

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

ΤΙΤΛΟΣ:
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ
ΡΙΣΚΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ



Διπλωματική εργασία: Γιαννόπουλος Ιωάννης
Επιβλέπων καθηγητής: Νικόλαος Π. Βεντικός

Αθήνα, Ιανουάριος 2010

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Νικόλαο Βεντίκο για
την ενθάρρυνση και καθοδήγηση που έδειξε σε όλη τη
διάρκεια εκπόνησης αυτής της διπλωματικής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σύνοψη.....	σελ. 1
Abstract.....	σελ. 3
Βιβλιογραφία.....	σελ. 4
Εισαγωγή - Κριτήρια αποδοχής ρίσκου - Παρουσίαση του προβλήματος.....	σελ. 8
Στόχος της διπλωματικής.....	σελ. 11
Κεφάλαιο 1^ο - Η αξία της στατιστικής ζωής.....	σελ. 13
1.1 Εισαγωγικά.....	σελ. 13
1.2 Μέθοδος εκτίμησης με υποθετικές ερωτήσεις.....	σελ. 14
1.3 Μέθοδος συμπεριφοράς στην αγορά εργασίας.....	σελ. 15
1.4 Μέθοδος αγοραστικής συμπεριφοράς καταναλωτή.....	σελ. 17
1.5 Μέθοδος μακροοικονομικής εκτίμησης.....	σελ. 18
1.6 Μέθοδος βασισμένη στους πίνακες ζωής (Life Tables)	σελ. 19
1.6.1 Εισαγωγικά.....	σελ. 19
1.6.2 Πίνακες Ζωής (Life Tables).....	σελ. 20
1.6.3 Ανάλυση της μεθόδου.....	σελ. 28
1.6.4 Υπολογισμός της Αξίας της Στατιστικής Ζωής για την Ελλάδα.....	σελ. 33
1.6.5 Ανάλυση ευαισθησίας.....	σελ. 35
Κεφάλαιο 2^ο - Οικονομική αποτίμηση συνεπειών πετρελαιοκηλίδας.....	σελ. 38
2.1 Εισαγωγικά.....	σελ. 38
2.2 Επίδραση στο περιβάλλον.....	σελ. 39
2.3 Κόστος πετρελαιοκηλίδας.....	σελ. 40
2.3.1 Κόστος καθαρισμού.....	σελ. 40
2.3.1.1 Μέθοδος D.S.Etkin (2004).....	σελ. 41
2.3.1.2 Μέθοδος M.Shahriari & A.Frost (2008).....	σελ. 44
2.3.2 Οικονομικό κόστος.....	σελ. 47
2.3.3 Περιβαλλοντικό κόστος.....	σελ. 50
2.3.3.1 Μέθοδος μεταφοράς οφέλους.....	σελ. 52
2.3.3.2 Exxon Valdez.....	σελ. 55
2.3.3.3 Prestige.....	σελ. 56
2.3.3.4 Μελέτη για πιθανό ατύχημα στις Βελγικές ακτές.....	σελ. 57
2.3.3.5 Μελέτη για πιθανό ατύχημα στις ακτές της Καλιφόρνιας.....	σελ. 58
2.3.3.6 Μελέτη για πιθανό ατύχημα στις στον κόλπο της Φινλανδίας.....	σελ. 58
2.3.3.7 Sea Diamond.....	σελ. 59
2.3.3.8 Μέθοδος NRDA.....	σελ. 59
2.3.3.5 Στατιστική ανάλυση.....	σελ. 61

Κεφάλαιο 3^ο - Υπολογισμός του συνολικού κόστους	σελ. 71
3.1 Εισαγωγικά.....	σελ. 71
3.2 Κόστος σε ανθρώπινες απώλειες.....	σελ. 72
3.3 Κόστος πετρελαιοκηλίδας.....	σελ. 79
3.3.2 Συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας.....	σελ. 92
3.4 Συνολικό κόστος.....	σελ. 101
Κεφάλαιο 4^ο - Κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου	σελ. 110
4.1 Εισαγωγικά.....	σελ. 110
4.2 Κριτήρια αποδοχής ρίσκου που χρησιμοποιούνται σήμερα.....	σελ. 111
4.2.1 Κριτήρια που αφορούν την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής	σελ. 111
4.2.1.1 Κατασκευή καμπυλών FN.....	σελ. 113
4.2.1.2 Κριτήρια Αποδοχής του Κοινωνικού Ρίσκου & η Αρχή του “ALARP”....	σελ. 114
4.2.2 Κριτήρια που αφορούν το περιβάλλον.....	σελ. 117
4.3 Μία νέα προσέγγιση.....	σελ. 120
4.3.1 Ανάλυση ευαισθησίας.....	σελ. 132
4.3.2 Συμπεράσματα.....	σελ. 134
4.4 Περίπτωση μη αποδεκτού ρίσκου.....	σελ. 135
Συμπεράσματα	σελ. 137
Βιβλιογραφικές αναφορές	σελ. 139

Σύνοψη

Στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να προσεγγίσει ένα κατάλληλο κριτήριο για την εκτίμηση και μελέτη του ρίσκου στον τομέα των θαλασσιών μεταφορών, δίνοντας βαρύτητα στην γνώμη και το συμφέρον της κοινωνίας. Αν και πολλές μελέτες έχουν γίνει μέχρι τώρα, ο προσδιορισμός αποτελεσματικών κριτηρίων είναι ακόμα υπό έρευνα και υπάρχουν αρκετές δυσκολίες που πρέπει να ξεπεραστούν. Το πιο σημαντικό πρόβλημα που οι μελετητές συναντούν είναι το πώς θα αποκτήσουν αξιόπιστα και μετρίσιμα δεδομένα από την κοινωνία ενώ παράλληλα προσπαθούν να δουν πως η ίδια αντιδρά σε ατυχήματα διαφορετικής κλίμακας. Επομένως το κυρίως πρόβλημα είναι το μέγιστο ρίσκο που είναι διατεθειμένη η κοινωνία να αναλάβει. Στις θαλάσσιες μεταφορές το πρόβλημα του προσδιορισμού κριτηρίων αποδοχής ρίσκου είναι ακόμα πιο περίπλοκο, λόγω του γεγονότος ότι ένα μοναδικό ατύχημα μπορεί να προκαλέσει συνέπειες διαφορετικών ειδών. Για παράδειγμα ανθρώπινες απώλειες αλλά και καταστροφή του περιβάλλοντος μετά από διαρροή πετρελαίου. Έτσι, η συγκεκριμένη διπλωματική επικεντρώνεται στην σύνδεση διαφορετικών συνεπειών σε ένα ενιαίο μέγεθος, το οποίο θα μας επιτρέψει την απευθείας και αξιόπιστη σύγκριση μεταξύ ατυχημάτων διαφορετικής κλίμακας και χαρακτηριστικών και ως εκ τούτου θα μας προσφέρει καλύτερη εικόνα για το ρίσκο που η κοινωνία αναλαμβάνει και/ή είναι διατεθειμένη να αποδεχτεί. Έτσι, η δημιουργία μιας νέας βάσης για την μελέτη του ρίσκου εισάγεται, η οποία είναι ικανή να ορίσει την ποσότητα του ρίσκου που ένα σύνολο ατόμων (π.χ. η κοινωνία) είναι διατεθειμένη να αποδεχτεί για ναυτικά ατυχήματα διαφόρων μεγεθών. Η εργασία καταλήγει με ενδιαφέροντα συμπεράσματα σχετικά με τα όσα αναλύσαμε παραπάνω.

Η δομή της διπλωματικής είναι ως ακολούθως:

Βιβλιογραφία: Μια σύνοψη της εργασίας που έχει γίνει μέχρι τώρα σε αυτόν τον τομέα και παρουσίαση των μελετών που μας ήταν ιδιαίτερα χρήσιμες για την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Εισαγωγή: Εισαγωγή στις βασικές αρχές του ρίσκου, πράγμα απαραίτητο για την κατανόηση της έννοιας της αποτίμησης του ρίσκου. Στόχος της διπλωματικής.

Κεφάλαιο 1: Μέθοδοι για τον υπολογισμό της Αξίας της Στατιστικής Ζωής.

Κεφάλαιο 2: Μέθοδοι για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους μιας πετρελαιοκηλίδας.

Κεφάλαιο 3: Στατιστική ανάλυση των ιστορικών δεδομένων που είναι διαθέσιμα για την Ελλάδα.

Κεφάλαιο 4: Παρουσίαση των κριτηρίων αποδοχής που χρησιμοποιούνται σήμερα και εισαγωγή μιας νέας προσέγγισης, κατάλληλη για εφαρμογή στις θαλάσσιες μεταφορές στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο.

Συμπεράσματα: Τελική εργασία και προτάσεις για μελλοντική εργασία σε αυτόν τον τομέα.

Abstract

Aim of this paper is to approach an appropriate criterion for assessing risk in the maritime transport industry, with respect to the view of the society. Although many studies have been done since now, the development of effective criteria is still under discussion as there are many difficulties to overcome. A major problem that researchers face is how to derive credible and exploitable data from and for the society, while trying to understand how it reacts to accidents of different scale; therefore the set problem is the maximum risk that the society can accept. In shipping industry the problem of assessing risk acceptance criteria is even more complicated, due to the fact that a single accident can produce consequences of different types; for example both human losses and oil spillage can be recorded. In effect, this thesis focuses on the integration of different consequences of a single accident into one measure, which will allow the direct and exploitable comparison of accidents of different scales and characteristics and therefore draw a clearer picture of the risks that the society takes and/or is willing to accept. Hence the set up of a new framework for risk assessment is introduced that is able to project the amount of risk that a group of people (i.e. the society) can accept for marine accidents of different sizes. The thesis concludes with interesting insights from the abovementioned tasks.

The structure of the Thesis is as follows:

Bibliography: An overview of the work that has been done until now on this field, and presentation of the studies that were very useful to us for the completion of the theses.

Introduction: Introduction to the basic principles of risk, that are necessary for the understanding of risk evaluation. The goal of the present diploma theses.

Chapter 1: Methods for the calculation of the Value of the statistical Life.

Chapter 2: Methods for the calculation of the total cost of an oil spill.

Chapter 3: Statistical analysis for the historical data that are available for Greece.

Chapter 4: Presentation of the Societal Risk Acceptance Criteria that are currently in use, and introduction of a new approach, applicable on the marine transportations in the Greek seas.

Conclusions: Concluding remarks and proposals for future work in this section.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται στην προσπάθεια που γίνεται στα πλαίσια διεθνών οργανισμών και φορέων και κυρίως του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (ΙΜΟ), για τον προσδιορισμό αξιόπιστων κριτηρίων αποδοχής κοινωνικού ρίσκου σε ότι αφορά τις θαλάσσιες μεταφορές. Σε αυτό το τμήμα της διπλωματικής θα κάνουμε μια αναφορά στην βιβλιογραφία, η οποία μας παρείχε το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο αλλά και μια συσσωρευμένη γνώση και εμπειρία που υπάρχει στον συγκεκριμένο τομέα. Θα παρουσιάσουμε ορισμένες από τις δημοσιεύσεις που κρίναμε σημαντικότερες και μας βοήθησαν περισσότερο στην εκπόνηση της εργασίας μας.

Όπως θα εξηγήσουμε και στην Εισαγωγή, το κριτήριο που θα προσδιορίσουμε θα έχει ως βάση δυο πυλώνες, για τους οποίους πρέπει πρώτα να βρούμε τρόπους υπολογισμού. Ο ένας είναι η Αξία της Στατιστικής Ζωής και ο άλλος είναι το Κόστος Πετρελαιοκηλίδας.

Κατ' αρχήν, μια όχι ευχάριστη αλλά απαραίτητη εργασία για τους λήπτες αποφάσεων είναι να προσδιορίσουν μια τιμή για τη διάσωση μίας ανθρώπινης ζωής. Λόγω του γεγονότος ότι η κοινωνία έχει περιορισμένους πόρους προς διάθεση για τη βελτίωση της υγιεινής και ασφαλείας, θα πρέπει κάθε ευρώ που ξοδεύεται προς αυτήν την κατεύθυνση να έχει το μέγιστο δυνατό όφελος, και ο προσδιορισμός μιας τιμής είναι απαραίτητος για αυτήν την προσπάθεια. Όπως θα περίμενε κανένας η αριθμητική τιμή που αντιστοιχεί σε μία ζωή, (αξία στατιστικής ζωής - value of a statistical life - VSL), είναι ένα θέμα έντονης αντιπαράθεσης. Ίσως η πιο ενδιαφέρουσα από τις μεθόδους που συναντήσαμε στη βιβλιογραφία είναι αυτή που περιγράφει αναλυτικά ο Rackwitz (2005). Αυτή βασίζεται σε στατιστικά δεδομένα που προκύπτουν από τους λεγόμενους πίνακες ζωής (Life Tables) που είναι διαθέσιμοι για κάθε χώρα από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Οι πίνακες ζωής είναι πίνακες που μας δείχνουν θνησιμότητες σαν τον αριθμό θανάτων ενός πληθυσμού (συνήθως 100.000) σε μια συγκεκριμένη ηλικία δια τον αριθμό των επιζώντων στην ίδια ηλικία. Δίνουν δηλαδή μια πολύ καλή εικόνα για την συμπεριφορά ή μεταβολή των στατιστικών δεικτών του πληθυσμού μιας χώρας. Με τη βοήθεια λοιπόν των στοιχείων και με βάση τους οικονομικούς δείκτες κάθε χώρας, ο Rackwitz ακολουθεί μια διαδικασία τεσσάρων βημάτων για τον τελικό υπολογισμό της αξίας της στατιστικής ζωής.

Σε ότι αφορά τον δεύτερο πυλώνα, οι Xin & Liu (2005) περιγράφουν το πρόβλημα του υπολογισμού του συνολικού κόστους μιας πετρελαιοκηλίδας και παρουσιάζουν μεθόδους υπολογισμού του κάθε επί μέρους κόστους. Σύμφωνα με αυτούς, το συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας αναλύεται σε τρεις συνιστώσες: το κόστος

καθαρισμού, το οικονομικό κόστος, το περιβαλλοντικό κόστος. Αποδεχόμενοι την παραπάνω θεώρηση, για τον υπολογισμό του κάθε κόστους θα επιλέξουμε την κατά τη γνώμη μας πιο αξιόπιστη μεθοδολογία που υπάρχει στη βιβλιογραφία.

Ενδιαφέρουσα εργασία, στον τομέα του υπολογισμού του συνολικού κόστους μιας πετρελαιοκηλίδας και των συνιστωσών του, έχει γίνει από την Etkin (2004). Η μέθοδος της βασίζεται σε ιστορικά δεδομένα σχετικά με το κόστος που προκλήθηκε από ατυχήματα που συνέβησαν στο παρελθόν. Τα ιστορικά αυτά δεδομένα προέρχονται από την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (EPA) και με τη συστηματική και εκτεταμένη ανάλυση τους δημιουργήθηκε ένα μοντέλο για τον υπολογισμό του κόστους καθαρισμού το οποίο ονομάζεται BOSCEM (Basic Oil Spill Cost Estimation Model). Η μέθοδος αυτή μπορεί να προεκτιμήσει εκτός από το κόστος καθαρισμού, το οικονομικό κόστος αλλά και το περιβαλλοντικό κόστος. Βέβαια όπως και η ίδια αναφέρει, κυρίως όσον αφορά το περιβαλλοντικό κόστος, τα μεγέθη που προκύπτουν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά απόλυτο τρόπο για την λήψη αποφάσεων, παρά μόνον για σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ατυχημάτων. Αυτό σημαίνει ότι στην ουσία όσον αφορά το περιβαλλοντικό κόστος η μέθοδος δεν δίνει σε καμία περίπτωση ικανοποιητικά αποτελέσματα και για να το υπολογίσουμε θα αναζητήσουμε πιο αξιόπιστη μεθοδολογία.

Σε ότι αφορά το κόστος καθαρισμού έπειτα από διαρροή πετρελαιοκηλίδων στη θάλασσα σημαντική είναι η εργασία των Shahriari & Frost (2008). Ο τομέας της μοντελοποίησης του κόστους καθαρισμού μιας πετρελαιοκηλίδας δεν είναι ανεπτυγμένος σε επιθυμητά ακόμα επίπεδα. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι τα μοντέλα που χρησιμοποιούνταν παλιότερα ήταν είτε χαμηλής ακριβείας, δηλαδή οι εκτιμήσεις τους απείχαν κατά πολύ από την πραγματικότητα, είτε χαμηλής εφαρμοσιμότητας, δηλαδή μπορούσαν να εφαρμοστούν κάτω από ορισμένες μόνο συνθήκες (π.χ. για μια συγκεκριμένη χώρα). Στόχος λοιπόν των Shahriari & Frost (2008) ήταν να δημιουργήσουν ένα μαθηματικό μοντέλο που να είναι λειτουργικό σε παγκόσμια κλίμακα και ταυτόχρονα να επιτυγχάνει υψηλά επίπεδα ακρίβειας. Το αποτέλεσμα της προσπάθειας τους υπερέρχει από όλες τις μέχρι τώρα δημοσιευμένες μεθοδολογίες, όχι μόνο λόγω της ακρίβειας του, αλλά και επειδή το μοντέλο τους είναι εύκολο στη χρήση και οι μεταβλητές που ζητά για εισαγωγή είναι εύκολα διαθέσιμες για κάθε επίδοξο χρήστη. Το συγκεκριμένο μοντέλο όπως είπαμε είναι πιο ακριβές σε σχέση με άλλα υπάρχοντα στη βιβλιογραφία, ωστόσο γίνεται περεταίρω προσπάθεια για ακόμα πιο ακριβή αποτελέσματα. Στα πλαίσια της διπλωματικής μας και για τον υπολογισμό του κόστους καθαρισμού πετρελαιοκηλίδας θα χρησιμοποιήσουμε συνδυασμό των μεθόδων των Shahriari & Frost (2008) και της Etkin (2004) ανάλογα με τον μέγεθος της πετρελαιοκηλίδας.

Αναφέραμε παραπάνω ότι στην περίπτωση του περιβαλλοντικού ρίσκου δεν υπάρχει κάποια αξιόπιστη μεθοδολογία που να εφαρμόζεται σε παγκόσμια κλίμακα. Αυτό που υπάρχει είναι μελέτες αποτίμησης θαλάσσιας ρύπανσης, που έγιναν μετά από σημαντικά ατυχήματα (πετρελαιοκηλίδες) στο εξωτερικό, με την μέθοδο της υποθετικής αξιολόγησης. Είναι ευρέως γνωστό ότι η μέθοδος της υποθετικής αξιολόγησης, λόγω του υψηλού κόστους, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί μετά από μικρής έκτασης ατυχήματα ή προτού συμβεί κάποιο σημαντικό περιστατικό. Έτσι βασιστήκαμε στις μελέτες του εξωτερικού για να εξάγουμε συμπεράσματα για την αντίδραση της ελληνική κοινωνία σε παρόμοια ατυχήματα.

Σε αυτή την προσπάθεια μας βοήθησε η Μέθοδος Μεταφοράς Οφέλους. Έτσι αποκαλείται η διαδικασία μεταφοράς υφιστάμενων δεδομένων περιβαλλοντικής αποτίμησης για δεδομένο πρόβλημα, από μια περιοχή με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σε μια άλλη με παρόμοια χαρακτηριστικά. Σημαντική εργασία επάνω στην μέθοδο αυτή, αν και όχι σχετική με την ναυτιλία, έχουν κάνει οι Δαμίγος, Καλιαμπάκος, Μενεγάκη & Λαμπρακης της σχολής Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών του ΕΜΠ. Η ομάδα αυτή δημιούργησε μια βάση δεδομένων από μελέτες που έχουν γίνει στο παρελθόν (GEVAD, Greek Environmental Valuation Data), για διάφορες οικονομικές δραστηριότητες οι οποίες ταξινομήθηκαν ανάλογα με το περιβαλλοντικό αγαθό ή την υπηρεσία που είναι προς αποτίμηση, τη μέθοδο αποτίμησης, που χρησιμοποιείται, την χώρα υλοποίησης της μελέτης και τον κύριο συγγραφέα. Αν και η συγκεκριμένη βάση δεδομένων δεν μας φάνηκε χρήσιμη επειδή όπως είπαμε δεν συμπεριλαμβάνει ναυτικά ατυχήματα ωστόσο η λογική της Μεθόδου Μεταφοράς Οφέλους ήταν πολύ σημαντική για να προχωρήσουμε στον υπολογισμό του περιβαλλοντικού κόστους. Μετά λοιπόν από έρευνα συλλέξαμε όλες τις διαθέσιμες μελέτες περιβαλλοντικής αποτίμησης με την μέθοδο της υποθετικής αξιολόγησης που έγιναν έπειτα από πετρελαιοκηλίδες παγκοσμίως και κατόπιν με την μέθοδο της Μεταφοράς Οφέλους προσαρμόσαμε τα αποτελέσματα αυτά στα ελληνικά δεδομένα.

Κομβικό χρονικό σημείο σε ότι αφορά την εφαρμογή της μεθόδου της υποθετικής αξιολόγησης είναι το ατύχημα του Exxon Valdez. Οι Carson et al. (1992) ήταν οι υπεύθυνοι για την εφαρμογή της μεθόδου και καλούνταν να εξάγουν αξιόπιστα συμπεράσματα μετά από ένα πρωτόγνωρο για την αμερικανική κοινωνία ατύχημα. Η μέθοδος υποθετικής αξιολόγησης χρησιμοποιεί ερωτηματολόγια για να προσδιορίσει τιμές για ιδιωτικά και δημόσια αγαθά ή υπηρεσίες, προσδιορίζοντας το ποσό που ο πληθυσμός είναι διατεθειμένος να πληρώσει (WTP) για συγκεκριμένες αλλαγές στην ποσότητα και ποιότητα αυτών των αγαθών ή τι είναι διατεθειμένοι να αποδεχτούν σαν αντιστάθμισμα μιας πολύ συγκεκριμένης υποβάθμισης στις παροχές αυτών των αγαθών (WTA) σε χρηματικές μονάδες. Η μέθοδος παρακάμπει την απουσία αγορών για αγαθά που παρέχονται από φυσικούς πόρους παρουσιάζοντας στους ερωτώμενους υποθετικές αγορές στις οποίες μπορούν να αγοράσουν ή να πουλήσουν τα αγαθά που

τίθενται υπό έρευνα. Στην βιβλιογραφία συναντήσαμε, όπως αναφέραμε και πριν, αρκετές εφαρμογές της μεθόδου σε σχέση με ναυτικά ατυχήματα και πετρελαιοκηλίδες και τις παραθέτουμε στο Κεφάλαιο 3.

Σε ότι αφορά τώρα το κύριο σκέλος της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας που είναι ο προσδιορισμός ενός αξιόπιστου κριτηρίου αποδοχής ρίσκου, σημαντική είναι η εργασία των Friis & Ditlevsen (2003). Αυτή αφορά το ρίσκο εμφάνισης πετρελαιοκηλίδας έπειτα από σύγκρουση πλοίων στους στενούς διαύλους της Δανίας. Καθοριστικής σημασίας ήταν η βοήθεια ενός προγράμματος H/Y που προσομοιάζει τις συνθήκες που επικρατούν στους διαύλους Oresund και Great Belt (GRACAT - Grounding And Collision Analysis Toolbox). Το συγκεκριμένο πρόγραμμα δημιουργήθηκε από το πανεπιστήμιο της Δανίας (1998-2001) και υπολογίζει τις πιθανότητες να συμβούν ναυτικά ατυχήματα (διαρροές πετρελαίου) έπειτα από σύγκρουση και για διάφορες ποσότητες διαρροής. Για ένα συγκεκριμένο πλοίο που όριζαν, αυτό έδινε την πιθανότητα που υπάρχει αυτό να συγκρουστεί με κάποιο άλλο και σε αυτήν την περίπτωση μας έδινε μια προσέγγιση της πιθανής ποσότητας διαρροής. Γνωρίζοντας λοιπόν την πιθανότητα σύγκρουσης ενός συγκεκριμένου πλοίου με ένα από τα υπόλοιπα διερχόμενα και την κατανομή της πιθανότητας διαρροής πετρελαίου μπόρεσαν να υπολογίσουν τις πιθανότητες να συμβούν περιστατικά διαφόρων κατηγοριών σε ότι αφορά το μέγεθος της διαρροής και κατά συνέπεια της καταστροφής που θα προκληθεί. Κατόπιν όρισαν ένα κριτήριο αποδοχής ρίσκου προσαρμοσμένο στα δεδομένα της Δανίας, και έκαναν αποτίμηση ρίσκου με τις πιθανότητες ατυχήματος που είχαν στη διάθεση τους. Το κριτήριο ήταν βασισμένα σε οικονομικά δεδομένα ενώ οι απώλειες για την κοινωνία ήταν εκφρασμένες σε χρηματικές μονάδες. Εμπνευσμένοι από την εφαρμογή των Friis & Ditlevsen (2003), δημιουργήσαμε ένα κριτήριο που να είναι προσαρμοσμένο στα δεδομένα της χώρας μας και κατόπιν κάναμε εφαρμογή στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο για να διαπιστώσουμε τελικά ένα το προερχόμενο από τη ναυτιλία ρίσκο είναι αποδεκτό από την ελληνική κοινωνία ή όχι.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σχεδόν κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα εμπεριέχει ρίσκο, περιλαμβανόμενων των θαλασσιών μεταφορών. Το ιδανικό θα ήταν να εξαλείψουμε το ρίσκο, αλλά θα ήταν παράλογο να πιστέψουμε ότι αυτό μπορεί να γίνει πλήρως, και έτσι θα ερχόμαστε πάντα αντιμέτωποι με το πρόβλημα του προσδιορισμού του αποδεκτού ρίσκου. Η έννοια του αποδεκτού ρίσκου έχει συζητηθεί εκτεταμένα στη βιβλιογραφία και σύμφωνα με τον Fischhoff et al (1981) το ρίσκο δεν γίνεται ποτέ αποδεκτό χωρίς όρους. Το ρίσκο γίνεται αποδεκτό μόνον εάν προκύπτει κάποιο όφελος από την ανάληψη του.

Για παράδειγμα, η κοινωνία αναλαμβάνει το ρίσκο να μεταφέρονται μεγάλες ποσότητες πετρελαίου από τη θάλασσα γνωρίζοντας τις πιθανές συνέπειες σε περίπτωση ατυχήματος, ωφελούμενη όμως από την κατανάλωση του πετρελαίου στη στεριά. Άρα στόχος είναι να προσδιορίσουμε πόσο επισφαλής είναι η μεταφορά, τι αντίκτυπο έχουν οι πιθανές συνέπειες ενός ατυχήματος αλλά και ποιο είναι το μέγιστο ρίσκο που είναι διατεθειμένη η κοινωνία να αναλάβει για τα συγκεκριμένα οφέλη. Έτσι οι λήπτες αποφάσεων και οι νομοθέτες πρέπει να υιοθετήσουν κριτήρια όσο γίνεται πιο αξιόπιστα και πάντα με σεβασμό στην κοινωνία, το περιβάλλον και την ίδια την ανθρώπινη ζωή.

Στη βιβλιογραφία υπάρχει πληθώρα μεθοδολογιών προσδιορισμού κριτηρίων αποδοχής ρίσκου για πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες, παρόλα αυτά δεν υπάρχει κάποια κοινά αποδεκτή μεθοδολογία. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη δυσκολία που υπάρχει στην εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων από την κοινωνία, για την συμπεριφορά της και την γνώμη της σε περίπτωση ενός ανεπιθύμητου τυχαίου γεγονότος (ατυχήματος). Κατά τη μελέτη της συμπεριφοράς της κοινωνίας δημιουργούνται ασάφειες και γενικεύσεις που καθιστούν πολύ δύσκολη τη θέσπιση ενός απόλυτου κριτηρίου. Υπάρχει η δυνατότητα όμως με την εύρεση της κατάλληλης μεθοδολογίας να υπάρξει μια πολύ καλή προσέγγιση στην πραγματικότητα.

Στη διπλωματική εργασία αυτή θα ασχοληθούμε με το κοινωνικό ρίσκο στις θαλάσσιες μεταφορές. Θα αναφέρουμε όλες τις υπάρχουσες μεθοδολογίες για τη θέσπιση κριτηρίων αποδοχής του, τονίζοντας τα μειονεκτήματά τους, και θα προσπαθήσουμε να ορίσουμε ένα αξιόπιστο κριτήριο κατάλληλο για εφαρμογή στις θαλασσιές μεταφορές.

Το κοινωνικό ρίσκο ορίζεται:

«Κοινωνικό ρίσκο είναι η σχέση μεταξύ συχνότητας και του αριθμού ανθρώπων που υποφέρουν από συγκεκριμένου βαθμού σωματικές βλάβες σε έναν ορισμένο πληθυσμό και από έναν συγκεκριμένο κίνδυνο» Ichem (1985)

Ο παραδοσιακός ορισμός του ρίσκου είναι:

$$\text{Ρίσκο για το γεγονός } i = \text{πιθανότητα γεγονός } i \times \text{συνέπειες γεγονός } i$$

Ως όρος το κοινωνικό ρίσκο προέκυψε από την ανάγκη, να αποτυπωθεί ο τρόπος με το οποίον οι διάφοροι κίνδυνοι επηρεάζουν μεγαλύτερες ομάδες του πληθυσμού που βρίσκονται σε συγκεκριμένο τόπο σε κάποια χρονική στιγμή και όχι μεμονωμένα άτομα. Μεγάλη έρευνα για το κοινωνικό ρίσκο έχει γίνει στον τομέα της πυρηνικής ενέργειας, καθώς υπήρξε η σχετική ανάγκη λόγω των πολύ σοβαρών συνεπειών ενός ενδεχόμενου πυρηνικού ατυχήματος. Αναπαριστάται συνήθως με τις καμπύλες F-N οι οποίες δείχνουν την συχνότητα ατυχημάτων διαφορετικών μεγεθών για μια συγκεκριμένη δραστηριότητα.

Εδώ θα ασχοληθούμε με το ρίσκο που προκύπτει για την κοινωνία από τις θαλάσσιες μεταφορές. Στη σημερινή εποχή της παγκοσμιοποίησης, του καταναλωτισμού και της μεγάλης ανάγκης για μεταφορά αγαθών παγκοσμίως, οι θαλάσσιες μεταφορές έχουν γνωρίσει πρωτόγνωρη άνθηση. Με τη βοήθεια της συνεχώς εξελισσόμενης τεχνολογίας δημιουργήθηκαν νέοι τύποι πλοίων που εξυπηρετούν διαφορετικές ανάγκες μεταφοράς, και ένας μεγάλος εμπορικός στόλος απλώθηκε σε όλες τις θάλασσες.

Τα οφέλη βέβαια είναι σημαντικά για τον σημερινό άνθρωπο και τις ανάγκες του, όχι όμως χωρίς συνέπειες τόσο στο περιβάλλον όσο και στον ίδιο. Χιλιάδες πλοία ταξιδεύουν καθημερινά σε όλες τις θάλασσες ρυπαίνοντας το περιβάλλον τόσο λόγω της κανονικής λειτουργίας τους όσο και λόγω τυχαίων περιστατικών – ατυχημάτων. Τα κυριότερα είδη της ρύπανσης που προέρχονται από τη συνήθη λειτουργία των πλοίων είναι:

- Κausαέρια κυρίων μηχανών και βοηθητικών,
- Κausαέρια λεβήτων,
- Μεταφορά υγρού έρματος και μικροοργανισμών μέσω αυτού σε μεγάλες αποστάσεις,
- Σκουπίδια και λήμματα στη στεριά,
- Σκουπίδια και λήμματα στη θάλασσα,
- Νερά σεντινών με συγκέντρωση λαδιού < 15 ppm,
- Ρύπανση από υφαλοχρώματα.

Στην πτυχιακή αυτή θα ασχοληθούμε με τις συνέπειες εκείνες που εμπεριέχουν την έννοια του ρίσκου, δηλαδή με αυτές που εμφανίζονται μετά από κάποιο τυχαίο γεγονός (ναυτικό ατύχημα). Για παράδειγμα, η εκπομπή καυσαερίων στην ατμόσφαιρα από ένα πλοίο συγκεκριμένου μεγέθους, μπορεί εύκολα να υπολογιστεί, είναι κάτι που είναι δεδομένο ότι συμβαίνει εφόσον το πλοίο κινείται και εναπόκειται στους νομοθέτες να αποφασίσουν πότε η συνέπεια αυτή είναι αποδεκτή και πότε χρειάζονται επιπλέον μέτρα για τη μείωση των εκπομπών αυτών.

Αντίθετα, οι συνέπειες ενός τυχαίου περιστατικού δεν μπορούν να προβλεφθούν και πολλές φορές είναι καταστροφικές καθιστώντας πολύ δύσκολο για τους λήπτες αποφάσεων να κρίνουν εάν το ρίσκο και γενικά η συγκεκριμένη δραστηριότητα (π.χ. μεταφορά προϊόντων μέσω θαλάσσης) είναι συμφέρουσα για το κοινωνικό σύνολο.

Θα ασχοληθούμε λοιπόν μόνο με τις συνέπειες εκείνες που εμπεριέχουν την έννοια του ρίσκου για την κοινωνία. Αυτές είναι:

- Ανθρώπινες απώλειες,
- Ρύπανση του περιβάλλοντος (έπειτα από διαρροή μεταφερόμενου φορτίου ή καυσίμων στο περιβάλλον),
- Οικονομικές επιπτώσεις στην τοπική κοινωνία.

Σε ότι αφορά την δεύτερη κατηγορία, στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής θα ασχοληθούμε μόνο με την διαρροή πετρελαιοειδών στη θάλασσα θεωρώντας ότι η βαρύτητα της ρύπανσης από άλλα είδη φορτίου δεν είναι τόσο σημαντική. Για παράδειγμα, το να μείνει στο βυθό της θάλασσας μια ποσότητα από σιτηρά ή σιδηρομετάλλευμα σίγουρα δεν έχει ιδιαίτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Τα χημικά φορτία ίσως να αποτελούν πρόβλημα, ωστόσο λόγω του μικρού αριθμού πλοίων τέτοιου είδους που πλέουν στις ελληνικές θάλασσες, του μικρού μεγέθους που αυτά συνήθως έχουν και συνεπώς του μικρού ρίσκου που αυτά συνεπάγονται, δεν θα τα συμπεριλάβουμε στη μελέτη μας για το ρίσκο στις ελληνικές θάλασσες.

Αναλύοντας τώρα κάθε μία από τις συνέπειες και με τη βοήθεια της ήδη υπάρχουσας βιβλιογραφίας, θα προσπαθήσουμε να αναπτύξουμε μια αξιόπιστη μεθοδολογία για τον προσδιορισμό του μέγιστου δυνατού ρίσκου που η κοινωνία είναι διατεθειμένη να αναλάβει σε κάθε περίπτωση.

Πριν προχωρήσουμε σε μελέτη-υιοθέτηση κριτηρίων αποδοχής ρίσκου, θα ήταν χρήσιμο αν όχι απαραίτητο, να βρούμε ένα μέγεθος το οποίο να ποσοτικοποιεί και τα τρία αυτά είδη συνεπειών μαζί. Για παράδειγμα ένα ατύχημα σε ένα δεξαμενόπλοιο με δύο νεκρούς και διαρροή 50,000 τόνων πετρελαίου στη θάλασσα, θα μπορούσε να ισοδυναμεί όσον αφορά την επίδραση στην κοινή γνώμη-κοινωνία με ένα ατύχημα των 15 νεκρών και 2,000 τόνων στη θάλασσα. Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι ένα

τέτοιο μέγεθος θα μας διευκόλυνε πολύ κατά τη μελέτη ρίσκου καθώς θα συγκέντρωνε μαζί όλα τα ατυχήματα που έχουν την ίδια επίδραση στην κοινωνία. Παράλληλα θα μας έδινε τη δυνατότητα κατασκευής πιο ρεαλιστικών καμπυλών F-N, οι οποίες πλέον δεν θα αναφέρονται μόνο σε ανθρώπινες απώλειες ή μόνο σε τόνους πετρελαίου που διέρρευσαν στη θάλασσα, αλλά θα εκφράζουν τη συνολική επίδραση στην κοινωνία.

Μια καλή προσέγγιση θα μπορούσε να είναι η έκφραση όλων των ειδών απωλειών ενός ατυχήματος σε χρηματικές μονάδες. (π.χ. σε δολάρια Αμερικής).

Δηλαδή μπορούμε να πούμε:

$$C(\$) = N \times VSL + K_{OILSPILL} \Rightarrow$$
$$C(\$) = N \times VSL + K_{CLEANUP} + K_{ECON} + K_{ENV} \Rightarrow$$

- Όπου: C - Συνολικές απώλειες σε €,
 N - Αριθμός ανθρώπων που έχασαν την ζωή τους,
 VSL - Αξία της στατιστικής ζωής,
 $K_{OILSPILL}$ - Συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας,
 $K_{CLEANUP}$ - Κόστος καθαρισμού,
 K_{ECON} - Οικονομικό κόστος,
 K_{ENV} - Περιβαλλοντικό κόστος.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν μελέτες-προσεγγίσεις για την αξία της στατιστικής ζωής όσο και για τις περιβαλλοντικές συνέπειες οι οποίες σαν μέτρο χρησιμοποιούν τις χρηματικές μονάδες (συνήθως το δολάριο).

Στόχος της διπλωματικής

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο προσδιορισμός ενός αξιόπιστου κριτηρίου αποδοχής κοινωνικού ρίσκου για την ναυτιλία στην Ελλάδα, βασιζόμενο σε μεγέθη που είτε προέρχονται από αξιόπιστα στατιστικά στοιχεία είτε μπορούν να υπολογιστούν εύκολα. Θα αποφύγουμε δηλαδή παραμέτρους που είναι πολύ δύσκολο ή και αδύνατο να υπολογιστούν και ταυτόχρονα θα προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε μια μεθοδολογία αποδοχής ρίσκου που να βασίζεται σε λογικές παρατηρήσεις και αποδοχές.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα αναφέρουμε τις υπάρχουσες μεθοδολογίες για τον προσδιορισμό της αξίας της στατιστικής ζωής, θα αναφέρουμε μειονεκτήματα και

πλεονεκτήματα, και θα προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε την τιμή αυτή για τον ελληνικό χώρο.

Στο *δεύτερο κεφάλαιο* θα ασχοληθούμε με τις συνέπειες των πετρελαιοκηλίδων και θα δημιουργήσουμε ένα μοντέλο που θα μας δίνει το συνολικό κόστος ενός ατυχήματος με διαρροή πετρελαίου στην θάλασσα (κόστος καθαρισμού, οικονομικό και περιβαλλοντικό), με βάση τα στατιστικά στοιχεία από ατυχήματα του παρελθόντος αλλά και μεθόδους που συναντήσαμε στην βιβλιογραφία.

Εν συνεχεία στο *τρίτο κεφάλαιο*, για τα στατιστικά στοιχεία που έχουμε από τον ελληνικό θαλάσσιο χώρο θα κάνουμε έναν υπολογισμό του συνολικού κόστους του

κάθε ατυχήματος (ανθρώπινες απώλειες και ρύπανση μαζί) με την βοήθεια της αξίας της στατιστικής ζωής που θα οριστεί στο πρώτο κεφάλαιο, αλλά και του μοντέλου

προσδιορισμού του κόστους που θα ορίσουμε στο δεύτερο κεφάλαιο. Κατόπιν με την βοήθεια της στατιστικής ανάλυσης θα δώσουμε μια όσο το δυνατό καλύτερη εικόνα για την κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα όσον αφορά το κόστος που πληρώνουν οι έλληνες πολίτες σε ναυτικά ατυχήματα.

Τέλος, στο *τέταρτο κεφάλαιο* και με βάση τα στοιχεία που προέκυψαν στο τρίτο κεφάλαιο θα ορίσουμε ένα κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου για την ναυτιλία στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο - Η ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΖΩΗΣ

1.1 Εισαγωγικά

Μία όχι ευχάριστη αλλά απαραίτητη εργασία για τους λήπτες αποφάσεων είναι να προσδιορίσουν μια τιμή για τη διάσωση μίας ανθρώπινης ζωής. Λόγω του γεγονότος ότι η κοινωνία έχει περιορισμένους πόρους προς διάθεση για τη βελτίωση της υγιεινής και ασφαλείας, θα πρέπει κάθε ευρώ που ξοδεύεται προς αυτήν την κατεύθυνση να έχει το μέγιστο δυνατό όφελος, και ο προσδιορισμός μιας τιμής είναι απαραίτητος για αυτήν την προσπάθεια. Θέλοντας λοιπόν να δώσουμε έναν σύντομο ορισμό μπορούμε να πούμε :

«Αξία της στατιστικής ζωής είναι η αξία που δίνει μια κοινωνία στην πρόληψη ενός θανάτου, δεδομένου του ότι οι διαθέσιμοι πόροι για παροχή μέτρων ασφαλείας είναι περιορισμένοι».

Όπως θα περίμενε κανένας η αριθμητική τιμή που αντιστοιχεί σε μία ζωή, (αξία στατιστικής ζωής - value of a statistical life - VSL), είναι ένα θέμα έντονης αντιπαράθεσης. Εκατοντάδες αναλύσεων με μεγάλη γκάμα μεθοδολογιών έχουν χρησιμοποιηθεί για να προσδιορίσουν αυτήν την τιμή. Παρά τις διαφορές τους οι περισσότερες από τις μελέτες επικεντρώνονται σε μια βασική ιδέα. Η VSL θα πρέπει να αντιστοιχεί στην αξία που οι άνθρωποι δίνουν στις ζωές τους στις ιδιωτικές τους αποφάσεις. Αν και οι περισσότεροι θα έλεγαν ότι δεν θα έκαναν εκπτώσεις όσον αφορά τα μέτρα για να αποφύγουν την πιθανότητα ενός θανατηφόρου ατυχήματος, ο τρόπος με τον οποίο ξοδεύουν τα χρήματά τους δείχνει το αντίθετο. Δεν οδηγούμε όλοι τεθωρακισμένα οχήματα για να πάμε στη δουλειά μας, αλλά αντί αυτού οδηγούμε λιγότερο ασφαλή και σημαντικά πιο οικονομικά αυτοκίνητα. Η πρόθεση μας να αποδεχτούμε κάποιο ρίσκο σε αντάλλαγμα ενός πιο οικονομικού οχήματος δείχνει ότι υπάρχει ένα όριο στο ποσό είμαστε διατεθειμένοι να ξοδέψουμε για να προστατεύσουμε τις ζωές μας.

Οικονομολόγοι και άλλοι ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει κατά καιρούς πληθώρα μεθοδολογιών για τον προσδιορισμό μιας χρηματικής τιμής για τη στατιστική ζωή. Υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι προσέγγισης του προβλήματος. Η προσέγγιση δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference approach) και η προσέγγιση έμμεσα εξαγόμενης προτίμησης (revealed preferences approach). Η διαφορά μεταξύ των δύο είναι το γεγονός ότι στην πρώτη ο ερευνητής βγάζει τα συμπεράσματα του απλά ρωτώντας, ενώ στη δεύτερη περίπτωση μελετά τη συμπεριφορά και τις συνήθειες των ανθρώπων. Καθεμία από αυτές έχει και υποκατηγορίες όσον αφορά τον τρόπο εφαρμογής, ωστόσο εμείς θα αναφερθούμε στις πιο σημαντικές-συνηθισμένες από

αυτές. Μια ενδιαφέρουσα εργασία όσον αφορά την παρουσίαση των υπαρχόντων μεθοδολογιών είναι αυτή του Brannon (2004). Ακολουθεί μια κατάταξη των μεθόδων που θα παρουσιάσουμε:

A. Προσέγγιση δεδηλωμένης προτίμησης (stated preference approach)

- Μέθοδος υποθετικής αξιολόγησης - *Contingent valuation method*

B. Προσέγγιση έμμεσα εξαγόμενης προτίμησης (revealed preferences approach)

- Μέθοδος συμπεριφοράς στην αγορά εργασίας - *Labor market behavior method*
- Μέθοδος αγοραστικής συμπεριφοράς καταναλωτή - *Consumer market behavior method*
- Μέθοδος μακροοικονομικής εκτίμησης - *Macroeconomic valuation method*
- Μέθοδος βασισμένη στην στον δείκτη ποιότητας ζωής - *LQI based method*

1.2 Μέθοδος υποθετικής αξιολόγησης

Πολλοί ερευνητές προσδιορίζουν την τιμή που οι άνθρωποι βάζουν στις ζωές τους απλά ρωτώντας τους. Προφανώς δεν ρωτούνται «πόσο κοστολογούν τη ζωή τους» ή «με ποιο χρηματικό αντίτιμο θα δέχονταν κάποιος να τους σκοτώσει» διότι κάτι τέτοιο δε θα οδηγούσε πουθενά. Αντίθετα τα συμπεράσματα εξάγονται έμμεσα, βάσει των επιλογών που κάνουν οι άνθρωποι σε υποθετικά ερωτήματα-σενάρια σχετικά με το προς εκτίμηση αγαθό (Anderson, 2004). Για παράδειγμα, ο ερευνητής ρωτά: «ποιο είναι το ελάχιστο χρηματικό αντίτιμο που θα δεχόσασταν, ώστε η πιθανότητα να χάσετε την ζωή σας στο επόμενο χρονικό διάστημα να αυξηθεί από 1/10000 σε 5/10000;»

Η απάντηση σε αυτό το ερώτημα δεν είναι προφανής εάν συνυπολογίσουμε και το γεγονός ότι όλοι αναλαμβάνουμε καθημερινά ρίσκο για τη ζωή μας, πολλές φορές μεγαλύτερο από αυτό του παραδείγματος και μάλιστα χωρίς αμοιβή.

Κατόπιν για τον κάθε ερωτώμενο πολλαπλασιάζεται το αντίτιμο που δέχεται επί τον αντίστροφο του επιπλέον ρίσκου που δέχεται να αναλάβει. Έτσι για παράδειγμα αν δέχτηκε 900 και το ρίσκο αυξήθηκε από 1/10000 σε 5/10000 τότε προκύπτει:

$$VSL = 900 \times \left(\frac{4}{10000} \right)^{-1} = 2,25 \text{ εκ. } \text{€}$$

Τέλος υπολογίζουμε τον μέσο όρο όλου του δείγματος και προκύπτει η τελική τιμή της αξίας της στατιστικής ζωής για την κοινωνία που μελετάμε.

Ένας άλλος τρόπος είναι να ερωτηθούν πόσα χρήματα είναι διατεθειμένοι να δώσουν (Willing to pay) για αύξηση των μέτρων ασφαλείας, σε κάποιο τομέα της καθημερινής τους δραστηριότητας. Έτσι :

$$VSL = WTP \times \frac{\text{πληθυσμος}}{E(N)}$$

Όπου: WTP - Ποσό που είναι διατεθειμένος ο ερωτώμενος να πληρώσει

Πληθυσμός - Ο πληθυσμός της κοινωνίας που μελετάμε

E(N) - Προσδοκώμενος αριθμός νεκρών από ατύχημα

Μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι το γεγονός ότι τα αποτελέσματα της βασίζονται στην υποκειμενικότητα των ερωτωμένων. Γιατί ο ερωτώμενος να απαντήσει ειλικρινά σε μια υποθετική ερώτηση; Επίσης δεν είναι προφανές ότι οι ερωτώμενοι κατανοούν τη σημασία των μικρών αλλαγών στις πιθανότητες που αναφέρουν τα ερωτήματα που τους τίθενται. Παράλληλα πρέπει να αποφασίσουμε ποια θα είναι η σχετική χρονική περίοδος κατά την οποία θα μετράται ο ρυθμός θανάτων κατά τη μελέτη ρίσκου. Τέλος δεν πρέπει να αγνοούμε το γεγονός ότι το κόστος της έρευνας είναι σημαντικά υψηλό.

1.3 Μέθοδος συμπεριφοράς στην αγορά εργασίας

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη συμπεριφορά των ανθρώπων στην αγορά εργασίας (labor market) και την περιγράφει αναλυτικά ο Viscusi (2005). Η πρόθεση ενός εργαζομένου είναι να επιλέξει την εργασία με ρίσκο θανάτου (p), η οποία του προσδίδει τη μέγιστη προσδοκώμενη χρησιμότητα (EU). Ο εργαζόμενος γνωρίζει την καμπύλη προσφοράς της αγοράς $w(p)$, η οποία είναι στην ουσία η καμπύλη που περικλείει τις ατομικές καμπύλες προσφοράς εργασίας του κάθε εργοδότη. Ας υποθέσουμε τώρα ότι υπάρχουν δυο ενδεχόμενα για τον εργαζόμενο:

- Καλή υγεία με χρησιμότητα $U(w)$,
- Θάνατος με χρησιμότητα $V(w)$.

Είναι προφανές ότι για τη συνάρτηση χρησιμότητας του κάθε εργαζομένου, η καλή υγεία είναι προτιμότερη από την κακή και ότι οι ίδιοι οι εργαζόμενοι είτε αποστρέφονται το ρίσκο είτε έχουν ουδέτερη αντιμετώπιση.

Δηλαδή πρέπει $U(w) \geq V(w)$

Άρα η συνάρτηση χρησιμότητας του εργαζόμενου είναι:

$$MaxEU(p) = (1-p)U(w(p)) + pV(w(p))$$

$$\Rightarrow \frac{dw}{dp} = \frac{U(w) - V(w)}{(1-p)U'(w) + pV'(w)}$$

$$\text{Όπου } \frac{dw}{dp} = VSL$$

Στόχος είναι ανάμεσα σε δύο εργασίες με διαφορετική αμοιβή να βρούμε ποιο ποσοστό αυτής της μισθολογικής διαφοράς οφείλεται στη διαφορά ρίσκου θανάτου ή τραυματισμού. Κατόπιν απλά πολλαπλασιάζουμε τη μισθολογική διαφορά (dw) με τον αντίστροφο της διαφοράς του ρίσκου (dp) και προκύπτει η ζητούμενη αξία της στατιστικής ζωής. Για παράδειγμα, εάν ένας εργαζόμενος παίρνει μισθό 30000€/χρόνο και ένας συνάδελφός του 35000€/χρόνο και από τα 5000€ της διαφοράς τα 2000€ δίδονται από τον εργοδότη λόγω της αύξησης του ρίσκου ατυχήματος κατά 0,1%, τότε η αξία που δίνει ο συνάδελφος για τη ζωή του είναι:

$$VSL = 2000 \times \frac{1}{0,001} = 2.000.000 \text{ €}$$

Όμως είναι προφανές ότι δεν έχουν όλοι οι εργαζόμενοι την ίδια αντιμετώπιση απέναντι στο ρίσκο. Για παράδειγμα, έστω ότι ένας εργαζόμενος Α επιλέγει να εργαστεί με ρίσκο p_A και μισθό $w(p_A)$, ενώ ένας άλλος εργαζόμενος Β επιλέγει να εργαστεί με ρίσκο p_B και μισθό $w(p_B)$. Δεν είναι αυτονόητο ότι σε περίπτωση που ο Α αναλάμβανε το ρίσκο του Β θα ήταν ικανοποιημένος και με τον μισθό του Β. Πιθανόν να ζητούσε μεγαλύτερο μισθό:

$$w_A(p_B) > w_B(p_B)$$

Η εξίσωση που δίνει τον ζητούμενο μισθό από τον κάθε εργαζόμενο, προκειμένου να αναλάβει το ρίσκο της εργασίας είναι της μορφής:

$$\ln w_i = a + X_i'\beta + \gamma_1 p_i + \gamma_2 q_i + \gamma_3 WC_i + \varepsilon_i$$

Όπου w_i - Απαιτούμενος μισθός από τον κάθε εργαζόμενο i ,

X_i - Συντελεστής για τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας και της εργασίας,

p_i - Το ρίσκο θανάτου που αναλαμβάνει ο εργαζόμενος,

q_i - Το ρίσκο ατυχήματος ή αρρώστιας που οφείλεται στην εργασία,

WC_i - Είναι ένα μέτρο της αμοιβής

Μερικοί από αυτούς τους συντελεστές είναι πολύ δύσκολο να προσδιοριστούν. Αυτό σημαίνει ότι είναι σχεδόν απίθανο να προσεγγίσουμε ικανοποιητικά μια τιμή για την αξία της στατιστικής που να αφορά τη κοινωνία σαν σύνολο. Επίσης πολλές εργασίες δεν σχετίζονται με καμίας μορφής ρίσκο. Άρα ένα πολύ μεγάλο μέρος του εργατικού δυναμικού δεν μπορεί να γίνει αντικείμενο της μελέτης μας. Επίσης και εδώ το κόστος εφαρμογής για να έχουμε ένα ικανοποιητικό δείγμα πληθυσμού είναι πολύ υψηλό.

1.4 Μέθοδος αγοραστικής συμπεριφοράς καταναλωτή

Η μέθοδος αυτή είναι παραλλαγή της προηγούμενης, αλλά αντί να βασίζεται στη συμπεριφορά των ανθρώπων στην αγορά εργασίας βασίζεται στην αγοραστική συμπεριφορά τους. Για παράδειγμα, έστω ότι μπορούμε με σιγουριά να πούμε ότι αγοράζοντας ένα αυτοκίνητο με ένα επιπλέον εξάρτημα αξίας 300€, μειώνεται η πιθανότητα θανάτου κατά 1/10000. Τότε η VSL που δίνουμε στον εαυτό μας είναι:

$$VSL = \frac{Cost}{dp} = 300 \times \left(\frac{1}{10.000} \right)^{-1} = 3.000.000 \text{ €}$$

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εφαρμογή του Miller (1990), ο οποίος υπολόγισε την αξία της στατιστικής ζωής ερευνώντας την αγορά ανιχνευτών καπνού που χρησιμοποιούνται για την έγκαιρη ειδοποίηση σε περίπτωση πυρκαγιάς. Θεωρώντας δεδομένο ότι με την εγκατάσταση των αισθητήρων το ρίσκο απώλειας ζωής μειώνεται κατά 45% , μελέτησε τις μεταβολές στην ζήτηση και στο χρηματικό ποσό που οι άνθρωποι είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν για την εγκατάσταση τους. Παρόμοιες μελέτες έχουν γίνει από τους Blomquist & Miller (1990) με βάση την χρήση ζώνης ασφαλείας και από τους Landefeld & Seskin (1982) βασιζόμενοι την αγορά ασφαλειών ζωής.

Ενδιαφέρουσα είναι επίσης η εφαρμογή του Ippolito & Ippolito (1984) με βάση την κατανάλωση τσιγάρων.

Ενδεικτικά, θα αναφέρουμε στον πίνακα που ακολουθεί τις τιμές που προέκυψαν από τις προαναφερθείσες μελέτες.

Πίνακας 1 - Μέθοδος αγοραστικής συμπεριφοράς καταναλωτή - Υπάρχουσες μελέτες και αποτελέσματα.

Μελέτη	Θέμα	VSL
Blomquist & Miller (1990)	χρήση ζώνης ασφαλείας	1.908.000 \$
Landefeld & Seskin (1982)	ασφάλειες ζωής	2.400.000 \$
Miller (1990)	ανιχνευτές καπνού	643.000 \$
Ippolito & Ippolito (1984)	κατανάλωση τσιγάρων	994.000 \$

Και αυτή η μέθοδος όμως παρουσιάζει ορισμένα σημαντικά μειονεκτήματα. Πρώτον οι άνθρωποι αγοράζουν χιλιάδες αγαθά τα οποία βελτιώνουν την ασφάλεια σε κάποιο βαθμό. Έτσι το πρόβλημα καθίσταται πολύ περίπλοκο.

Δεύτερον είναι δύσκολο για ένα συγκεκριμένο προϊόν ή υπηρεσία να διαχωρίσουμε τα χαρακτηριστικά εκείνα που έχουν να κάνουν με την ασφάλεια.

Τρίτον, είναι αμφίβολο εάν οι καταναλωτές κατά την επιλογή και αγορά κάποιου προϊόντος ή κάποιας υπηρεσίας, συνυπολογίζουν όντως και τα οφέλη για την ασφάλεια.

1.5 Μέθοδος μακροοικονομικής εκτίμησης

Με βάση αυτήν την προσέγγιση η VSL μπορεί να προσδιοριστεί σε σχέση με την πιθανή παραγωγή πλούτου που θα είχε κάποιος που έχασε την ζωή του ή αλλιώς με την απώλεια εισοδήματος στην οικογένεια του. Οι Γουλιέλμος και Γκιζιάκης (1997) περιγράφουν την μέθοδο αυτή η οποία υποδιαιρείται σε δυο υπομεθόδους ανάλογα με τον τρόπο προσέγγισης που επιλέγουμε.

Πρώτος τρόπος και πιο συνηθισμένος είναι να υπολογιστεί η οικονομική αξία ενός προσώπου και συνεπώς η απώλεια για την οικονομία όταν πάψει να υπάρχει. Είναι η παρούσα αξία των αναμενόμενων εσόδων του. Έτσι ο ακριβής προσδιορισμός της απώλειας της οικονομίας που υπολογίζεται με αυτόν τον τρόπο, θα είναι L_1 :

$$L_1 = \sum_{t=T}^{\infty} Y_t P_T^t (1+r)^{-(t-T)}$$

Όπου Y_t - είναι τα προσδοκώμενα μεικτά έξοδα του ατόμου κατά το χρόνο t , αποκλειόμενων των εσόδων από ιδιοκτησίες και κεφαλαιουχικές επενδύσεις.

P - είναι η πιθανότητα του χρόνου T να επιβιώσει το πρόσωπο για τα επόμενα χρόνια.

r - είναι το κοινωνικό επιτόκιο με βάση το οποίο υπολογίζονται οι παρούσες αξίες των μελλοντικών εσόδων και αναμένεται να ισχύει κατά το χρόνο t .

Δεύτερος τρόπος είναι ο υπολογισμός των ζημιών, που συμβαίνουν στους άλλους από τον θάνατο του ατόμου στην ηλικία T . Η μαθηματική έκφραση του υπολογισμού για την οικονομία είναι:

$$L_2 = \sum_{t=T}^{\infty} P_T^t (Y_t - C_t) (1+r)^{-(t-T)}$$

Όπου C_t - είναι η προσωπική αναμενόμενη κατανάλωση του εν λόγω ατόμου κατά το χρόνο t .

Y_t, P και r όπως έχουν οριστεί παραπάνω.

Αυτή η μέθοδος αν και φαίνεται αρκετά ρεαλιστική και βάσιμη εντούτοις εξαρτάται από μερικές σημαντικές υποθέσεις - γενικεύσεις. Για παράδειγμα εάν ζούσε ο θανών πως θα μεταβαλλόταν το εισόδημα του με τα χρόνια και πότε θα συνταξιοδοτούταν; Είναι σωστό να χρησιμοποιήσουμε μέσους όρους του πληθυσμού; Είναι προφανές ότι αυτή η μέθοδος απέχει πολύ από το να παρέχει αποτελέσματα τα οποία να πλησιάζουν σε ικανοποιητικό βαθμό την πραγματικότητα.

1.6 Μέθοδος βασισμένη στην στον δείκτη ποιότητας ζωής - LQI

1.6.1 Εισαγωγικά

Ίσως η πιο ενδιαφέρουσα από τις μεθόδους που συναντήσαμε στη βιβλιογραφία είναι αυτή που περιγράφει αναλυτικά ο Rackwitz (2005). Αυτή βασίζεται σε στατιστικά δεδομένα που προκύπτουν από τους λεγόμενους πίνακες ζωής (Life Tables) που είναι διαθέσιμοι για κάθε χώρα από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Οι πίνακες ζωής είναι πίνακες που μας δείχνουν θνησιμότητες σαν τον αριθμό θανάτων ενός πληθυσμού (συνήθως 100.000) σε μια συγκεκριμένη ηλικία δια τον αριθμό των επιζώντων στην ίδια ηλικία. Δίνουν δηλαδή μια πολύ καλή εικόνα για την συμπεριφορά ή μεταβολή των στατιστικών δεικτών του πληθυσμού μιας χώρας. Αναλυτική παρουσίαση και επεξήγηση των πινάκων ζωής θα γίνει στην παράγραφο που ακολουθεί.

Με τη βοήθεια λοιπόν των στοιχείων και με βάση τους οικονομικούς δείκτες κάθε χώρας, ο Rackwitz ακολουθεί μια διαδικασία τεσσάρων βημάτων για τον τελικό υπολογισμό της αξίας της στατιστικής ζωής. Στην παράγραφο 1.6.3 θα γίνει αναλυτική παρουσίαση της μεθόδου, ενώ στην 1.6.4 με βάση αυτήν θα υπολογιστεί η αξία της στατιστικής ζωής για την Ελλάδα, την οποία και θα χρησιμοποιήσουμε στα επόμενα κεφάλαια για τον προσδιορισμό ενός αξιόπιστου κριτηρίου αποδοχής ρίσκου για τη ναυτιλία στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο.

1.6.2 Πίνακες Ζωής (Life Tables)

Λεπτομέρειες για το πώς κατασκευάζονται οι πίνακες ζωής αλλά και στατιστικά στοιχεία για τις περισσότερες χώρες δίνονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (World Health Organization). Ένας πίνακας ζωής (Life Table) είναι μια μέθοδος εξαγωγής στατιστικών στοιχείων, που είναι αντιπροσωπευτικά της μέσης προσδοκώμενης εναπομένουσας ζωής μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου. Ή πιο απλά είναι ένας πίνακας που δείχνει για ένα πρόσωπο σε κάθε ηλικία ποια είναι η πιθανότητα αυτό να χάσει τη ζωή πριν τα επόμενα γενέθλια του. Είναι δομημένος με τέτοιο τρόπο που εξαλείφεται η επιρροή της ηλικιακής σύνθεσης του πληθυσμού που μελετάμε. Η ηλικιακή σύνθεση μπορεί να μεταβληθεί με τον χρόνο και να επηρεάσει κάποιους δείκτες όπως για παράδειγμα τον αριθμό θανάτων ανά 1000 ανθρώπους. Οι πίνακες επίσης κατασκευάζονται συνήθως ξεχωριστά για άντρες και για γυναίκες, λόγω των σημαντικά διαφορετικών μεταξύ τους ρυθμών θνησιμότητας.

Ένας πίνακας ζωής είναι καθαρά ένας υποθετικός υπολογισμός, ο οποίος όμως βασίζεται στα στατιστικά δεδομένα του πληθυσμού κάθε χώρας. Η βασική του υπόθεση ότι ένας συγκεκριμένος-δεδομένος αριθμός γεννήσεων (συνήθως 100.000), λαμβάνουν χώρα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό έτος. Αυτές οι γεννήσεις, καθώς περνούν κάθε χρόνο της ζωής τους, γίνονται αντικείμενο για τον υπολογισμό των ρυθμών θνησιμότητας, για την ηλικία στην οποία ο πίνακας αναφέρεται. Έτσι γίνεται λοιπόν σαφές ότι ο πίνακας πραγματεύεται τους τωρινούς ρυθμούς θνησιμότητας και δεν γίνονται υποθέσεις για μελλοντικές μεταβολές τους.

Οι ρυθμοί θνησιμότητας για κάθε ηλικία χρησιμοποιούνται για να υπολογίσουμε ποσά από τα μέλη του πληθυσμού που αναφερόμαστε θα φτάσουν το κάθε ηλικιακό έτος έως ότου το σύνολο τους χάσει τη ζωή του. Αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να υπολογίσουμε τον συνολικό αριθμό ετών που έζησε ο πληθυσμός μας. Εάν αυτό τώρα το διαιρέσουμε δια τον αριθμό των ατόμων (100.000), θα προκύψει ο μέσος αριθμός ετών που έζησε η ομάδα μας ή αλλιώς η μέση προσδοκώμενη διάρκεια ζωής κατά τη γέννηση. Ο συνολικός αριθμός ετών που έζησε ο πληθυσμός μας από οποιαδήποτε ηλικία και μετά, μπορεί επίσης να υπολογιστεί και διαιρούμενος με τον αριθμό των

επιζώντων οι οποίοι περνούν αυτήν τη συγκεκριμένη ηλικία, να δώσει την προσδοκώμενη εναπομένουσα ζωή για αυτούς.

Έτσι συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι ο πίνακας ζωής δείχνει τα παρακάτω:

- Την πιθανότητα ένα άτομο να χάσει τη ζωή πριν τα επόμενα γενέθλια του,
- Την εναπομένουσα ζωή για ανθρώπους σε διαφορετικές ηλικίες,
- Τον αριθμό συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας που είναι ακόμα ζωντανοί,
- Εκτίμηση των χαρακτηριστικών μακροζωίας.

Η κατασκευή ενός πίνακα ζωής απαιτεί αξιόπιστα στοιχεία για τους ρυθμούς θνησιμότητας των πληθυσμών ανάλογα με την ηλικία και το φύλο για αυτό είναι πολύ δύσκολο να κατασκευαστούν τέτοιοι πίνακες για όλες τις χώρες. Ο αριθμός θανάτων σε κάθε ηλικία είναι ανάλογος με το μέγεθος του πληθυσμού στην συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα και υπολογίζεται μετά από συνεχή καταγραφή όλων των γεννήσεων, θανάτων και μεταναστεύσεων.

Οι πίνακες που θα χρησιμοποιήσουμε στη διπλωματική εργασία, εκδόθηκαν για το έτος 2006 από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Οι πίνακες αυτοί δημιουργήθηκαν για άντρες και γυναίκες και αντιπροσωπεύουν τα στατιστικά θνησιμότητας της Ελλάδας για το συγκεκριμένο έτος. Στις σελίδες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι προαναφερθέντες πίνακες για την Ελλάδα καθώς και επεξήγηση των σύμβολων που περιέχουν.

Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
Πίνακες Ζωής - Ελλάδα 2006

Πίνακας 2 - Στατιστικά στοιχεία για τον πληθυσμό της Ελλάδας το έτος 2006 και για τα δύο φύλα. (αναφέρονται σε δείγμα 100.000 ατόμων)

both sexes

Age range	nMx	nqx	lx	ndx	nLx	Tx	ex
<1	0.00377	0.00375	100000	375	99662	7994698	79.9
1-4	0.00015	0.00059	99625	59	398358	7895036	79.2
5-9	0.00010	0.00052	99566	51	497701	7496678	75.3
10-14	0.00012	0.00058	99514	58	497428	6998978	70.3
15-19	0.00041	0.00203	99457	201	496780	6501549	65.4
20-24	0.00066	0.00327	99255	325	495465	6004769	60.5
25-29	0.00068	0.00337	98931	334	493819	5509304	55.7
30-34	0.00067	0.00335	98597	330	492160	5015485	50.9
35-39	0.00095	0.00472	98267	464	490175	4523325	46.0
40-44	0.00136	0.00675	97803	660	487364	4033150	41.2
45-49	0.00216	0.01075	97143	1044	483102	3545786	36.5
50-54	0.00358	0.01772	96098	1703	476234	3062684	31.9
55-59	0.00528	0.02607	94395	2461	465824	2586451	27.4
60-64	0.00774	0.03796	91934	3489	450949	2120626	23.1
65-69	0.01210	0.05873	88445	5194	429239	1669678	18.9
70-74	0.02068	0.09831	83251	8184	395793	1240438	14.9
75-79	0.03855	0.17581	75067	13198	342338	844645	11.3
80-84	0.07384	0.31165	61869	19282	261140	502307	8.1
85-89	0.13359	0.50073	42587	21324	159625	241167	5.7
90-94	0.22639	0.67412	21263	14334	63313	81542	3.8
95-99	0.35548	0.79200	6929	5488	15438	18230	2.6
100+	0.51627	1.00000	1441	1441	2792	2792	1.9

Πίνακας 3 - Στατιστικά στοιχεία για τον πληθυσμό της Ελλάδας το έτος 2006, μόνο για τους άνδρες.

males

Age range	nMx	nqx	lx	ndx	nLx	Tx	ex
<1	0.00380	0.00379	100000	379	99659	7742530	77.4
1-4	0.00012	0.00046	99621	46	398375	7642871	76.7
5-9	0.00013	0.00063	99575	62	497721	7244495	72.8
10-14	0.00015	0.00076	99513	75	497377	6746774	67.8
15-19	0.00059	0.00294	99438	292	496459	6249397	62.8
20-24	0.00107	0.00532	99146	528	494410	5752938	58.0
25-29	0.00105	0.00525	98618	518	491796	5258528	53.3
30-34	0.00099	0.00492	98100	483	489295	4766732	48.6
35-39	0.00138	0.00687	97617	671	486410	4277437	43.8
40-44	0.00191	0.00952	96947	923	482426	3791027	39.1
45-49	0.00295	0.01467	96024	1408	476598	3308601	34.5
50-54	0.00497	0.02453	94615	2321	467274	2832003	29.9
55-59	0.00752	0.03689	92294	3405	452958	2364729	25.6
60-64	0.01115	0.05422	88889	4820	432396	1911771	21.5
65-69	0.01745	0.08360	84069	7028	402777	1479374	17.6
70-74	0.02856	0.13328	77041	10268	359537	1076597	14.0
75-79	0.04746	0.21213	66774	14164	298457	717060	10.7
80-84	0.08125	0.33766	52609	17764	218636	418603	8.0
85-89	0.13432	0.50277	34845	17519	130429	199967	5.7
90-94	0.21443	0.65244	17326	11304	52718	69537	4.0
95-99	0.33057	0.76627	6022	4614	13959	16819	2.8
100+	0.49212	1.00000	1407	1407	2860	2860	2.0

Πίνακας 4 - Στατιστικά στοιχεία για τον πληθυσμό της Ελλάδας το έτος 2006, μόνο για τις γυναίκες.

females

Age range	nMx	nqx	lx	ndx	nLx	Tx	ex
<1	0.00373	0.00372	100000	372	99665	8249954	82.5
1-4	0.00018	0.00073	99628	73	398339	8150289	81.8
5-9	0.00008	0.00040	99556	40	497679	7751950	77.9
10-14	0.00008	0.00039	99516	39	497482	7254271	72.9
15-19	0.00021	0.00105	99477	105	497123	6756789	67.9
20-24	0.00020	0.00102	99372	101	496609	6259665	63.0
25-29	0.00027	0.00133	99271	132	496025	5763057	58.1
30-34	0.00033	0.00165	99139	164	495286	5267031	53.1
35-39	0.00050	0.00249	98975	247	494259	4771746	48.2
40-44	0.00079	0.00396	98728	391	492665	4277487	43.3
45-49	0.00138	0.00689	98338	678	489993	3784822	38.5
50-54	0.00220	0.01096	97660	1070	485623	3294830	33.7
55-59	0.00315	0.01565	96589	1512	479167	2809207	29.1
60-64	0.00466	0.02303	95078	2190	469914	2330040	24.5
65-69	0.00766	0.03756	92888	3489	455718	1860126	20.0
70-74	0.01419	0.06851	89399	6125	431685	1404407	15.7
75-79	0.03153	0.14611	83274	12168	385953	972723	11.7
80-84	0.06819	0.29130	71107	20713	303752	586769	8.3
85-89	0.13310	0.49934	50394	25164	189060	283017	5.6
90-94	0.23442	0.68816	25230	17362	74064	93957	3.7
95-99	0.37258	0.80854	7868	6361	17074	19893	2.5
100+	0.53434	1.00000	1506	1506	2819	2819	1.9

Ορισμοί συμβόλων

Age range - Εκφράζει το ηλικιακό διάστημα από x μέχρι $x+n$, όπου $x=0,1,5,\dots,95,100$ και n είναι το πλάτος του ηλικιακού διαστήματος (σε χρόνια).

${}_nM_x$ - Εκφράζει τον ρυθμό θανάτου για συγκεκριμένες ηλικίες x μέχρι $x+n$.

${}_nq_x$ - Ορίζεται ως η πιθανότητα κάποιος να πεθάνει μεταξύ των ηλικιών x και $x+n$.

I_x - Εκφράζει τον αριθμό των ανθρώπων που είναι ακόμα ζωντανοί στην ηλικία x από τους υποθετικά 100.000 τη στιγμή της γέννησης.

${}_nd_x$ - εκφράζει τον αριθμό των θανάτων στην υποθετική περίπτωση που αυτοί θα συμβούν μέσα στο ηλικιακό διάστημα x μέχρι $x+n$.

${}_nL_x$ - εκφράζει τον συνολικό αριθμό ανθρώπων-χρόνων που έζησε ο πληθυσμός ανάμεσα στις ηλικίες x και $x+n$. Καθένας που παραμένει ζωντανός για ένα ηλικιακό διάστημα συνεισφέρει n χρόνια (n είναι το μήκος του διαστήματος).

e^x - ορίζεται σαν ο μέσος προσδοκώμενος αριθμός χρόνων εναπομείνουσας ζωής. e^0 είναι το προσδόκιμο ζωής κατά την στιγμή της γέννησης.

T_x - είναι ο συνολικός αριθμός ετών που θα ζήσει ο πληθυσμός μας στην ηλικία x .

Επεξήγηση στηλών - αριθμητικά παραδείγματα

Η 4^η στήλη (l_x) του πίνακα, μας δείχνει πόσοι από το σύνολο που μελετάμε επιζούν σε κάθε ηλικιακό διάστημα x με $x+n$, με άλλα λόγια τον πληθυσμό σε κάθε διάστημα. Το l_0 αναπαριστά τον πληθυσμό των νεογέννητων δηλαδή αυτών που έχουν ηλικία ίση με το μηδέν. Αν θέσουμε ότι $l_0=100.000$ τότε για παράδειγμα l_9 είναι ο αριθμός των ατόμων (ανδρών) που ζουν στα ένατα γενέθλια τους που στη περίπτωση μας είναι 99.381.

Η 5^η στήλη του πίνακα ζωής (d_x) δείχνει τον προσδοκώμενο αριθμό θανάτων, ανθρώπων ηλικίας x .

$$\text{Δηλαδή: } d_x = l_x - l_{x+n} \quad (1)$$

Όπου: n - Το ηλικιακό βήμα του πίνακα

Η παραπάνω σχέση μας λέει ότι ο αριθμός θανάτων ισούται με τον αριθμό των επιζώντων στην ηλικία x μείον τον αριθμό των επιζώντων στην ηλικία $x+n$.

Π.χ. Για τους άνδρες ηλικίας 10 -14 ετών:

$$d_{10-14} = l_{10-14} - l_{15-19} = 99513 - 99438 = 75$$

Η 3^η στήλη του πίνακα (q_x) αναπαριστά την πιθανότητα θανάτου στο διάστημα από μια ηλικία x σε μια ηλικία $x+n$, όπου n το ηλικιακό βήμα του πίνακα. Το άθροισμα της πιθανότητας κάποιος να πεθάνει με την πιθανότητα να επιζήσει ισούται με την μονάδα. Με άλλα λόγια κάποιος μπορεί να είναι μόνο νεκρός ή ζωντανός.

Αντίθετα p_x είναι η πιθανότητα κάποιος να επιζήσει στο ο ίδιο χρονικό διάστημα.

Ισχύει λοιπόν:

$$p_x = \frac{l_{x+n}}{l_x} \quad (2)$$

Δηλαδή:

$$p_x + q_x = 1 \quad (3)$$

Από τις σχέσεις (1), (2) και (3) προκύπτει:

$$q_x = \frac{d_x}{l_x} \quad (4)$$

Δηλαδή η πιθανότητα θανάτου είναι ο λόγος του αριθμού θανάτων σε μια ηλικία x προς τον αριθμό των επιζώντων στη συγκεκριμένη ηλικία. Λέμε λοιπόν ότι ο πίνακας ζωής βασίζεται σε τωρινούς ρυθμούς θνησιμότητας μόνο και δε γίνονται υποθέσεις σχετικά με μελλοντικές μεταβολές.

Η 6^η στήλη (L_x) δείχνει τον αριθμό ετών που έζησε ο πληθυσμός μας ανάμεσα στις ηλικίες x και $x+n$. Με άλλα λόγια μας δίνει τον πληθυσμό στα μέσα της ηλικιακής περιόδου. Υποθέτοντας ομοιόμορφη κατανομή των θανόντων σε όλη την ηλικιακή περίοδο n και χρησιμοποιώντας την εξίσωση (1) έχουμε:

$$\begin{aligned} L_x &= l_x - \frac{d_x}{2} = \\ &= l_x - \frac{l_x - l_{x+1}}{2} = \end{aligned} \quad (5)$$

$$= \frac{l_x + l_{x+1}}{2} \quad \text{με} \quad (x > 0)$$

Π.χ. για την ηλικία 25-29 (άνδρες), αυτό σημαίνει:

$$L_{25-29} = l_{25-29} - \frac{d_{25-29}}{2} = 98618 - \frac{518}{2} = 98359$$

$${}_n L_{25-29} = 5 \times 98359 = 491796$$

Αυτό δεν μπορεί να εφαρμοστεί στην ηλικία $x=0$ καθώς οι θάνατοι νεογνών δεν κατανέμονται ομοιόμορφα σε όλο το ηλικιακό έτος.

Επίσης, T_x είναι ο συνολικός αριθμός εναπομενόντων ετών, ολόκληρου του πληθυσμού μας κατά την ηλικία x (7^η στήλη).

Δηλαδή:
$$T_x = \sum_x^{100+} L_x$$

Π.χ.
$$T_{85-89} = L_{85-89} + L_{90-94} + L_{95-99} + L_{100+} \quad (6)$$

Η 8^η στήλη ενός πίνακα ζωής e_x είναι η προσδοκώμενη εναπομένουσα διάρκεια ζωής σε έτη.

$$e_x = \frac{T_x}{l_x} \quad (7)$$

Το e_0 είναι η προσδοκώμενη ζωή κατά τη γέννηση και χρησιμοποιείται ευρέως για να εκφράσει τον ρυθμό θνησιμότητας. Η προσδοκώμενη ζωή είναι ο μέσος αριθμός επιπλέοντων χρόνων που ένας άνθρωπος θα ζήσει εάν συνεχίσουν να υπάρχουν οι σημερινές συνθήκες. Η προσδοκώμενη ζωή κατά τη γέννηση σημαίνει τη μέση διάρκεια ζωής των ανθρώπων του πληθυσμού μας από τη στιγμή της γέννησης. Η προσδοκώμενη ζωή συνήθως υπολογίζεται στη βάση ενός πίνακα ζωής, δείχνοντας την πιθανότητα θανάτου σε κάθε ηλικιακή περίοδο, σύμφωνα με τους ανά ηλικία ρυθμούς θνησιμότητας σε μια συγκεκριμένη περίοδο.

1.6.3 Ανάλυση της μεθόδου

Στο σημείο αυτό θα προχωρήσουμε στην περιγραφή της διαδικασίας του Rackwitz (2005) και θα ορίσουμε κάποιες χρήσιμες συναρτήσεις που θα χρησιμοποιήσουμε.

Καταρχάς από τα στατιστικά δεδομένα μας και από τους πίνακες ζωής ορίζουμε τη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας $f(x)$ και κατόπιν την συνάρτηση κατανομής $F(x)$. Μπορούμε εν συνεχεία να ορίσουμε την *συνάρτηση επιβίωσης* (survival function) η οποία εκφράζει την πιθανότητα ότι κάποιο άτομο στον πληθυσμό που μελετάμε, θα επιζήσει και μετά από ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Η συνάρτηση συμβολίζεται $l(x)$ και σύμφωνα με τον Keyfitz (1985), δίδεται από τη σχέση:

$$l(x) = \exp\left[-\int_0^x \mu(t) dt\right] \times [1 - F(x)] \quad (8)$$

Όπου:

$l(x)$ - η συνάρτηση επιβίωσης,

$F(x)$ - η συνάρτηση κατανομής,

$\mu(x)$ - ο ρυθμός θνησιμότητας (force of mortality).

Σε έναν πίνακα ζωής υπολογίζουμε την πιθανότητα ενός ατόμου να χάσει την ζωή του στο διάστημα από την ηλικία x μέχρι την ηλικία $x+n$ και την ονομάζουμε q_x . Ο *ρυθμός θνησιμότητας* δείχνει τη συχνότητα των θανάτων σε μια συγκεκριμένη ηλικία μετρούμενη ανά έτος. Ισχύει η σχέση:

$$\mu(x) = \frac{f(x)}{1 - F(x)} \quad (9)$$

Όπου:

$\mu(x)$ - ο ρυθμός θνησιμότητας,

$F(x)$ - η συνάρτηση κατανομής,

$f(x)$ - η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας.

Οι ρυθμοί θνησιμότητας υπολογίζονται για κάθε ηλικιακό διάστημα και στους πίνακες ζωής (2^η στήλη).

Η *προσδοκώμενη διάρκεια ζωής* κατά τη γέννηση είναι το εμβαδό κάτω από την συνάρτηση επιβίωσης $l(x)$.

$$\text{Δηλαδή: } e = e_0 = \int_0^{x_u} l(x) dx \quad (10)$$

Όπου e - η προσδοκώμενη διάρκεια ζωής κατά τη γέννηση,
 x - η ηλικία,
 x_u - η μέγιστη ηλικία που μελετάμε.

Εν συνεχεία υπολογίζουμε την πυκνότητα της ηλικιακής κατανομής. Η οποία για έναν σταθερό πληθυσμό δίδεται από τη σχέση:

$$h(x, n) = \frac{\exp(-nx)l(x)}{\int_0^{x_u} \exp(-nx)l(x) dx} \quad (11)$$

Όπου h - η πυκνότητα της ηλικιακής κατανομής,
 n - ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού.

Για έναν σταθερό πληθυσμό ισχύει $n=0$.

Από την ιστοσελίδα της CIA (The World Factbook) για την Ελλάδα:

<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/gr.html>

επιλέγω: $n=0,146\%$ ή $n=0,00146$

Κατόπιν υπολογίζεται η διορθωμένη προσδοκώμενη διάρκεια ζωής e_d στην ηλικία x . Η διορθωση βασίζεται στο γεγονός ότι οι άνθρωποι δίνουν περισσότερη αξία σε αγαθά που καταναλώνουν τώρα από ότι σε αγαθά που θα καταναλώσουν στο μέλλον. Είναι προφανές ότι πρέπει να εισάγουμε έναν ρυθμό διορθωσης γ για να επαναπροσδιορίσουμε ακριβέστερα την προσδοκώμενη διάρκεια ζωής e . Σύμφωνα με τον Rackwitz (2005) ισχύει:

$$e_d(a, \rho, \delta) = \int_x^{x_u} \exp \left[- \int_a^t (\mu(\tau) + \gamma) d\tau \right] dt \quad (12)$$

Και

$$\gamma = \rho + \varepsilon\delta \quad (13)$$

Όπου:

γ - ρυθμός ηλικιακής προτίμησης,

ρ - καθαρός ρυθμός ηλικιακής προτίμησης με γνώμονα την κατανάλωση αγαθών,

ε - ελαστικότητα,

δ - ρυθμός οικονομικής ανάπτυξης ανά κάτοικο.

Το δ εκφράζει τον ρυθμό μεταβολής στο μακρινό μέλλον, των διαθεσίμων προς κατανάλωση χρημάτων του κάθε ατόμου. Το ρ εκφράζει τη διακύμανση των αναγκών του ατόμου στο χρόνο, ενώ το γ εκφράζει συνολικά τον ρυθμό μεταβολής της ηλικιακής προτίμησης του κάθε ατόμου ή αλλιώς τη ζητούμενη διόρθωση.

Ας δούμε τώρα πως μπορούμε να προσδιορίσουμε τα γ , ρ και ε καθώς και τι τιμές έχουν δώσει μέχρι σήμερα ορισμένοι μελετητές. Καταρχάς το ρ αναφέρεται σε μελέτες ότι είναι μεταξύ 1 και 4% για επενδύσεις σχετικές με την υγεία και με τάση προς τις μεγαλύτερες τιμές. Ο Nordhaus (1994) με τιμές: $\rho=0,03$ και $\delta=0,02$ καταλήγει σε $\gamma=0,05$. Ο Arrow (1996) εκτιμά ότι $\gamma=0,03$ υποθέτοντας ότι $\rho=0,01$, $\delta=0,012$ και $\varepsilon=1,5$ με τάση προς τις μεγαλύτερες τιμές. Σε πολλές άλλες μελέτες σύμφωνα με τον Rackwitz (2005) για ισορροπημένη ανάπτυξη το γ κυμαίνεται γύρω στο 5%.

Η τιμή του ε διαφέρει πολύ λίγο, περίπου μεταξύ 0,75 και 0,85 και έτσι γίνεται σαφές ότι μόνο το ρ μπορεί να γίνει αντικείμενο συζήτησης.

Είναι προφανές ότι για τον προσδιορισμό του γ πρέπει να γίνουν υποθέσεις τόσο όσον αφορά την πορεία της οικονομίας στο μακρινό μέλλον, δηλαδή τη μεταβολή του ρυθμού ανάπτυξης και του ΑΕΠ, όσο και για τη μεταβολή του βιοτικού επιπέδου και κατά συνέπεια των αναγκών των ανθρώπων. Οι υποθέσεις αυτές έχουν να κάνουν όχι μόνο με προβλήματα των τοπικών κοινωνιών αλλά και με παγκόσμια όπως η πορεία της παγκόσμιας οικονομίας αλλά και οι συνέπειες από τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Έτσι οι μέχρι τώρα μελετητές μπορούμε να πούμε ότι χωρίζονται σε δυο στρατόπεδα, τους αισιόδοξους για το μέλλον και τους απαισιόδοξους. Οι μεν απαισιόδοξοι δίνουν πολύ χαμηλές τιμές στο ρ (μικρότερες της μονάδας ή και του μηδενός) ενώ οι αισιόδοξοι αρκετά μεγαλύτερες τιμές. Μια λογική προσέγγιση του θέματος είναι αυτή του Weitzman (1998) ο οποίος έδειξε ότι για το μακρινό μέλλον πρέπει να γίνει διόρθωση ρ με τον μικρότερο δυνατό ρυθμό, πάντα όμως μεγαλύτερο του μηδενός, εάν υπάρχουν διάφορα πιθανά σενάρια το καθένα με μια συγκεκριμένη πιθανότητα να πραγματοποιηθεί.

Ακριβώς αυτή η στρατηγική πρέπει να ακολουθηθεί σύμφωνα με τον Rackwitz (2005) ο οποίος καταλήγει τελικά στο συμπέρασμα ότι ο προσδιορισμός ενός κατάλληλου ρυθμού γ για δημόσιες επενδύσεις ή επιλογές μακράς διάρκειας που επηρεάζουν την κοινωνία, δεν έχει τελειώσει αλλά είναι ακόμα υπό αντιπαράθεση και χρειάζεται περαιτέρω έρευνα. Ωστόσο ακολουθώντας την προαναφερθείσα θεωρία του Weitzman (1998) επιλέγει τους χαμηλότερους πιθανούς καθαρούς ρυθμούς ρ που έχουν χρησιμοποιηθεί μέχρι σήμερα. Έτσι ο ίδιος καταλήγει στους υπολογισμούς του:

$$\rho = 0,01 \quad \text{και} \quad \varepsilon = 1$$

Αυτά τα νούμερα θα χρησιμοποιήσουμε στους υπολογισμούς μας παρακάτω.

Επανερχόμαστε τώρα στη διαδικασία υπολογισμού της αξίας της στατιστικής ζωής. Επόμενο βήμα είναι να υπολογίσουμε τη διορθωμένη προσδοκώμενη ζωή από τον τύπο:

$$\tilde{E}(\rho, \delta) = \int_0^{x_u} e_d(x, \rho, \delta) h(x, n) dx \quad (14)$$

Όπου οι συναρτήσεις $e_d(x, \rho, \delta)$ και $h(x, n)$ είναι αυτές που αναφέραμε προηγουμένως.

Τέλος υπολογίζουμε την αξία της στατιστικής ζωής ως εξής:

$$VSL = \frac{g'}{q} \tilde{E}(\rho, \delta) \quad (15)$$

Όπου:

g - το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν ανά άτομο και ανά έτος,

g' - η ιδιωτική κατανάλωση ανά άτομο και ανά έτος,

q - λόγος του χρόνου που αφιερώνουμε στην εργασία, προς τον ελεύθερο χρόνο.

Η παραπάνω σχέση (15) προσδιορίστηκε από τον Rackwitz (2005) με βάση τον Δείκτη Ποιότητας Ζωής (*Life Quality Index*) που εφαρμόζεται ήδη στον τομέα της ασφάλειας των κατασκευών. Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι η αξία της στατιστικής ζωής εξαρτάται από τα χρήματα που έχουμε στη διάθεση μας και τον συνολικό ελεύθερο χρόνο (με καλή υγεία), που έχουμε για να ξοδέψουμε τα χρήματα αυτά.

Σε αυτό το σημείο είναι απαραίτητο να αναφέρουμε κάποια πράγματα τόσο για το g όσο και για το q .

Ένας κατάλληλος δείκτης της ποιότητας της ζωής είναι το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν ανά άτομο και ανά έτος. Το ΑΕΠ είναι γενικά το άθροισμα όλων των εισοδημάτων που δημιουργήθηκαν από την εργασία των ανθρώπων αλλά και από το κεφάλαιο σε μια χώρα μέσα σε ένα έτος. Είναι δείκτης των υποδομών μιας χώρας, της κοινωνικής δομής, των πολιτισμικών και εκπαιδευτικών παροχών κ.α.

Παράλληλα όμως είναι ένας δείκτης της δυνατότητας που έχει ο μέσος άνθρωπος να χαρεί τη ζωή του μέσω της κατανάλωσης διαφόρων μορφών αγαθών. Στις ανεπτυγμένες κοινωνίες περίπου το $60\pm 10\%$ από το ΑΕΠ χρησιμοποιείται ιδιωτικά, $20\pm 10\%$ χρησιμοποιείται από το κράτος ενώ το υπόλοιπο επανεπενδύεται. Αν και υπάρχουν ενστάσεις για τον τρόπο με τον οποίο υπολογίζεται το ΑΕΠ, ωστόσο μέχρι στιγμής είναι ο πιο αξιόπιστος δείκτης για την παραγωγή πλούτου μιας χώρας.

Το μερίδιο του ΑΕΠ που μας ενδιαφέρει σε αυτή την περίπτωση είναι αυτό της ιδιωτικής κατανάλωσης, καθώς αυτό είναι το καθαρό όφελος του πολίτη. Αποτελείται από το άθροισμα της κατανάλωσης των νοικοκυριών και των εξόδων των μη κερδοσκοπικών ιδρυμάτων που εξυπηρετούν νοικοκυριά (ΜΚΙΕΝ). Το ακριβές μερίδιο της ιδιωτικής κατανάλωσης προσδιορίστηκε με βάση τα στοιχεία για το ΑΕΠ της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας για την οικονομία της Ελλάδας και για το έτος 2008. Προέκυψε:

$$\text{ΑΕΠ} = 242.946 \text{ εκ. } \text{€} \quad \text{άρα} \quad g = 21.665 \text{ €}$$

$$\text{Ιδιωτική κατανάλωση} = 170.528 + 2.454 = 172.982 \text{ εκ. } \text{€}$$

$$\text{Άρα } g' = 172.982 / \text{πληθυσμός} = 172.982 / 11.213.785 = 15.426 \text{ €}$$

Επίσης ο ρυθμός οικονομικής ανάπτυξης σύμφωνα με την ΕΣΥΕ ήταν 2,8% για το έτος 2008. Όσον αφορά τώρα το q , αυτό ορίζεται από τους Pandey και Nathwani (2003) ως:

$$q = \frac{w}{1 - w}$$

Όπου: w - το μέρος της ζωής μας που αφιερώνουμε στην εργασία μας σαν ποσοστό της προσδοκώμενης διάρκειας ζωής.

Ο Rackwitz (2005) εκτιμά το q υποθέτοντας μια ώρα μεταφοράς από και προς την δουλειά για κάθε εργάσιμη ημέρα και έναν συνολικό μέσο χρόνο εργασίας 40 με 45 έτη. Έχει κάνει υπολογισμούς για διάφορες χώρες, όχι όμως και για την Ελλάδα. Είναι γνωστό ότι στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες η πλειονότητα των εργαζομένων δουλεύει οκτώ ώρες ημερησίως για πέντε ώρες την εβδομάδα όπως και στη χώρα μας. Θα μπορούσαμε λοιπόν να δεχτούμε για την Ελλάδα τον συντελεστή μιας χώρας που επικρατούν παραπλήσιες εργασιακές συνθήκες και παράλληλα δεν υπάρχει απόκλιση στην προσδοκώμενη μέση διάρκεια ζωής. Έτσι για τους υπολογισμούς μας θα πάρουμε:

$$q = 0,12 \quad \text{που ισχύει για την Ιταλία την Γαλλία, και τη Πορτογαλία.}$$

Κεφάλαιο 1. Η Αξία της Στατιστικής Ζωής

Έχοντας προσδιορίσει πλέον και το q μπορούμε να υπολογίσουμε την αξία της στατιστικής ζωής.

1.6.4 Υπολογισμός της Αξίας της Στατιστικής Ζωής για την Ελλάδα

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας και σύμφωνα με διαδικασία του Rackwitz (2005) που περιγράψαμε αναλυτικά προηγουμένως υπολογίσαμε την αξία της στατιστικής ζωής για την Ελλάδα. Όπως έχει γίνει φανερό η διαδικασία αυτή απαιτεί τον υπολογισμό απλών και διπλών ολοκληρωμάτων καθιστώντας αυτήν αρκετά περίπλοκη. Για αυτόν τον λόγο οι υπολογισμοί έγιναν με τη βοήθεια του Excel, ενώ τα ολοκληρώματα υπολογίστηκαν με τη μέθοδο του τραπεζίου. Ακολουθεί παρουσίαση σε πίνακα των δεδομένων και αποτελεσμάτων του Rackwitz (2005) για διάφορες χώρες σε δολάρια Αμερικής, για να έχουμε μια αρχική εικόνα της τάξης μεγέθους της αξίας της στατιστικής ζωής.

Πίνακας 5 - Rackwitz (2005) - δεδομένα και αποτελέσματα.

Social indicators for some countries

Country	GDP ^a , g^b	δ^c	m^d	n^e	e	q^f	$K_n, K_A, K_{nE}, K_{AE}^g$	SVSL ^g
Canada	27,330, 16,040	2.0	0.73	0.99	78	0.13	2.5, 4.9, 2.1, 2.3	2.7
USA	34,260, 22,030	1.8	0.87	0.90	77	0.15	2.9, 5.8, 2.5, 2.8	3.3
Austria	26,310, 14,790	1.8	0.98	0.24	77	0.11	1.8, 5.2, 1.8, 2.4	2.8
Bulgaria	6200, 4400	1.3	1.45	-1.14	70	0.15	0.4, 1.1, 0.4, 0.5	0.6
Czech Rep.	12,900, 6730	1.5	1.08	-0.07	73	0.17	0.6, 1.5, 0.6, 0.7	0.9
Denmark	25,500, 12,900	1.8	1.09	0.30	77	0.11	1.6, 4.6, 1.6, 2.1	2.5
Finland	22,900, 12,100	1.8	0.98	0.16	77	0.13	1.4, 3.7, 1.3, 1.6	1.9
France	24,470, 14,660	1.9	0.91	0.37	78	0.12	2.0, 4.9, 1.9, 2.2	2.6
Germany	25,010, 14,460	1.9	1.04	0.27	78	0.12	1.7, 5.0, 1.6, 2.3	2.6
Ireland	25,470, 12,610	1.5	0.81	1.12	76	0.13	1.8, 3.8, 1.6, 2.0	2.4
Italy	23,400, 14,460	1.9	1.01	0.07	79	0.12	1.5, 4.8, 1.5, 2.1	2.5
Hungary	11,200, 6870	1.2	1.32	-0.32	71	0.14	0.7, 1.8, 0.7, 0.9	1.0
Netherlands	26,170, 15,470	1.5	0.87	0.55	78	0.10	2.4, 6.1, 2.4, 3.0	3.6
Norway	29,760, 14,149	2.1	0.98	0.49	78	0.10	1.9, 3.3, 1.7, 2.5	2.9
Poland	9030, 5630	1.6	1.00	-0.03	73	0.14	0.7, 1.5, 0.7, 0.7	0.8
Russia	8377, 5440	1.2	1.34	-0.35	66	0.16	0.6, 1.2, 0.6, 0.6	0.8
Sweden	23,770, 12,620	1.9	1.06	0.02	79	0.12	1.3, 4.2, 1.4, 1.9	2.2
Switzerland	29,000, 17,700	1.9	0.88	0.27	79	0.12	2.3, 6.2, 2.2, 2.8	3.2
UK	23,500, 15,140	1.3	1.07	0.23	78	0.13	1.6, 4.7, 1.7, 2.3	2.8
Japan	26,460, 15,960	2.7	0.83	0.17	80	0.13	1.9, 4.9, 1.7, 2.0	2.2
Australia	25,370, 15,750	1.2	0.72	0.99	78	0.14	2.2, 4.5, 2.1, 2.4	3.0

^a After [67] in PPP US\$.

^b Private consumption in PPP US\$ according to [60].

^c Economic growth in % for 1870–1992 after [36].

^d Crude mortality (2000) in % [13].

^e Population growth (2000) in % [13].

^f Estimates based on [21,36,18,39] including 1 h travel time per working day and a life working time of 40–45 years.

^g In 10^6 PPP US\$.

Κεφάλαιο 1. Η Αξία της Στατιστικής Ζωής

Στη συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας εισαγωγής δεδομένων και παρουσίασης του αποτελέσματος των υπολογισμών μας στο Excel. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιήσαμε τους τύπους από (8) έως και (15) καθώς και τους πίνακες ζωής για την Ελλάδα (2006), συμφωνά με την διαδικασία του Rackwitz (2005) που περιγράψαμε αναλυτικά στην προηγούμενη παράγραφο.

Πίνακας 6 - Εφαρμογή της μεθόδου του Rackwitz (2005) για την Ελλάδα, δεδομένα και αποτέλεσμα.

<u>ΔΕΔΟΜΕΝΑ</u>		<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ</u>	
ΕΛΛΑΔΑ - ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΠΙΝΑΚΕΣ ΖΩΗΣ (2006)		VSL=	2.383.054 €
ηλικία	n _{dx}	ή	2,4 εκ. €
0-1	375		
1-4	59		
5-9	51		
10-14	58		
15-19	201		
20-24	325		
25-29	334		
30-34	330		
35-39	464		
40-44	660		
45-49	1044		
50-54	1703		
55-59	2461		
60-64	3489		
65-69	5194		
70-74	8184		
75-79	13198		
80-84	19282		
85-89	21324		
90-94	14334		
95-99	5488		
100+	1442		
σύνολο=	100000		
<u>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ</u>			
<u>(2008)</u>			
ρ=	0,01	καθαρός ρυθμός ηλικιακής προτίμησης με γνώμονα την κατανάλωση αγαθών	
ε=	1	ελαστικότητα	
δ=	0,028	ρυθμός οικονομικής ανάπτυξης	
q=	0,12	λόγος του χρόνου που αφιερώνουμε στην εργασία, προς τον ελεύθερο χρόνο	
g=	15.426	Ιδιωτική κατανάλωση ανά κάτοικο σε €	
n=	0,00146	ρυθμός αύξησης πληθυσμού	

Κεφάλαιο 1. Η Αξία της Στατιστικής Ζωής

Η αξία λοιπόν της στατιστικής ζωής για την Ελλάδα και για το έτος 2008, είναι κοντά στα 2,4 εκ. €. Αυτό το νούμερο θα χρησιμοποιήσουμε στα επόμενα κεφάλαια κατά τον προσδιορισμό κριτηρίου αποδοχής κοινωνικού ρίσκου καθώς δεν βρέθηκαν στην βιβλιογραφία άλλες πιο αξιόπιστες μελέτες για την Ελλάδα.

1.6.5 Ανάλυση ευαισθησίας

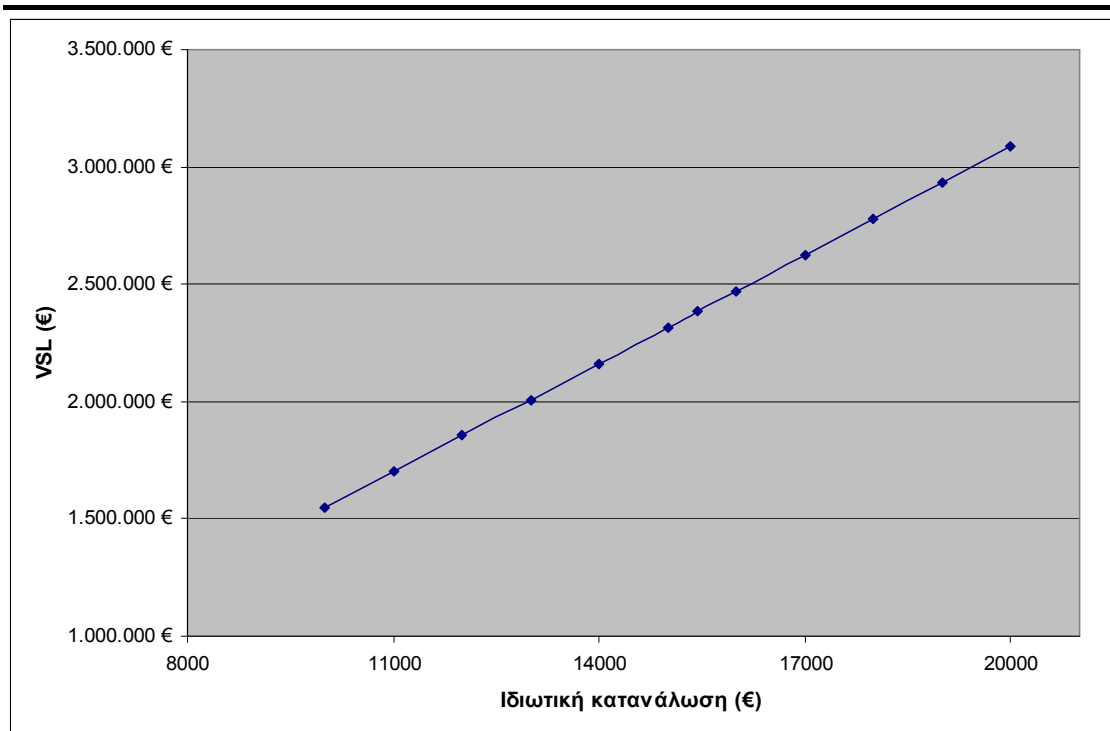
Σε αυτό το σημείο θα κάνουμε ανάλυση ευαισθησίας τόσο ως προς την ιδιωτική κατανάλωση σαν μέρος του ΑΕΠ, όσο και ως προς τον ρυθμό ανάπτυξης καθώς είναι δυο βασικά οικονομικά μεγέθη που σχετικά εύκολα μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου. Οι υπόλοιποι δείκτες που συμπεριλαμβάνονται στα δεδομένα μας δεν μεταβάλλονται εύκολα και δεν θα αποτελέσουν αντικείμενο της ανάλυσης ευαισθησίας που θα κάνουμε.

Με λίγα λόγια αυτό που θέλουμε να δούμε είναι πως μεταβάλλεται η αξία της στατιστικής ζωής καθώς μεταβάλλεται η ιδιωτική κατανάλωση και ο ρυθμός ανάπτυξης. Μετά από διαδοχικές αλλαγές στα δεδομένα των υπολογισμών μας στο Excel πρόέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 7 - Μεταβολή της αξίας της στατιστικής ζωής με την μεταβολή της ιδιωτικής κατανάλωσης.

Ιδιωτική κατανάλωση	VSL
10.000 €	1.544.829 €
11.000 €	1.699.312 €
12.000 €	1.853.795 €
13.000 €	2.008.278 €
14.000 €	2.162.761 €
15.000 €	2.317.244 €
15.426 €	2.383.054 €
16.000 €	2.471.727 €
17.000 €	2.626.210 €
18.000 €	2.780.693 €
19.000 €	2.935.176 €
20.000 €	3.089.659 €

Κεφάλαιο 1. Η Αξία της Στατιστικής Ζωής

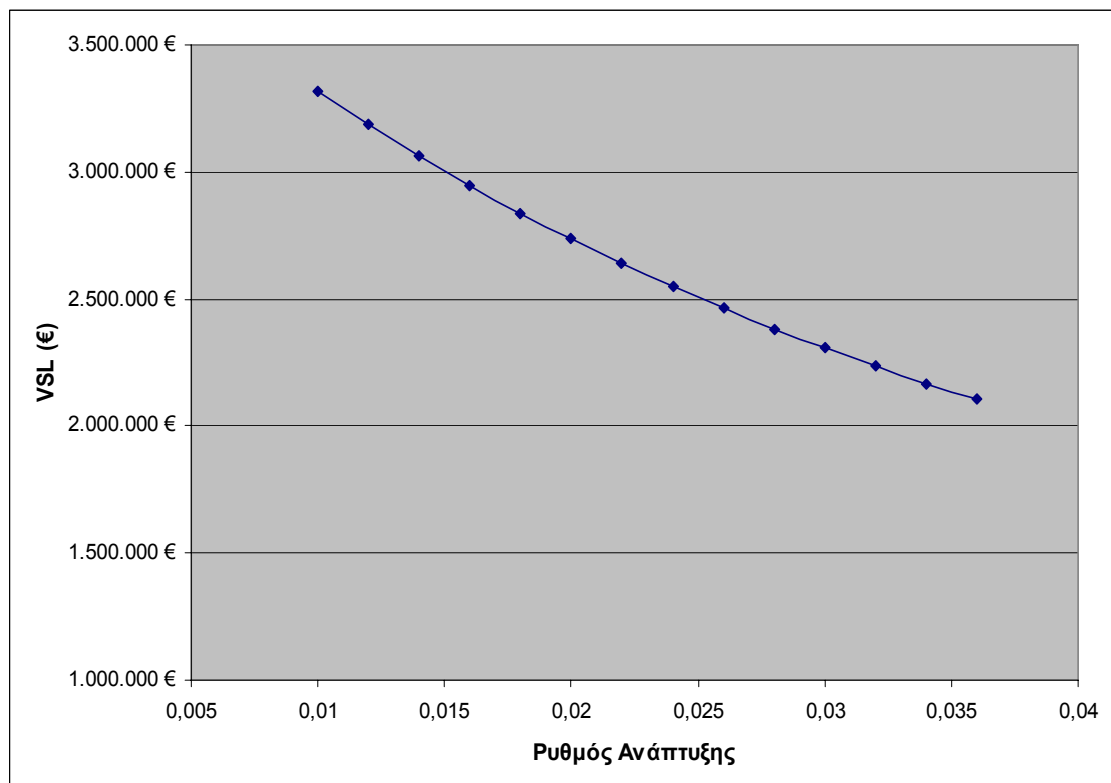


Σχήμα 1 - Μεταβολή της αξίας της στατιστικής ζωής, καθώς μεταβάλλεται η ιδιωτική κατανάλωση.

Παρατηρούμε ότι η μεταβολή είναι σημαντική, δείχνοντας την σημασία που έχει το ΑΕΠ σαν μέτρο του πλούτου κάθε χώρας. Είναι προφανές ότι για φτωχότερες χώρες η αξία της στατιστικής ζωής μειώνεται και οι εργάτες είναι διατεθειμένοι να αναλάβουν μεγαλύτερο ρίσκο στην καθημερινή τους ζωή και την εργασία τους.

Πίνακας 8 - Μεταβολή της αξίας της στατιστικής ζωής με την μεταβολή του ρυθμού ανάπτυξης.

Ρυθμός ανάπτυξης	VSL
0,01	3.319.816 €
0,012	3.186.967 €
0,014	3.062.748 €
0,016	2.946.453 €
0,018	2.837.440 €
0,02	2.735.129 €
0,022	2.638.992 €
0,024	2.548.552 €
0,026	2.463.371 €
0,028	2.383.054 €
0,03	2.307.238 €
0,032	2.235.594 €
0,034	2.167.820 €
0,036	2.103.561 €



Σχήμα 2 - Μεταβολή της αξίας της στατιστικής ζωής, καθώς μεταβάλλεται ο ρυθμός ανάπτυξης.

Εδώ παρατηρούμε ότι οι αναπτυσσόμενες χώρες (υψηλό δ) έχουν χαμηλότερες τιμές VSL σε σχέση με τις ανεπτυγμένες, γεγονός το οποίο είναι λογικό αν σκεφτεί κανείς ότι οι αναπτυσσόμενες χώρες έχουν χαμηλού κόστους εργατικό δυναμικό και φυσικά χαμηλή ιδιωτική κατανάλωση ανά κάτοικο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ **ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΗΛΙΔΑΣ**

2.1 Εισαγωγικά

Σε αυτό το κεφάλαιο και στην προσπάθεια μας να προσδιορίσουμε το συνολικό κόστος ενός ναυτικού ατυχήματος για το κοινωνικό σύνολο, θα μελετήσουμε τις συνέπειες που έχει για το περιβάλλον μια πετρελαιοκηλίδα καθώς και πως αυτές γίνονται αντιληπτές από την κοινωνία. Μετά από ένα ναυτικό ατύχημα μπορεί να υπάρξει διαρροή και διαφορετικών υλικών στην θάλασσα, ωστόσο οι συνέπειες δεν είναι σημαντικές σε σχέση με την καταστροφή που προκαλούν οι πετρελαιοκηλίδες και γι αυτό τον λόγο θα επικεντρωθούμε σε αυτές. Κατόπιν καθοριστικής σημασίας είναι να προσδιορίσουμε μια τιμή σε χρηματικές μονάδες, το μέγεθος της οποίας να αντικατοπτρίζει την αντίδραση-αποστροφή της κοινωνίας μετά από κάποιο ναυτικό ατύχημα που προκάλεσε διαρροή πετρελαίου στο θαλάσσιο περιβάλλον. Οι συνέπειες που προκαλεί μια πετρελαιοκηλίδα τόσο στο περιβάλλον όσο και στον άνθρωπο είναι ποικίλες και θα αναφερθούμε σε αυτές αναλυτικά παρακάτω.

Αρχικά σημαντικό είναι για λόγους πληρότητας να αναφέρουμε μερικά γενικά πράγματα σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο μια πετρελαιοκηλίδα επηρεάζει το περιβάλλον. Μια πετρελαιοκηλίδα στη θάλασσα προκύπτει έπειτα από διαρροή υδρογονανθράκων σε υγρή μορφή λόγω ανθρώπινης δραστηριότητας και είναι μια μορφή ρύπανσης.

Ποιά σημαντικές και επικίνδυνες φυσικά είναι αυτές που δημιουργούνται από τα πλοία μετά από κάποιο ναυτικό ατύχημα λόγω των μεγάλων ποσοτήτων πετρελαίου που είναι δυνατό να διαρρεύσουν αλλά και λόγω της δυσκολίας στην περισυλλογή και καθαρισμό. Σε αυτές φυσικά το κόστος για το περιβάλλον είναι πολύ μεγαλύτερο ενώ μπορεί να πληγεί τόσο το ανοιχτό πέλαγος και ο ωκεανός όσο και οι παράκτιες περιοχές. Το πετρέλαιο που διαρρέει μπορεί να έχει διάφορες μορφές: από αργό πετρέλαιο (Crude oil) και βαριά κλάσματα όπως το μαζούτ (Fuel oil) μέχρι ελαφρά κλάσματα όπως τα Gasoil, Jet oil και η Naphtha. Πρέπει να αναφέρουμε εδώ και τα απόβλητα των πλοίων που είναι πιθανό να καταλήξουν στην θάλασσα όπως:

Bilge water - νερά σεντινών,

Sludge water - καμένα λάδια,

Slops - κατάλοιπα πλυσίματος δεξαμενών σε δεξαμενόπλοια.

Ουσιώδης διάφορα μεταξύ αυτών είναι βέβαια το ιξώδες. Όσο μεγαλύτερο αυτό είναι τόσο δυσκολότερος είναι ο καθαρισμός καθώς και η επίδραση τόσο στο περιβάλλον όσο και στην κοινωνία. Οι πετρελαιοκηλίδες χρειάζονται μήνες ή ακόμα και χρόνια

για τον καθαρισμό τους και την επαναφορά του περιβάλλοντος στην πρότερη κατάσταση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η πετρελαιοκηλίδα του Exxon Valdez το 1989 στην Αλάσκα. Οι εργασίες καθαρισμού διήρκεσαν γύρω στο ένα έτος, ενώ σύμφωνα με τους Williamson & David (2003) θα χρειαστούν πάνω από 25 χρόνια για την πλήρη αποκατάσταση.

2.2 Επίδραση στο περιβάλλον

Οι πετρελαιοκηλίδες έχουν μεγάλη επίδραση στην πανίδα των παράκτιων περιοχών. Το πετρέλαιο διεισδύει και ανοίγει την δομή του φτερώματος των πουλιών, μειώνοντας έτσι την θερμομονωτική τους ικανότητα και καθιστώντας τα ζώα ευάλωτα στις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος. Παράλληλα μειώνει την άνωση τους στο νερό, καθώς και την πτητική τους ικανότητα με αποτέλεσμα να αποτελούν εύκολη λεία για τους θηρευτές τους. Καθώς αυτά προσπαθούν να καθαριστούν, καταπίνουν πετρέλαιο από το φτέρωμα τους το οποίο προκαλεί ζημιά στα νεφρά, διαταράσσει την λειτουργία του ύπατος και του πεπτικού συστήματος. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την περιορισμένη δυνατότητα κίνησης προκαλεί αφυδάτωση και ανισορροπία στο μεταβολισμό, ενώ παράλληλα παρατηρούνται και ορμονικές διαταραχές. Τα περισσότερα πουλιά που πέφτουν σε πετρέλαιο πεθαίνουν εκτός αν υπάρξει ανθρώπινη παρέμβαση.

Τα θαλάσσια θηλαστικά επηρεάζονται από τις πετρελαιοκηλίδες με παρόμοιο τρόπο. Το πετρέλαιο καλύπτει την γούνα των θαλασσιών ελεφάντων ή των φωκιών μειώνοντας τις μονωτικές ιδιότητες και οδηγώντας σε υποθερμία. Η κατάποση προκαλεί αφυδάτωση και πεπτικές διαταραχές.

Το πετρέλαιο μπορεί επίσης να καταποθεί ή να φράξει τις αναπνευστικές οδούς σε δελφίνια και φάλαινες που αναδύονται για να αναπνεύσουν. Εάν καταποθεί το πετρέλαιο άμεσα ή έμμεσα (μέσω μικρότερων μολυσμένων ψαριών), προκαλεί δηλητηρίαση και θάνατο, ενώ αν φράξουν οι αναπνευστικές οδοί προκαλείται ασφυξία.

Όσον αφορά τώρα τους μικρότερους οργανισμούς, οι περισσότεροι άνθρωποι δε γνωρίζουν όλα τα ζώα του ωκεανού που επηρεάζονται από μια πετρελαιοκηλίδα. Το πλαγκτόν και τα ζώα του πυθμένα επηρεάζονται σημαντικά. Ακόμα και τα οστρακόδερμα ή τα στρείδια μπορούν να επηρεαστούν.

Σημαντική είναι βέβαια και η επίπτωση στη χλωρίδα του οικοσυστήματος, τόσο όσον αφορά την υποθαλάσσια (φύκια, κοράλλια κ.α.), όσο και την παράκτια βλάστηση. Από τα παραπάνω γίνεται σαφές το μέγεθος της επιρροής μια πετρελαιοκηλίδας στο

θαλάσσιο οικοσύστημα. Ολόκληρη η τροφική αλυσίδα διαταράσσεται και χρειάζονται αρκετός χρόνος και χρήματα για να επανέλθει το περιβάλλον στην αρχική του κατάσταση, εάν βέβαια αυτή είναι αναστρέψιμη.

2.3 Κόστος πετρελαιοκηλίδας

Αν και στις μέρες μας τα προγράμματα, οι πολιτικές και τα μέτρα που αφορούν τη προστασία του περιβάλλοντος έχουν αυξηθεί, πετρελαιοκηλίδες μεγάλου μεγέθους συνεχίζουν να εμφανίζονται. Ο προσδιορισμός του συνολικού κόστους αποτελεί αντικείμενο ενδιαφέροντος από διάφορες πλευρές όπως οι τοπικοί λήπτες αποφάσεων, οι κυβερνήσεις αλλά και ο IMO.

Σύμφωνα με τους Liu & Wirtz (2006), το συνολικό κόστος μιας πετρελαιοκηλίδας αναλύεται σε τρεις συνιστώσες:

- A. Το κόστος καθαρισμού,
- B. Τις οικονομικές απώλειες,
- Γ. Την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος και την αποστροφή που προκαλεί το γεγονός αυτό στην κοινωνία.

Παρατηρώντας τα παραπάνω είναι προφανές ότι οι δύο από τις τρεις συνιστώσες μπορούν να υπολογιστούν απευθείας με χρηματοοικονομικά κριτήρια και δεδομένα, ενώ η πρώτη απαιτεί μια πιο έμμεση προσέγγιση. Αρχικά λοιπόν θα ασχοληθούμε με το κόστος καθαρισμού, τις οικονομικές απώλειες και τα πρόσθετα έξοδα και εν συνεχεία θα αναλύσουμε τις περιβαλλοντικές συνέπειες και το αντίκτυπο που αυτές έχουν στην κοινωνία μετά από κάποιο σημαντικό ατύχημα.

2.3.1 Κόστος καθαρισμού

Το κόστος καθαρισμού περιλαμβάνει τον περιορισμό της εξαγωγής του πετρελαίου σε περίπτωση που η πηγή διαρροής συνεχίζει να υπάρχει, τη συλλογή του από την θάλασσα και τις ακτές καθώς και τη διάθεση του. Το κόστος αυτό εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό, σύμφωνα με τους Liu & Wirtz (2006), από τη γεωγραφική θέση της πετρελαιοκηλίδας, τη μέθοδο καθαρισμού, το μέγεθος της και τον τύπο του πετρελαίου. Στον τομέα λοιπόν της προεκτίμησης του κόστους εντοπίσαμε δυο σημαντικές μελέτες. Η μια είναι της Etkin (2004) και η δεύτερη των Shahriari & Frost (2008). Στα πλαίσια αυτού του κεφαλαίου θα αναπτύξουμε και τις δυο μεθόδους αναλυτικά, εν συνεχεία θα τις συγκρίνουμε και θα τις εφαρμόσουμε στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο.

2.3.1.1 Μέθοδος Etkin (2004)

Η μέθοδος της Etkin (2004) βασίζεται σε ιστορικά δεδομένα σχετικά με το κόστος που προκλήθηκε από ατυχήματα που συνέβησαν στο παρελθόν σε πλεύσιμα ποτάμια και λίμνες των ΗΠΑ. Η βάση δεδομένων περιελάμβανε 42.860 πετρελαιοκηλίδες με ελάχιστη διαρροή 40 λίτρα και αφορούσε την περίοδο 1980 έως 2002. Όλα τα κόστη μετατράπηκαν σε δολάρια του έτους 2002 και το συνολικό κόστος που προέκυψε ήταν 63,2 δισ. δολάρια ή κατά μέσο όρο 2,7 δισ. δολάρια ετησίως. Τα ιστορικά αυτά δεδομένα προέρχονται από την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (EPA) και με τη συστηματική και εκτεταμένη ανάλυση τους δημιουργήθηκε ένα μοντέλο για τον υπολογισμό του κόστους καθαρισμού το οποίο ονομάζεται BOSCEM (Basic Oil Spill Cost Estimation Model). Το μοντέλο αυτό δημιουργήθηκε για χρήση από την ίδια την EPA και για το εσωτερικό των Ηνωμένων Πολιτειών.

Η μέθοδος αυτή μπορεί να προεκτιμήσει εκτός από το κόστος καθαρισμού, το οικονομικό κόστος αλλά και το περιβαλλοντικό κόστος. Βέβαια όπως και η ίδια αναφέρει, κυρίως όσον αφορά το περιβαλλοντικό κόστος, τα μεγέθη που προκύπτουν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά απόλυτο τρόπο για την λήψη αποφάσεων, παρά μόνον για σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ατυχημάτων. Αυτό σημαίνει ότι στην ουσία όσον αφορά το περιβαλλοντικό κόστος η μέθοδος δεν δίνει σε καμία περίπτωση ικανοποιητικά αποτελέσματα και για να τα υπολογίσουμε θα αναζητήσουμε πιο αξιόπιστες μεθόδους.

Για το κόστος καθαρισμού λοιπόν η Etkin και η EPA BOSCEM συμπεριλαμβάνει καθοριστικούς παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος όπως:

1. Η ποσότητα του πετρελαίου,
2. Ο τύπος του πετρελαίου,
3. Η μέθοδος καθαρισμού και τα αποτελέσματα της,
4. Η μορφολογία της περιοχής που ρυπάνθηκε.

Συμπεριλαμβάνοντας τους παραπάνω παράγοντες το μοντέλο του η Etkin αποκτά μεγαλύτερη ακρίβεια, σε σύγκριση με το να περιλάμβανε από ένα μόνον μέγεθος (π.χ. την ποσότητα του πετρελαίου). Τέτοιες μελέτες έχουν γίνει στο παρελθόν είναι όμως αμφίβολη η ακρίβεια των αποτελεσμάτων τους.

Η Etkin λοιπόν βασιζόμενη στην EPA BOSCEM δημιούργησε πίνακες που δίνουν τα βασικά κόστη και ανάλογα με τις κατά περίπτωση ιδιαιτερότητες ενός ατυχήματος ζητείται η ανάλογη διόρθωση για να προσδιοριστεί το τελικό κόστος καθαρισμού. Αναλυτικότερα, για τον υπολογισμό του κόστους καθαρισμού πολλαπλασιάζουμε το βασικό (ανά τόνο) κόστος ανάλογα με τον τύπο/ποσότητα/μέθοδο καθαρισμού του

πετρελαίου (Πίνακας 9), επί τον συντελεστή διόρθωσης για τον τύπο της περιοχής που ρυπάνθηκε (Πίνακας 10) και επί της ποσότητας του πετρελαίου. Δηλαδή:

$$\text{ανά κυβικό μέτρο κόστος καθαρισμού} \times \text{συντελεστής διόρθωσης} \times \text{ποσότητα πετρελαίου} \\ = \text{συνολικό κόστος καθαρισμού}$$

Οι πίνακες βέβαια της Etkin (2004) αναφέρονται σε δολάρια των ΗΠΑ του έτους 2004. Παρακάτω θα παρουσιάσουμε τους πίνακες αυτούς διορθωμένους σε Ευρώ έτους 2008 με την μέθοδο μεταφοράς οφέλους. Πιο αξιόπιστη προσέγγιση θα ήταν να έχουμε μια βάση δεδομένων ανάλογη της EPA για τον Ελλαδικό χώρο, ωστόσο κάτι τέτοιο δεν υπάρχει και επίσης δεν έχουν συμβεί στην Ελλάδα ατυχήματα που προκάλεσαν μεγάλη οικολογική καταστροφή, με αποτέλεσμα το μοντέλο που θα προέκυπτε να υστερούσε στον υπολογισμό των μεγάλων πετρελαιοκηλίδων. Θα αρκεστούμε λοιπόν σε διόρθωση των πινάκων της Etkin (2004) οι οποίοι προέκυψαν από στατιστική ανάλυση ατυχημάτων όλων των μεγεθών. Θα γίνει δηλαδή τόσο χορική όσο και χρονική διόρθωση των πινάκων έτσι ώστε να προσεγγίσουν την Ελληνική πραγματικότητα. Η διόρθωση θα γίνει με την μέθοδο Μεταφοράς Οφέλους, όπως τη περιγράφουν οι Δαμίγος και Καλιαμπάκος της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών του ΕΜΠ στην ιστοσελίδα:

http://www.gevad.minetech.metal.ntua.gr/home_gr.php

Η μέθοδος Μεταφοράς Οφέλους θα παρουσιαστεί αναλυτικά στην παράγραφο 2.3.3.1 όταν θα αναφερθούμε στο περιβαλλοντικό κόστος.

Για παράδειγμα ας υποθέσουμε ότι έγινε ένα ναυτικό ατύχημα με τα εξής χαρακτηριστικά:

Μέγεθος κηλίδας:	100m ³
Πυκνότητα πετρελαίου:	0,975kg / dm ³
Τύπος πετρελαίου:	Heavy Oil
Τύπος παραλίας:	Αμμώδης

Από τον Πίνακα 9 προκύπτει ότι το βασικό κόστος, αν υποθέσουμε ότι το 10% της ρύπανσης θα παραμείνει είναι 53.558€. Από τον Πίνακα 10 για αμμώδη παραλία ο συντελεστής διόρθωσης είναι 0,6. Άρα προκύπτει:

$$\text{Κόστος καθαρισμού} = 53.558 \times 0,6 \times 100 = 3.213.480\text{€}$$

Όπως γίνεται σαφές από τα παραπάνω η μέθοδος της Etkin είναι αρκετά απλή στην εφαρμογή της, εντούτοις θα την συγκρίνουμε παρακάτω με τη μέθοδο των Shahriari & Frost (2008) αλλά και με ατυχήματα που συνέβησαν στο παρελθόν για να δούμε και την ακρίβεια της. Σημαντικό είναι σε αυτό το σημείο να πούμε ότι όσον αφορά το

κόστος καθαρισμού δεν παίζει μεγάλο ρόλο το ΑΕΠ και ο πλούτος της χώρας που αναλαμβάνει τον καθαρισμό, καθώς απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό και εξοπλισμός που στοιχίζει ακριβά και πολλές φορές έρχεται από το εξωτερικό. Καθώς όπως είπαμε προηγουμένως, δεν έχουμε ενημερωμένους πίνακες πέραν αυτών του Etkin (2004). Έτσι διορθώσαμε τους συγκεκριμένους πίνακες με την μέθοδο Μεταφοράς Οφέλους και ακολουθούν παρακάτω οι νέοι πίνακες. Για τον παρακάτω Πίνακα 9 έχει γίνει διόρθωση για το έτος 2008 και για ισοτιμία 1,4241 της 02/06/2009 και επειδή οι υπολογισμοί μας έγιναν στο Excel μπορούμε εύκολα να ξαναδιορθώσουμε τον πίνακα εισάγοντας την ισοτιμία Ευρώ-Δολαρίου και τον Δείκτη Τιμών Καταναλωτή για την περίοδο που θέλουμε να μελετήσουμε.

Πίνακας 9 – Ανά κυβικό μέτρο κόστος καθαρισμού πετρελαιοκηλίδας για την Ελλάδα σύμφωνα με την Etkin (έπειτα από τη διόρθωση)

Τύπος	Ποσότητα (m ³)	Αποτελεσματικότητα - Ποσοστό που παρέμεινε							
		μηχανική αντιμετώπιση				χημική διάσπαση		καύση	
		0%	10%	20%	50%	Low	High	50%	80%
ΕΛΑΦΡΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	<1,893	14.919 €	12.681 €	10.443 €	8.504 €	5.371 €	3.730 €	3.879 €	1.939 €
	1,893 - 3,785	14.620 €	12.382 €	10.145 €	8.205 €	5.222 €	3.580 €	3.730 €	1.790 €
	3,785 - 37,854	14.471 €	12.233 €	9.995 €	8.056 €	5.072 €	3.431 €	3.580 €	1.641 €
	37,854 - 378,541	12.979 €	10.741 €	8.802 €	6.117 €	3.879 €	2.685 €	2.685 €	1.343 €
	378,541 - 3785,411	11.040 €	9.250 €	7.310 €	3.879 €	2.536 €	1.492 €	1.492 €	746 €
	>3785,411	4.625 €	3.879 €	2.536 €	1.790 €	1.641 €	895 €	1.044 €	448 €
ΒΑΡΥ ΠΕΡΕΛΑΙΟ	<1,893	65.642 €	57.586 €	49.977 €	46.248 €	20.886 €	13.278 €	18.648 €	9.548 €
	1,893 - 3,785	65.343 €	57.437 €	49.828 €	46.098 €	20.737 €	13.128 €	18.499 €	9.399 €
	3,785 - 37,854	65.045 €	57.287 €	49.679 €	45.949 €	20.588 €	12.979 €	18.350 €	9.250 €
	37,854 - 378,541	61.166 €	53.558 €	45.949 €	39.833 €	15.366 €	9.250 €	15.366 €	7.608 €
	378,541 - 3785,411	26.704 €	22.975 €	19.096 €	15.366 €	8.802 €	8.056 €	10.741 €	6.117 €
	>3785,411	12.979 €	11.487 €	9.995 €	5.371 €	7.907 €	7.310 €	8.354 €	3.879 €
ΑΡΓΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	<1,893	32.821 €	29.688 €	28.196 €	22.825 €	12.681 €	7.907 €	11.189 €	7.161 €
	1,893 - 3,785	32.523 €	29.390 €	27.898 €	22.527 €	12.532 €	7.758 €	11.040 €	7.012 €
	3,785 - 37,854	32.075 €	29.091 €	27.599 €	22.229 €	12.233 €	7.608 €	10.741 €	6.863 €
	37,854 - 378,541	29.091 €	27.599 €	25.958 €	20.588 €	11.040 €	4.625 €	9.250 €	4.625 €
	378,541 - 3785,411	18.350 €	17.604 €	16.858 €	13.725 €	7.310 €	4.326 €	5.371 €	2.387 €
	>3785,411	13.725 €	12.233 €	11.338 €	9.548 €	8.653 €	1.939 €	3.282 €	1.641 €
ΠΤΗΤΙΚΑ ΚΛΑΣΜΑΤΑ	<1,893	-	15.366 €	-	-	-	-	-	-
	1,893 - 3,785	-	15.217 €	-	-	-	-	-	-
	3,785 - 37,854	-	14.919 €	-	-	-	-	-	-
	37,854 - 378,541	-	8.205 €	-	-	-	-	-	-
	378,541 - 3785,411	-	3.431 €	-	-	-	-	-	-
	>3785,411	-	1.044 €	-	-	-	-	-	-

* Προεπιλεγμένες-συνήθεις τιμές είναι οι χρωματισμένες

Πίνακας 10 – Συντελεστής διόρθωσης ανά κατηγορία περιοχής

Κατηγορία	Συντελεστής Διόρθωσης
Ανοικτή θάλασσα/Ακτή*	1,0
Χώμα/Άμμος	0,6
Τσιμέντο/Βράχια	0,5
Υγρά εδάφη	1,6
Λασπώδη εδάφη	1,4
Λειβάδια	0,7
Δάση	0,8
Τάιγκα	0,9
Τούνδρα	1,3

* Προεπιλεγμένες-συνήθεις τιμές είναι οι χρωματισμένες

2.3.1.2 Μέθοδος M.Shahriari & A.Frost (2008)

Η δεύτερη μέθοδος για τον υπολογισμό του κόστους καθαρισμού είναι αυτή που παρουσίασαν οι Shahriari & Frost (2008) και η οποία αναλύεται σε δυο βήματα:

1. την συλλογή ιστορικών δεδομένων και
2. την ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων αυτών δημιουργώντας ένα μαθηματικό μοντέλο σαν εργαλείο για την προεκτίμηση του κόστους.

Επίσης βασίζεται σε δυο προηγούμενες μελέτες των Frost & Schnell (2006) και των Almeida & Romalho (2003), ενώ τα στατιστικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν προήλθαν ύστερα από εντατικές έρευνες μέσα σε πολλές βάσεις δεδομένων, δημοσιεύσεις, εταιρείες και οργανισμούς, σε εθνικό αλλά και σε διεθνές επίπεδο. Όλα τα δεδομένα καταχωρηθήκαν σε φύλλα του Excel για εύκολη πρόσβαση και επεξεργασία και κατόπιν μεταφερθήκαν στο Matlab όπου έγιναν οι στατιστικές αναλύσεις, όπως παλινδρόμηση, στάθμη αξιοπιστίας και άλλες.

Επίσης, παίρνοντας υπόψη χημικούς, γεωγραφικούς και οικονομικούς παράγοντες οι παρακάτω μεταβλητές ερευνηθήκαν για κάθε ατύχημα:

- κόστος καθαρισμού,
- ποσότητα πετρελαίου,
- πυκνότητα του πετρελαίου,
- απόσταση από τις ακτές,
- εάν η ρύπανση είναι εντός λιμένα η όχι,
- ταχύτητα ανέμου,
- ηλιοφάνεια (ο ήλιος βοηθά την εξάτμιση),
- θερμοκρασία του νερού,
- ΑΕΠ ανά κάτοικο στην χώρα που αναλαμβάνει τον καθαρισμό,

- Βαθμός προετοιμασίας της χώρας που αναλαμβάνει τον καθαρισμό. Ο ΙΤΟΡΦ εκτιμά πόσο καλά προετοιμασμένες είναι διάφορες περιοχές για το ενδεχόμενο μια πετρελαιοκηλίδας (κλίμακα 1 έως 3, με το 3 να σημαίνει την καλύτερη προετοιμασία).

Εν συνεχεία οι Shahriari & Frost (2008) προσπάθησαν να δημιουργήσουν ένα μαθηματικό μοντέλο στο οποίο εισάγοντας τις παραμέτρους που αναφέραμε προηγουμένως, να εξάγεται το κόστος καθαρισμού σε καλή προσέγγιση με τα πραγματικά ποσά. Μετά από πολλές δοκιμές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι πολλές από τις παραμέτρους δεν επηρεάζουν σημαντικά το τελικό αποτέλεσμα και έτσι το μοντέλο πρέπει να είναι απλό. Χρησιμοποίησαν τελικά μόνο τις σημαντικότερες και εύκολα υπολογίσιμες τρεις παραμέτρους που είναι:

- η ποσότητα πετρελαίου,
- η πυκνότητα του πετρελαίου,
- ο βαθμός προετοιμασίας της χώρας που αναλαμβάνει τον καθαρισμό.

Η μείωση των παραμέτρων δίνει το πλεονέκτημα της ανεξαρτησίας από την γεωγραφική θέση εάν εξαιρέσουμε βεβαία τον βαθμό προετοιμασίας του ΙΤΟΡΦ.

Μετά από αρκετές δοκιμές οι μελετητές κατέληξαν σε τέσσερα μαθηματικά μοντέλα προς περαιτέρω έρευνα. Για τη σύγκριση των τεσσάρων αυτών χρειάστηκε να αναπτύξουν ένα λογισμικό ελέγχου σφάλματος του κάθε μοντέλου, καθώς η απευθείας σύγκριση λόγω του τρόπου διακύμανσης των σφαλμάτων ήταν πολύ δύσκολη. Κάποια μοντέλα υπερεκτιμούσαν το κόστος και κάποια το αντίθετο, γεγονός που καθιστά την κατά ποσοστό σύγκριση μη αποτελεσματική.

Τέλος κατέληξαν στα παρακάτω δυο μαθηματικά μοντέλα:

$$A. \text{ Κόστος καθαρισμού (σε δολάρια ΗΠΑ) } = 156,5934 \times (\text{ποσότητα πετρελαίου (τόνοι)}) + 56.781.000 \times (\text{πυκνότητα πετρελαίου (kg / dm}^3)) + 2.303.500 \times (\text{βαθμός προετοιμασίας}) - 49.979.000 \quad (16)$$

$$B. \text{ Κόστος καθαρισμού (σε δολάρια ΗΠΑ) } = (29.471 \times (\text{πυκνότητα πετρελαίου (kg / dm}^3)) + 863,0906 \times (\text{βαθμός προετοιμασίας}) - 24.060) \times (\text{ποσότητα πετρελαίου (τόνοι)}) \quad (17)$$

Αυτός που χρησιμοποιεί τη μέθοδο πρέπει να υπολογίσει το κόστος καθαρισμού και με τους δυο τύπους και μετά να αποφασίσει ποιο αποτέλεσμα θα δεχτεί τελικά. Αν και τα δυο αποτελέσματα είναι εντός του διαστήματος $[4 \times 10^6, 4 \times 10^7]$, πρέπει να επιλέξει τον τύπο Α. Αν και τα δυο αποτελέσματα είναι εκτός του παραπάνω διαστήματος πρέπει να επιλέξει τον τύπο Β. Τέλος εάν το ένα αποτέλεσμα είναι εντός

και το άλλο εκτός επιλέγεται είτε ο τύπος Β που είναι λίγο πιο ακριβής γενικά είτε ο τύπος που δίνει το μεγαλύτερο κόστος.

Ο καλύτερος τρόπος να δοκιμάσει κάποιος ένα μοντέλο είναι η σύγκριση με την πραγματικότητα την οποία προσπαθεί να περιγράψει. Όμως το συγκεκριμένο μοντέλο δημιουργήθηκε με βάση τα υπάρχοντα σήμερα ιστορικά στοιχεία και στόχο να μην αποκλίνει πολύ από αυτά, οπότε μπορούμε να πούμε ότι ο έλεγχος αυτός έχει ήδη γίνει. Εν συνέχεια οι Shahriari & Frost συνέκριναν το μοντέλο τους με αυτό της Etkin (2004) που περιγράψαμε προηγουμένως, επάνω σε σημαντικά ατυχήματα που συνέβησαν στο παρελθόν.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζουμε τα ατυχήματα αυτά, τις παράμετρους τους καθώς και τα αποτελέσματα που δίνουν οι δυο μέθοδοι με στόχο τη σύγκριση.

Πίνακας 11 - Δεδομένα ατυχημάτων

α/α	Πλοίο	Μέγεθος κηλίδας (tons)	Πυκνότητα (kg/dm ³)	Χώρα	Βαθμός προετοιμασίας
1	Era	300	0,93	Αυστραλία	1
2	North Cape	2816	0,795	ΗΠΑ	3
3	Apollo Sea	2600	0,975	Νότια Αφρική	1
4	Keumdong	1330	0,952	Νότια Κορέα	2

Πίνακας 12 - Αποτελέσματα μεθόδων

α/α	Shahriari - Τύπος Α	Shahriari - Τύπος Β	Etkin	Πραγματικό κόστος
1	5.178.000	1.263.000	Έλλειψη στοιχείων	1.300.000
2	2.513.000	5.516.000	1.734.472	4.113.000
3	8.093.000	14.397.000	1.905.503	7.000.000
4	8.892.000	7.611.000	35.395.477	7.331.000

Σύμφωνα με τους Shahriari & Frost το μοντέλο της Etkin είναι πιο ακριβές όσον αφορά τις μικρές κηλίδες, ενώ υστερεί έναντι του δικού τους στις μεγαλύτερες, όπως γίνεται φανερό και από τον προηγούμενο πίνακα. Το όριο της μεταβολής το ορίζουν γύρω στα 4.000.000\$. Έτσι λοιπόν στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας αυτής θα

χρησιμοποιήσουμε τη μέθοδο της Etkin για ατυχήματα με κόστος μικρότερο του παραπάνω ορίου ενώ τη μέθοδο των Shahriari & Frost για μεγαλύτερα ατυχήματα.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονίσουμε ότι θα ήταν ενδιαφέρον να αναπτύξουμε ένα μοντέλο που να αφορά αποκλειστικά την Ελλάδα με τις ιδιαιτερότητες της, γεγονός που ίσως μας οδηγούσε σε ασφαλέστερες εκτιμήσεις. Σημαντικό όμως μειονέκτημα είναι το γεγονός ότι δεν υπάρχουν στατιστικά δεδομένα για μεγάλες κηλίδες στην Ελλάδα οπότε αναγκαστικά στρεφόμαστε σε μελέτες του εξωτερικού.

Για την Ελλάδα δεν έχουμε επαρκή στατιστικά στοιχεία για το κόστος καθαρισμού ατυχημάτων του παρελθόντος εκτός από την έρευνα του Ζαγοραίου (2008). Η συγκεκριμένη βάση δεδομένων όμως αναφέρεται μόνον στην οκταετία 2000-2008 και περιλαμβάνει μόνο μικρά σε όγκο διαρροής πετρελαίου ατυχήματα, γεγονός που την καθιστά αναξιόπιστη για κατασκευή μοντέλου που θα εκτιμούσε το κόστος καθαρισμού και μεγαλύτερων ατυχημάτων. Για τον λόγο αυτό θα χρησιμοποιήσουμε τις μεθόδους προεκτίμησης κόστους καθαρισμού που αναφέραμε προηγουμένως, με στόχο μια καλή προσέγγιση της πραγματικότητας. Από την ιστοσελίδα www.seaweb.com συλλέξαμε στοιχεία για τα ναυτικά ατυχήματα με διαρροή πετρελαίου από το 1979 μέχρι και σήμερα στον Ελλαδικό χώρο. Σε Πίνακα που παρατίθεται στο επόμενο κεφάλαιο, παρουσιάζονται συγκεντρωμένα τα στατιστικά αυτά μαζί με τα δεδομένα του Ζαγοραίου (2008) και όλα τα αποτελέσματα της μελέτης μας, καθώς και τα κόστη καθαρισμού όπως προκύπτουν από τη μέθοδο της Etkin (2004) ή τη μέθοδο των Shahriari & Frost (2008) ανάλογα με το μέγεθος της κηλίδας.

2.3.2 Οικονομικό κόστος

Μια επίσης ουσιαστική συνιστώσα του κόστους μιας πετρελαιοκηλίδας είναι το οικονομικό κόστος που αυτή προκαλεί στην περιοχή που συνέβη το ατύχημα που την προκάλεσε. Σύμφωνα με τους Liu & Wirtz (2006), η ρύπανση της παραλίας επηρεάζει συγκεκριμένες κοινωνικές ομάδες όπως οι επαγγελματίες της αλιείας και του τουρισμού, καθώς αυτοί υφίστανται σημαντικές οικονομικές απώλειες. Αυτές είναι πιθανότατα οι κοινωνικές ομάδες που θα πληγούν σε περίπτωση πιθανής μεγάλης πετρελαιοκηλίδας στο Αιγαίο πέλαγος. Οι απώλειες αυτές αναλύονται σε απώλειες εισοδημάτων και σε φθορές περιουσιών, ενώ χρειάζεται αρκετός χρόνος για την επαναφορά της οικονομίας στην πρότερη κατάσταση.

Οι οικονομικές απώλειες ορίζονται λοιπόν ως το άθροισμα των απωλειών εισοδημάτων κατά την περίοδο επαναφοράς (Liu & Wirtz, 2006):

$$EL = \sum_{n=1}^n yr_i \times \sum_{m=0}^{p_i} (1 - f_i(m)) \left(\frac{1}{1+d} \right)^m \quad (18)$$

Όπου: EL - οικονομικές απώλειες

yr_i - είναι τα ετήσια έσοδα για τον οικονομικό τομέα I,

$f_i(m)$ - είναι το ποσοστό λειτουργίας του τομέα i, τον μήνα m, μετά από το ατύχημα,

p_i - ποσοτικοποιεί την απαιτούμενη την απαιτούμενη χρονική περίοδο σε έτη, για την πλήρη επαναφορά στην πρότερη κατάσταση,

d - ετήσιος συντελεστής διόρθωσης.

Η καταστροφή των περιουσιών μπορεί να υπολογιστεί απλά προσθέτοντας όλα τα κόστη:

$$PD = \sum_{j=1}^n up_j \times Num_j \quad (19)$$

Όπου: PD - το συνολικό κόστος των κατεστραμμένων περιουσιών,

up_j - το κόστος ανά μονάδα για την περιουσία τύπου j,

Num_j - οι αριθμητικές απώλειες μονάδων περιουσίας τύπου j.

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι το οικονομικό κόστος μπορεί να υπολογιστεί με μεγάλη ακρίβεια στο χρονικό διάστημα μετά από το ατύχημα. Είναι χρήσιμο λοιπόν να υπάρχει μια βάση δεδομένων με στατιστικά στοιχεία που αφορούν τις οικονομικές απώλειες, ώστε να βοηθούνται οι λήπτες αποφάσεων και οι μελετητές στην εφαρμογή κριτηρίων αποδοχής κοινωνικού ρίσκου.

Πέρα από τα παραπάνω η Etkin (2004) έχει αναπτύξει μια μέθοδο για την προεκτίμηση του οικονομικού κόστους ανάλογη με αυτήν που αναφέραμε προηγουμένως για την προεκτίμηση του κόστους καθαρισμού. Ο υπολογισμός γίνεται ως εξής:

ανά κυβικό μέτρο οικονομικό κόστος x συντελεστής διόρθωσης (πίνακας 13) x ποσότητα πετρελαίου = συνολικό οικονομικό κόστος

Κεφάλαιο 2. Οικονομική αποτίμηση συνεπειών πετρελαιοκηλίδας

Πίνακας 13 - EPA BOSCEM - Κατάταξη περιοχών με βάση την κοινωνική και πολιτιστική αξία

Αξία	Επίδραση πετρελαιοκηλίδας	Παραδείγματα	Συν.
Πάρα πολύ υψηλή	Περιλαμβάνει περιοχές με υψηλή κοινωνικοοικονομική αξία και ενδεχομένως θα υπάρξουν έντονες συνέπειες μακράς χρονικής διάρκειας αν ρυπανθεί με πετρέλαιο.	Ύπαρξη υποδομών αλιείας, θαλάσσια πάρκα	2,0
Πολύ υψηλή	Περιλαμβάνει περιοχές με υψηλή κοινωνικοοικονομική αξία και ενδεχομένως θα υπάρξουν αρκετές συνέπειες μακράς χρονικής διάρκειας αν ρυπανθεί με πετρέλαιο.	Εθνικά πάρκα, τοποθεσίες οικοτουρισμού, φυσικό περιβάλλον, ιστορικές περιοχές	1,7
Υψηλή	Περιλαμβάνει περιοχές με μέτρια κοινωνικοοικονομική αξία και ενδεχομένως θα υπάρξουν μερικές συνέπειες μακράς χρονικής διάρκειας αν ρυπανθεί με πετρέλαιο.	Περιοχές αναψυχής, ψαρέματος, αγροκτήματα	1,0
Μέτρια	Περιλαμβάνει περιοχές με μέτρια κοινωνικοοικονομική αξία και ενδεχομένως θα υπάρξουν ορισμένες συνέπειες μικρής χρονικής διάρκειας αν ρυπανθεί με πετρέλαιο.	Κατοικήσιμες περιοχές αστικά - περιαστικά πάρκα	0,7
Μικρή	Περιλαμβάνει περιοχές με χαμηλή κοινωνικοοικονομική αξία και ενδεχομένως θα υπάρξουν μερικές συνέπειες μικρής χρονικής διάρκειας αν ρυπανθεί με πετρέλαιο.	Περιοχές ελαφριάς βιομηχανίας, αστικές περιοχές	0,3
Χαμηλή	Περιλαμβάνει περιοχές με υψηλή ρύπανση, χαμηλή κοινωνικοοικονομική και πολιτιστική αξία και ενδεχομένως θα υπάρξουν συνέπειες με μικρό όμως αντίκτυπο.	Περιοχές βαριάς βιομηχανίας, χωματερές	0,1

* Προεπιλεγμένες-συνήθεις τιμές είναι οι χρωματισμένες

Πίνακας 14 – Ανά κυβικό μέτρο οικονομικό κόστος πετρελαιοκηλίδας σύμφωνα με την Etkin (έπειτα από τη διόρθωση).

Τύπος	Ποσότητα (m ³)	Βασικό Οικονομικό Κόστος (\$/M ³)
ΠΤΗΤΙΚΑ ΚΛΑΣΜΑΤΑ	<1,893	9.697 €
	1,893 - 3,785	39.534 €
	3,785 - 37,854	59.674 €
	37,854 - 378,541	26.853 €
	378,541 - 3785,411	13.427 €
ΕΛΑΦΡΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	<1,893	11.935 €
	1,893 - 3,785	49.231 €
	3,785 - 37,854	74.593 €
	37,854 - 378,541	29.837 €
	378,541 - 3785,411	14.919 €
ΒΑΡΥ ΠΕΡΕΛΑΙΟ	<1,893	22.378 €
	1,893 - 3,785	89.512 €
	3,785 - 37,854	134.267 €
	37,854 - 378,541	74.593 €
	378,541 - 3785,411	29.837 €
>3785,411	26.108 €	

Κεφάλαιο 2. Οικονομική αποτίμηση συνεπειών πετρελαιοκηλίδας

	<1,893	7.459 €
	1,893 - 3,785	29.837 €
ΑΡΓΟ	3,785 - 37,854	44.756 €
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	37,854 - 378,541	20.886 €
	378,541 - 3785,411	10.443 €
	>3785,411	8.951 €

Ο Πίνακας 14 (όπως και προηγουμένως ο Πίνακας 9) διορθώθηκε για το έτος 2008 και για ισοτιμία 1,4241 της 02/06/2009 και επειδή οι υπολογισμοί μας έγιναν στο Excel μπορούμε εύκολα να ξαναδιορθώσουμε τον πίνακα εισάγοντας την ισοτιμία Ευρώ-Δολαρίου και τον Δείκτη Τιμών Καταναλωτή για την περίοδο που θέλουμε να μελετήσουμε.

Όσον αφορά τον Ελληνικό θαλάσσιο χώρο, αν και η πρώτη μέθοδος των Liu & Wirtz (2008) είναι απόλυτα ακριβής, εντούτοις δεν έχουμε επαρκή στατιστικά στοιχεία για να την εφαρμόσουμε καθώς οι πετρελαιοκηλίδες στο Αιγαίο μέχρι τώρα ήταν σχετικά μικρού μεγέθους αλλά και γιατί δεν υπάρχουν στατιστικά σχετικά με το κόστος του κάθε περιστατικού. Γι αυτό τον λόγο θα προσεγγίσουμε το οικονομικό κόστος της καθεμίας μέσω τις μεθόδου της Etkin (2004), δηλαδή ανάλογα με την ποσότητα του πετρελαίου.

2.3.3 Περιβαλλοντικό κόστος

Αυτό είναι το πιο περίπλοκο από τα τρία είδη συνεπειών μιας πετρελαιοκηλίδας λόγω της δυσκολίας που υπάρχει στην προσέγγιση -υπολογισμό του. Τα δυο προηγούμενα είδη είναι εύκολο να υπολογιστούν μετά από κάποιο συγκεκριμένο ατύχημα καθώς όλα τα απαιτούμενα δεδομένα είναι γνωστά, αλλά και να γίνει προεκτίμηση του κόστους με πολύ καλή προσέγγιση στην πραγματικότητα εφόσον έχουμε διατηρήσει στατιστικά στοιχεία από ατυχήματα του παρελθόντος.

Αντίθετα το περιβαλλοντικό κόστος δεν αναφέρεται σε υλικά ή υπηρεσίες και κατ' επέκταση σε χρηματικές μονάδες, αλλά είναι στην ουσία ένας δείκτης της αποστροφής της κοινωνίας μετά από ένα ατύχημα. Παίζει δηλαδή σημαντικό ρόλο η αντίληψη ρίσκου της κοινωνίας για τα ατυχήματα και την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος.

Οι Campos et al. (2006) περιγράφουν τις κυριότερες μεθόδους που κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του περιβαλλοντικού κόστους. Αυτές είναι:

A. Μέθοδος βασιζόμενη στα έξοδα προστασίας και πρόληψης (Preventive Expenditures Method)

Αυτή βασίζεται στα χρήματα που η τοπική κοινωνία και η κεντρική κυβέρνηση ξοδεύουν για την προστασία του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση μιας πετρελαιοκηλίδας. Όμως τα χρήματα που δαπανούνται δεν αντικατοπτρίζουν πάντα το μέγεθος της αποστροφής της κοινωνίας μετά από ένα σημαντικό ατύχημα.

B. Μέθοδος βασιζόμενη στο κόστος αντικατάστασης. (Replacement Costs Method)

Αυτή η μεθοδολογία βασίζεται στον υπολογισμό των χρημάτων που χρειάζονται για την αντικατάσταση της κατεστραμμένης χλωρίδας και πανίδας με υγιή ζώα και φυτά έπειτα από μεταφορά τους από άλλες περιοχές. Μειονέκτημα αυτής της μεθόδου πως δεν είναι δυνατόν να γνωρίζουμε ακριβώς το πλήθος των ζώων και φυτών που χάθηκαν, κυρίως σε μεγάλες διαρροές πετρελαίου, αλλά και το γεγονός ότι πολλά είδη είναι σπάνια και ίσως συναντούνται μόνο στην περιοχή που έγινε το ατύχημα.

Γ. Μέθοδος βασιζόμενη στο κόστος ταξιδιού. (Travel Cost Method)

Εδώ το κόστος ταξιδιού ενός ατόμου χρησιμοποιείται σαν υποκατάστατο για τα περιβαλλοντικά αγαθά που δεν μπορούν να αποτιμηθούν οικονομικά. Τα έξοδα που σχετίζονται με το ταξίδι ενός ατόμου σε συγκεκριμένο τόπο, περιλαμβάνουν τόσο το κόστος μεταφοράς όσο και τα έξοδα του ταξιδιώτη στον τόπο αυτό. Μέσω δηλαδή των χρημάτων που ξοδεύει, οι μελετητές προσπαθούν να προσδιορίσουν την αξία που δίνει αυτός στον συγκεκριμένο τόπο και κατ' επέκταση το κοινωνικό σύνολο.

Δ. Μέθοδος βασιζόμενη στην αξία της γης. (Land Value Method)

Εδώ χρησιμοποιούνται διάφορες μεταβλητές σχετιζόμενες με τις μεταβολές στην αξία της ακίνητης περιουσίας σε διάφορες αποστάσεις από τη ρύπανση σαν βάση για τον υπολογισμό της αξίας της περιοχής του ατυχήματος.

E. Μέθοδος υποθετικής αξιολόγησης (Contingent Valuation Method)

Αυτή από πολλές απόψεις είναι η σημαντικότερη από όλες καθώς αφογκράζεται καλύτερα την ψυχολογία της κοινωνίας, το οποίο είναι βέβαιο και το ζητούμενο από κάθε μελετητή. Στην κύρια μορφή της προσδιορίζεται το πόσο τα μέλη μιας κοινωνίας είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν (Willingness to pay - WTP) για την διατήρηση της ποιότητας του περιβάλλοντος, ή διαφορετικά ποιο είναι το όριο της καταστροφής που μπορούν υπό προϋποθέσεις να αποδεχτούν (Willingness to Accept - WTA). Η μέθοδος αυτή όπως είναι γνωστό είναι πιο άμεση από τις υπόλοιπες καθώς βασίζεται σε ερωτηματολόγια. Η μέθοδος παρακάμπτει την απουσία αγορών για αγαθά που παρέχονται από φυσικούς πόρους παρουσιάζοντας στους ερωτώμενους υποθετικές αγορές στις οποίες μπορούν να αγοράσουν ή να πουλήσουν τα αγαθά που τίθενται υπό έρευνα. Επειδή οι τιμές που προκύπτουν είναι υποθετικές, λόγω της υποθετικής αγοράς που παρουσιάστηκε στον ερωτώμενο, η μέθοδος κατέληξε να ονομάζεται «μέθοδος υποθετικής αξιολόγησης».

Γενικά στους συνεντευξιαζόμενους παρουσιάζονται ερωτηματολόγια που αποτελούνται από τρία μέρη:

1. Μια πλήρη και λεπτομερή περιγραφή των αγαθών που είναι υπό αξιολόγηση και του σεναρίου υπό το οποίο αυτά παρουσιάζονται στον ερωτώμενο,
2. ερωτήσεις που εκμαιεύουν την αξία που δίνει ο ερωτώμενος στα υπό αξιολόγηση αγαθά,
3. ερωτήσεις σχετικές με τα χαρακτηριστικά του ερωτώμενου (π.χ. ηλικία, εισόδημα), προτιμήσεις σχετικές με τα υπό αξιολόγηση αγαθά και χρήση των αγαθών αυτών.

Η ανάγκη για πληροφόρηση του ερωτώμενου σχετικά με το μέγεθος και τις λεπτομέρειες της καταστροφής του περιβάλλοντος είναι ένα από τα κύρια προβλήματα της συγκεκριμένης μεθόδου, καθώς παίζει σημαντικό ρόλο στις απαντήσεις που θα δώσει και κατ' επέκταση στο εξαγόμενο αποτέλεσμα για την αξία του περιβάλλοντος. Εντούτοις αυτή είναι η πιο αξιόπιστη από όλες τις μεθόδους και με αυτήν θα ασχοληθούμε στα πλαίσια του κεφαλαίου αυτού.

Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα της είναι το γεγονός ότι απαιτεί υψηλό χρηματικό κόστος και προσπάθεια και έτσι καθίσταται πολύ δύσκολο να εφαρμοστεί σε ατυχήματα και πετρελαιοκηλίδες μικρής κλίμακας. Έχει εφαρμοστεί όμως μετά από σοβαρά ναυτικά ατυχήματα που προκάλεσαν μεγάλη θαλάσσια ρύπανση, όπως στο Exxon Valdez (1989) και στο Prestige (2001). Τέλος πρέπει επίσης να αναφέρουμε ότι η μέθοδος εφαρμόζεται μετά από το ατύχημα και την καταστροφή προσπαθώντας να δούμε την επίδραση που αυτό έχει στο κοινωνικό σύνολο. Μια μελέτη και εφαρμογή της μεθόδου μετά από ένα υποθετικό ατύχημα πριν όμως να έχει συμβεί στην πραγματικότητα το οτιδήποτε, πιθανότατα θα είχε διαφορετικά εξαγόμενα συμπεράσματα, καθώς κόσμος δεν θα ήταν ψυχολογικά φορτισμένος ενώ δεν θα υπήρχε και ο βομβαρδισμός ειδήσεων από τα ΜΜΕ.

2.3.3.1 Μέθοδος μεταφοράς οφέλους

Παρόλα τα μειονεκτήματα της, η μέθοδος υποθετικής αξιολόγησης είναι η πιο αξιόπιστη καθώς τα δεδομένα που χρησιμοποιεί εξάγονται απευθείας από την κοινωνία. Όμως λόγω του υψηλού κόστους δεν μπορεί αυτή να χρησιμοποιηθεί μετά από μικρής έκτασης ατυχήματα. Το υψηλό κόστος οφείλεται στο γεγονός ότι η πρωτογενής συλλογή δεδομένων για τη υλοποίηση της έρευνας είναι μια δαπανηρή και χρονοβόρα διαδικασία, ενώ στην πλειοψηφία των περιπτώσεων τόσο οι οικονομικοί πόροι όσο και διαθέσιμος χρόνος είναι περιορισμένοι.

Για αυτές λοιπόν τις περιπτώσεις ενδιαφέρον παρουσιάζει η μέθοδος Μεταφοράς Οφέλους (Benefit Transfer Method). Ως μέθοδος μεταφοράς οφέλους καλείται η διαδικασία μεταφοράς υφιστάμενων δεδομένων περιβαλλοντικής αποτίμησης για δεδομένο πρόβλημα, από μια περιοχή με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σε μια άλλη με παρόμοια χαρακτηριστικά. Σημαντική εργασία επάνω στην μέθοδο αυτή, αν και όχι σχετική με την ναυτιλία, έχουν κάνει οι Δαμίγος, Καλιαμπάκος, Μενεγάκη & Λαμπρακής της σχολής Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών του ΕΜΠ. Η ομάδα αυτή δημιούργησε μια βάση δεδομένων από μελέτες που έχουν γίνει στο παρελθόν (GEVAD, Greek Environmental Valuation Data), για διάφορες οικονομικές δραστηριότητες οι οποίες ταξινομήθηκαν ανάλογα με το περιβαλλοντικό αγαθό ή την υπηρεσία που είναι προς αποτίμηση, τη μέθοδο αποτίμησης, που χρησιμοποιείται, την χώρα υλοποίησης της μελέτης και τον κύριο συγγραφέα.

(http://www.gevad.minetech.metal.ntua.gr/home_gr.php)

Η ανάκτηση πληροφοριών της βάσης γίνεται μέσω ενός λογισμικού το οποίο παρέχει επιπλέον τη δυνατότητα της «χωρικής» αλλά και «χρονικής» μεταφοράς των αποτελεσμάτων από τη χώρα υλοποίησης της πρωτογενούς έρευνας στη χώρα για την οποία πραγματοποιείται η νέα μελέτη.

Για τη «χωρική» μεταφορά των δεδομένων από διαφορετικές χώρες, χρησιμοποιείται ο Δείκτης Ισότητας Αγοραστικής Δύναμης Καταναλωτή (Purchasing Power Parity Index-PPPI) και για τη «χρονική» μεταφορά των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται ο Δείκτης Τιμών Καταναλωτή (Consumer Pricing Index). Ο Δείκτης Ισότητας Αγοραστικής Δύναμης Καταναλωτή δείχνει την μεταβολή της σχέσης αγοραστικής δύναμης ενός συγκεκριμένου χρηματικού πόσου μεταξύ δυο χωρών διαχρονικά, ενώ ο Δείκτης Τιμών Καταναλωτή δείχνει την μεταβολή της τιμής ενός καλαθιού συγκεκριμένων προϊόντων σε μια χώρα, από μια χρονική περίοδο σε μια άλλη. Ο Δείκτης ΑΔΚ προτιμάται από την απλή συναλλαγματική μετατροπή επειδή έχει διττή διάσταση: συναλλαγματική μετατροπή και δείκτη διαφοράς των τιμών των αγαθών από μια χώρα σε άλλη. Η απλή συναλλαγματική μετατροπή μπορεί να υποτιμήσει ή να υπερεκτιμήσει την αξία, καθώς η ισοτιμία των νομισμάτων εξαρτάται από τα επιτόκια μιας χώρας, τις οικονομικές ροές, την προσφορά και ζήτηση του νομίσματος της και άλλους παράγοντες.

Για τη «χωρική» μεταφορά των τιμών χρησιμοποιούνται τα στοιχεία του Δείκτη Ισότητας Αγοραστικής Δύναμης Καταναλωτή από τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης. Για τη «χρονική» μεταφορά των τιμών, προκειμένου να ληφθεί υπόψη και η επίδραση των πληθωριστικών τάσεων, χρησιμοποιείται ο Δείκτης Τιμών Καταναλωτή από την Ε.Σ.Υ.Ε. για την Ελλάδα ή τις αντίστοιχες στατιστικές υπηρεσίες κάθε χώρας.

Κεφάλαιο 2. Οικονομική αποτίμηση συνεπειών πετρελαιοκηλίδας

Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για τη «χωρική» και «χρονική» μεταφορά των τιμών, έστω από τη χώρα 0 στη χώρα 1 και από το έτος 0 στο έτος 1, είναι η ακόλουθη:

$$\text{τιμη}(\text{χώρα1}, \text{έτος1}) = \text{τιμη}(\text{χώρα0}, \text{έτος0}) \times \frac{\text{PPPI}(\text{χώρα1}, \text{έτος0})}{\text{PPPI}(\text{χώρα0}, \text{έτος0})} \times \frac{\text{CPI}(\text{χώρα1}, \text{έτος1})}{\text{CPI}(\text{χώρα1}, \text{έτος0})} \quad (20)$$

Στην GEVAD δεν υπάρχουν μελέτες για ναυτικά ατυχήματα ωστόσο όμως η λογική της διαδικασίας θα μπορούσε να μας φανεί πολύ χρήσιμη. Παρακάτω θα αναλύσουμε μελέτες υποθετικής αξιολόγησης (CVs) που υπάρχουν για σημαντικά ναυτικά ατυχήματα που συνέβησαν στο παρελθόν αλλά και για σενάρια ατυχημάτων, με στόχο την αναγωγή των συμπερασμάτων τους στην Ελληνική κοινωνία μέσω της μεθόδου μεταφοράς οφέλους.

Στο σημείο αυτό θα παραθέσουμε τα οικονομικά στοιχεία που χρειαστήκαμε για την εφαρμογή της μεθόδου τόσο για το περιβαλλοντικό κόστος όσο και για τη διόρθωση των πινάκων της Etkin (2004) σε προηγούμενες παραγράφους και τα οποία βρήκαμε από την ΕΣΥΕ, τις στατιστικές υπηρεσίες των χωρών που μελετήσαμε αλλά και τον Παγκόσμιο Οργανισμό για την Συνεργασία και την Ανάπτυξη (www.oecd.org).

Πίνακας 15 – Δείκτης Ισότητας Αγοραστικής Δύναμης Καταναλωτή (Purchasing Power Parity Index-PPPI)

	1992	1996	2006	2008
ΕΛΛΑΔΑ	0,436900	0,604289	0,716248	0,738187
ΙΣΠΑΝΙΑ	-	-	0,755099	-
ΒΕΛΓΙΟ	-	-	0,898096	-
ΦΙΝΛΑΝΔΙΑ	-	-	0,973386	-
ΗΠΑ	1	1	-	-

Πηγή: http://stats.oecd.org/Index.aspx?datasetcode=SNA_TABLE4

Πίνακας 16 – Δείκτης Τιμών Καταναλωτή (Consumer Pricing Index)

	1992	2004	2006	2008
ΕΛΛΑΔΑ	48,35368	96,57630	103,19595	110,59305

Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε.

Ισοτιμία Ευρώ - Δολαρίου ΗΠΑ : 1,4241 (02/06/2009)

2.3.3.2 Exxon Valdez

Ένα σημείο σταθμός στην ιστορία της μεθόδου υποθετικής αξιολόγησης (CVM) είναι η πετρελαιοκηλίδα που προκλήθηκε από την προσάραξη του δεξαμενόπλοιου Exxon Valdez στον πορθμό Prince William στο βόρειο μέρος του κόλπου της Αλάσκας στις 24 Μαρτίου του 1989. Αυτή η πετρελαιοκηλίδα ήταν η σημαντικότερη από δεξαμενόπλοιο στην ιστορία των ΗΠΑ.

Στις 12:04 π.μ. το πλοίο μεταφέροντας 190.000 κυβικά μέτρα αργού πετρελαίου από την περιοχή North Slope της Αλάσκας, προσάραξε στις ακτές και περίπου 42.000 κυβικά μέτρα αργού πετρελαίου διέρρευσαν στον πορθμό σε λιγότερο από πέντε ώρες. Μέχρι τον Αύγουστο του ίδιου έτους το πετρέλαιο είχε απλωθεί γύρω στα 26.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα στον πορθμό Prince William και στον κόλπο της Αλάσκας. Περίπου 1.650 χιλιόμετρα ακτογραμμής ρυπάνθηκαν.

Σύντομα μετά από την πετρελαιοκηλίδα η πολιτεία της Αλάσκας αλλά και η κυβέρνηση των ΗΠΑ ζήτησαν μια σειρά από μελέτες για να εξακριβώσουν το μέγεθος της καταστροφής. Ανάμεσα τους, πέρα από αυτές για την καταγραφή των απωλειών, ήταν και η μέθοδος υποθετικής αξιολόγησης (CVM), για τον προσδιορισμό του περιβαλλοντικού κόστους όπως το αντιλαμβάνεται το κοινωνικό σύνολο.

Οι καταστροφές-επιδράσεις τόσο βραχείας όσο και μακράς διάρκειας μελετήθηκαν αναλυτικά. Χιλιάδες ζώα πέθαναν αμέσως μετά από το ατύχημα και οι ακριβέστερες εκτιμήσεις κάνουν λόγο για 250.000-500.000 θαλασσοπούλια, 1000 θαλάσσιες ενυδρίδες, 12 ποταμίσιες ενυδρίδες, 300 φώκιες, 250 αετοί, 22 φάλαινες και δισεκατομμύρια σολομών. Λόγω του καλού καθαρισμού, λίγα σημάδια της καταστροφής ήταν ορατά το επόμενο έτος, ωστόσο οι συνέπειες υφίστανται ακόμα και σήμερα. Υπάρχει μείωση πληθυσμών σε αρκετά είδη, ενώ είκοσι χρόνια μετά το ατύχημα, αμερικανοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η πλήρης ανάκαμψη του περιβάλλοντος θα γίνει σε δέκα ακόμα χρόνια από σήμερα, δηλαδή σχεδόν σε διπλάσιο χρόνο από όσο είχε προβλεφθεί αρχικά.

Η έρευνα του Carson et al. (1992) έδειξε ότι η πετρελαιοκηλίδα του Exxon Valdez ήταν ένα από τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά ατυχήματα που προκλήθηκαν ποτέ από τον άνθρωπο οπουδήποτε στον κόσμο, σύμφωνα με πάνω από το 50% των ερωτηθέντων. Επίσης πάνω από το 90% είχε ενημερωθεί για το ατύχημα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας το μέσο νοικοκυριό στις ΗΠΑ ήταν διατεθειμένο να πληρώσει 48,97\$ για την πρόληψη του ατυχήματος. Πολλαπλασιάζοντας αυτόν τον αριθμό με τον συνολικό αριθμό των νοικοκυριών στις ΗΠΑ προκύπτει εκτίμηση περιβαλλοντικού κόστους γύρω στα 2.800.000.000\$ (σε δολάρια ΗΠΑ του 1992).

2.3.3.3 Prestige

Την 13^η Νοεμβρίου του 2002 στο 25 ετών δεξαμενόπλοιο μονού τοιχώματος Prestige υπό σημαία Μπαχάμες, ιδιοκτησίας ελληνικής ναυτιλιακής εταιρίας και ναυλωμένο από Βρετανο-Ελβετούς να μεταφέρει 77.000 τόνους ρωσικό πετρέλαιο από την Λετονία στην Σιγκαπούρη, εντοπίστηκε διαρροή 50 χιλιόμετρα έξω από τις ακτές της Finistere Galicia στην Ισπανία. Στις 19 του ίδιου μήνα καθώς το πλοίο ρυμουλκούνταν, έσπασε στα δύο και βυθίστηκε 220 χιλιόμετρα δυτικά του Cies Isles. Άμεσα διέρρευσε περίπου 64.000 τόνοι βαρέως πετρελαίου τύπου M-100 στη θάλασσα, ρυπαίνοντας πάνω από 1.300 χιλιόμετρα ακτογραμμής. Η κηλίδα αυτή ήταν η πιο σοβαρή περιβαλλοντική καταστροφή που έγινε ποτέ στα ισπανικά χωρικά ύδατα. Διήρκεσε τέσσερις μήνες και επηρέασε τις ακτές της βόρειας Πορτογαλίας, της βόρειας Ισπανίας και της νοτιοδυτικής Γαλλίας. Η κηλίδα από το Prestige έφτασε στις Ισπανικές ακτές σε τρία κύματα, εκ των οποίων το πρώτο χτύπησε τις ακτές της Γαλικίας στις 16 Νοεμβρίου του 2002. Η έλλειψη υποδομών κατέστησε ανέφικτη την έγκαιρη και αποτελεσματική αντιμετώπιση. Το δεύτερο κύμα χτύπησε στις 20 Νοεμβρίου και ήταν το μεγαλύτερο σε έκταση, ενώ όταν το πλοίο βυθίστηκε υπολογίστηκε ότι πήρε μαζί του 50.000 τόνους φορτίου στον βυθό.

Ωστόσο μεταγενέστερες εκτιμήσεις έδειξαν ότι 13.000 τόνοι παρέμειναν στο πλοίο, γεγονός που σημαίνει ότι το υπόλοιπο διέρρευσε στην θάλασσα. Το τρίτο κύμα λοιπόν χτύπησε τις ακτές στις 19 Δεκεμβρίου του 2002, όμως μέχρι την 1^η Φεβρουαρίου του 2003 συνέχιζε να διαρρέει πετρέλαιο από τις δεξαμενές του Prestige δημιουργώντας πολλές μικρές κηλίδες. Οι εργασίες καθαρισμού συνεχίζονταν για πολλούς μήνες και μέχρι το καλοκαίρι του 2003 οι περισσότερες από τις παραλίες είχαν καθαριστεί. Τον Δεκέμβριο του 2004 και καθώς είχαν ολοκληρωθεί οι καθαρισμοί, 97.000 πετρελαίου είχαν περισυλλεχτεί, μόνο από τις ακτές της Γαλικίας.

Όσον αφορά το περιβαλλοντικό κόστος χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος υποθετικής αξιολόγησης (CVM) με τρόπο ανάλογο των Carson et al. (1992), ο οποίος έκανε την εκτίμηση του περιβαλλοντικού κόστους για ατύχημα του Exxon Valdez. Η έρευνα διεξήχθη σε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του Ισπανικού πληθυσμού κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι του 2006 και αποτελούνταν από πολλά στάδια. Στο πρώτο στάδιο η πετρελαιοκηλίδα και οι συνέπειες της περιγράφηκαν με κάθε λεπτομέρεια, ενώ στο δεύτερο στάδιο παρουσιάστηκε στους ερωτώμενους ένα πρόγραμμα σχεδιασμένο να προλαμβάνει μελλοντικές πετρελαιοκηλίδες. Φωτογραφίες και γραφικά χρησιμοποιήθηκαν για να κατανοήσει το πρόβλημα ο ερωτώμενος.

Το τρίτο στάδιο περιελάμβανε πληροφόρηση σχετικά με τα προσδοκώμενα οφέλη ενός προγράμματος πρόληψης σχεδιασμένο να μειώσει τις συνέπειες και τη συχνότητα πετρελαιοκηλίδων στη βορειοδυτική ακτή της Ισπανίας. Στο τέταρτο

στάδιο ο ερευνητής ρωτούσε πόσο ήταν διατεθειμένος ο ερωτώμενος να πληρώσει για την εφαρμογή ενός τέτοιου προγράμματος (WTP). Αμέσως μετά από την ερώτηση ακολουθούσε μια κλίμακα με τον βαθμό βεβαιότητας του ερωτώμενου για τις απαντήσεις που έδωσε και τέλος, το τελευταίο μέρος αποτελούνταν από κοινωνικοοικονομικές και άλλες σχετικές με τη συμπεριφορά του ατόμου ερωτήσεις.

Οι έρευνες έγιναν κατ' οίκον σε διαφορετικές ώρες κατά τη διάρκεια της εβδομάδας και τα Σαββατοκύριακα. Το ποσοστό αυτών που ανταποκρίθηκαν έφτασε το 44%, που είναι αρκετά υψηλό για CV μελέτες στην Ευρώπη.

Σε ότι αφορά τα αποτελέσματα το 67% αυτών που ανταποκρίθηκαν συμφωνούν ότι το περιβαλλοντικό κόστος είναι πολύ πιο σημαντικό από ότι το οικονομικό ή οποιοδήποτε άλλο. Οι ερωτώμενοι ανησυχούσαν για πιθανές συνέπειες στην υγεία τους και το 26,84% δήλωσε ότι έχει μειώσει την κατανάλωση ψαριού. Το μέσο ποσό χρημάτων που ο πληθυσμός ήταν διατεθειμένος να πληρώσει για ένα πρόγραμμα πρόληψης ενός συγκεκριμένου περιστατικού προέκυψε γύρω στα 35€ ανά ισπανικό νοικοκυριό. Αυτό σημαίνει ότι το περιβαλλοντικό κόστος είναι τουλάχιστον ίσο με το συνολικό ποσό που το σύνολο των νοικοκυριών είναι διατεθειμένο να πληρώσει και το οποίο είναι τελικά γύρω στα 595.000.000€.

2.3.3.4 Μελέτη για πιθανό ατύχημα στις Βελγικές ακτές

Μια τρίτη μελέτη περιβαλλοντικού κόστους με τη μέθοδο υποθετικής αξιολόγησης που συναντήσαμε στη βιβλιογραφία είναι αυτή των Biervliet et al. (2006), η οποία αφορά σενάρια πιθανής πετρελαιοκηλίδας στις βελγικές ακτές της βόρειας θάλασσας. Η ακτογραμμή του Βελγίου έχει μήκος 65 χιλιόμετρα και παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για τις τοπικές αλλά και την εθνική οικονομία, καθώς στη συγκεκριμένη περιοχή είναι εγκατεστημένες επιχειρήσεις σχετικές με την βιομηχανία, την αλιεία, την αμμοληψία και τον τουρισμό.

Από την άλλη πλευρά η βελγική θάλασσα και οι ακτές της είναι ένα σημαντικό οικοσύστημα με πλούσια βιοποικιλότητα, ενώ το ρίσκο μιας πιθανής πετρελαιοκηλίδας είναι σημαντικό καθώς η διέλευση πλοίων από την περιοχή αυτή είναι ιδιαίτερα συχνή. Δέκα χιλιάδες πλοία περνούν ετησίως από τη θάλασσα της Μάγχης πηγαίνοντας ή ερχόμενα από τα λιμάνια της βόρειας θάλασσας, μεταξύ των οποίων της Αμβέρσας και του Ρότερνταμ.

Την περίοδο 1991-1998 οκτώ ναυτικά ατυχήματα, που είχαν σαν αποτέλεσμα διαρροή πετρελαίου, συνέβησαν στις βελγικές ακτές. Στόχος της μελέτης, η οποία και αυτή βασίζεται στις αρχές των Carson et al. (1992) για το Exxon Valdez, είναι να προσδιορίσει το περιβαλλοντικό κόστος και το μέγεθος της αποστροφής της

κοινωνίας σε ένα πιθανό καταστροφικό ατύχημα. Η έρευνα βασίστηκε σε τρία πιθανά σενάρια. Μια κηλίδα 200 κυβικών μέτρων, μια 5.000 κ.μ. και μία 10.000 κ.μ., με τις ανάλογες συνέπειες η καθεμία.

Όσον αφορά το τρίτο και καταστροφικότερο σενάριο ο βελγικός λαός ήταν διατεθειμένος να πληρώσει 606.000.000€, ενώ για το ήπιο σενάριο διατίθεντο να πληρώσει 120.000.000€ (σε Ευρώ του 2006).

2.3.3.5 Μελέτη για πιθανό ατύχημα στις ακτές της Καλιφόρνιας

Στις 22 Απριλίου 1988, περίπου 1.635 κυβικά μέτρα αργού πετρελαίου διέρρευσαν από δεξαμενές αποθήκευσης πετρελαίου της εταιρίας Shell στην περιοχή San Joaquin Valley των ΗΠΑ. Το πετρέλαιο ρύπανε τις παράκτιες περιοχές μέχρι τις βόρειες ακτές του San Francisco Bay. Μετά από αυτό το περιστατικό αλλά και μετά από το ατύχημα του Exxon Valdez (1989), η Shell χρηματοδότησε, το έτος 1996, έρευνα για την βελτίωση των μεθόδων αντιμετώπισης πετρελαιοκηλίδων και την διασφάλιση καλύτερης αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος σε ανάλογη περίπτωση.

Μεταξύ άλλων έγινε και έρευνα με την μέθοδο της υποθετικής αξιολόγησης, ανάλογη με αυτήν του Exxon Valdez (Carson, 1992), με σκοπό την αποτίμηση των καταστροφών του θαλασσίου περιβάλλοντος που σχετίζονται με πιθανές πετρελαιοκηλίδες στην περιοχή της Καλιφόρνιας. Η συγκεκριμένη μελέτη έδωσε μια μέση τιμή του ποσού που το κάθε νοικοκυριό ήταν διατεθειμένο να δώσει για την εφαρμογή ενός προγράμματος το οποίο προλαμβάνει μια συγκεκριμένη εικόνα καταστροφών του φυσικού περιβάλλοντος σχετικά με είδη πουλιών, ψαριών και ζώων που πλήττονται άμεσα από τις πετρελαιοκηλίδες. Το σενάριο αναφερόταν σε διαρροή 3.000 τόνων πετρελαίου στη θάλασσα από δεξαμενόπλοιο που κινείται κατά μήκος των ακτών της Καλιφόρνιας. Πρέπει να τονίσουμε ότι η κίνηση μικρών δεξαμενόπλοιων σε αυτήν την περιοχή είναι πολύ συχνή άρα και το ρίσκο υπαρκτό. Η ανά νοικοκυριό μέση τιμή WTP ήταν τελικά \$76,45.

2.3.3.6 Μελέτη για πιθανό ατύχημα στις στον κόλπο της Φινλανδίας

Με την μέθοδο μεταφοράς οφέλους και με ανάλογο τρόπο με τα προηγούμενα περιστατικά έγινε και έρευνα για την περίπτωση πετρελαιοκηλίδας στον κόλπο της Φινλανδίας (Ahtianen, 2007). Για την πιθανή περίπτωση διαρροής μεγάλης ποσότητας πετρελαίου στη θάλασσα (60.000 τόνοι) και πρόκλησης σημαντικής καταστροφής στο φυσικό περιβάλλον οι πολίτες ρωτούνταν ποσά χρήματα θα ήταν διατεθειμένοι να καταβάλουν για την βελτίωση των συστημάτων αντιμετώπισης. Η ανά νοικοκυριό μέση τιμή WTP που προέκυψε ήταν 83,65€. Βέβαια σε αντίθεση με

όλες τις άλλες μελέτες υποθετικής αξιολόγησης που αφορούσαν μόνο την παθητική χρήση των φυσικών πόρων, στην συγκεκριμένη περίπτωση στην έρευνα συμπεριλαμβάνονταν επιπλέον και η χρήση των φυσικών πόρων για ψυχαγωγία. Έτσι για να είμαστε ακριβείς σε ότι αφορά την αντιστοιχία των ατυχημάτων μεταξύ τους πολλαπλασιάσαμε την τιμή WTP με έναν συντελεστή 0,6. Δηλαδή κάναμε μια έκπτωση της τάξης του 40%. Προέκυψε:

$$WTP' = 0,6 \times 83,65 = 50,19 \text{ € ανά νοικοκυριό}$$

2.3.3.7 Sea Diamond

Στις 6/4/2007 το κρουαζιερόπλοιο Sea Diamond βυθίστηκε στην Καλντέρα της Σαντορίνης έπειτα από πρόσκρουση σε ύφαλο η οποία προκάλεσε ρήγμα και εισροή υδάτων. Το πλοίο μετέφερε 500 τόνους καύσιμα από τα οποία σημαντική ποσότητα διέρρευσε κατευθείαν κατά τη βύθιση του πλοίου ενώ η υπόλοιπη παρέμενε στο βυθό και στο εσωτερικό του πλοίου και διέρρευε αργά καθώς η μεταλλική κατασκευή του πλοίου κατέρρευε. Η Βουδούρη (2009) έκανε εφαρμογή της μεθόδου υποθετικής αξιολόγησης για το συγκεκριμένο περιστατικό δεδομένου του γεγονότος ότι αν και η ποσότητα που διέρρευσε δεν ήταν ιδιαίτερος μεγάλη, εντούτοις λόγω της υψηλής τουριστικής αξίας της περιοχής υπήρχαν έντονες αντιδράσεις από τους πολίτες οι οποίοι απαίτησαν την άντληση και απομάκρυνση της εναπομένουσας ποσότητας πετρελαίου. Δείγμα της έρευνας ήταν ποσοστό των κατοίκων της Σαντορίνης, ενώ η ανά νοικοκυριό μέση τιμή WTP ανήλθε στα 76,80€.

2.3.3.8 Μέθοδος NRDA

Όπως έχει ήδη γίνει σαφές, είναι πολύ δύσκολο να εφαρμοστεί η μέθοδος υποθετικής αξιολόγησης για ατυχήματα με μικρή διαρροή πετρελαίου λόγω υψηλού κόστους. Υπάρχει μια εναλλακτική μέθοδος που συναντήσαμε στη βιβλιογραφία και περιγράφουν οι Helton & Penn (1999). Η μέθοδος λέγεται NRDA (Natural Resource Risk Assessment) και αναλύει το περιβαλλοντικό κόστος στις παρακάτω συνιστώσες:

- Το κόστος αποκατάστασης της χλωρίδας και της πανίδας με υγιή ζώα και φυτά έπειτα από μεταφορά τους από άλλες περιοχές. (Σε καταστροφές μικρής και μέτριας έντασης είναι δυνατός ο υπολογισμός.)
- το κόστος μελετών αποτίμησης των καταστροφών,
- το κόστος αποζημίωσης προς το κοινωνικό σύνολο για το χρόνο που θα παραμείνει σε αυτήν την κατάσταση το φυσικό περιβάλλον. Βεβαία αυτό το κόστος δεν

αναφέρεται στις οικονομικές απώλειες που τυχόν υπάρχουν αλλά στη χρήση των φυσικών πόρων για ψυχαγωγία και μόνο.

Η διαφορά με την μέθοδο της υποθετικής αξιολόγησης είναι ότι η αποτίμηση γίνεται άμεσα και όχι έμμεσα μέσω ερωτηματολογίων και μπορεί να εφαρμοστεί σε πετρελαιοκηλίδες μικρής και μέτριας έκτασης, δηλαδή εκεί που υστερούν οι μελέτες υποθετικής αξιολόγησης.

Στόχος βέβαια και των δύο μελετών είναι η περιβαλλοντική αποτίμηση, ωστόσο κρίναμε ότι ο συνδυασμός και των δύο ειδών μελετών θα έδινε τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα καθώς η μια υπερτερεί εκεί που υστερεί η άλλη. Μπορούμε να πούμε δηλαδή ότι αλληλοσυμπληρώνονται.

Οι Helton & Penn (1999) συνέλλεξαν και παράθεσαν σε πίνακα μια σειρά από ατυχήματα στις Η.Π.Α. όπου εφαρμόστηκε η NRDA. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα στοιχεία του κάθε πλοίου καθώς και τα αποτελέσματα της κάθε μελέτης σε δολάρια Αμερικής του έτους 1997. Επίσης γίνεται διόρθωση των τιμών αυτών με τη Μέθοδο Μεταφοράς Οφέλους για τιμές σε Ευρώ του 2008 και για την Ελλάδα.

Πίνακας 17 - Συγκεντρωμένα αποτελέσματα των μελετών NRDA σύμφωνα με τους Helton & Penn (1999), διορθωμένα με την μέθοδο μεταφοράς οφέλους για την Ελλάδα και για το έτος 2008.

	Πλοίο	Τύπος	Ημ/νία	Θέση	Όγκος (m ³)	Συνολικό Κόστος	NRDA (%)	NRDA - ΗΠΑ (1997)	NRDA - ΕΛΛΑΣ (2008)
1	Amazon Venture	Tanker	4/12/1986	Savannah River, GA	1893	\$3.849.679	49,6	\$190.944.078	1.223.383 €
2	American Trader	Tanker	7/2/1990	Huntington Beach, CA	1507	\$71.536.431	39,5	\$2.825.689.025	18.104.252 €
3	An Ping	Freighter	10/1/1994	Longview, WA	98	\$492.877	5,1	\$2.513.673	16.105 €
4	Apex Houston	Barge	28/1/1986	Gulf of the Farallones, CA	95	\$9.880.307	94,9	\$937.641.134	6.007.487 €
5	Apex Towing	Barge	28/7/1990	Galveston Bay, TX	2627	\$7.355.975	26,9	\$197.875.728	1.267.794 €
6	Arco Pipeline	Pipeline	17/1/1994	Santa Clara River	719	\$23.759.517	32,8	\$779.312.158	4.993.070 €
7	Arco Anchorage	Tanker	21/12/1985	Port Angeles, WA	905	\$20.463.216	2,3	\$47.065.397	301.549 €
8	Berry Petroleum	Pipeline	23/12/1994	McGrath Lake, CA	329	\$4.351.687	33,8	\$147.087.021	942.390 €
9	BT Nautilus	Tanker	7/6/1990	Kill Van Kull, NY	957	\$29.787.835	16,5	\$491.499.278	3.149.047 €
10	Colonial Pipeline	Pipeline	28/3/1993	Sugarland Run, VA	1541	\$33.033.904	8,4	\$277.484.794	1.777.851 €
11	Exxon Bayway	Pipeline	2/1/1990	Arthur Kill, NY	2146	\$71.427.585	17,1	\$1.221.411.704	7.825.612 €
12	Greenhill	Well	29/9/1992	Timbalier Bay, LA	462	\$3.101.243	73,6	\$228.251.485	1.462.412 €
13	Jahre Spray	Tanker	22/7/1995	Delaware River	212	\$319.535	47	\$15.018.145	96.222 €
14	Jupiter	Tanker	16/9/1990	Bay City, MI	3180	\$7.555.393	10,4	\$78.576.087	503.439 €
15	Mobiloil	Tanker	8/6/1990	Gulf of Mexico	644	\$6.706.201	5	\$33.531.005	215.061 €
16	Nestucca	Tanker	19/3/1984	Columbia River, OR	87	\$12.910.203	2,6	\$33.566.528	3.798.054 €
17	Nosac Forest	Barge	22/12/1988	Grays Harbor, WA	24	\$28.916.857	20,5	\$592.795.569	87.272 €
18	Presidente Rivera	Cargo	21/4/1993	Tacoma, WA	1162	\$275.735	49,4	\$13.621.309	2.106.203 €
19	Quinnipiac River	Tanker	24/6/1989	Delaware River	19	\$8.017.890	41	\$328.733.490	25.466 €

Κεφάλαιο 2. Οικονομική αποτίμηση συνεπειών πετρελαιοκηλίδας

20	RTC-380	Facility	15/10/1995	North Haven, CT	102	\$736.047	5,4	\$3.974.654	169.433 €
21	Tenyo Maru	Barge	21/12/1992	Groton, CN	655	\$466.399	56,7	\$26.444.823	4.153.450 €
22	Texaco Anacortes	Fishing	22/7/1991	Neah Bay, WA	795	\$17.473.459	37,1	\$648.265.329	378.317 €
23	Unocal Tank Farm	Facility	22/2/1991	Anacortes, WA	79	\$11.809.453	5	\$59.047.265	1.021.472 €
24	World Prodigy	Pipeline	3/8/1992	Avila Beach, CA	1093	\$16.782.110	9,5	\$159.430.045	535.417 €
25	Kure	Tanker	23/6/1989	Narragansett Bay, RI	17	\$9.285.247	9	\$83.567.223	3.088.185 €
26	North Cape	Cargo	5/11/1997	California	3134	\$10.300.500		\$4.820.000	11.532.640 €
27	Mega Borg	Tanker	10/1/1996	Rhode Island	19306			\$18.000.000	214.834 €

2.3.3.9 Στατιστική ανάλυση

Συγκεντρώνοντας λοιπόν τις τιμές από τις προηγούμενες μελέτες υποθετικής αξιολόγησης και μετά από διόρθωση των τιμών αυτών με την μέθοδο της Μεταφοράς Οφέλους, προκύπτει ο πίνακας 18. Στην τελευταία στήλη είναι οι διορθωμένες τιμές της κάθε μελέτης για σημερινά ευρώ (2008) στην Ελλάδα και στις τιμές αυτές θα βασιστούμε ώστε με την βοήθεια της στατιστικής ανάλυσης αλλά και των σημείων που προκύπτουν από την NRDA, να ορίσουμε μια τιμή WTP/νοικοκυριό για τον ελληνικό θαλάσσιο χώρο. Στην έκτη και την έβδομη στήλη είναι οι λόγοι των Δεικτών Ισότητας Αγοραστικής Δύναμης Καταναλωτή (Purchasing Power Parity Index-PPPI) και των Δεικτών Τιμών Καταναλωτή (Consumer Pricing Index) όπως ορίζονται στην σχέση (20). Τέλος, στην τρίτη στήλη είναι τα αποτελέσματα των μελετών που έγιναν σε δολάρια Αμερικής και τα οποία μετατρέψαμε σε ευρώ στην τέταρτη στήλη.

Πίνακας 18 - Συγκεντρωμένα αποτελέσματα των μελετών υποθετικής αξιολόγησης που συναντήσαμε στην βιβλιογραφία και περιγράψαμε παραπάνω, διορθωμένα με την μέθοδο μεταφοράς οφέλους για την Ελλάδα και για το έτος 2008.

Χρονολογία Μελέτης	Πλοίο	Όγκος κηλίδας (m ³)	Αποτέλεσμα μελέτης (€)	Λόγος ppri	Λόγος cpi	Τελική τιμή WTP (€)
1992	Exxon Valdez	42.000	48,97	0,43690	2,28717	34,36
2006	Prestige	64.000	58,08	0,95234	1,07168	59,28
2006	Belgium coast - A	200	26,67	0,79752	1,07168	22,79
2006	Belgium coast - B	10.000	134,67	0,79752	1,07168	115,10
2006	Finland coast	60.000	50,19	0,73583	1,07168	39,58
1996	California coast	3.000	53,68	0,60429	1,52978	49,63
2008	Sea Diamond	500	76,80	1	1	76,80

Αυτό που πρέπει να τονίσουμε σε αυτό το σημείο είναι το γεγονός ότι το περιβαλλοντικό κόστος ανά νοικοκυριό είναι σαφέστατα καλύτερος δείκτης της άποψης της κοινωνίας καθώς σε αυτόν δεν παίζει ρόλο το μέγεθος του πληθυσμού. Για παράδειγμα εάν το ατύχημα του Exxon Valdez δεν γινόταν στις ΗΠΑ αλλά στην

Ισπανία, το περιβαλλοντικό κόστος θα ήταν κατά πολύ μικρότερο διότι ο αριθμός των νοικοκυριών στην Ισπανία είναι πολύ μικρότερος. Θεωρούμε λοιπόν ότι το περιβαλλοντικό κόστος ανά νοικοκυριό θα δώσει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα και σε αυτό θα βασιστούμε παρακάτω.

Επίσης, οι χώρες που έγιναν τα ατυχήματα και διεξήχθησαν οι μελέτες που εξετάζουμε, δεν έχουν σημαντικές διαφορές σε ότι αφορά το επίπεδο διαβίωσης καθώς όλες ανήκουν στις ανεπτυγμένες οικονομίες του δυτικού κόσμου, ενώ παράλληλα οι πληθυσμοί τους δεν έχουν σημαντικές πολιτιστικές διαφορές. Οι παραπάνω παράγοντες είναι καθοριστικής σημασίας για την εφαρμογή της μεθόδου Μεταφοράς Οφέλους από μια χώρα σε μια άλλη. Για παράδειγμα η μεταφορά μιας τιμής μιας μελέτης που αφορά μια περιοχή της Κινάς σε μια ευρωπαϊκή περιοχή, δεν θα μπορούσε να έχει νόημα καθώς οι δυο πληθυσμοί των περιοχών αυτών έχουν μεταξύ τους χαώδεις διαφορές και επομένως και τα χρηματικά ποσά που θα έδιναν για την προστασία από μια ενδεχόμενη πετρελαιοκηλίδα, θα είχαν μεταξύ τους σημαντική απόκλιση.

Στο σημείο αυτό έχουμε υπολογίσει την τιμή WTP/νοικοκυριό για περιστατικά συγκεκριμένης διάρροης και κατόπιν μπορούμε να υπολογίζουμε το περιβαλλοντικό κόστος (πολλαπλασιάζοντας με τον αριθμό των νοικοκυριών της Ελλάδας = 3.413.722 / πηγή: ΕΣΥΕ), για τα ατυχήματα στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο καθώς η διόρθωση των τιμών με την μέθοδο μεταφοράς οφέλους έχει ήδη γίνει.

Ακολουθώντας σε ένα νέο πίνακα θέσαμε μαζί τα σημεία από τις μελέτες υποθετικής αξιολόγησης και αυτά από τις μελέτες NRDA.

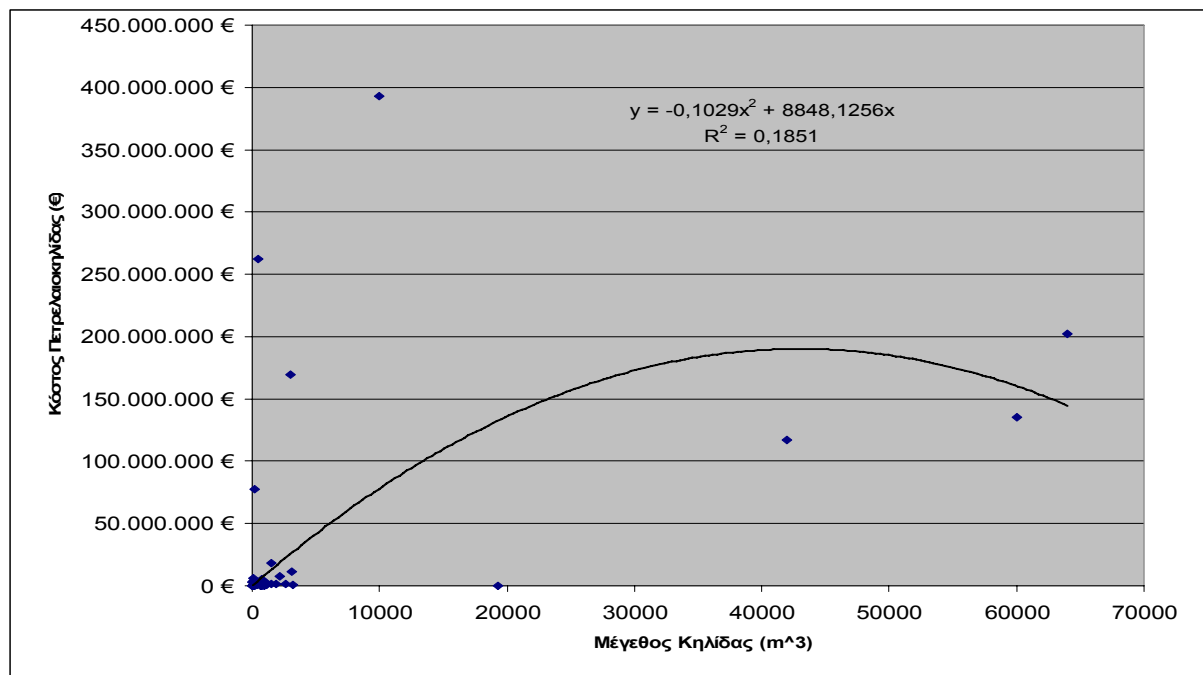
Πίνακας 19 - Συγκεντρωμένα αποτελέσματα των μελετών υποθετικής αξιολόγησης και NRDA που συναντήσαμε στην βιβλιογραφία και περιγράψαμε παραπάνω, διορθωμένα με την Μέθοδο Μεταφοράς Οφέλους για την Ελλάδα και για το έτος 2008.

	Πλοίο	Όγκος (m ³)	WTP/νοικοκυριό (€)	Περιβαλλοντικό Κόστος (€)	Ανά τόνο κόστος (€)	Ανά νοικοκυριό κόστος (€) (Ελλάς - 2008)
1	Exxon Valtez	42000	34,36	117.300.028 €	2.793 €	34,361 €
2	Prestige	64000	59,28	202.354.549 €	3.162 €	59,277 €
3	Belgium coast - A	200	22,79	77.804.143 €	389.021 €	22,792 €
4	Belgium coast - B	10000	115,10	392.920.650 €	39.292 €	115,100 €
5	Finland coast	60000	39,58	135.110.424 €	2.252 €	39,579 €
6	California coast	3000	49,63	169.410.041 €	56.470 €	49,626 €
7	Sea Diamond	500	76,80	262.173.850 €	524.348 €	76,800 €
8	Amazon Venture	1893		1.223.383 €	646 €	0,358 €
9	American Trader	1507		18.104.252 €	12.017 €	5,303 €
10	An Ping	98		16.105 €	164 €	0,005 €
11	Apex Houston	95		6.007.487 €	63.480 €	1,760 €

Κεφάλαιο 2. Οικονομική αποτίμηση συνεπειών πετρελαιοκηλίδας

12	Apex Towing	2627		1.267.794 €	483 €	0,371 €
13	Arco Pipeline	719		4.993.070 €	6.942 €	1,463 €
14	Arco Anchorage	905		301.549 €	333 €	0,088 €
15	Berry Petroleum	329		942.390 €	2.862 €	0,276 €
16	BT Nautilus	957		3.149.047 €	3.291 €	0,922 €
17	Colonial Pipeline	1541		1.777.851 €	1.154 €	0,521 €
18	Exxon Bayway	2146		7.825.612 €	3.646 €	2,292 €
19	Greenhill	462		1.462.412 €	3.167 €	0,428 €
20	Jahre Spray	212		96.222 €	454 €	0,028 €
21	Jupiter	3180		503.439 €	158 €	0,147 €
22	Mobiloil	644		215.061 €	334 €	0,063 €
23	Nestucca	87		3.798.054 €	43.435 €	1,113 €
24	Nosac Forest	24		87.272 €	3.683 €	0,026 €
25	Presidente Rivera	1162		2.106.203 €	1.812 €	0,617 €
26	Quinnipiac River	19		25.466 €	1.345 €	0,007 €
27	RTC-380	102		169.433 €	1.658 €	0,050 €
28	Tenyo Maru	655		4.153.450 €	6.342 €	1,217 €
29	Texaco Anacortes	795		378.317 €	476 €	0,111 €
30	Unocal Tank Farm	79		1.021.472 €	12.850 €	0,299 €
31	World Prodigy	1093		535.417 €	490 €	0,157 €
32	Kure	17		3.088.185 €	181.292 €	0,905 €
33	North Cape	3134		11.532.640 €	3.679 €	3,378 €
34	Mega Borg	19306		214.834 €	11 €	0,063 €

Με τα σημεία λοιπόν του παραπάνω Πινάκα 19 δοκιμάσαμε διάφορων ειδών παλινδρομήσεις, όπως γραμμική, υπερβολική, εκθετική, λογαριθμική και πολυωνυμική. Ωστόσο η μοναδική που είχε νόημα σε ότι αφορά την μορφή της και την μεταβολή του περιβαλλοντικού κόστους καθώς ο όγκος της κηλίδας αυξανόταν, ήταν η πολυωνυμική β' βαθμού.



Σχήμα 3 - Περιβαλλοντικό κόστος για την Ελλάδα (2008)

Πρέπει να επισημάνουμε εδώ ότι η καμπύλη πρέπει να περνά από το σημείο (0,0) εφόσον η μηδενική διαρροή στη θάλασσα ισοδυναμεί με μηδενικό περιβαλλοντικό κόστος εξ ορισμού. Γι αυτό το λόγο θέσαμε την παλινδρόμηση να περνά από το σημείο (0,0). Η ανάλυση παλινδρόμησης έγινε με την βοήθεια του Excel και προέκυψε το παραπάνω σχήμα.

Η συγκεκριμένη καμπύλη προφανώς δεν είναι ικανοποιητική καθώς δεν είναι δυνατόν σε κανένα σημείο να είναι φθίνουσα, αφού αύξηση του όγκου διαρροής πετρελαίου συνεπάγεται πάντα αύξηση του περιβαλλοντικού κόστους. Αυτό που πρέπει να γίνει σε αυτή την περίπτωση είναι έλεγχος για πιθανά σημεία «outliers».

Πρώτο βήμα είναι να μετατρέψουμε τα σημεία σε κατανομή student. Αρχικά υπολογίζουμε τον πίνακα σχεδίασης ή ‘*design matrix*’. Αυτός έχει τη μορφή:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_1 \\ \dots & \dots \\ 1 & x_n \end{bmatrix}$$

και κατόπιν υπολογίζουμε τον ‘*hat matrix*’ ο οποίος προκύπτει από τη σχέση:

$$X = X(X^T X)^{-1} X^T$$

Τα σημεία h_{ii} , δηλαδή αυτά που αποτελούν την διαγώνιο του παραπάνω πίνακα, είναι χρήσιμα για τον υπολογισμό της διασποράς του κάθε υπολοίπου που προέκυψε από την προηγούμενη ανάλυση παλινδρόμησης. Ισχύει δηλαδή:

$$\text{var}(\hat{\varepsilon}_i) = \sigma^2 (1 - h_{ii})$$

Η νέα τιμή των υπολοίπων είναι τώρα:

$$\text{Studentized Residuals} = \frac{\hat{\varepsilon}_i}{\hat{\sigma} \sqrt{1 - h_{ii}}}$$

Όπου το η εκτίμηση της διασποράς σ έγινε με τη σχέση:

$$\hat{\sigma}_{(i)}^2 = \frac{1}{n - m - 1} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \hat{\varepsilon}_j^2$$

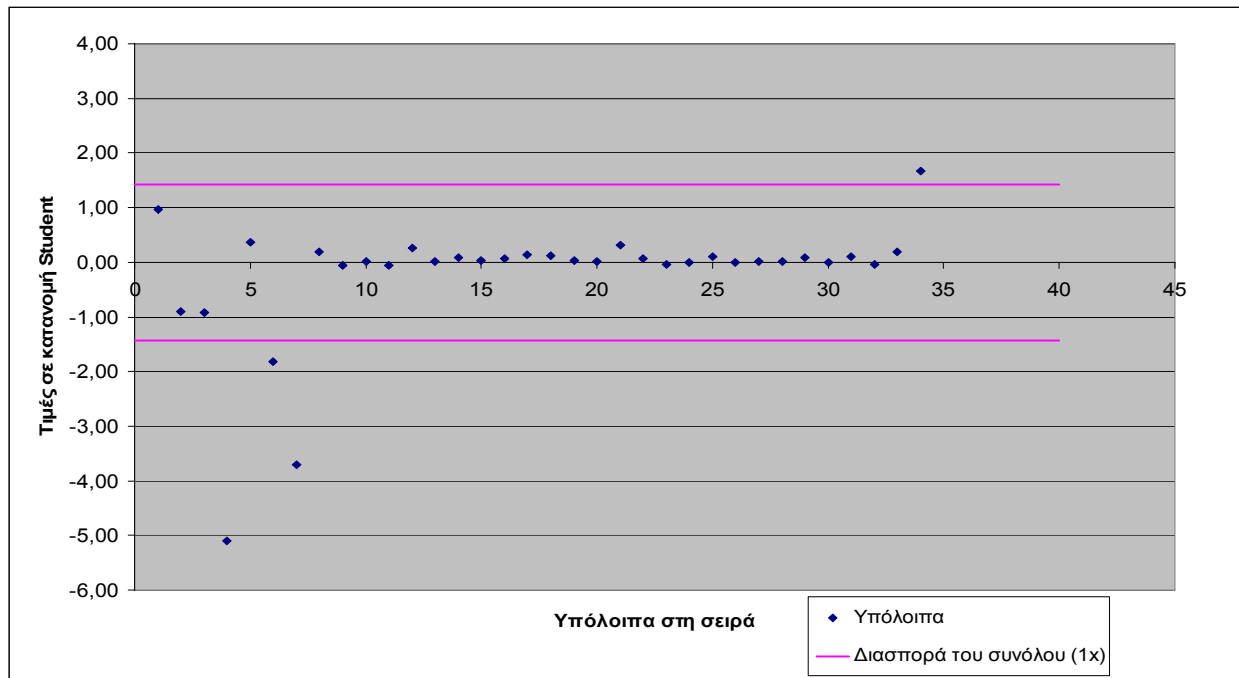
Κεφάλαιο 2. Οικονομική αποτίμηση συνεπειών πετρελαιοκηλίδας

Εφόσον λοιπόν έχουμε τις νέες τιμές για τα σημεία μας θα υπολογίσουμε την συνολική διασπορά αυτών των σημείων και αυτήν θα πάρουμε σαν όριο για να απαλείψουμε τα σημεία «outliers». Προέκυψε ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 20 - Συγκεντρωμένα αποτελέσματα των μελετών υποθετικής αξιολόγησης και NRDA του Πίνακα 19 - Υπολογισμός διασποράς και προσδιορισμός των σημείων «outliers».

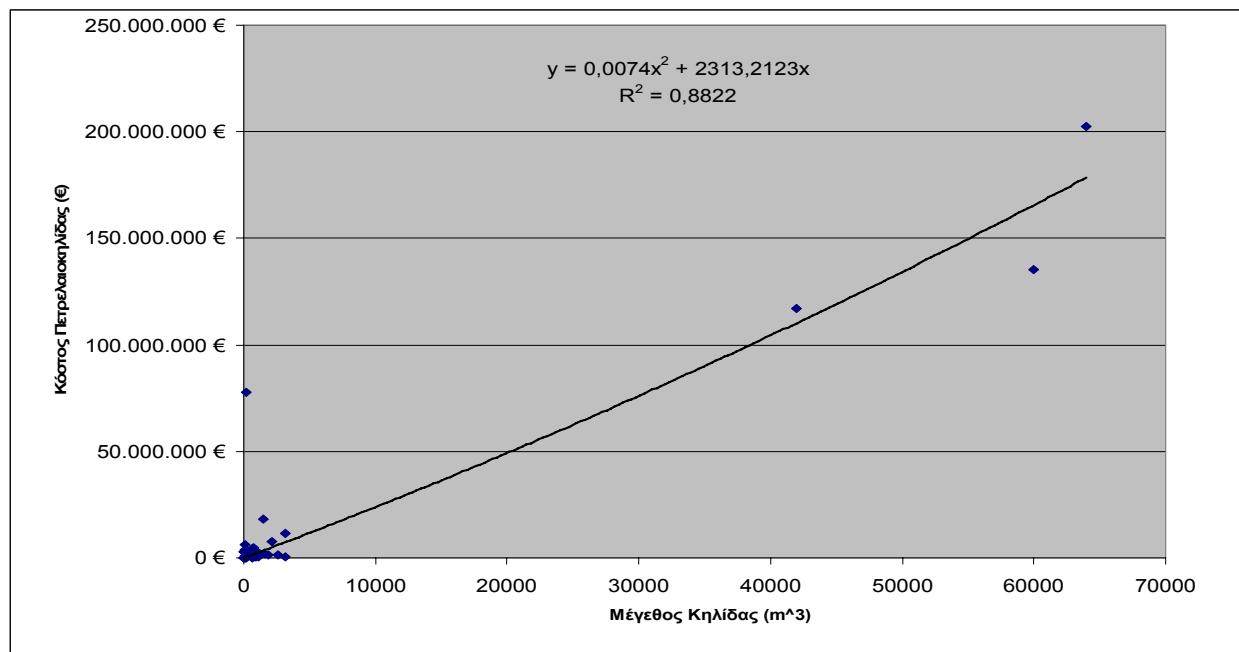
	Πλοίο	Όγκος (m ³)	Περιβαλλοντικό Κόστος	Studentized Υπόλοιπα	Συνολικό σ ²	outlier?
1	Exxon Valdez	42000	117.300.028 €	0,9612	1,4281	
2	Prestige	64000	202.354.549 €	-0,9012	1,4281	
3	Belgium coast - A	200	77.804.143 €	-0,9281	1,4281	
4	Belgium coast - B	10000	392.920.650 €	-5,0961	1,4281	outlier
5	Finland coast	60000	135.110.424 €	0,3752	1,4281	
6	California coast	3000	169.410.041 €	-1,8163	1,4281	outlier
7	Sea Diamond	500	262.173.850 €	-3,7122	1,4281	outlier
8	Amazon Venture	1893	1.223.383 €	0,1824	1,4281	
9	American Trader	1507	18.104.252 €	-0,0603	1,4281	
10	An Ping	98	16.105 €	0,0103	1,4281	
11	Apex Houston	95	6.007.487 €	-0,0623	1,4281	
12	Apex Towing	2627	1.267.794 €	0,2560	1,4281	
13	Arco Pipeline	719	4.993.070 €	0,0159	1,4281	
14	Arco Anchorage	905	301.549 €	0,0917	1,4281	
15	Berry Petroleum	329	942.390 €	0,0236	1,4281	
16	BT Nautilus	957	3.149.047 €	0,0629	1,4281	
17	Colonial Pipeline	1541	1.777.851 €	0,1398	1,4281	
18	Exxon Bayway	2146	7.825.612 €	0,1287	1,4281	
19	Greenhill	462	1.462.412 €	0,0313	1,4281	
20	Jahre Spray	212	96.222 €	0,0214	1,4281	
21	Jupiter	3180	503.439 €	0,3203	1,4281	
22	Mobiloil	644	215.061 €	0,0655	1,4281	
23	Nestucca	87	3.798.054 €	-0,0364	1,4281	
24	Nosac Forest	24	87.272 €	0,0015	1,4281	
25	Presidente Rivera	1162	2.106.203 €	0,0968	1,4281	
26	Quinnipiac River	19	25.466 €	0,0017	1,4281	
27	RTC-380	102	169.433 €	0,0088	1,4281	
28	Tenyo Maru	655	4.153.450 €	0,0192	1,4281	
29	Texaco Anacortes	795	378.317 €	0,0794	1,4281	
30	Unocal Tank Farm	79	1.021.472 €	-0,0038	1,4281	
31	World Prodigy	1093	535.417 €	0,1085	1,4281	
32	Kure	17	3.088.185 €	-0,0354	1,4281	
33	North Cape	3134	11.532.640 €	0,1827	1,4281	
34	Mega Borg	19306	214.834 €	1,6729	1,4281	outlier

Επίσης αναπαραστήσαμε και γραφικά την παραπάνω διαδικασία στο παρακάτω σχήμα.



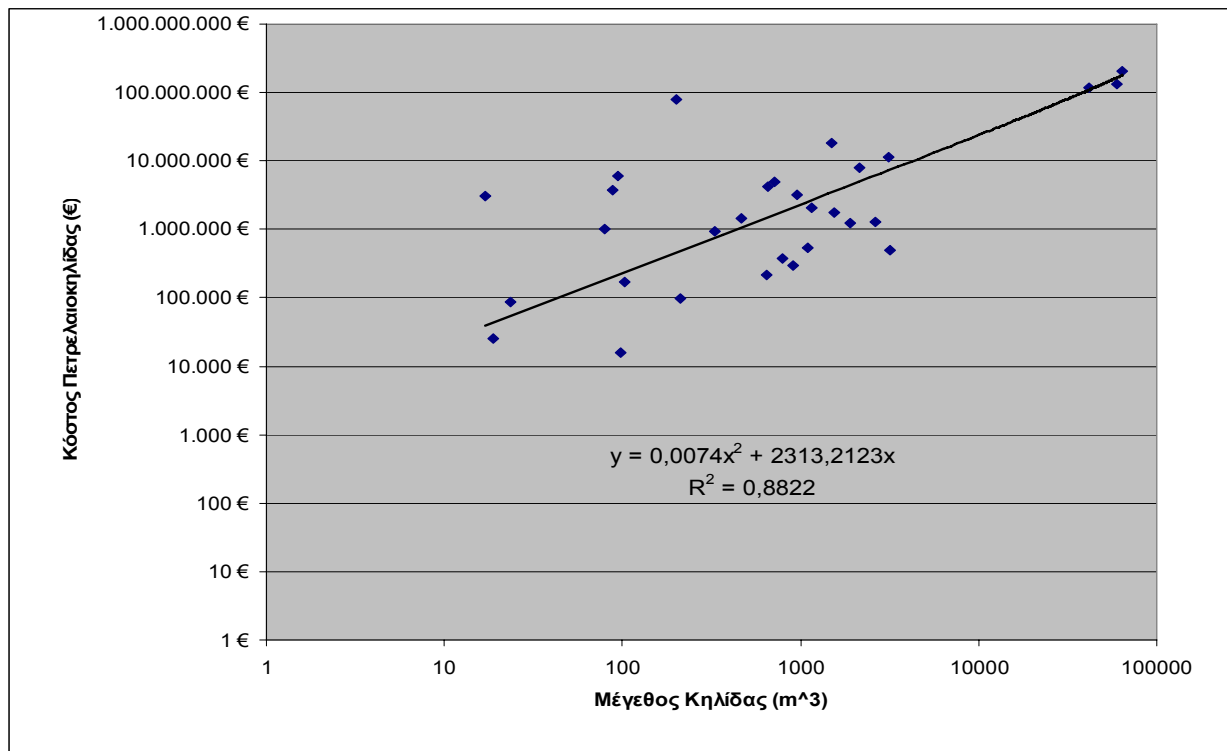
Σχήμα 4 - Περιβαλλοντικό κόστος για την Ελλάδα (2008) - Υπολογισμός διασποράς και προσδιορισμός των σημείων «outliers».

Αν λοιπόν τώρα αφαιρέσουμε τα «outliers» που μόλις υπολογίσαμε θα προκύψει το παρακάτω σχήμα και η νέα παλινδρόμηση.

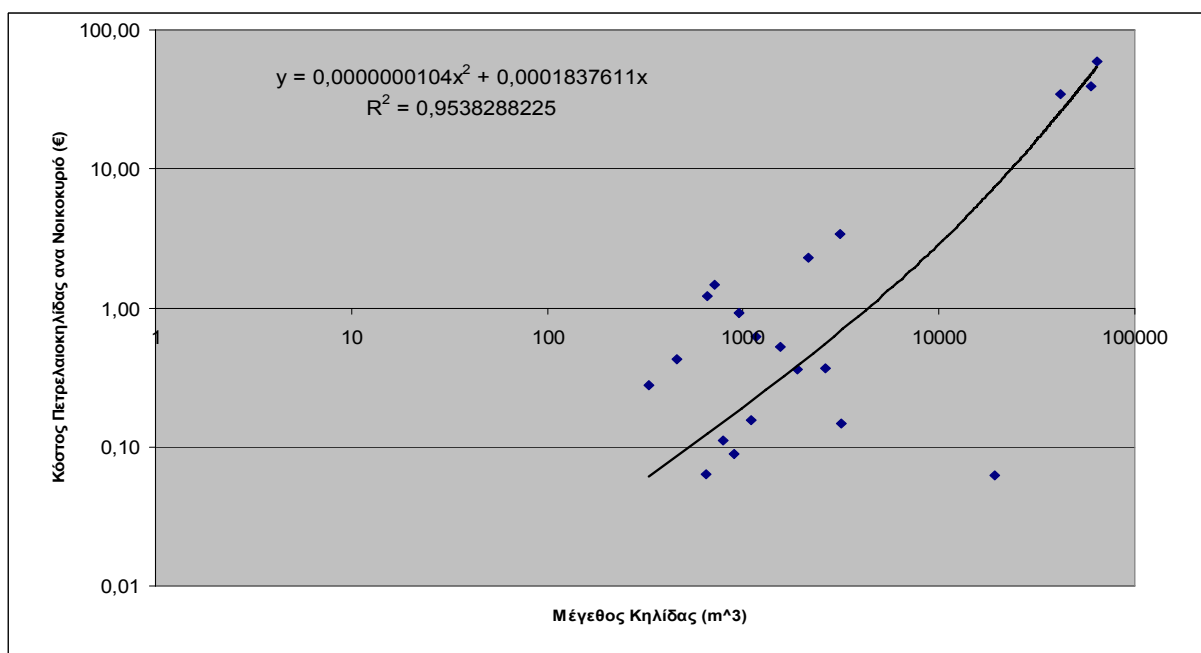


Σχήμα 5 - Περιβαλλοντικό κόστος για την Ελλάδα (2008), έχοντας αφαιρέσει τέσσερα σημεία «outliers»

θεωρούμε ικανοποιητική την παραπάνω καμπύλη γιατί είναι συνεχώς αύξουσα, αλλά και γιατί ο συντελεστής προσαρμογής R^2 είναι αρκετά υψηλός. Ακολουθεί το παραπάνω σχήμα σε λογαριθμική μορφή.



Σχήμα 6 - Περιβαλλοντικό κόστος για την Ελλάδα (2008), έχοντας αφαιρέσει τέσσερα σημεία «outliers», σε λογαριθμική κλίμακα.



Σχήμα 7 - Περιβαλλοντικό κόστος ανά νοικοκυριό για την Ελλάδα (2008), έχοντας αφαιρέσει τέσσερα σημεία «outliers», σε λογαριθμική κλίμακα.

Στο προηγούμενο σχήμα παρουσιάζουμε το ανά ελληνικό νοικοκυριό κόστος, που προκύπτει αν διαιρέσουμε το περιβαλλοντικό κόστος κάθε περιστατικού με τον αριθμό των ελληνικών νοικοκυριών (αριθμός νοικοκυριών = 3.413.722 / πηγή: ΕΣΥΕ). Θα πρέπει να τονίσουμε σε αυτό το σημείο ότι τα παραπάνω σημεία δεν είναι η τιμή WTP που θα ήταν διατεθειμένο κάθε νοικοκυριό να δώσει για να προλάβει κάποιο ατύχημα, καθώς δεν προήλθαν όλα τα σημεία μας από μέθοδο υποθετικής αξιολόγησης. Αυτό που στην ουσία εκφράζει το κάθε σημείο είναι το χρηματικό ποσό που αναλογεί σε κάθε ελληνικό νοικοκυριό.

Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε επίσης να δείξουμε σε διάγραμμα το ανά τόνο διαρροής πετρελαίου περιβαλλοντικό κόστος που προκύπτει από το κάθε περιστατικό. Αρχικά υπολογίζουμε τον παρακάτω πίνακα στον οποίο περιλαμβάνουμε τόσο το ανά τόνο κόστος σε κάθε περίπτωση και τα υπόλοιπα που προκύπτουν σε κατανομή student έπειτα από υπερβολική παλινδρόμηση καθώς αυτή παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Υπολογίζουμε επίσης την διασπορά σ^2 .

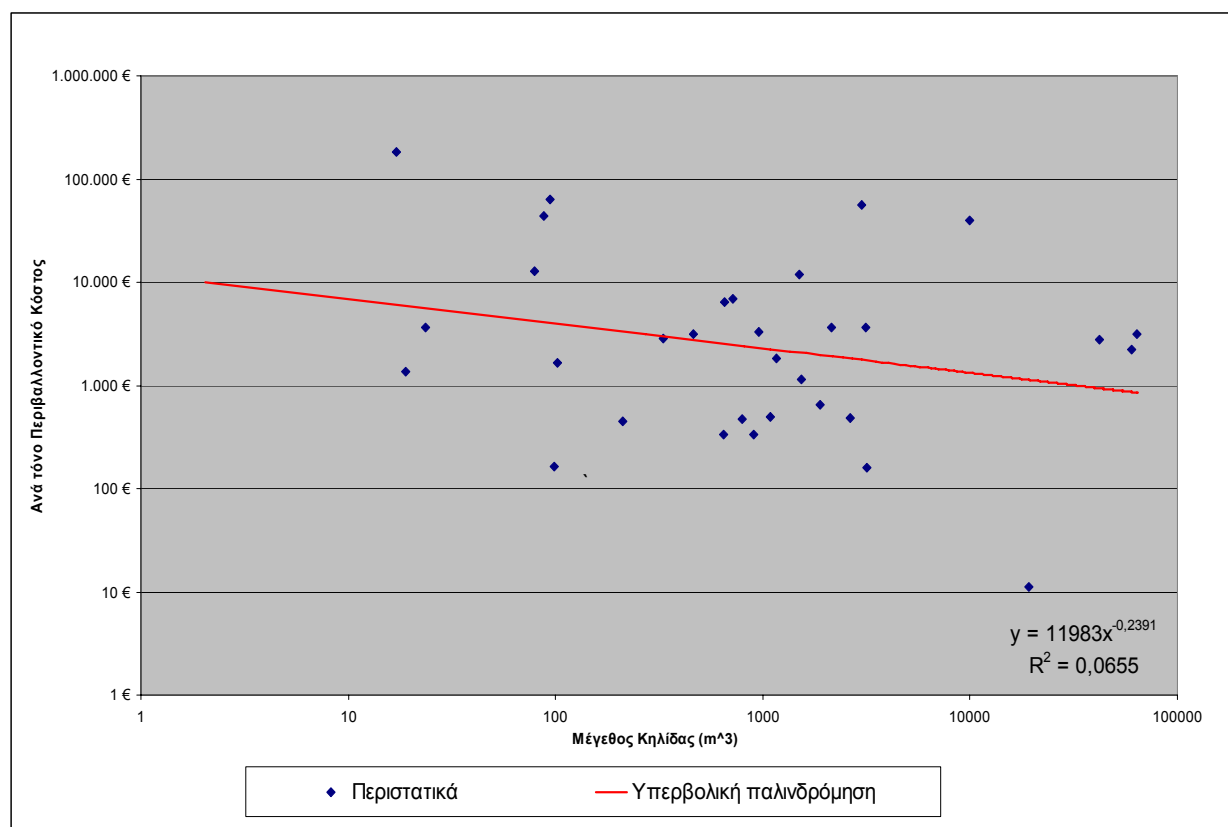
Πίνακας 21 - Συγκεντρωμένα αποτελέσματα των μελετών υποθετικής αξιολόγησης και NRDA του Πίνακα 19 - Υπολογισμός διασποράς και προσδιορισμός των σημείων «outliers» για το ανά τόνο κόστος.

	Πλοίο	Όγκος (m ³)	Ανά τόνο Περιβαλλοντικό Κόστος	Studentized Υπόλοιπα	Συνολικό σ^2	outlier?
1	Exxon Valtez	42000	2.793 €	-0,0164	1,7979	
2	Prestige	64000	3.162 €	-0,0247	1,7979	
3	Belgium coast - A	200	389.021 €	-3,9080	1,7979	outlier
4	Belgium coast - B	10000	39.292 €	-0,3163	1,7979	
5	Finland coast	60000	2.252 €	-0,0141	1,7979	
6	California coast	3000	56.470 €	-0,4553	1,7979	
7	Sea Diamond	500	524.348 €	-6,8304	1,7979	outlier
8	Amazon Venture	1893	646 €	0,0156	1,7979	
9	American Trader	1507	12.017 €	-0,0780	1,7979	
10	An Ping	98	164 €	0,0499	1,7979	
11	Apex Houston	95	63.480 €	-0,4815	1,7979	
12	Apex Towing	2627	483 €	0,0150	1,7979	
13	Arco Pipeline	719	6.942 €	-0,0300	1,7979	
14	Arco Anchorage	905	333 €	0,0235	1,7979	
15	Berry Petroleum	329	2.862 €	0,0117	1,7979	
16	BT Nautilus	957	3.291 €	-0,0017	1,7979	
17	Colonial Pipeline	1541	1.154 €	0,0127	1,7979	
18	Exxon Bayway	2146	3.646 €	-0,0103	1,7979	
19	Greenhill	462	3.167 €	0,0057	1,7979	
20	Jahre Spray	212	454 €	0,0369	1,7979	
21	Jupiter	3180	158 €	0,0167	1,7979	
22	Mobiloil	644	334 €	0,0263	1,7979	
23	Nestucca	87	43.435 €	-0,3111	1,7979	

Κεφάλαιο 2. Οικονομική αποτίμηση συνεπειών πετρελαιοκηλίδας

24	Nosac Forest	24	3.683 €	0,0478	1,7979
25	Presidente Rivera	1162	1.812 €	0,0092	1,7979
26	Quinnipiac River	19	1.345 €	0,0729	1,7979
27	RTC-380	102	1.658 €	0,0368	1,7979
28	Tenyo Maru	655	6.342 €	-0,0241	1,7979
29	Texaco Anacortes	795	476 €	0,0233	1,7979
30	Unocal Tank Farm	79	12.850 €	-0,0530	1,7979
31	World Prodigy	1093	490 €	0,0207	1,7979
32	Kure	17	181.292 €	-1,4795	1,7979
33	North Cape	3134	3.679 €	-0,0127	1,7979
34	Mega Borg	19306	11 €	0,0105	1,7979

Με τα παραπάνω και μετά από ανάλυση για σημεία «outliers» προέκυψε το παρακάτω σχήμα έπειτα από υπερβολική παλινδρόμηση.

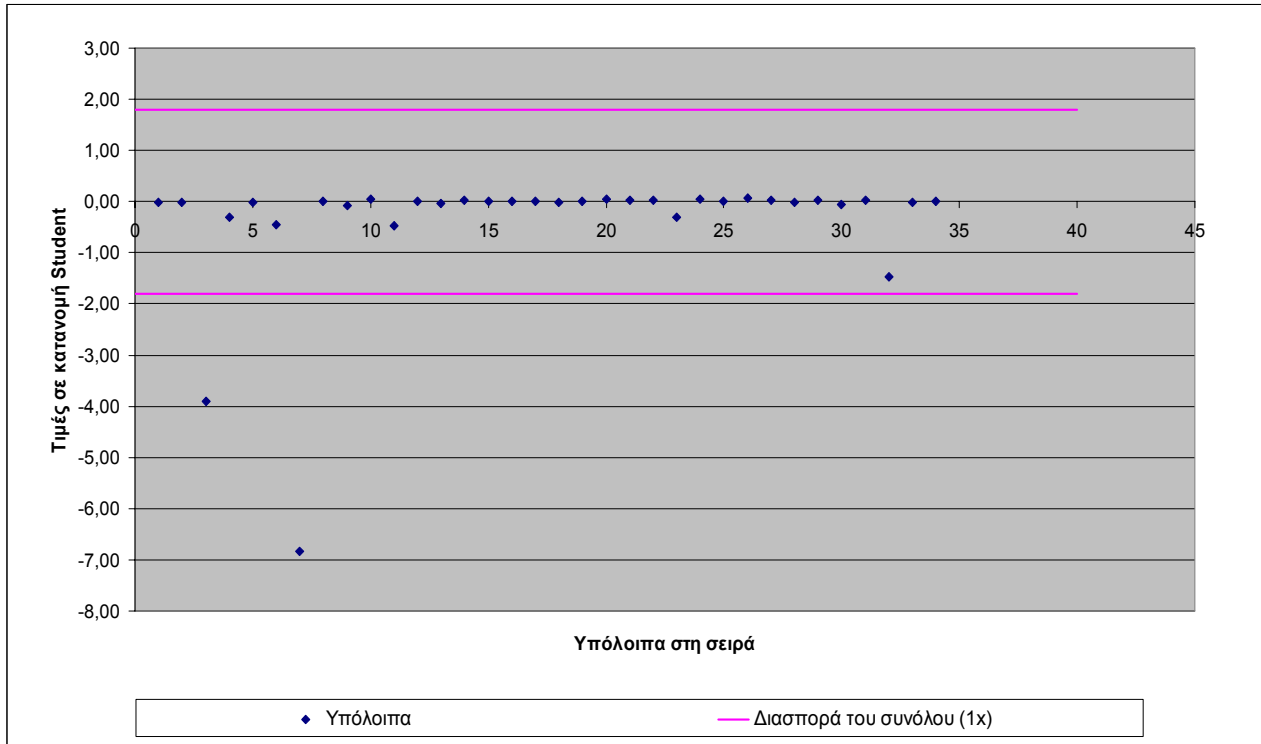


Σχήμα 8 - Ανά τόνο περιβαλλοντικό κόστος για την Ελλάδα (2008), έχοντας αφαιρέσει δύο σημεία «outliers», σε λογαριθμική κλίμακα.

Παρατηρούμε στο παραπάνω σχήμα ο συντελεστής προσαρμογής R^2 παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, πράγμα που οφείλεται στο γεγονός ότι πιθανότατα δεν υπάρχει ισχυρή εξάρτηση μεταξύ των δύο μεταβλητών. Ωστόσο η συγκεκριμένη παλινδρόμηση παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς δείχνει πως το ανά τόνο περιβαλλοντικό κόστος μειώνεται με την αύξηση του όγκου διαρροής. Πιστεύουμε

ότι η παραπάνω παλινδρόμηση δίνει μια ικανοποιητική απεικόνιση της πραγματικότητας.

Τέλος, στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζουμε γραφικά την διαδικασία επιλογής των σημείων «outliers» που περιγράψαμε παραπάνω.



Σχήμα 9 - Ανά τόνο περιβαλλοντικό κόστος για την Ελλάδα (2008) - Υπολογισμός διασποράς και προσδιορισμός των σημείων «outliers».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

3.1 Εισαγωγικά

Στο πρώτο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας αναλύσαμε τον τρόπο υπολογισμού της αξίας της στατιστικής ζωής και περάσαμε την διαδικασία αυτή σε ένα φύλλο εργασίας του Excel ώστε να είναι εύκολος ο επαναπροσδιορισμός εάν τα δεδομένα μεταβληθούν. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύσαμε τρόπους υπολογισμού του συνολικού κόστους πετρελαιοκηλίδας το οποίο όπως έχουμε ήδη αναφέρει αναλύεται σε κόστος καθαρισμού, οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος. Παράλληλα, περάσαμε και σε αυτή την περίπτωση την υπολογιστική διαδικασία σε φύλλο εργασίας του Excel έτσι ώστε με ενδεχόμενη μεταβολή των δεδομένων να διορθώνονται αυτόματα τα αποτελέσματα.

Σε αυτό το σημείο θα συνδυάσουμε τις μεθοδολογίες που αναλύσαμε στα προηγούμενα, με στόχο να προσδιορίσουμε μια σχέση που να δίνει το συνολικό κόστος ενός ναυτικού ατυχήματος. Το συνολικό κόστος θα εμπεριέχει τις ανθρώπινες απώλειες αλλά και το κόστος που προκύπτει έπειτα από διαρροή πετρελαίου στη θάλασσα.

Ορίζουμε λοιπόν το συνολικό κόστος ως :

$$C(\$) = w_1 \times (N \times VSL) + w_2 \times K_{OILSPILL}$$

ή πιο αναλυτικά

$$C(\$) = w_1 \times (N \times VSL) + w_2 \times (K_{CLEANUP} + K_{ECON} + K_{ENV}) \quad (26)$$

- Όπου: C - Συνολικό Κόστος σε €,
 N - Αριθμός ανθρώπων που έχασαν την ζωή τους,
 VSL - Αξία της στατιστικής ζωής,
 $K_{OILSPILL}$ - Συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας,
 $K_{CLEANUP}$ - Κόστος καθαρισμού,
 K_{ECON} - Οικονομικό κόστος,
 K_{ENV} - Περιβαλλοντικό κόστος,
 w_1, w_2 - Συντελεστές βαρών μεταξύ κόστους σε ανθρώπινες ζωές και κόστους πετρελαιοκηλίδας.

Στην παραπάνω σχέση είναι προφανές ότι ο πρώτος όρος αναφέρεται στο κόστος σε ανθρώπινες ζωές ενώ ο δεύτερος αναφέρεται στο κόστος πετρελαιοκηλίδας και καθέναν από τους δυο θα αναλύσουμε στις παραγράφους που ακολουθούν. Οι συντελεστές βαρών w_1 και w_2 είναι χρήσιμοι σε αυτή τη σχέση στην περίπτωση που ο λήπτης αποφάσεων που χρησιμοποιεί το κριτήριο αποδοχής ρίσκου, θέλει να δώσει περισσότερο βάρος σε έναν από τους δύο όρους. Περαιτέρω εξήγηση της παραπάνω σχέσης θα γίνει στην παράγραφο 3.4 όπου θα αναλύσουμε το συνολικό κόστος.

3.2 Κόστος σε ανθρώπινες απώλειες

Από την ιστοσελίδα www.sea-web.com συλλέξαμε ιστορικά στοιχεία για απώλειες ανθρώπων έπειτα από ναυτικά ατυχήματα στις ελληνικές θάλασσες από το έτος 1979 έως το έτος 2008. Έχοντας ήδη δημιουργήσει ένα φύλλο εργασίας που υπολογίζει την αξία της στατιστικής ζωής για την Ελλάδα, αυτό που εν συνεχεία θα κάνουμε είναι στατιστική ανάλυση των ιστορικών στοιχείων που έχουμε στη διάθεση μας και όσο το δυνατό πληρέστερη παρουσίαση της κατάστασης που επικρατεί τα τελευταία χρόνια.

Για κάθε ατύχημα λοιπόν, με γνωστή την αξία της στατιστικής ζωής και επίσης γνωστό τον αριθμό των νεκρών για κάθε περιστατικό, υπολογίσαμε το γινόμενο $N \times VSL$ που μας δίνει το κόστος σε ανθρώπινες απώλειες. Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι στους υπολογισμούς μας θεωρήσαμε και τους αγνοούμενους ως νεκρούς.

Στον παρακάτω Πίνακα 22 παρατίθενται όλα τα ιστορικά στοιχεία που έχουμε συλλέξει και που αφορούν ανθρώπινες απώλειες, ενώ για κάθε περιστατικό έχουμε υπολογίσει το γινόμενο $N \times VSL$, όπου η αξία της στατιστικής ζωής είναι υπολογισμένη για το έτος 2008 και ως εκ τούτου όλα τα κόστη που θα προκύψουν θα είναι σε Ευρώ του έτους 2008.

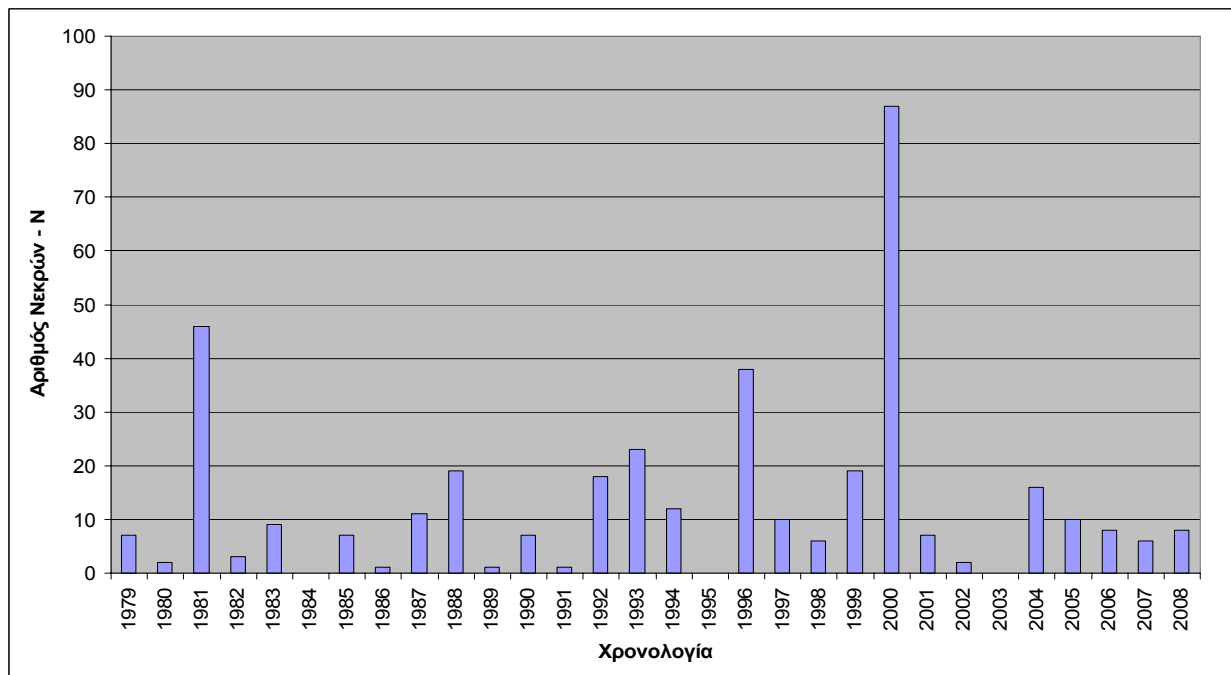
Πίνακας 22 - Συγκεντρωτικός πίνακας στατιστικών στοιχείων και κόστος σε ανθρώπινες απώλειες για κάθε ατύχημα (VSL=2.571.761€).

α/α	IMO	Όνομα πλοίου	Τύπος πλοίου	DWT	Ημερομηνία	Θέση	Θέση	Νεκροί	Αγνοούμενοι	Σύνολο	Κόστος Απωλειών
1	5079848	VERNICOS NANA	Tug	0	17/1/1979	37 57 44 N	23 32 42 E	1		1	2.383.054 €
2	6813277	AL WASEL	Tanker	128.096	8/6/1979	37 58 00 N	23 35 00 E		3	3	7.149.161 €
3	5109655	MARINA T	General Cargo	13.447	19/11/1979	37 57 00 N	23 42 00 E		1	1	2.383.054 €
4	6400563	FROZEN SAILOR	General Cargo	833	20/11/1979	37 57 00 N	23 32 00 E	2		2	4.766.108 €
5	6523937	IRENES SERENADE	Tanker	105460	23/2/1980	36 55 48 N	21 40 24 E	2		2	4.766.108 €
6	5062390	LIZA	General Cargo	5.780	10/1/1981	39 44 29 N	25 23 25 E	4		4	9.532.215 €
7	6819867	DENIZ SONMEZ	General Cargo	6.359	17/1/1981	35 20 00 N	22 43 00 E		34	34	81.023.830 €
8	6810275	TROIKA	Liquefied Gas Tanker	3.279	9/2/1981	38 02 00 N	23 33 00 E	6		6	14.298.323 €
9	7378573	TAYGETOS	Tanker	259.806	5/6/1981	37 59 00 N	23 34 00 E	1		1	2.383.054 €
10	5065251	CAVO SIDERO	General Cargo	4.240	23/12/1981	37 56 15 N	23 35 02 E		1	1	2.383.054 €
11	7364039	MARIANNA VII	Tanker	135.900	18/1/1982	38 00 00 N	23 20 00 E	2		2	4.766.108 €
12	5290301	TAREK	General Cargo	6.024	7/5/1982	40 38 00 N	22 56 00 E	1		1	2.383.054 €
13	5045184	MAYA	General Cargo	1.752	11/2/1983	35 39 35 N	25 15 57 E	7		7	16.681.377 €
14	5182425	GIANNAKIS	General Cargo	4.565	1/3/1983	36 47 00 N	27 17 00 E	1		1	2.383.054 €
15	5102528	ALEXANDROS M	General Cargo	875	21/10/1983	37 27 00 N	25 34 00 E		1	1	2.383.054 €
16	5100972	KRITI	General Cargo	833	20/10/1985	35 51 38 N	24 23 29 E		7	7	16.681.377 €
17	6722636	ARMADORES II	Tug	0	20/6/1986	37 57 00 N	23 42 00 E	1		1	2.383.054 €
18	5201350	NIKOLAOS L.	General Cargo	904	18/1/1987	40 40 00 N	25 10 00 E		10	10	23.830.538 €
19	7300813	MARINICKI	Ore/Bulk/Oil Carrier	161.805	10/2/1987	37 57 54 N	23 20 27 E	1		1	2.383.054 €
20	5384047	CITY OF POROS	Ferry/General Cargo	205	11/7/1988	37 41 58 N	23 33 32 E	9		9	21.447.484 €
21	7931662	ANANGEL GREATNESS	Tanker	85.922	6/9/1988	37 58 00 N	23 35 00 E	4	2	6	14.298.323 €
22	5239022	JUPITER	Passenger	2.018	21/10/1988	37 57 00 N	23 42 00 E	2	2	4	9.532.215 €
23	7392476	ZAKYNTHOS	Roro Cargo/Ferry	0	28/12/1989	37 45 09 N	20 28 45 E	1		1	2.383.054 €
24	7379723	KRITI SEA	Tanker	123.436	13/2/1990	37 56 00 N	23 37 00 E	2		2	4.766.108 €
25	7352763	SEA KING	Tanker	83.258	20/6/1990	34 48 15 N	26 28 58 E	5		5	11.915.269 €
26	6729103	SEA LION	General Cargo	3.373	1/2/1991	38 49 33 N	24 51 41 E	1		1	2.383.054 €
27	8023498	MERTKAN	General Cargo	3.200	29/4/1992	36 17 00 N	21 15 00 E	1	13	14	33.362.753 €
28	7207334	LADY SKY	Tanker	154.900	13/5/1992	37 58 00 N	23 35 00 E	1		1	2.383.054 €
29	5407851	HASSAN	General Cargo	777	1/6/1992	34 28 00 N	35 49 00 E	1		1	2.383.054 €
30	5410913	CHEMSTAR	Bulk Carrier	1.405	18/9/1992	37 58 00 N	23 35 00 E	2		2	4.766.108 €
31	5148326	COTY I	Cement Carrier	4.064	6/1/1993	36 52 00 N	23 33 00 E	4	13	17	40.511.915 €
32	7627716	SKALISTYY BEREG	Fish Carrier	9.288	27/1/1993	40 38 00 N	22 56 00 E	3	1	4	9.532.215 €
33	7111688	AEGEO STAR	General Cargo	718	19/9/1993	38 49 59 N	26 47 23 E	2		2	4.766.108 €
34	7640598	FALTICENI	General Cargo	4.795	5/3/1994	38 48 00 N	25 07 00 E		4	4	9.532.215 €
35	5403922	VATOULA	General Cargo	900	8/4/1994	38 43 19 N	25 53 49 E		7	7	16.681.377 €
36	6511489	MAGED H	General Cargo	1.264	20/11/1994	36 30 00 N	23 19 00 E		1	1	2.383.054 €
37	7382354	KIRA	tanker	8.264	9/2/1996	36 24 00 N	21 21 00 E		16	16	38.128.861 €
38	8879732	BALKANSTAR 2	General Cargo	969	24/10/1996	43 14 00 N	28 46 00 E		1	1	2.383.054 €
39	7521651	PEGASUS	Pass/Roro Cargo/Ferry	5.995	26/10/1996	37 38 14 N	23 56 52 E	1		1	2.383.054 €
40	7218151	DYSTOS	Cement Carrier	6.197	28/12/1996	38 32 11 N	24 28 43 E	17	3	20	47.661.076 €

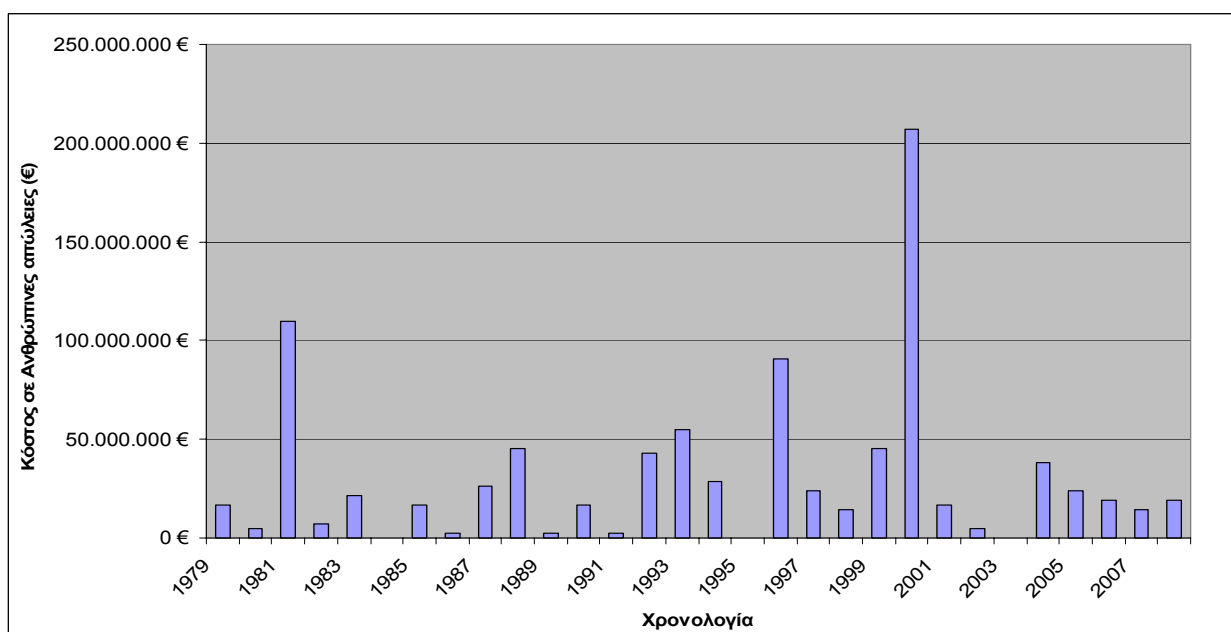
α/α	IMO	Όνομα πλοίου	Τύπος πλοίου	DWT	Ημερομηνία	Θέση	Θέση	Νεκροί	Αγνοούμενοι	Σύνολο	Κόστος Απωλειών
41	6828911	EVGENIA	Tanker	3.501	15/3/1997	37 58 00 N	23 35 00 E	1	1	2	4.766.108 €
42	7391343	ANAFI	Bulk Carrier	74.099	8/7/1997	37 57 00 N	23 42 00 E	0	1	1	2.383.054 €
43	7000619	BLACK SEA T	General Cargo	10.157	20/10/1997	38 09 00 N	25 55 00 E		1	1	2.383.054 €
44	6715293	DON RICARDO	General Cargo	1.630	12/11/1997	37 40 00 N	24 13 00 E		5	5	11.915.269 €
45	8101604	S. UGURLU	General Cargo	1.613	10/12/1997	38 36 32 N	24 12 18 E		1	1	2.383.054 €
46	7820980	SEA-LAND MARINER	Container Ship	36.532	18/4/1998	35 14 00 N	21 13 00 E		2	2	4.766.108 €
47	9803190	AGIOS GEORGIOS	Tug	0	23/11/1998	40 38 00 N	22 56 00 E	4		4	9.532.215 €
48	7715381	PELMARINER	Container Ship	4.352	26/7/1999	39 48 00 N	25 51 00 E	1		1	2.383.054 €
49	8102062	MARIDIVE XII	Tug/Supply Ship	1.015	10/10/1999	31 34 00 N	31 05 00 E	3		3	7.149.161 €
50	9158434	SUPERFAST III	Pass/Roro Cargo/Ferry	5.651	1/11/1999	38 15 00 N	21 45 00 E	14		14	33.362.753 €
51	7922623	ASPHALT TRADER	Tanker	14.534	5/12/1999	37 02 00 N	22 07 00 E	1		1	2.383.054 €
52	7437111	SLOPS	Tanker	16.540	15/6/2000	37 58 00 N	23 30 00 E	1		1	2.383.054 €
53	7386295	EUROBULKER X	Bulk Carrier	35.264	1/9/2000	38 25 00 N	23 41 00 E	1		1	2.383.054 €
54	6613548	EXPRESS SAMINA	PassRoro CarFer	1.099	26/9/2000	37 05 00 N	25 19 00 E	82	1	83	197.793.466 €
55	7349651	YTONG I	Roro Cargo	1.580	14/10/2000	40 42 00 N	25 12 00 E	1		1	2.383.054 €
56	7023855	OLCAY S	Tanker	2.780	6/11/2000	34 00 00 N	22 30 00 E	1		1	2.383.054 €
57	6711493	AGIANTONIS	General Cargo	1.329	9/8/2001	39 21 00 N	22 56 00 E	1		1	2.383.054 €
58	7378987	SAILOR	Tanker	232.397	20/10/2001	37 58 00 N	23 30 00 E	5		5	11.915.269 €
59	8857679	MEDTRADER	General Cargo	3.060	7/12/2001	37 26 00 N	24 57 00 E		1	1	2.383.054 €
60	7803542	FILIPPOS K II	Cement Carrier	1.640	25/2/2002	39 02 50 N	24 43 60 E		1	1	2.383.054 €
61	5117298	ALEXANDROS	Tug	0	7/11/2002	40 38 00 N	22 56 00 E	1		1	2.383.054 €
62	7430333	KEPHI	General Cargo	8.355	23/1/2004	35 19 00 N	21 46 00 E	3	12	15	35.745.807 €
63	7608722	AVANTIS III	General Cargo	1.650	19/11/2004	37 40 00 N	23 18 00 E	1		1	2.383.054 €
64	6614372	LADY O	General Cargo	1.968	17/1/2005	38 37 00 N	25 34 00 E	2	6	8	19.064.431 €
65	7636872	SEA REY	General Cargo	1.559	14/2/2005	35 24 00 N	21 55 00 E		2	2	4.766.108 €
66	6726149	A. AKIF	General Cargo	4.600	23/1/2006	39 04 00 N	23 58 00 E	2		2	4.766.108 €
67	7634044	HAN	General Cargo	3.750	1/6/2006	37 10 00 N	23 49 00 E	1	5	6	14.298.323 €
68	8406731	SEA DIAMOND	Passenger	1.825	5/4/2007	36 25 00 N	25 27 00 E		2	2	4.766.108 €
69	7349950	AILSA CRAIG	Fpso	211.641	16/7/2007	37 58 00 N	23 35 00 E	2	1	3	7.149.161 €
70	7340916	DIAMOND 1	General Cargo	1.643	17/10/2007	40 37 00 N	22 54 00 E	1		1	2.383.054 €
71	8027688	FRIENDSHIPGAS	Liquefied Gas Tanker	5.986	24/7/2008	37 58 00 N	23 34 00 E	8		8	19.064.431 €

Κεφάλαιο 3. Υπολογισμός του συνολικού κόστους

Εφόσον στον παραπάνω πίνακα συγκεντρώσαμε όλα τα ιστορικά δεδομένα αλλά και τους υπολογισμούς για το κόστος σε ανθρώπινες απώλειες, αυτό που μένει είναι η γραφική και στατιστική ανάλυση των δεδομένων μας. Στο παρακάτω Σχήμα 10 παρουσιάζεται ο ετήσιος αριθμός νεκρών σε χρονοσειρά, ενώ στο αμέσως επόμενο παρουσιάζεται επίσης σε χρονοσειρά το κόστος σε ανθρώπινες απώλειες από το έτος 1979 έως και το έτος 2008.



Σχήμα 10 - Ετήσιες ανθρώπινες απώλειες από ναυτικά ατυχήματα στην Ελλάδα, για τα έτη 1979 έως και 2008.



Σχήμα 11 - Ετήσιο κόστος σε ανθρώπινες απώλειες από ναυτικά ατυχήματα στην Ελλάδα, για τα έτη 1979 έως και 2008.

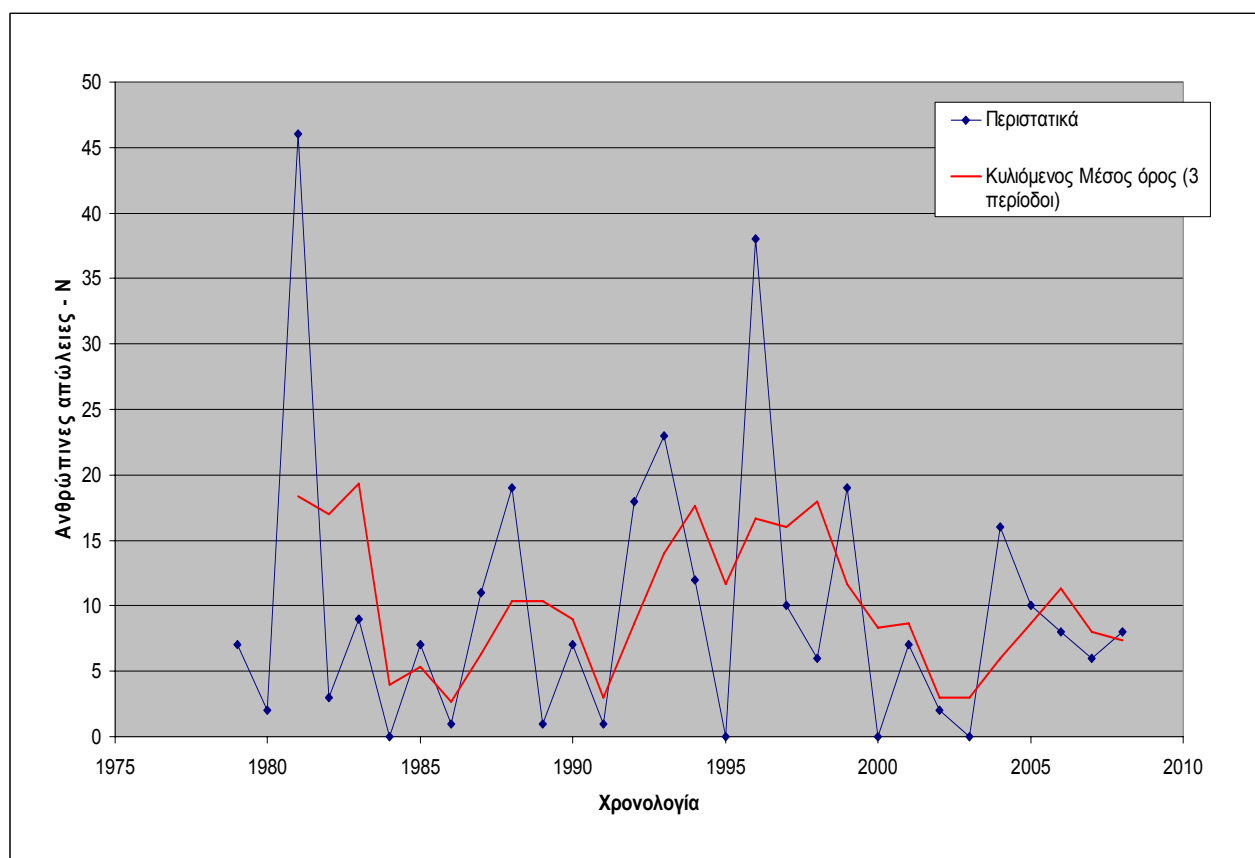
Κεφάλαιο 3. Υπολογισμός του συνολικού κόστους

Παρατηρούμε ότι το έτος 2000 το κόστος εκτινάσσεται λόγω του ατυχήματος του Express Samina, που ήταν αυτό με τις περισσότερες απώλειες (83 νεκροί) την τελευταία τριακονταετία. Επίσης έχουμε τα παρακάτω δεδομένα:

Πίνακας 23 - Γενικά στατιστικά στοιχεία και σύγκριση με το Express Samina.

	N - Αριθμός Νεκρών ανά περιστατικό	Κόστος Απωλειών ανά περιστατικό
Μέση τιμή	5,408	12.088.269 €
Τυπική απόκλιση	8,488	20.227.111 €
Express Samina	83	207.325.682 €

Από τα παραπάνω κρίναμε απαραίτητο να θεωρήσουμε το ατύχημα του Express Samina σαν «outlier» σημείο λόγω της προφανούς μεγάλης απόκλισης από την μέση τιμή και έτσι να μην το συνυπολογίσουμε στην ανάλυση παλινδρόμησης που θα κάνουμε στα δύο επόμενα σχήματα. Τα είδη παλινδρόμησης που παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι η γραμμική και η πολυωνυμική έκτου βαθμού. Ακολουθούν ξανά τα δύο παραπάνω σχήματα μαζί με τις παλινδρομήσεις αυτή τη φορά και χωρίς το «outlier» σημείο που αφαιρέσαμε.



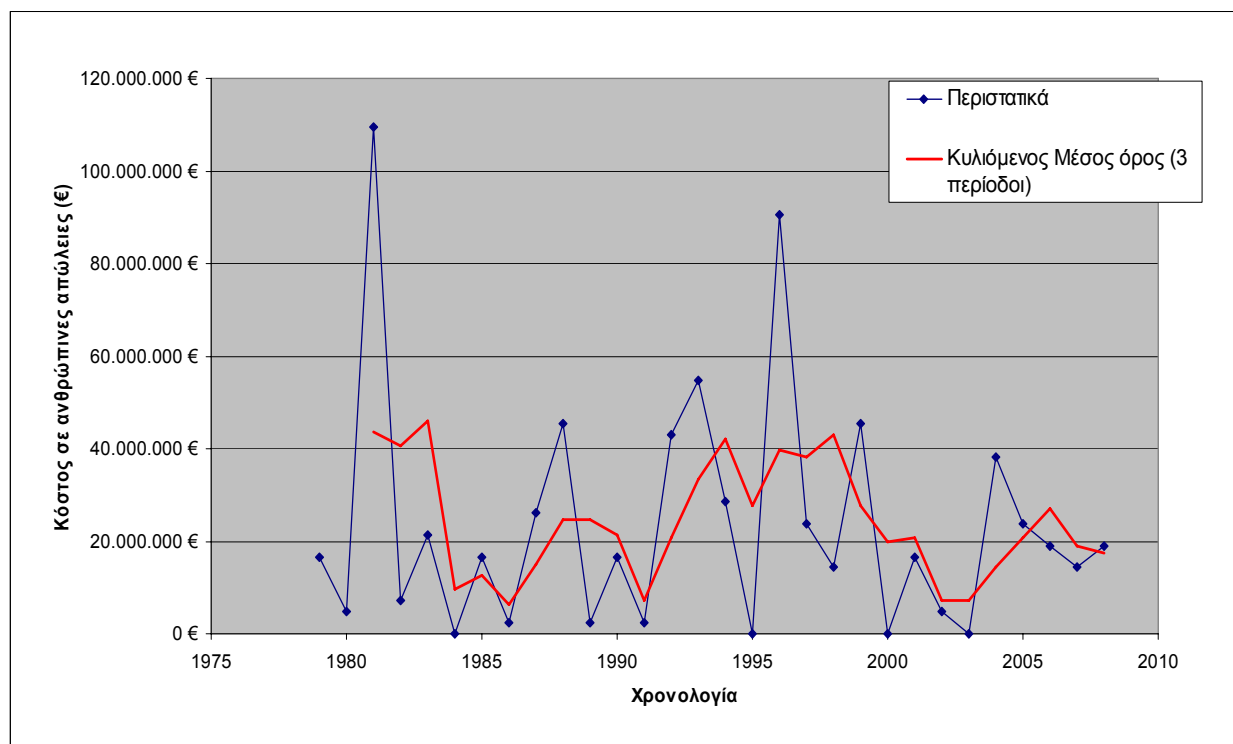
Σχήμα 12 - Ανάλυση παλινδρόμησης για τις ετήσιες ανθρώπινες απώλειες από ναυτικά ατυχήματα στην Ελλάδα και για τα έτη 1979 έως και 2008.

Κεφάλαιο 3. Υπολογισμός του συνολικού κόστους

Για το παραπάνω σχήμα υπολογίσαμε επίσης τα ακόλουθα στατιστικά στοιχεία :

Πίνακας 24 - Στατιστικά στοιχεία για τις ετήσιες ανθρώπινες απώλειες από ναυτικά ατυχήματα στην Ελλάδα και για τα έτη 1979 έως και 2008.

Μέση τιμή	9,9
Διάμεσος	7
Μέγιστη τιμή	46
Διάστημα εμπιστοσύνης (95% επίπεδο σημαντικότητας)	3,882
Πρόβλεψη για το 2009 (Γραμμική παλινδρόμηση)	8,324



Σχήμα 13 - Ανάλυση παλινδρόμησης για το ετήσιο κόστος σε ανθρώπινες απώλειες από ναυτικά ατυχήματα στην Ελλάδα και για τα έτη 1979 έως και 2008.

Για το παραπάνω σχήμα υπολογίσαμε επίσης τα ακόλουθα στατιστικά στοιχεία:

Πίνακας 25 - Στατιστικά στοιχεία για το ετήσιο κόστος σε ανθρώπινες απώλειες από ναυτικά ατυχήματα στην Ελλάδα και για τα έτη 1979 έως και 2008.

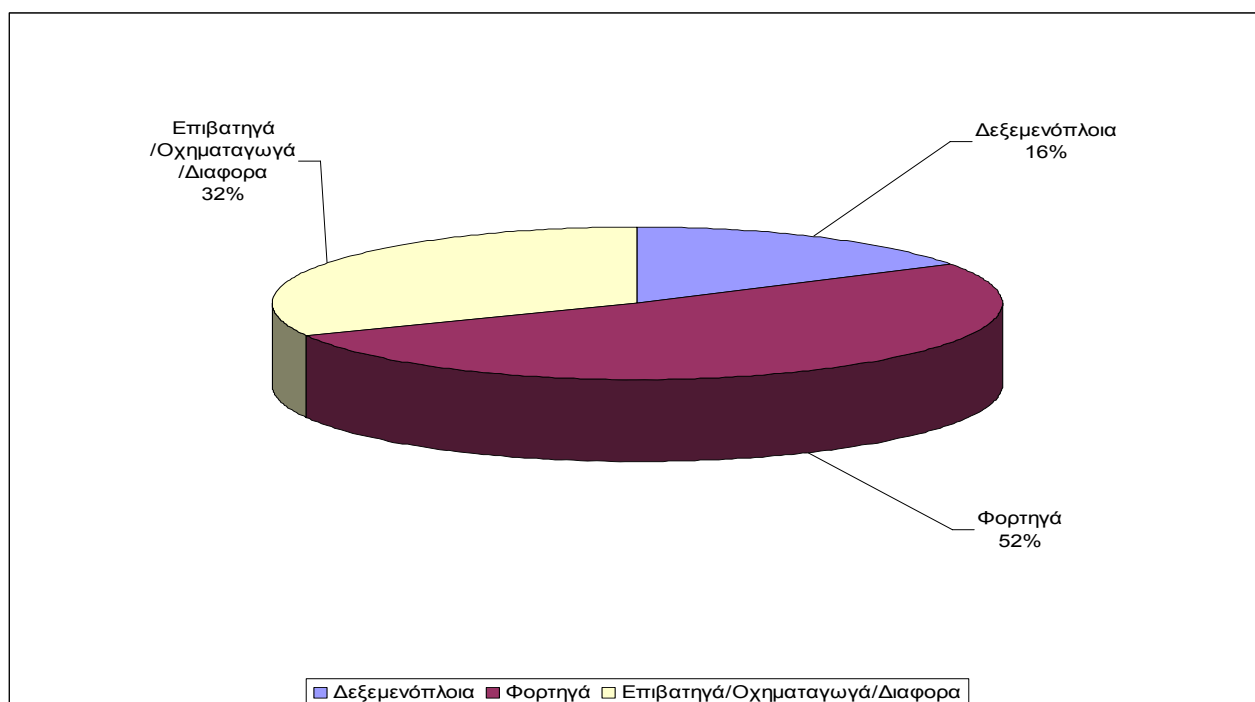
Μέση τιμή	25.592.233 €
Διάμεσος	16.681.237 €
Μέγιστη τιμή	109.620.475 €
Διάστημα εμπιστοσύνης (95% επίπεδο σημαντικότητας)	19.836.868 €
Πρόβλεψη για το 2009 (Γραμμική παλινδρόμηση)	21.831.716 €

Τα παραπάνω σχήματα και στατιστικά στοιχεία μας δίνουν μια καθαρή εικόνα σε ότι αφορά το κόστος που επιβαρύνεται η ελληνική κοινωνία σε ανθρώπινες ζωές και πως αυτό έχει μεταβληθεί με την πάροδο των τελευταίων τριάντα χρόνων.

Τέλος, ενδιαφέρον θα ήταν να δούμε ποια είναι η κατανομή των ανθρωπίνων απωλειών ανά τύπο πλοίου. Για λόγους απλότητας χωρίσαμε τα πλοία σε τρεις κατηγορίες :

- A. Δεξαμενόπλοια,
- B. Φορτηγά,
- Γ. Επιβατηγά, ρυμουλκά και διάφορα.

Από τα ιστορικά στοιχεία που είχαμε στην διάθεση μας υπολογίσαμε σε τι ποσοστό συνέφερε στο κόστος ανθρωπίνων απωλειών διαχρονικά ο κάθε τύπος πλοίου. Τα αποτελέσματα φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 14 - Κατανομή του κόστους σε ανθρώπινες απώλειες από το 1979 έως το 2008 ανά τύπο πλοίου.

Παρατηρούμε το μεγαλύτερο ποσοστό έχουν τα φορτηγά πλοία. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στον μεγάλο αριθμό πλοίων τέτοιου είδους που πλέουν στις ελληνικές θάλασσες σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη. Από τον χάρτη πλοίων πραγματικού χρόνου AIS για την 12/08/2009 συλλέξαμε τα ακόλουθα στοιχεία:

Πίνακας 26 - Στατιστικά στοιχεία για τον αριθμό και τον τύπο των πλοίων που κινούνται στις ελληνικές θάλασσες για μία ημέρα (πηγή: AIS - χάρτης πλοίων πραγματικού χρόνου - 12/08/09).

Τύπος πλοίου	Αριθμός πλοίων	Ποσοστό
Σύνολο	521	100,00%
Φορτηγά	255	48,94%
Δεξαμενόπλοια	135	25,91%
Επιβατηγά / Διάφορα	131	25,14%

Το ποσοστό 48,94% που αποτελούν τα φορτηγά πλοία επί του συνολικού αριθμού των πλοίων που πλέουν στις ελληνικές θάλασσες έρχεται να επιβεβαιώσει την υπόθεση μας. Θεωρήσαμε βέβαια ότι η συγκεκριμένη αναλογία δεν μεταβλήθηκε ιδιαίτερα κατά την τελευταία διετία.

3.3 Κόστος πετρελαιοκηλίδας

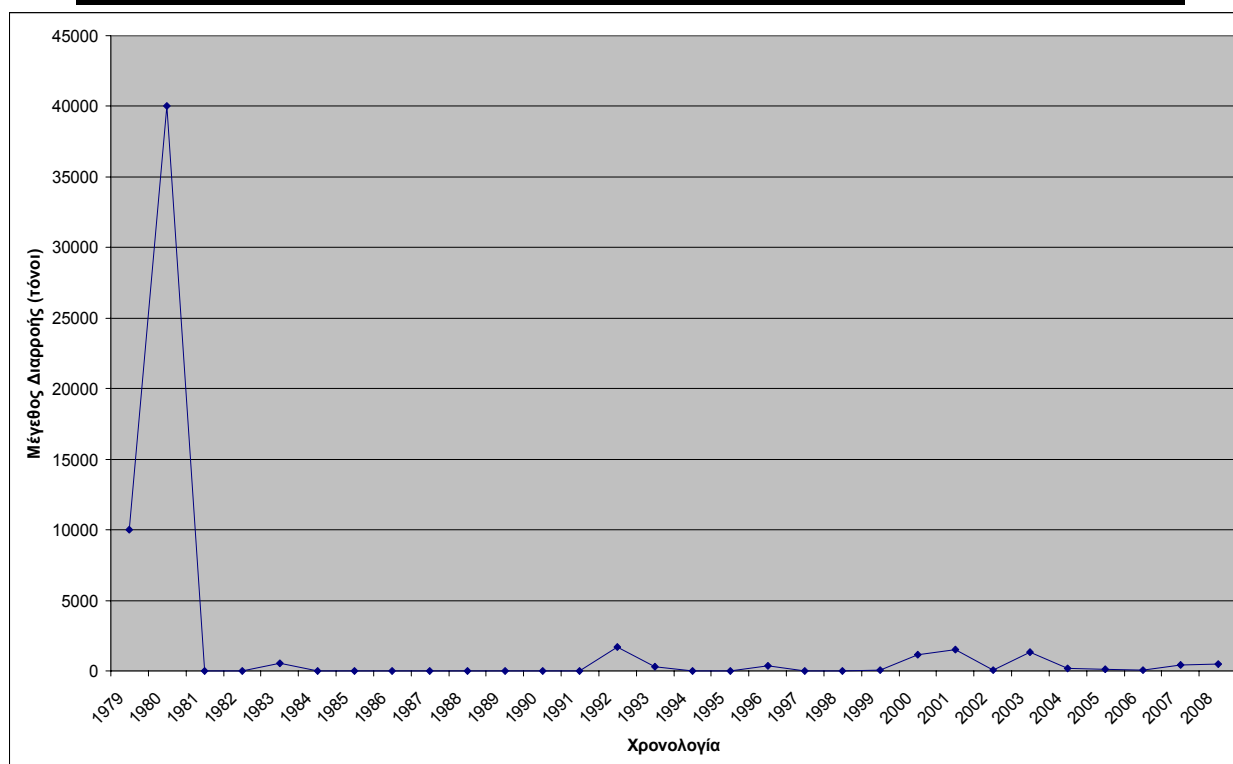
Σε αυτή την παράγραφο θα αναλύσουμε τον 2^ο όρο της σχέσης (26) ο οποίος αποτελεί το κόστος που επιφέρει μια ενδεχόμενη διαρροή των πετρελαιοειδών στην θάλασσα. Όπως έχουμε πει και σε προηγούμενη παράγραφο το κόστος αυτό αναλύεται σε τρεις συνιστώσες : Το κόστος καθαρισμού, το οικονομικό κόστος και το περιβαλλοντικό κόστος.

Στο 2^ο κεφάλαιο έχουμε επεξηγήσει αναλυτικά την κάθε μια από αυτές τις συνιστώσες του κόστους πετρελαιοκηλίδας και επιλέξαμε-ορίσαμε τρόπους για τον υπολογισμό τους. Σε αυτή την παράγραφο και με βάση τις μεθοδολογίες του 2^{ου} κεφαλαίου θα υπολογίσουμε τα κόστη για τον ελληνικό θαλάσσιο χώρο και θα κάνουμε στατιστική ανάλυση με βάση τα ιστορικά στοιχεία που έχουμε στη διάθεση μας. Από την ιστοσελίδα www.seaweb.com συλλέξαμε ιστορικά στοιχεία από το έτος 1979 έως σήμερα, ενώ από την πτυχιακή του Ζαγοραίου (2008) συλλέξαμε ιστορικά στοιχεία για τα έτη από 2000 έως 2008. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν :

- Όνομα πλοίου, μέγεθος πλοίου και τύπος πλοίου,
- θέση συμβάντος,
- ποσότητα πετρελαίου που διέρρευσε,
- τύπος πετρελαίου που διέρρευσε.

Τα στατιστικά στοιχεία αυτά παρατίθενται αναλυτικά στον Πίνακα 35 στο τέλος αυτής της παραγράφου. Στο Σχήμα 15 που ακολουθεί παρουσιάζουμε σε χρονοσειρά την ετήσια ποσότητα διαρροής στις ελληνικές θάλασσες από το 1979 έως σήμερα.

Κεφάλαιο 3. Υπολογισμός του συνολικού κόστους



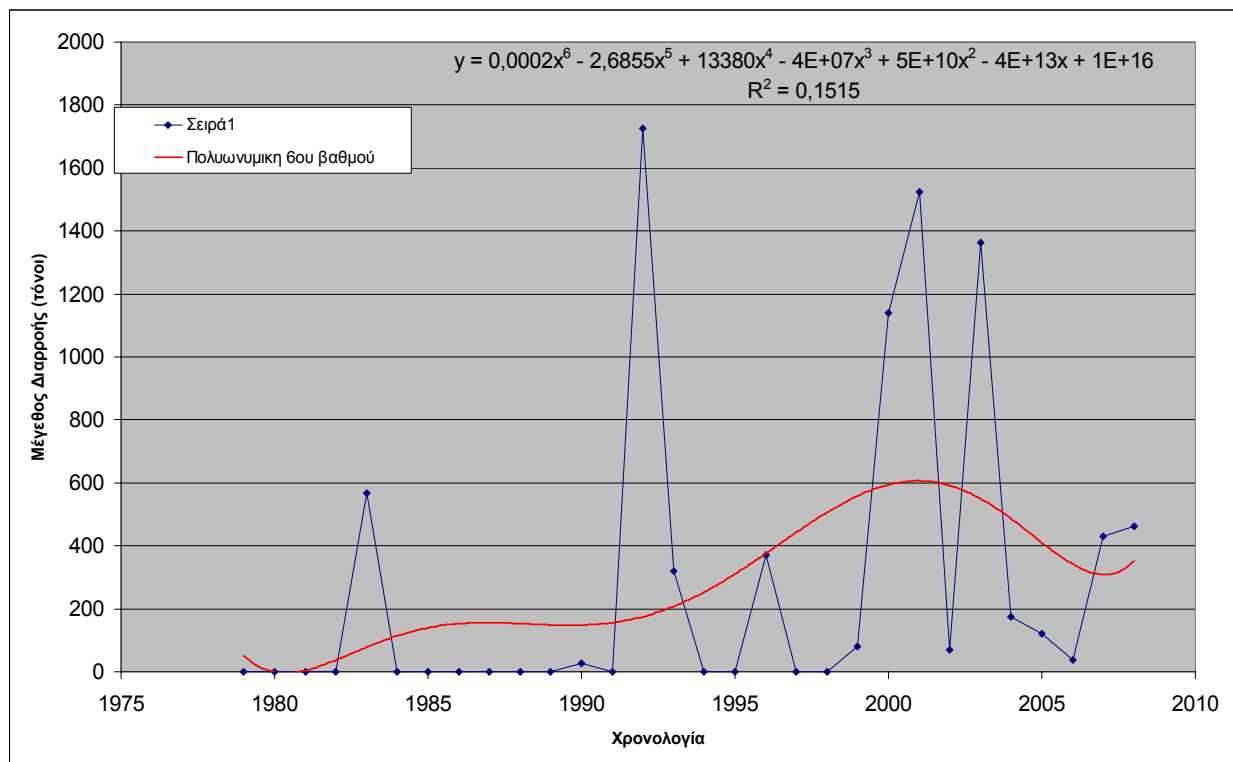
Σχήμα 15 - Ετήσια ποσότητα πετρελαίου που διέρρευσε στις ελληνικές θάλασσες.

Παρατηρούμε ότι για τα έτη 1979-1980 η ποσότητα διαρροής είναι πάρα πολύ μεγάλη σε σχέση με τα επόμενα χρόνια και γι αυτό το λόγο θα θεωρήσουμε τις συγκεκριμένες χρονολογία σαν σημεία «outlier». Αυτό που συνέβη τότε είναι το ατύχημα του Irenes Serenade (1980), όπου αν και ο όγκος πετρελαίου που διέρρευσε ήταν μεγάλος, ωστόσο λόγω της μορφολογίας των ακτών στην περιοχή του συμβάντος το πετρέλαιο μπόρεσε να συλλεχτεί από τα συνεργεία καθαρισμού. Επίσης το έτος 1979 συνέβη το ατύχημα του Messiniaki Frontis με διαρροή 10.695 κυβικών μέτρων. Προέκυψε από τα ιστορικά στοιχεία ο παρακάτω πίνακας:

Πίνακας 27 - Γενικά στατιστικά στοιχεία και σύγκριση με το Irenes Serenade και το Messiniaki Frontis.

	Όγκος Διαρροής ανά περιστατικό (m ³)
Μέση τιμή	974,1
Τυπική απόκλιση	5.477,8
Messiniaki Frontis - 1979	10.695
Irenes Serenade - 1980	42.781

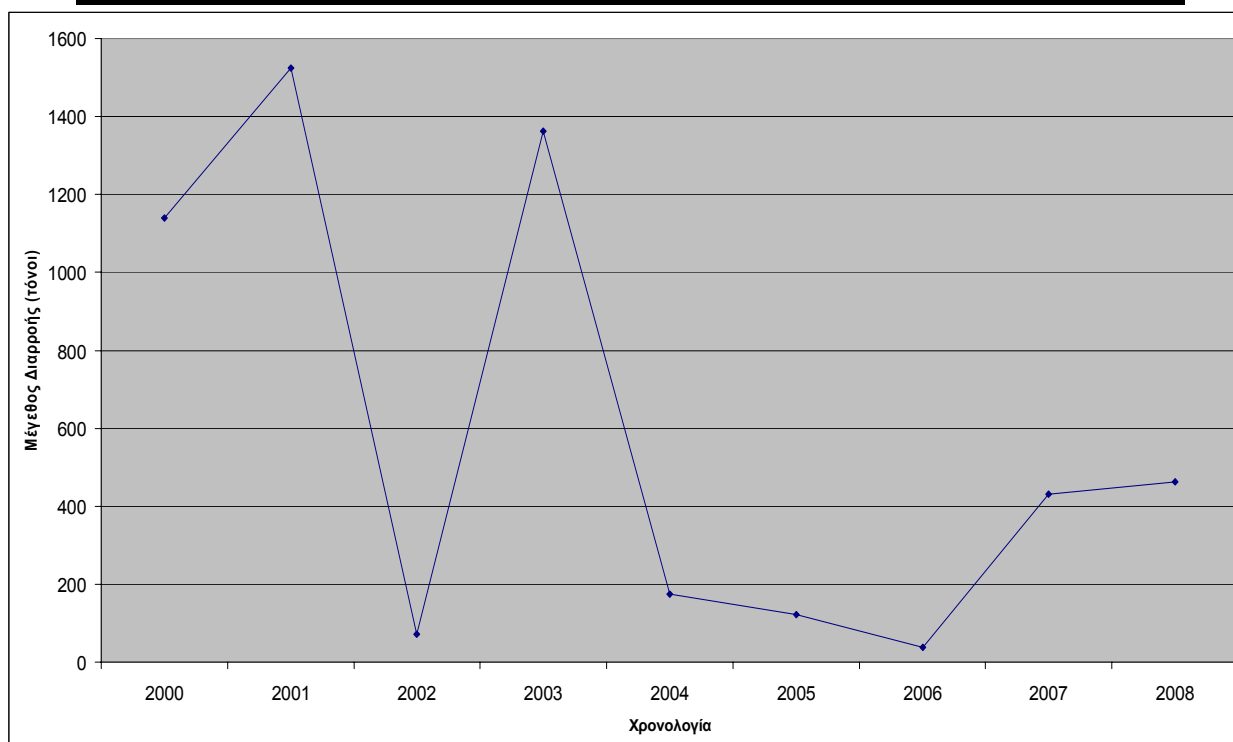
Ακολουθεί ξανά η χρονοσειρά του Σχήματος 12 όμως αυτή τη φορά χωρίς τα δύο σημεία «outliers».



Σχήμα 16 - Ετήσια ποσότητα πετρελαίου που διέρρευσε στις ελληνικές θάλασσες (2 σημεία «outlier»).

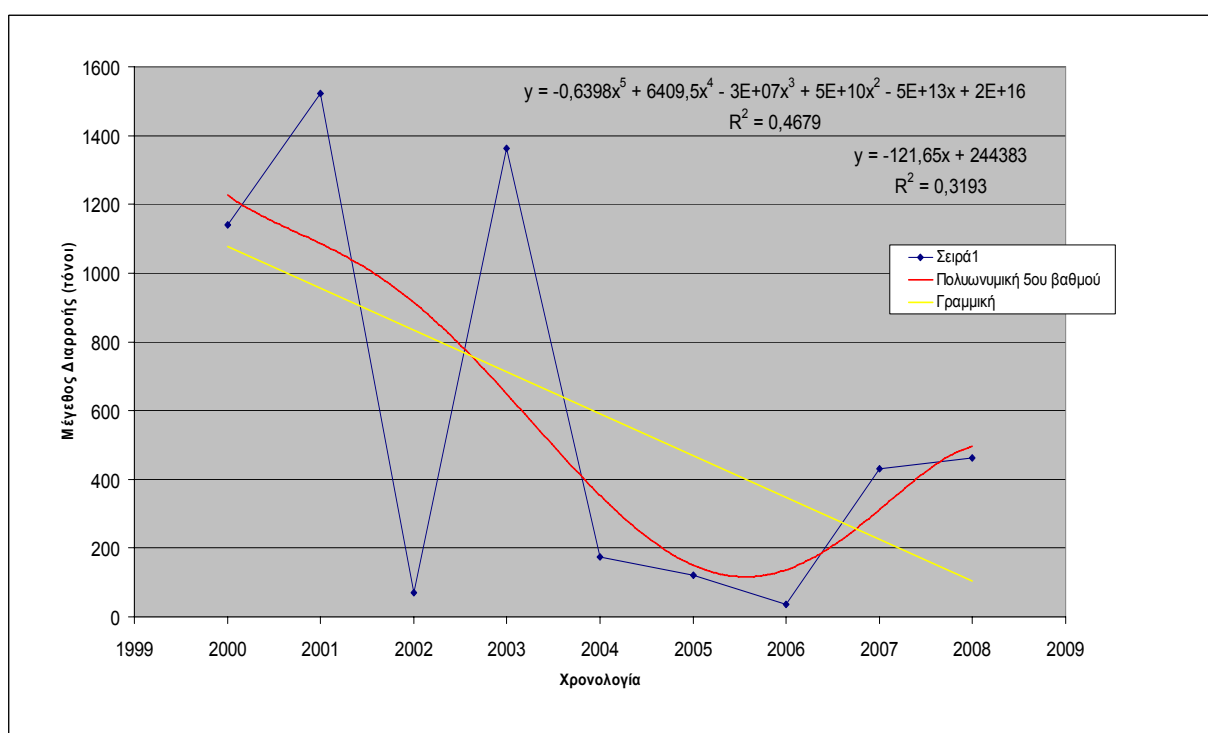
Αυτό που παρατηρούμε σε αυτό το διάγραμμα είναι το γεγονός ότι πολλές χρονολογίες πριν από το έτος 2000 εμφανίζονται με μηδενική διαρροή. Αυτό οφείλεται στο ότι η βάση δεδομένων του www.seaweb.com αναφέρεται σε περιστατικά παγκοσμίως και δεν είναι ενημερωμένη καλά για την περιοχή μας σε ότι αφορά τις μικρές πετρελαιοκηλίδες που είναι βέβαια και οι πιο συχνές. Η βάση δεδομένων του Ζαγοραίου (2008) είναι καλά ενημερωμένη για τα ατυχήματα αυτού του είδους και γι αυτό το λόγο δεν εμφανίζονται μηδενικές ετήσιες διαρροές από το έτος 2000 και μετά. Σε αυτό το σημείο κρίναμε σκόπιμο να παραθέσουμε και άλλη μια χρονοσειρά για τα έτη από 2000 έως και 2008 όπου είναι μαζί και οι δύο βάσεις δεδομένων και η μία συμπληρώνει την άλλη σε τυχόν διαφορές μεταξύ τους. Αποτέλεσμα είναι ότι για τις χρονολογίες αυτές έχουμε καλύτερη αποτύπωση της πραγματικότητας.

Κεφάλαιο 3. Υπολογισμός του συνολικού κόστους



Σχήμα 17 - Ετήσια ποσότητα πετρελαίου που διέρρευσε στις ελληνικές θάλασσες (2000-2008).

Στο παραπάνω Σχήμα 18 κάναμε ανάλυση παλινδρόμησης και οι παλινδρομήσεις που παρουσίασαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι η γραμμική και η πολυωνυμική στ' βαθμού. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται η χρονοσειρά του προηγούμενου σχήματος μαζί με τις δυο παλινδρομήσεις.



Σχήμα 18 - Ετήσια ποσότητα διαρροής - Ανάλυση παλινδρόμησης.

Παρατηρούμε ότι και για τις δύο παλινδρομήσεις υπάρχει μια τάση μείωσης όσο περνάνε τα χρόνια, της ετήσιας ποσότητας διαρροής. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αύξηση των μέτρων ασφαλείας αλλά και στη σταδιακή μείωση του αριθμού των δεξαμενοπλοίων μονού τοιχώματος λόγω της σταδιακής απόσυρσης τους και αντικατάστασης τους από πλοία διπλού τοιχώματος. Βέβαια η πολυωνυμική στ' βαθμού παλινδρόμηση για τα έτη 2007 και 2008 δείχνει μια μικρή αύξηση της ποσότητας διαρροής εντούτοις σε καμία περίπτωση δεν φτάνει τα επίπεδα του 2000 ή του 2001 και ίσως αποδειχθεί μελλοντικά περιστασιακή.

Για τα δεδομένα του Σχήματος 16 που αφορά το χρονικό διάστημα από 1979 έως 2008 υπολογίσαμε επίσης τα ακόλουθα στατιστικά στοιχεία:

Πίνακας 28 - Στατιστικά στοιχεία που αφορούν την ετήσια ποσότητα διαρροής πετρελαίου (2000-2008).

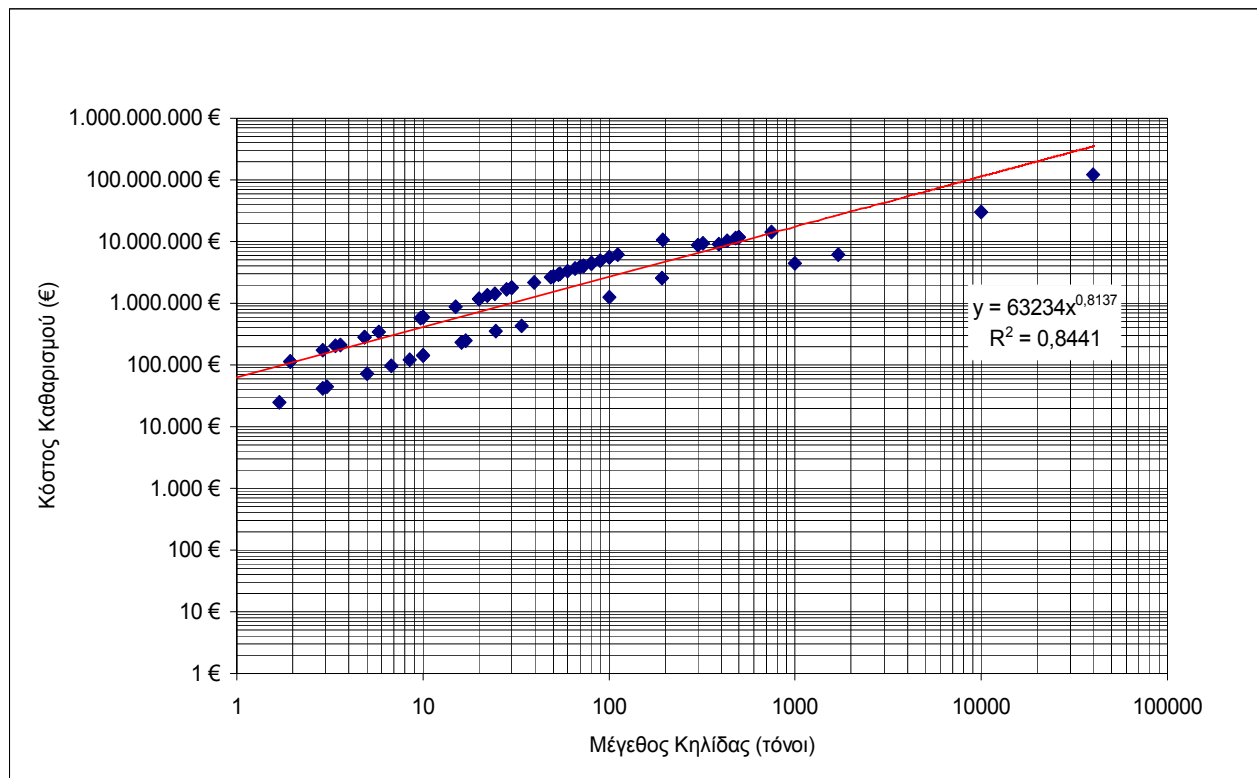
	Γραμμική παλινδρόμηση	Πολυωνυμική β' βαθμού
R ²	0,3193	0,4679
Μέση τιμή	300,4 t	
Διάμεσος	32,1 t	
Μέγιστο	1725 t	
Ελάχιστο	0 t	
Τυπική απόκλιση	507,2	
Διάστημα εμπιστοσύνης (95%)	187,8 t	

Στο σημείο αυτό και αφού δώσαμε μια καθαρή εικόνα για το πώς κυμαίνεται τα τελευταία χρόνια η διαρροή πετρελαίου στις ελληνικές θάλασσες θα δούμε τον υπολογισμό του κόστους κάθε πετρελαιοκηλίδας και θα κάνουμε στατιστική ανάλυση επί αυτών.

Σε ότι αφορά το κόστος καθαρισμού, όπως αναλυτικά εξηγήσαμε στο Κεφάλαιο 2, χρησιμοποιήσαμε τις μεθόδους των Etkin (2004) και Shahriari & Frost (2008) ανάλογα με την τάξη μεγέθους του κόστους καθαρισμού (για $K_{CLEANUP} > 4.000.000\$$ ενδείκνυται η μέθοδος Shahriari & Frost (2008)). Αφού περάσαμε όλα τα υπάρχοντα ιστορικά στοιχεία σε φύλλο εργασίας του Excel ώστε ανάλογα με τους τόνους πετρελαίου που διέρρευσαν σε κάθε ατύχημα, να υπολογίζεται αυτόματα και με την μέθοδο που πρέπει το κόστος καθαρισμού, υπολογίσαμε το κόστος αυτό σε ξεχωριστή στήλη και για κάθε περιστατικό. Πρέπει να τονίσουμε ότι στο φύλλο εργασίας αυτό οι πίνακες της Etkin (2004) διορθώνονται αυτόματα ανάλογα με τον

Δείκτη Τιμών Καταναλωτή (CPI) και την ισοτιμία Ευρώ-Δολαρίου με την μέθοδο της μεταφοράς οφέλους και για την χρονολογία που θέλουμε να εξετάσουμε. Στον Πίνακα 35 στο τέλος της παραγράφου παρατίθεται το κόστος καθαρισμού για κάθε

ατύχημα σε Ευρώ του έτους 2008. Στο σχήμα που ακολουθεί έχουμε κάνει υπερβολική παλινδρόμηση του κόστους καθαρισμού (€) στο μέγεθος πετρελαιοκηλίδας (τόνοι) που δημιουργήθηκε σε κάθε περιστατικό.



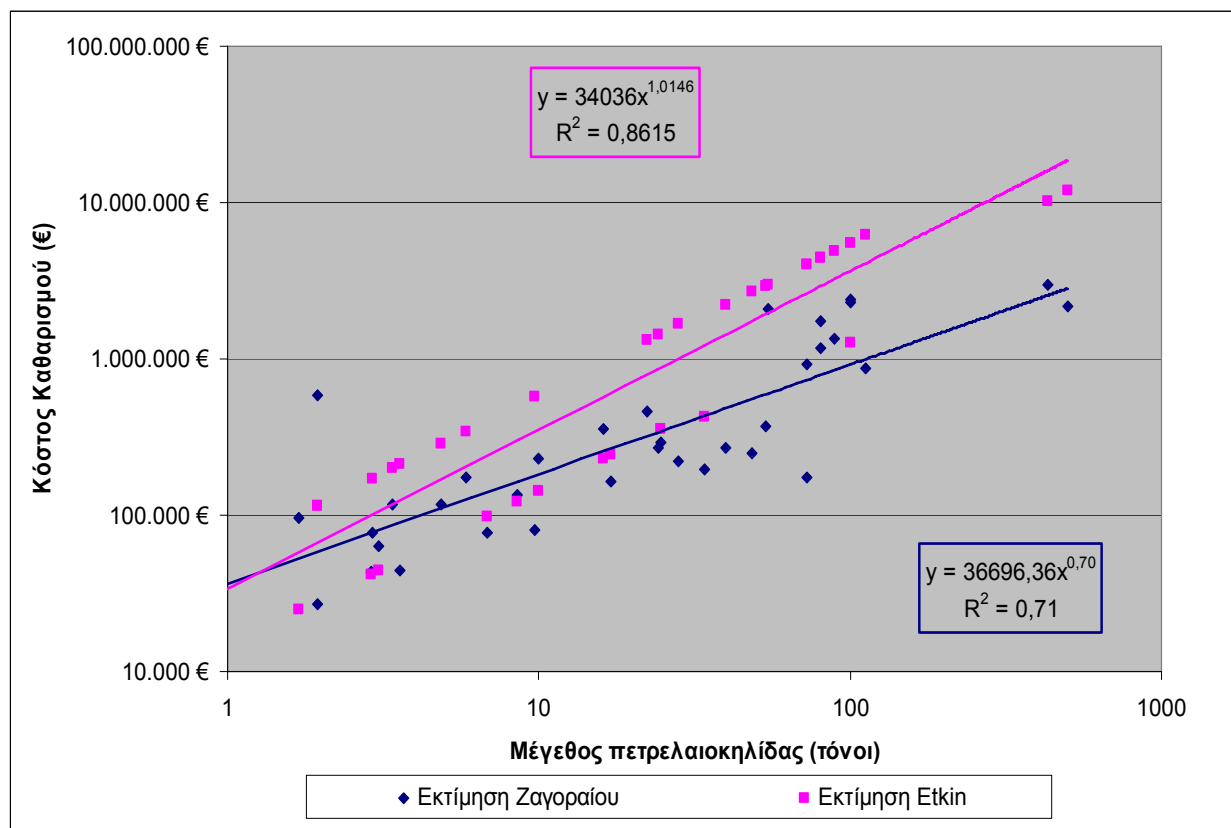
Σχήμα 19 - Κόστος Καθαρισμού για την Ελλάδα (ανάλυση παλινδρόμησης).

Παρατηρούμε ότι ο ένας τόνος διαρροής ισοδυναμεί με 63.234€. Παραθέτουμε επίσης για λόγους πληρότητας και τα παρακάτω σημαντικά στατιστικά στοιχεία.

Πίνακας 29 - Στατιστικά στοιχεία που αφορούν το κόστος καθαρισμού.

	Υπερβολική παλινδρόμηση
Εξίσωση	$y=63234x^{0.8137}$
R^2	0,8441
Μέση τιμή	5.413.434 €
Διάμεσος	1.716.554 €
Γεωμετρικός μέσος	1.270.364 €
Αρμονικός μέσος	284.229 €
Μέγιστο	122.420.493 €
Ελάχιστο	24.765 €
Τυπική απόκλιση	15.677.414 €
Διάστημα εμπιστοσύνης (95%)	3.840.896 €

Επίσης σε ότι αφορά τα σημεία και την εκτίμηση κόστους της βάσης δεδομένων του Ζαγοραίου (2008) θεωρήσαμε σκόπιμο να κάνουμε μια σύγκριση μεταξύ των εκτιμήσεων που αυτός δίνει και της εκτίμησης που για τα ίδια σημεία δίνει η Etkin (2004). Ακολούθως σε κάθε μία από τις δυο ομάδες κάναμε υπερβολική παλινδρόμηση με στόχο την καλύτερη απεικόνιση και σύγκριση.



Σχήμα 19Α - Σύγκριση μεταξύ εκτίμησης κόστους καθαρισμού από μέθοδο Etkin (2004) και από στοιχεία Ζαγοραίου (2008) για την Ελλάδα.

Παρατηρούμε ότι όσο μεγαλώνει η πετρελαιοκηλίδα υπάρχει μια απόκλιση που διαρκώς μεγαλώνει με την μέθοδο του Ζαγοραίου (2007) να δίνει πιο συντηρητικά αποτελέσματα. Ωστόσο θεωρούμε ικανοποιητική την εικόνα καθώς εμείς θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο της Etkin (2004) και σίγουρα προτιμούμε μια υπερεκτίμηση των συνεπειών παρά μια υποεκτίμηση.

Προέκυψαν επίσης τα στατιστικά των παρακάτω πινάκων:

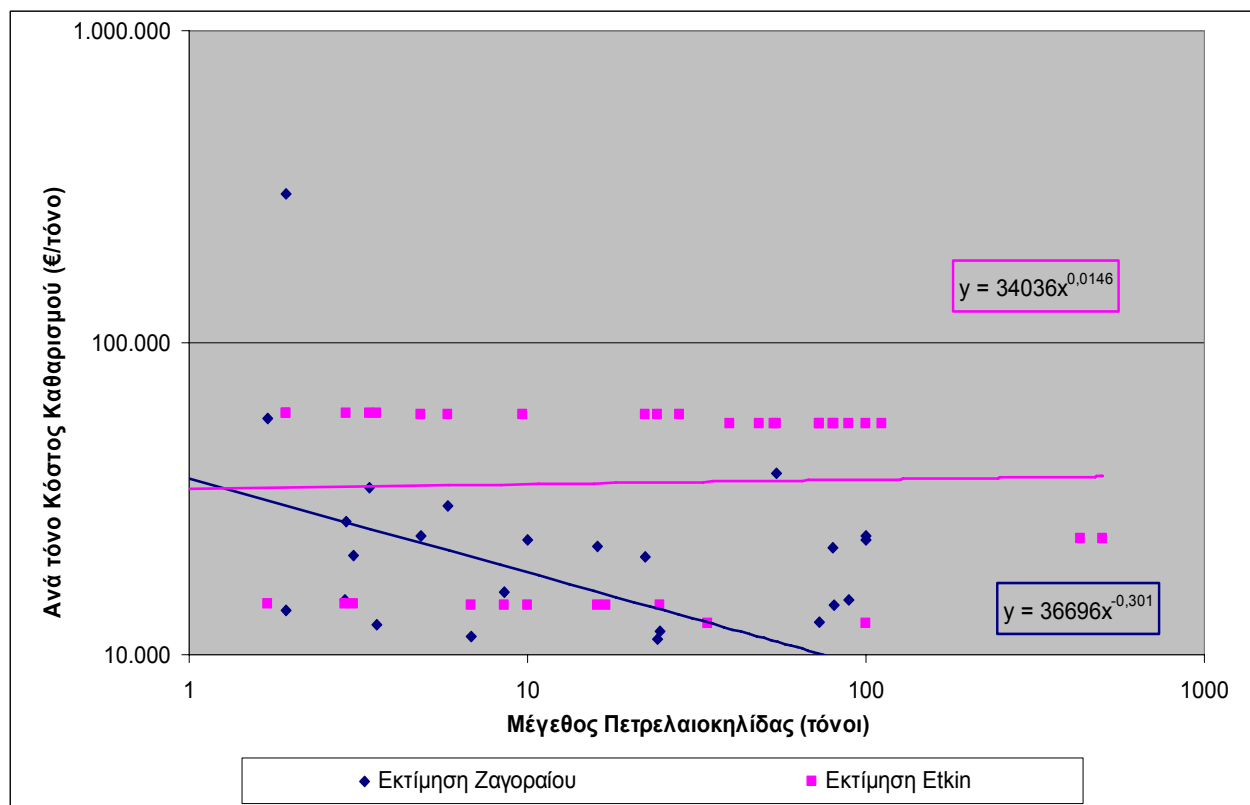
Πίνακας 29Α - Στατιστικά στοιχεία που αφορούν το κόστος καθαρισμού (βάση δεδομένων του Ζαγοραίου (2008)).

	Υπερβολική παλινδρόμηση
Εξίσωση	$y=36696x^{0,699}$
R ²	0,7148
Μέση τιμή	637.328 €
Διάμεσος	241.128 €
Γεωμετρικός μέσος	282.404 €
Αρμονικός μέσος	284.229 €
Μέγιστο	3.000.000 €
Ελάχιστο	26.798 €
Τυπική απόκλιση	824.135 €
Διάστημα εμπιστοσύνης (95%)	269.213 €

Πίνακας 29Β - Στατιστικά στοιχεία που αφορούν το κόστος καθαρισμού (σημεία βάσης δεδομένων του Ζαγοραίου (2008) υπολογισμένα με τη μέθοδο της Etkin (2004)).

	Υπερβολική παλινδρόμηση
Εξίσωση	$y=34036x^{1,0146}$
R ²	0,8615
Μέση τιμή	2.106.609 €
Διάμεσος	501.264 €
Γεωμετρικός μέσος	658.176 €
Αρμονικός μέσος	189.595 €
Μέγιστο	11.842.588 €
Ελάχιστο	24.765 €
Τυπική απόκλιση	2.865.610 €
Διάστημα εμπιστοσύνης (95%)	936.082 €

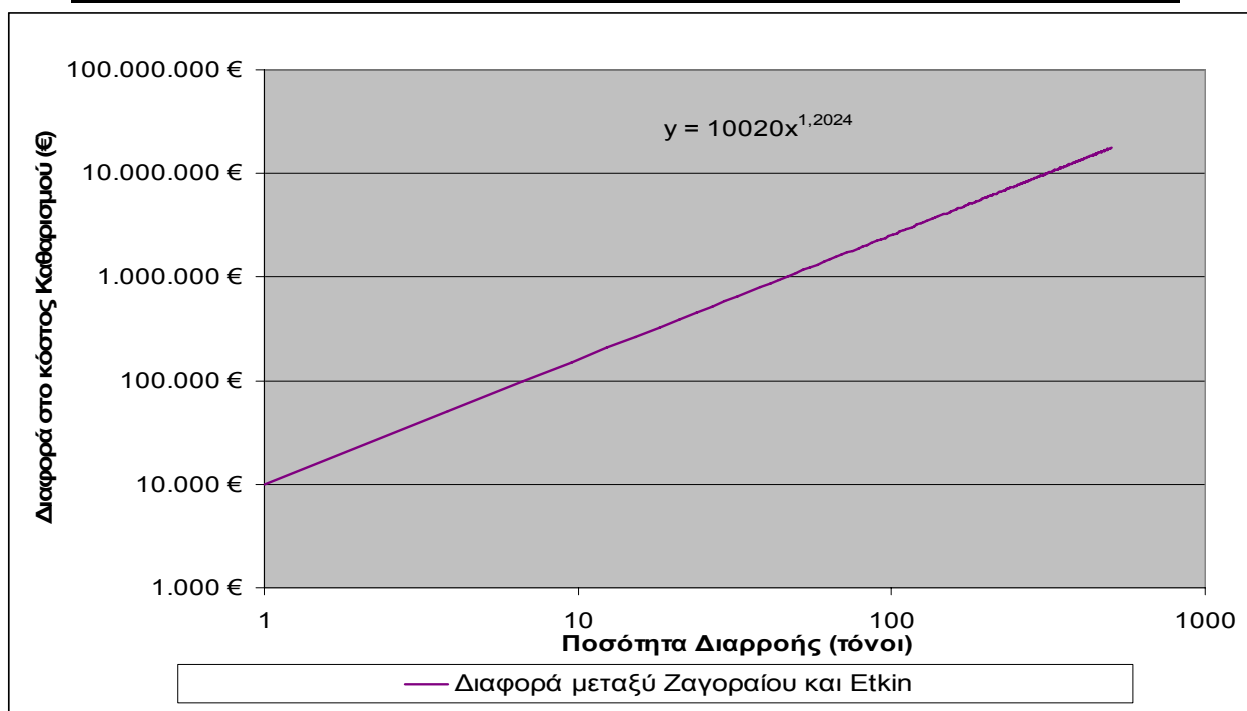
Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζουμε την σύγκριση μεταξύ των δύο μεθόδων αλλά σε ανά τόνο κόστος αυτή τη φορά.



Σχήμα 19B - Σύγκριση μεταξύ εκτίμησης κόστους καθαρισμού από μέθοδο Etkin (2004) και από στοιχεία Ζαγοραίου (2008), για την Ελλάδα και για το ανά τόνο κόστος.

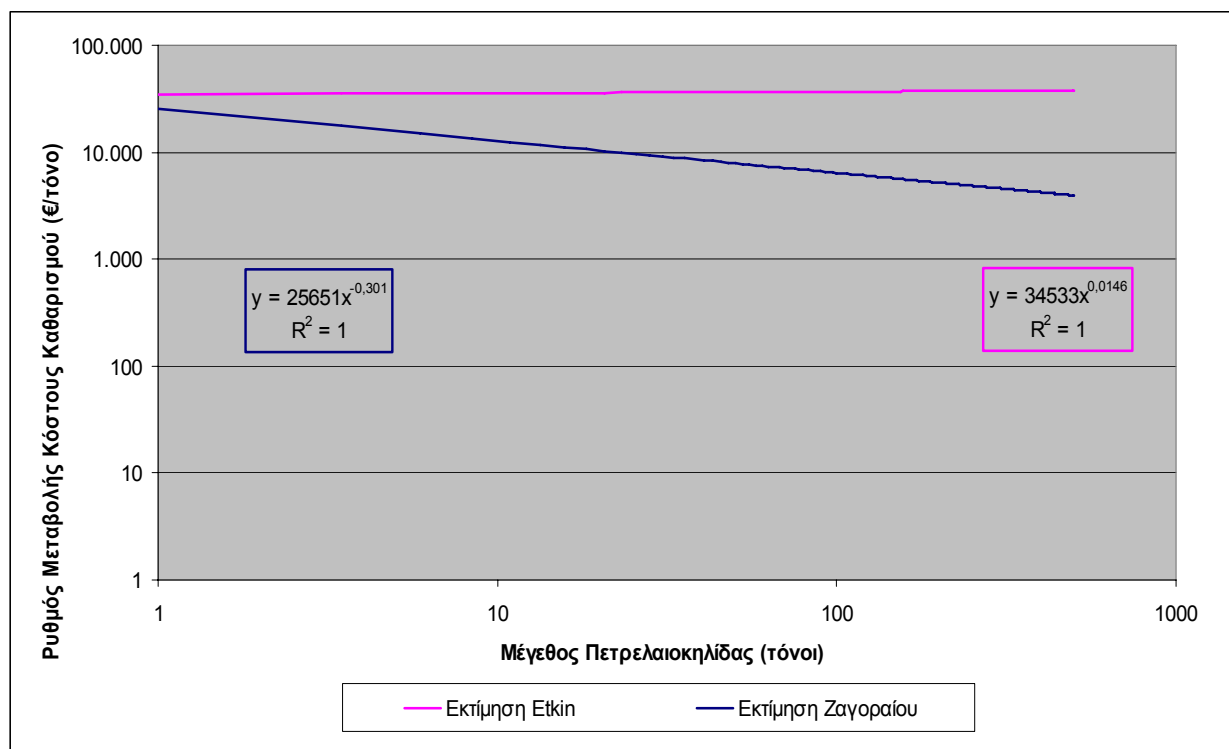
Παρατηρούμε στο παραπάνω σχήμα ότι στην μεν σχέση του Ζαγοραίου (2008) το ανά τόνο κόστος μειώνεται σημαντικά με την αύξηση του μεγέθους της πετρελαιοκηλίδας, ενώ στην σχέση της Etkin (2004) το ανά τόνο κόστος παραμένει σχεδόν στάσιμο. Αυτό σημαίνει ότι η μέθοδος της Etkin (2004) δίνει περισσότερο βάρος στα ατυχήματα μεγάλου μεγέθους σε σχέση με τον Ζαγοραίο. Βέβαια δεν πρέπει να μας διαφεύγει το γεγονός ότι η μέθοδος της Etkin (2004), έχει βασιστεί σε χιλιάδες περιστατικά διαφόρων μεγεθών και γι αυτό το λόγο πιστεύουμε ότι είναι πιο αξιόπιστη. Δεν πρέπει να ξεχνάμε επίσης ότι τα συγκεκριμένα σημεία τα οποία εξετάζουμε είναι περιορισμένου μεγέθους διαρροής και πιθανότατα η παλινδρόμηση της Etkin για μεγαλύτερα ατυχήματα να μην συμπεριφέρεται με αυτό τον τρόπο.

Στο επόμενο σχήμα θα παρουσιάσουμε την διαφορά ανάμεσα στα αποτελέσματα των δύο μεθόδων του Σχήματος 19A σε ένα ξεχωριστό σχήμα.



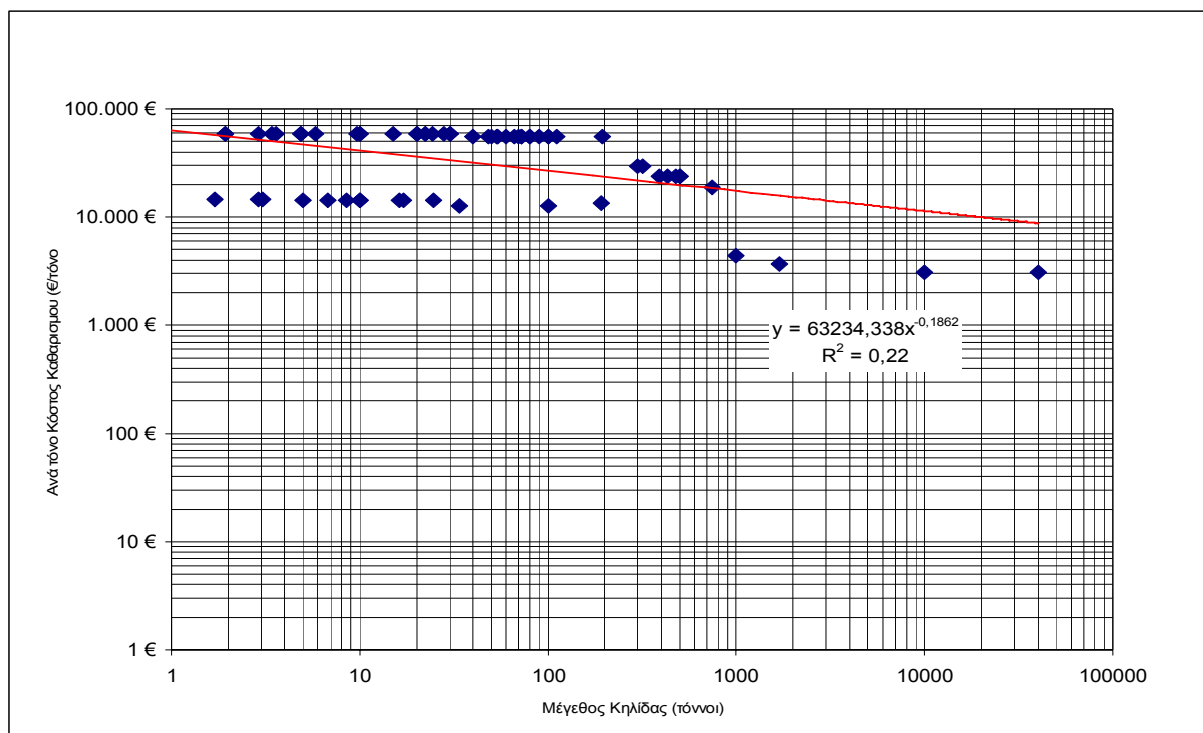
Σχήμα 19Γ - Διαφορά μεταξύ εκτίμησης κόστους καθαρισμού από μέθοδο Etkin (2004) και από στοιχεία Ζαγοραίου (2008), για την Ελλάδα.

Επίσης στο επόμενο σχήμα παρουσιάζουμε, παραγωγίζοντας τις εξισώσεις του σχήματος 19Α, τον ρυθμό μεταβολής του υπολογιζόμενου από την κάθε μέθοδο ξεχωριστά κόστους καθαρισμού, προς την μεταβολή του μεγέθους της πετρελαιοκηλίδας.



Σχήμα 19Δ - Ρυθμός μεταβολής εκτίμησης κόστους καθαρισμού προς το μέγεθος Πετρελαιοκηλίδας, από μέθοδο Etkin (2004) και από στοιχεία Ζαγοραίου (2008), για την Ελλάδα.

Τέλος, σε νέο διάγραμμα παραθέσαμε το ανά τόνο κόστος καθαρισμού όλων των σημείων αυτή τη φορά με την μέθοδο της Etkin (2004).



Σχήμα 20 - Ανά τόνο κόστος καθαρισμού για την Ελλάδα (ανάλυση παλινδρόμησης).

Παρατηρούμε ότι ο ένας τόνος διαρροής ισοδυναμεί με 63.234€. Προέκυψε επίσης ο παρακάτω πίνακας:

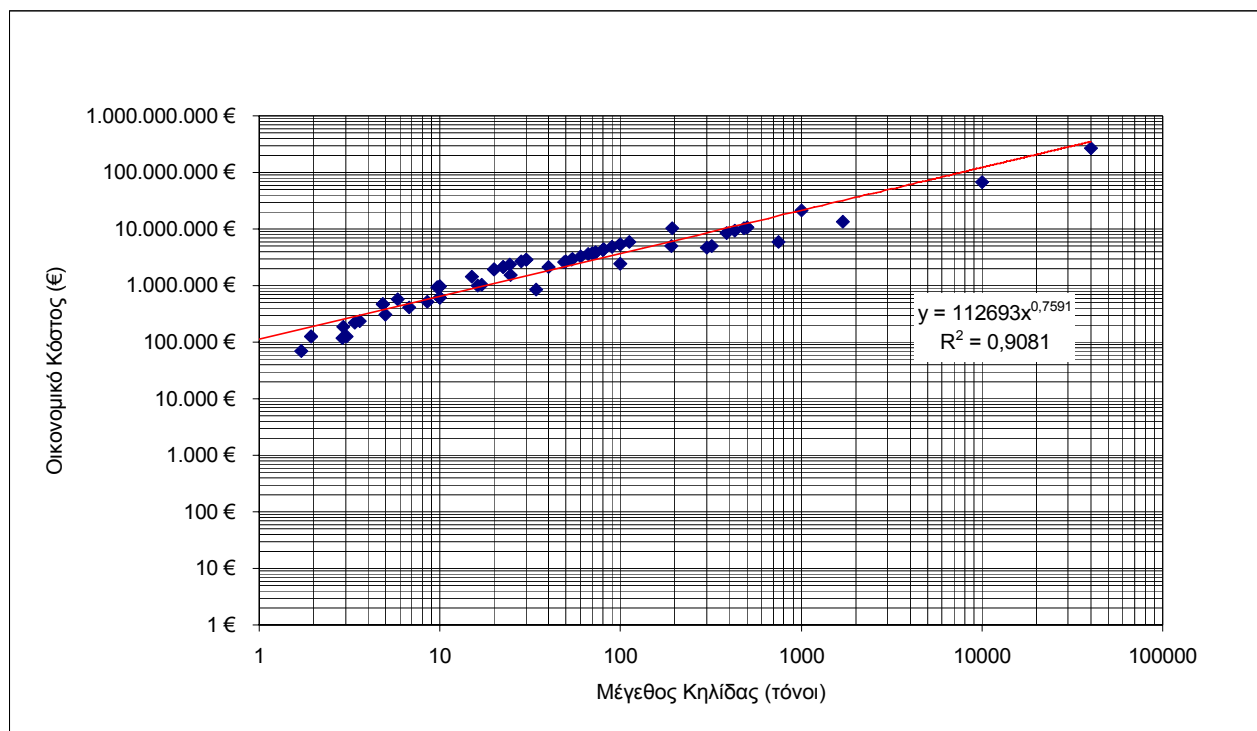
Πίνακας 30 - Στατιστικά στοιχεία που αφορούν το ανά τόνο κόστος καθαρισμού.

	Υπερβολική παλινδρόμηση
Εξίσωση	$y=63234x^{-0,1862}$
R^2	0,22
Μέση τιμή	40.437 €
Διάμεσος	55.214 €
Μέγιστο	59.367 €
Ελάχιστο	3.061 €
Τυπική απόκλιση	21.194 €
Διάστημα εμπιστοσύνης (95%)	5.192 €

Ακριβώς την ίδια διαδικασία ακολουθήσαμε και για το οικονομικό κόστος. Το οικονομικό κόστος το υπολογίσαμε με βάση την μεθοδολογία της Etkin (2004) με διόρθωση στον πίνακα όπως κάναμε και στο κόστος καθαρισμού. Αναλυτική

Κεφάλαιο 3. Υπολογισμός του συνολικού κόστους

παρουσίαση της μεθοδολογίας κάναμε στο Κεφάλαιο 2. Τα αποτελέσματα για κάθε ατύχημα παρατίθενται στον Πίνακα 35 στο τέλος της παραγράφου.



Σχήμα 21 - Οικονομικό κόστος για την Ελλάδα (ανάλυση παλινδρόμησης).

Παρατηρούμε ότι ο ένας τόνος διαρροής ισοδυναμεί με 112.693€. Στο παραπάνω σχήμα έχουμε κάνει υπερβολική παλινδρόμηση του οικονομικού κόστους στο μέγεθος πετρελαιοκηλίδας ενώ στον αμέσως επόμενο πίνακα παρατίθενται τα σχετικά στατιστικά στοιχεία.

Πίνακας 31 - Στατιστικά στοιχεία που αφορούν το οικονομικό κόστος.

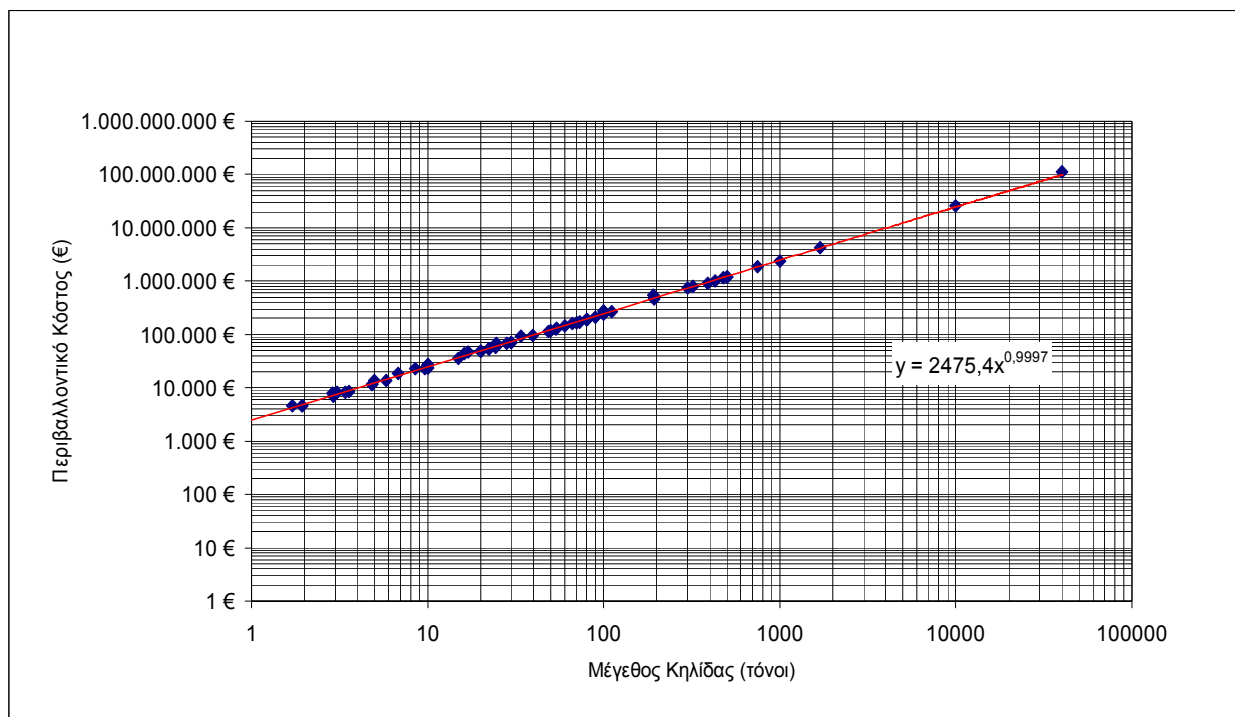
	Υπερβολική παλινδρόμηση
Εξίσωση	$y=112693x^{0.7591}$
R^2	0,9081
Μέση τιμή	8.557.280 €
Διάμεσος	2.533.966 €
Γεωμετρικός μέσος	1.851.016 €
Αρμονικός μέσος	401.388 €
Μέγιστο	268.055.867 €
Ελάχιστο	15.665 €
Διάστημα εμπιστοσύνης (95%)	8.358.556 €

Σε ότι αφορά τώρα την τρίτη συνιστώσα του κόστους πετρελαιοκηλίδας, το περιβαλλοντικό κόστος, στο Κεφάλαιο 2 καταλήξαμε στην εξίσωση $K_{ENV}=(0,007449x^2+2313,21234x)$. Με βάση λοιπόν αυτή την

πολυωνυμική εξίσωση υπολογίσαμε το περιβαλλοντικό κόστος για κάθε ατύχημα και τα αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 35 στο τέλος της παραγράφου. Ανάλυση παλινδρόμησης σε αυτήν την περίπτωση δεν έχει νόημα καθώς τα σημεία ορίζονται με βάση συγκεκριμένη εξίσωση καμπύλης, την μορφή της οποίας παρουσιάσαμε στο τέλος του Κεφαλαίου 2. Αυτό που μπορούμε να κάνουμε είναι να υπολογίσουμε και παρουσιάσουμε τα παρακάτω στατιστικά στοιχεία που αφορούν το περιβαλλοντικό κόστος αλλά και την μορφή της καμπύλης σε λογαριθμική κλίμακα αυτή τη φορά, στο Σχήμα 22.

Πίνακας 32 - Στατιστικά στοιχεία που αφορούν το περιβαλλοντικό κόστος.

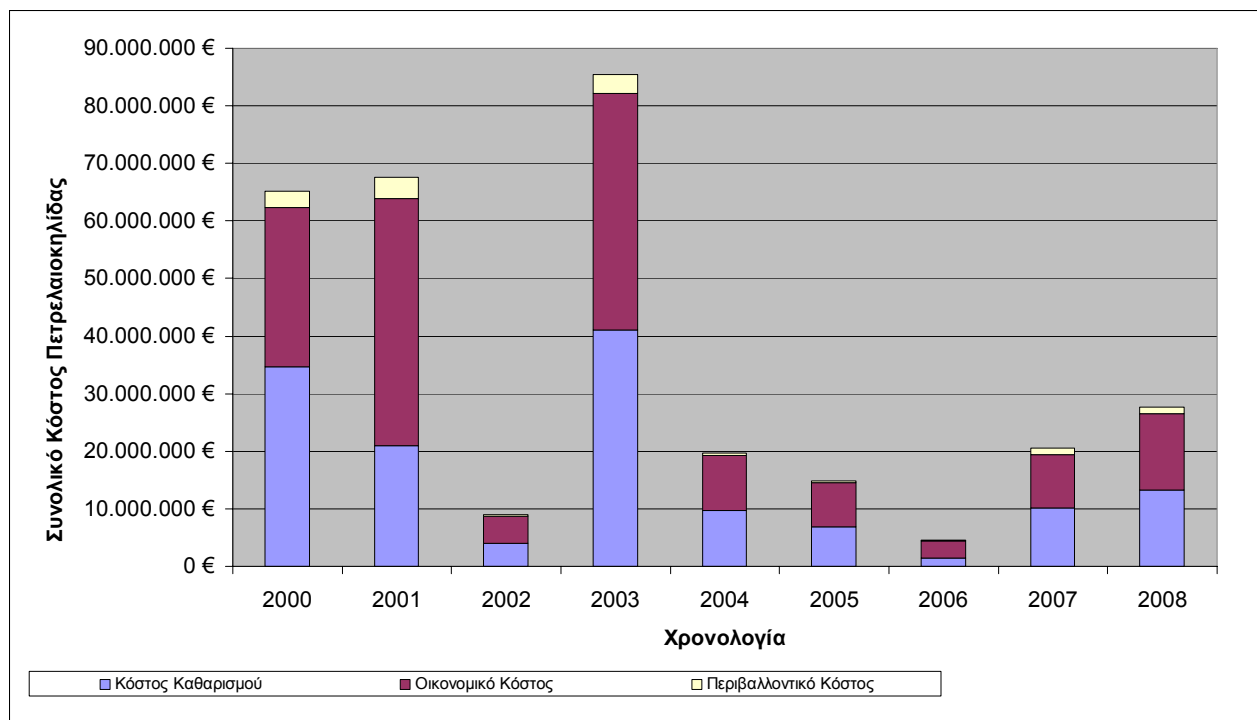
Εξίσωση	$K_{ENV}=0,007449x^2+2313,21234x$
Αριθμός περιστατικών	64
Μέση τιμή	2.480.458 €
Διάμεσος	82.045 €
Γεωμετρικός μέσος	98.728 €
Αρμονικός μέσος	23.847 €
Μέγιστο	112.594.432 €
Ελάχιστο	2.313 €
Τυπική απόκλιση	14.350.589 €
Διάστημα εμπιστοσύνης (95%)	3.515.589 €



Σχήμα 22 - Περιβαλλοντικό κόστος για την Ελλάδα (παλινδρόμηση - εξίσωση υπολογισμού).

Παρατηρούμε ότι ο ένας τόνος διαρροής ισοδυναμεί με 2.475€.

Τέλος, με βάση τα ιστορικά δεδομένα μας και θέλοντας να δώσουμε μια σαφή εικόνα για την κατάσταση που επικρατεί στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο τα τελευταία χρόνια σε ότι αφορά τις συνιστώσες του κόστους πετρελαιοκηλίδων και πως αυτές μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου, δημιουργήσαμε το παρακάτω Σχήμα 23.



Σχήμα 23 - Κόστος πετρελαιοκηλίδας και οι συνιστώσες του από το 2000 έως το 2008 και ανά έτος για την Ελλάδα.

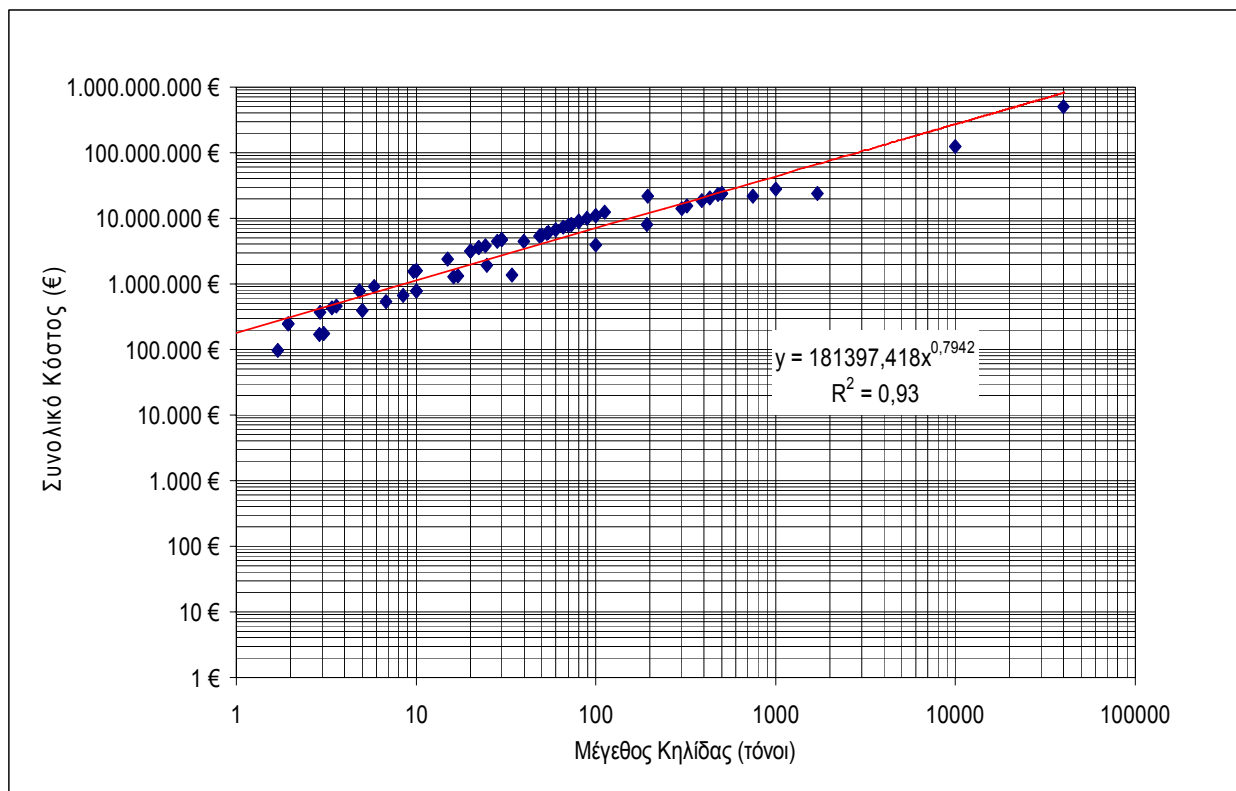
Είναι λογικό στο παραπάνω σχήμα το περιβαλλοντικό κόστος να είναι σχετικά περιορισμένο διότι τα ατυχήματα των τελευταίων ετών είναι όλα μικρής διαρροής.

3.3.1 Συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας

Σαν συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας θεωρήσαμε το άθροισμα :

$$K_{OILSPILL} = K_{CLEANUP} + K_{ECON} + K_{ENV}$$

Για κάθε ατύχημα λοιπόν υπολογίσαμε αυτό το άθροισμα και το παραθέσαμε σε ξεχωριστή στήλη στον Πίνακα 35 στο τέλος της παραγράφου. Στο σχήμα που ακολουθεί κάναμε υπερβολική παλινδρόμηση πάνω στα σημεία του συνολικού κόστους πετρελαιοκηλίδων που προέκυψαν από τα ιστορικά μας στοιχεία ενώ παράλληλα υπολογίσαμε και τα στατιστικά στοιχεία του Πίνακα 33.



Σχήμα 24 - Συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας για την Ελλάδα (ανάλυση παλινδρόμησης).

Παρατηρούμε ότι ο ένας τόνος διαρροής ισοδυναμεί με 181.397€.

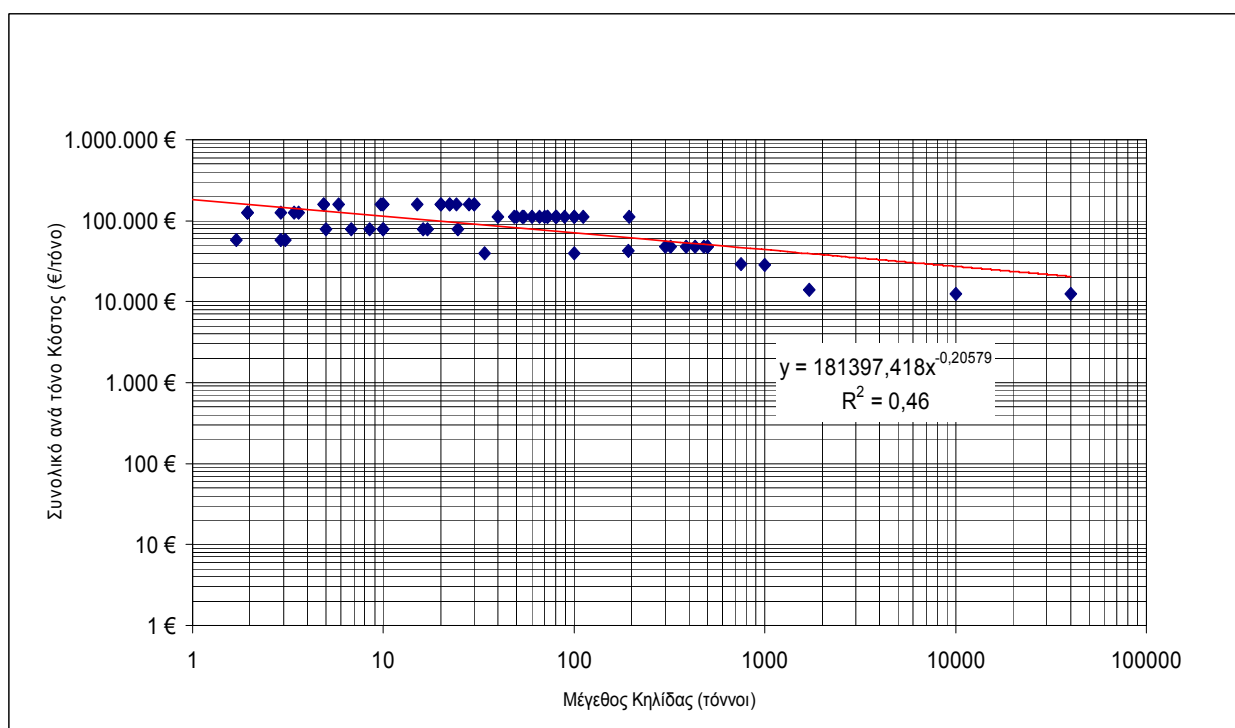
Πίνακας 33 - Στατιστικά στοιχεία που αφορούν το συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας.

	Υπερβολική παλινδρόμηση
Εξίσωση	$y=181397,418x^{0,7942}$
R^2	0,93
Μέση τιμή	16.451.171 €
Διάμεσος	4.442.793 €
Γεωμετρικός μέσος	3.391.189 €
Αρμονικός μέσος	877.396 €
Μέγιστο	503.070.791 €
Ελάχιστο	75.563 €
Τυπική απόκλιση	63.924.407 €
Διάστημα εμπιστοσύνης (95%)	15.661.192 €

Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε να υπολογίσουμε το λόγο του αθροίσματος του συνολικού κόστους πετρελαιοκηλίδας κάθε περιστατικού προς την συνολική ποσότητα που διέρρευσε στη θάλασσα. Ο λόγος αυτός είναι:

$$1.052.874.949\text{euro} / 58.412\text{tons} = 18.025\text{euro} / \text{ton}$$

Επιπλέον σε μια ξεχωριστή στήλη του Πίνακα 35 και για κάθε περιστατικό υπολογίσαμε το ανά τόνο συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας διαιρώντας το συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας με το βάρος του πετρελαίου που διέρρευσε σε κάθε περίπτωση. Με βάση αυτό κάναμε μια επιπλέον ανάλυση παλινδρόμησης και στο σχήμα που ακολουθεί η δείξαμε την υπερβολική παλινδρόμηση που προέκυψε. Επιπλέον στατιστικά στοιχεία παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί.



Σχήμα 25 - Συνολικό ανά τόνο κόστος πετρελαιοκηλίδας για την Ελλάδα (ανάλυση παλινδρόμησης).

Παρατηρούμε ότι ο ένας τόνος διαρροής ισοδυναμεί με 181.397€. Αυτό που παρουσιάζει ενδιαφέρον στο παραπάνω σχήμα είναι το γεγονός ότι η παλινδρόμηση αυτή τη φορά είναι φθίνουσα. Δηλαδή όσο η ποσότητα διαρροής πετρελαίου στη θάλασσα αυξάνεται το ανά τόνο κόστος μειώνεται.

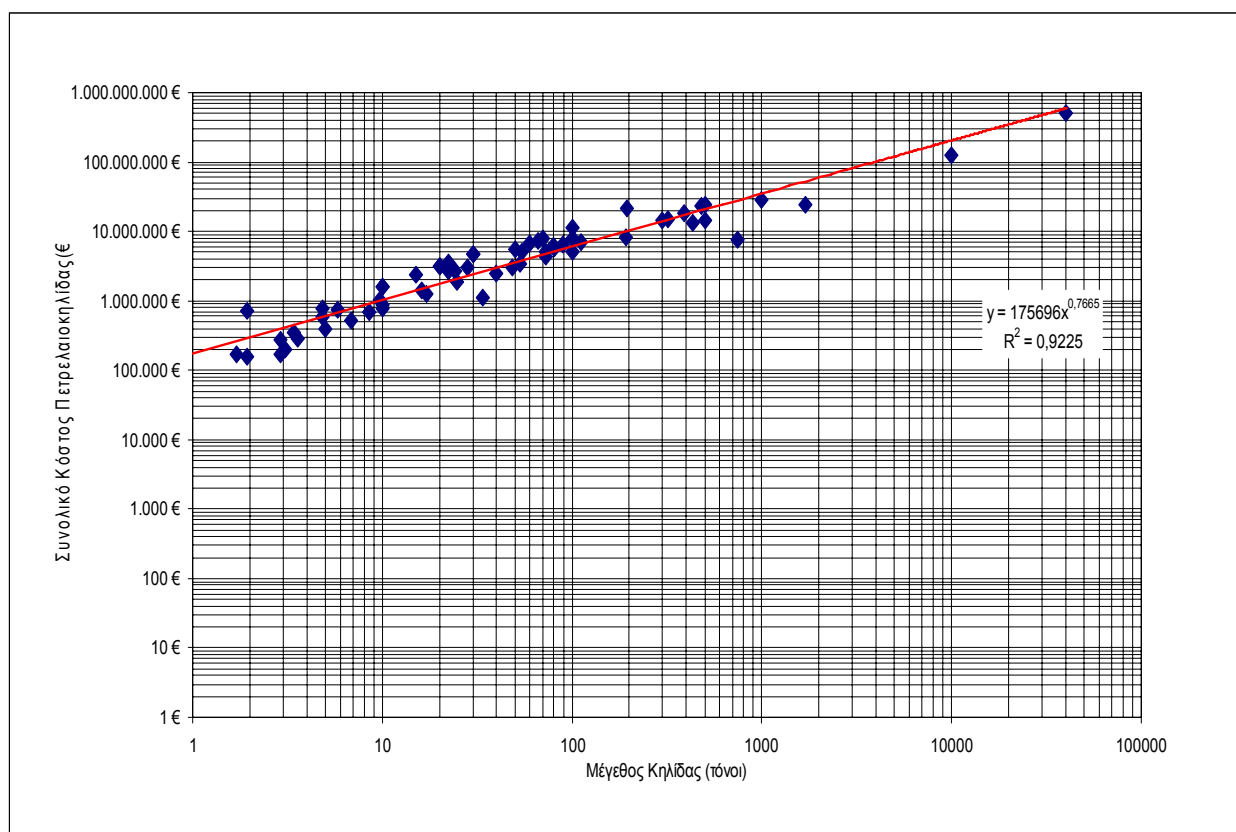
Πίνακας 34 - Στατιστικά στοιχεία που αφορούν το συνολικό ανά τόνο κόστος πετρελαιοκηλίδας.

	Υπερβολική παλινδρόμηση
Εξίσωση	$y=181397,418x^{-0,20579}$
R^2	0,46
Μέση τιμή	98.937 €/ton

Κεφάλαιο 3. Υπολογισμός του συνολικού κόστους

Διάμεσος	111.429 €/ton
Γεωμετρικός μέσος	84.940 €/ton
Αρμονικός μέσος	65.571 €/ton
Μέγιστο	158.338 €/ton
Ελάχιστο	12.321 €/ton
Τυπική απόκλιση	45.210 €/ton
Διάστημα εμπιστοσύνης (95%)	11.076 €/ton

Επίσης, θα παρουσιάσουμε τα σχήματα 24 και 25 ξανά, με τη διαφορά ότι για το κόστος καθαρισμού των σημείων της βάσης δεδομένων του Ζαγοραίου (2007) θα βασιστούμε αυτή τη φορά στις εκτιμήσεις για το κόστος καθαρισμού που δίνει ο ίδιος για το κάθε περιστατικό με στόχο να δείξουμε την επίδραση που έχει η αλλαγή αυτή.



Σχήμα 25Α - Συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας για την Ελλάδα (το κόστος καθαρισμού των σημείων του Ζαγοραίου είναι υπολογισμένο με βάση τα δεδομένα του).

Παρατηρούμε ότι ο ένας τόνος διαρροής ισοδυναμεί με 175.696 €.

Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε να υπολογίσουμε για αυτήν την περίπτωση το λόγο του αθροίσματος του συνολικού κόστους πετρελαιοκηλίδας κάθε περιστατικού προς την συνολική ποσότητα που διέρρευσε στη θάλασσα. Ο λόγος αυτός είναι:

Κεφάλαιο 3. Υπολογισμός του συνολικού κόστους

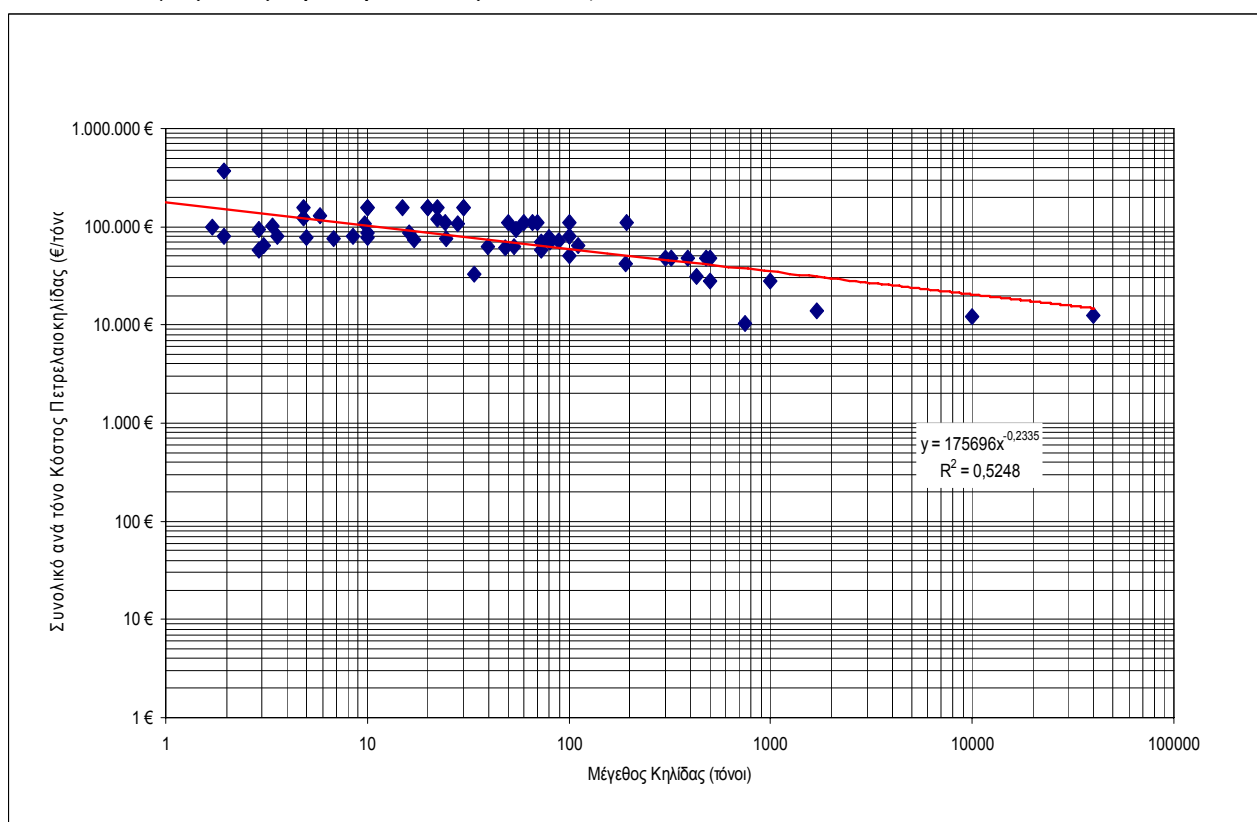
$$985.955.257\text{euro} / 58.412\text{tons} = 16.879\text{euro} / \text{ton}$$

Προέκυψε επίσης ο παρακάτω πίνακας:

Πίνακας 34Α - Στατιστικά στοιχεία που αφορούν το παραπάνω συνολικό κόστος.

	Υπερβολική παλινδρόμηση
Εξίσωση	$y=175.696x^{0,7665}$
R ²	0,9225
Μέση τιμή	15.405.551 €
Διάμεσος	3.266.961 €
Μέγιστο	503.070.791 €
Ελάχιστο	75.563 €
Τυπική απόκλιση	64.001.890 €
Διάστημα εμπιστοσύνης (95%)	15.680.175 €

Την ίδια διαδικασία ακολουθήσαμε και για το ανά τόνο συνολικό κόστος και για την συγκεκριμένη περίπτωση (το κόστος καθαρισμού των σημείων του Ζαγοραίου (2007) είναι υπολογισμένο με βάση τα δεδομένα του).



Σχήμα 25B - Συνολικό ανά τόνο κόστος πετρελαιοκηλίδας για την Ελλάδα (το κόστος καθαρισμού των σημείων του Ζαγοραίου είναι υπολογισμένο με βάση τα δεδομένα του).

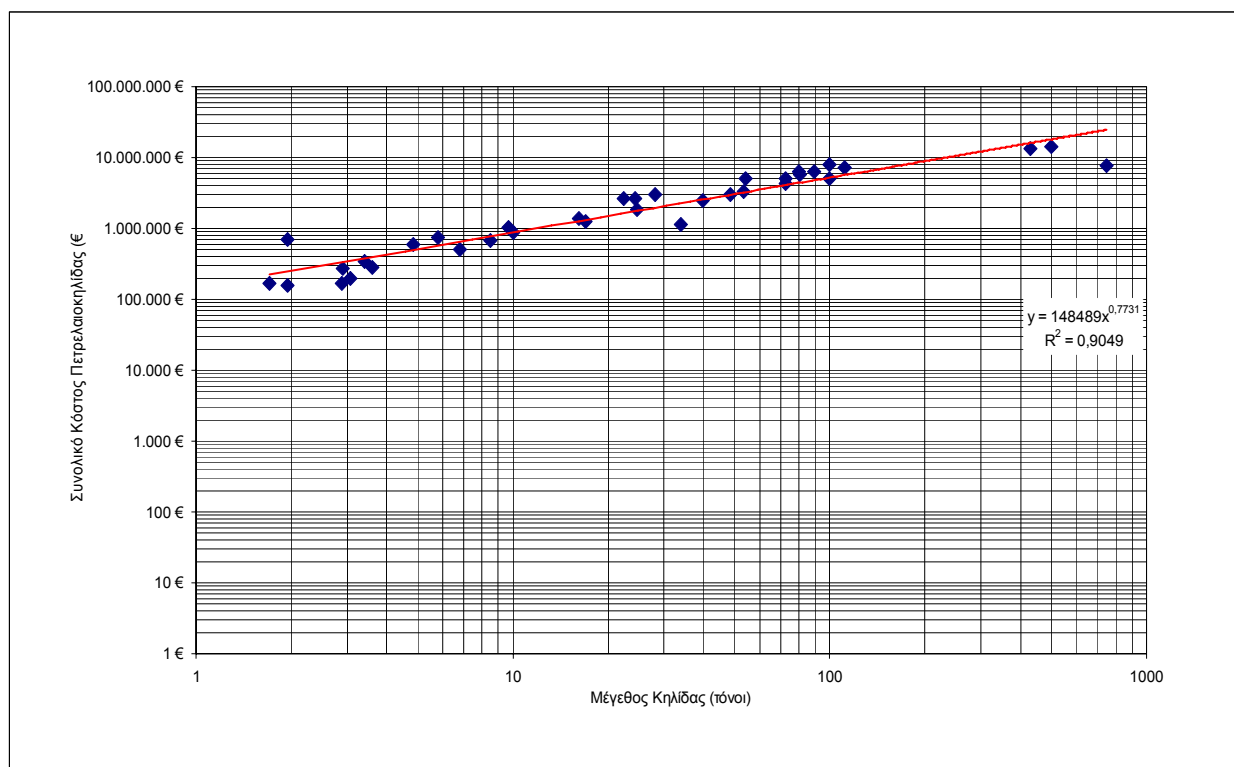
Παρατηρούμε ότι ο ένας τόνος διαρροής ισοδυναμεί με 175.696 €.

Πίνακας 34B - Στατιστικά στοιχεία που αφορούν το παραπάνω ανά τόνο συνολικό κόστος.

	Υπερβολική παλινδρόμηση
Εξίσωση	$y=175.696x^{-0,2335}$
R ²	0,5248
Μέση τιμή	89.434 €
Διάμεσος	78.984 €
Μέγιστο	366.426 €
Ελάχιστο	10.350 €
Τυπική απόκλιση	54.288 €
Διάστημα εμπιστοσύνης (95%)	13.300 €

Παρατηρούμε στα δύο παραπάνω σχήματα και συγκρίνοντας με τα σχήματα 24 και 25 ότι μεταβάλλεται το συνολικό κόστος εάν αλλάξουμε την μέθοδο υπολογισμού των σημείων της βάσης δεδομένων του Ζαγοραίου, αλλά προς μικρότερα μεγέθη.

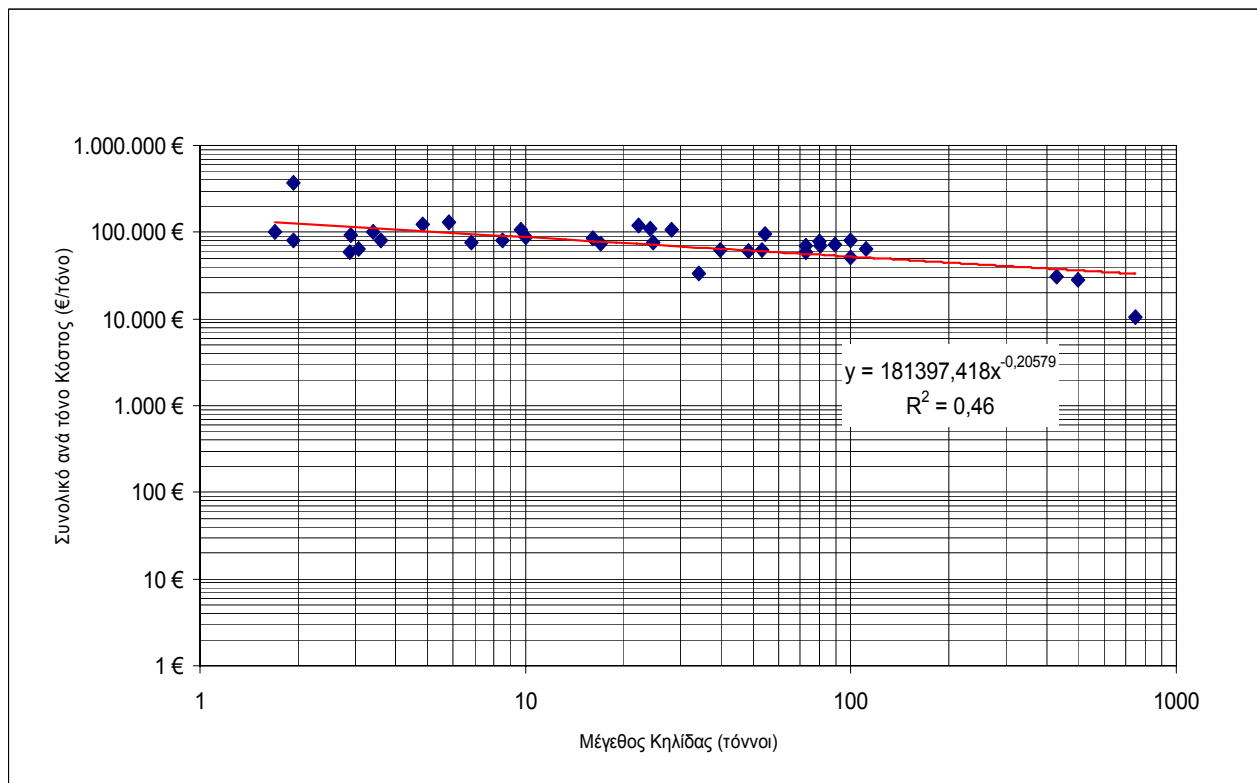
Επίσης, θα παρουσιάσουμε τα σχήματα 25A και 25B άλλη μια φορά, με τη διαφορά ότι τώρα θα συμπεριλάβουμε μόνο τα σημεία της βάσης δεδομένων του Ζαγοραίου (2008).



Σχήμα 25Γ - Συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας για την Ελλάδα (περιλαμβάνονται μόνο τα σημεία της βάσης δεδομένων του Ζαγοραίου).

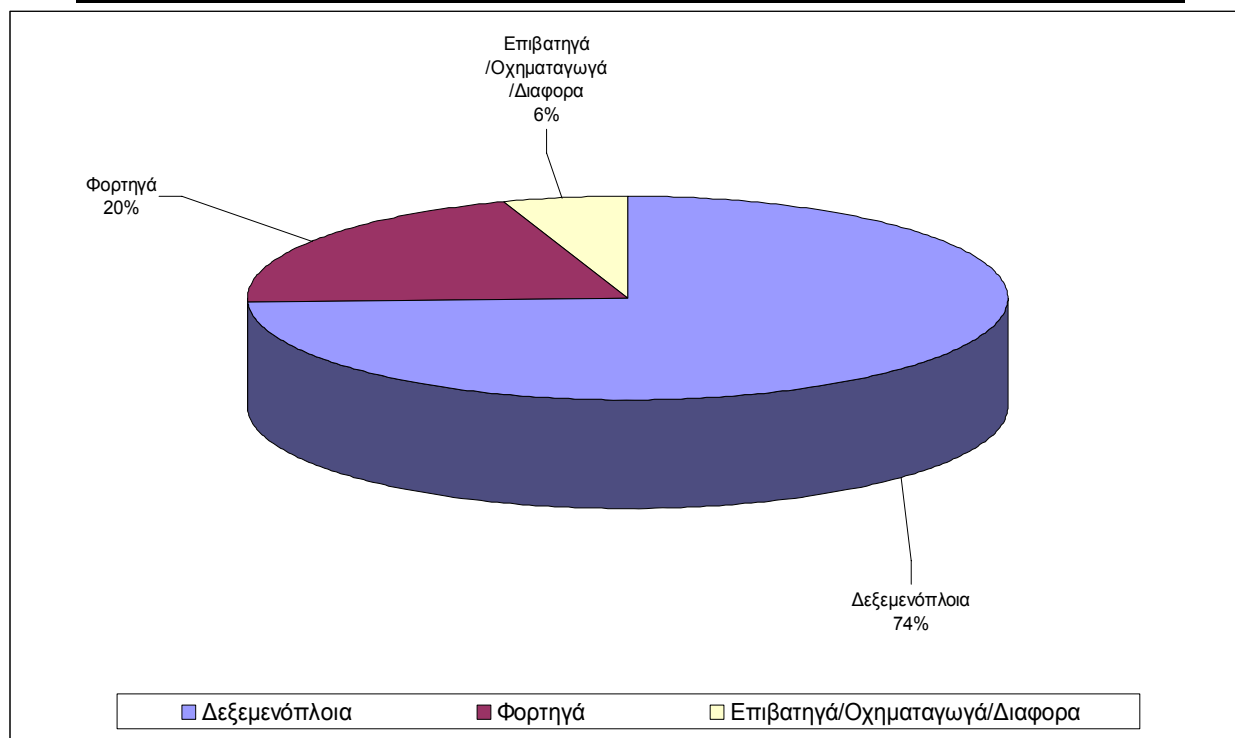
Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε να υπολογίσουμε για αυτήν την περίπτωση το λόγο του αθροίσματος του συνολικού κόστους πετρελαιοκηλίδας κάθε περιστατικού προς την συνολική ποσότητα που διέρρευσε στη θάλασσα. Ο λόγος αυτός είναι:

$$117.883.362\text{euro} / 2.963\text{tons} = 39.785\text{euro} / \text{ton}$$



Σχήμα 25Δ - Συνολικό ανά τόνο κόστος πετρελαιοκηλίδας για την Ελλάδα (περιλαμβάνονται μόνο τα σημεία της βάσης δεδομένων του Ζαγοραίου).

Τέλος, στο παρακάτω Σχήμα 26 φαίνονται τα ποσοστά του κόστους καθαρισμού, του οικονομικού κόστους και του περιβαλλοντικού κόστους, επί του συνολικού κόστους πετρελαιοκηλίδων που επιβάρυνε την ελληνική κοινωνία την τελευταία τριακονταετία. Αθροίσαμε δηλαδή όλα τα κόστη πετρελαιοκηλίδων από το 1979 έως το 2008 (Πίνακας 35 στο τέλος της παραγράφου 3.3) και δείξαμε την αναλογία των συνιστωσών που προκύπτει σύμφωνα με τους υπολογισμούς μας.



Σχήμα 26 - Κατανομή του κόστους πετρελαιοκηλίδων από το 1979 έως το 2008 ανά τύπο πλοίου.

Βλέπουμε καθαρά ότι τον κύριο λόγο σε ότι αφορά το κόστος πετρελαιοκηλίδας έχουν τα δεξαμενόπλοια. Στον Πίνακα 35 που ακολουθεί παρατίθενται όλα τα ιστορικά στοιχεία που έχουμε στη διάθεση μας και που αφορούν περιστατικά διαρροής πετρελαίου στις Ελληνικές θάλασσες. Παρουσιάζονται τα στοιχεία του κάθε συμβάντος καθώς και οι στήλες με τα αποτελέσματα των υπολογισμών μας για το συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας και τις συνιστώσες του.

α/α	Όνομα πλοίου	Τύπος πλοίου	DWT	Ημερομηνία	Θέση	Θέση	Τύπος πετρελαίου	Ειδικό	Όγκος	Βάρος	Βαθμός Προε-	Κόστος Καθαρισμού	Κόστος Καθαρισμού	Κόστος	Οικονομικό	Περιβαλλοντικό	Συνολικό κόστος	Κόστος ανά	Κόστος ανά
								Βάρους (t/m3)	(m3)	(tons)	τοιμασίας (1έως3)	(Εtkin)	(Shahriari)	Καθαρισμού	Κόστος	Κόστος	κηλίδας	νοικοκυριό	τόνο
1	MESSINIAKI FRONTIS	Tanker	140218	2/3/1979	34 56 00 N	24 50 00 E	Heavy Crude Oil	0,935	10695	10000	1	130.836.792 €	30.605.123 €	30.605.123 €	67.013.967 €	25.592.331 €	123.211.421 €	36,0930 €	12.321 €
2	IRENES SERENADE	Tanker	105460	23/2/1980	36 55 48 N	21 40 24 E	Heavy Crude Oil	0,935	42781	40000	1	523.347.169 €	122.420.493 €	122.420.493 €	268.055.867 €	112.594.432 €	503.070.791 €	147,3672 €	12.577 €
3	PLATRES	Tanker	164629	18/3/1983	39 42 58 N	25 26 16 E	Heavy Fuel Oil	0,97	515	500	1	11.842.588 €	1.892.409 €	11.842.588 €	10.765.989 €	1.194.357 €	23.802.935 €	6,9727 €	47.606 €
4	ACT 1	Container Ship	28225	26/7/1983	37 58 00 N	23 35 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	68	66	1	3.644.134 €	249.798 €	3.644.134 €	3.552.777 €	157.428 €	7.354.338 €	2,1543 €	111.429 €
5	WORTHY	Tanker	71152	30/4/1990	36 55 12 N	21 35 12 E	Heavy Fuel Oil	0,97	23	22	2	1.317.609 €	97.961 €	1.317.609 €	2.161.703 €	53.208 €	3.532.520 €	1,0348 €	158.338 €
6	NAFKRATIS	Tanker	261062	1/5/1990	37 45 00 N	23 40 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	5	5	2	286.437 €	21.296 €	286.437 €	469.935 €	11.566 €	767.939 €	0,2250 €	158.338 €
7	GARBIS	Tanker	472	16/4/1992	37 55 00 N	23 00 00 E	Diesel Oil	0,85	12	10	2	143.920 €	2.031.751 €	143.920 €	614.295 €	27.215 €	785.430 €	0,2301 €	78.543 €
8	GEROI KOUNOMORYA	Tanker	55870	3/5/1992	38 28 00 N	24 47 00 E	Heavy Crude Oil	0,935	1818	1700	2	32.007.147 €	6.233.174 €	6.233.174 €	13.291.103 €	4.230.466 €	23.754.743 €	6,9586 €	13.973 €
9	PAVLOS KOUNTOURIOTIS	Tanker	784	13/7/1992	37 54 00 N	23 00 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	15	15	2	885.887 €	65.863 €	885.887 €	1.453.409 €	35.773 €	2.375.069 €	0,6957 €	158.338 €
10	ILIAD	Tanker	83466	9/10/1993	36 52 33 N	21 35 24 E	Heavy Crude Oil	0,935	342	320	2	9.445.778 €	1.173.303 €	9.445.778 €	5.003.710 €	792.560 €	15.242.048 €	4,4649 €	47.631 €
11	KRITI SEA	Tanker	123436	9/8/1996	37 55 00 N	23 08 00 E	Heavy Crude Oil	0,935	321	300	2	8.855.417 €	1.099.972 €	8.855.417 €	4.690.978 €	742.974 €	14.289.369 €	4,1859 €	47.631 €
12	DYSTOS	Cement Carrier	6.197	28/12/1996	38 32 11 N	24 28 43 E	Heavy Fuel Oil	0,97	72	70	2	3.864.990 €	307.362 €	3.864.990 €	3.768.096 €	166.972 €	7.800.058 €	2,2849 €	111.429 €
13	ELENAMARIA	General Cargo	2460	11/5/1999	37 57 10 N	23 36 23 E	Heavy Fuel Oil	0,97	31	30	2	1.771.774 €	131.726 €	1.771.774 €	2.906.817 €	71.550 €	4.750.141 €	1,3915 €	158.338 €
14	DUBAI TRADER	Container Ship	8717	26/10/1999	35 30 00 N	26 16 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	31	30	2	1.771.774 €	131.726 €	1.771.774 €	2.906.817 €	71.550 €	4.750.141 €	1,3915 €	158.338 €
15	KOSTIS	General Cargo	2122	10/11/1999	37 57 00 N	23 42 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	21	20	2	1.181.183 €	87.818 €	1.181.183 €	1.937.878 €	47.698 €	3.166.759 €	0,9277 €	158.338 €
16	REET	General Cargo	1415	18/1/2000	28 01 52 N	23 33 04 E	Diesel Oil	0,85	10	9	2	122.332 €	2.031.586 €	122.332 €	522.150 €	23.133 €	667.616 €	0,1956 €	78.543 €
17	SEKAVIN IV	Tanker	798	9/3/2000	37 58 00 N	23 30 00 E	Diesel Oil	0,85	11,765	10	2	143.920 €	2.031.751 €	143.920 €	614.295 €	27.215 €	785.430 €	0,2301 €	78.543 €
18	AGELIKI	Tanker	27360	21/4/2000	37 57 05 N	23 34 03 E	Heavy Fuel Oil	0,97	75	73	2	4.016.829 €	319.436 €	4.016.829 €	3.916.129 €	173.533 €	8.106.491 €	2,3747 €	111.429 €
19	KEMEROVO	General Cargo	19943	27/4/2000	37 57 05 N	23 34 03 E	Heavy Fuel Oil	0,97	5	5	2	286.437 €	21.296 €	286.437 €	469.935 €	11.566 €	767.939 €	0,2250 €	158.338 €
20	GLOBAL VICTORY	General Cargo	149155	10/5/2000	37 55 19 N	23 33 56 E	Heavy Fuel Oil	0,97	3	3	2	172.310 €	12.777 €	172.310 €	187.974 €	6.940 €	367.224 €	0,1076 €	126.194 €
21	PRINCESS CAROLA	General Cargo	23151	2/6/2000	37 55 19 N	23 33 56 E	Heavy Fuel Oil	0,97	2	2	2	114.873 €	8.518 €	114.873 €	125.316 €	4.626 €	244.816 €	0,0717 €	126.194 €
22	KARAPIPERIS 8	Tug	138	12/7/2000	37 57 41 N	23 34 03 E	Diesel Oil	0,85	2	2	2	24.765 €	2.030.838 €	24.765 €	68.924 €	4.626 €	98.315 €	0,0288 €	57.832 €
23	ATAANANTH	Yaght	88	27/8/2000	38 40 36 N	23 07 42 E	Diesel Oil	0,85	8	7	2	97.866 €	2.031.399 €	97.866 €	417.720 €	18.506 €	534.092 €	0,1565 €	78.543 €
24	NORLAND	General Cargo	9050	29/8/2000	36 00 00 N	23 00 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	103	100	2	5.521.415 €	439.088 €	5.521.415 €	5.382.995 €	238.555 €	11.142.964 €	3,2642 €	111.430 €
25	EUROBULKER X	Bulk Carrier	35.264	1/9/2000	38 25 00 N	23 41 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	103	100	2	5.521.415 €	439.088 €	5.521.415 €	5.382.995 €	238.555 €	11.142.964 €	3,2642 €	111.430 €
26	LADY EMA	Tanker	31858	23/9/2000	28 01 52 N	23 33 04 E	Heavy Fuel Oil	0,97	3,5	3	2	201.028 €	14.907 €	201.028 €	219.303 €	8.096 €	428.427 €	0,1255 €	126.194 €
27	CAPTAIN SPYROS	General Cargo	3605	11/10/2000	37 57 20 N	23 35 05 E	Heavy Fuel Oil	0,97	75	73	2	4.016.829 €	319.436 €	4.016.829 €	3.916.129 €	173.533 €	8.106.491 €	2,3747 €	111.429 €
28	POLIXENI	Tanker	29974	29/10/2000	36 29 00 N	28 13 47 E	Heavy Fuel Oil	0,97	6	6	2	343.724 €	25.555 €	343.724 €	563.923 €	13.880 €	921.526 €	0,2699 €	158.338 €
29	FOUR ASTRA	Ore/Bulk/Oil Carrier	54499	10/11/2000	37 58 00 N	23 23 00 E	Heavy Crude Oil	0,935	800	748	2	14.083.145 €	2.742.596 €	14.083.145 €	5.848.085 €	1.855.337 €	21.786.568 €	6,3821 €	29.126 €
30	CITY OF HYDRA	Ferry/General Cargo	161	24/11/2000	38 02 00 N	23 33 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	1	1	2	57.586 €	4.259 €	57.586 €	15.665 €	2.313 €	75.563 €	0,0221 €	77.900 €
31	POLIDEFKIS P	General Cargo	30244	5/4/2001	37 55 19 N	23 33 56 E	Heavy Fuel Oil	0,97	25	24	2	1.432.184 €	106.479 €	1.432.184 €	2.349.677 €	57.835 €	3.839.696 €	1,1248 €	158.338 €
32	XANA	General Cargo	8891	5/5/2001	39 07 00 N	23 29 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	82	80	2	4.417.132 €	351.270 €	4.417.132 €	4.306.396 €	190.831 €	8.914.359 €	2,6113 €	111.429 €
33	ATALANTI I	General Cargo	6705	15/5/2001	37 55 19 N	23 33 56 E	Heavy Fuel Oil	0,97	10	10	2	572.874 €	42.592 €	572.874 €	939.871 €	23.133 €	1.535.877 €	0,4499 €	158.338 €
34	NERAIDA	Passenger Ship		1/6/2001	36 29 00 N	28 13 47 E	Diesel Oil	0,85	3,6	3	2	44.577 €	2.030.987 €	44.577 €	124.063 €	8.328 €	176.967 €	0,0518 €	57.832 €
35	JACOPO	Tanker	2358	9/6/2001	37 55 00 N	23 08 00 E	Lubricating Oil	0,8	240	192	2	2.577.932 €	58.188 €	2.577.932 €	5.012.645 €	555.600 €	8.146.176 €	2,3863 €	42.428 €
36	VASILIKI	Tanker	1700	18/6/2001	36 25 00 N	23 07 00 E	Diesel Oil	0,85	118	100	2	1.263.692 €	2.041.647 €	1.263.692 €	2.457.179 €	272.246 €	3.993.116 €	1,1697 €	39.931 €
37	MUZAFFER SENKAYA	General Cargo	1339	3/7/2001	39 07 00 N	25 19 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	62	60	2	3.312.849 €	263.453 €	3.312.849 €	3.229.797 €	143.114 €	6.685.759 €	1,9585 €	111.429 €
38	WAVE A	Tanker	32751	13/9/2001	36 25 00 N	25 27 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	1031	1000	2	23.685.177 €	4.390.879 €	4.390.879 €	21.531.979 €	2.392.672 €	28.315.530 €	8,2946 €	28.316 €
39	SEACROSS	Tanker	265,551	12/11/2001	37 56 49 N	23 33 25 E	Heavy Fuel Oil	0,97	56	54	2	2.999.232 €	238.513 €	2.999.232 €	2.924.043 €	129.563 €	6.052.838 €	1,7731 €	111.429 €
40	ZALIV	Passenger Ship		2/8/2002	37 57 20 N	23 35 05 E	Heavy Fuel Oil	0,97	23	22	2	1.317.609 €	97.961 €	1.317.609 €	2.161.703 €	53.208 €	3.532.520 €	1,0348 €	158.338 €
41	MSC NOA	General Cargo	44552	5/12/2002	36 55 17 N	27 02 01 E	Heavy Fuel Oil	0,97	50	49	2	2.677.886 €	212.958 €	2.677.886 €	2.610.752 €	115.679 €	5.404.318 €	1,5831 €	111.429 €
42	P&O NEDLLOYD CAPRI	General Cargo	8160	5/3/2003	37 00 00 N	27 03 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	515	500	2	11.842.588 €	2.195.440 €	11.842.588 €	10.765.989 €	1.194.357 €	23.802.935 €	6,9727 €	47.606 €
43	TSIMENTAS	General Cargo	1625	25/5/2003	35 28 30 N	26 58 30 E	Heavy Fuel Oil	0,97	115	112	2	6.159.138 €	489.803 €	6.159.138 €	6.004.731 €	266.118 €	12.429.987 €	3,6412 €	111.430 €
44	MEDOIL III	Tanker	3493	11/7/2003	38 02 00 N	23 33 00 E	Heavy Fuel Oil	0,97	200	194	2	10.711.544 €	851.831 €	10.711.544 €	10.443.010 €	462.940 €	21.617.495 €	6,3325 €	111.430 €
45	FLYING DOLPHIN XXIV	Flying Dolphin	14	21/7/2003	39 04 41 N	23 03 10 E	Diesel Oil	0,85	19	16	2	232.432 €	2.032.427 €	232.432 €	992.086 €	43.954 €	1.268.471 €	0,3716 €	78.543 €
46	MILITOS	Tanker	8283	9/8/2003	37 56 39 N	23 37 55 E	Diesel Oil	0,85	3,4	3	2	42.100 €	2.030.969 €	42.100 €	117.171 €	7.865 €	167.136 €	0,0490 €	57.832 €
47	AGGELIKA	Passenger Ship		23/8/2003	39 08 11 N	23 37 55 E	Diesel Oil	0,85	29	25	2	354.764 €	2.033.361 €	354.764 €	1.514.236 €	67.089 €	1.936.090 €	0,5671 €	78.543 €
48	SVYATOY PANTELEYMON	General Cargo	26732	10/11/2003	39 56 11 N	25 57 34 E	Heavy Fuel Oil	0,97	495	480	2	11.368.885 €	2.107.622 €	11.368.885 €	10.335.350 €	1.146.506 €	22.850.741 €	6,6938 €	47.606 €
49	AFRICA	Tanker	4502	24/12/2003	36 45 25 N	24 27 52 E	Diesel Oil	0,85	40	34	2	429.655 €	2.034.390 €	429.655 €	835.441 €	92.540 €	1.357.636 €	0,3977 €	39.930 €
50	ORNELLA	General Cargo	8001	18/5/2004	37 55 19 N	23 33 56 E	Heavy Fuel Oil	0,97	2	2	2	114.873 €	8.518 €	114.873 €	125.316 €	4.626 €	244.816 €	0,0717 €	126.194 €
51	SADALSUUD	Tanker	3145	6/6/2004	38 01 34 N	23 33 20 E	Heavy Fuel Oil	0,97	3,7	4	2	212.515 €	15.759 €	212.515 €	231.835 €	8.559 €	452.909 €	0,1327 €	126.194 €
52	AFROS	Tanker	1629	1/8/2004	28 01 52 N	23 33 04 E	Heavy Fuel Oil	0,97	92	89	2	4.927.310 €	391.842 €	4.927.310 €	4.803.785 €	212.879 €	9.943.974 €	2,9129 €	111.430 €
53	AVANTIS	General Cargo	1160	19/11/2004	37 41 10 N	23 17 51 E	Heavy Fuel Oil	0,97	83	81	2	4.445.291 €	353.510 €	4.445.291 €	4.333.				

3.4 Συνολικό κόστος

Στην παράγραφο αυτή θα αναλύσουμε το συνολικό κόστος, δηλαδή αυτό δηλαδή αυτό που προκύπτει σαν άθροισμα του κόστους λόγω ανθρωπίνων απωλειών και του κόστους πετρελαιοκηλίδας. Στην αρχή του κεφαλαίου ορίσαμε τη σχέση :

$$C(\$) = w_1 \times (N \times VSL) + w_2 \times K_{OILSPILL}$$

ή πιο αναλυτικά

$$C(\$) = w_1 \times (N \times VSL) + w_2 \times (K_{CLEANUP} + K_{ECON} + K_{ENV}) \quad (26)$$

- Όπου: C - Συνολικό Κόστος σε €,
 N - Αριθμός ανθρώπων που έχασαν την ζωή τους,
 VSL - Αξία της στατιστικής ζωής,
 $K_{OILSPILL}$ - Συνολικό κόστος πετρελαιοκηλίδας,
 $K_{CLEANUP}$ - Κόστος καθαρισμού,
 K_{ECON} - Οικονομικό κόστος,
 K_{ENV} - Περιβαλλοντικό κόστος.
 w_1, w_2 - Συντελεστές βαρών μεταξύ κόστους σε ανθρώπινες ζωές και κόστους πετρελαιοκηλίδας.

Σε ότι αφορά τους συντελεστές βαρών w_1 και w_2 , τονίσαμε στην εισαγωγή ότι είναι χρήσιμοι σε αυτή τη σχέση στην περίπτωση που ο λήπτης αποφάσεων που χρησιμοποιεί το κριτήριο αποδοχής ρίσκου, θέλει να δώσει περισσότερο βάρος σε έναν από τους δύο όρους. Ωστόσο επειδή τόσο η μέθοδος για τον υπολογισμό της αξίας της στατιστικής ζωής όσο και η μεθοδολογία που ακολουθήσαμε για τον περιβαλλοντικό κόστος βασίζονται στην συμπεριφορά αλλά και τις απόψεις (Willingness to Pay) της ίδιας της κοινωνίας, θεωρούμε ότι ενδεικνύομενες τιμές είναι οι $w_1=1$ και $w_2=1$. Ωστόσο συμπεριλαμβάνουμε τους συντελεστές αυτούς στην σχέση (26) για την περίπτωση που ο λήπτης αποφάσεων για υποκειμενικούς λόγους ή λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένες τοπικές ή συγκυριακές ιδιαιτερότητες, θέλει να δώσει βαρύτητα σε έναν από τους δύο όρους της σχέσης (26). Στους υπολογισμούς μας στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας θα χρησιμοποιήσουμε τις παραπάνω ενδεικνύομενες τιμές.

Με βάση τώρα τα στατιστικά δεδομένα που έχουμε τόσο για τους θανάτους έπειτα από ναυτικά ατυχήματα όσο και για τις πετρελαιοκηλίδες για τις ελληνικές θάλασσες υπολογίζουμε το συνολικό κόστος για κάθε ατύχημα. Για παράδειγμα ένα ατύχημα μπορεί να έχει τρεις θανάτους αλλά και ταυτόχρονα διαρροή 1000 τόνων αργού

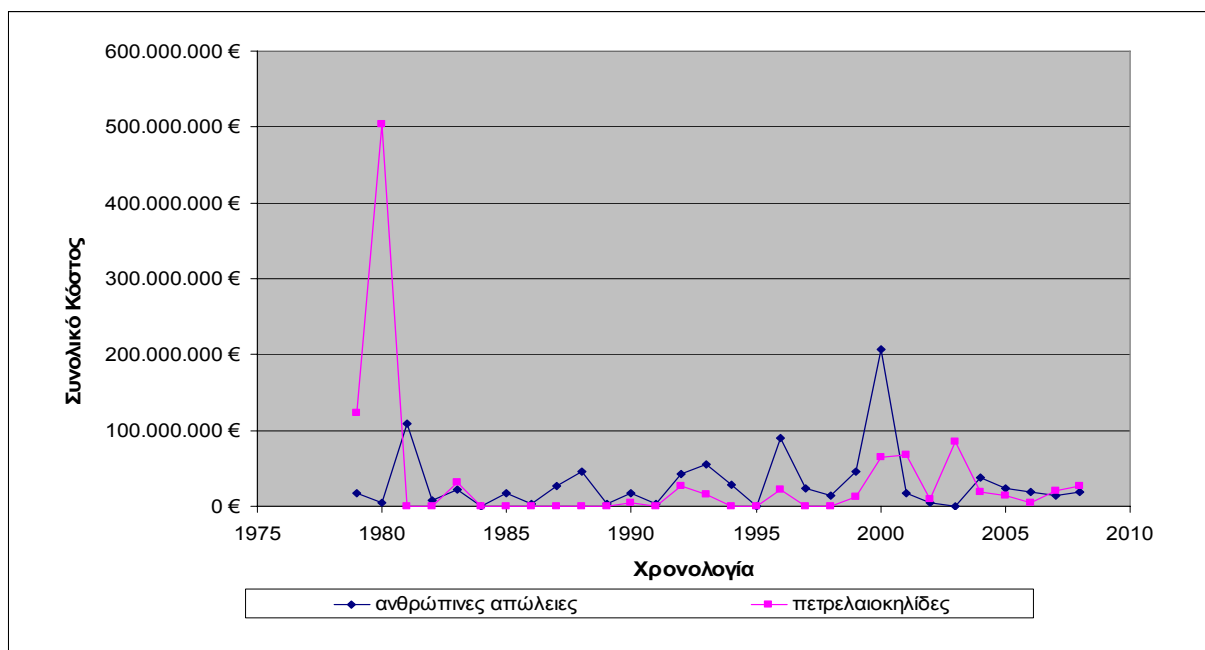
Κεφάλαιο 3. Υπολογισμός του συνολικού κόστους

πετρελαίου στη θάλασσα και σε αυτή την περίπτωση με τη βοήθεια της σχέσης (26) μπορούμε να έχουμε ένα μέτρο των συνεπειών του περιστατικού σαν σύνολο. Στον Πίνακα 37 που παρατίθεται στο τέλος του κεφαλαίου ανεξαιρέτως τα περιστατικά που έχουμε στη διάθεση μας, είτε είχαν μόνον ανθρώπινες απώλειες, είτε μόνο διαρροή πετρελαίου, είτε και τα δυο μαζί. Για κάθε ένα από αυτά, με τις μεθόδους που αναλύσαμε στα προηγούμενα αλλά και με τη βοήθεια της σχέσης (26), υπολογίζουμε το συνολικό κόστος και το παραθέτουμε σε ξεχωριστή στήλη. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά μπορούμε να κάνουμε μια περαιτέρω στατιστική ανάλυση που θα αφορά βέβαια το σύνολο των περιστατικών και την περίοδο από 1979 έως 2008. Αρχικά υπολογίζουμε τα παρακάτω στατιστικά στοιχεία που αφορούν τα δεδομένα του Πίνακα 37.

Πίνακας 36 - Στατιστικά στοιχεία που αφορούν το συνολικό κόστος.

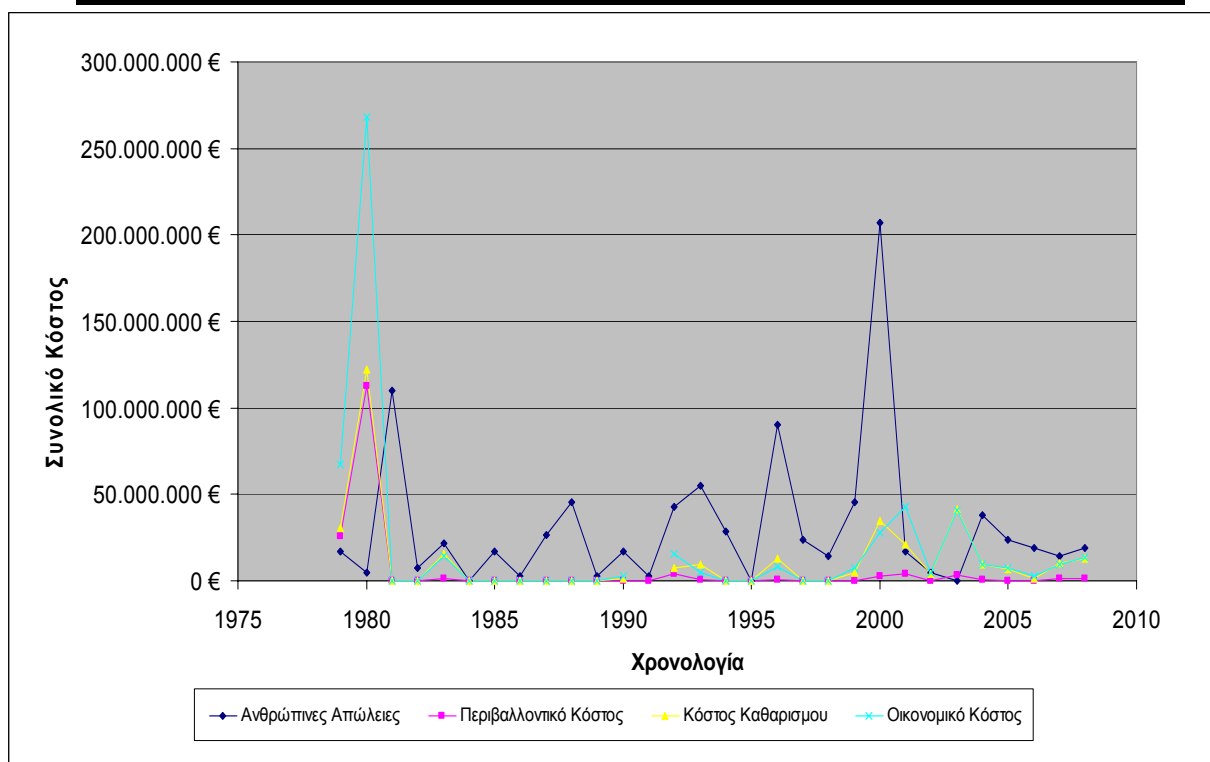
	Υπερβολική παλινδρόμηση
Μέση τιμή	15.022.654 €
Διάμεσος	4.766.108 €
Γεωμετρικός μέσος	3.707.367 €
Αρμονικός μέσος	1.468.274 €
Μέγιστο	507.836.899 €
Ελάχιστο	75.563 €
Τυπική απόκλιση	48.848.501 €
Διάστημα εμπιστοσύνης (95%)	8.364.956 €

Στα παρακάτω Σχήματα 27 και 28 παρουσιάζουμε σε χρονοσειρά τα ετήσια κόστη του κάθε είδους που προκύπτουν από τους υπολογισμούς μας, με στόχο να δείξουμε την βαρύτητα που έχει το κάθε είδος.



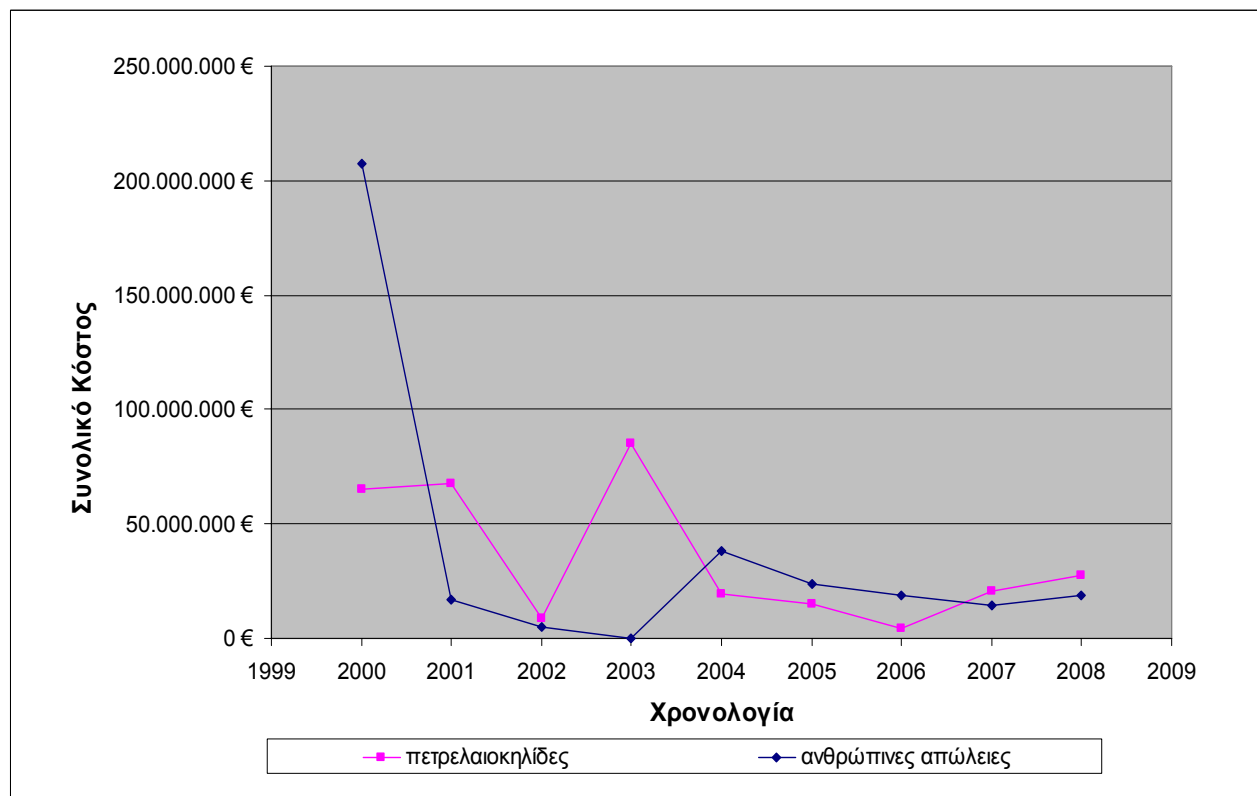
Σχήμα 27 - Συνολικό κόστος ατυχημάτων για την Ελλάδα από το 1979 έως το 2008.

Κεφάλαιο 3. Υπολογισμός του συνολικού κόστους



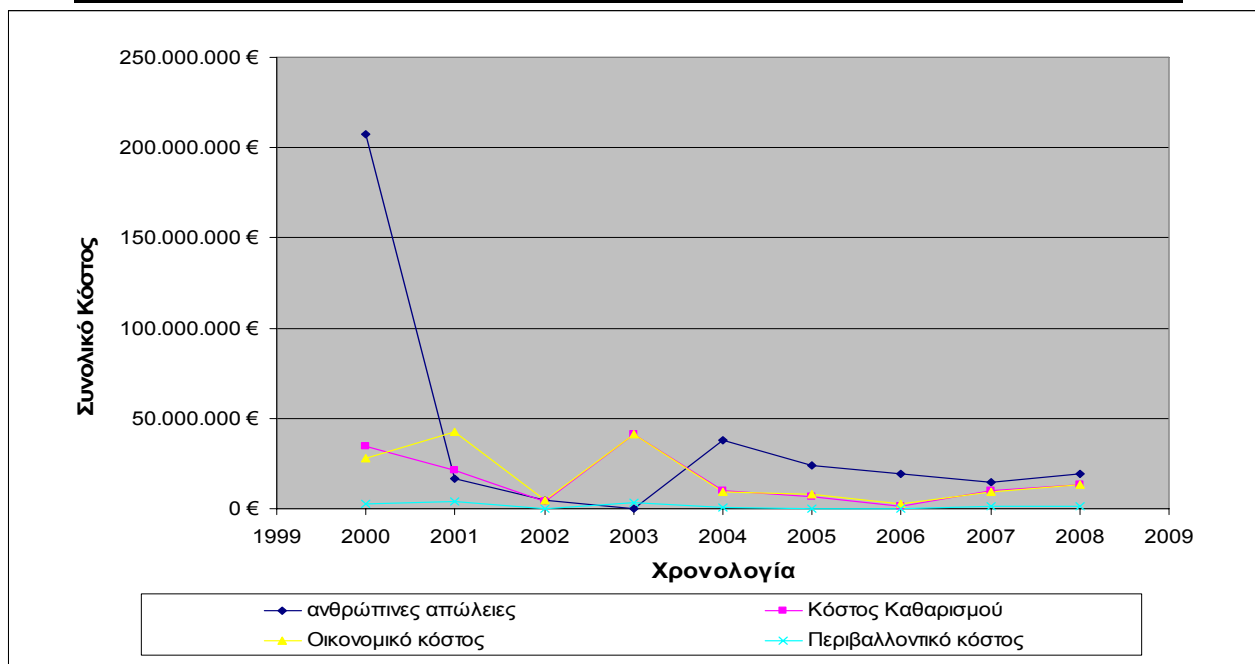
Σχήμα 28 - Συνολικό κόστος ατυχημάτων για την Ελλάδα από το 1979 έως το 2008 (αναλυτική παρουσίαση).

Λόγω της πληρέστερης ενημέρωσης των ιστορικών μας στοιχείων σε ότι αφορά τις μικρές πετρελαιοκηλίδες από το έτος 2000 και μετά, θα ξαναπαρουσιάσουμε τα παραπάνω σχήματα για την περίοδο 2000-2008 αυτή τη φορά.



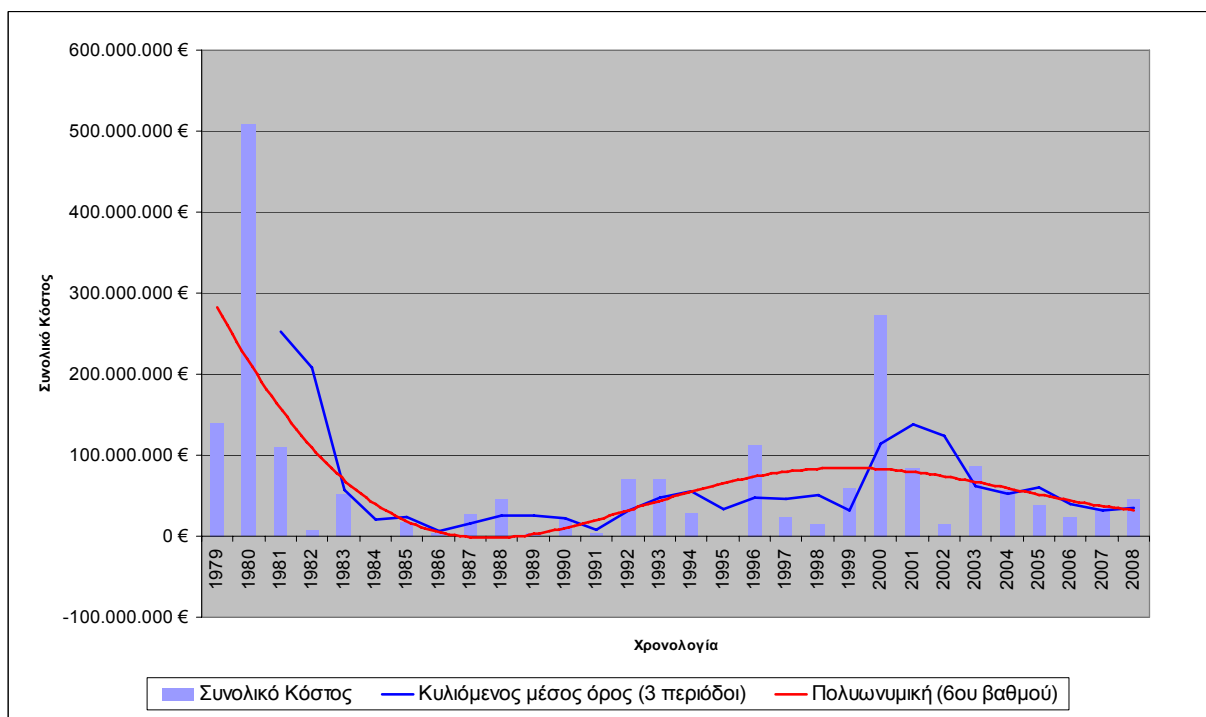
Σχήμα 29 - Συνολικό κόστος ατυχημάτων από το 2000 έως το 2008.

Κεφάλαιο 3. Υπολογισμός του συνολικού κόστους



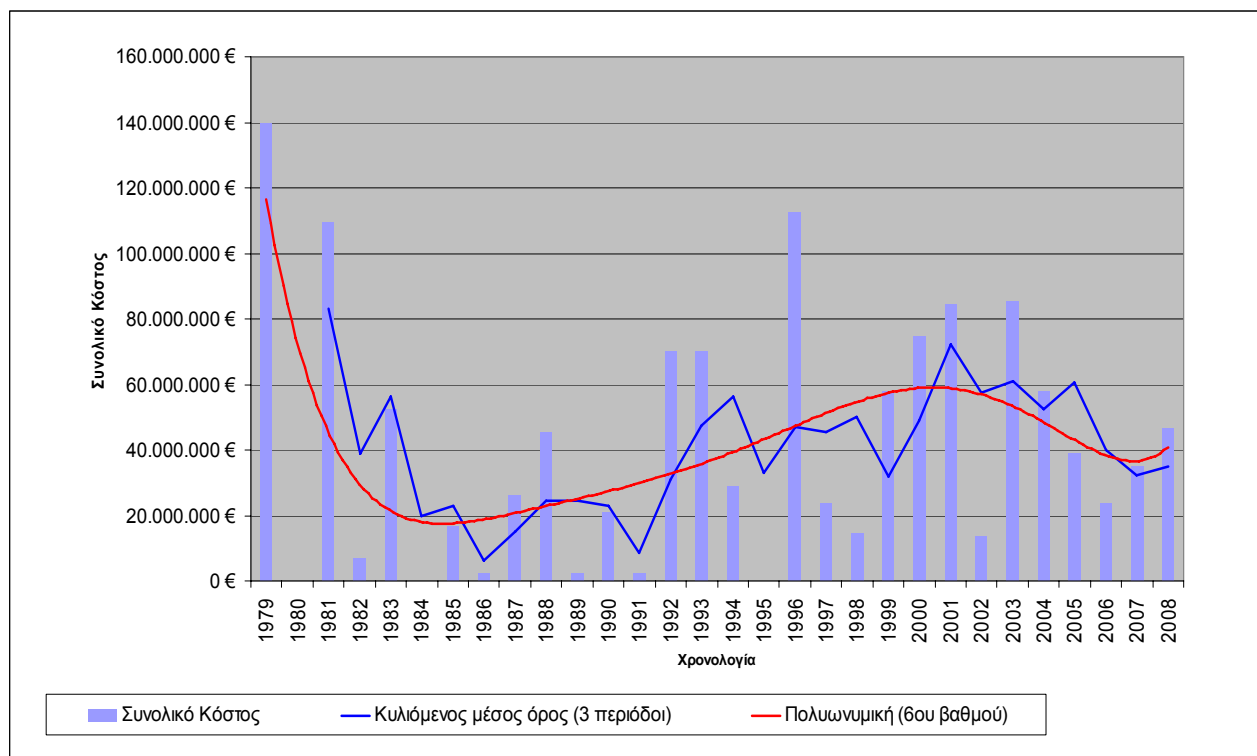
Σχήμα 30 - Συνολικό κόστος ατυχημάτων από το 2000 έως το 2008 (αναλυτική παρουσίαση).

Παρατηρούμε βέβαια ότι όπως αναφέραμε και στην Παράγραφο 3.2 το κόστος σε ανθρώπινες απώλειες εκτινάσσεται, λόγω του ατυχήματος του Express Samina (26/9/2000) το οποίο ορίσαμε σαν σημείο «outlier» και δεν το συμπεριλάβαμε κατά τους υπολογισμούς μας. Το ίδιο θα κάνουμε και για την συγκεκριμένη ανάλυση παλινδρόμησης για το συνολικό κόστος. Επίσης είχαμε θεωρήσει σαν «outlier» το ατύχημα με διαρροή πετρελαίου του Irenes Serenade (23/2/1980). Αρχικά παρουσιάζουμε την χρονοσειρά μαζί με τα σημεία «outliers».



Σχήμα 31 - Συνολικό κόστος ατυχημάτων από το 2000 έως το 2008. (ανάλυση παλινδρόμησης)

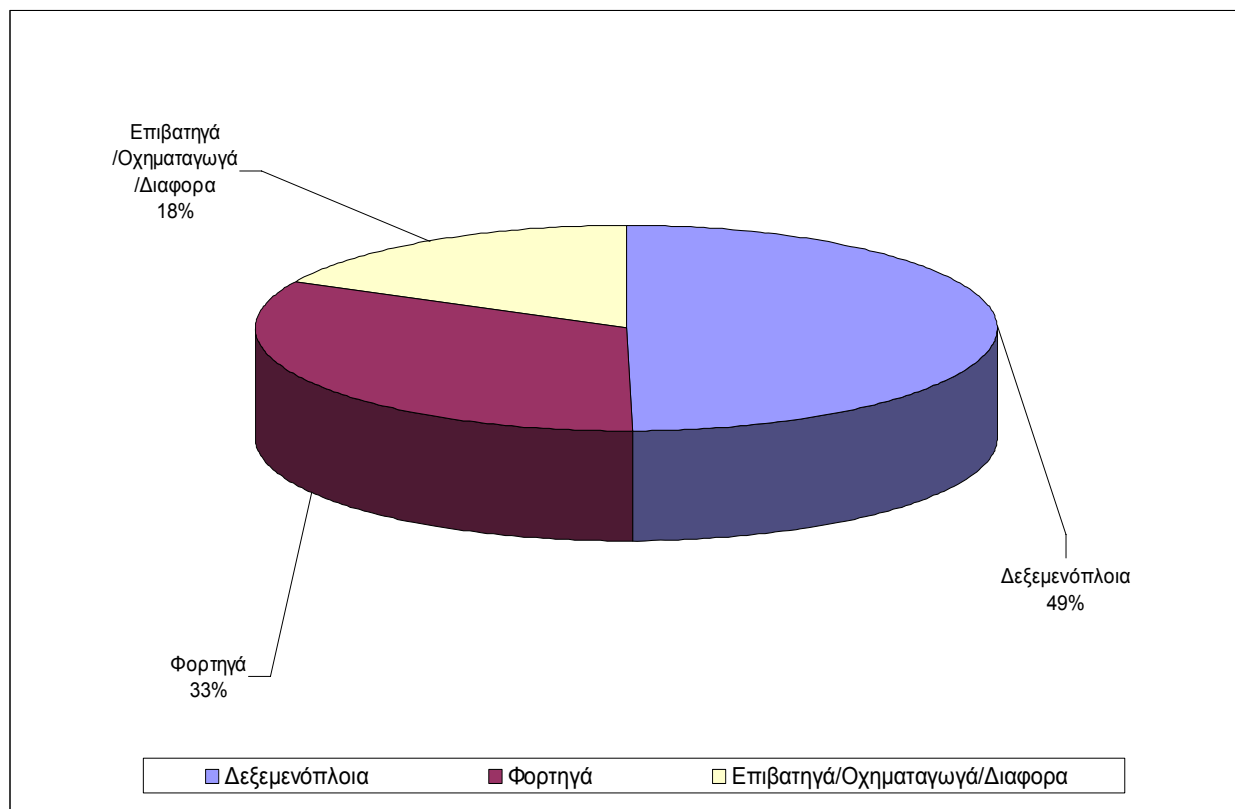
Στα παραπάνω σχήματα έχουμε κάνει ανάλυση παλινδρόμησης (πολυωνυμική έκτου βαθμού και κυλιόμενος μέσος όρος, παρουσιάζουν ενδιαφέρον) και για την περίοδο από 1979 έως 2008. Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζουμε την ίδια χρονοσειρά χωρίς τα σημεία «outliers» αυτή τη φορά.



Σχήμα 32 - Συνολικό κόστος ατυχημάτων από το 1979 έως το 2008
(ανάλυση παλινδρόμησης - με δύο σημεία «outliers»)

Παρατηρούμε ότι η εικόνα είναι σαφώς πιο ομαλοποιημένη από ότι προηγουμένως και μπορούμε να έχουμε ασφαλέστερη εκτίμηση ως προς τα πού θα κινηθεί το συνολικό κόστος στα αμέσως επόμενα χρόνια.

Ενδιαφέρον θα είχε να παρουσιάσουμε την επίδραση που έχει ο κάθε τύπος πλοίου στο συνολικό κόστος. Αυτό που είναι προφανές και φαίνεται από ανάλογο σχήμα που κάναμε προηγουμένως, είναι το γεγονός ότι τα δεξαμενόπλοια έχουν τον κύριο λόγο σε ότι αφορά το ρίσκο για διαρροή πετρελαίου στη θάλασσα. Σε ότι αφορά τις απώλειες ανθρωπίνων ζώων, αν και βέβαια τους περισσότερους ανθρώπους μεταφέρουν τα επιβατηγά πλοία, οι απώλειες είναι περισσότερες στα φορτηγά πλοία λόγω της αυξημένης επικινδυνότητας που έχουν τα συγκεκριμένα πλοία αλλά και του αυξημένου αριθμού τους σε σχέση με τα υπόλοιπα. Οι παραπάνω παράγοντες συντελούν στη διαμόρφωση του παρακάτω σχήματος.



Σχήμα 33 - Κατανομή του συνολικού κόστους από το 1979 έως το 2008 ανά τύπο πλοίου.

Σε ότι αφορά τα επιμέρους κόστη (κόστος σε ανθρώπινες απώλειες και κόστος πετρελαιοκηλίδας), ανάλογα σχήματα έχουμε ήδη παρουσιάσει.

Μπορούμε να πούμε σε αυτό το σημείο ότι έχουμε μια σαφή εικόνα σε ότι αφορά το συνολικό κόστος και τις συνιστώσες του. Ακολουθεί ο Πίνακας 37 που αναφέραμε προηγουμένως και ο οποίος περιέχει όλα τα περιστατικά που συνέβησαν στο παρελθόν και τα αποτελέσματα των υπολογισμών για το κάθε ένα από αυτά.

α/α	IMO	Όνομα πλοίου	Τύπος πλοίου	DWT	Ημερομηνία	Θέση	Θέση	Κόστος Απωλειών	Συνολικό κόστος κηλίδας	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
1	5079848	VERNICOS NANA	Tug	0	17/1/1979	37 57 44 N	23 32 42 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
2	7389120	MESSINIAKI FRONTIS	Tanker	140218	2/3/1979	34 56 00 N	24 50 00 E	-	123.211.421 €	123.211.421 €
3	6813277	AL WASEL	Tanker	128.096	8/6/1979	37 58 00 N	23 35 00 E	7.583.282 €	-	7.149.161 €
4	5109655	MARINA T	General Cargo	13.447	19/11/1979	37 57 00 N	23 42 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
5	6400563	FROZEN SAILOR	General Cargo	833	20/11/1979	37 57 00 N	23 32 00 E	5.055.521 €	-	4.766.108 €
6	6523937	IRENES SERENADE	Tanker	105460	23/2/1980	36 55 48 N	21 40 24 E	5.055.521 €	503.070.791 €	507.836.899 €
7	5062390	LIZA	General Cargo	5.780	10/1/1981	39 44 29 N	25 23 25 E	10.111.042 €	-	9.532.215 €
8	6819867	DENIZ SONMEZ	General Cargo	6.359	17/1/1981	35 20 00 N	22 43 00 E	85.943.861 €	-	81.023.830 €
9	6810275	TROIKA	Liquefied Gas Tanker	3.279	9/2/1981	38 02 00 N	23 33 00 E	15.166.564 €	-	14.298.323 €
10	7378573	TAYGETOS	Tanker	259.806	5/6/1981	37 59 00 N	23 34 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
11	5065251	CAVO SIDERO	General Cargo	4.240	23/12/1981	37 56 15 N	23 35 02 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
12	7364039	MARIANNA VII	Tanker	135.900	18/1/1982	38 00 00 N	23 20 00 E	5.055.521 €	-	4.766.108 €
13	5290301	TAREK	General Cargo	6.024	7/5/1982	40 38 00 N	22 56 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
14	5045184	MAYA	General Cargo	1.752	11/2/1983	35 39 35 N	25 15 57 E	17.694.324 €	-	16.681.377 €
15	5182425	GIANNAKIS	General Cargo	4.565	1/3/1983	36 47 00 N	27 17 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
16	6924703	PLATRES	Tanker	164629	18/3/1983	39 42 58 N	25 26 16 E	-	23.802.935 €	23.802.935 €
17	6901426	ACT 1	Container Ship	28225	26/7/1983	37 58 00 N	23 35 00 E	-	7.354.338 €	7.354.338 €
18	5102528	ALEXANDROS M	General Cargo	875	21/10/1983	37 27 00 N	25 34 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
19	5100972	KRITI	General Cargo	833	20/10/1985	35 51 38 N	24 23 29 E	17.694.324 €	-	16.681.377 €
20	6722636	ARMADORES II	Tug	0	20/6/1986	37 57 00 N	23 42 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
21	5201350	NIKOLAOS L.	General Cargo	904	18/1/1987	40 40 00 N	25 10 00 E	25.277.606 €	-	23.830.538 €
22	7300813	MARINICKI	Ore/Bulk/Oil Carrier	161.805	10/2/1987	37 57 54 N	23 20 27 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
23	5384047	CITY OF POROS	Ferry/General Cargo	205	11/7/1988	37 41 58 N	23 33 32 E	22.749.845 €	-	21.447.484 €
24	7931662	ANANGEL GREATNESS	Tanker	85.922	6/9/1988	37 58 00 N	23 35 00 E	15.166.564 €	-	14.298.323 €
25	5239022	JUPITER	Passenger	2.018	21/10/1988	37 57 00 N	23 42 00 E	10.111.042 €	-	9.532.215 €
26	7392476	ZAKYNTHOS	Roro Cargo/Ferry	0	28/12/1989	37 45 09 N	20 28 45 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
27	7379723	KRITI SEA	Tanker	123.436	13/2/1990	37 56 00 N	23 37 00 E	5.055.521 €	-	4.766.108 €
28	6611124	WORTHY	Tanker	71152	30/4/1990	36 55 12 N	21 35 12 E	-	3.532.520 €	3.532.520 €
29	7374759	NAFKRATIS	Tanker	261062	1/5/1990	37 45 00 N	23 40 00 E	-	767.939 €	767.939 €
30	7352763	SEA KING	Tanker	83.258	20/6/1990	34 48 15 N	26 28 58 E	12.638.803 €	-	11.915.269 €
31	6729103	SEA LION	General Cargo	3.373	1/2/1991	38 49 33 N	24 51 41 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
32	6807723	GARBIS	Tanker	472	16/4/1992	37 55 00 N	23 00 00 E	-	785.430 €	785.430 €
33	8023498	MERTKAN	General Cargo	3.200	29/4/1992	36 17 00 N	21 15 00 E	35.388.649 €	-	33.362.753 €
34	7710472	GEROI CHERNOMORYA	Tanker	55870	3/5/1992	38 28 00 N	24 47 00 E	-	23.754.743 €	23.754.743 €
35	7207334	LADY SKY	Tanker	154.900	13/5/1992	37 58 00 N	23 35 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
36	5407851	HASSAN	General Cargo	777	1/6/1992	34 28 00 N	35 49 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
37	6709830	PAVLOS KOUNTOURIOTIS	Tanker	784	13/7/1992	37 54 00 N	23 00 00 E	-	2.375.069 €	2.375.069 €
38	5410913	CHEMSTAR	Bulk Carrier	1.405	18/9/1992	37 58 00 N	23 35 00 E	5.055.521 €	-	4.766.108 €
39	5148326	COTY I	Cement Carrier	4.064	6/1/1993	36 52 00 N	23 33 00 E	42.971.930 €	-	40.511.915 €
40	7627716	SKALISTYY BEREG	Fish Carrier	9.288	27/1/1993	40 38 00 N	22 56 00 E	10.111.042 €	-	9.532.215 €
41	7111688	AECEO STAR	General Cargo	718	19/9/1993	38 49 59 N	26 47 23 E	5.055.521 €	-	4.766.108 €
42	7376367	ILIAD	Tanker	83466	9/10/1993	36 52 33 N	21 35 24 E	-	15.242.048 €	15.242.048 €
43	7640598	FALTICENI	General Cargo	4.795	5/3/1994	38 48 00 N	25 07 00 E	10.111.042 €	-	9.532.215 €
44	5403922	VATOULA	General Cargo	900	8/4/1994	38 43 19 N	25 53 49 E	17.694.324 €	-	16.681.377 €
45	6511489	MAGED H	General Cargo	1.264	20/11/1994	36 30 00 N	23 19 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
46	7382354	KIRA	tanker	8.264	9/2/1996	36 24 00 N	21 21 00 E	40.444.170 €	-	38.128.861 €
47	7379723	KRITI SEA	Tanker	123436	9/8/1996	37 55 00 N	23 08 00 E	-	14.289.369 €	14.289.369 €
48	8879732	BALKANSTAR 2	General Cargo	969	24/10/1996	43 14 00 N	28 46 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €

α/α	ΙΜΟ	Όνομα πλοίου	Τύπος πλοίου	DWT	Ημερομηνία	Θέση	Θέση	Κόστος Απωλειών	Συνολικό κόστος κηλίδας	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
49	7521651	PEGASUS	Pass/Roro Cargo/Ferry	5.995	26/10/1996	37 38 14 N	23 56 52 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
50	7218151	DYSTOS	Cement Carrier	6.197	28/12/1996	38 32 11 N	24 28 43 E	50.555.212 €	7.800.058 €	55.461.134 €
51	6828911	EVGENIA	Tanker	3.501	15/3/1997	37 58 00 N	23 35 00 E	5.055.521 €	-	4.766.108 €
52	7391343	ANAFI	Bulk Carrier	74.099	8/7/1997	37 57 00 N	23 42 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
53	7000619	BLACK SEA T	General Cargo	10.157	20/10/1997	38 09 00 N	25 55 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
54	6715293	DON RICARDO	General Cargo	1.630	12/11/1997	37 40 00 N	24 13 00 E	12.638.803 €	-	11.915.269 €
55	8101604	S. UGURLU	General Cargo	1.613	10/12/1997	38 36 32 N	24 12 18 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
56	7820980	SEA-LAND MARINER	Container Ship	36.532	18/4/1998	35 14 00 N	21 13 00 E	5.055.521 €	-	4.766.108 €
57	9803190	AGIOS GEORGIOS	Tug	0	23/11/1998	40 38 00 N	22 56 00 E	10.111.042 €	-	9.532.215 €
58	7349895	ELENAMARIA	General Cargo	2460	11/5/1999	37 57 10 N	23 36 23 E	-	4.750.141 €	4.750.141 €
59	7715381	PELMARINER	Container Ship	4.352	26/7/1999	39 48 00 N	25 51 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
60	8102062	MARIDIVE XII	Tug/Supply Ship	1.015	10/10/1999	31 34 00 N	31 05 00 E	7.583.282 €	-	7.149.161 €
61	8617964	DUBAI TRADER	Container Ship	8717	26/10/1999	35 30 00 N	26 16 00 E	-	4.750.141 €	4.750.141 €
62	9158434	SUPERFAST III	Pass/Roro Cargo/Ferry	5.651	1/11/1999	38 15 00 N	21 45 00 E	35.388.649 €	-	33.362.753 €
63	6703537	KOSTIS	General Cargo	2122	10/11/1999	37 57 00 N	23 42 00 E	-	3.166.759 €	3.166.759 €
64	7922623	ASPHALT TRADER	Tanker	14.534	5/12/1999	37 02 00 N	22 07 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
65	8846797	REET	General Cargo	1415	18/1/2000	28 01 52 N	23 33 04 E	-	667.616 €	667.616 €
66	5205423	SEKAVIN IV	Tanker	798	9/3/2000	37 58 00 N	23 30 00 E	-	785.430 €	785.430 €
67	7828504	AGELIKI	Tanker	27360	21/4/2000	37 57 05 N	23 34 03 E	-	8.106.491 €	8.106.491 €
68	8120662	KEMEROVO	General Cargo	19943	27/4/2000	37 57 05 N	23 34 03 E	-	767.939 €	767.939 €
69	9087283	GLOBAL VICTORY	General Cargo	149155	10/5/2000	37 55 19 N	23 33 56 E	-	367.224 €	367.224 €
70	7348310	PRINCESS CAROLA	General Cargo	23151	2/6/2000	37 55 19 N	23 33 56 E	-	244.816 €	244.816 €
71	7437111	SLOPS	Tanker	16.540	15/6/2000	37 58 00 N	23 30 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
72	5000976	KARAPIPERIS 8	Tug	138	12/7/2000	37 57 41 N	23 34 03 E	-	98.315 €	98.315 €
73	8997194	ATAΛΑΝΘΗ	Yaght	88	27/8/2000	38 40 36 N	23 07 42 E	-	534.092 €	534.092 €
74	8601549	NORLAND	General Cargo	9050	29/8/2000	36 00 00 N	23 00 00 E	-	11.142.964 €	11.142.964 €
75	7386295	EUROBULKER X	Bulk Carrier	35.264	1/9/2000	38 25 00 N	23 41 00 E	2.527.761 €	11.142.964 €	13.526.018 €
76	7504407	LADY EMA	Tanker	31858	23/9/2000	28 01 52 N	23 33 04 E	-	428.427 €	428.427 €
77	6613548	EXPRESS SAMINA	PassRoro CarFer	1.099	26/9/2000	37 05 00 N	25 19 00 E	209.804.131 €	-	197.793.466 €
78	7516711	CAPTAIN SPYROS	General Cargo	3605	11/10/2000	37 57 20 N	23 35 05 E	-	8.106.491 €	8.106.491 €
79	7349651	YTONG I	Roro Cargo	1.580	14/10/2000	40 42 00 N	25 12 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
80	8316429	POLIXENI	Tanker	29974	29/10/2000	36 29 00 N	28 13 47 E	-	921.526 €	921.526 €
81	7023855	OLCAY S	Tanker	2.780	6/11/2000	34 00 00 N	22 30 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
82	8030415	FOUR ASTRA	Ore/Bulk/Oil Carrier	54499	10/11/2000	37 58 00 N	23 23 00 E	-	21.786.568 €	21.786.568 €
83	5075799	CITY OF HYDRA	Ferry/General Cargo	161	24/11/2000	38 02 00 N	23 33 00 E	-	75.563 €	75.563 €
84	7400338	POLIDEFKIS P	General Cargo	30244	5/4/2001	37 55 19 N	23 33 56 E	-	3.839.696 €	3.839.696 €
85	8502183	XANA	General Cargo	8891	5/5/2001	39 07 00 N	23 29 00 E	-	8.914.359 €	8.914.359 €
86	8019045	ATALANTI I	General Cargo	6705	15/5/2001	37 55 19 N	23 33 56 E	-	1.535.877 €	1.535.877 €
87	5005005	NERAIDA	Passenger Ship	1/6/2001	36 29 00 N	28 13 47 E	-	-	176.967 €	176.967 €
88	7365954	JACOPO	Tanker	2358	9/6/2001	37 55 00 N	23 08 00 E	-	8.146.176 €	8.146.176 €
89	6620034	VASILIKI	Tanker	1700	18/6/2001	36 25 00 N	23 07 00 E	-	3.993.116 €	3.993.116 €
90	8858726	MUZAFFER SENKAYA	General Cargo	1339	3/7/2001	39 07 00 N	25 19 00 E	-	6.685.759 €	6.685.759 €
91	6711493	AGIANTONIS	General Cargo	1.329	9/8/2001	39 21 00 N	22 56 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
92	7401526	WAVE A	Tanker	32751	13/9/2001	36 25 00 N	25 27 00 E	-	28.315.530 €	28.315.530 €
93	7378987	SAILOR	Tanker	232.397	20/10/2001	37 58 00 N	23 30 00 E	12.638.803 €	-	11.915.269 €
94	8507602	SEACROSS	Tanker	265.551	12/11/2001	37 56 49 N	23 33 25 E	-	6.052.838 €	6.052.838 €
95	8857679	MEDTRADER	General Cargo	3.060	7/12/2001	37 26 00 N	24 57 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
96	7803542	FILIPPOS K II	Cement Carrier	1.640	25/2/2002	39 02 50 N	24 43 60 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €

α/α	ΙΜΟ	Όνομα πλοίου	Τύπος πλοίου	DWT	Ημερομηνία	Θέση	Θέση	Κόστος Απωλειών	Συνολικό κόστος κηλίδας	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
97		ZALIV	Passenger Ship		2/8/2002	37 57 20 N	23 35 05 E	-	3.532.520 €	3.532.520 €
98	5117298	ALEXANDROS	Tug	0	7/11/2002	40 38 00 N	22 56 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
99	8419702	MSC NOA	General Cargo	44552	5/12/2002	36 55 17 N	27 02 01 E	-	5.404.318 €	5.404.318 €
100	9156216	P&O NEDLLOYD CAPRI	General Cargo	8160	5/3/2003	37 00 00 N	27 03 00 E	-	23.802.935 €	23.802.935 €
101	6925604	TSIMENTAS	General Cargo	1625	25/5/2003	35 28 30 N	26 58 30 E	-	12.429.987 €	12.429.987 €
102	7035171	MEDOIL III	Tanker	3493	11/7/2003	38 02 00 N	23 33 00 E	-	21.617.495 €	21.617.495 €
103	7509512	FLYING DOLPHIN XXIV	Flying Dolphin	14	21/7/2003	39 04 41 N	23 03 10 E	-	1.268.471 €	1.268.471 €
104	7323322	MILITOS	Tanker	8283	9/8/2003	37 56 39 N	23 37 55 E	-	167.136 €	167.136 €
105		AGGELIKA	Passenger Ship		23/8/2003	39 08 11 N	23 37 55 E	-	1.936.090 €	1.936.090 €
106	7601580	SVYATOU PANTELEYMON	General Cargo	26732	10/11/2003	39 56 11 N	25 57 34 E	-	22.850.741 €	22.850.741 €
107	6619138	AFRICA	Tanker	4502	24/12/2003	36 45 25 N	24 27 52 E	-	1.357.636 €	1.357.636 €
108	7430333	KEPHI	General Cargo	8.355	23/1/2004	35 19 00 N	21 46 00 E	37.916.409 €	-	35.745.807 €
109	7300899	ORNELLA	General Cargo	8001	18/5/2004	37 55 19 N	23 33 56 E	-	244.816 €	244.816 €
110	7123992	SADALSUUD	Tanker	3145	6/6/2004	38 01 34 N	23 33 20 E	-	452.909 €	452.909 €
111	6729309	AFROS	Tanker	1629	1/8/2004	28 01 52 N	23 33 04 E	-	9.943.974 €	9.943.974 €
112	7608722	AVANTIS III	General Cargo	1.650	19/11/2004	37 40 00 N	23 18 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
113	7407764	AVANTIS	General Cargo	1160	19/11/2004	37 41 10 N	23 17 51 E	-	8.971.188 €	8.971.188 €
114	6614372	LADY O	General Cargo	1.968	17/1/2005	38 37 00 N	25 34 00 E	20.222.085 €	-	19.064.431 €
115	7227126	ARION	Container/Ferry	4800	12/2/2005	38 22 21 N	25 56 31 E	-	5.944.752 €	5.944.752 €
116	7636872	SEA REY	General Cargo	1.559	14/2/2005	35 24 00 N	21 55 00 E	5.055.521 €	-	4.766.108 €
117	9002582	GEORGE T	Bulk Carrier	171875	27/6/2005	36 49 23 N	21 36 32 E	-	4.431.538 €	4.431.538 €
118	8513649	VIGOUR	Tanker	89090	20/10/2005	38 01 34 N	23 33 20 E	-	4.454.049 €	4.454.049 €
119	6726149	A. AKIF	General Cargo	4.600	23/1/2006	39 04 00 N	23 58 00 E	5.055.521 €	-	4.766.108 €
120	8513625	MONTE ROSSO	Tanker	88850	21/2/2006	37 57 41 N	23 34 03 E	-	1.335.233 €	1.335.233 €
121	7634044	HAN	General Cargo	3.750	1/6/2006	37 10 00 N	23 49 00 E	15.166.564 €	-	14.298.323 €
122	8201313	CONTAZ CARRIER	Container Ship	9141	18/7/2006	37 57 00 N	23 42 00 E	-	3.166.759 €	3.166.759 €
123	8406731	SEA DIAMOND	Passenger	1.825	5/4/2007	36 25 00 N	25 27 00 E	5.055.521 €	20.470.286 €	25.236.393 €
124	7349950	AILS CRAIG	Fpso	211.641	16/7/2007	37 58 00 N	23 35 00 E	7.583.282 €	-	7.149.161 €
125	7340916	DIAMOND 1	General Cargo	1.643	17/10/2007	40 37 00 N	22 54 00 E	2.527.761 €	-	2.383.054 €
126	7127623	JOJO A	General Cargo	3100	6/1/2008	36 39 11 N	27 44 23 E	-	5.571.462 €	5.571.462 €
127	9138381	GRANDE EUROPA	Vehicles Carrier	18461	16/1/2008	37 57 00 N	23 42 00 E	-	18.470.733 €	18.470.733 €
128	7415046	RIGA SAILOR	General Cargo	14204	9/3/2008	36 45 25 N	24 27 52 E	-	1.583.379 €	1.583.379 €
129	7362108	THEOFILOS	Passenger/Roro/Ferry	3472	28/6/2008	39 26 29 N	27 44 23 E	-	1.583.379 €	1.583.379 €
130	8027688	FRIENDSHIPGAS	Liquefied Gas Tanker	5.986	24/7/2008	37 58 00 N	23 34 00 E	20.222.085 €	-	19.064.431 €
131	7036137	AGIOS DIMITRIOS	Tug/Supply Ship	711	17/10/2008	37 57 00 N	23 42 00 E	-	392.715 €	392.715 €

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^Ο - ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΡΙΣΚΟΥ

4.1 Εισαγωγικά

Στόχος μας στα προηγούμενα κεφάλαια ήταν η ποσοτικοποίηση του ρίσκου που επωμίζεται η κοινωνία λόγω των θαλασσίων μεταφορών στις ελληνικές θάλασσες. Αυτό που έγινε δηλαδή ήταν η εύρεση ενός μοντέλου που υπολογίζει το συνολικό κόστος των ατυχημάτων και το οποίο σε συνδυασμό με τα ιστορικά-στατιστικά στοιχεία μας δίνει μια καλή εικόνα για το προς τα πού κινείται και προβλέπεται να κυμανθεί το κόστος αυτό τα επόμενα χρόνια.

Έχοντας λοιπόν μια ποσοτική εκτίμηση του ρίσκου σε ότι αφορά την ναυτιλία, επόμενο βήμα είναι η αποτίμηση του μεγέθους του. Αυτό που χρειαζόμαστε είναι ένα κριτήριο που να μας δίνει το μέγιστο ρίσκο που η κοινωνία είναι διατεθειμένη να αναλάβει, για τα οφέλη τα οποία έχει από τις θαλάσσιες μεταφορές. Αν και στον συγκεκριμένο τομέα έρευνας έχει δοθεί έμφαση μόλις την τελευταία δεκαετία, υπάρχουν στη βιβλιογραφία αρκετές μεθοδολογίες που αφορούν τόσο την ναυτιλία όσο και τους τομείς των μεταφορών και των κατασκευών γενικότερα. Μειονέκτημα όλων αυτών των μεθόδων είναι ότι λόγω της πολυπλοκότητας και της δυσκολίας του προβλήματος υιοθετούν κριτήρια αποδοχής ρίσκου πολλές φορές με αυθαίρετο τρόπο και συμπεριλαμβάνοντας μεγέθη που αφορούν την κοινωνία και είναι πολύ δύσκολο έως αδύνατο να υπολογιστούν.

Σκοπός μας στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής είναι να ορίσουμε ένα κριτήριο που να αφορά συγκεκριμένα την ναυτιλία και να έχει ορθολογική υπόσταση και βάση, αποφεύγοντας αυθαίρετες υποθέσεις καθώς και όρους που δεν είναι υπολογίσιμοι. Σίγουρα σε αυτόν τον τομέα έρευνας δεν μπορεί να πει κάποιος με απόλυτο τρόπο ότι ένα κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου είναι σωστό ή λάθος, ωστόσο διαχρονικά γίνονται βήματα προς την σωστή κατεύθυνση, δηλαδή στην όσο το δυνατό καλύτερη αποτίμηση της πραγματικότητας. Έτσι το κριτήριο που θα ορίσουμε σε αυτό το κεφάλαιο δεν αποτελεί κατ' απόλυτο τρόπο λύση του προβλήματος, ωστόσο μπορεί να δώσει κάποιες νέες ιδέες και έναυσμα για περαιτέρω έρευνα και ανάλυση.

Στις παραγράφους που ακολουθούν θα κάνουμε μια σύντομη επισκόπηση των μεθοδολογιών που χρησιμοποιούνται σήμερα, θα δούμε ποιες είναι οι πιο αξιόπιστες και κατόπιν θα παρουσιάσουμε την δική μας πρόταση κάνοντας εφαρμογή για τα ιστορικά και στατιστικά στοιχεία που έχουμε στη διάθεση μας για την Ελλάδα.

4.2 Κριτήρια αποδοχής ρίσκου που χρησιμοποιούνται σήμερα

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει στην βιβλιογραφία κάποιο κριτήριο που να αφορά μαζί τις ανθρώπινες απώλειες και το κόστος λόγω διαρροών πετρελαίου στη θάλασσα, ωστόσο υπάρχουν ξεχωριστές προσεγγίσεις τις οποίες θα παραθέσουμε παρακάτω.

4.2.1 Κριτήρια που αφορούν την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής

Κριτήρια αποδοχής ρίσκου σχετικά με την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής είναι διαθέσιμα στην ναυτιλία εδώ και μια δεκαετία, ωστόσο μόλις πρόσφατα αυτά έγιναν επισήμως αποδεκτά από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO). Συγκεκριμένα η σύγχρονη προσέγγιση σε ότι αφορά την προώθηση της θαλάσσιας ασφάλειας ακούει στο όνομα *FSA (Formal Safety Assessment)*. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO), στα πλαίσια της «προοδευτικής» πολιτικής (*proactive*) που ακολουθεί για την πρόληψη και αντιμετώπιση των ναυτικών ατυχημάτων, υιοθέτησε την *FSA*, εφόσον αποτελεί μία συστηματική μεθοδολογία για την αποτελεσματικότερη λήψη αποφάσεων, δηλαδή την αποτίμηση του ρίσκου και την εκτίμηση του κόστους & οφέλους που προκύπτει από την προσπάθεια μείωσης αυτού. Η *FSA* περιλαμβάνει τα ακόλουθα 5 αναγνωρισμένα βήματα :

- Αναγνώριση Κινδύνων (*Identification of Hazards*),
- Αποτίμηση του Ρίσκου (*Risk Analysis*),
- Μέτρα Αντιμετώπισης/Μετριασμού του Ρίσκου (*Risk Control Options*),
- Ανάλυση Κόστους/Ωφέλειας (*Cost/Benefit Assessment*) &
- Προτάσεις για τη Λήψη Αποφάσεων (*Recommendations for Decision-Making*).

Σκοπός, λοιπόν, της συγκεκριμένης μεθοδολογίας αποτελεί η «Αποτίμηση του Ρίσκου» (και πιο συγκεκριμένα του Κοινωνικού Ρίσκου – *Societal Risk*) για τους εργαζόμενους και τους επιβάτες των πλοίων, βάσει ιστορικών στοιχείων που είναι διαθέσιμα. Η αποτίμηση του ρίσκου πραγματοποιείται με τη βοήθεια καμπυλών *FN*, οι οποίες εκφράζουν τη σχέση μεταξύ της αθροιστικής συχνότητας *F* των θανατηφόρων ατυχημάτων και του αριθμού *N* των θανάτων εργαζομένων ή επιβατών. Επίσης, χρησιμοποιούνται κριτήρια/όρια για το κατά πόσο είναι αποδεκτό αυτό το ρίσκο (βάσει της λογικής «*As Low As Reasonably Practicable*» - *ALARP*).

Το ρίσκο μπορεί να εκτιμηθεί με δύο διαφορετικούς τρόπους, που αποτελούν στην ουσία «τις δύο διαφορετικές όψεις του ίδιου νομίσματος», κι έτσι, το χωρίζουμε σε μεμονωμένο ρίσκο (*Individual risk*) & κοινωνικό ρίσκο (*Societal risk*). Το κοινωνικό ρίσκο, το οποίο καλούμαστε εδώ να αποτιμήσουμε, αποτελεί μία μέση τιμή του ρίσκου στο οποίο εκτίθεται για μία ορισμένη χρονική περίοδο μία ομάδα ανθρώπων

(το πλήρωμα ή οι επιβάτες ενός πλοίου). Συνήθως, θεωρείται σαν το ρίσκο να έχουμε θανατηφόρο ατύχημα και εκφράζεται με τις ακόλουθες δύο μορφές :

- **Ετήσιος Ρυθμός Θανάτων** (*Annual Fatality Rate*), που είναι ένα μονοδιάστατο μέγεθος το οποίο συνήθως συναντάμε ως *PLL (Potential Loss of Life)* &
- **Καμπύλες FN** (*FN Curves*), οι οποίες αποτελούν μια γραφική αναπαράσταση πληροφοριών που αφορούν την συχνότητα εμφάνισης θανατηφόρων ατυχημάτων σ' ένα σύστημα, καθώς και το πώς κατανέμονται οι αριθμοί των θανάτων σε τέτοια ατυχήματα.

Πιο συγκεκριμένα, οι καμπύλες *FN* είναι συνεχή γραφήματα που αναπαριστούν την συχνότητα/πιθανότητα θανατηφόρων ατυχημάτων με N ή περισσότερους θανάτους (*cumulative frequency distribution of N or more fatalities*) $F(N)$, συναρτήσει των συνεπειών (*consequences*), δηλαδή του αριθμού N των θανάτων :

$$F(N) = P[n > N],$$

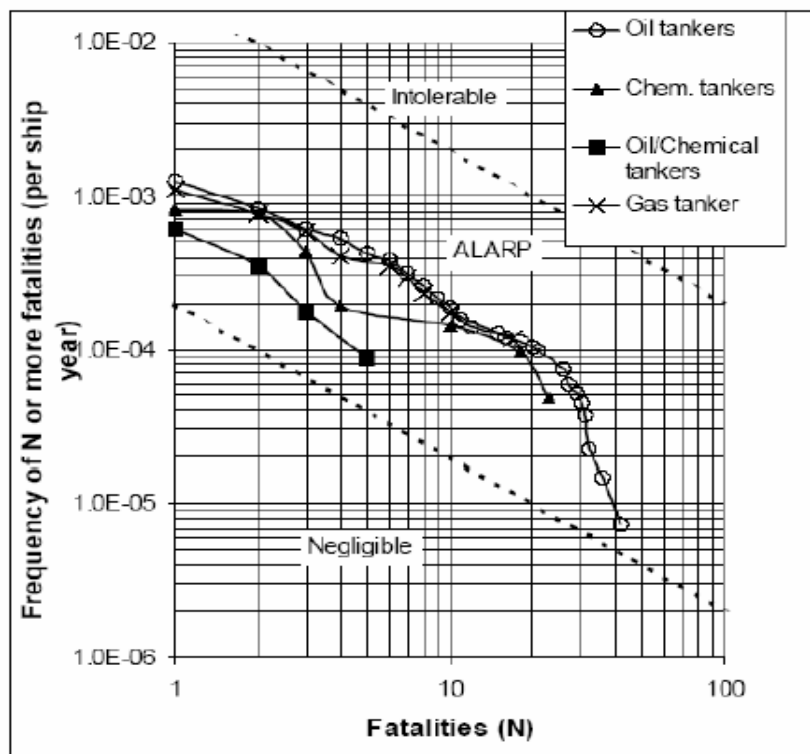
όπου n ο αριθμός των νεκρών & $N \geq 1$ (μέχρι τον μέγιστο αριθμό πιθανών θανάτων για το σύστημα που εξετάζουμε). Άρα, για $N = 1$ έχουμε την τιμή $F(1)$, η οποία είναι ιδιαίτερα σημαντική, αφού αντιπροσωπεύει τη συνολική συχνότητα όλων των θανατηφόρων ατυχημάτων. Για $N \gg 1$, δηλαδή για πολύνεκρα ατυχήματα, οι τιμές των συχνοτήτων $F(N)$ έχουν ιδιαίτερο πολιτικό ενδιαφέρον, δεδομένης της τάσης αποστροφής της κοινωνίας προς τέτοιου είδους ατυχήματα.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι οι καμπύλες *FN* έχουν αθροιστικό χαρακτήρα (*cumulative distribution of multiple fatality events* $\rightarrow F(N) \geq F(N+1)$) και κατ' επέκταση η κλίση τους είναι πάντοτε αρνητική, ενώ τις σχεδιάζουμε σε λογαριθμική κλίμακα (*log-log*), αφού οι τιμές των F και N εκτείνονται σε αρκετές τάξεις μεγέθους.

Επίσης, ισχύει ότι η διαφορά μεταξύ των συχνοτήτων για N ή περισσότερα θανατηφόρα ατυχήματα ($F(N)$) και για $N+1$ ή περισσότερα θανατηφόρα ατυχήματα ($F(N+1)$) δίδει τη συχνότητα θανατηφόρων ατυχημάτων για ακριβώς N θανάτους και συμβολίζεται ως :

$$f(N) = F(N) - F(N+1), \text{ όπου } f(N) \geq 0$$

Τέλος, παραδείγματα καμπυλών *FN* για θανατηφόρα ατυχήματα σε διάφορα είδη δεξαμενόπλοιων δίδονται στο ακόλουθο σχήμα :



Σχήμα 34 - Παράδειγμα Διαγράμματος FN (από το *MSC 72/16*).

Παρατηρούμε ότι όσο χαμηλότερα είναι τοποθετημένη η καμπύλη FN στο γράφημα $F-N$, τόσο πιο ασφαλές θεωρείται το σύστημα που αντιπροσωπεύει, διότι χαμηλές καμπύλες FN αντιπροσωπεύουν χαμηλότερες συχνότητες θανατηφόρων ατυχημάτων, σε σχέση με άλλες υψηλότερες. Επομένως, από τα δεδομένα του ανωτέρω διαγράμματος φαίνεται ότι τα *Oil/Chemical Tankers* είναι τα ασφαλέστερα ανάμεσα στις 4 κατηγορίες.

4.2.1.1 Κατασκευή καμπυλών FN

Γενικά, υπάρχουν δύο μέθοδοι για την κατασκευή των καμπυλών FN :

- Ανάπτυξη ενός πιθανοθεωρητικού μοντέλου που εκτιμάει τις πιθανότητες F εμφάνισης θανατηφόρων ατυχημάτων &
- Ανάλυση εμπειρικών/ιστορικών δεδομένων, δηλαδή από τον υπολογισμό των συχνοτήτων παλαιότερων θανατηφόρων ατυχημάτων.

Η πρώτη μέθοδος είναι σαφώς πολύ δύσκολο να εφαρμοστεί με αξιοπιστία στις θαλάσσιες μεταφορές, λόγω της πολυπλοκότητας και της πληθώρας των παραγόντων και των αιτιών που μπορεί να οδηγήσουν σε ένα ναυτικό ατύχημα. Για παράδειγμα σε ένα πλοίο μεταφοράς φορτίου χύδην δεν μπορούμε να πούμε με βεβαιότητα ποια

είναι η πιθανότητα αυτό να προσαράξει λόγω μηχανικής βλάβης ή να συγκρουστεί με άλλο πλοίο λόγω σφάλματος του πληρώματος. Συνεπώς αυτό που ευρέως χρησιμοποιείται είναι η ανάλυση των ιστορικών στοιχείων που έχει ο μελετητής στη διάθεση του κατά περίπτωση.

4.2.1.2 Κριτήρια Αποδοχής του Κοινωνικού Ρίσκου & η Αρχή του “ALARP”

Οι καμπύλες *FN* από μόνες τους αποτελούν χρήσιμα μέσα περιγραφής των πληροφοριών που αφορούν τις συχνότητες εμφάνισης θανατηφόρων ατυχημάτων, καθώς και την κατανομή αυτών. Στα πλαίσια, λοιπόν, της *FSA* είναι απαραίτητο να μειώσουμε το ρίσκο σε τέτοιο επίπεδο ώστε να μπορεί να κριθεί «ανεκτό/αποδεκτό» (*tolerable/acceptable*). Επομένως, είναι αναγκαίος ο καθορισμός κάποιων κριτηρίων έτσι ώστε να μπορούμε να αποφανθούμε το κατά πόσο το ρίσκο του συστήματος, που περιγράφεται από μία καμπύλη *FN*, είναι αποδεκτό ή όχι.

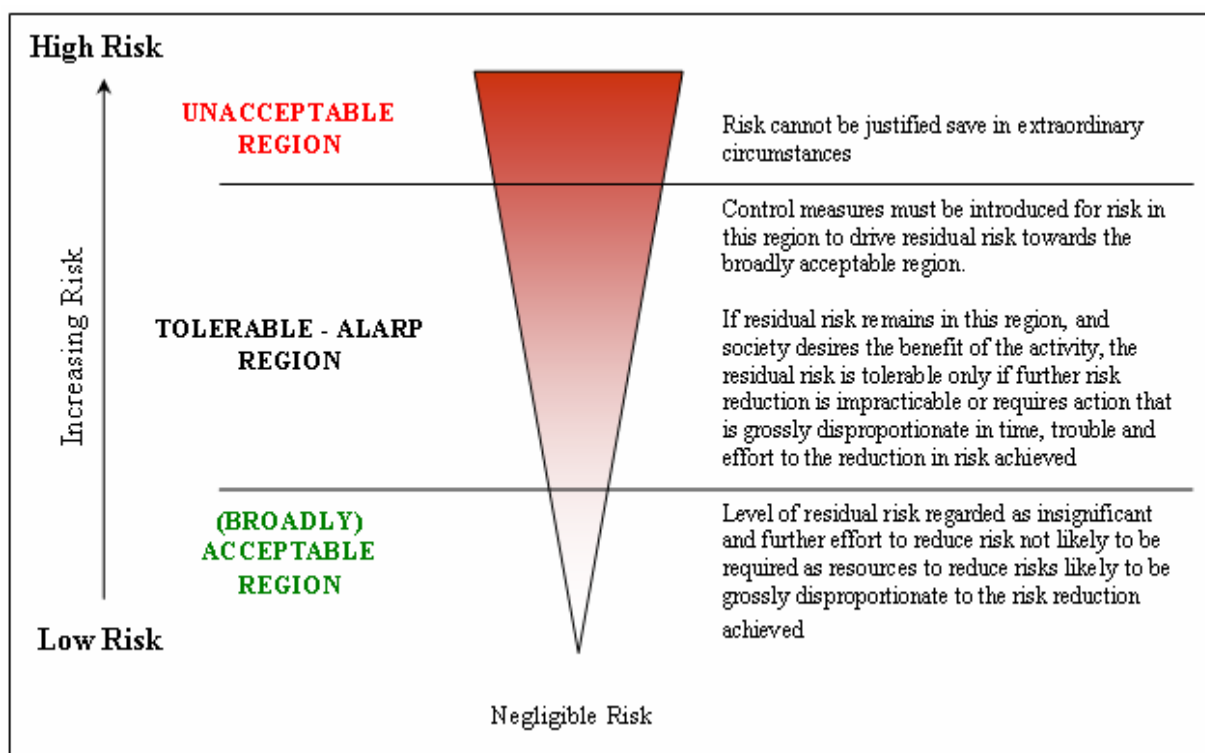
Συνήθως η μορφή των κριτηρίων είναι μια γραμμή (ή σημείο) στο διάγραμμα *FN*. Αν η καμπύλη *FN* είναι χαμηλότερα από την γραμμή αυτή το σύστημα θεωρείται ασφαλές. Αν όμως έστω και ένα τμήμα της καμπύλης βρίσκεται πιο πάνω από την γραμμή του κριτηρίου, το ρίσκο είναι σε μη αποδεκτό επίπεδο και συνεπάγεται ότι πρέπει να βρούμε τρόπους να το μετριάσουμε.

Τέτοια κριτήρια συνήθως καλούνται ως Κριτήρια Αποδοχής του Κοινωνικού Ρίσκου (*Societal Risk Acceptance Criteria*) και χρησιμοποιούνται σε διάφορες χώρες και σε διάφορους τομείς τις τρεις τελευταίες δεκαετίες. Παραδείγματα τέτοιων κριτηρίων είναι τα εξής: το Σημείο *R2P2* (*Reducing Risk, Protecting People, HSE, 2001*), σύμφωνα με το οποίο ατυχήματα που προκαλούν 50 ή περισσότερους θανάτους δεν πρέπει να έχουν συχνότητα μεγαλύτερη από 1 στα 5.000 χρόνια, και η Γραμμή *Canvey* (*Canvey Line*) η οποία είναι μία γραμμή με κλίση -1 στη λογαριθμική κλίμακα και περνάει απ’ το σημείο του διαγράμματος *FN* για το οποίο έχουμε 500 ή περισσότερους θανάτους με συχνότητα 1 στα 5.000 χρόνια.

Όσον αφορά, όμως, το χώρο της ναυτιλίας, δεν υπάρχουν γενικά αποδεκτά όρια για το ρίσκο. Η πλέον αποδεκτή μέθοδος απ’ τον *IMO* για τον καθορισμό κριτηρίων για το κοινωνικό ρίσκο είναι η **αρχή του ALARP** (“*As Low As Reasonably Practicable*” *Principle*). Σύμφωνα με αυτή, το ρίσκο χωρίζεται σε 3 περιοχές (βλέπε Εικόνα 3) :

- **Περιοχή Μη-Αποδεκτού Ρίσκου** (*Unacceptable Region*), όπου είναι επιτακτικό να δράσουμε άμεσα για τη μείωση του ρίσκου **οποιοδήποτε και αν είναι το κόστος**,

- **Περιοχή Αποδεκτού Ρίσκου** (*Broadly Acceptable Region*), όπου το ρίσκο θεωρείται από την πλειοψηφία του κοινωνικού συνόλου αμελητέο (*negligible*) και κατά συνέπεια δεν χρειάζεται να δράσουμε προκειμένου να το μειώσουμε περαιτέρω.
- **Περιοχή ALARP** (*Tolerable-ALARP Region*), όπου το ρίσκο είναι αποδεκτό τόσο, όσο χρειάζεται για να διασφαλίσουμε τα οφέλη· αυτό πρακτικά σημαίνει ότι προσπαθούμε να μειώσουμε το ρίσκο σε «λογικά (*reasonably*) πλαίσια», πράγμα που ισοδυναμεί με τον όρο *cost effective*. Συνεπώς, δεν χρειάζεται να προβούμε σε μέτρα για τη μείωση του ρίσκου, εφόσον τα οφέλη που προκύπτουν είναι δυσανάλογα μικρότερα (*grossly disproportionate*) σε σχέση με το κόστος (σε χρήμα, προσπάθεια ή χρόνο) που καλούμαστε να πληρώσουμε.



Σχήμα 35 - Περιοχή ALARP (FSA - 1999)

Για την εφαρμογή του *ALARP* στο σύστημά μας είναι αναγκαίο να καθορίσουμε τις τρεις περιοχές στο διάγραμμα *FN* καθορίζοντας τα πάνω & κάτω όρια της περιοχής *ALARP* (*Upper & Lower Bound of ALARP Region*). Σύμφωνα με τον IMO, η περιοχή *ALARP* συνίσταται βάσει μίας μεθόδου, η οποία λαμβάνει υπ' όψη το γεγονός ότι τα κριτήρια αποδοχής του κοινωνικού ρίσκου αντανακλούν τη σημασία της δραστηριότητας για την κοινωνία, και η οποία περιγράφεται αναλυτικά στην έκθεση MSC 72/16 (2000) του IMO. Σε αυτό το σημείο θα κάνουμε μια σύντομη περιγραφή της μεθόδου.

Κεφάλαιο 4. Κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου

Για εργατικά ατυχήματα ο δείκτης q ορίζεται ως ο μέσος ρυθμός θανάτων προς το ΑΕΠ. Για ατυχήματα επιβατών ένας παρόμοιος δείκτης r , ορίζεται.

Δηλαδή :

$q = \text{αριθμός θανάτων εργατών} / \text{ΑΕΠ}$

$r = \text{αριθμός θανάτων επιβατών} / \text{ΑΕΠ}$

Τα q και r υπολογίζονται κατά περίπτωση με βάση τα ιστορικά και στατιστικά στοιχεία που έχουμε στη διάθεση μας. Έτσι για μια συγκεκριμένη δραστηριότητα (π.χ. πλοίο, ναυτιλία), μια μέση αποδεκτή ενδεχόμενη απώλεια ζωών (PLL_A) θεωρούμε ότι βασίζεται στην οικονομική αξία (EV) της δραστηριότητας. Ισχύει :

$$PLL_A = q \cdot EV \quad \text{ή} \quad PLL_A = r \cdot EV$$

Μια καμπύλη FN με κλίση b μπορεί να δημιουργηθεί από το ήδη υπολογισμένο PLL_A με βάση τη σχέση :

$$PLL_A = \sum_{N=1}^{N_u} N f_N = F_1 \left(\frac{1}{N_u^{b-1}} + \sum_{N=1}^{N_u-1} \frac{(N+1)^b - N^b}{N^{b-1} (N+1)^b} \right) \quad (27)$$

Όπου : N_u - το άνω όριο του αριθμού θανάτων που είναι δυνατό να συμβούν σε ένα περιστατικό (για ένα πλοίο αυτό ορίζεται σαν το άθροισμα του αριθμού των επιβατών με αυτόν του πληρώματος),

f_N - η συχνότητα εμφάνισης ατυχήματος με N απώλειες,

F_1 - η συχνότητα εμφάνισης ατυχημάτων με έναν ή παραπάνω θανάτους.

Σε αυτό το σημείο η μέθοδος υιοθετεί την υπόδειξη των HSE (1991) και Statoil (1995) για $b=1$ και η σχέση (27) απλοποιείται :

$$PLL_A = F_1 \left(1 + \sum_{N=1}^{N_u-1} \frac{1}{N+1} \right) = F_1 \sum_{N=1}^{N_u} \frac{1}{N} \quad (28)$$

Έτσι από την παραπάνω σχέση προκύπτει τελικά :

$$F_1 = \frac{PLL_A}{\sum_{N=1}^{N_u} \frac{1}{N}} \quad (29)$$

Έχοντας το σημείο F_1 και την κλίση της ευθείας $b=1$ μπορούμε να την μέση γραμμή της περιοχής ALARP. Το άνω όριο της περιοχής βρίσκεται μια τάξη μεγέθους πάνω από την γραμμή που υπολογίστηκε προηγουμένως, ενώ αντίθετα το κάτω όριο βρίσκεται μια τάξη μεγέθους προς τα κάτω. Το ρίσκο θεωρείται επομένως, μη ανεκτό εφόσον υπερβαίνει για περισσότερο από μία τάξη μεγέθους το μέσο αποδεκτό ρίσκο προς τα πάνω και αντίστοιχα θεωρείται αμελητέο εφόσον υπερβαίνει για περισσότερο από μία τάξη μεγέθους το μέσο αποδεκτό ρίσκο προς τα κάτω.

Η HSE θεωρεί ότι η κλίση b της ευθείας του άνω ορίου σε λογαριθμική κλίμακα αναπαριστά την αποστροφή της κοινωνίας στο ρίσκο, το οποίο είναι λογικό λόγω του γεγονότος ότι σε κανονική κλίμακα η συγκεκριμένη ευθεία με $b=1$ δεν είναι ευθεία αλλά καμπύλη με τα κοίλα προς τα κάτω και ο συντελεστής b είναι μέτρο της αποστροφής στο ρίσκο.

Ωστόσο ουσιαστικής σημασίας είναι το γεγονός ότι ο συντελεστής αυτός επιλέγεται μάλλον αυθαίρετα χωρίς συγκεκριμένα στοιχεία που να πηγάζουν από την ίδια την κοινωνία. Χαρακτηριστικό είναι ότι θεωρούμε το b σαν δεδομένο νούμερο το οποίο δεν εκφράζει την δυναμική και τις μεταβολές στην ιδιοσυγκρασία της ίδιας της κοινωνίας κατά το πέρασμα του χρόνου, ενώ παράλληλα έστω και μικρή μεταβολή του είναι καθοριστικής σημασίας για την μορφή του τελικού κριτηρίου και την αποδοχή του ρίσκου στο οποίο αναφερόμαστε.

Από τις παραπάνω παρατηρήσεις καθίσταται σαφές ότι εγείρονται ερωτηματικά σχετικά με την ακρίβεια και την αξιοπιστία του κριτηρίου, γι αυτό και στόχος μας στο κεφάλαιο αυτό είναι να ορίσουμε ένα κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου που να μην έχει (όσο είναι βέβαια δυνατό) παρόμοιες αδυναμίες.

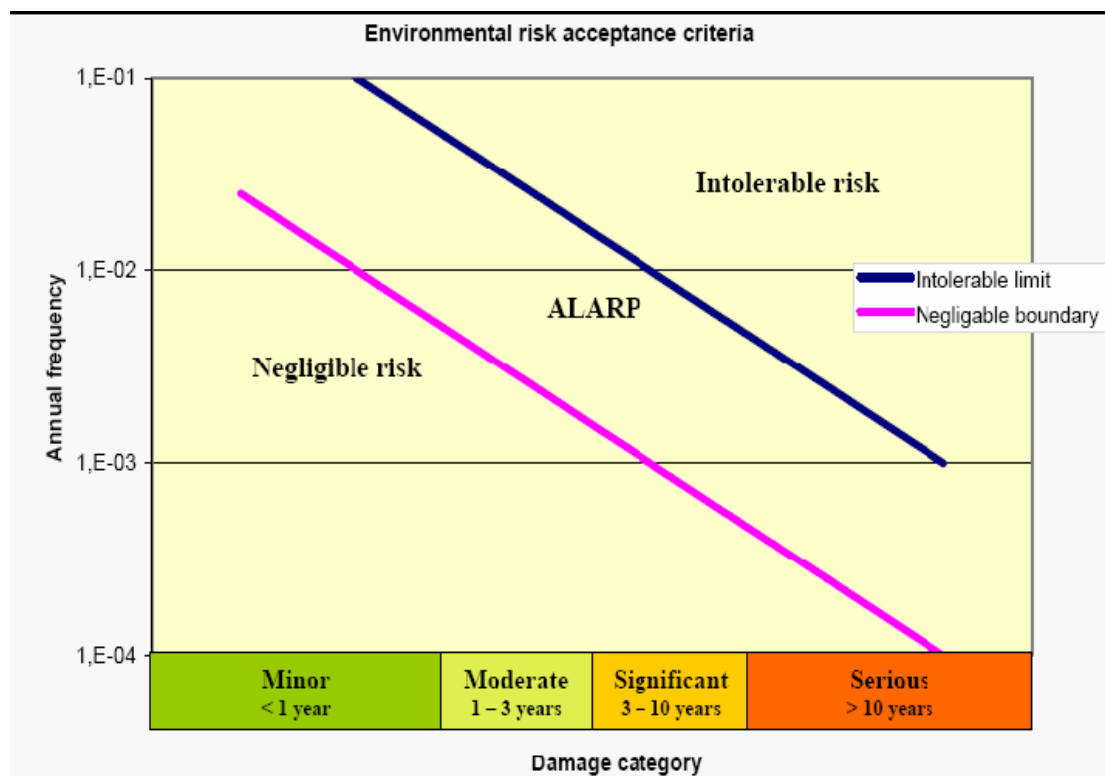
Στο Σχήμα 34 παραπάνω φαίνεται η τυπική μορφή των καμπυλών FN καθώς και των άνω και κάτω ορίων της περιοχής ALARP.

4.2.2 Κριτήρια που αφορούν το περιβάλλον

Όπως είπαμε και στην προηγούμενη παράγραφο κριτήρια αποδοχής ρίσκου σχετικά με την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής είναι διαθέσιμα στην ναυτιλία εδώ και αρκετά χρόνια και έχουν γίνει επισήμως αποδεκτά από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (IMO). Ωστόσο δεν συμβαίνει το ίδιο και σε ότι αφορά το περιβαλλοντικό ρίσκο για το οποίο κοινώς αποδεκτά κριτήρια αποδοχής από την κοινωνία δεν έχουν οριστεί.

Οι Sames & Hamann (2008) αναφέρουν τι υπάρχει στη βιβλιογραφία σχετικά με τα κριτήρια αποδοχής περιβαλλοντικού ρίσκου και παράλληλα καταθέτουν την δική τους πρόταση στο συγκεκριμένο πρόβλημα.

Ένα κριτήριο αποδοχής παρουσιάστηκε από την Νορβηγική Πετρελαϊκή Βιομηχανία με την τυποποίηση NORSEK Z-013 (1998). Στο παρακάτω σχήμα ορίζεται η περιοχή ALARP για την ετήσια συχνότητα πετρελαιοκηλίδων και την κατηγορία συνεπειών στο περιβάλλον που εκφράζεται με τον χρόνο επαναφοράς στην προ του ατυχήματος κατάσταση.

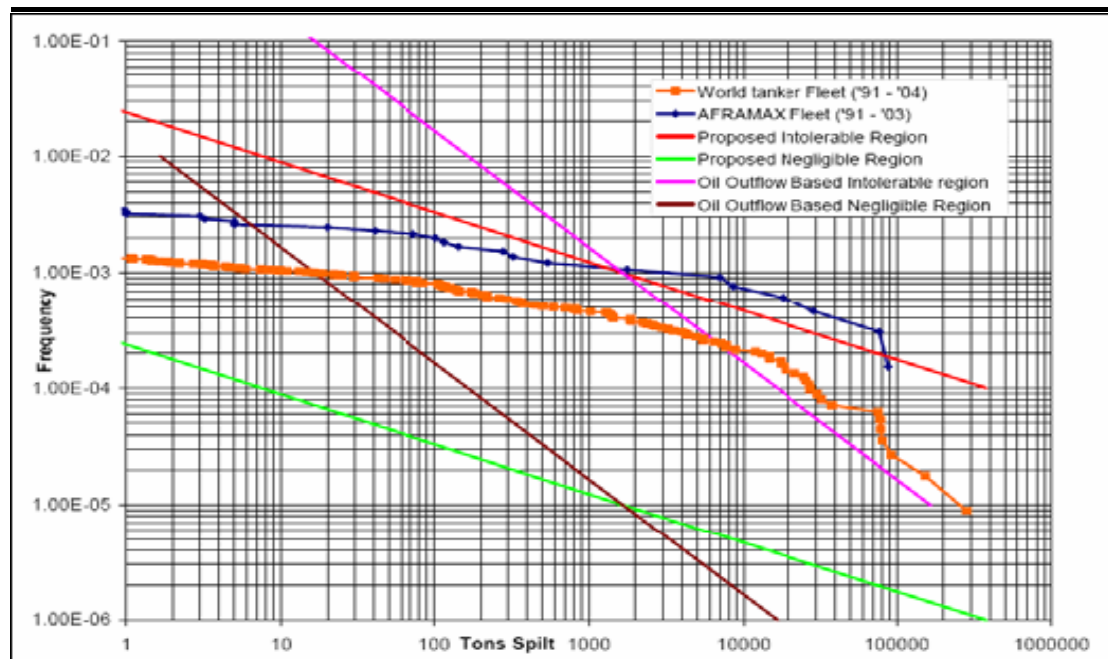


Σχήμα 36 - Κριτήρια αποδοχής περιβαλλοντικού ρίσκου (NORSOK, 1998).

Ωστόσο υπάρχουν δυσκολίες στην εφαρμογή του κυρίως λόγω του γεγονότος ότι για ένα ατύχημα είναι αρκετά δύσκολο να εκτιμήσουμε το χρονικό διάστημα που θα περάσει εωσότου το περιβάλλον επανέλθει. Επίσης όπως και όλα τα μέχρι τώρα κριτήρια αυτού του είδους υπολογίζονται μάλλον αυθαίρετα και δεν βασίζονται σε δεδομένα που πηγάζουν από την ίδια την κοινωνία.

Επίσης ο McGregor (2007) πρότεινε μια περιοχή ALARP για πετρελαιοκηλίδες από δεξαμενόπλοια, βασισμένος σε δεδομένα από την λειτουργία των αγωγών πετρελαίου των ΗΠΑ. Όρισε την ALARP χρησιμοποιώντας ιστορικά δεδομένα από δεξαμενόπλοια κατηγορίας AFRAMAX και σαν παράμετρο την ποσότητα διαρροής στη θάλασσα. Όπως βλέπουμε στο παρακάτω σχήμα σε λογαριθμική κλίμακα το προτεινόμενο κριτήριο έχει λίγο μικρότερη κλίση από την συνηθισμένη στα μέχρι τώρα κριτήρια (-1). Αυτό αντανακλά την άποψη ότι οι μεγάλες πετρελαιοκηλίδες έχουν χαμηλότερο ανά τόνο κόστος από τις μικρότερες.

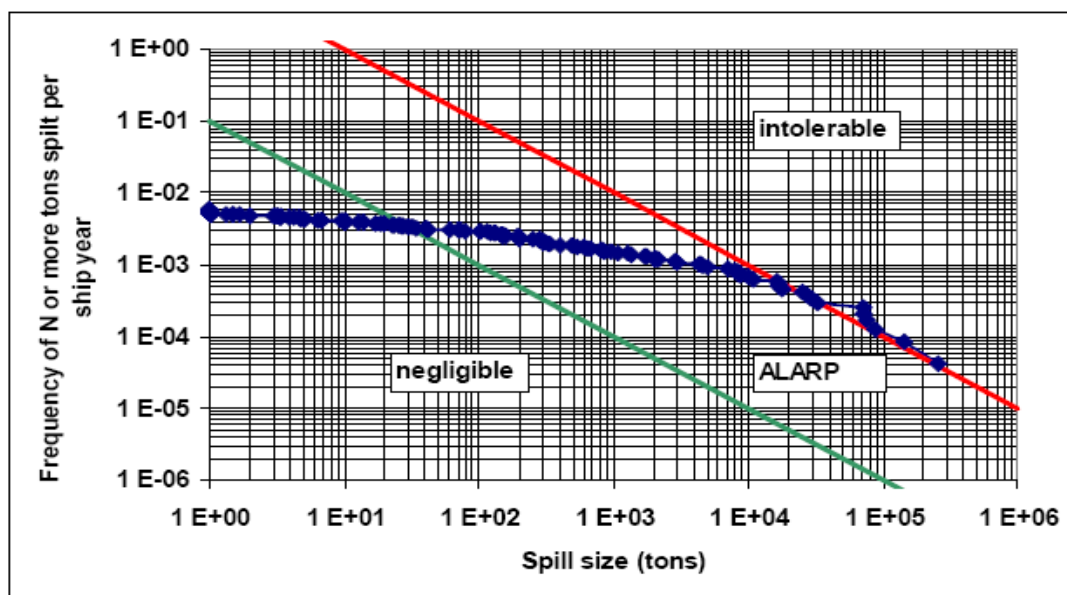
Κεφάλαιο 4. Κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου



Σχήμα 37 - Ιστορικά δεδομένα για δεξαμενόπλοια κατηγορίας AFRAMAX και προτεινόμενα κριτήρια αποδοχής ρίσκου McGregor (2007).

Και εδώ επίσης το κριτήριο αποδοχής υπολογίζεται μάλλον αυθαίρετα και δεν βασίζεται σε δεδομένα που πηγάζουν από την ίδια την κοινωνία.

Τέλος, θα αναλύσουμε τις προτάσεις των Sames & Hamann (2008). Η πρώτη προσέγγιση τους βασίζεται στην θεώρηση ότι το μέχρι σήμερα ρίσκο ήταν μόλις αποδεκτό και έτσι βασιζόμενοι στα ιστορικά δεδομένα για τις πετρελαιοκηλίδες και την παλινδρόμησή τους, όρισαν ένα σημείο από το οποίο με κλίση -1 καθόρισαν το άνω όριο της περιοχής ALARP. Το πλάτος της ALARP είναι προφανώς δύο τάξεις μεγέθους. Στο σχήμα που ακολουθεί παραθέτουμε το παραπάνω κριτήριο.



Σχήμα 38 - Περιοχή ALARP προσαρμοσμένη στα ιστορικά δεδομένα (Sames & Hamann, 2008).

Γεννάται τώρα το ερώτημα, γιατί το αποδεκτό ρίσκο να βρίσκεται τόσο οριακά κοντά στην καμπύλη των ιστορικών δεδομένων και όχι πιο πάνω; Το ερώτημα αυτό είναι βέβαια ουσιώδες γιατί από αυτό εξαρτάται η επιβολή ή όχι μέτρων ελέγχου και μείωσης του ρίσκου.

Η δεύτερη προσέγγιση των Sames & Hamann (2008) βασίζεται στην υπόθεση ότι η κοινωνική αποδοχή του ρίσκου από πετρελαιοκηλίδες βασίζεται στις ίδιες θεωρήσεις με την κοινωνική αποδοχή του ρίσκου για τις απώλειες ανθρώπων. Με τον τρόπο αυτό προσπαθεί να βασιστεί στα κριτήρια που αναφέραμε παραπάνω και αφορούν τις απώλειες ζωών και που έχει ήδη υιοθετήσει ο IMO. Βέβαια τα κριτήρια αυτά έχουν συγκεκριμένες αδυναμίες που έχουμε ήδη αναφέρει και επομένως κάθε προσπάθεια να βασιστεί κάποιος σε αυτά απλά υιοθετεί τις αδυναμίες αυτές καθιστώντας το κριτήριο αποδοχής αναξιόπιστο.

Τέλος, συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι μέχρι σήμερα δεν υπάρχει κάποιο κριτήριο που να αφογκράζεται την ίδια την κοινωνία, αλλά σχετικά αυθαίρετες θεωρήσεις από τους μελετητές οι οποίες να μην έχουν λογική, αλλά απέχουν κατά πολύ από το να δώσουν μια αξιόπιστη λύση για τον ορισμό της περιοχής ALARP και της λήψης ορθών αποφάσεων σχετικά με τον έλεγχο του κοινωνικού ρίσκου.

4.3 Μία νέα προσέγγιση

Από τα προηγούμενα καθίσταται σαφές ότι δεν υπάρχει κάποια κοινώς αποδεκτή και αξιόπιστη μεθοδολογία για να πούμε με ασφάλεια αν το κοινωνικό ρίσκο είναι αποδεκτό ή όχι και με βάση αυτή τη διαπίστωση θα αναπτύξουμε τη δική μας πρόταση. Στόχος είναι βέβαια να προχωρήσουμε ένα βήμα ακόμα προς την σωστή κατεύθυνση, καθώς οι παράμετροι που επηρεάζουν την γνώμη της κοινωνίας είναι πάρα πολλοί και αρκετά σύνθετοι καθιστώντας σχεδόν αδύνατη την αποτύπωση με απόλυτη ακρίβεια των απόψεων της κοινωνίας.

Μια πολύ ενδιαφέρουσα εργασία στον τομέα αυτό είναι αυτή των Friis-Hansen & Ditlevsen (2003), η οποία αφορά το ρίσκο εμφάνισης πετρελαιοκηλίδας έπειτα από σύγκρουση πλοίων στους στενούς διαύλους της Δανίας. Καθοριστικής σημασίας ήταν η βοήθεια ενός προγράμματος H/Y που προσομοιάζει τις συνθήκες που επικρατούν στους διαύλους Oresund και Great Belt (GRACAT - Grounding And Collision Analysis Toolbox). Το συγκεκριμένο πρόγραμμα δημιουργήθηκε από το πανεπιστήμιο της Δανίας (1998-2001) και υπολογίζει τις πιθανότητες να συμβούν ναυτικά ατυχήματα (διαρροές πετρελαίου) έπειτα από σύγκρουση και για διάφορες ποσότητες διαρροής. Για ένα συγκεκριμένο πλοίο που όριζαν, αυτό έδινε την πιθανότητα που υπάρχει αυτό να συγκρουστεί με κάποιο άλλο και σε αυτήν την περίπτωση μας έδινε μια προσέγγιση της πιθανής ποσότητας διαρροής.

Τα δεδομένα που επεξεργαζόταν το πρόγραμμα ήταν :

- Τύπος, μέγεθος και αριθμός πλοίων που διέρχονται από τα στενά και αποτελούν κίνδυνο σε περίπτωση σύγκρουσης,
- επιπλέον στοιχεία για το πλοίο που θέτουμε υπό μελέτη (π.χ. η αναλυτική πορεία και η ετήσια συχνότητα πραγματοποίησης αυτής της διαδρομής),
- κάποια κατασκευαστικά στοιχεία του συγκεκριμένου πλοίου που σχετίζονται με το μέγεθος της διαρροής έπειτα από σύγκρουση με άλλο πλοίο,
- διαμερισματοποίηση του πλοίου η οποία περιλαμβάνει και την περιεκτικότητα σε πετρελαιοειδή σε κάθε χώρο.

Γνωρίζοντας λοιπόν την πιθανότητα σύγκρουσης ενός συγκεκριμένου πλοίου με ένα από τα υπόλοιπα διερχόμενα και την κατανομή της πιθανότητας διαρροής πετρελαίου μπόρεσαν να υπολογίσουν τις πιθανότητες να συμβούν περιστατικά διαφόρων κατηγοριών σε ότι αφορά το μέγεθος της διαρροής και κατά συνέπεια της καταστροφής που θα προκληθεί.

Κατέληξαν τελικά στο παρακάτω κριτήριο αποδοχής ρίσκου :

ΟΦΕΛΟΣ > ΖΗΜΙΑ

ή

$$\sum_{i=1}^n (g_i - \lambda_i \mu_{io}) r \geq \sum_{i=1}^n \lambda_i \mu_{ip} \quad (30)$$

Όπου : g_i - το μέσο ετήσιο κέρδος για κάθε ναυτιλιακή εταιρεία,

λ_i - η πιθανότητα να συμβεί ατύχημα κατηγορίας i ,

μ_{io} - η ζημία για τον πλοιοκτήτη έπειτα από ατύχημα κατηγορίας i ,

μ_{ip} - η ζημία για την κοινωνία έπειτα από ατύχημα κατηγορίας i ,

r - ποσοστό ετήσιου φόρου που καταβάλλει ο πλοιοκτήτης.

Ο αριστερός όρος της ανισότητας αντιπροσωπεύει το όφελος της κοινωνίας από την διέλευση των πλοίων και γενικά την επιχειρηματική δράση των πλοιοκτητών. Το όφελος είναι ο φόρος που επιβάλλει το κράτος στους πλοιοκτήτες επί των κερδών τους. Τα κέρδη τους αποτελούνται από τα ετήσια έσοδα τους μείων την ετήσια συχνότητα εμφάνισης ατυχημάτων κατηγορίας i επί τις συνέπειες των ατυχημάτων κατηγορίας i . Αθροίζοντας κατόπιν για όλες τις κατηγορίες i και πολλαπλασιάζοντας επί το ετήσιο ποσοστό φορολόγησης προκύπτει το όφελος για την κοινωνία.

Βέβαια οι εταιρίες που μπορούν να φορολογηθούν είναι αυτά που φέρουν την Δανέζικη σημαία στα πλοία τους και διατηρούν γραφεία στο δανέζικο έδαφος. Ωστόσο από τα στενά διέρχονται πλοία με ξένες σημαίες τα οποία συνεισφέρουν σε σημαντικό βαθμό της πιθανότητας σύγκρουσης πλοίων και διαρροής πετρελαίου δεδομένου και του γεγονότος ότι τα δεξαμενόπλοια με δανέζικη σημαία αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό επί του παγκόσμιου στόλου. Παρόλα αυτά ενδιαφέρον έχει η θεώρηση του οφέλους για την κοινωνία με καθαρά οικονομικά κριτήρια τα οποία έχουν λογική εξήγηση και υπολογίζονται εύκολα.

Σε ότι αφορά τον δεξιό όρο της σχέσης (30), αυτός αναφέρεται ζημία που επιβαρύνει την κοινωνία ετησίως. Αυτή υπολογίζεται σαν το άθροισμα όλων των γινομένων των ετήσιων συχνοτήτων-πιθανοτήτων εμφάνισης περιστατικών κατηγορίας i επί τη ζημία μ_{ip} που προκαλείται και αφορά την κοινωνία για κάθε κατηγορία i .

Σε ότι αφορά την πιθανότητα μ_i αυτή έχει υπολογιστεί με βάση το πρόγραμμα GRACAT που αναφέραμε παραπάνω. Για τον υπολογισμό των συνεπειών ο συγγραφέας όρισε τη σχέση :

$$\mu_p = \int_{all_x} p(x)g(x)\Delta q(x)l \left[1 - \left(1 + \frac{\Delta q(x)}{q(x)} \right)^{-1} \right] \frac{1 - \exp[-\gamma(x)\Delta q(x)l]}{\gamma(x)\Delta q(x)l} I(x, y_0) dx \quad (31)$$

Όπου : x - τοποθεσία διαμονής του κάθε πολίτη,

y - τοποθεσία που έγινε το ατύχημα,

$p(x)$ - πληθυσμιακή πυκνότητα,

$g(x)$ - ΑΕΠ ανά κάτοικο,

$q(x)$ - ποιότητα της φύσης (ισοδυναμεί με τον προσδοκώμενο χρόνο που έχουμε συνολικά στη ζωή μας για να χαρούμε τη φύση χωρίς να συμβεί κάποιο ατύχημα, προς την προσδοκώμενη διάρκεια ζωής κατά τη γέννηση),

l - χρονικό διάστημα μέχρι την πλήρη αποκατάσταση του περιβάλλοντος,

$I(x, y)$ - μέτρο επιρροής ενός κατοίκου που σχετίζεται με την απόσταση μεταξύ των x και y ,

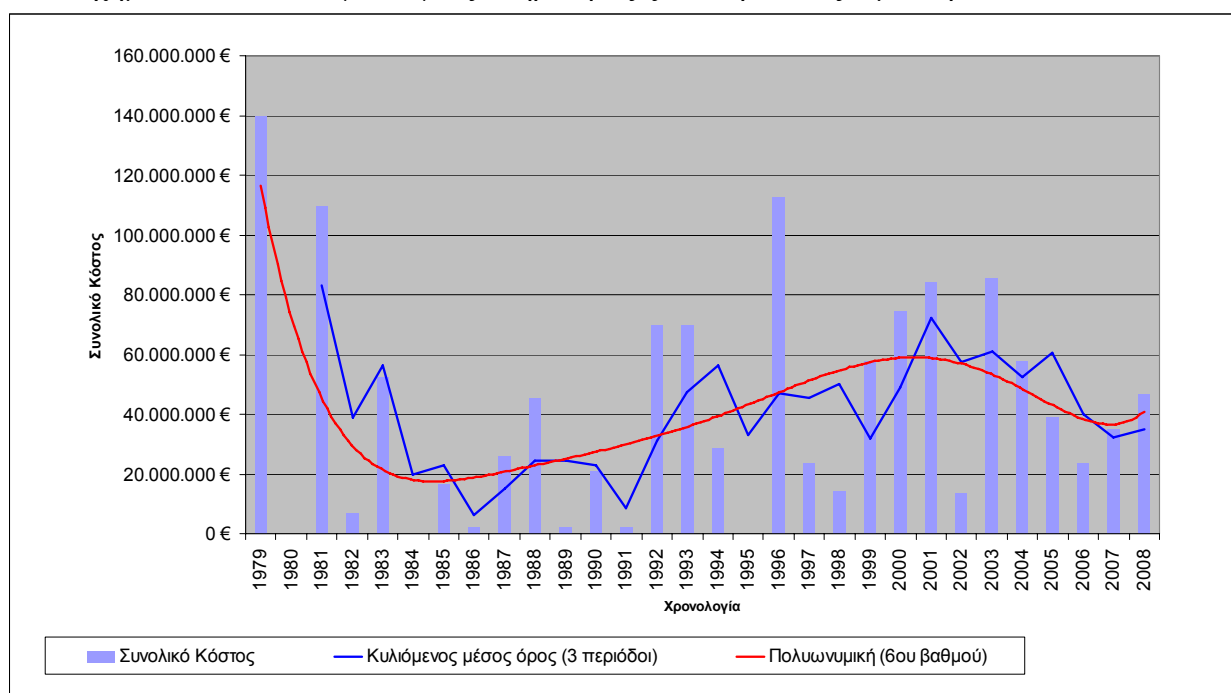
$\gamma(x)$ - ρυθμός διόρθωσης της δυσαρέσκειας κάθε πολίτη, με το πέρασμα του χρόνου.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει στη σχέση (31) ότι υπολογίζει τις απώλειες σε χρηματικές μονάδες, που είναι ίσως και ο μοναδικός τρόπος να συγκεντρώσει κάποιος διαφορετικές έννοιες και συντελεστές σε ένα ενιαίο μέγεθος. Δεύτερη σημαντική παρατήρηση είναι ότι συμπεριλαμβάνεται στο ολοκλήρωμα της σχέσης (31) το ΑΕΠ. Θεωρείται λοιπόν ότι οι συνέπειες στο κοινωνικό σύνολο μπορούν να εκφραστούν σαν ένα μέγεθος εξαρτώμενο από το ΑΕΠ.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι το συγκεκριμένο κριτήριο έχει ορισμένες αδυναμίες, τις οποίες τονίσαμε και προηγουμένως, ωστόσο μπορεί να είναι αρκετά αξιόπιστο σε εφαρμογή στους θαλασσίους διαύλους της Δανίας. Παρόλα αυτά, λόγω των αδυναμιών αυτών, λόγω της διαφορετικής μορφολογίας των ακτογραμμών της Ελλάδας και λόγω των συνθηκών που επικρατούν στις ελληνικές θάλασσες, δεν είναι να το εφαρμόσουμε για τον ελληνικό θαλάσσιο χώρο.

Βασιζόμενοι τώρα στην σχέση (30) θα ορίσουμε ένα νέο κριτήριο που να ανταποκρίνεται όσο το δυνατό περισσότερο στις ανάγκες και ιδιαιτερότητες της ελληνικής κοινωνίας και του ελληνικού θαλάσσιου χώρου. Καταρχάς θα αποδεχτούμε και εδώ την λογική της σχέσης (30), δηλαδή ότι για να είναι αποδεκτό το ρίσκο από την κοινωνία θα πρέπει να ισχύει : $ΟΦΕΛΟΣ > ΖΗΜΙΑ$

Σε ότι αφορά την ζημία που επιβαρύνει την ελληνική κοινωνία δεν θα βασιστούμε τώρα σε κάποιο πρόγραμμα Η/Υ που να προσεγγίζει το πρόβλημα πιθανοθεωρητικά, αλλά σε ιστορικά στοιχεία και την στατιστική ανάλυση των στοιχείων αυτών που κάναμε στο Κεφάλαιο 3. Από τα ιστορικά στοιχεία είχε προκύψει στο Κεφάλαιο 3 το Σχήμα 32 τον οποίο για λόγους πληρότητας ξαναπαρουσιάζουμε τώρα.



Σχήμα - 39 Συνολικό κόστος ατυχημάτων για την Ελλάδα από το 1979 έως το 2008.

Στο παραπάνω σχήμα έχουμε ορίσει σαν «outliers» το ατυχήματα των Express Samina (26/9/2000) και Irenes Serenade (23/2/1980). Έχουμε κάνει πολυωνυμική παλινδρόμηση στ' βαθμού καθώς και κυλιόμενου μέσου όρου (3 περίοδοι), οι οποίες παρουσίασαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, ενώ παραθέτουμε το κόστος που προβλέπουν οι παλινδρομήσεις αυτές για το έτος 2008 στον παρακάτω πίνακα και το συγκρίνουμε με το κόστος που προέκυψε με βάση την ανάλυση μας από τα στατιστικά δεδομένα για το 2008.

Πίνακας 38 - Πρόβλεψη συνολικού κόστους για τα έτη 2008-2009 καθώς και πραγματικό κόστος με βάση τα ιστορικά στοιχεία και τους υπολογισμούς του 3^{ου} κεφαλαίου.

	Πολυωνυμική στ' βαθμού	Κυλιόμενος μέσος όρος	Πραγματικό συνολικό κόστος
2008	41.600.000 €	36.100.000 €	46.666.099 €

Σε ότι αφορά τώρα το *όφελος* από την διέλευση των πλοίων από τις ελληνικές θάλασσες, το πρόβλημα είναι πιο περίπλοκο. Όπως είναι γνωστό η Ελλάδα είναι ένα από τα ισχυρότερα και πιο σημαντικά ναυτικά κράτη του κόσμου και η εμπορική της ναυτιλία είναι ο δυναμικότερος κλάδος της εθνικής της οικονομίας. Επιπρόσθετα ο υπό Ελληνική σημαία στόλος σε κοινοτικό επίπεδο καταλαμβάνει την πρώτη θέση και απαρτίζει σε όρους χωρητικότητας το 24% του αντίστοιχου κοινοτικού. Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία (Lloyd's Register Fairplay 31-12-2007 για πλοία άνω των 100gt) η Ελλάδα καταλαμβάνει την έβδομη θέση στον κόσμο, με βάση τη χωρητικότητα του υπό ελληνική σημαία στόλου, ο οποίος αριθμεί 1.455 πλοία, συνολικής χωρητικότητας 32.048.052gt. Ο υπό ελληνική διαχείριση στόλος ανερχόταν το Φεβρουάριο του 2007 σε 3.699 πλοία συνολικής μεταφορικής ικανότητας 218 εκατ. τόνους dwt, η οποία αντιστοιχεί στο 16,5% της μεταφορικής ικανότητας του παγκόσμιου στόλου. Έτσι, κατατάσσεται ως η σημαντικότερη πλοιοκτητική κοινότητα του κόσμου, η οποία ελέγχει το 14,0% της παγκόσμιας χωρητικότητας (gt) και το 16,5% της μεταφορικής ικανότητας (dwt) του παγκόσμιου στόλου. Όπως σημειώνει η Τράπεζα της Ελλάδος στην έκθεσή της (2007), η προτίμηση των Ελλήνων πλοιοκτητών για τα πλοία μεταφοράς χύδην φορτίου και

πετρελαίου είναι εμφανής, δεδομένου ότι ειδικά για τις δύο αυτές κατηγορίες πλοίων το ποσοστό της ελληνικής συμμετοχής στον παγκόσμιο στόλο ανέρχεται στο 22,3% και 21,8% αντίστοιχα. Σημειώνεται ότι το μέσο μέγεθος των πλοίων παρουσίασε αύξηση της τάξης του 5,5% το 2007, η οποία διευκολύνει την αξιοποίηση των οικονομιών κλίμακας που παρατηρούνται στον τομέα της ναυτιλίας.

Στο μεταξύ, σύμφωνα με νεότερα στοιχεία της Petrofin Research, η ελληνική ναυτιλία συνέχισε την αυξητική της πορεία φθάνοντας στα 4.545 πλοία από 4.346 που αριθμούσε στα τέλη του 2007. Στα πλοία αυτά απασχολείται μεγάλος αριθμός εργαζομένων ο οποίος σήμερα ξεπερνά τους 25.000 ναυτικούς, ενώ γενικότερα σε τομείς σχετικούς με τη ναυτιλία απασχολούνται περίπου 160.000 εργαζόμενοι (4% της συνολικής απασχόλησης).

Σύμφωνα με στοιχεία της Τράπεζας της Ελλάδος, μόνο το 1/4 του στόλου ελληνικών συμφερόντων είναι νηολογημένο στην Ελλάδα, ενώ το 15% είναι νηολογημένο στον Παναμά, το 14% στη Μάλτα, το 10% στην Κύπρο και το 10% στη Λιβερία, κυρίως λόγω του αυξανόμενου κόστους, που συνεπάγεται η απαιτούμενη οργανική σύνθεση των πληρωμάτων των πλοίων υπό ελληνική σημαία.

Σημαντική είναι η συμβολή της ελληνικής ναυτιλίας και στην ανάπτυξη και ενίσχυση της ελληνικής οικονομίας με πόρους. Από τα στοιχεία της Τράπεζας της Ελλάδος προκύπτει ότι οι καθαρές εισπράξεις από την παροχή μεταφορικών υπηρεσιών αντιπροσωπεύουν - κατά μέσον όρο - την τελευταία τριετία πάνω από το 4% του ΑΕΠ της Ελλάδος και περίπου το ήμισυ του συνόλου των καθαρών εισπράξεων από υπηρεσίες. Η άμεση συνεισφορά του κλάδου στην οικονομική δραστηριότητα σε όρους προστιθέμενης αξίας ανήλθε το 2008 σε 4,7% του ελληνικού ΑΕΠ. Λαμβάνοντας υπόψη τις επιδράσεις σε κλάδους της οικονομικής δραστηριότητας που συνδέονται έμμεσα με την ποντοπόρο ναυτιλία, τότε η συνολική συνεισφορά στο ΑΕΠ ανέρχεται στο 6% και η απασχόληση στο 4% περίπου της συνολικής απασχόλησης της οικονομίας κατά την περίοδο 2007-2008. Η συνεισφορά γίνεται ακόμα μεγαλύτερη αν συνεκτιμηθούν και οι επιδράσεις στην οικονομία από την επανεπένδυση μέρους των συσσωρευμένων κερδών (εκτός Ελλάδας) των ναυτιλιακών επιχειρήσεων ελληνικής ιδιοκτησίας και σε άλλους κλάδους της ελληνικής οικονομίας (μη συνδεόμενους με τη ναυτιλία) όπως οι επιχειρηματικές επενδύσεις παγίων (εκτός πλοίων) και η αγορά ακινήτων. Η αξία αυτών των επενδύσεων είναι δύσκολο να προσδιοριστεί επακριβώς αλλά κάτω από την πλέον συντηρητική εκτίμηση υπερέβη τα 2,5 δις. ευρώ το 2008, ήτοι το 1% του ΑΕΠ, ανεβάζοντας τη συνολική συνεισφορά της ποντοπόρου ναυτιλίας στο 7% του ελληνικού ΑΕΠ περίπου. Παράλληλα η ακτοπλοΐα συνεισέφερε στο ΑΕΠ κατά 3,5% και έτσι το τελικό ποσοστό με το οποίο συνεισέφερε η ναυτιλία σαν σύνολο στο ΑΕΠ κατά το έτος 2008 ανήλθε στο 10,5%.

Κεφάλαιο 4. Κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω ότι η σωστή προσέγγιση θα ήταν να ορίσουμε το όφελος της ελληνικής κοινωνίας από την ναυτιλία υπό το πρίσμα της συνεισφοράς στη διαμόρφωση του ΑΕΠ, δεδομένου του γεγονότος ότι το ΑΕΠ αποτελεί στην ουσία ένα μέτρο της ποιότητας ζωής ή της μεταβολής αυτής στα πλαίσια μιας κοινωνίας. Θεωρήσαμε δηλαδή ότι :

$$\text{Ετήσιο Όφελος} = \text{ΑΕΠ} \times \text{Ποσοστό συνεισφοράς της ναυτιλίας} \quad (33)$$

Ωστόσο στην παραπάνω θεώρηση υπάρχει ένα μειονέκτημα. Το ποσοστό συνεισφοράς της ναυτιλίας στο ΑΕΠ που δημοσιεύει η Ε.Σ.Υ.Ε. αναφέρεται στον ελληνόκτητο στόλο που δραστηριοποιείται παγκοσμίως! Όπως είναι όμως προφανές στο ρίσκο για πιθανά ατυχήματα στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο συνεισφέρουν μόνον τα πλοία που κινούνται μέσα σε αυτόν. Είναι δηλαδή απαραίτητο να ορίσουμε έναν συντελεστή-ποσοστό που να μας δίνει το συνολικό τονάζ πλοίων που κινείται στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο σε σχέση με το τονάζ του ελληνόκτητου στόλου παγκοσμίως. Ωστόσο δεν υπάρχουν τέτοια δεδομένα στην βιβλιογραφία ή σε κάποια υπηρεσία. Αυτό που κάναμε ήταν με την βοήθεια του χάρτη πλοίων πραγματικού χρόνου - AIS να δούμε για μια συγκεκριμένη ημέρα (την 12/08/2009 - δεδομένου ότι τα πλοία μετακινούνται συνεχώς), πόσα, τι είδους, τι σημαίας και τι χωρητικότητας σε DWT πλοία κινούνται στις ελληνικές θάλασσες. Βέβαια θα μπορούσε να πει κανείς ότι τα πλοία κινούνται και φεύγουν εκτός του χώρου που εξετάζουμε, ωστόσο θεωρήσαμε ότι παράλληλα άλλα πλοία εισέρχονται με αποτέλεσμα το συνολικό τονάζ να μην μεταβάλλεται σημαντικά και επομένως να έχουμε μια πολύ καλή προσέγγιση της πραγματικότητας, τουλάχιστο σε ότι αφορά τις συνθήκες των τελευταίων ετών. Από τα δεδομένα που συλλέξαμε προέκυψε ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 39 - Κατανομή πλοίων με βάση την σημαία τους στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο την 12/08/2009.

	Αριθμός πλοίων	Ποσοστό (πλήθος)	DWT	Ποσοστό (DWT)
Σύνολο πλοίων	521	100,00%	6.689.344 tons	100,00%
Ελληνική σημαία	218	41,84%	1.265.095 tons	18,91%
Ξένη σημαία	116	22,26%	1.672.487 tons	25,00%
Σημαία ευκαιρίας	187	35,89%	3.751.762 tons	56,09%

Όπως τονίσαμε και πριν αυτό που μας ενδιαφέρει είναι να προσδιορίσουμε το deadweight των ελληνόκτητων πλοίων που κινούνται στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο και συμβάλουν στην αύξηση του ΑΕΠ. Παρατηρώντας τα δεδομένα του Πίνακα 39 διαπιστώνει κανείς ότι μας λείπει ένα ακόμα στοιχείο. Αυτό είναι το ποσοστό επί των πλοίων με σημαία ευκαιρίας (Παναμάς, Λιβερία κλπ.) τα οποία είναι ελληνόκτητα και επομένως συνεισφέρουν στην οικονομία μας. Προφανώς δεν έχουμε στοιχεία για να

Κεφάλαιο 4. Κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου

ορίσουμε άμεσα αυτό το ποσοστό, ωστόσο μπορούμε να το προσεγγίσουμε διαφορετικά.

Το ποσοστό των ελληνόκτητων πλοίων σε τόνους dwt επί του παγκοσμίου στόλου κυμάνθηκε στο 15,2% για το έτος 2008 και θα θεωρήσουμε εδώ ότι το ίδιο ποσοστό επί των πλοίων με σημαία ευκαιρίας είναι ελληνόκτητο. Βέβαια δεν πρέπει να μας διαφεύγει και το γεγονός ότι αναλογικά, στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο το ποσοστό αυτό θα πρέπει να είναι αυξημένο σε σχέση με τον υπόλοιπο κόσμο, λόγω και των πλοίων που καλύπτουν ενδοχώριες μεταφορικές ανάγκες και έχουν σημαία ευκαιρίας. Έτσι κρίναμε ότι μια προσαύξηση της τάξης του 5% θα ήταν λογική.

Το ποσοστό λοιπόν των ελληνόκτητων πλοίων με σημαία ευκαιρίας προς το σύνολο των πλοίων με σημαία ευκαιρίας, το προσδιορίσαμε γύρω στο 20,2%. Το άθροισμα αυτού του ποσοστού με το αυτό των πλοίων υπό ελληνική σημαία μας δίνει το συνολικό ποσοστό των ελληνόκτητων πλοίων που κινούνται στις ελληνικές θάλασσες και ακολούθως το συνολικό τονάζ. Ισχύει δηλαδή :

$$\begin{array}{l} \text{Τονάζ ελληνόκτητων πλοίων} \\ \text{στις ελληνικές θάλασσες} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Τονάζ πλοίων με} \\ \text{ελληνική σημαία} \end{array} + 0,202 \times \begin{array}{l} \text{Τονάζ πλοίων με} \\ \text{σημαία ευκαιρίας} \end{array}$$

ή

$$\begin{array}{l} \text{Τονάζ ελληνόκτητων πλοίων} \\ \text{στις ελληνικές θάλασσες} \end{array} = 1.265.095 + 0,202 \times 3.751.762$$

ή

$$\begin{array}{l} \text{Τονάζ ελληνόκτητων πλοίων} \\ \text{στις ελληνικές θάλασσες} \end{array} = 2.022.951 \text{ τόνοι DWT}$$

Τέλος, υπολογίζουμε το ποσοστό που να μας δίνει το συνολικό τονάζ πλοίων που κινείται στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο σε σχέση με το τονάζ του ελληνόκτητου στόλου παγκοσμίως, απλά διαιρώντας το παραπάνω νούμερο με το συνολικό ελληνόκτητο τονάζ για το 2008 που ήταν 263.560.741 τόνοι DWT. Δηλαδή :

$$\begin{array}{l} \text{Τονάζ ελληνόκτητων πλοίων στις ελληνικές θάλασσες} \\ \text{προς τον παγκόσμιο ελληνόκτητο στόλο} \end{array} = 2.022.951 / 263.560.741 =$$

$$= 0,007675434 \text{ ή } 0,768\%$$

Κεφάλαιο 4. Κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου

Επανερχόμενοι τώρα στην σχέση (33), την διορθώνουμε συμπεριλαμβάνοντας τώρα και το ποσοστό που μόλις υπολογίσαμε. Έτσι προκύπτει η τελική σχέση για το όφελος της ελληνικής κοινωνίας από την ναυτιλία στις ελληνικές θάλασσες.

$$\text{Ετήσιο Όφελος} = \text{ΑΕΠ} \times R_1 \times R_2 \quad (33)$$

Όπου :

R1 - Ποσοστό συνεισφοράς της ναυτιλίας στην διαμόρφωση του ΑΕΠ,

R2 - Τονάζ ελληνόκτητων πλοίων στις ελληνικές θάλασσες, προς τον παγκόσμιο ελληνόκτητο στόλο.

Μπορούμε τώρα να υπολογίσουμε το Ετήσιο Όφελος για το έτος 2008. Είναι προφανές ότι ανάλογα το έτος που εξετάζουμε πρέπει να αναπροσαρμόσουμε τα ΑΕΠ, R1 και R2 αναλόγως.

$$\begin{aligned} \text{Ετήσιο Όφελος (2008)} &= \text{ΑΕΠ (2008)} \times R_1 \times R_2 = \\ &= 242.946 \text{ εκ. } \text{€} \times 0,105 \times 0,007675434 = 195.795.946 \text{ €} \end{aligned}$$

Επανερχόμαστε τώρα στη βασική μας υπόθεση πρέπει για να είναι αποδεκτό το ρίσκο από την κοινωνία να ισχύει : ΟΦΕΛΟΣ > ΖΗΜΙΑ

Στα προηγούμενα αναλύσαμε και υπολογίσαμε κάθε ένα από τα μέλη της ανισότητας-κριτηρίου και σε αυτό το σημείο θα κάνουμε εφαρμογή του για την Ελλάδα και για το έτος 2008. Έτσι λοιπόν πρέπει να ισχύει :

$$\text{ΟΦΕΛΟΣ (2008)} > \text{Προσδοκώμενη ΖΗΜΙΑ (2008)}$$

ή

$$195.795.946 \text{ €} > 46.666.099 \text{ €}$$

Εάν φυσικά δεν είχαμε στη διάθεση μας στατιστικά στοιχεία για το έτος 2008 θα βάζαμε στο κριτήριο την προσδοκώμενη τιμή σύμφωνα με την πολυωνυμική παλινδρόμηση. Δηλαδή :

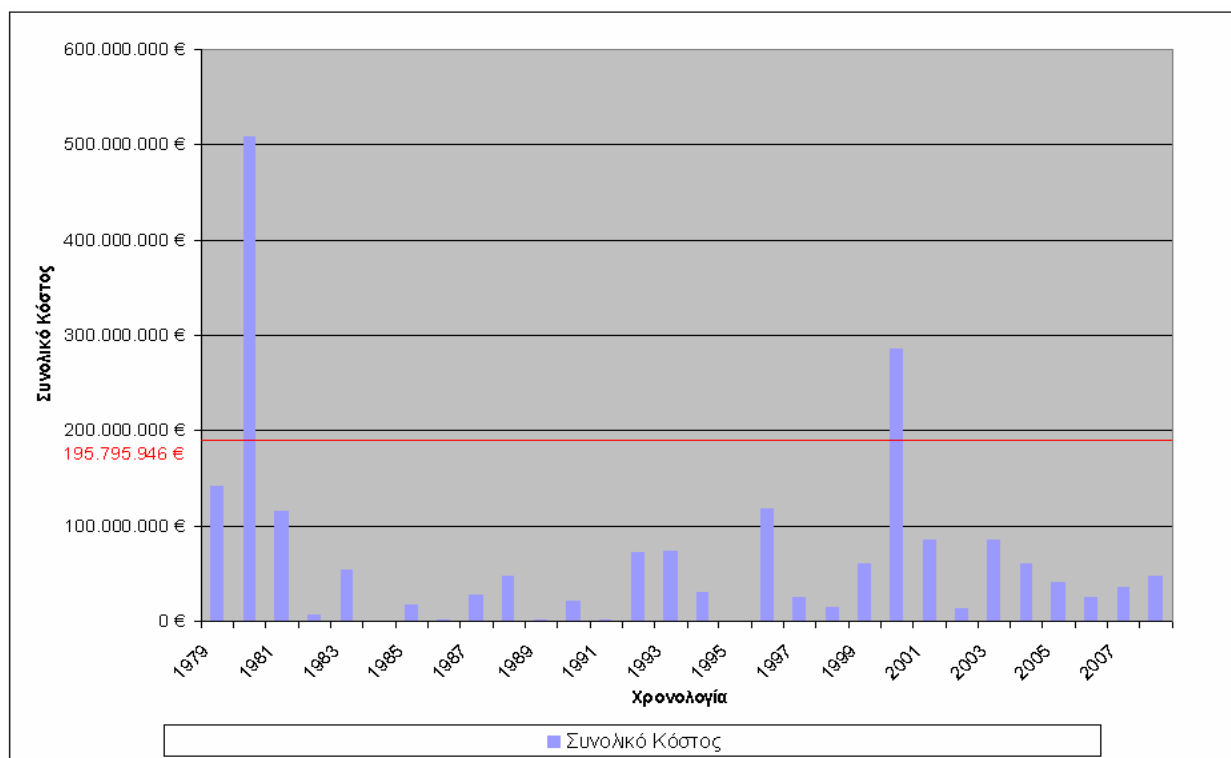
$$195.795.946 \text{ €} > 41.600.000 \text{ €}$$

Άρα μπορούμε να πούμε το ρίσκο για το έτος 2008 είναι αποδεκτό!

Το συνολικό κόστος όπως έχουμε πει στο Κεφάλαιο 3 το έχουμε υπολογίσει σε Ευρώ του έτους 2008, ανάλογα με τον αριθμό των θανάτων και τον όγκο διαρροής κάθε

Κεφάλαιο 4. Κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου

περιστατικού. Θα δείξουμε στο σχήμα που ακολουθεί το συνολικό κόστος σε χρονοσειρά μαζί με το όριο που υπολογίσαμε. Βέβαια για να γίνει αυτό πρέπει να θεωρήσουμε ότι τα R1 και R2 παρέμειναν σταθερά όλη αυτή την περίοδο. Κάτι τέτοιο προφανώς δεν ισχύει ωστόσο θα έχει ενδιαφέρον να δούμε σε τι επίπεδα βρίσκεται η τιμή που υπολογίσαμε ως όριο αποδοχής ρίσκου.



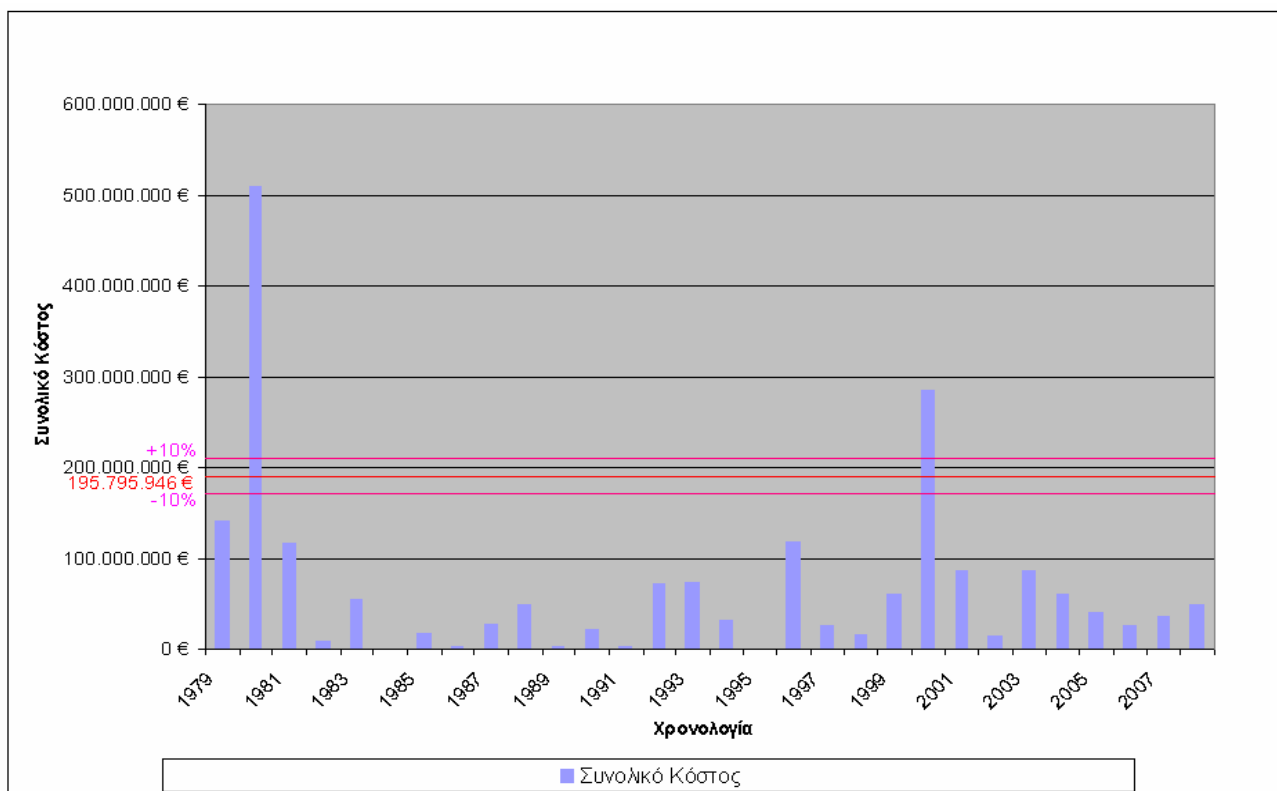
Σχήμα 40 - Διακύμανση του συνολικού κόστους την περίοδο 1979-2008 και σύγκριση με το όριο αποδοχής ρίσκου για το έτος 2008.

Παρατηρούμε ότι το όριο ξεπεράστηκε το έτος 1980 οπότε συνέβη το ατύχημα του Irenes Serenade με διαρροή 40.000! τόνων αργού πετρελαίου στη θάλασσα και το έτος 2000 οπότε και συνέβη το ατύχημα του Express Samina και είχαμε την απώλεια 83! ανθρώπων. Το ατύχημα του Express Samina ήταν πρωτόγνωρο για τα ελληνικά δεδομένα και απασχόλησε για μήνες τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, ενώ μετά το συμβάν πάρθηκαν μέτρα από την ελληνική πολιτεία για τον περιορισμό του ρίσκου επανεμφάνισης ατυχημάτων με συνέπειες τέτοιας κλίμακας. Βασικός πυλώνας ήταν ο εκσυγχρονισμός του στόλου της ακτοπλοΐας αλλά και η αυστηροποίηση των κανόνων ασφάλειας. Ένα τέτοιο περιστατικό είναι σαφώς εκτός των ορίων οπότε με μια πρώτη ματιά βλέπουμε ότι το όριο αποδοχής ρίσκου που έχουμε υπολογίσει βρίσκεται στα σωστά επίπεδα.

Βέβαια, καλό θα ήταν να ορίσουμε και ένα ποσοστό ασφαλείας δεδομένου του ότι το όριο μας στην ουσία δεν είναι απόλυτο νούμερο αλλά προσέγγιση με βάση την

Κεφάλαιο 4. Κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου

ανάλυση που κάναμε στα προηγούμενα. Έτσι ξαναπαρουσιάζουμε το παραπάνω σχήμα με ένα ποσοστό ασφαλείας 10% αυτή τη φορά. Επίσης θα δείξουμε και άλλη μια γραμμή ορίου της τάξης του +10% του ορίου μας που εκφράζει πιθανά οφέλη από πλοία που δεν είναι ελληνόκτητα και διέρχονται από τον ελληνικό θαλάσσιο χώρο και τους ελληνικούς λιμένες. Είναι προφανές ότι αυτά τα οφέλη (π.χ. λιμανιάτικα έξοδα ή τροφοδοσίες) δεν είναι σημαντικά σε σχέση με τα οφέλη από την ελληνόκτητη ναυτιλία.



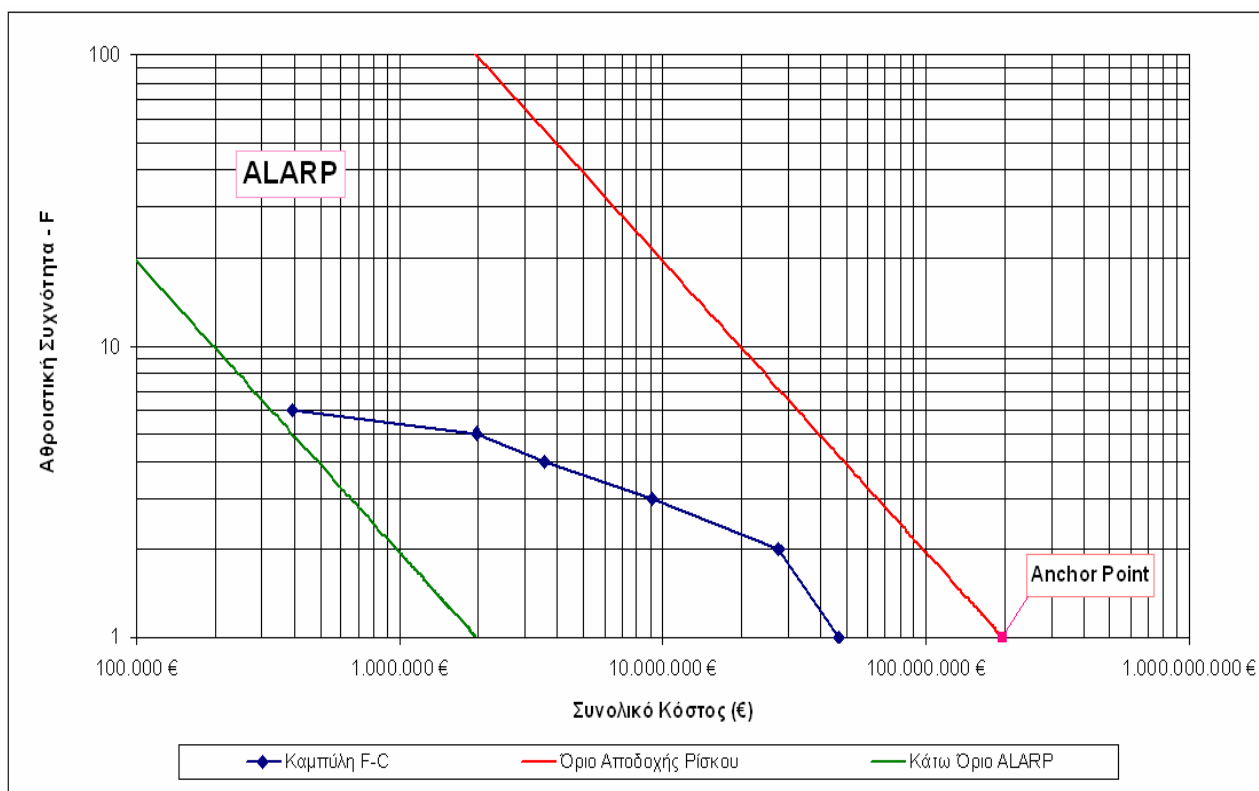
Σχήμα 41 - Διακύμανση του συνολικού κόστους την περίοδο 1979-2008 και σύγκριση με το όριο αποδοχής ρίσκου για το έτος 2008 (ποσοστό ασφαλείας 10%).

Το νέο όριο είναι μαζί με το όριο ασφαλείας είναι τώρα 176.216.351 €. Εάν το ετήσιο συνολικό κόστος φτάνει το συγκεκριμένο νούμερο τότε περνάμε στην περιοχή του μη αποδεκτού ρίσκου οπότε πρέπει να παρθούν μέτρα μείωσης του ρίσκου και κατά συνέπεια του συνολικού κόστους.

Τέλος, υπολογίσαμε την αθροιστική συχνότητα των περιστατικών για το έτος 2008 με στόχο την κατασκευή της καμπύλης F-C, δηλαδή της ανάλογης καμπύλης F-N με τη διαφορά ότι αντί για αριθμό νεκρών N έχουμε το συνολικό κόστος C. Σε ότι αφορά τώρα το όριο αποδοχής ή αλλιώς το άνω όριο της περιοχής ALARP, αυτό που κάναμε είναι να χρησιμοποιήσουμε το «Anchor Point» που έχουμε στη διάθεση μας.

Κεφάλαιο 4. Κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου

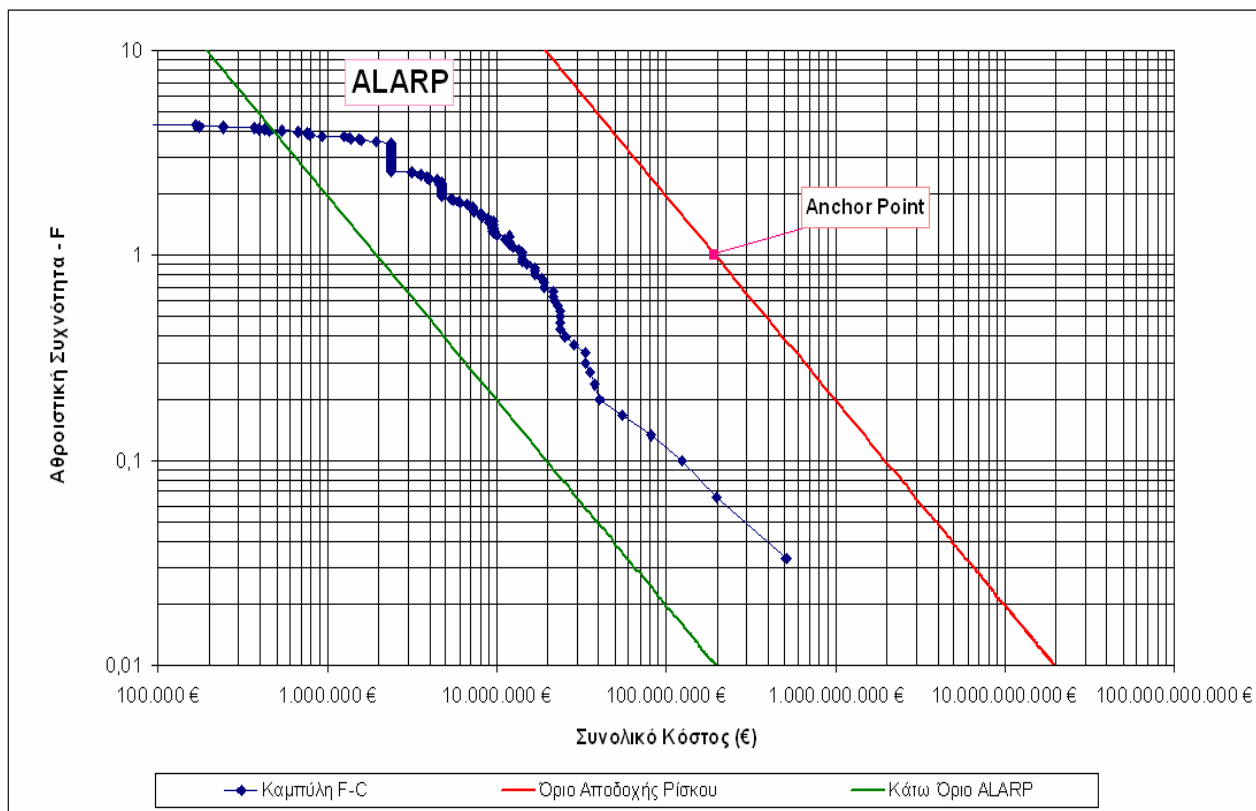
Αυτό δίνεται με την υπόθεση ότι αν είχαμε ένα και μοναδικό ατύχημα για σε όλη τη διάρκεια του έτους τότε το μέγιστο δυνατό συνολικό κόστος είναι 195.795.077 €. Κατόπιν χρησιμοποιήσαμε την κλίση -1 σε λογαριθμική κλίμακα που έχει ήδη υιοθετήσει ήδη ο IMO για το ρίσκο σε ανθρώπινες απώλειες και που αποτελεί στην ουσία μέτρο της αποστροφής της κοινωνίας στο ρίσκο. Σε ότι αφορά το κάτω όριο της περιοχής ALARP, θα το ορίσουμε δύο τάξεις μεγέθους πιο κάτω από το κριτήριο αποδοχής. Ακολουθεί το σχήμα με την περιοχή ALARP που προσδιορίσαμε.



Σχήμα 43 - Όριο αποδοχής ρίσκου και περιοχή ALARP για την Ελλάδα και το έτος 2008 (συμπεριλαμβάνονται τα περιστατικά του 2008).

Το παραπάνω σχήμα όπως είπαμε και παραπάνω είναι βασισμένο στα ατυχήματα μόνο του έτους 2008. Στο επόμενο σχήμα για την κατασκευή της καμπύλης F-C συμπεριλάβαμε όλα τα ατυχήματα της τελευταίας τριακονταετίας, δηλαδή από το έτος 1979 έως και το 2008, ωστόσο όμως το κριτήριο αποδοχής ρίσκου που έχουμε ορίσει αφορά μόνο το έτος 2008. Συνεπώς ήταν αναγκαίο να διαιρέσουμε την κάθε αθροιστική συχνότητα με τον συνολικό αριθμό των ετών (30) για να έχουμε την μέση αθροιστική συχνότητα κάθε σημείου για όλη την τελευταία τριακονταετία. Έτσι οι αθροιστικές συχνότητες αναφέρονται σε ετήσια βάση, πράγμα απαραίτητο για την σύγκριση με το όριο που έχουμε ήδη προσδιορίσει.

Δεν πρέπει επίσης να ξεχνάμε ότι τα συνολικά κόστη είναι υπολογισμένα σε Ευρώ του 2008 για κάθε ατύχημα και επομένως δεν χρειάζονται διόρθωση.



Σχήμα 44 - Όριο αποδοχής ρίσκου και περιοχή ALARP για την Ελλάδα και το έτος 2008 (συμπεριλαμβάνονται τα περιστατικά της τριακονταετίας 1979-2008, με παράλληλη αναγωγή της αθροιστικής συχνότητας σε ετήσια βάση).

4.3.1 Ανάλυση ευαισθησίας

Ενδιαφέρον θα παρουσίαζε σε αυτό το σημείο να κάνουμε και μια ανάλυση ευαισθησίας. Να δώσουμε δηλαδή μια εικόνα για το πώς μεταβάλλεται το όριο αποδοχής του κοινωνικού ρίσκου με την μεταβολή των συντελεστών του ετήσιου οφέλους. Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η μεταβολή στο Ετήσιο Όφελος (όριο αποδοχής) έχοντας κρατήσει σταθερούς τους συντελεστές R1 και R2 στις τιμές που υπολογίσαμε και μεταβάλλοντας μόνο το ΑΕΠ.

Πίνακας 40 - Ανάλυση ευαισθησίας με μεταβαλλόμενο όρο το ΑΕΠ.

ΑΕΠ	R1	R2	Όφελος (2008)	Μεταβολή %	Ζημία (2008)	Αποδοχή: (2008)
2E+11	0,105	0,00767543	161.184.030 €		46.666.099€	ΝΑΙ
2,1E+11	0,105	0,00767543	169.243.232 €	5,00	46.666.099€	ΝΑΙ
2,2E+11	0,105	0,00767543	177.302.433 €	4,76	46.666.099€	ΝΑΙ
2,3E+11	0,105	0,00767543	185.361.635 €	4,55	46.666.099€	ΝΑΙ
2,4E+11	0,105	0,00767543	193.420.836 €	4,35	46.666.099€	ΝΑΙ

Κεφάλαιο 4. Κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου

2,43E+11	0,105	0,00767543	195.795.077 €	1,23	46.666.099€	ΝΑΙ
2,5E+11	0,105	0,00767543	201.480.038 €	2,90	46.666.099€	ΝΑΙ
2,6E+11	0,105	0,00767543	209.539.239 €	4,00	46.666.099€	ΝΑΙ
2,7E+11	0,105	0,00767543	217.598.441 €	3,85	46.666.099€	ΝΑΙ
2,8E+11	0,105	0,00767543	225.657.642 €	3,70	46.666.099€	ΝΑΙ

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία ακολουθήσαμε και στον επόμενο πίνακα, κρατώντας σταθερά τα ΑΕΠ και R2 αυτή τη φορά.

Πίνακας 41 - Ανάλυση ευαισθησίας με μεταβαλλόμενο όρο το R1.

ΑΕΠ	R1	R2	Όφελος (2008)	Μεταβολή %	Ζημία (2008)	Αποδοχή; (2008)
2,42946E+11	0,01	0,00767543	18.647.150 €		46.666.099€	ΌΧΙ
2,42946E+11	0,02	0,00767543	37.294.300 €	100,00	46.666.099€	ΌΧΙ
2,42946E+11	0,03	0,00767543	55.941.451 €	50,00	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,04	0,00767543	74.588.601 €	33,33	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,05	0,00767543	93.235.751 €	25,00	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,06	0,00767543	111.882.901 €	20,00	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,07	0,00767543	130.530.051 €	16,67	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,08	0,00767543	149.177.201 €	14,29	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,09	0,00767543	167.824.352 €	12,50	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,1	0,00767543	186.471.502 €	11,11	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,105	0,00767543	195.795.077 €	5,00	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,11	0,00767543	205.118.652 €	4,76	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,12	0,00767543	223.765.802 €	9,09	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,13	0,00767543	242.412.952 €	8,33	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,14	0,00767543	261.060.102 €	7,69	46.666.099€	ΝΑΙ

Επαναλάβαμε για άλλη μια φορά τη διαδικασία με σταθερά τα ΑΕΠ και R1 αυτή τη φορά και μεταβάλλοντας το R2

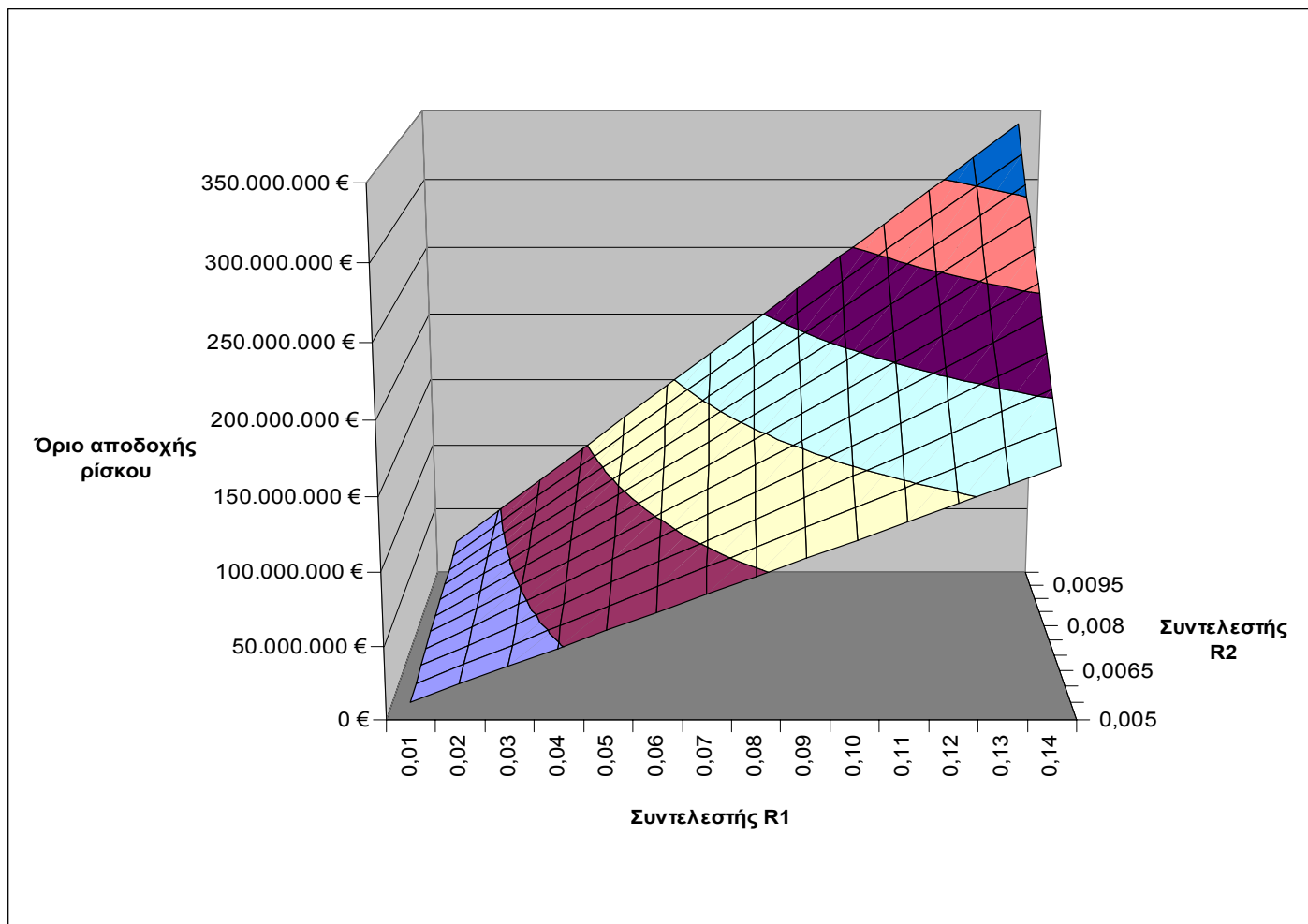
Πίνακας 42 - Ανάλυση ευαισθησίας με μεταβαλλόμενο όρο το R1.

ΑΕΠ	R1	R2	Όφελος (2008)	Μεταβολή %	Ζημία (2008)	Αποδοχή; (2008)
2,42946E+11	0,105	0,005	127.546.650 €		46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,105	0,0055	140.301.315 €	10,00	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,105	0,006	153.055.980 €	9,09	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,105	0,0065	165.810.645 €	8,33	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,105	0,007	178.565.310 €	7,69	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,105	0,0075	191.319.975 €	7,14	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,105	0,00767543	195.795.077 €	2,34	46.666.099€	ΝΑΙ
2,42946E+11	0,105	0,008	204.074.640 €	4,23	46.666.099€	ΝΑΙ

Κεφάλαιο 4. Κριτήριο αποδοχής κοινωνικού ρίσκου

2,42946E+11	0,105	0,0085	216.829.305 €	6,25	46.666.099€	NAI
2,42946E+11	0,105	0,009	229.583.970 €	5,88	46.666.099€	NAI
2,42946E+11	0,105	0,0095	242.338.635 €	5,56	46.666.099€	NAI
2,42946E+11	0,105	0,01	255.093.300 €	5,26	46.666.099€	NAI

Τέλος, στο σχήμα που ακολουθεί έχουμε μια τρισδιάστατη απεικόνιση για το τι τιμές παίρνει το όριο για δεδομένο το ύψος του ΑΕΠ (συγκεκριμένα του έτους 2008), καθώς μεταβάλλονται τα R1 και R2.



Σχήμα 42 - Ανάλυση ευαισθησίας με σταθερό μόνο το ΑΕΠ (ΑΕΠ-2008 = 2,42946E+11 €).

4.3.2 Συμπεράσματα

Φυσικά όπως έχουμε ήδη τονίσει κανείς δεν μπορεί να ισχυριστεί ότι το συγκεκριμένο κριτήριο είναι κατ' απόλυτο τρόπο «σωστό». Είναι προφανές ότι υπάρχουν αδυναμίες και περιθώρια για περαιτέρω βελτίωση κυρίως σε ότι αφορά τον ακριβή προσδιορισμό του R2, ωστόσο πιστεύουμε ότι βρίσκεται προς τη σωστή

κατεύθυνση με δεδομένο και το νεφελώδες τοπίο που υπάρχει σήμερα στον συγκεκριμένο τομέα ερευνών.

4.4 Περίπτωση μη αποδεκτού ρίσκου

Αν και δεν είναι μέσα στους στόχους και το θέμα της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας, θα αφιερώσουμε την συγκεκριμένη παράγραφο στην περίπτωση του μη αποδεκτού ρίσκου, για λόγους πληρότητας.

Στην περίπτωση που το συνολικό κόστος λοιπόν ήταν μεγαλύτερο του συνολικού οφέλους ή έστω υπερβολικά κοντά και μέσα στο περιθώριο ασφαλείας που έχουμε θέσει, μπορούμε να πούμε ότι θα βρισκόμασταν στην περιοχή του «μη αποδεκτού από την κοινωνία ρίσκου». Σε μια τέτοια περίπτωση είναι απαραίτητο να παρθούν μέτρα από τους λήπτες αποφάσεων που είναι στη συγκεκριμένη περίπτωση: οι νηογνώμονες, ο IMO και οι κυβερνήσεις των κρατών. Στόχος είναι η μείωση του ρίσκου, δηλαδή του συνολικού ετήσιου κόστους, σε αποδεκτά επίπεδα. Όπως αναφέρει ο Psaraftis (2005), τα μετρά αυτά ονομάζονται Μέτρα Μείωσης Ρίσκου ή Risk Control Options (RCO). Εφαρμόζονται είτε σε παγκόσμια κλίμακα (για όλα τα πλοία) είτε σε τοπικό επίπεδο (για πλοία συγκεκριμένης κατηγορίας ή για συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή). Παραδείγματα τέτοιων μέτρων είναι:

- Δεξαμενόπλοια διπλού τοιχώματος
- Μικρότερες δεξαμενές πετρελαίου
- εφαρμογή του ISM
- εφαρμογή του ISPS
- Μείωση των αποδεκτών ποσοστών φθοράς των ελασμάτων
- Inert Gas σε δεξαμενές έρματος
- ECDIS
- VTMISS
- Και άλλα

Γεννάται τώρα το ερώτημα, ποια είναι τα κριτήρια με τα οποία επιλέγουμε ένα RCO; Είναι προφανές ότι οι επιλογές είναι περιορισμένες και λόγω του υψηλού σε κάθε περίπτωση κόστους εφαρμογής, πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί στην τελική επιλογή. Η τελική απόφαση βασίζεται σε δύο πυλώνες:

- A. Το κόστος εφαρμογής - ΔC
- B. τα προσδοκώμενα αποτελέσματα σχετικά με τη μείωση του ρίσκου - ΔR (τόσο σε ότι αφορά τις πετρελαιοκηλίδες όσο και τις ανθρώπινες απώλειες)

Σύμφωνα με τον Skjong et al. (2005) ένα συγκεκριμένο RCO πρέπει να υιοθετείται όταν είναι «cost-effective», δηλαδή εάν ο λόγος $\Delta C/\Delta R$ είναι κάτω από ένα συγκεκριμένο όριο το οποίο ονομάζει $CATS_{cr}$ (cost of averting a ton of oil spill - critical), ενώ μεγάλη συζήτηση γίνεται στα πλαίσια του IMO για τον προσδιορισμό του μεγέθους αυτού. Ωστόσο δεν υπάρχει κάποιο κοινά αποδεκτό ακόμα όριο. Ισχύει η παρακάτω σχέση:

$$CATS_{cr} = \frac{\Delta C}{\Delta R}$$

Όπου: ΔC - Το κόστος εφαρμογής του RCO

ΔR - Η μείωση του ρίσκου

Ανάλογη εργασία έχει κάνει και ο H.N. Psaraftis (2005) ο οποίος θεωρεί ότι ένα κριτήριο είναι «cost-effective» και πρέπει να υιοθετείται όταν ισχύει:

$$\Delta K < \Delta E(TOT)$$

Όπου: ΔK - Το κόστος εφαρμογής του RCO

$\Delta E(TOT)$ - Η μείωση του ρίσκου

Εάν παραπάνω από ένα RCO πληρούν το παραπάνω κριτήριο τότε προτιμότερο είναι αυτό που δίνει την μεγαλύτερη διαφορά $\Delta E(TOT)-\Delta K$. Σημαντικό είναι λοιπόν είναι να έχει γίνει σημαντική έρευνα και μελέτη επάνω στο κόστος εφαρμογής και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα του καθενός από τα διαθέσιμα RCO, ώστε η επιλογή μας να είναι η καλύτερη δυνατή, δεδομένου του υψηλού κόστους εφαρμογής.

Στην παραπάνω θεώρηση για το CATS πιστεύουμε ότι υπάρχει ένα μειονέκτημα. Εφόσον σε προηγούμενο βήμα (2^ο της FSA), έχουμε καταλήξει ότι βρισκόμαστε σε περιοχή μη αποδεκτού ρίσκου, τότε η ίδια η κοινωνία κρίνει επιτακτική την ανάγκη να παρθούν μέτρα τα οποία θα μειώσουν το ρίσκο σε αποδεκτά επίπεδα και θα κατευνάσουν το κοινό αίσθημα.

Όμως τι γίνεται στην περίπτωση που κανένα από τα διαθέσιμα RCO δεν είναι «cost-effective»; Γνώμη μας είναι ότι σε μια τέτοια περίπτωση πρέπει να προχωρήσουμε στην υιοθέτηση ακόμα και RCO που δεν είναι «cost-effective» καθώς κύριο μέλημα μας, εφόσον εξετάζουμε το πρόβλημα από την πλευρά της κοινωνίας, είναι να μειώσουμε το ρίσκο σε αποδεκτά επίπεδα. Δευτερεύοντος μας ενδιαφέρει το κόστος εφαρμογής και από αυτήν την οπτική γωνία πρέπει να υιοθετείται το RCO με την μικρότερη διαφορά $\Delta E(TOT)-\Delta K$.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στόχος μας στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας ήταν να αναλύσουμε όσο το δυνατό περισσότερο ορθολογικά, τόσο το ρίσκο από τις θαλάσσιες μεταφορές (Ζημία), όσο και το Όφελος από αυτές. Θέλαμε δηλαδή με αυτόν τον τρόπο ή τελική σύγκριση και αποδοχή του ρίσκου ή όχι, στα πλαίσια του κριτηρίου αποδοχής που επιλέξαμε, να είναι όσο το δυνατό πιο αξιόπιστη. Βασιστήκαμε στις πιο σημαντικές μεθοδολογίες που συναντήσαμε στη βιβλιογραφία για το κάθε βήμα που κάναμε και παράλληλα προτείναμε νέες λύσεις ή συνθέσαμε ιδέες σε περιπτώσεις που η βιβλιογραφία δεν ήταν επαρκής.

Το τελικό κριτήριο στο οποίο καταλήξαμε αλλά και η συνολική φιλοσοφία και μεθοδολογία μας, πιστεύουμε ότι είναι σύμφωνη με το πνεύμα της παρακάτω άποψης του Slovic (1980):

«Η εκτέλεση μιας πλήρους ανάλυσης (ρίσκου - οφέλους) προϋποθέτει ότι όλα τα πιθανά σενάρια και οι επιπτώσεις τους θα μπορούν να υπολογιστούν εκ των προτέρων και ότι κάθε κέρδος και κόστος θα μπορεί να αποδοθεί μια τιμή, όπως επίσης και να προκύπτοντα κόστη και οφέλη θα είναι πράγματι συγκρίσιμα μεταξύ τους.»

Βασικό πλεονέκτημα της μεθοδολογίας που αναπτύξαμε είναι ότι σε κανένα σκέλος της δεν βασιστήκαμε σε όρους, συντελεστές ή εκτιμήσεις που έχουν απόλυτα θεωρητική έννοια και είναι σχεδόν αδύνατο να υπολογιστούν. Ένα κριτήριο δηλαδή κατά τη γνώμη μας πρέπει να μη βασίζεται σε αυθαίρετες υποθέσεις διότι στο τέλος αναπόφευκτα θα οδηγήσει και σε αυθαίρετα αποτελέσματα.

Δεν είναι δυνατόν να βρίσκονται σε χρήση κριτήρια αποδοχής ρίσκου που προέκυψαν κάπου, κάπως ως πρόταση κάποιου ειδικού. Αν πρόκειται να πάρουμε μια τόσο σοβαρή απόφαση, όπως είναι ο ορισμός του κριτηρίου, που αφορά ανθρώπινες ζωές αλλά και το περιβάλλον, πρέπει η πορεία προς την λήψη της να είναι ξεκάθαρη και ορθολογική.

Ωστόσο ελλείπει μιας κοινά αποδεκτής μεθοδολογίας, τα κριτήρια αποδοχής του ρίσκου με βάση τις καμπύλες F-N υπολογίζονται σήμερα μάλλον αυθαίρετα και για αυτό το λόγο το συνολικό πρόβλημα του ορισμού αξιόπιστων κριτηρίων αποδοχής του ρίσκου είναι ακόμα υπό διαρκή έρευνα.

Στα πλαίσια των παραπάνω πιστεύουμε ότι η μεθοδολογία και το κριτήριο που προτείναμε είναι ένα βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση.

Παράλληλα πιστεύουμε ότι υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης της αξιοπιστίας του κριτηρίου κυρίως σε ότι αφορά τα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία. Αυτά αφορούν τα στοιχεία από ναυτικά ατυχήματα του παρελθόντος, τα στατιστικά στοιχεία από την κίνηση των πλοίων στις ελληνικές θάλασσες αλλά και στοιχεία οικονομικής φύσεως. Είναι προφανές ότι όσο αναλυτικότερα είναι αυτά, τόσο μεγαλύτερα περιθώρια έχουμε για πληρέστερη απεικόνιση της κατάστασης που επικρατεί στον ελληνικό θαλάσσιο χώρο και οδηγούμαστε κατά συνέπεια σε ασφαλέστερα αποτελέσματα.

Επόμενο βήμα θα ήταν επίσης, πέρα από την βελτίωση των στατιστικών μας και η προσπάθεια για αναβάθμιση του ίδιου του κριτηρίου. Μέσα στη λογική ότι πρέπει πάντα να ισχύει: Όφελος > Ζημία, θα μπορούσαμε να αναπτύξουμε ακόμα περισσότερο τους δυο όρους αυτούς ώστε να λαμβάνουν υπόψη περισσότερες παραμέτρους και έτσι το τελικό συμπέρασμα να είναι πιο αξιόπιστο. Βέβαια όπως τονίσαμε και προηγουμένως κάτι τέτοιο απαιτεί ακριβέστερα και αναλυτικότερα διαθέσιμα στατιστικά στοιχεία.

Τέλος, σημαντικό είναι να πούμε ότι το κριτήριο μας αναφέρεται στον ελληνικό χώρο. Μια μεταφορά και χρήση του κριτηρίου μας «όπως είναι» για μια χώρα με τις ίδιες κοινωνικοπολιτικές συνθήκες πιθανόν να ήταν δυνατή, ωστόσο σε κάθε περίπτωση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες στις δομές της κάθε χώρας και να εξετάζεται πιθανή τροποποίηση του, πάντα με γνώμονα την καλύτερη προσέγγιση του οφέλους ή της ζημίας που επωμίζεται τι κοινωνικό σύνολο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Adamowicz W., Louviere J. and Williams M., ‘*Combining revealed and stated preference methods for valuing environmental amenities*’, Journal of Environmental Economics and Management, 1994
- Ahtainen H., ‘*Willingness to pay for improvements in the oil spill response capacity in the Gulf of Finland – an application of the contingent valuation method*’, University of Helsinki, 2007
- Anderson C., ‘*The Value of Statistical Life, Hypothetical Bias, Scale Bias and Strategic Bias*’, Working paper, Sweden 2004
- Barton D., ‘*The Quick, the Cheap and the Dirty Benefit Transfer Approaches to the Non-market Valuation of Coastal Water Quality in Costa Rica*’, Doctor Scientiarum Theses 1999:34, Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway, 1999
- Bedford T., ‘*Decision making for societal risk reduction using multicriteria analysis*’, University of Strathclyde, Glasgow, UK 2006
- Bloomquist G.C., ‘*Value of Life, economics of*’, University of Kentucky, USA 2000
- Bonnieux F., Rainelli P., ‘*Lost recreation and amenities: the Erika spill perspectives*’, The European Association of Environmental and Resource Economists, 2003
- Brannon I., ‘*What is a life worth?*’, USA 2004
- Brouwer R., Spaninks F.A., ‘*The Validity of Environmental Benefit Transfer: Further Empirical Testing*’, Environmental and Resource Economics, 14, pp. 95-117, 1999
- Campos J.J.F. et al., ‘*Economic valuation of environmental damages at coastal areas: methodologies and challenges*’, UNICAMP, Brazil 2002
- Carson R.T. et al., ‘*A contingent valuation study of lost passive use resulting from the Exxon Valdez oil spill*’, University of California, University of Maryland, USA 1992
- Carson R.T. et al., ‘*The value of preventing oil spill injuries to natural resources along California’s central coast*’, Natural Resource Damage Assessment Inc., USA 1996
- CIA, ‘*Factbook*’, 2009. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>
- Clauency S., ‘*Social Benefit versus Technological Risk*’, Science, New Series, Vol. 165, No 3899, USA 1969
- Corner J.L., ‘*Operationalizing approximate multi-attribute disutility functions for use in practice*’, University of Waikato, Hamilton, New Zealand 1992

- Creedy J., *'Discounting and the social time preference rate'*, University of Melbourne, Australia 2007
- Dicks B., *'The environmental impact of marine oil spills - effects, recovery and compensations'*, ITOPF, UK 1998
- Ditlevsen O. *'Decision modeling and acceptance criteria'*, Technical University of Denmark, 2003
- Etkin D.S., *'Modeling oil spill response and damage costs'*, Environmental Research Consulting, USA 2004
- Etkin D.S., *'Worldwide analysis of marine oil spill cleanup cost factors'*, Environmental Research Consulting, USA 2000
- Etkin D.S., *'Oil n tank vessels: threats, risks and vulnerabilities'*, Environmental Research Consulting, USA 2000
- European Environment Agency, *'Indicator Fact Sheet Signals 2001 – Chapter Households'*
- Faber M.H., Steward M.G., *'Risk assessment for civil engineering facilities: critical overview and discussion'*, The University of Newcastle, Australia 2003
- Friis-Hansen P., Ditlevsen O., *'Nature preservation acceptance model applied to tanker oil spill simulations'*, Technical University of Denmark, 2003
- Garza M.D. et al., *'Indirect assessment of economic damages from the Prestige oil spill: consequences for liability and risk prevention'*, Department of Applied Economics, University of Vigo, Spain 2008
- Grey C.J., *'The cost of oil spill from tankers: an analysis of the IOPC fund incidents'*, ITOPF, UK 1999
- Guarin L., Logan J., *'Design for fire safety'*, Universities of Glasgow and Strathclyde, UK 2007
- Harrison G., Lesley J., *'Must contingent valuation surveys cost so much?'*, University of South Carolina, USA 1994
- Harrison G., *'Assessing damages for Exxon Valdez oil spill'*, University of Central Florida, USA 2006
- He Y., Huang R.H., *'Risk attributes theory: Decision making under risk'*, Xi'an Jiaotong university, China 2007
- Health & Safety Executive, *'Marine risk assessment'*, DNV London Technical Consultancy, UK 2001
- Helton D, Penn T., *'Putting response and natural response damage costs in perspective'*, National Oceanic and Atmospheric Administration, USA 1999
- Hirst I.L., *'A note on F-N curves, expected number of fatalities and weighted indicators of risk'*, Health and safety executive, UK 1997
- HSE, *'Reducing risks, protecting people'*
- Huerta D.J., *'Construction of an actuarial Life Table'*, Actuarial Science 2005
- ICHM - Institute of Chemical Engineering, *'Nomenclature for Hazard and Risk assessment in the process industries'*, 1985

- IMO, MEPC 55/18, '*Formal safety assessment*', 2006
- IMO, MEPC 58/23, '*Report of the Marine Environment Protection Committee on its fifty-eighth session*', 2008
- IMO, MEPC 59/17, '*Comments on the CG report of the risk evaluation criteria*', 2009
- IMO, MEPC 72/16, '*Decision parameters including risk acceptance criteria*', 2000
- IMO, MEPC 57/17, '*Report of the Correspondence Group on Environmental Risk Evaluation Criteria*', 2000
- IMO, MEPC 58/17, '*Relevant information in relation to the Draft Environmental Risk Evaluation Criteria*', 2008
- IMO, MEPC 56/18, '*Environmental Risk Evaluation Criteria*', 2007
- IMO, MSC 83/INF.2, '*Formal safety assessment*', 2007
- Jonkman S.N. et al., '*An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage*', Road and Hydraulic Engineering division, Ministry of Transport, Netherlands 2002
- Jorgensen B.S., Syme G.J., '*Protest responses and willingness to pay: attitude toward paying for pollution abatement*', Australian Research Center for Water in Society, Perth, Australia 1999
- Kaneko F., '*Safety level for existing and novel ship designs*', National Maritime research institute, Japan 2008
- Kontovas A., Psaraftis H.N., '*Marine environment risk assessment: A survey on the disutility costs of oil spills*' National Technical University of Athens, Greece 2008
- Lackey R.T., '*Fisheries management: integrating societal preference, decision analysis, and ecological risk assessment*', National Health and environmental Effects Research laboratory, USA 1998
- Levy J.I., Baxter L.K., Schwartz J., '*Uncertainty and variability in health-related damages from coal-fired power plants in the United States*', Society for Risk Analysis 2009
- Liu X., Wirtz W., '*Total oil spill costs and compensations*', Institute for Chemistry and Biology for the Marine Environment, Institute for Coastal Research, Germany 2006
- Llewellyn G., '*Strategic risk assessment - prioritizing environmental protection*', Risk Analysis and Options Appraisal National Centre, London, UK 1998
- Loureiro M.D., Loomis B.J., Vasquez M.X., '*Economic valuation of environmental damages due to the Prestige oil spill in Spain*', University of Santiago, Spain 2009
- Loureiro M.D. et al., '*Estimated costs and admissible claims linked to the Prestige oil spill*', University of Santiago, Spain 2006
- Martini N., Patruno R., '*Oil pollution risk assessment and preparedness in the East Mediterranean*', ITOPF, UK 2005

- Miller T., *'The Plausible Range for the Value of Life - Red Herrings Among the Mackerel'*, Journal of forensic economics, 1990
- Nathwani J.S., Lind N.C., Pandey M.D., *'Affordable safety by choice: The Life Quality Method'*, University of Waterloo, Ontario, Canada 1997
- OECD, *'Purchasing Power Parities'*, Main Economic Indicators, May 2009
- OECD, *'PPPIs'*, http://stats.oecd.org/Index.aspx?datasetcode=SNA_TABLE4
- Pandey M.D., Nathwani J.S., *'Life Quality Index for the estimation of societal willingness-to-pay for safety'*, University of Waterloo, Ontario, Canada 2004
- Psaraftis H.N., *'An approach to incorporating environmental risk evaluation criteria within IMO's guidelines for formal safety assessment: The oil pollution case'*, National Technical university of Athens, Greece 2006
- Psaros G., Skjong R., Endresen O., Vanem E., *'A perspective on the development of environmental risk acceptance criteria related to oil spills'*, DNV Research and innovation, Norway 2008
- Punzon et al., *'Closed area management taken after the Prestige oil spill: effects on industrial fisheries'*, Spanish institute of oceanography, Spain 2008
- Rackwitz R., *'Optimization and risk acceptability based on the Life Quality Index'*, Technical University of Munich, Germany 2002
- Rackwitz R., *'The effect of discounting different mortality reduction schemes and predictive cohort life tables on risk acceptability criteria'*, Technical University of Munich, Germany 2005
- Sames P.C., Hamann R., *'Towards environmental risk acceptance criteria'*, Germanischer Lloyd - Hamburg, Germany 2008
- Sanctuary M., Fejes J., *'What's missing from measures of Oil Spill Damages?'*, Swedish Environmental Research Institute, Sweden 2006
- Shahriari M., Frost A., *'Oil spill cleanup cost estimation - Developing a mathematical model for marine environment'*, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden 2008
- Slovic P. et al., *'Facts and fears: Understanding Perceived Risk in Societal Risk Assessment, How safe is safe enough?'*, 1980
- Sustain C.R., *'Disaggregating the Value of Statistical Lives'*, University of Chicago, USA 2004
- Van Biervliet K. et al., *'An accidental oil spill along the Belgian coast: Results from a CV study'*, University of Venice, Italy 2006
- Vatn J., *'A discussion of the acceptable risk problem'*, Norwegian University of Science and Technology, Norway 1998
- Viscusi W.K., *'The Value of Life'*, Harvard Law School, Cambridge, UK 2005
- Viscusi W.K., *'Regulation of health, safety and environmental risks'*, Handbook of law and economics, 2007

- Vrijling J.K., Van Gelder P.H.A.J.M., ‘*An analysis of the evaluation of human life*’, Delft University of Technology, Netherlands 1998
- Wang H., Mullahy J., ‘*Willingness to pay for reducing fatal risk by improving air quality: A contingent valuation study in Chongqing, China*’, Yale university, university of Wisconsin, USA 2006
- Wirtz W. et al., ‘*Oil spill impact minimization under uncertainty: Evaluating contingency simulations of the Prestige accident*’, University of Oldenburg, Germany 2007
- WHO, ‘*Life Tables*’, 2006, http://apps.who.int/whosis/database/life_tables/life_tables.cfm
- Βεντικός Ν.Π., ‘*Στοιχεία – ανάλυση κινδύνων, ασφάλειας & πετρελαϊκής ρύπανσης, Μελέτη Ρίσκου: Εφαρμογή στις Θαλάσσιες Μεταφορές*’, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2005
- Δαμίγος Δ., Καλιαμπάκος Δ., Μενεγάκη Μ., Λαμπράκης Δ., ‘*Μέθοδος Μεταφοράς Οφέλους*’, Εθνικό Μετσόβιο πολυτεχνείο, Αθήνα 2008 http://www.gevad.minetech.metal.ntua.gr/benefit_transfer_gr.php
- Ε.Σ.Υ.Ε., ‘*Εξέλιξη της αξίας της Νομισματικής μονάδας της Ελλάδας (ετησίως), βάσει του Γενικού ΔΤΚ*’, Ελλάδα 2009
- Ε.Σ.Υ.Ε., ‘*Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν*’, Ελλάδα 2009
- Ε.Σ.Υ.Ε., ‘*Κατά κεφαλή μεγέθη*’, Ελλάδα 2009
- Ε.Σ.Υ.Ε., ‘*Τελική καταναλωτική δαπάνη νοικοκυριών*’, Ελλάδα 2009
- Ε.Σ.Υ.Ε., ‘*Αριθμός Νοικοκυριών στην Ελλάδα και στατιστικά στοιχεία*’, Ελλάδα 2009
- Βουδούρη Χ., ‘*Οικονομική αποτίμηση της θαλάσσιας ρύπανσης με εφαρμογή της μεθόδου της υποθετικής αξιολόγησης σε παραθαλάσσια περιοχή*’, Εθνικό Μετσόβιο πολυτεχνείο, Αθήνα 2009
- Ζαγοραίος Γ.Π., ‘*Μελέτη του κόστους καταπολέμησης πετρελαιοκηλίδων στον ελλαδικό χώρο*’, Εθνικό Μετσόβιο πολυτεχνείο, Αθήνα 2008