

# ΚΟΣΤΟΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΠΡΟΕΡΧΟΜΕΝΗΣ ΑΠΟ ΤΑ ΠΛΟΙΑ

Υπό

ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΜΕΤΑΞΑ - ΗΡΑΚΛΗ ΧΑΡΑΔΑΜΠΙΑΗ\*

## 1. Εισαγωγικές παρατηρήσεις

Ἡ ἐφαρμογή τῶν ὀρισμῶν, ἐννοιῶν, καὶ τῆς τεχνικῆς τῆς οἰκονομικῆς ἀνά-  
λυσης, δηλαδὴ ἡ ἐφηρμοσμένη οἰκονομική, εἶχε μέχρι ἐδῶ καὶ λίγα χρόνια,  
σὰν ἀντικείμενό της τὴν μελέτη τῶν χερσαίων οἰκονομικῶν μονάδων, τῶν ἐπὶ  
μέρους ἐθνικῶν οἰκονομιῶν καὶ ἐπίσης τῆς διεθνοῦς οἰκονομίας.

Ὡς γνωστό, τὰ μεταπολεμικὰ χρόνια ἀναπτύχθηκε μὲ ἀξιοπαρατήρητη τα-  
χύτητα, μαζὺ μὲ ἄλλους κλάδους, ὁ κλάδος τῆς οἰκονομίας τῶν μεταφορῶν καὶ εἰ-  
δικώτερα τῆς ναυτιλιακῆς οἰκονομικῆς. Ἡ ναυτικιακὴ οἰκονομική ἔχει σὰν ἀντι-  
κείμενό της τὴν ἐπεξεργασίαν τῶν οἰκονομικῶν φαινομένων τῶν ναυτιλιακῶν  
βιομηχανιῶν καὶ τῶν ἀγορῶν τοὺς οἱ ὁποῖες ἔχουν παγκόσμιες διαστάσεις.

Ὁ τομέας τῆς ναυτιλιακῆς οἰκονομικῆς ποὺ δὲν ἔχει ἐρευνηθεῖ συστηματικὰ  
μέχρι στιγμῆς εἶναι αὐτὸς τῶν ἐξωτερικῶν ἐπιδράσεων ποὺ ἐπιφέρει ἡ θαλάσσια  
μεταφορικὴ λειτουργία στὸ περιβάλλον. Μ ἐ ἄ λ λ α λό γ ι α τ ὸ κ ο ι ν ω -  
ν ι κ ὸ κ ὶ σ τ ο ς τ ῶ ν θ α λ α σ σ ί ω ν μ ε τ α φ ο ρ ῶ ν.

Γιὰ μιὰ σειρὰ ἀπὸ λόγους, ὅσο περνάει ὁ καιρὸς γίνεται ὀλοένα καὶ περισσό-  
τερο φανερὸ ὅτι τὸ θαλάσσιο περιβάλλον ἀποτελεῖ σπανίζοντα πλουτοπαραγω-  
γικὸ πόρο γιὰ τὴν παγκόσμια κοινότητα ὅπως ἀκριβῶς τὸ ἐπίγειο καὶ τὸ ἐναέ-  
ριο περιβάλλον. Ὅσο αὐτὴ ἡ πραγματικότητα συνειδητοποιεῖται ἀπὸ τὴν παγκό-  
σμια κοινότητα τόσο ἡ μελέτη τοῦ κοινωνικοῦ κόστους τῆς θαλάσσιας μεταφο-  
ρικῆς ὑπηρεσίας γίνεται πῶς φανερὴ καὶ ἐπιτακτικὴ.

Ἔχουμε ἀρχίσει νὰ ἐρευνοῦμε τοῦτο τὸ θέμα ἐδῶ καὶ ἓνα χρόνο<sup>1</sup>. Ἡ σημε-  
ρινὴ ἀνακοίνωση ἀποσκοπεῖ στὴν συζήτηση ἑνὸς μονάχα κοινωνικοῦ κόστους

\* Ἀνωτάτη Βιομηχανικὴ Σχολὴ Πειραιῶς.

πιθανόν του κυριότερου ποσοτικά και ποιοτικά, του κόστους της θαλάσσιας ρύπανσης που προέρχεται από τα πλοία.

## 2. Μερικές έννοιες και όρισμοί

Είναι φανερό πώς, για την θεωρητική επεξεργασία του θέματος, είναι πρώτ' απ' όλα αναγκαία ή διατύπωση μερικών όρισμών και έννοιων.

Ός γνωστόν, ρύπανση είναι ή έκβολή ουσιών ή ενέργειας στο περιβάλλον από τον άνθρωπο σε ποσότητες τέτοιες που συντελούν στην καταστροφή της υγείας και των πλουτοπαραγωγικών πόρων της παγκόσμιας κοινότητας<sup>2</sup>.

Περαιτέρω να σημειωθεί ότι από την οικονομική σκοπιά και ή υγεία του ανθρώπου αποτελεί σπανίζοντα πλουτοπαραγωγικό πόρο.

Κατά συνέπεια με τον όρο θαλάσσια ρύπανση που προέρχεται από τα πλοία έννοούμε τις παραπάνω αρνητικές επιδράσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον που προέρχονται από την οικονομική δραστηριότητα των επιχειρηματικών ναυτιλιακών μονάδων.

Θά πρέπει πιθανόν να σημειωθεί ότι μπορεί να υπάρχει ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος από έκβολές πλοίων, όπως π.χ. απόρριψη άχρηστων τροφίμων στον ωκεανό, ή όποια μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα. Το γεγονός αυτό προτείνουμε να αγνοήσουμε στην σημερινή ανακοίνωση γιατί ή σημασία του είναι σχετικά λεπτομερειακή.

Με τον όρο Δυνητική Ρύπανση (Potential Pollution) θά έννοούμε την ρύπανση που προέρχεται από τα πλοία και ή όποια μπορεί θεωρητικά να υπάρξει σε μια δεδομένη χρονική περίοδο και με τον όρο «Άνεκτό Έπίπεδο Ρύπανσης» (Acceptable Level of Pollution) έννοούμε εκείνο το επίπεδο ρύπανσης στο όποιο το κόστος καταπολέμησης της τελευταίας μονάδας ρύπανσης είναι ίσο με την ωφέλεια που απολαμβάνει ή παγκόσμια κοινότητα από την εξάλειψή της.

**Γενική ταξινόμηση.** Την ρύπανση που προέρχεται από την εκμετάλλευση των πλοίων που ανήκουν σε διάφορες επιχειρήσεις υπό διαφορετικές σημαίες μπορεί να ταξινομήσουμε σε :

- α) Λειτουργική ρύπανση (operational discharge)
- β) Ρύπανση που προέρχεται από ατυχήματα (accidental pollution)

**Λεπτομερέστερη ταξινόμηση :** Μια λεπτομερέστερη ταξινόμηση της θαλάσσιας ρύπανσης που προέρχεται από τα πλοία και που δείχνει πιο συγκεκριμένα τις πηγές της είναι ή παρακάτω :

### α) Λειτουργική ρύπανση

1. Δεξαμενόπλοια που διαθέτουν δεξαμενές απορριμάτων (ή σύστημα LOT)
2. Δεξαμενόπλοια χωρίς δεξαμενές απορριμάτων
3. Σεντίνες διαφόρων σκαφών
4. Δεξαμενισμοί
5. Σημεία ύποδοξης (φορτοεκφορτώσεων)

### β) Ρύπανση ατυχημάτων

1. Ατυχήματα δεξαμενοπλοίων
2. Ατυχήματα άλλων σκαφών

## 3. Μέγεθος και αρνητικές επιδράσεις της θαλάσσιας ρύπανσης

Η βασική αιτία ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος είναι οι υδρογονάνθρακες πετρελαίου που εισέρχονται στη θάλασσα τόσο από επίγειες όσο και από θαλάσσιες πηγές. Ο Πίνακας I δείχνει τις πηγές και την κατά προσέγγιση συνολική ποσότητα υδρογονανθράκων πετρελαίου που εισέρχονται στη θάλασσα. Παρατηρείται ότι οι θαλάσσιες μεταφορές αποτελούν πηγή μόνο για το 35% της συνολικής ετήσιας θαλάσσιας ρύπανσης.

Για αναλυτικούς λόγους, στο υπόλοιπο μέρος της ανακοίνωσης, αγνοούμε την ρύπανση που προέρχεται από χερσαίες και άλλες θαλάσσιες πηγές.

Θα πρέπει όμως να σημειώσουμε την άποψή μας ότι δηλαδή η δημιουργία συνθηκών για ένα Άνεκτο Έπίπεδο Ρύπανσης προϋποθέτει τη συστηματική καταπολέμηση της ρύπανσης από όλες τις πηγές της. Ο Πίνακας II δείχνει τις πηγές και την κατά εκτίμηση, ετήσια, ποσότητα αποβλήτων πετρελαίου που προέρχονται από τα πλοία.

Οι αρνητικές επιδράσεις ή συνέπειες από τη θαλάσσια ρύπανση είναι προφανώς θέμα διαπιστημονικής μελέτης. Παρά τις σχετικές μελέτες που έχουν γίνει φαίνεται να μην υπάρχει ακόμη ομοφωνία. Όμως κατά γενική ομολογία, προκύπτει ότι υπάρχουν σοβαρότατες συνέπειες :

- α) Στην θαλάσσια ζωή.
- β) Στις παράκτιες κοινότητες όπου ο βαθμός ρυπάνσεως είναι μεγάλος.
- γ) Στην βιομηχανία της αλιείας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Πηγές και ποσότητα υδρογονανθράκων πετρελαίου που εισέρχονται στη θάλασσα (1973)

ΠΗΓΗ	Έκατομμύρια μετρικοί τόνοι	Ποσοστό
<b>Θαλάσσιες μεταφορές</b>		
Δεξ/πλοία που χρησιμοποιούν σύστημα Load-on-top (LOT)	0.31	5.07
Δεξ/πλοία που δέν χρησιμοποιούν σύστημα LOT	0.77	12.59
Δεξαμενισμοί	0.25	4.09
Λειτουργίες σημείων ύποδοξης	0.003	0.05
Υπολείματα καυσίμων σέ σεντίνες	0.50	8.18
Άτυχήματα δεξ/πλοίων	0.20	3.27
Άτυχήματα άλλων τύπων πλοίων	0.10	1.64
<b>Σύνολο</b>	<b>2.13</b>	<b>35.23</b>
<b>Άλλες θαλάσσιες πηγές</b>		
Φυσικά απόβλητα	0.60	9.82
Παραθαλάσσιες παραγωγικές διαδικασίες	0.08	1.31
<b>Σύνολο</b>	<b>0.68</b>	<b>11.13</b>
<b>Πηγές εδάφους</b>		
Παράκτια διυλιστήρια	0.20	3.27
Άτμόσφαιρα	0.60	9.82
Παράκτια κοινοτικά απόβλητα	0.30	4.91
Παράκτια, μη προερχόμενα από διύλιση, βιομηχανικά απόβλητα	0.30	4.91
Άστική αποχέτευση	0.30	4.91
Απόβλητα προερχόμενα από ποταμούς	1.60	26.17
<b>Σύνολο</b>	<b>3.30</b>	<b>53.99</b>
<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>6.113</b>	<b>100.35</b>

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ

Πηγές και ποσότητα αποβλήτων πετρελαίου που προέρχονται από τα πλοία

ΠΗΓΗ	Έκατομμύρια μετρικοί τόνοι	Ποσοστό
Ρύπανση που προέρχεται από την λειτουργία των δεξ /πλοίων		
Δεξ /πλοια LOT	0.31	14.5
Δεξ /πλοια που δέν χρησιμοποιούν σύστημα LOT	0.77	36.2
Δεξαμενισμοί	0.25	11.7
Ρύπανση από ατυχήματα δεξ /πλοίων		
Δραστηριότητες σημείων ύποδοξης	0.003	0.1
Ατυχήματα δεξ /πλοίων	0.20	9.4
Ρύπανση από τις λειτουργίες άλλων τύπων πλοίων		
Σεντίνες, άφερμάτωση δεξαμενών καυσίμων	0.50	23.5
Ρύπανση από ατυχήματα άλλων τύπων πλοίων		
Ατυχήματα άλλων τύπων πλοίων	0.10	4.7
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2.13</b>	<b>100.1</b>

Πηγή: Petroleum in the Marine Environment (Washington D. C.: National Academy of Sciences, 1975), σ. 6.

δ) Στην τουριστική βιομηχανία.

ε) Στην υγεία και ποιότητα της ζωής της παγκόσμιας κοινότητας.

Από όρισμένες σκέψεις επί του θέματος όπως διατυπώθηκαν εις τόν τύπο προκύπτει ότι ή δυνητική ρύπανση που προέρχεται από τα πλοία μπορεί να είναι τέτοιου μεγέθους (π. χ. ή ρύπανση που θα προέκυπτε αν όλα τα δεξαμενόπλοια βυθίζονταν εμπορτα σε διαφορετικά γεωγραφικά σημεία, την ίδια χρονική περίοδο) που να σημαίνει τὸ τέλος τῆς ανθρώπινης ζωῆς για μεγάλο μέρος τῆς παγκόσμιας κοινότητας.

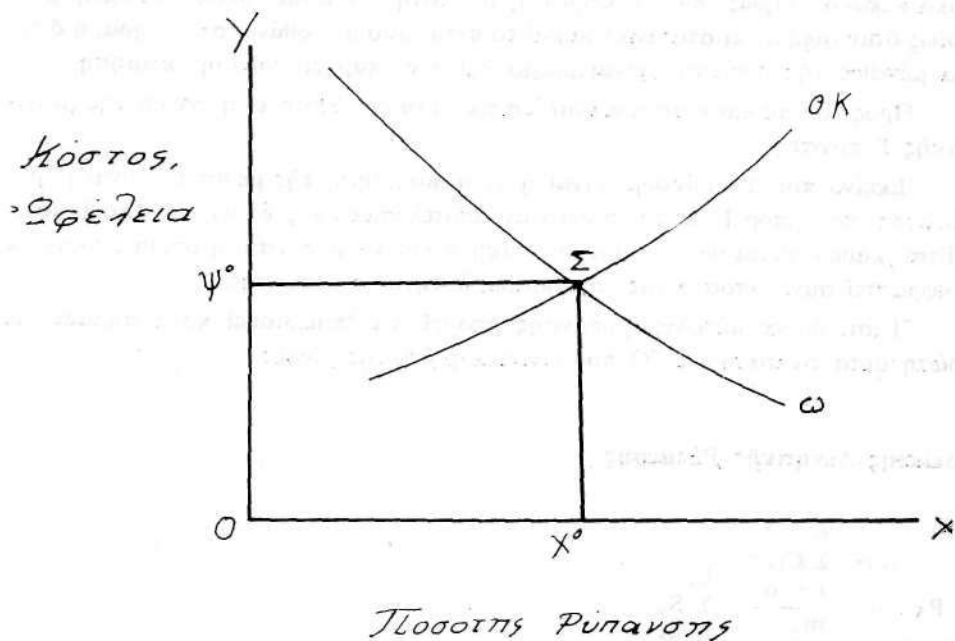
Προφανώς δέν θα ήταν σωστό να σταματοῦσε ή οικονομική έρευνα γύρω από τὸ θέμα ἔως ὅτου ἐπέλθει οικονομική ὁμοφωνία σχετικά με τή φύση και τὸ ακριβές μέγεθος τῶν πιθανῶν ἀρνητικῶν ἐπιδράσεων τῆς ρύπανσης που προέρχεται από τα πλοία.

Θά υποθέσουμε άπλως ότι ή δυναμική ρύπανση μπορεί νά ίσούται με τὸ ἄπειρο καί ότι ή ὀριακή ὠφελιμότητα πού θά προκύψει ἀπό τήν ἐπαναφορά τοῦ θαλάσσιου περιβάλλοντος σέ ένα άνεκτὸ ἐπίπεδο ρύπανσης θά εἶναι ἴση με τὸ ὀριακὸ κόστος πού θά ἀπαιτηθῆ γιά τήν καταπολέμηση τῆς ρύπανσης μέχρι τὸ ἐπίπεδο αὐτό.

#### 4. Κατάστρωση τοῦ προβλήματος

Ὁ βασικὸς σκοπὸς τῆς παρουσιάσεώς μας εἶναι ή κατάστρωση τοῦ προβλήματος τῆς θαλάσσιας ρύπανσης πού προέρχεται ἀπὸ τὰ πλοία, ἀπὸ τήν οικονομική ἄποψη καί ἐπίσης ή δημιουργία ἑνὸς ὑποδείγματος πού θά βοηθήσει στήν περαιτέρω μελέτη καί τελική λύση του.

Ἡ παρακάτω διαγραμματική παράσταση ὑποβοηθεῖ στήν κατάστρωση τοῦ προβλήματος.



Ὁ ἄξονας OX δείχνει τήν ποσότητα τῆς ρύπανσης τοῦ θαλάσσιου περιβάλλοντος, πού προέρχεται ἀπὸ τὰ πλοία. Ὅσον μεγαλώνει ή ποσότητα τῆς ρύπανσης τόσο αὐξάνεται καί τὸ ὀριακὸ κόστος γιά τήν καταπολέμησή της πού μᾶς δίνει ή καμπύλη OK. Στὸν ἄξονα OY μετρίεται τὸ κόστος καί ή ὠφελιμότητα γιά τήν παγκόσμια κοινότητα ἀπὸ τήν καταπολέμηση τῆς τελευταίας μονάδας ρύπανσης. Ἡ καμπύλη  $\omega$  δείχνει τήν σχέση μεταξύ ὀριακῆς ὠφελι-

μότητας και ρύπανσης. Όσον αυξάνεται ή ρύπανση τόσο μειώνεται ή όριακή ωφέλεια που αποκομίζει ή παγκόσμια κοινότητα από την καταπολέμησή της.

Τό σημείο Σ είναι τό σημείο ίσορροπίας, δηλαδή τό άνεκτό επίπεδο ρύπανσης (OX<sup>0</sup>) όπου ή όριακή ωφελιμότητα ίσούται με τό όριακό κόστος καταπολέμησης τής ρύπανσης.

## 5. Τό υπόδειγμα

Στή συνέχεια ή προσπάθειά μας είναι νά επιμερίσουμε τό κόστος τής θαλάσσιας ρύπανσης, τόσο τής προερχομένης από άτυχήματα όσο και τής επιχειρησιακής ρύπανσης, κατά σημαία.

Στήν περίπτωση τής άτυχηματικής ρύπανσης, κάτι τέτοιο είναι φαινομενικά εύκολο. Όμως, πολλές φορές, ή ρύπανση δέν είναι εύκολο νά εκτιμηθεί, ιδίως όταν συμβαίνει στα άνοικτά και τό πετρέλαιο δέν φθάνει στήν ξηρά, ή όταν τό μέγεθος τής ρύπανσης είναι μικρό και δέν ύπάρχει σοβαρή εκτίμηση.

Πρός τόν σκοπό αυτό μία έναλλακτική μέθοδο άποτελεί ή έννοια τής Δυνητικής Ρύπανσης.

Έκείνο που προτείνουμε είναι ή χρησιμοποίηση τής μέγιστης δυνατής ρύπανσης που μπορεί νά προκύψει σαν άποτέλεσμα ενός δοθέντος άτυχήματος. Έτσι, κάθε σημαία θα έχει μία συνολική δυνητική ρύπανση, ή όποία μπορεί νά εκφραστεί σαν ποσοστό τής παγκόσμιας δυνητικής ρύπανσης.

Έτσι, δοθέν μέγεθος ρύπανσης μπορεί νά επιμερισθεί κατά σημαία, με βάση αυτά τά ποσοστά. Ο προτεινόμενος δείκτης είναι :

### Δείκτης Δυνητικής Ρύπανσης

$$P_A = \frac{\sum_{i=0}^n C_{iA}}{\sum_{j=0}^m C_{jw}} \cdot \frac{L}{\sum_{n=0}^L S_w}$$

όπου :

C<sub>iA</sub> : Μεταφορική ικανότητα του πλοίου i, τής σημαίας A που είχε άτύχημα.

n : ό αριθμός των πλοίων τής σημαίας A που είχαν άτύχημα.

m : ὁ συνολικός ἀριθμὸς τῶν ἀτυχημάτων.

S : Τὸ ἐκτιμηθὲν μέγεθος μιᾶς συγκεκριμένης ρύπανσης.

L : Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀναφερθέντων ρυπάνσεων παγκοσμίως.

Τὰ προβλήματα τοῦ προτεινόμενου δείκτη εἶναι τὰ ἑξῆς :

1. Τὸ ἐρώτημα τοῦ ποῖα περιστατικά θὰ μπορούσαν νὰ ἔχουν ὀδηγήσει σὲ ρύπανση, εἶναι τελικὰ ὑποκειμενικό. Π. χ. ἂν τὸ πλοῖο κατακαθήσει ἀλλὰ δὲν χυθεῖ πετρέλαιο, ἂν δύο πλοῖα ἔλθουν σὲ ἐπαφή, χωρὶς νὰ συγκρουσθοῦν ἢ ἂν γίνῃναι ζημιὰ στὰ τμήματα τοῦ πλοίου ποὺ δὲν μεταφέρουν πετρέλαιο, ἀποτελοῦν αὐτὰ δυνητικὴ ρύπανση ;

Πρέπει λοιπὸν νὰ ὀρισθεῖ ἓνα αὐθαίρετο σημεῖο ἀποδοχῆς καὶ μιὰ ἀρχικὴ σκέψη ἦταν νὰ συμπεριληφθοῦν ὅλα τὰ περιστατικά ποὺ κατέληξαν σὲ διαρροὴ πετρελαίου ἀσχέτως τοῦ μεγέθους τῆς διαρροῆς. Ἐδῶ θὰ μπορούσε νὰ προβληθεῖ ἢ ἀντίρρηση ὅτι μὲ αὐτὸ τὸν τρόπο θὰ συμπεριλαμβάνονταν σχετικὰ ἀσήμαντα περιστατικά καὶ θὰ ἀποκλείονταν ἄλλα, πολὺ μεγαλύτερης σημασίας. Εἶναι συνεπῶς ἀπαραίτητο νὰ ἐξετασθεῖ ἓνα μεγάλο δείγμα περιστατικῶν γιὰ νὰ ἀποφασισθεῖ ἡ σημασία αὐτῆς τῆς παρατήρησης.

Κριτήρια γιὰ τὸν καθορισμὸ τῆς διαχωριστικῆς αὐτῆς γραμμῆς ἔχουν προταθεῖ ἀπὸ τὴν IMCO καὶ εἶναι :

1. Διαρθρωτικὴ ζημιὰ ποὺ ἀχρηστεύει τὸ πλοῖο.
2. Ἀπώλεια ζωῆς.
3. Ρύπανση, ἀσχέτως μεγέθους, ἐξαιρουμένης τῆς ἐπιχειρησιακῆς ρυπάνσης.
4. Μηχανικὴ βλάβη ποὺ ἀπαιτεῖ ρυμούλκηση.
5. Πραγματικὴ ἢ τεκμαρτὴ ὀλικὴ ἀπώλεια.

Ὅπως εἶναι φανερὸ ὅλα τὰ ἀνωτέρω κριτήρια δὲν εἶναι κατάλληλα γιὰ τὴν δυνητικὴ ρύπανση. Εἶναι δυνατὸν ὅμως νὰ δημιουργηθεῖ μιὰ ἐναλλακτικὴ ὁμάδα κριτηρίων.

2. Ὁ δείκτης δὲν διαχωρίζει τοὺς ἄλλους παράγοντες ποὺ θὰ μπορούσαν νὰ ὀδηγήσουν σὲ ἀτυχήματα τῶν πλοίων μιᾶς ὀρισμένης σημαίας. Ὅπως π. χ. τὸ μέγεθος, ἡ ἡλικία, ἡ πυκνότητα δρομολογίων κ.λ.π. Εἶναι λοιπὸν ἀπαραίτητη ἡ προσαρμογὴ τοῦ δείκτη ὥστε νὰ λαμβάνει ὑπόψη τοῦ αὐτοῦ τοὺς παράγοντες.



## Πυκνότητα Σημαίας

Στή συνέχεια είναι απαραίτητο να όρίσουμε την έννοια τής πυκνότητας Σημαίας που θα είναι και ή κύρια έρμηνευτική μεταβλητή στο ύπόδειγμα που θα ακολουθήσει.

Σάν πυκνότητα τής Σημαίας Α στην γεωγραφική περιοχή Κ όρίζουμε το πηλίκο τής συνολικής χωρητικότητας τών πλοίων τής Σημαίας Α που διέρχονται από τις περιοχές Κ σε δεδομένο χρόνο, πρòς τήν συνολική χωρητικότητα όλων τών πλοίων που διέρχονται από τήν περιοχή στο χρόνο αυτό.

Ή μαθηματική διατύπωση του παραπάνω όρισμού είναι

$$FD_{AK} = \frac{\sum_{i=0}^n C_{iAK}}{\sum_{j=0}^m C_{jTK}}$$

όπου :

$FD_{AK}$  : Πυκνότης τής Σημαίας Α για τήν περιοχή k.

$C_{iAK}$  : Μεταφορική ικανότητα του πλοίου i, τής σημαίας Α που διέρχεται από τήν θαλασσία περιοχή k.

n : ó αριθμός τών πλοίων τής σημαίας Α που διέρχονται από τήν περιοχή

$C_{jTK}$  : Μεταφορική ικανότητα του πλοίου j όποιασδήποτε σημαίας που διέρχεται από τήν περιοχή k.

m : Ό συνολικός αριθμός τών πλοίων που διέρχονται από τήν περιοχή.

## 6. Μερικές παρατηρήσεις για τò παραπάνω ύπόδειγμα

1. Προηγούμενες έρευνες έχουν καταδείξει ένα ύψηλό βαθμό συσχέτισης μεταξύ τής θαλάσσιας ρύπανσης μιås περιοχής και τής πυκνότητας τών δρομολογίων στην περιοχή αυτή.

2. Όπως φαίνεται από τον πίνακα I ή ρύπανση που όφείλεται στις θαλάσσιες μεταφορές αποτελεί τò 35% τής συνολικής ρύπανσης τής θάλασσας.

3. Στον πίνακα II αναλύεται αυτό τò 35% όπου και φαίνεται ότι τò 50% τής ρύπανσης που προέρχεται από τις θαλάσσιες μεταφορές όφείλεται στις δραστη-

ριότητες των δεξαμε/πλοίων μαζί με την ρύπανση που προέρχεται από άλλους τύπους πλοίων το ποσοστό αυτό ξεπερνά το 75%.

4. Οί περιοχές στις οποίες έχουν γίνει οί μετρήσεις ψ έχουν επιλεγεί με τέτοιο τρόπο, ώστε ή συμβολή των δεξαμενισμών, πηγών εδάφους και άλλων θαλάσσιων παραγωγικών δραστηριοτήτων να μπορεί να θεωρηθεί άμελητέα.

5. Άν στον τύπο τής πυκνότητας σημαίας άθροίσουμε ως προς Α είναι φανερό πώς το άθροισμα θα ισουται με την μονάδα, με αποτέλεσμα ή μήτρα των παρατηρήσεων των ανεξαρτήτων μεταβλητών να έχει βαθμό  $k-1$  και να καθίσταται αδύνατη ή εκτίμηση των συντελεστών β. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να λυθεί με τον έξης τρόπο :

Με παράλειψη μιās μεταβλητής που άφορᾶ σε πυκνότητα σημαίας μιās ρυθμιζομένης ναυτιλίας για την όποία ύπάρχουν a priori ένδείξεις ότι εδθύνεται για ένα πολὺ μικρὸ ποσοστὸ τής ρύπανσης, και ταυτόχρονα με κατάλληλο grouping των ύπολοίπων μεταβλητών.

6. Παρ' ὄλο που το ποσοστὸ τής ρύπανσης που προέρχεται από άτυχήματα άνέρχεται στο 14 % τής συνολικῆς θαλάσσιας ρύπανσης από μεταφορές (Π—II) ὁ ἀριθμὸς των άτυχημάτων σε μιᾶ συγκεκριμένη περιοχή και χρονικῆ περίοδο δὲν άσκει συστηματικῆ επίδραση στο μέγεθος τής ρύπανσης ὡστε να συμπεριληφθεῖ σαν ανεξάρτητη μεταβλητῆ. Ἡ επίδραση αὐτῆ μπορεί εὔκολα να αφαιρεθεῖ με αποτέλεσμα να ἔχουμε καλύτερο FIT και μικρότερα τυπικά σφάλματα των συντελεστών β τᾶ ὁποῖα, οὔτως ἢ ἄλλως θᾶ τείνουν να ὑπερεκτιμῶνται λόγω τής ὕπαρξης τής πολυσυγγραμμικότητας.

7. Ὅπως φαίνεται από τᾶ παραπάνω, το ὑπόδειγμα τείνει να ἔξηγει το 90 % τής ρύπανσης που προέρχεται από τις θαλάσσιες μεταφορές.

Ὁ ἐπιμερισμὸς τής ρύπανσης κατὰ σημαίας γίνεται με τὴν χρησιμοποίηση τής θεωρίας τής πολλαπλῆς παλινδρόμησης και ή εκτίμηση των παραμέτρων με την μέθοδο των ἐλαχίστων τετραγώνων. Ἐξαρτημένη μεταβλητῆ είναι ή ποσότητα ρύπανσης και ἔρμηνευτικῆς μεταβλητῆς οἱ πυκνότητες των ὑπό ἐξέταση σημαίων. Ἡ γενικῆ μορφή του ὑποδείγματος θᾶ εἶναι :

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 FD_{1i} + \beta_2 FD_{2i} + \dots + \beta_k FD_{ki} + \epsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

## 7. Συμπεράσματα

Τελικός σκοπός είναι ο έλεγχος της υπόθεσης ότι οι ναυτιλίες όρισμένων χωρών λειτουργούν με υψηλότερο κοινωνικό κόστος, όσον αφορά το κοινωνικό κόστος της θαλάσσιας ρύπανσης, απ' ότι άλλες.

Φυσικά ή θαλάσσια ρύπανση δεν είναι το μόνο κοινωνικό κόστος που προκύπτει από την διενέργεια των θαλασσιών μεταφορών. Θα μπορούσαμε να αναφέρουμε επίσης το κοινωνικό κόστος της ναυταπάτης, του χαμού της ανθρώπινης ζωής στη θάλασσα κ. ά. Κατά συνέπεια, ή χρησιμοποίηση μόνο της ρύπανσης σαν δείκτη κοινωνικού κόστους δεν μπορεί να είναι απόλυτη.

Παρ' όλα αυτά, ή ρύπανση της θάλασσας αποτελεί ζωτικό πρόβλημα στη σύγχρονη εποχή και είναι δεκτική ποσοτικής ανάλυσης σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ότι οι άλλες κατηγορίες κοινωνικού κόστους. Τα συμπεράσματά μας λοιπόν θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν, αν επιτραπεί ή έκφραση, τεκμαρτά, χωρίς παρ' όλα αυτά να μειώνεται ή εϋθύνη των χρησιμοποιούντων την θάλασσα, ή όποια εϋθύνη σαφώς προκύπτει, ή έτσι θέλουμε να ελπίζουμε, από το παραπάνω υπόδειγμα.

Αν όλες οι εξεταζόμενες σημαίες ρύπαιναν την θάλασσα στον ίδιο βαθμό, ανάλογα με την χωρητικότητα και την πυκνότητα των δρομολογίων τους δεν θα υπήρχε βέβαια ή ανάγκη εξέτασης ενός τέτοιου υποδείγματος. Θα άρκοϋσε και μόνο να πολλαπλασιασθεί ή ποσότητα ρύπανσης ψ με κάθε μιá πυκνότητα σημαίας και να επιμερισθεί έτσι ή ρύπανση βάσει των ποσοστών αυτών.

Πίσω λοιπόν από το υπόδειγμα κρύβεται ή υπόθεση ότι όλες οι σημαίες δεν ρυπαίνουν την θάλασσα στον ίδιο βαθμό.

Οί μεταβλητές που επηρεάζουν το μέγεθος της ρύπανσης είναι πιθανόν πολλές και όρισμένες μη δεκτικές ποσοτικής μέτρησης. Σαν τέτοιες θα μπορούσαν να θεωρηθούν το μέγεθος και ή ηλικία των πλοίων, ή εκπαίδευση του πληρώματος, ο τρόπος διαχείρισης των πλοίων, ή πολιτική των διαφόρων κυβερνήσεων και ή αποτελεσματικότητα των διεθνών ρυθμίσεων. Αυτό είναι αναμφισβήτητα σωστό. Έκείνο όμως που εξηγούν οι ποιοτικές αυτές μεταβλητές είναι το γιατί ή ρύπανση της θάλασσας είναι αυτή που είναι. Το μοντέλλο μας δεν φιλοδοξεί να κάνει κάτι τέτοιο. Έκείνο που φιλοδοξεί να κάνει είναι να βρεί το ποιός και κατά πόσο εϋθύνεται για την ύπαρχουσα (άσχετα για ποιους λόγους) ρύπανση της θάλασσας. Στο σημείο αυτό ή συμβολή της επιχειρησιακής έρευνας και της ποσοτικής ανάλυσης είναι ανεκτίμητη.

Πέρασε πια ο καιρός που το κάθε πλοίο μπορούσε ανενόχλητα να ρυπαίνει αυτό το ίδιο το λιμάνι, χωρίς κανείς να ένοχλείται. Στις μέρες μας υπάρχει μιá σχέση trade-off ανάμεσα στην οικονομική ανάπτυξη και την ποιότητα ζωής τόσο του επίγειου όσο και του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Έφ' όσον δεν μπορούμε να

ἀπαλλαγούμε ἀπὸ τὸ ἓνα ἢ ἀπὸ τὸ ἄλλο, θὰ πρέπει νὰ συμβιβασθοῦμε καὶ νὰ συμφωνήσουμε σὲ ἓνα Ἄνεκτὸ Ἐπίπεδο Ρύπανσης.

Καταλήγοντας, ἐκεῖνο ποὺ θέλουμε νὰ τονίσουμε εἶναι ὅτι τὸ ὑπόδειγμα ποὺ παρουσιάστηκε εἶναι ἓνα ἀπλὸ ὑπόδειγμα, τοῦ ὁποῖου τὰ συμπεράσματα θὰ μπορούσαν νὰ ἀποδειχθοῦν τεραστίως σημασίας γιὰ τὶς διάφορες ναυτιλιακὲς χῶρες ὅσο καὶ γιὰ τὴν διεθνή κοινότητα σὰν σύνολο.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

1. Βλέπε ἀνακοίνωση εἰς τὸ Συνέδριο τῶν Βρεττανῶν Εἰδικῶν τῆς Ναυτιλιακῆς Οἰκονομίας εἰς U.W. I. S. T. Cardiff 1980.
2. Βλέπε : R. W. Edwards : «Pollution» Oxford University Press 1972.