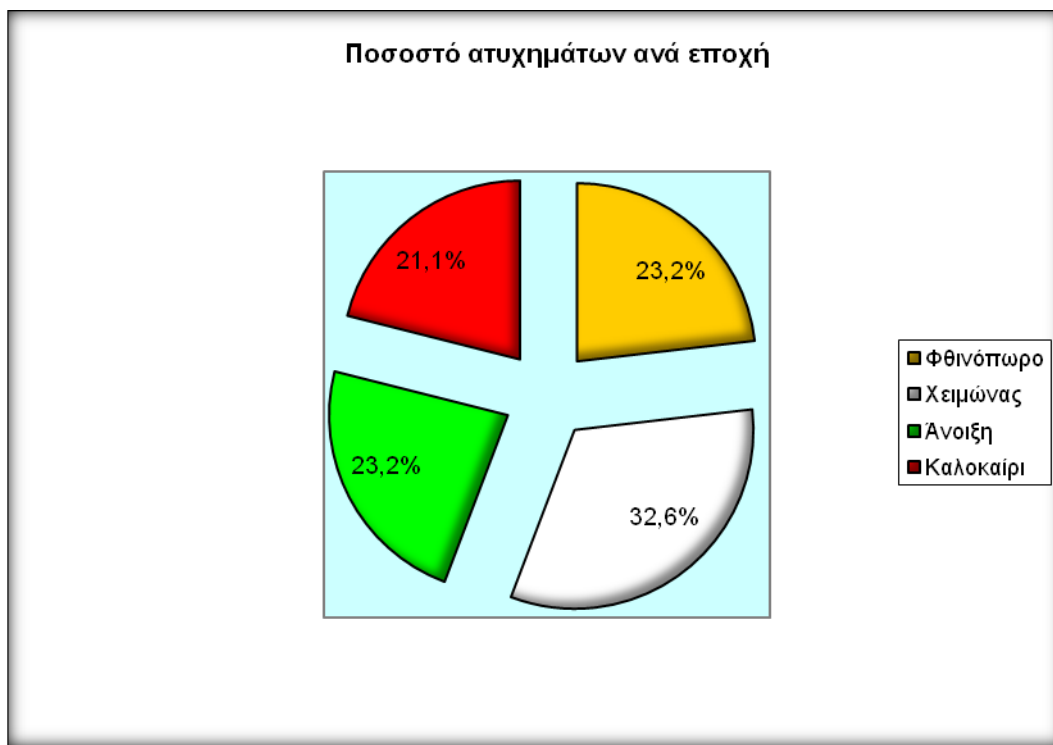
Πίνακας 6.13: Ανθρώπινες απώλειες ανά ατύχημα

i	Ανθρώπινες απώλειες	i/95
Νεκροί	6	0,063158
Αγνοούμενοι	93	0,978947

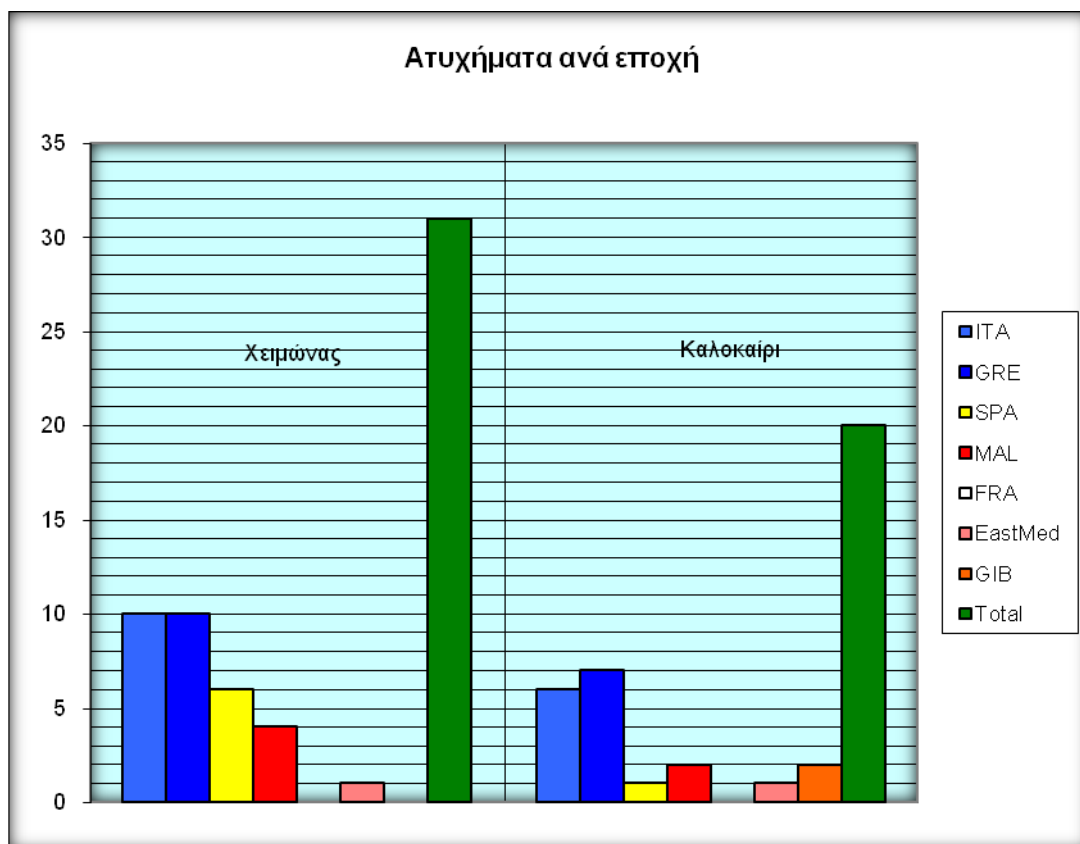
Αναμφισβήτητα οι καιρικές συνθήκες παίζουν πολύ μεγάλο ρόλο στην εμφάνιση ενός ατυχήματος. Είναι λογικό να αναμένει κάποιος ότι θα παρουσιάζονται περισσότερα ατυχήματα π.χ. το χειμώνα παρά το καλοκαίρι, όταν και επικρατούν ευνοϊκότερες συνθήκες πλεύσης. Η λογική αυτή επιβεβαιώνεται και από τα σχετικά στοιχεία της βάσης δεδομένων της REMPEC. Όπως βλέπουμε και στον παρακάτω πίνακα, 31 ατυχήματα παρουσιάστηκαν κατά την περίοδο του χειμώνα (32.6 %), περισσότερα από κάθε άλλη εποχή. Ως δεύτερες πιο «επικίνδυνες» περιόδους αναδεικνύονται η άνοιξη και το φθινόπωρο (22 ατυχήματα - 23.2 %), ενώ το καλοκαίρι εμφανίζονται λιγότερα ατυχήματα. Τα στοιχεία αυτά δίνονται στον Πίνακα 6.14, καθώς και στα Σχήματα 6.10, 6.11 που ακολουθούν:

Πίνακας 6.14: Ατυχήματα ανά εποχή

Χώρα	Φθινόπωρο	Χειμώνας	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Σύνολο
ITA	8	10	11	6	35
GRE	9	10	5	7	32
SPA	4	6	1	1	12
MAL	0	4	4	2	10
FRA	1	0	1	0	2
East.Med.	0	1	0	2	3
GIB	0	0	0	1	1
<b>Σύνολο</b>	<b>22</b>	<b>31</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>69</b>
Ποσοστό	0.232	0.326	0.232	0.211	



Σχήμα 6.10



Σχήμα 6.11

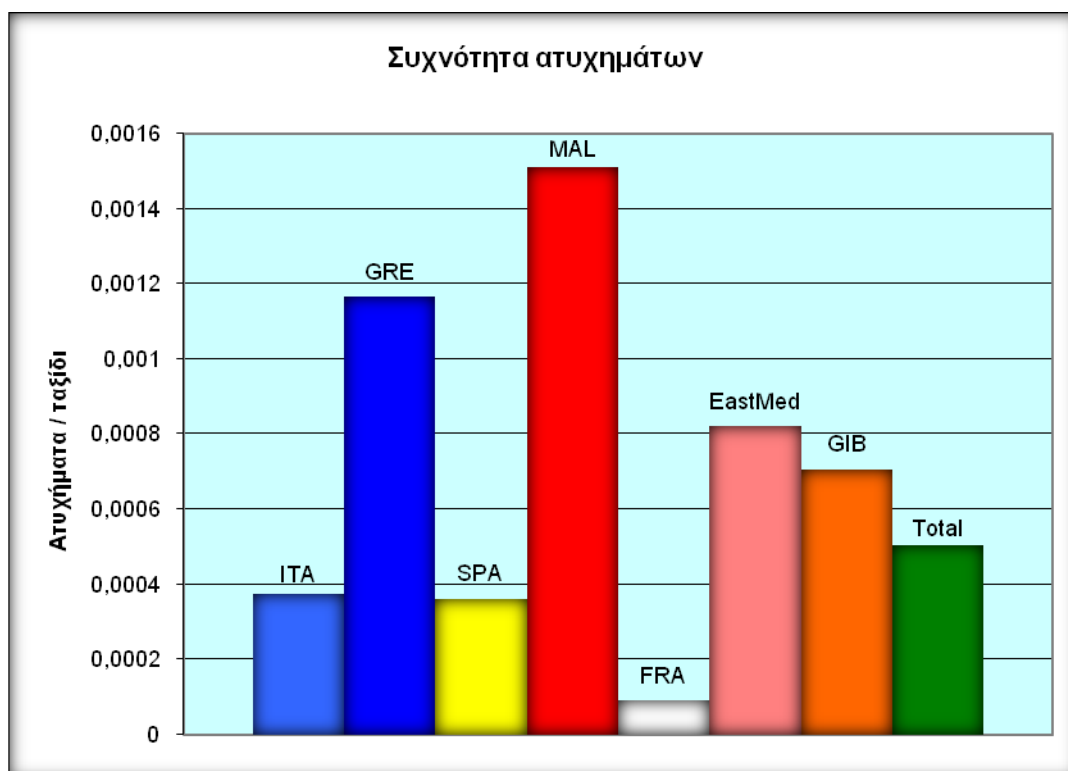
#### 6.4 Αναγωγή των στοιχείων της βάσης δεδομένων στα στοιχεία κυκλοφορίας

Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 6.6 της προηγούμενης παραγράφου, τα περισσότερα από τα ατυχήματα (35) συνέβησαν στη θαλάσσια περιοχή της Ιταλίας, ενώ ακολουθεί η Ελλάδα. Εκτός όμως του απόλυτου αριθμού των ατυχημάτων, μεγαλύτερη ίσως σημασία έχει να εξετάσουμε τα ατυχήματα ως συνάρτηση της κυκλοφορίας σε κάθε περιοχή, εξάγοντας έτσι στοιχεία που αφορούν την επικινδυνότητά της. Ο Πίνακας 6.15 μας δίνει τα στοιχεία αυτά:

Πίνακας 6.15: Συχνότητα ατυχημάτων

Χώρα	Ατυχήματα/ταξίδι	Αριθμός ταξιδιών για 1 ατύχημα	Αριθμός ατυχημάτων ανά 10000 ταξίδια
ITA	0.000374156	2672.679	3,74
GRE	0.001165759	857.810	11,66
SPA	0.000362519	2758.476	3,63
MAL	0.001511863	661.436	15,12
FRA	0.000090855	11006.470	0,91
East.Med.	0.000821611	1217.122	8,22
GIB	0.000707136	1414.156	7,07
Σύνολο	0.000504395	1982.574	5,04

Η τρίτη στήλη μας δίνει τον αριθμό των ταξιδιών που απαιτείται να γίνουν, προκειμένου να εμφανιστεί ένα ατύχημα στην περιοχή. Όπως βλέπουμε μπορεί να εμφανίζονται πολύ περισσότερα ατυχήματα στην Ιταλία από τις άλλες χώρες, η Ιταλία όμως θα πρέπει να θεωρείται ασφαλέστερη από χώρες όπως η Ελλάδα και η Μάλτα. Πράγματι, στην Ιταλία συμβαίνει 1 ατύχημα κάθε 2673 ταξίδια, ενώ στην Ελλάδα και στη Μάλτα κάθε 858 και 661 πλόες αντίστοιχα. Τα συμπεράσματα φαίνονται καλύτερα και στα διαγράμματα που ακολουθούν:



Σχήμα 6.12

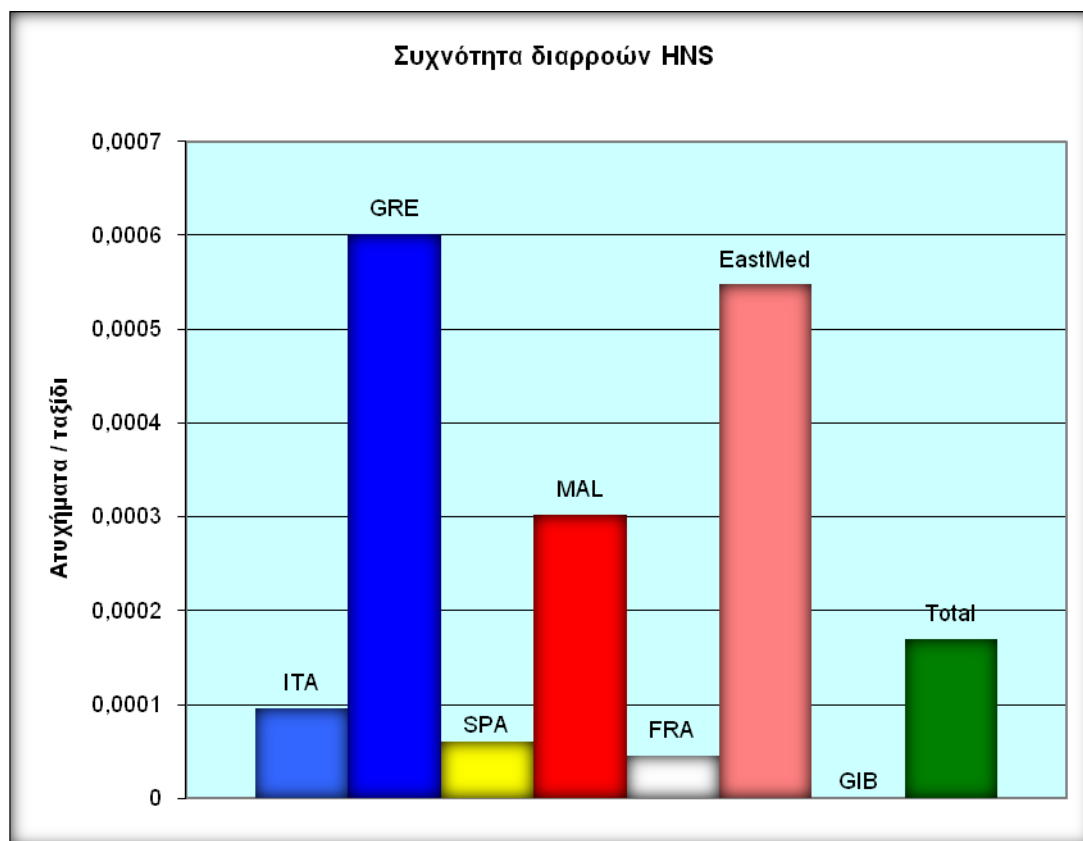


Σχήμα 6.13

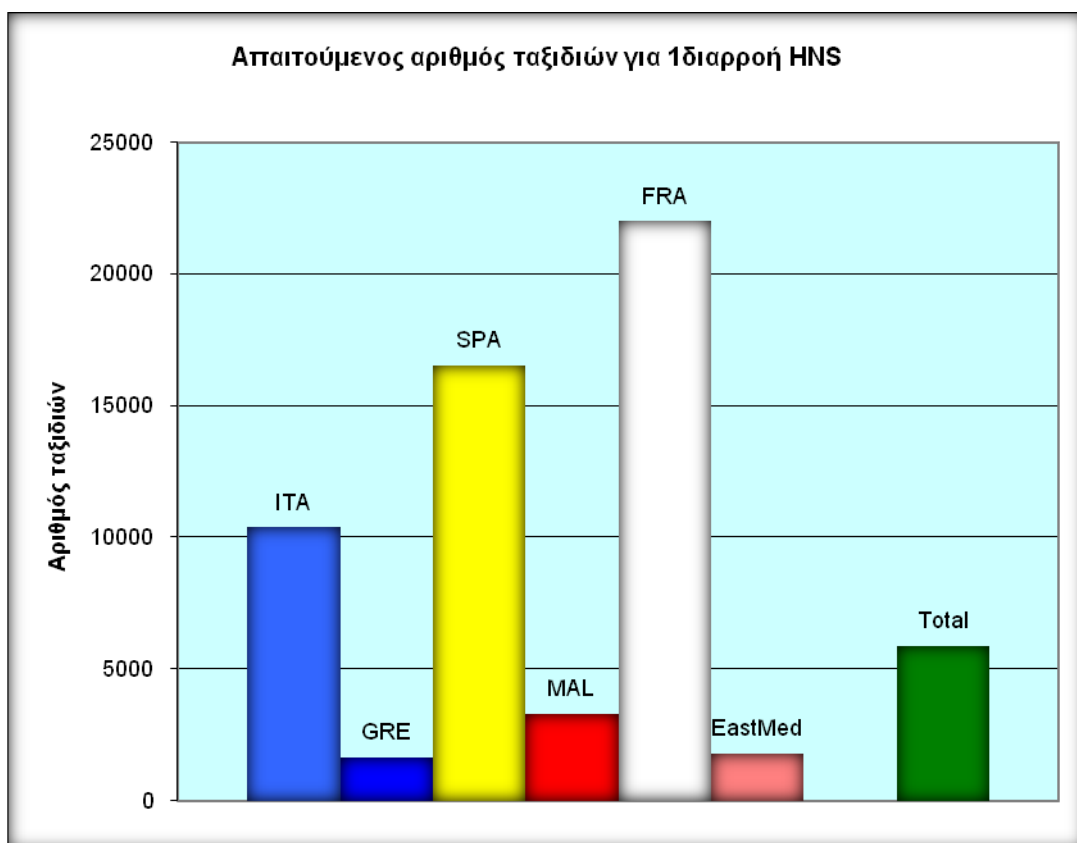
Επαναλαμβάνοντας την παραπάνω διαδικασία παίρνουμε στοιχεία συχνότητας των διαρροών HNS, τα οποία παρατίθενται στον Πίνακα 6.16 και στα Σχήματα 6.14 και 6.15:

Πίνακας 6.16: Συχνότητα διαρροών HNS

Χώρα	Διαρροή HNS/ταξίδι	Αριθμός ταξιδιών για 1 διαρροή
ITA	0.000096211	10393.752
GRE	0.000601682	1662.007
SPA	0.000060420	16550.857
MAL	0.000302373	3307.178
FRA	0.000045428	22012.940
East.Med.	0.000547740	1825.682
GIB	0	-
Σύνολο	0.000169901	5885.768



Σχήμα 6.14



Σχήμα 6.15

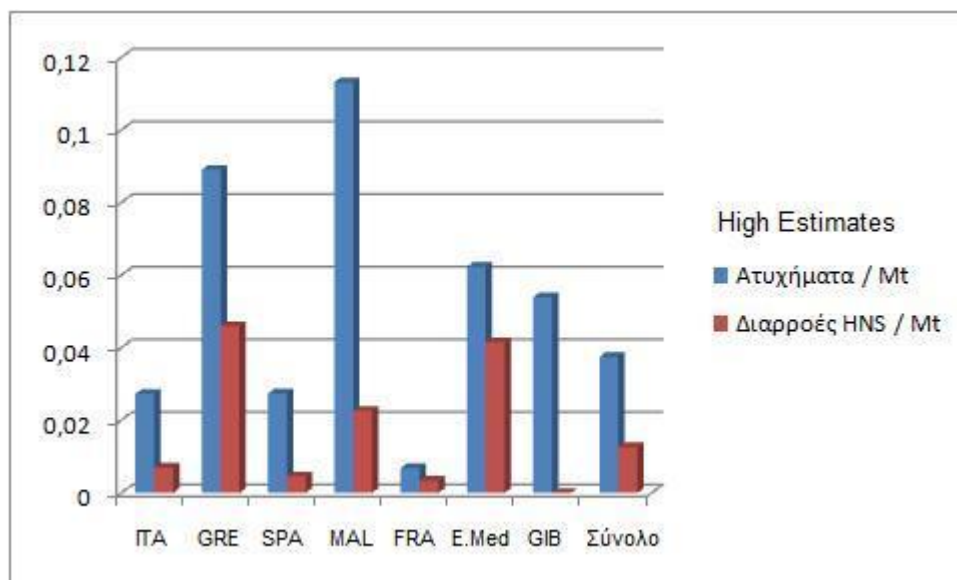
Κατόπιν, κάνουμε ανάλυση των δεδομένων ανά τόνο μεταφερόμενου φορτίου. Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενη παράγραφο, κάνουμε δύο εκτιμήσεις που αφορούν στον όγκο του μεταφερόμενου φορτίου: τη μέγιστη και την ελάχιστη. Μέσω των παρακάτω Πίνακα (6.17) παίρνουμε τα στοιχεία ατυχημάτων και διαρροών HNS φορτίων, ανά Μεγατόνο μεταφερόμενου φορτίου:

Πίνακας 6.17: Ανάλυση ανά Μεγατόνο μεταφερόμενου φορτίου

Χώρα	Ατυχήματα	Διαρροές HNS	Μεταφ. Φορτίο (Mtons)	
			high estimates	low estimates
ITA	35	9	1281,215	640,607
GRE	31	16	348,170	174,085
SPA	12	2	438,410	219,205
MAL	10	2	88,370	44,185
FRA	2	1	293,574	146,787
East.Med.	3	2	48,126	24,063
GIB	2	0	37,101	18,550
Σύνολο	95	32	2534,9665	1267,483

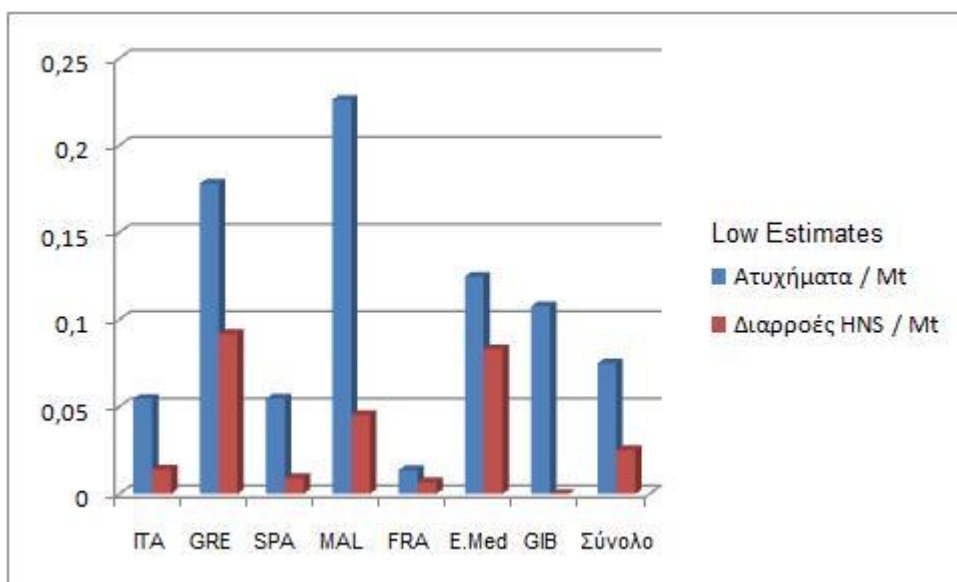
Χώρα	high estimates		low estimates	
	Ατυχήματα/Mt	Διαρροές HNS/Mt	Ατυχήματα/Mt	Διαρροές HNS/Mt
ITA	0,027317826	0,007024584	0,054635652	0,01404917
GRE	0,089037016	0,045954589	0,178074032	0,09190918
SPA	0,02737162	0,004561937	0,054743239	0,00912387
MAL	0,113160063	0,022632013	0,226320125	0,04526403
FRA	0,006812585	0,003406293	0,013625171	0,00681259
East.Med.	0,062335978	0,041557319	0,124671957	0,08311464
GIB	0,053907339	0	0,107814677	0
Σύνολο	0,03747584	0,012623441	0,074951681	0,02524688

Ακολουθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα:



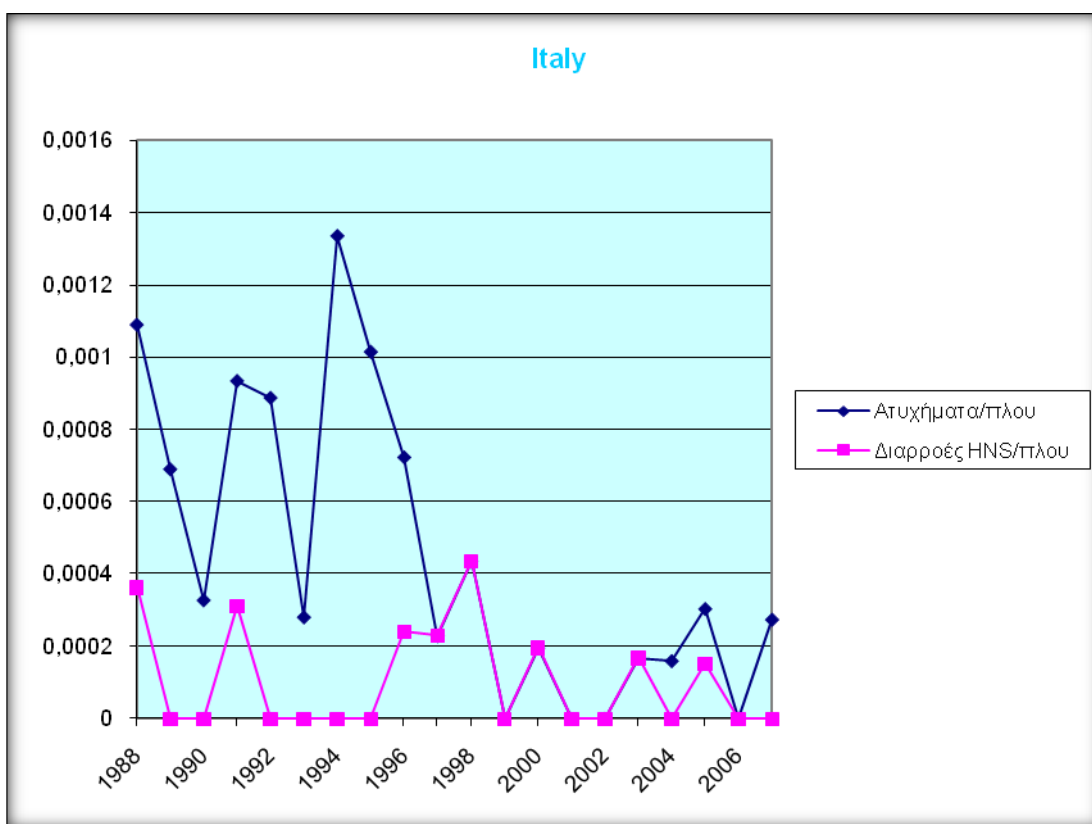
Σχήμα 6.16



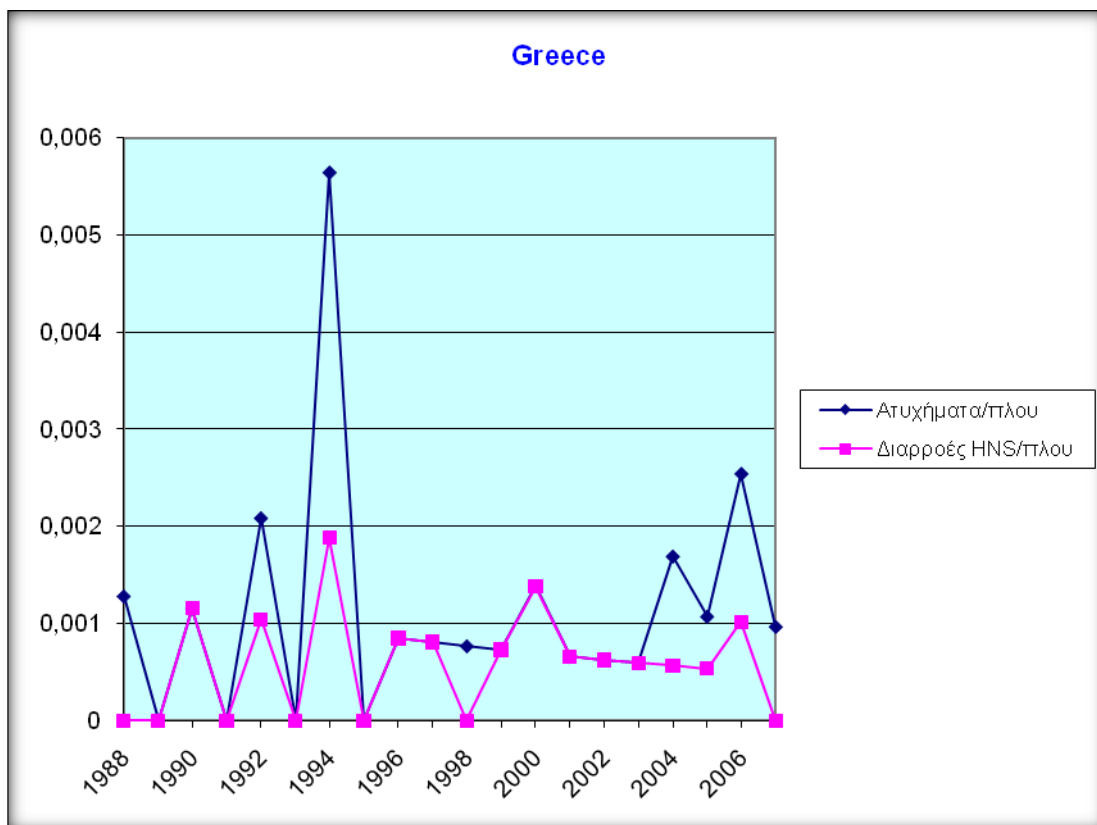


Σχήμα 6.17

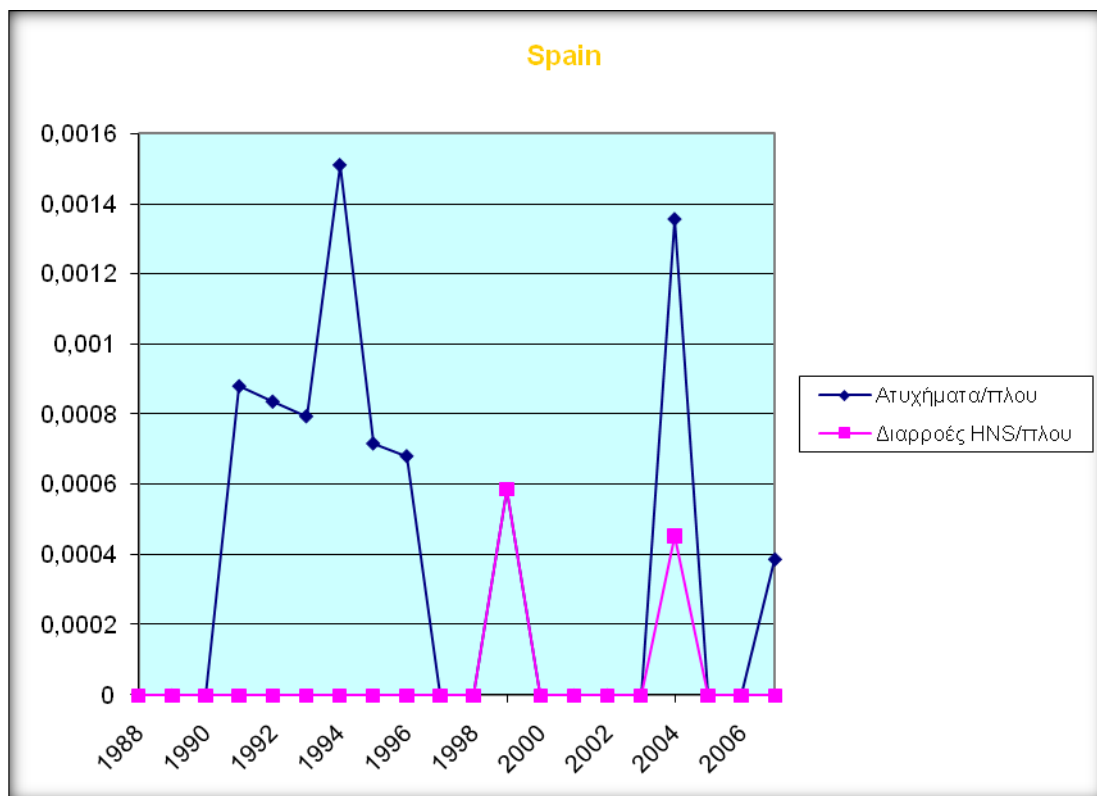
Στη συνέχεια μπορούμε να δούμε πώς εξελίσσονται οι συχνότητες των ατυχημάτων και των περιπτώσεων διαρροών φορτίου διαχρονικά για το διάστημα 1988-2007. Τα παρακάτω διαγράμματα μας δίνουν την εικόνα των μεγεθών αυτών για κάθε μια από τις χώρες που μελετάμε:



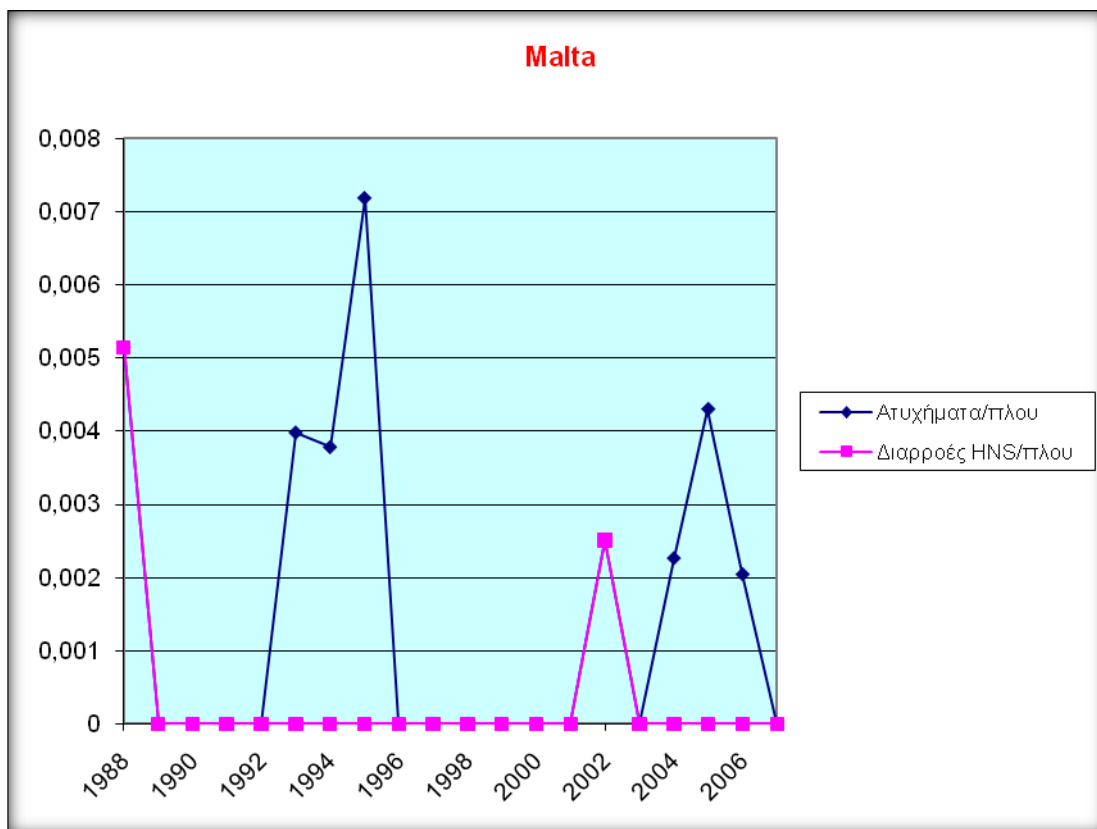
Σχήμα 6.18



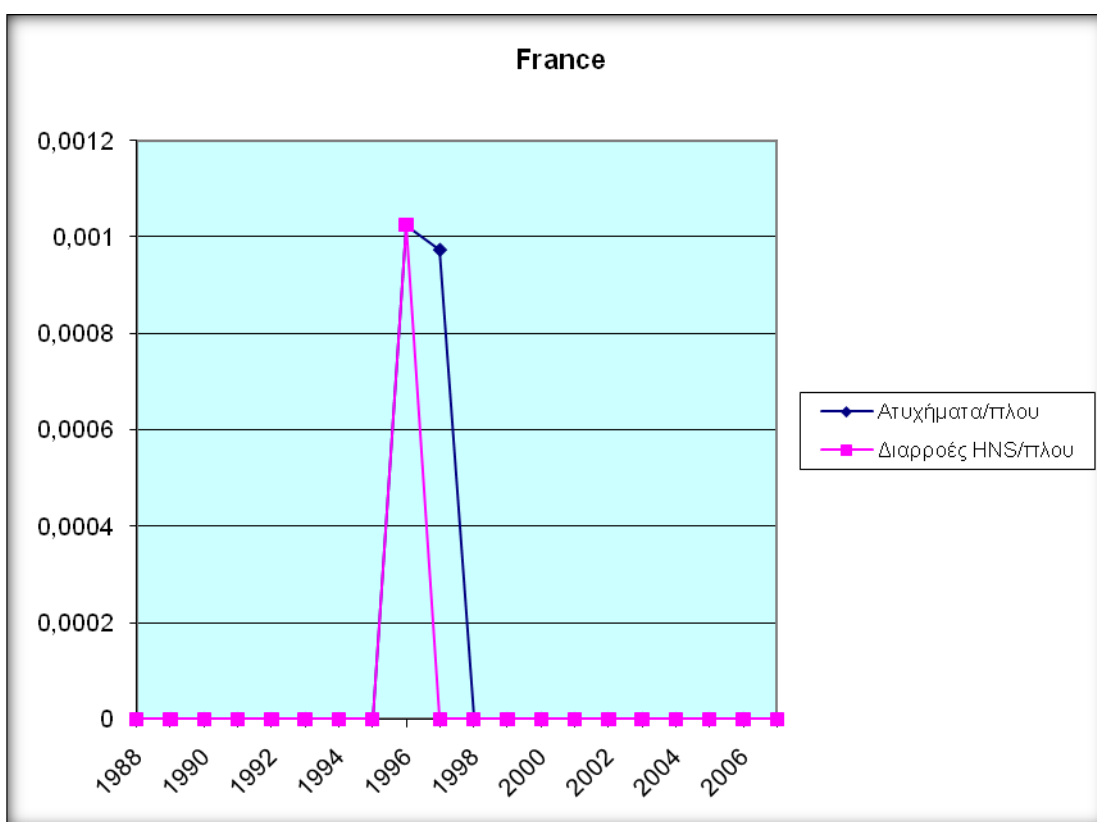
Σχήμα 6.19



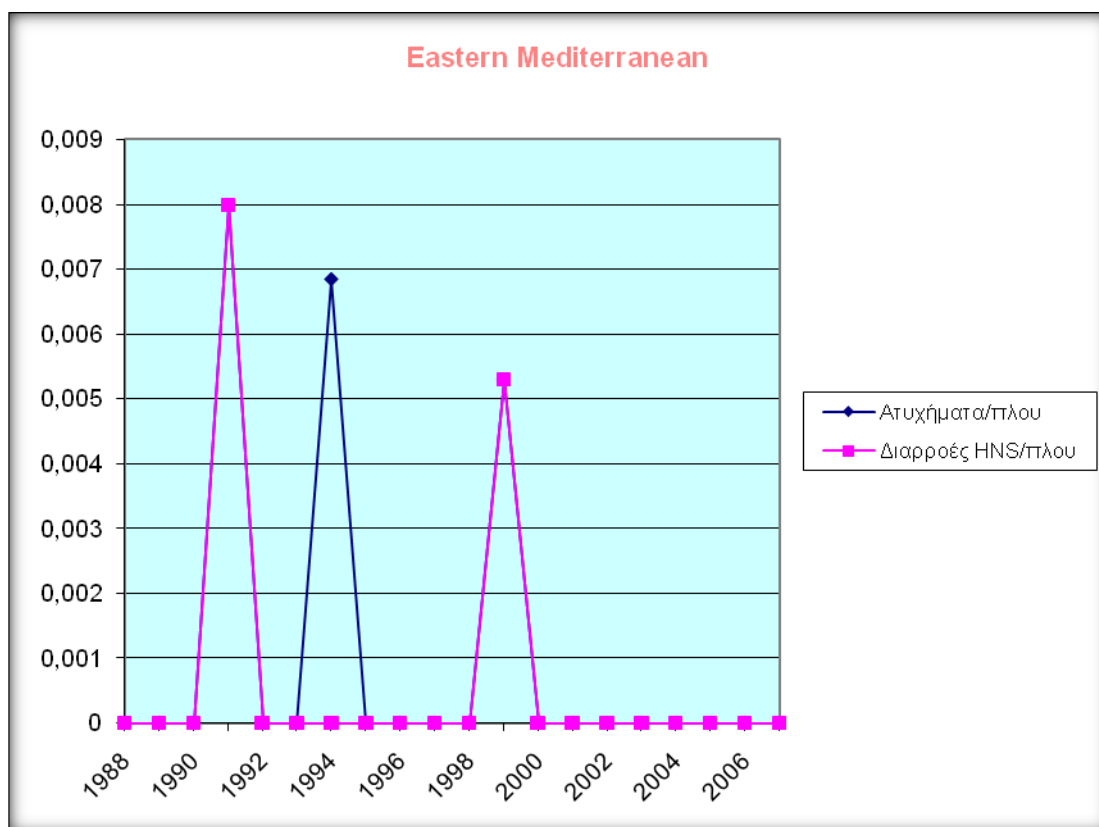
Σχήμα 6.20



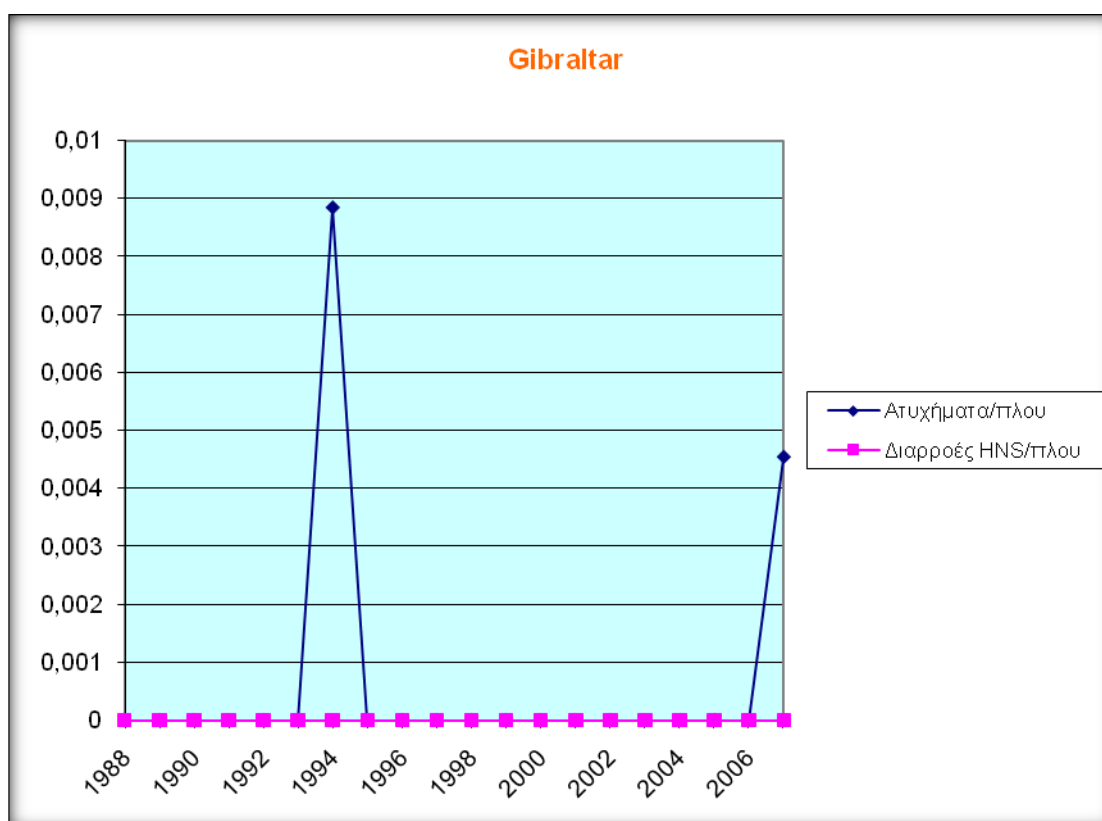
Σχήμα 6.21



Σχήμα 6.22

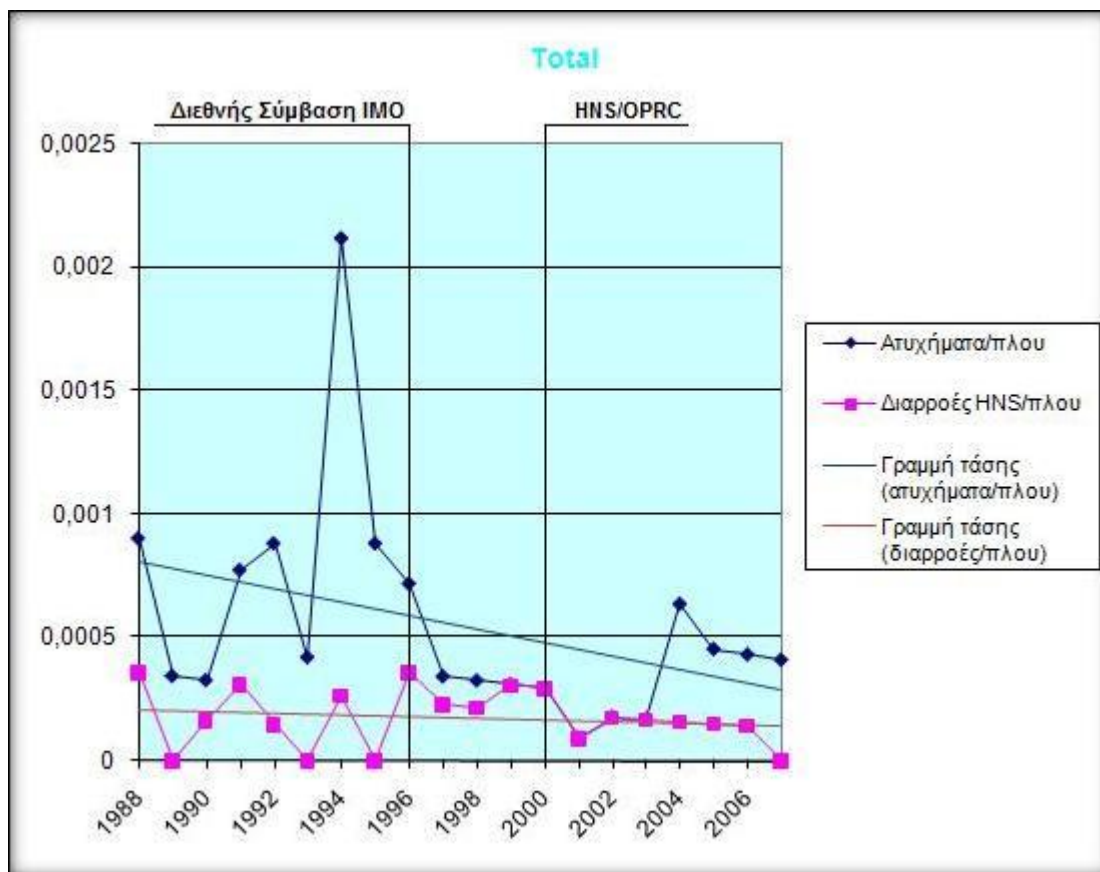


Σχήμα 6.23



Σχήμα 6.24

Τέλος, το διάγραμμα 25 μας δίνει τις τιμές αυτές στο σύνολο της «ευρωπαϊκής» Μεσογείου:



Σχήμα 6.25

Τέλος, ακολουθεί χάρτης της Μεσογείου με σημειωμένες τις τοποθεσίες των ατυχημάτων που μας απασχόλησαν.



● Ατύχημα χωρίς διαρροή    ● Ατύχημα με διαρροή

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εκμετάλλευση και χρήση των Επικίνδυνων και Επιβλαβών Ουσιών είναι βέβαιο πως συμβάλλει στην πρόοδο των σύγχρονων κοινωνιών, αλλά και στη βελτίωση, εν μέρει, της ποιότητας ζωής. Οι ανέσεις που προσφέρουν όμως δεν είναι χωρίς τίμημα. Το θέμα είναι πως θα ελαττώσουμε όσο γίνεται το τίμημα. Τελειώνοντας την εργασία αυτή, βλέπουμε πόσο μεγάλη είναι η ποικιλία τους και συνεπώς, το πόσο ιδιαίτερη αντιμετώπιση απαιτεί η εμφάνιση περιστατικού ή η αποφυγή του.

Η κατηγοριοποίηση των ουσιών αυτών συνίσταται σε 5 κατηγορίες, καθε μια εκ των οποίων περιλαμβάνει πλήθος ουσιών με διάφορες ιδιότητες και μια κοινή: αυτή με βάση την οποία κατηγοριοποιήθηκαν. Εκτός αυτού, αναφερόμαστε σε ουσίες που μπορούν να φανούν επικίνδυνες με πολλούς και διάφορους τρόπους. Σε πολλές δε περιπτώσεις, η έκθεση σε αυτές μπορεί να αποβεί καταστροφική για την υγεία, αλλά και τη λειτουργία του φυσικού περιβάλλοντος. Για τους λόγους αυτούς, τα HNS έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις όσον αφορά στην ετοιμότητα που θα πρέπει να επιδεικνύεται στην αντιμετώπιση περιστατικού, καθώς και στην μελέτη και προσοχή για την αποφυγή του.

Ο Διεθνής Οργανισμός ΙΜΟ συνέταξε το «Πρωτόκολλο για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης της θάλασσας από επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες, 2000», το οποίο μεταξύ άλλων προβλέπει τον τρόπο του εθνικού σχεδιασμού κάθε Κράτους Μέλους του, αλλά και τη διεθνή συνεργασία που απαιτείται για την αντιμετώπιση της ρύπανσης. Προβλέπει επίσης γενικότερη συνεργασία των Μελών του όσον αφορά στην τεχνική υποστήριξη και στην έρευνα και ως συμπέρασμα, δίνει την κατεύθυνση για το χειρισμό της κατάστασης. Το θέμα των HNS αφορά στην παγκόσμια κοινότητα και όχι μόνο σε συγκεκριμένες περιοχές, αφού μεταφορές τέτοιων ουσιών γίνονται σε όλα τα μήκη και πλάτη του πλανήτη. Άρα απαιτείται συνεργασία σε παγκόσμιο επίπεδο.

Πολύ σημαντικά είναι επίσης τα Δέντρα Λήψεως Αποφάσεων, τα οποία αποτελούν οδηγό για την αντιμετώπιση ενός περιστατικού. Ανάλογα τη φύση του HNS υπάρχει και το αντίστοιχο Δέντρο. Η χρήση του μας βοηθά να εκμεταλλευτούμε όσο περισσότερο γίνεται το διαθέσιμο χρόνο και να μην επιτρέψουμε στην ουσία να εξαπλωθεί και να προκαλέσει δυσάρεστες συνέπειες. Σε τέτοιες περιπτώσεις άλλωστε, ο χρόνος είναι πολύτιμος. Οι πολλές και διαφορετικές μέθοδοι αντιμετώπισης μιας κηλίδας που

παρατίθενται, συνηγορούν στο αρχικό συμπέρασμα για την ιδιαιτερότητα των ουσιών που μελετάμε και ενισχύουν τη σημαντικότητα των Δέντρων Λήψεως Αποφάσεων ως οδηγού αντίδρασης.

Το βασικό συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί από το κεφάλαιο της Στατιστικής Ανάλυσης είναι το αυξημένο Ρίσκο που παρουσιάζει ο ελλαδικός θαλάσσιος χώρος σε ατυχήματα και διαρροές HNS. Αν ανατρέξουμε στα διάφορα στοιχεία που παρατίθενται στο 6<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, θα δούμε πως η Ελλάδα έρχεται:

- 2<sup>η</sup> σε συχνότητα ατυχημάτων με 31 ατυχήματα σε 20 χρόνια, πίσω από την Ιταλία (35).
- 2<sup>η</sup> σε ποσοστό ατυχημάτων ανά κυκλοφορία. Στην Ελλάδα παρουσιάστηκε 1 ατύχημα κάθε 858 ταξίδια. Η Μάλτα είχε ένα ατύχημα ανά 661 ταξίδια, ενώ Ιταλία και Ισπανία "απαιτούσαν" περισσότερα από 2500 ταξίδια για την εμφάνιση ατυχήματος.
- 3<sup>η</sup> σε ποσοστό κυκλοφορίας. Η Ελλάδα είχε το 14% της "Ευρωπαϊκής" κυκλοφορίας στη Μεσόγειο, οι ασφαλέστερες Ιταλία και Ισπανία είχαν 50% και 18% αντίστοιχα, ενώ η πιο επικίνδυνη Μάλτα είχε μόλις το 3%
- 1<sup>η</sup> σε ποσοστό διαρροών ανά ατύχημα. Τα ατυχήματα που συνέβησαν στον ελλαδικό χώρο εμφανίζουν αυξημένες διαρροές φορτίου. Από τα 31 ατυχήματα τα 16 παρουσίασαν διαρροή HNS (51,6%). Στην Ιταλία διέρρευσε φορτίο στο 25,7% των ατυχημάτων, στην Ισπανία στο 16,7% και στη Μάλτα στο 20%.

Θα μπορούσαμε λοιπόν να πούμε πως ο ελλαδικός θαλάσσιος χώρος είναι επίφοβος για τη μεταφορά HNS, καθώς αν συμβεί ατύχημα είναι περίπου 2 φορές πιθανότερο να παρουσιαστεί διαρροή απ' ότι στην Ιταλία, 3 φορές πιθανότερο από την Ισπανία, 2,5 φορές από τη Μάλτα και 2 φορές από το σύνολο της υπόλοιπης Ευρωπαϊκής Μεσογείου.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Διεθνής Σύμβαση IMO «International Convention on Liability and Compensation for Damage in Connection with the Carriage of Hazardous and Noxious Substances by Sea, 1996»
- Διεθνής Σύμβαση MARPOL 73/78 (Maritime Pollution), Παραρτήματα I και II
- Διεθνής Σύμβαση SOLAS 74 (Safety Of Life At Sea), κεφάλαιο II-1, κανονισμός 3.20
- International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code
- Π.Δ. 405/96 (Φ.Ε.Κ. 272 Α / 16/12/1996)
- IBC Code (International code for the construction and equipment of ships carrying dangerous chemicals in Bulk)
- Ν. 1269/82
- BC Code (Code of safe practice for solid Bulk Cargoes)
- IGC Code (International Code for the construction and equipment of ships carrying Liquefied Gases in bulk)
- Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances, 2000 (OPRC-HNS Protocol) ή «Πρωτόκολλο για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης της θάλασσας από επικίνδυνες και επιβλαβείς ουσίες, 2000» του IMO
- Ν. 3100/2003 (Φ.Ε.Κ. 20 Α / 29/1/2003)

- The development of a liability regime for the carriage of HNS: the score to date, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 22, Issue 10, October 1991, Pages 484-487 Alex G. Oude Elferink
- HNS convention adopted, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 32, Issue 6, June 1996, Page 454
- Dangerous, hazardous and noxious cargoes: A new role for maritime arbitration? *Marine Policy*, Volume 14, Issue 5, September 1990, Pages 378-384, Edgar Gold
- The 1973 marine pollution convention's impact on ships transporting hazardous materials, *Journal of Hazardous Materials*, Volume 1, Issue 2, December 1975, Pages 113-128, Robert J. Lakey
- Hazardous goods at sea , : Are safe ships and clean seas mutually exclusive? A Canadian perspective, *Marine Policy*, Volume 16, Issue 4, July 1992, Pages 306-332, Simon Barker
- Action Plan for HNS Pollution Preparedness and Response, as adopted by EMSA's Administrative Board at its 18th Meeting held in Lisbon on 12th and 13th June 2007, EMSA (European Maritime Safety Agency)
- Inventory of EU Member States Policies and Operational Response Capacities for HNS Marine Pollution, June 2008, EMSA
- Mission Report of the governmental delegation of Italian experts mobilized after the accident of the chemical tanker "IEVOLI SUN", France, 19 - 25/11/00
- Mediterranean Integrated Decision Support Information System (MIDSIS-TROCS) version 2.0
- List of alerts and accidents in the Mediterranean, Regional Information System / Part C / Section 2, 2004, by REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea)
- Accidents database 1977 - 2007 by REMPEC ([www.rempec.org](http://www.rempec.org))

- Study of Maritime Traffic Flows in the Mediterranean Sea, Final Report - Unrestricted Version, July 2008
- Statistical analysis of the chemical tankers movements in European waters, Béatrice Comby, EMSA