



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

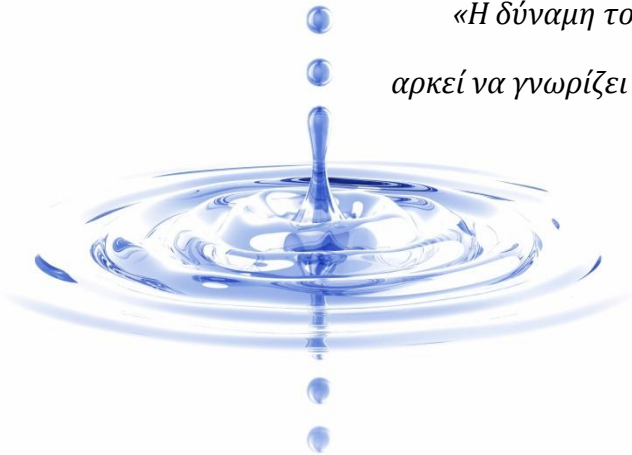
**ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΕΜΠΟΡΙΚΩΝ ΛΙΜΕΝΩΝ**



ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ - ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΛΦΑΣ

Επιβλέπουσα: Επίκουρος Καθηγήτρια ΕΜΠ Β. Τσουκαλά

Αθήνα, Ιούλιος 2012



*«Η δύναμη του νερού είναι τεράστια,
αρκεί να γνωρίζει κανείς τις δυνατότητες του»*

Δ.Ι.Κ. 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ενασχόλησή μου με θέματα περιβάλλοντος και ανάπτυξης, καθώς και οι έντονες ανησυχίες μου για το περιβάλλον, με ώθησαν να ασχοληθώ με ένα χρήσιμο εργαλείο διαχείρισης του φυσικού περιβάλλοντος, «Πολυκριτηριακή Μεθοδολογία Χωροθέτησης και Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης Οικολογικών Λιμένων».

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί το επιστέγασμα μιας προσπάθειας να μελετηθεί διεξοδικά το πλαίσιο των περιβαλλοντικών κριτηρίων για την χωροθέτηση και την περιβαλλοντική αξιολόγηση ενός οικολογικού λιμένα.

Τελειώνοντας την εργασία αυτή ολοκληρώνονται οι προπτυχιακές μου σπουδές και θα ήθελα να ευχαριστώ θερμά την Επίκουρο της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών κυρία Τσουκαλά Βασιλική, (Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Λιμενικών Έργων) για την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας, την πολύτιμη βοήθειά της και την ευκαιρία, που μου έδωσε να ασχοληθώ με τα θέματα περιβάλλοντος σε συνδυασμό με το κύριο αντικείμενο των σπουδών μου στην ναυπηγική.

Ιδιαίτερα, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον αδελφό μου Αθανάσιο Κάλφα για τις υποδείξεις καθώς και για τη συνολική του βοήθεια σε θέματα εξειδικευμένου λογισμικού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	12
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	13
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ-ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ.....	14
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	17
ΑΒSTRACT	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	21
1.1 Γενικά	21
1.2 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας	22
1.3 Διάρθρωση Εργασίας.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ο ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΛΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ	27
3.1 Περιβαλλοντικά Προβλήματα από τη Λειτουργία των Σύγχρονων Λιμένων	27
3.1.1 Περιοχή Λιμένα (Χερσαία και Θαλάσσια)	29
3.1.2 Περιοχή Σύνδεσης του Πλοίου με το Λιμένα	34
3.1.3 Θαλάσσια Περιοχή.....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Η ΠΡΟΟΔΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΛΙΜΕΝΩΝ	38
4.1 Η Πρόοδος της Έρευνας στην Ανάπτυξη Οικολογικών Λιμένων	38
4.1.1 Επεξεργασία Αποβλήτων των Λιμένων.	38
4.1.2 Πρόληψη της Ρύπανσης του Αέρα των Λιμένων.....	39
4.1.3 Επιπτώσεις των Περιβαλλοντικών Τάσεων στο Σχεδιασμό και στη Διαχείριση των Λιμένων.	40
4.1.4 Χρήση Δεικτών για την Αξιολόγηση των Επιπτώσεων στην Επίβενθο Πανίδα από την Επέκταση ή την Κατασκευή ενός Λιμένα.....	40
4.1.5 Το Πλαίσιο του Οικοσυστήματος με Σκοπό τη Σχεδίαση και τη Διαχείριση των Λιμένων.....	41
4.1.6 Περιβαλλοντική Διαχείριση Λιμένων, Εφαρμογή της Πολιτικής μέσω Επιστημονικής Παρακολούθησης.	41

4.1.7	Ευρωπαϊκή Πολιτική για τη Προστασία του Περιβάλλοντος στους Λιμένες...	42
4.1.8	Περιβαλλοντική Ασφάλεια Λιμένων.....	43
4.1.9	Οικολογική Μηχανική.....	44
4.2	Παρούσα Κατάσταση των Οικολογικών Λιμένων	45
4.3	Παρούσα Κατάσταση στην Ελλάδα	47
4.3.1	Οικολογικό Λιμάνι ο Πειραιάς.....	47
4.3.2	Πράσινο Λιμάνι στη Θεσσαλονίκη με Οικολογικό Χαρακτήρα.....	48
4.3.3	Οι Οικολογικές Παρεμβάσεις του Οργανισμού Λιμένα Ραφήνας.....	49
4.3.4	Οργανισμός Λιμένα Ελευσίνας	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.	ΔΕΙΚΤΕΣ.....	51
5.1	Ορισμός	51
5.2	Εισαγωγή	51
5.3	Η Αναγκαιότητα Χρήσης Δεικτών Περιβαλλοντικής Ποιότητας	52
5.4	Ταξινόμηση Περιβαλλοντικών Δεικτών.....	56
5.5	Βασικά Κριτήρια Επιλογής Δεικτών	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.	ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ	58
6.1	Περιβαλλοντική Ποιότητα	61
6.1.1	Ατμόσφαιρα/ Ηχητικό Περιβάλλον	61
6.1.1.1	Δείκτης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης	61
6.1.1.2	Δείκτες Ποιότητας του Αέρα	63
6.1.1.2.1	Σύνθετος Δείκτης Ποιότητας του Αέρα, PSI	63
6.1.1.2.2	Δείκτης Ποιότητας του Αέρα, AQI.....	63
6.1.2	Δείκτες Περιβαλλοντικού Θορύβου	64
6.1.3	Βιολογικοί Πόροι.....	68
6.1.3.1	Δείκτες Βλάστησης.....	68
6.1.3.2	Δείκτης Βιοποικιλότητας.....	70
6.1.3.3	Δείκτης Ακεραιότητας του Οικοσυστήματος	72
6.1.4	Υδάτινο Περιβάλλον.....	72
6.1.4.1	Δείκτης Ποιότητας Νερού	72
6.1.4.2	Δείκτης Ευτροφισμού	75
6.1.4.3	Δείκτης Επικινδυνότητας Ιζήματος Βαρέων Μετάλλων	76

6.1.4.3.1	Δείκτης Γεωσυσσώρευσης, Igeo	77
6.1.4.3.2	Δείκτης Φορτίου Ρύπανσης	78
6.2	Οικονομική Αποδοτικότητα	79
6.2.1	Απόδοση Παραγωγής	79
6.2.1.1	Δείκτης Αποδοτικότητας των Υπηρεσιών του Λιμένα	79
6.2.2	Οικονομία Ανακύκλωσης.....	81
6.2.2.1	Δείκτης Επαναχρησιμοποίησης Αποκατεστημένου Νερού	81
6.2.2.2	Δείκτης Αξιοποίησης των Στερεών Βιομηχανικών Αποβλήτων.....	82
6.3	Έλεγχος Ρύπανσης	84
6.3.1	Ρυπογόνες Εκπομπές.....	84
6.3.1.1	Δείκτης Ποσοστού Έκτασης σε Κίνδυνο Οξίνισης	84
6.3.1.2	Δείκτης Εκπομπών Άνθρακα ανά Μονάδα ΑΕΠ.....	84
6.3.1.3	Δείκτης Εκπομπών Άνθρακα ανά Κάτοικο.	85
6.3.1.4	Δείκτης κατά Κεφαλή Παραγωγής Αστικών Απορριμμάτων	85
6.3.1.5	Δείκτης Συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων σε Αστικές Περιοχές Σταθμισμένης με το Πληθυσμό.....	86
6.4	Περιβαλλοντική Διαχείριση	86
6.4.1	«Καθαρή» Παραγωγή	86
6.4.1.1	Δείκτης Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων	86
6.4.1.2	Δείκτης Ασφαλούς Εναπόθεσης Επικίνδυνων Αποβλήτων	87
6.4.1.3	Δείκτης Αξιοποίησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ΑΠΕ.....	88
6.4.2	Επενδύσεις για την Προστασία του Περιβάλλοντος	89
6.4.2.1	Δείκτης Επιλέξιμων Δαπανών που Αφορούν στην Εφαρμογή Καθαρών Τεχνολογιών και στη Διαχείριση των Αποβλήτων	89
6.4.2.2	Δείκτης Επιλέξιμων Δαπανών που Αφορούν την Προστασία Περιβάλλοντος και την Εξοικονόμηση Ενέργειας.	90
6.4.2.3	Δείκτης Χρησιμοποίησης Εγκαταστάσεων και Εξοπλισμού Προστασίας του Περιβάλλοντος	91
6.4.3	Ικανότητα Διαχείρισης	91
6.4.3.1	Δείκτης Ικανοποιητικής Νομοθεσίας και Κανονισμών για την Προστασία του Περιβάλλοντος	91

6.4.3.2	Δείκτης Αναλογίας Προσωπικού που Ασχολείται με την Προστασία του Περιβάλλοντος	93
6.4.3.3	Δείκτης Ικανοποιητικού Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης	93
6.4.3.3.1	Το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 14001.....	94
6.4.3.3.2	Eco Management & Audit Scheme, EMAS.....	95
6.4.3.4	Δείκτης Αποτελεσματικότητας Συστήματος Πληροφόρησης.....	95
6.4.3.5	Δείκτης Υλοποίησης των Εκτιμήσεων Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ενός Νέου Έργου.....	96
6.5	Κοινωνική Πρόοδος.....	99
6.5.1	Κοινωνική αξιολόγηση.....	99
6.5.1.1	Δείκτης Ενημέρωσης Κοινού για Οικολογικό Λιμένα.....	99
6.5.1.2	Δείκτης Ικανοποίησης του Κοινού από το Περιβάλλον του Λιμένα.....	99
6.5.1.3	Δείκτης Ικανοποίησης του Πελάτη από τις Εταιρίες του Λιμένα.....	99
6.6	Επιπτώσεις από την Κατασκευή και τη Λειτουργία του λιμένα	100
6.6.1	Δείκτης Οπτικής Όχλησης.....	100
6.6.2	Δείκτης Επιπτώσεων στην Αλιεία	100
6.6.3	Δείκτης για τις Επιπτώσεις στη Χλωρίδα και την Πανίδα του Βυθού.....	101
6.7	Συγκεντρωτικός Πίνακας Περιβαλλοντικών Δεικτών.....	102
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.	ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	109
7.1	Πολυκριτηριακή Ανάλυση.....	109
7.2	Καθορισμός Συντελεστών Βαρύτητας	111
7.3	Επιλογή του Βέλτιστου Σεναρίου.....	112
7.4	Μέθοδοι MCDA	114
7.5	Βέλτιστη Επιλογή της Πολυκριτηριακής Μεθόδου	114
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.	ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, (DECISION MAKING SOFTWARE, DMS)	116
8.1	Λογισμικά Λήψης Αποφάσεων	116
8.2	Κριτήρια Επιλογής του Καταλληλότερου DMS	119
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ- ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ MINDDECIDER	121
9.1	Πολυκριτηριακή Αξιολόγηση των έξι Θέσεων Λιμένων.....	121

9.2	Ανάλυση Ευαισθησίας Αποτελεσμάτων.....	135
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ.....	144
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	146
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	151
12.1	Παράρτημα Α' Περιβαλλοντική Νομοθεσία	151
12.1.1	Κοινοτικό Δίκαιο	151
12.1.2	Διεθνείς Συμβάσεις.....	152
12.1.3	Ελληνική Νομοθεσία	153

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1	Περιβαλλοντικές Περιοχές Λιμένα	28
Εικόνα 4.1	Περιβαλλοντικές Ζώνες του Λιμένα Long Beach των ΗΠΑ	46
Εικόνα 4.2	ΟΛΠ, Φυτεμένο Δώμα.....	48
Εικόνα 4.3	Λιμάνι της Θεσσαλονίκης	49
Εικόνα 6.1	Norsonic Sound Level Meter and Analyser (πηγή: Norsonic)	65
Εικόνα 6.2	Απόκριση του Ανθρώπινου Αυτιού σε Περιοχές Συχνότητας A, B, C.....	67
Εικόνα 6.3	Ανακλάσεις Ορατού και Υπέρουθρου Φωτός.....	69
Εικόνα 6.4	Δορυφορική Εικόνα Πραγματικών Χρωμάτων, Ψευδών (Κόκκινο Πράσινο) και NDVI Αγρών	70
Εικόνα 6.5	Ταξινόμηση Αστικών Αποβλήτων	82
Εικόνα 6.6	Σύνθεση Αστικών Αποβλήτων στην Ελλάδα	83
Εικόνα 6.7	Η παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα και την ΕΕ	86
Εικόνα 6.8	Παραγωγή Αποβλήτων σε m ³ ανά Μονάδα Επεξεργασίας το 2007	87
Εικόνα 6.9	Διείσδυση ΑΠΕ στο Ενεργειακό Ισοζύγιο	89
Εικόνα 9.1	Εισαγωγή των Θέσεων των Λιμένων στο Λογισμικό MindDecider	123
Εικόνα 9.2	Εισαγωγή των Κατηγοριών των Επιπτώσεων	124
Εικόνα 9.3	Εισαγωγή των Υποκατηγοριών στην Περιβαλλοντική Ποιότητα	125
Εικόνα 9.4	Εισαγωγή των Δεικτών στην Υποκατηγορία Ατμόσφαιρα / Ηχητικό Περιβάλλον	126
Εικόνα 9.5	Εισαγωγή των Δεικτών στην Υποκατηγορία Βιολογικοί Πόροι	126
Εικόνα 9.6	Εισαγωγή των Δεικτών στην Υποκατηγορία «Υδάτινο Περιβάλλον».....	127
Εικόνα 9.7	Εισαγωγή των Υποκατηγοριών για την «Οικονομική Αποδοτικότητα» ..	127
Εικόνα 9.8	Η Κόκκινη Μπάρα Ένδειξης Υποδηλώνει Αρνητική Συνεισφορά.	128
Εικόνα 9.9	Πίνακας Εισαγωγής Τιμών των Δεικτών της Υποκατηγορίας «Ατμόσφαιρα / Ηχητικό Περιβάλλον».....	130
Εικόνα 9.10	Βέλτιστη Επιλογή με Ποσοστά.	130
Εικόνα 9.11	Βέλτιστη Επιλογή με Ποσοστό επί του Συνόλου.	131
Εικόνα 9.12	Βέλτιστη Επιλογή με Βαθμό Προτίμησης (rate).....	131
Εικόνα 9.13	Βέλτιστη Επιλογή Λιμένα Γ'.....	132
Εικόνα 9.14	Τελική Συγκριτική Έκθεση Περιβαλλοντικής Εκτίμησης των Λιμένων.	133
Εικόνα 9.15	Επιλογές Προβολής Αποτελεσμάτων MindDecider.....	134
Εικόνα 9.16	Φιλικότητα του Λογισμικού MindDecider	137
Εικόνα 9.17	Διάγραμμα Ευαισθησίας Tornado για τη Θέση Λιμένα Α'	138
Εικόνα 9.18	Διάγραμμα Ευαισθησίας Tornado για τη Θέση Λιμένα Β'	139
Εικόνα 9.19	Διάγραμμα Ευαισθησίας Tornado για τη Θέση Λιμένα Γ'	140
Εικόνα 9.20	Διάγραμμα Ευαισθησίας Tornado για τη Θέση Λιμένα Δ'	141
Εικόνα 9.21	Διάγραμμα Ευαισθησίας Tornado για τη Θέση Λιμένα Ε'	142
Εικόνα 9.22	Διάγραμμα Ευαισθησίας Tornado για τη Θέση Λιμένα ΣΤ'	143

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1	Τα Δέκα πιο Διαδεδομένα Περιβαλλοντικά Προβλήματα των Λιμένων το 1996 και 2001 Αντίστοιχα (ESPO, 2005).....	27
Πίνακας 3.2	Περιβαλλοντικά Προβλήματα Λιμένων.....	29
Πίνακας 5.1	Βασικά Κριτήρια Επιλογής Περιβαλλοντικών Δεικτών	57
Πίνακας 6.1	Κατηγορίες και Υποκατηγορίες Δεικτών.	59
Πίνακας 6.2	Ατμοσφαιρική Ρύπανση CO, SO ₂ , NO ₂ , ΑΣ, Ο ₃ ,	62
Πίνακας 6.3	Συνοπτικός Πίνακας Δείκτη Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης	63
Πίνακας 6.4	Δείκτης PSI, Πιθανές Επιπτώσεις στην Υγεία του Πληθυσμού	63
Πίνακας 6.5	Κλίμακα Εκτίμησης της Ποιότητας του Αέρα με Βάση τις Τιμές του Δείκτη AQI	64
Πίνακας 6.6	Επιτρεπόμενα Όρια Θορύβων Ημέρας.....	67
Πίνακας 6.7	Επιτρεπόμενα Όρια Θορύβων Νύχτας	68
Πίνακας 6.8	Δείκτης Οικολογικής Ακεραιότητας	72
Πίνακας 6.9	Τιμές της Παραμέτρου Ρi για τις Διάφορες Μεταβλητές.....	74
Πίνακας 6.10	Ποιότητα Νερού.....	74
Πίνακας 6.11	Δείκτης Φορτίου Ρύπανσης	79
Πίνακας 6.12	Επικίνδυνα Απόβλητα	87
Πίνακας 6.13	Ποσοστό των Επιλέξιμων Δαπανών, (ΠΔ), που Αφορούν Εφαρμογή Καθαρών	90
Πίνακας 6.14	Ποσοστό των Επιλέξιμων Δαπανών, (ΔΕ), που Αφορούν Προστασία Περιβάλλοντος & Εξοικονόμηση Ενέργειας	90
Πίνακας 6.15	Ποσοστό Χρησιμοποίησης Εγκαταστάσεων, (ΧΕ) και Εξοπλισμού Προστασίας του Περιβάλλοντος	91
Πίνακας 6.16	Δείκτης Ικανοποιητικής Νομοθεσίας και Κανονισμών	93
Πίνακας 6.17	Δείκτης Αξιολόγησης Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης	95
Πίνακας 6.18	Δείκτης Αποτελεσματικότητας Συστήματος Πληροφόρησης.....	96
Πίνακας 6.19	Εκτιμήσεις Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Νέου Έργου	98
Πίνακας 6.20	Δείκτης Οπτικής Όχλησης	100
Πίνακας 6.21	Δείκτης Επιπτώσεων στην Αλιεία	101
Πίνακας 6.22	Δείκτης για τις Επιπτώσεις στη Χλωρίδα και την Πανίδα του Βυθού	101
Πίνακας 6.23	Συγκεντρωτικός Πίνακας Περιβαλλοντικών Δεικτών	102
Πίνακας 7.1	Πολυκριτηριακοί Μέθοδοι Ανάλυσης Αποφάσεων	115
Πίνακας 8.1	Συγκεντρωτικός Πίνακας Ορισμένων Λογισμικών DMS	118
Πίνακας 8.2	Συγκριτικός Πίνακας Λογισμικών Λήψεως Αποφάσεων.	119
Πίνακας 9.1	Τιμές των Δεικτών για τις έξι Υποθετικές Περιπτώσεις	121
Πίνακας 9.2	Πίνακας Προβολής Αποτελεσμάτων MindDecider	129

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ-ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΥΠΩΝ

Ξενόγλωσσες

AQI	Air Quality Index, (Δείκτης Ποιότητας Αέρα)
BOD	Biochemical Oxygen Demand, (Βιοχημική Ανάγκη Οξυγόνου)
C	Concentration, (Συγκεντρώσεις)
Cb	Concentration background, (Συγκεντρώσεις Υποβάθρου)
Cd	Cadmium, (Κάδμιο)
CF	Contamination Factor, (Παράγοντας Ρύπανσης)
CM	Concentration Metal, (Συγκέντρωση Μετάλλου)
CMb	Concentration background Metal, (Συγκέντρωση Υποβάθρου Μετάλλου)
Co	Cobaltum, (Κοβάλτιο)
COD	Chemical Oxygen Demand, (Χημική Ανάγκη Οξυγόνου)
COMEAP	Committee on Medical Effects of Air Pollution Episodes, (Επιτροπή Ιατρικών Επιδράσεων Επεισοδίων Ρύπανσης του Αέρα)
Cu	Copper, (Χαλκός)
DEA	Data Envelopment Analysis, (Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων)
DO	Dissolved Oxygen, (Διαλυμένο Οξυγόνο)
EPS	Eco Port Status, (Δίκτυο Οικολογικών Λιμανιών)
ESPO	European Sea Ports Organization, (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων)
GDP	Gross Domestic Product, (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν)
Hg	Hydrargyrum, (Υδράργυρος)
IMDG	International Maritime Dangerous Goods, (Διεθνή Επικίνδυνα Ναυτιλιακά Εμπορεύματα)
ISO	International Organization for Standardization, (Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης)
IMO	International Maritime Organization, (Διεθνής Οργανισμός Ναυτιλίας)
kWp	kilowatts-peak
Mn	Manganum, (Μαγγάνιο)
Mo	Molybdenum, (Μολυβδαίνιο)
N	Nitrogenium, (Άζωτο)
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index, (Δείκτης Βλάστησης Κανονικοποιημένης Διαφοράς)
NH ₃	Ammonia, (Αμμωνία)
NO ₂	Nitrogen Dioxide, (Διοξείδιο του Αζώτου)
NO ₃ ⁻	Nitrate Ion, (Νιτρική Ρίζα)
OESD	Office of Environment and Social Development, (Γραφείο Περιβάλλοντος και Κοινωνικής Ανάπτυξης)

P	Phosphorus, (Φώσφορος)
Pb	Plumbum, (Μόλυβδος)
PERS	Part Environmental review System, (Σύστημα Περιβαλλοντικής Αναθεώρησης)
pH	Potential Hydrogen, (Συγκέντρωση των Κατιόντων Υδροξωνίου (H ₃ O ⁺))
PLI	Pollution Loading Index (Δείκτης φορτίου ρύπανσης)
PSI	Pollutants Standard Index, (Δείκτης Πρότυπων Ρύπων)
RIEI	Regional Index of Ecological Integrity, (Δείκτης Περιφερειακής Οικολογικής Ακεραιότητας)
RIEI	Regional Index of Ecological Integrity, (Δείκτης Περιφερειακής Οικολογικής Ακεραιότητας)
SEL	Sound Exposure Level, (Επίπεδο Έκθεσης στο Θόρυβο)
SOLAS	Safety of Life at Sea, International Convention, (Διεθνής Συνθήκη Ασφάλειας της Θαλάσσιας ζωής)
toe	tones oil equivalent, (τόνοι ισοδυνάμου πετρελαίου)
TSS	Total Suspended Solids, (Συνολικά Αιωρούμενα Σωματίδια)
UNEP	United Nations Environment Programme, (Πρόγραμμα Περιβάλλοντος του ΟΗΕ)
WQI	Water Quality Index, (Δείκτης Ποιότητας Νερού)
Zn	Zincum, (Ψευδάργυρος)

Ελληνικές

ΑΕΙ	Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα
ΑΕΠ	Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν
ΑΛΕ	Αποβλήτων Λιπαντικών Ελαίων
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΓΣΕΒΕΕ	Γενική Συνομοσπονδία Επαγγελματιών Βιοτεχνών Εμπόρων Ελλάδος
ΕΑΡΠΕΦΥ	Εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Περιβαλλοντικής Φυσικής
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΟΕΔΣΑΠ	Εθνικός Οργανισμός Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων
ΕΟΠ	Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος
ΕΣΠΑ	Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς
ΜΜΕ	Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης
μg	Μικρογραμμάρια
μgm ⁻³	Μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο
ΟΛΕ	Οργανισμός Λιμένα Ελευσίνας
ΟΛΘ	Οργανισμός Λιμένα Θεσσαλονίκης
ΟΛΠ	Οργανισμός Λιμένα Πειραιά

ΟΛΡ	Οργανισμός Λιμένα Ραφήνας
ΟΟΣΑ	Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΣΔΒ	Σχεδίου Δράσης για τη Βιοποικιλότητα
ΣΤΕ	Συμβούλιο της Επικρατείας
τιο	τόνοι ισοδυνάμου πετρελαίου
ΥΠΑΑΝ	Υπουργείο Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας & Ναυτιλίας
ΥΠΕΧΟΔΕ	Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας Κυβερνήσεως

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μέσω της παρούσας διπλωματικής εργασίας γίνεται μια προσπάθεια να παρουσιαστεί και να προσεγγιστεί, με ένα ολοκληρωμένο τρόπο, το πλαίσιο των περιβαλλοντικών – πράσινων εμπορικών λιμένων και να αξιολογηθεί η συμβολή της πολυκριτηριακής μεθόδου ανάλυσης (Multi Criteria Decision Analysis, MCDA) ως εργαλείου χωροθέτησης και οικολογικής αξιολόγησης αυτών.

Περιγράφονται τα περιβαλλοντικά προβλήματα των εμπορικών λιμένων και αναλύονται οι περιβαλλοντικοί δείκτες.

Αναφέρονται οι πλέον διαδεδομένες μέθοδοι πολυκριτηριακών αναλύσεων (MCDA) καθώς επίσης τα λογισμικά λήψης αποφάσεων (Decision Making Software, DMS) που υποστηρίζουν τις μεθόδους αυτές. Παρουσιάζεται συγκριτικός πίνακας με τα κριτήρια αξιολόγησης των DMS για την επιλογή του καταλληλότερου λογισμικού. Για την παρούσα μελέτη επιλέχθηκε το λογισμικό λήψεως αποφάσεων «MindDecider».

Η μελέτη ολοκληρώνεται με την εφαρμογή της πολυκριτηριακής μεθόδου χωροθέτησης-αξιολόγησης οικολογικού εμπορικού λιμένα με τη χρήση του λογισμικού που προαναφέρθηκε για έξι υποθετικούς λιμένες.

Ακολουθούν συμπεράσματα και προτάσεις για περαιτέρω μελέτη του θέματος.

Λέξεις κλειδιά: Περιβαλλοντικοί Δείκτες, Χωροθέτηση Οικολογικού Λιμένα, Λογισμικά Λήψης Αποφάσεων, Πολυκριτηριακές Μέθοδοι Ανάλυσης, Πράσινο Λιμάνι, MindDecider.

ABSTRACT

This thesis is an effort to demonstrate in an integrated way, the framework of eco ports and to assess the contribution of the Multi Criteria Decision Analysis, (MCDA) method, as a tool for choosing the most environmentally appropriate place for the construction of a port and also to environmentally evaluate existing ports using ecological indicators.

A general description for the environmental problems of ports is provided. Also an analysis of the environmental indicators that evaluate an eco port is presented

The most common methods of MCDA are presented, as well as the Decision Making Software, (DMS) that supports the implementation of these methods. In this thesis there is also presented a comparison table for various DMS software based on five criteria, in order to evaluate and choose the most suitable software for the case. According to this table the «MindDecider» was found as the most appropriate and user friendly software.

This thesis is completed with the implementation of the multi criteria method of placement or evaluating commercial ports using the pre chosen software for six commercial port scenarios.

At the end of the thesis conclusions and suggestions are presented for further study.

Key Words: Environmental Indicator, Ecological Port Construction, Decision Making Software, Multi Criteria Decision Analysis, Green Port, Eco Port, MindDecider .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Το πολύπλοκο σύστημα του παγκόσμιου περιβάλλοντος απαιτεί ολοκληρωμένες προσεγγίσεις και δεν αποτελεί αντικείμενο μιας μόνο επιστήμης. Η διεπιστημονικότητα, δηλαδή η συνεργασία πολλών επιστημονικών κλάδων, είναι αναγκαία για μια ολοκληρωμένη ανάπτυξη, η οποία οφείλει να έχει οικονομικές, κοινωνικές, πολιτιστικές και άλλες διαστάσεις. Απαιτείται η συνδυασμένη συμβολή πολυάριθμων επιστημονικών κλάδων, όπως Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Οικολογία, Γεωλογία, Ωκεανογραφία, Ιατρική, Ψυχολογία, Αρχιτεκτονική, Πολεοδομία, Οικονομία, Γεωγραφία, Νομική, Κοινωνιολογία, Πολιτική Επιστήμη, Ιστορία, Αρχαιολογία κ.λπ. (Χατζημπίρος Κ., (2008).

Σύμφωνα με την ακραία αναπτυξιακή ιδεολογία, αρκούν οι δυνάμεις της αγοράς για να λυθεί η αντίθεση μεταξύ περιβάλλοντος και ανάπτυξης. Στους αντίποδες, οι λίγοι πιστοί της «βαθείας οικολογίας» προτείνουν την επιστροφή στις ρίζες, με πλήρη ένταξη του ανθρώπου στη φύση. Η μεταρρυθμιστική λογική προβάλλει την ιδέα της αειφορίας, μέσω περιβαλλοντικής πολιτικής. Η αειφόρος ή βιώσιμη ανάπτυξη (sustainable development) αποδέχεται την οικονομική μεγέθυνση, υπό τον όρο να μην υπονομεύεται το περιβάλλον των μελλοντικών γενεών. Στόχος της αειφόρου ανάπτυξης είναι η ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων, έτσι ώστε να ικανοποιούν τις ανθρώπινες ανάγκες του παρόντος χωρίς να υπονομεύουν τις δυνατότητες των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους. Ούτως ή άλλως, ο αναπτυσσόμενος κόσμος προσδοκά διαρκή αύξηση των παραγωγικών δραστηριοτήτων. Το αντιφατικό αλλά γόνιμο σύνθημα της αειφορίας υιοθετείται διεθνώς από επιστήμονες, περιβαλλοντιστές και πολιτικούς. Μόνο η περιβαλλοντική πολιτική μπορεί να φέρει την αποσύνδεση, δηλαδή οικονομική αύξηση που δεν συνεπάγεται περιβαλλοντική επιβάρυνση. Προϋποθέτει αποτελεσματική κρατική παρέμβαση, κοινωνική συμμετοχή στις αποφάσεις, εταιρική κοινωνική ευθύνη, δραστηριοποίηση μη κυβερνητικών οργανώσεων, εθελοντισμό. (Χατζημπίρος Κ., (2008).

Συναφείς όροι, οι οποίοι συνήθως χρησιμοποιούνται με σχεδόν ταυτόσημη έννοια, είναι η πράσινη ανάπτυξη και η πράσινη οικονομία. Ωστόσο πρέπει να τονισθεί πως η πράσινη ανάπτυξη δίνει προτεραιότητα στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα και όχι στην οικονομική ανάπτυξη

Τα λιμάνια της Ελλάδας και ιδιαίτερα τα λιμάνια του Πειραιά και της Θεσσαλονίκης, λόγω του ηγετικού τους ρόλου στην περιοχή της Μεσογείου αλλά και της κομβικής τους θέσης στον Ευρωπαϊκό χώρο, βρίσκονται διαρκώς σε μια διαδικασία ανάπτυξης, σύμφωνη με τις αρχές της αειφορίας και της προστασίας του περιβάλλοντος.

1.2 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Αντικείμενο της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι να παρουσιαστούν τα περιβαλλοντικά προβλήματα των εμπορικών λιμένων μέσα από την περιγραφή και ανάλυση των περιβαλλοντικών δεικτών. Στη συνέχεια να αξιολογηθεί η συμβολή της πολυκριτηριακής μεθόδου ανάλυσης (Multi Criteria Decision Analysis, MCDA) ως εργαλείου χωροθέτησης και οικολογικής αξιολόγησης αυτών με τη χρήση του πλέον κατάλληλου λογισμικού λήψης απόφασης.

1.3 Διάρθρωση Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι δομημένη σε δέκα βασικά κεφάλαια. Πιο συγκεκριμένα:

Στο παρών Κεφάλαιο είναι η εισαγωγή και αναλύεται ο όρος της αειφόρου ανάπτυξης.

Στο Κεφάλαιο 2 δίδεται ο ορισμός του οικολογικού – πράσινου λιμένα, ως μια αειφόρος ανάπτυξη, που δεν ανταποκρίνεται μόνο στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις αλλά επιδιώκει επίσης και σε περισσότερο συμφέρουσες οικονομικές λύσεις.

Στο Κεφάλαιο 3 περιγράφεται η πρόοδος της έρευνας και η παρούσα κατάσταση στην ανάπτυξη οικολογικών λιμένων.

Στο Κεφάλαιο 4 αναφέρονται τα περιβαλλοντικά προβλήματα των λιμένων.

Το Κεφάλαιο 5 αναφέρεται στους περιβαλλοντικούς δείκτες, τον τρόπο υπολογισμού και τις τιμές που λαμβάνουν.

Στο Κεφάλαιο 6 αναλύονται οι περιβαλλοντικοί δείκτες οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν στη χωροθέτηση ή στην περιβαλλοντική αξιολόγηση των εμπορικών λιμένων.

Στο Κεφάλαιο 7 περιγράφονται οι βασικές έννοιες, που διέπουν την πολυκριτηριακή ανάλυση, μίας συστηματικής και μαθηματικά τυποποιημένης προσπάθειας επίλυσης προβλημάτων που προκύπτουν από αντικρουόμενους στόχους, καθώς επίσης τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της.

Στο Κεφάλαιο 8 αναφέρονται μερικά από τα πλέον διαδεδομένα Λογισμικά Λήψης Αποφάσεων (Decision Making Software, DMS) και μέσα από ένα συγκριτικό πίνακα προτείνεται η χρήση του καταλληλότερου για την παρούσα εργασία.

Στο Κεφάλαιο 9 επιχειρείται μια επίδειξη της χρήσης του λογισμικού MindDecider στην χωροθέτηση και αξιολόγηση οικολογικών εμπορικών λιμένων.

Στο Κεφάλαιο 10 καταγράφονται τα κύρια συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία και που εξήχθησαν βάσει του τελικού αποτελέσματος, των δυσκολιών και των προοπτικών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ο ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ

Ο όρος **Οικολογικό λιμάνι**, γνωστό και ως **πράσινο λιμάνι**, αναφέρεται στην αιφόρο ανάπτυξη και λειτουργία των λιμένων, που δεν ανταποκρίνεται μόνο στις **περιβαλλοντικές**¹ απαιτήσεις αλλά επιδιώκει επίσης και σε περισσότερο συμφέρουσες **οικονομικές λύσεις**. Το κεντρικό αντικείμενο μελέτης του οικολογικού λιμένα είναι η εύρεση ενός σημείου ισορροπίας (*χρυσής τομής*) μεταξύ των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και των οικονομικών συμφερόντων.

Η οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη του λιμένα δεν πρέπει να υπερβαίνει τη φέρουσα ικανότητα των φυσικών πόρων του υπάρχοντος **οικοσυστήματος**². Ένα λογικό σημείο ισορροπίας, είναι εκείνο που βασίζεται στην ορθή κρίση της περιβαλλοντικής κατανάλωσης, των οικονομικών συμφερόντων και θα πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις, έτσι ώστε να μην υπάρξουν μη αναστρέψιμες περιβαλλοντικές μεταβολές στο οικοσύστημα. Πέρα από κάθε αμφιβολία, ο οικολογικός εμπορικός λιμένας θα αποτελέσει το πρότυπο μοντέλο για την ανάπτυξη νέων λιμένων στο μέλλον.

Κύριος στόχος είναι να αναπτυχθεί ένα ικανοποιητικό οικολογικό περιβάλλον και μία υψηλή οικονομική απόδοση στο λιμένα, καθώς επίσης να εξασφαλιστεί μία αρμονική και αιφόρος ανάπτυξη του τρίπτυχου κοινότητα-οικονομία-περιβάλλον.

1 **Περιβάλλον:** Ο όρος περιβάλλον αναφέρεται σε οτιδήποτε περιβάλλει κάποιο αντικείμενο. Έτσι το περιβάλλον ενός έμβιου οργανισμού είναι η κοντινή ή μακρινή σε αυτόν περιοχή, που ασκεί άμεσα επιρροή στον ίδιο και στις συνθήκες διαβίωσής του. Στις θετικές και φυσικές επιστήμες, καθώς και στις επιστήμες μηχανικών, ένα σύστημα είναι το τμήμα του κόσμου που μελετάται και περιβάλλον είναι οτιδήποτε έξω από τα όρια αυτού. Μεταξύ του συστήματος και του περιβάλλοντος μπορούν να υπάρχουν αλληλεπιδράσεις και ανταλλαγές ύλης, ενέργειας ή πληροφορίας (www.el.wikipedia.org)

2 **Οικοσύστημα:** Είναι το σύμπλεγμα των οργανισμών και του φυσικού περιβάλλοντος μέσα στο οποίο αυτοί διαβιούν. Δηλαδή, το κάθε οικοσύστημα αποτελείται από τους οργανισμούς που ζουν σ' αυτά (βιοτική συνιστώσα) και από το αβιοτικό περιβάλλον (αβιοτική συνιστώσα). (Αριανούτσου Μ., (1999), «Οικολογικά συστήματα», στο Αριανούτσου Μ, Γεωργίου Κ., Δημητρακόπουλος Α., Καρτάλης Κ., Παναγιωτίδης Π., Σταματόπουλος Κ., Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον: Το Φυσικό Περιβάλλον, σελ. 17-73, Πάτρα, ΕΑΠ.)

Η βασική αρχή της οικολογίας είναι ότι κάθε ζωντανός οργανισμός έχει μια προοδευτική και συνεχόμενη σχέση με κάθε άλλο στοιχείο που απαρτίζει το περιβάλλον του. Ως οικοσύστημα μπορεί να οριστεί κάθε τοποθεσία στην οποία υπάρχουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των οργανισμών και του περιβάλλοντος. Το οικοσύστημα αποτελείται από δύο τμήματα, το τμήμα της ζωής (ονομάζεται **βιοκοινότητα** (biocoenosis)) και το **περιβάλλον** στο οποίο υπάρχει αυτή η ζωή (ο **βίοτοπος**). Στο οικοσύστημα, τα είδη συνδέονται και εξαρτώνται μεταξύ τους μέσω τροφικών αλυσίδων, ανταλλάσσοντας ενέργεια και ύλη μεταξύ τους αλλά και με το περιβάλλον στο οποίο ζουν (βλέπε παραγωγόι, καταναλωτές). Η έννοια ενός οικοσυστήματος μπορεί να απευθύνεται σε μονάδες διαφόρων διαστάσεων, όπως είναι μια λιμνούλα, ένα χωράφι, ή ένα κομμάτι νεκρού δέντρου. Η μονάδα μικρότερων τμημάτων ονομάζεται **μικροοικοσύστημα**. Για παράδειγμα, ένα οικοσύστημα μπορεί να είναι μία πέτρα και η ζωή που υπάρχει κάτω από αυτήν. Ένα **μεσοοικοσύστημα** μπορεί να είναι ένα δάσος, και ένα **μακροοικοσύστημα** μια ολόκληρη **οικοπεριοχή** με τη λεκάνη απορροής της (www.el.wikipedia.org).

Η Κατασκευή οικολογικών εμπορικών λιμένων είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για την πρόληψη της ρύπανσης του περιβάλλοντος³ και των οικολογικών καταστροφών, την προστασία των υδατικών⁴ πόρων και γενικότερα του οικοσυστήματος του λιμένα.

Ένα οικολογικό περιβάλλον προϋποθέτει αρμονικές σχέσεις μεταξύ της λειτουργίας του λιμένα, των δραστηριοτήτων του ανθρώπου και της φύσης. Η ιδέα αυτή πρέπει να ενσωματωθεί σε όλες τις δραστηριότητες, που σχετίζονται με την κατασκευή και τη λειτουργία του λιμένα, έτσι ώστε να αυξηθούν οι πόροι, να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και να βελτιωθεί η ποιότητα του εντός της λιμενικής ζώνης.

Διάφορα μέτρα, όπως η ‘πράσινη χρηματο-οικονομία’, η ‘καθαρή παραγωγή’, η ‘οικολογική παρακολούθηση’, τα ‘σύστημα προστασίας’, η ‘οικολογική ασφάλεια’ και το ‘σύστημα διαχείρισης’ είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη για την ανάπτυξη των λιμένων σύμφωνα με τις αρχές της αειφορίας, η οποία να χαρακτηρίζεται από χαμηλή

3 Ρύπανση του περιβάλλοντος: Είναι η παρουσία στο περιβάλλον ρύπων. (Νικολάου, 1999). **Ρύποι:** Κάθε είδος ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας, σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα, ή υλικές ζημιές και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του (Ν. 1650/86). Οι βασικοί ρύποι και απόβλητα διακρίνονται στις εξής μεγάλες κατηγορίες: α) **Ρύποι της ατμόσφαιρας**, που δημιουργούν στις αστικές περιοχές νέφη φωτοχημικά και αιθαλομίχλης, ενώ σε παγκόσμιο επίπεδο προκαλούν την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, τη μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος (τρύπα όζοντος) και την όξινη βροχή (Βλέπε και αέριοι ρύποι, αερολύματα, αιωρούμενα σωματίδια) β) **Ρύποι των υδάτων**, που προέρχονται από αστικά, βιομηχανικά και γεωργικά απόβλητα και επιβαρύνουν τα υπόγεια και επιφανειακά νερά, προκαλώντας την ποιοτική τους υποβάθμιση γ) **Ρύποι του εδάφους**, που προέρχονται και αυτοί από αστικά και βιομηχανικά απόβλητα, κυρίως όμως από τη γεωργική δραστηριότητα δ) **Στερεά απορρίμματα**, που προέρχονται από την αστική κατανάλωση και τοξικά στερεά απόβλητα βιομηχανικής προέλευσης ε) **Θόρυβος**, που προκαλείται από την κυκλοφορία, τη βιομηχανία, τις εγκαταστάσεις, το σιδηρόδρομο και τις αερομεταφορές (www.el.wikipedia.org)

4 Υδατικός, υδάτινος. Πρόκειται για δύο παρεμφερείς αλλ’ όχι ταυτόσημους όρους. Το επίθετο *υδατικός* σημαίνει αυτόν που ανήκει η αναφέρεται στο νερό, ενώ το *υδάτινος* αυτόν που αποτελείται από νερό (Κριαράς, 1995). Με αυτή τη λογική σχηματίζουμε τους όρους υδατικός πόρος (όχι υδάτινος πόρος) υδατικό οικοσύστημα (όχι υδάτινο οικοσύστημα), υδατική πολιτική (όχι υδάτινη πολιτική) αλλά υδάτινη μάζα, υδάτινο σώμα, υδάτινο περιβάλλον (= το μέρος του περιβάλλοντος που αποτελείται από υδάτινα σώματα).(<http://itia.ntua.gr/dk-el/>, Ιστοσελίδα Δ. Κουτσογιάννη Καθηγήτη ΕΜΠ).

κατανάλωση πόρων, ελάχιστη ρύπανση του περιβάλλοντος και ικανοποιητικό ρυθμό ανάπτυξης.

Η έννοια της οικολογικής κατασκευής εμπορικών λιμένων μπορεί να συμβάλλει στην αναβάθμιση των κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών οφελών γενικότερα. (Shao C. et al.,2009).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΛΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

3.1 Περιβαλλοντικά Προβλήματα από τη Λειτουργία των Σύγχρονων Λιμένων

Μέσα στο έντονο ανταγωνιστικό περιβάλλον της προσφοράς σύγχρονων λιμενικών υπηρεσιών, οι κάθε είδους λιμενικές δραστηριότητες επιδρούν αρνητικά στο θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον. Οι επιδράσεις αυτές απειλούν με υποβάθμιση το έδαφος, τον αέρα, το νερό και το ανθρώπινο περιβάλλον και είναι αισθητές μέσα και έξω από τα όρια των λιμένων.

Δυο μεγάλες περιβαλλοντικές έρευνες του Ευρωπαϊκού Οργανισμού για του Θαλάσσιους Λιμένες (ESPO - European Sea Ports Organization), που πραγματοποιήθηκαν, η πρώτη το 1996 και η δεύτερη το 2004 κατέγραψαν τα δέκα πιο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα με ιεράρχηση από το πιο χειρότερο προς το λιγότερο επιβλαβές που απασχολούσαν τις διοικήσεις των λιμένων. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1 Τα Δέκα πιο Διαδεδομένα Περιβαλλοντικά Προβλήματα των Λιμένων το 1996 και 2001 Αντίστοιχα (ESPO, 2005)

A/A	1996	2004
1	Ανάπτυξη Λιμένα (θάλασσα)	Απορρίμματα / Απόβλητα Λιμένα
2	Ποιότητα νερού	Εκβάθυνση
3	Διάθεση υλικών εκβάθυνσης	Διάθεση υλικών εκβάθυνσης
4	Εκβάθυνση	Σκόνη
5	Σκόνη	Θόρυβος
6	Ανάπτυξη λιμένα (ξηρά)	Ποιότητα αέρα
7	Ρύπανση εδάφους	Επικίνδυνα φορτία
8	Απώλεια / υποβάθμιση ενδιαιτημάτων	Εφοδιασμός καυσίμων
9	Ένταση κίνησης	Ανάπτυξη λιμένα (ξηρά)
10	Υγρά βιομηχανικά απόβλητα	Εκφορτώσεις πλοίων

Από τις δύο αυτές έρευνες προέκυψε μια διαφοροποίηση στη σειρά βαρύτητας ως αναφορά τα δέκα πιο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Ενώ το 1996 το μεγαλύτερο πρόβλημα αποτελούσε η ανάπτυξη του λιμένα προς τη θάλασσα και η ποιότητα του νερού το 2004 το σοβαρότερο πρόβλημα ήταν τα απορρίμματα και τα απόβλητα του λιμένα καθώς και η εκβάθυνση.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα των λιμένων εντοπίζονται σε τρεις περιοχές, Εικόνα 3.1.

- Περιοχή Λιμένα, Χερσαία και Θαλάσσια.
- Θαλάσσια Περιοχή.
- Περιοχή Σύνδεσης Πλοίου – Λιμένα.

Τα προβλήματα αυτά συνοψίζονται και επεξηγούνται στον Πίνακα 3.2.



Εικόνα 3.1 Περιβαλλοντικές Περιοχές Λιμένα

Πίνακας 3.2 Περιβαλλοντικά Προβλήματα Λιμένων

Περιβαλλοντικά Προβλήματα Λιμένων με Βάση την Περιοχή		
Περιοχή Λιμένα Χερσαία και Θαλάσσια	Θαλάσσια Περιοχή	Περιοχή Σύνδεσης Πλοίου – Λιμένα
Λιμενική ανάπτυξη Βυθοκόρηση Ρύπανση εδάφους Ένταση κίνηση Θόρυβος Σκόνη Απόβλητα και απορρίμματα λιμένα Ποιότητα υδάτων Ατμοσφαιρική ρύπανση Διατήρηση βιοποικιλότητας	Ναυτική ασφάλεια Εκπομπές πλοίων	Απόβλητα πλοίων Χειρισμός φορτίων Επικίνδυνα φορτία Εφοδιασμός καυσίμων

3.1.1 Περιοχή Λιμένα (Χερσαία και Θαλάσσια)

Στην περιοχή του λιμένα (χερσαία και θαλάσσια) αναπτύσσεται ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων που σχετίζονται με την ανάπτυξη του λιμένα, τη διακίνηση φορτίων και επιβατών και τη λειτουργία βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Τα πιο σημαντικά ζητήματα που εντοπίζονται στη λιμενική περιοχή είναι (ESPO, 2003; Goulielmos, 2000; Παρδάλη, 1997).

Λιμενική ανάπτυξη. Ο διεθνής ανταγωνισμός ασκεί έντονες πιέσεις στο λιμενικό τομέα, απαιτώντας από τις διοικήσεις των λιμένων να παρέχουν όλο και πιο σύγχρονες και λειτουργικές υποδομές και διευκολύνσεις που να ανταποκρίνονται στις αυξημένες ανάγκες των πελατών τους. Οι τεχνολογικές αλλαγές στον τομέα της ναυτιλίας (γιγαντισμός πλοίων, εξειδίκευση) δημιούργησαν την ανάγκη για νέες επενδύσεις σε έργα υποδομής (αποβάθρες, κρηπιδώματα) και αποθήκες, νέες εγκαταστάσεις κλπ. Από την άλλη πλευρά, τα περιθώρια ανάπτυξης στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπως είναι οι ευρωπαϊκές, είναι περιορισμένα από παράγοντες όπως η έλλειψη εκτάσεων, η αστική ανάπτυξη και οι οικολογικοί περιορισμοί.

Η ανάπτυξη ενός λιμένα συνεπάγεται την εξασφάλιση μεγαλύτερου μήκους κρηπιδωμάτων, ανέγερση νέων προβλητών, δημιουργία εκτάσεων και εγκαταστάσεων αποθήκευσης και συνδέσεις με τα χερσαία μέσα μεταφοράς. Τέτοιες παρεμβάσεις απαιτούν την κατάληψη νέων εκτάσεων ή την τροποποίηση του περιβάλλοντος γύρω

από το λιμένα πράγμα που, σε κάθε περίπτωση, συνεπάγεται τη διατάραξη του περιβάλλοντος.

Η ανάπτυξη, λοιπόν, του λιμένα δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς παρεμβάσεις στο χερσαίο και θαλάσσιο περιβάλλον και για το λόγο αυτό συχνά γίνεται η αιτία σημαντικών περιβαλλοντικών προβλημάτων. Τέτοια προβλήματα μπορεί να περιλαμβάνουν τη μείωση ευαίσθητων ειδών της χλωρίδας και της πανίδας, τη διατάραξη των φυσικών οικοσυστημάτων αλλά και του ανθρώπινου περιβάλλοντος (διατάραξη κοινής ησυχίας, διακύβευσης δημόσιας υγείας). Για την προστασία του περιβάλλοντος από τις παρεμβάσεις αυτές έχει θεσπιστεί αυστηρή νομοθεσία, έτσι πριν από τη διενέργεια ορισμένων αναπτυξιακών έργων, οι λιμενικές διοικήσεις είναι υποχρεωμένες να πραγματοποιούν τις απαιτούμενες μελέτες. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις καθυστερήσεων ή ακόμη και απορρίψεων της εκτέλεσης ορισμένων αναπτυξιακών λιμενικών έργων για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος.

Βυθοκόρηση. Η βυθοκόρηση ή εκβάθυνση είναι μια δραστηριότητα απαραίτητη για την εξασφάλιση της αβλαβούς προσβασιμότητας των σκαφών στους λιμένες που έχει πολύ δυσμενείς επιπτώσεις για το περιβάλλον. Η διαδικασία της βυθοκόρησης περιλαμβάνει την εκσκαφή υλικών, όπως άμμος και λάσπη, από τον πυθμένα της θάλασσας προκειμένου να εξασφαλιστεί το απαιτούμενο για τη λειτουργία του λιμένα βάθος. Κατά τη διενέργεια της βυθοκόρησης, αναπόφευκτα, διαταράσσεται ο βυθός της θάλασσας με δυσάρεστες συνέπειες για το θαλάσσιο οικοσύστημα. Μεγαλύτερος, ωστόσο, προβληματισμός επικρατεί για τη διάθεση των υλικών της εκβάθυνσης. Η διάθεση των υλικών αυτών απαιτεί την κατασκευή ειδικών εγκαταστάσεων επεξεργασίας, ιδιαίτερα στην περίπτωση που αυτά είναι μολυσμένα ή υψηλής τοξικότητας. Λόγω των προβλημάτων του περιβάλλοντος, η δραστηριότητα της βυθοκόρησης και της διάθεσης των προερχόμενων από αυτή υλικών βρίσκεται υπό συνεχή εξέταση και κρίση τόσο από τους νομοθέτες όσο και από τις λιμενικές αρχές.

Ρύπανση εδάφους. Στην περιοχή των λιμένων λαμβάνουν χώρα πλήθος δραστηριοτήτων που αποτελούν πηγές ρύπανσης του εδάφους. Ο χειρισμός φορτίων και ιδιαίτερα των επικίνδυνων φορτίων αποτελεί ίσως την κυριότερη από αυτές. Κατά τις διαδικασίες φόρτωσης, εκφόρτωσης, διακίνησης και αποθήκευσης υγρών ή στερεών φορτίων συμβαίνει, πολλές φορές, ένα μικρό ή μεγάλο μέρος του φορτίου να καταλήγει στο έδαφος εξαιτίας ανθρώπινων λαθών ή αστοχίας του τεχνολογικού εξοπλισμού. Οι συνέπειες της ρύπανσης του εδάφους είναι πολύ δυσάρεστες τόσο για το φυσικό όσο και για το ανθρώπινο περιβάλλον, καθώς η ρύπανση μπορεί να επεκταθεί μέσω των υπόγειων υδάτων και να επηρεάσει την ευρύτερη περιοχή.

Ένταση κίνησης. Τα λιμάνια με μεγάλη διακίνηση εμπορευμάτων και επιβατών, αλλά και μικρότερα λιμάνια με εποχικά αυξημένη κίνηση, αντιμετωπίζουν έντονα κυκλοφοριακά προβλήματα μέσα στην λιμενική περιοχή, τα οποία επεκτείνονται και

γύρω από αυτή. Το πρόβλημα αυτό γίνεται εντονότερο εξαιτίας του κακού σχεδιασμού του οδικού δικτύου που, τις περισσότερες φορές, δεν έχει σχεδιαστεί να εξυπηρετεί επαρκή αριθμό επιβατών και οχημάτων. Αποτέλεσμα του συνωστισμού οχημάτων και επιβατών είναι ο θόρυβος, οι πολύωρες καθυστερήσεις όλων των χρηστών του λιμένα (πλοίων, επιβατών, μεταφορικών μέσων) και η παρενόχληση των κατοίκων της γύρω περιοχής. Το πρόβλημα είναι εντονότερο σε λιμάνια που παρουσιάζουν εποχική αύξηση της κίνησης τους, συνήθως τους καλοκαιρινούς μήνες. Το δυσάρεστο είναι ότι οι λιμενικές διοικήσεις δεν είναι σε θέση να δώσουν λύση σε ένα τέτοιο ζήτημα, καθώς η αποφόρτιση της έντασης της κίνησης των λιμένων απαιτεί στρατηγικό κρατικό σχεδιασμό στον οποίο εμπλέκονται πολλά Υπουργεία και Δημόσιες Υπηρεσίες, γεγονός που δυσχεραίνει την επίλυση του προβλήματος.

Θόρυβος. Οι διάφορες δραστηριότητες που αναπτύσσονται στα λιμάνια αποτελούν πηγή θορύβων, αισθητών μέσα και έξω από τη λιμενική περιοχή. Τέτοιες δραστηριότητες είναι η φόρτωση και εκφόρτωση φορτίων με τη χρησιμοποίηση μηχανημάτων (γερανοί, ανυψωτικά μηχανήματα), η διακίνηση τους εντός και εκτός του λιμένα με οχήματα, η διακίνηση επιβατών και οχημάτων, η διενέργεια επισκευαστικών και αναπτυξιακών έργων, η λειτουργία επιχειρήσεων που είναι εγκαταστημένες μέσα στα όρια του λιμένα, και πλήθος άλλες λιμενικές δραστηριότητες. Ο θόρυβος αποτελεί μείζον περιβαλλοντικό ζήτημα ιδιαίτερα για τα εμπορικά λιμάνια που διακινούν μεγάλες ποσότητες φορτίων. Για τις λιμενικές υπηρεσίες, η προσπάθεια μείωσης του θορύβου είναι πιθανόν να οδηγήσει σε μειωμένη προσέλκυση νέων επενδυτών και, επομένως, να έχει επιπτώσεις στα οικονομικά του λιμένα. Έτσι ο καθορισμός ορίων για τα επιτρεπόμενα επίπεδα θορύβου στην περιοχή των λιμένων είναι ένα ζήτημα που προβληματίζει τους νομοθέτες και τις διοικήσεις των λιμένων, καθώς είναι απαραίτητο να βρίσκεται κάθε φορά η χρυσή τομή που θα εξυπηρετεί, από τη μια πλευρά, την τοπική κοινωνία και, από την άλλη, τα συμφέροντα του λιμένα και των επιχειρήσεων που δρουν στην περιοχή.

Σκόνη. Η σκόνη είναι μια ακόμη πρόκληση, κυρίως για τους εμπορικούς λιμένες, την οποία καλούνται να αντιμετωπίσουν στην προσπάθεια τους για μια βελτιωμένη περιβαλλοντικά λειτουργία. Οι λιμενικές δραστηριότητες που αποτελούν τις κύριες πηγές εκπομπής σκόνης είναι ο χειρισμός και η αποθήκευση στερεών φορτίων, όπως άμμος, τσιμέντο, σόδα και άλλα φορτία που διακινούνται σε χύδην (χύμα) μορφή. Επίσης η λειτουργία βιομηχανικών εγκαταστάσεων μέσα στη λιμενική περιοχή, όπως βιομηχανίες μεταλλουργίας, χαρτιού, αλουμινίου, αλευροβιομηχανίες, τσιμεντοβιομηχανίες αποτελούν πηγές εκπομπής σημαντικών ποσοτήτων σκόνης.

Η έκταση του προβλήματος των εκπομπών δεν είναι η ίδια για κάθε λιμένα, αλλά ποικίλει ανάλογα με την ένταση των γενεσιουργών δραστηριοτήτων, τη γεωγραφική θέση του λιμένα και τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Οι επιπτώσεις της εκπομπής σκόνης δεν περιορίζονται μόνο στους χρήστες των λιμένων, αλλά επηρεάζουν τις αστικές περιοχές γύρω από το λιμένα.

Για την καταπολέμηση της σκόνης εφαρμόζονται διάφορες πρακτικές από τα λιμάνια, όπως αυτή την κατάβρεξης των στερεών φορτίων, στις περιπτώσεις βέβαια που αυτό δεν επιφέρει καταστροφές στο φορτίο. Ωστόσο, το ζήτημα χρήζει περισσότερης μελέτης και συντονισμένης προσπάθειας προκειμένου για τον περιορισμό του σε ανεκτά για το περιβάλλον επίπεδα.

Απόβλητα και Απορρίμματα Λιμένα . Η διαχείριση των λιμενικών αποβλήτων και απορριμμάτων είναι ένα βασικό ζήτημα που αφορά στην περιβαλλοντική διαχείριση των λιμένων σήμερα. Το ζήτημα της διαχείρισης των λιμενικών αποβλήτων και απορριμμάτων βρίσκεται στην κορυφή της ιεράρχησης των περιβαλλοντικών προβλημάτων που αντιμετωπίζουν τα σύγχρονα ευρωπαϊκά λιμάνια. Πάρα πολύ συχνά τα απόβλητα και τα απορρίμματα που δημιουργούνται στην περιοχή των λιμένων απορρίπτονται με κάθε τρόπο, ενώ θα μπορούσαν να επαναχρησιμοποιηθούν, να ανακυκλωθούν, να διαχωριστούν ή να συνδυαστούν με άλλες ποσότητες αποβλήτων για την παραγωγή νέων εμπορικών δραστηριοτήτων. Σαν περιβαλλοντικό ζήτημα, τα απόβλητα εάν δεν υποβάλλονται σε κατάλληλη επεξεργασία, μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντική ρύπανση του εδάφους ή των υδάτων και στην εκπομπή δυσάρεστων οσμών. Καθώς τα απόβλητα και τα απορρίμματα είναι ένα πολύ σοβαρό περιβαλλοντικό ζήτημα, η ορθή διαχείριση τους είναι πολύ σημαντική για τη δημόσια εικόνα του λιμένα. Η ευθύνη της διαχείρισης των λιμενικών αποβλήτων και απορριμμάτων απασχολεί τους νομοθέτες και τις λιμενικές αρχές, οι οποίες αναζητούν αποδοτικές λύσεις για την κατάλληλη διάθεση τους.

Ποιότητα Υδάτων. Η λειτουργία των λιμένων είναι σε άμεση συνάρτηση με τα θαλάσσια ύδατα. Οι περισσότερες λιμενικές δραστηριότητες έχουν σχέση με το νερό και γι αυτό το νερό είναι ο κύριος δέκτης κάθε είδους ρύπων. Τέτοιες δραστηριότητες περιλαμβάνουν τον ελλιμενισμό των πλοίων, την τροφοδοσία τους με καύσιμα και την φορτοεκφόρτωση φορτίων. Η αποφυγή της περιβαλλοντικής υποβάθμισης των υδάτων συνεπάγεται τη λήψη μέτρων σχετικά με κάθε είδους δραστηριότητα που μπορεί να διακυβεύει το περιβάλλον. Ωστόσο, οι περισσότερες λιμενικές δραστηριότητες που έχουν αντίκτυπο στην ποιότητα των υδάτων είναι απολύτως απαραίτητες για την ικανοποιητική λειτουργία ενός λιμένα. Για το λόγο αυτό, υπάρχει προβληματισμός για την εξεύρεση των νομοθετικών και διαχειριστικών εκείνων προτύπων που μπορούν να εξυπηρετήσουν ταυτόχρονα και τους δυο σκοπούς. Δηλαδή, από τη μια πλευρά, την οικονομική βιωσιμότητα του λιμενικού τομέα και από την άλλη την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος, των οργανισμών που ζουν μέσα σε αυτό αλλά και όσων ωφελούνται με κάθε τρόπο από αυτό.

Η διαχείριση των υδατικών πόρων σε επίπεδο της λεκάνης απορροής σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ συνεπάγεται ότι τα συμφέροντα των λιμενικών υπηρεσιών θα πρέπει να συνεξετάζονται με τα συμφέροντα άλλων τομέων - δραστηριοτήτων που επηρεάζουν και επηρεάζονται από την ίδια λεκάνη απορροής, όπως είναι ο τομέας της γεωργίας.

Ατμοσφαιρική ρύπανση. Η ποιότητα της ατμόσφαιρας στην περιοχή των λιμένων επηρεάζεται από τις διάφορες δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στη λιμενική περιοχή. Τέτοιες δραστηριότητες περιλαμβάνουν τη λειτουργία του εξοπλισμού και των μηχανημάτων χειρισμού φορτίων, την κίνηση οχημάτων στο χώρο του λιμένα (φορηγά που διακινούν εμπορεύματα ή επιβάτες), την αποθήκευση, τη φόρτωση και μεταφορά καύσιμων, καθώς και τη λειτουργία διάφορων βιομηχανικών εγκαταστάσεων που βρίσκονται μέσα και γύρω από την περιοχή του λιμένα.

Διατήρηση Βιοποικιλότητας. Μια νέα πρόκληση για τα σύγχρονα λιμάνια είναι η λειτουργία τους στα πλαίσια της προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και ειδικότερα της διατήρησης των φυσικών οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας. Η ανάπτυξη των λιμένων επηρεάζεται από τις απαιτήσεις μιας σειράς περιβαλλοντικών κανονισμών που στόχο έχουν τη διατήρηση των φυσικών βιότοπων και της άγριας πανίδας και χλωρίδας (Οδηγία για την προστασία των Άγριων Πουλιών, Οδηγία για την προστασία των Φυσικών Βιότοπων και της Άγριας Χλωρίδας και Πανίδας, Διεθνής Σύμβαση RAMSAR).

Οι περιβαλλοντικές αρχές που τίθενται με βάση τη σχετική νομοθεσία, πολλές φορές, συγκρούονται με τα συμφέροντα των λιμένων, δεδομένου ότι η εκπλήρωση αυτών των απαιτήσεων μπορεί να παρεμποδίζει την πραγματοποίηση των επενδυτικών προγραμμάτων των λιμένων, και επομένως να οδηγεί σε μεγάλες καθυστερήσεις στην ολοκλήρωση των αναπτυξιακών έργων καθώς και σε σημαντική αύξηση των δαπανών τους. Για το λόγο αυτό, λιμάνια που βρίσκονται κοντά ή μέσα σε ευαίσθητα οικοσυστήματα ή προστατευόμενες περιοχές καλούνται να προσαρμόζουν τις λειτουργίες τους και τα αναπτυξιακά τους σχέδια, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η παράλληλη διατήρηση των φυσικών οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας.

3.1.2 Περιοχή Σύνδεσης του Πλοίου με το Λιμένα

Στα όρια της στεριάς με τη θάλασσα, εκεί όπου τα πλοία έρχονται σε επαφή με το λιμάνι, λαμβάνουν χώρα βασικές λιμενικές δραστηριότητες με κυρίαρχη το χειρισμό του φορτίου αλλά και άλλες όπως την παραλαβή των εκφορτώσεων των πλοίων και την τροφοδοσία των πλοίων με καύσιμα. Τέτοιες δραστηριότητες έχουν επιπτώσεις τόσο στο υδάτινο όσο και στο χερσαίο λιμενικό περιβάλλον. Τα περιβαλλοντικά ζητήματα που σχετίζονται με την περιοχή αυτή είναι (Goulielmos, 2000; Παρδάλη, 1997):

Απόβλητα Πλοίων. Τα πλοία που προσεγγίζουν στα λιμάνια είναι απαραίτητο να απομακρύνουν τα απόβλητα που παράγονται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους. Για το λόγο αυτό απαιτείται από τους λιμένες να διαθέτουν επαρκείς και ικανοποιητικές εγκαταστάσεις για την παραλαβή κάθε τύπου αποβλήτων που μπορεί να μεταφέρουν τα πλοία, συμπεριλαμβανομένων και των καταλοίπων φορτίου (Διεθνής Σύμβαση του IMO MARPOL 73/78). Στα απόβλητα περιλαμβάνονται και τα λύματα και τα κατάλοιπα πλην των καταλοίπων φορτίου. Τα λιμάνια είναι υποχρεωμένα (Οδηγία 2000/59/EK, MARPOL) να εξασφαλίζουν τις απαραίτητες εγκαταστάσεις περισυλλογής αποβλήτων, ενώ τα πλοία θα πρέπει να παραδίδουν τα απόβλητα τους πριν αποπλεύσουν από κάθε λιμάνι και απαλλάσσονται από αυτή την υποχρέωση μόνον εάν εξαιρεθούν για ορισμένο λόγο. Παράλληλα, τα λιμάνια έχουν την υποχρέωση καταβολής αποζημίωσης σε πλοία που υπέστησαν καθυστερήσεις και συνεπώς οικονομική ζημία εξαιτίας των ανεπαρκών εγκαταστάσεων. Στα πλαίσια λοιπόν των παραπάνω υποχρεώσεων των λιμένων, οι λιμενικές διοικήσεις οφείλουν να αναζητούν τα μέσα και τους τρόπους για την εξασφάλιση των απαιτούμενων εγκαταστάσεων παραλαβής των αποβλήτων των πλοίων.

Χειρισμός φορτίων. Ο χειρισμός των φορτίων είναι μια δραστηριότητα που μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις για το περιβάλλον των λιμένων. Τέτοιες επιπτώσεις περιλαμβάνουν την εκπομπή σκόνης και δυσάρεστων οσμών, την ατμοσφαιρική ρύπανση, την ηχορύπανση και πολλές φορές απόρριψη φορτίων στη θάλασσα εξαιτίας ατυχήματος. Για τη σκόνη, την ατμοσφαιρική ρύπανση και το θόρυβο έχει γίνει λόγος σε προηγούμενες παραγράφους. Όσον αφορά στην απώλεια φορτίων κατά τη φόρτωση και εκφόρτωση των φορτίων, πολλές φορές, κατά τις διαδικασίες αυτές, έχει παρατηρηθεί, ποσότητες του φορτίου να καταλήγουν στη θάλασσα και στο έδαφος. Τέτοια συμβάντα μπορεί να οφείλονται σε βλάβες ή ζημιές του εξοπλισμού φορτοεκφόρτωσης, όπως καταστροφή σωληνώσεων, γερανών και άλλων μηχανημάτων ή ακόμα και σε ανθρώπινο λάθος ή αμέλεια. Οι επιπτώσεις τέτοιων απορρίψεων περιλαμβάνουν τη ρύπανση ή και μόλυνση των υδάτων και του εδάφους.

Ο χειρισμός των φορτίων, λοιπόν, εγκυμονεί πολλούς κινδύνους για το περιβάλλον και απαιτεί από τις λιμενικές διοικήσεις να λαμβάνουν τα απαραίτητα μέτρα και να τηρούν τη σχετική νομοθεσία για τον περιορισμό της σκόνης, του θορύβου και της ατμοσφαιρικής

ρύπανσης, καθώς και για τη σωστή λειτουργία του χρησιμοποιούμενου τεχνολογικού εξοπλισμού και την εκπαίδευση των χειριστών των μηχανημάτων.

Επικίνδυνα φορτία. Η διακίνηση επικίνδυνων φορτίων μέσω των θαλάσσιων λιμένων θέτει εξαιρετικό κίνδυνο στο φυσικό περιβάλλον και την τοπική κοινότητα. Ο όγκος των επικίνδυνων και ρυπογόνων εμπορευμάτων που μεταφέρονται δια θαλάσσης αυξάνεται με γρήγορους ρυθμούς και αναμένεται ότι θα συνεχίσει να αυξάνεται, γεγονός που κάνει επιτακτική τη λήψη ρυθμιστικών μέτρων που θα αποτρέπουν τη ρίψη κάθε επικίνδυνης ύλης στο θαλάσσιο περιβάλλον. (Τζερέφου, 2006).

Το περιβαλλοντικό πλαίσιο που καθιέρωσε η Διεθνής Σύμβαση για την Ασφάλεια της Ζωής εν Πλω (SOLAS) και ο Διεθνής Ναυτιλιακός Κώδικας για τα Επικίνδυνα Φορτία (IMDG Code) ρυθμίζει θέματα, όπως η σωστή συσκευασία και η τεκμηρίωση για τις αποστολές των επικίνδυνων εμπορευμάτων, προκειμένου εκείνοι που συμμετέχουν στις μεταφορές και το χειρισμό τέτοιων φορτίων να μην εκτίθενται σε κίνδυνο αλλά και να μην θέτουν σε κίνδυνο το περιβάλλον. Η παραπάνω νομοθεσία δεν απευθύνεται άμεσα στους λιμένες. Ωστόσο, επειδή οι θαλάσσιοι λιμένες συνδέονται στενά με τη μεταφορά επικίνδυνων φορτίων δια θαλάσσης, οι παραπάνω κώδικες λαμβάνονται επίσης ως πρότυπα για τις λιμενικές δραστηριότητες. Για το λόγο αυτό το λιμενικό προσωπικό που συμμετέχει στη συσκευασία, εξακρίβωση και διακίνηση των επικίνδυνων φορτίων στο λιμενικό χώρο οφείλει να γνωρίζει τους σχετικούς κανονισμούς και να είναι ικανό να πραγματοποιήσει αυτούς τους στόχους.

Επιπλέον, για να μπορούν οι υπηρεσίες των λιμένων να ελαχιστοποιούν τους κινδύνους από τη διακίνηση επικίνδυνων φορτίων, είναι απαραίτητο να υπάρχει η κατάλληλη πληροφόρηση για το φορτίο που μεταφέρει κάθε πλοίο που προσεγγίζει ένα λιμάνι. Όπως αναγνωρίζεται από την ευρωπαϊκή νομοθεσία (Οδηγία 2000/59), κάθε λιμάνι πρέπει να διαθέτει ένα σύστημα ηλεκτρονικών πληροφοριών στο οποίο θα καταχωρούνται στοιχεία για τα πλοία που εισέρχονται σε αυτό και το φορτίο που μεταφέρουν και οι πληροφορίες αυτές να είναι διαθέσιμες από οποιοδήποτε λιμάνι ζητηθούν, μέσα από ένα ενιαίο πληροφοριακό δίκτυο. Στα πλαίσια αυτά τα λιμάνια που διακινούν επικίνδυνα φορτία καλούνται να διευθετήσουν τα επιμέρους θέματα που θα εξασφαλίσουν την ασφαλή διακίνηση των επικίνδυνων φορτίων.

Εφοδιασμός καυσίμων. Ο εφοδιασμός καυσίμων είναι μια πολύ συνηθισμένη πρακτική για κάθε λιμάνι, αφού μια από τις βασικότερες υπηρεσίες που τα πλοία αναζητούν προσεγγίζοντας ένα λιμάνι είναι ο εφοδιασμός τους με καύσιμα. Οι διαδικασίες της πετρέλευσης (εφοδιασμός με καύσιμο πετρέλαιο) εγκυμονεί σοβαρότατους κινδύνους πρόκλησης πετρελαϊκής ρύπανσης εξαιτίας ατυχημάτων. Για το λόγο αυτό κατά τη φόρτωση και εκφόρτωση πετρελαίου οι λιμενικές αρχές είναι υποχρεωμένες να μεριμνούν για την ασφαλή διεκπεραίωση των εργασιών πετρέλευσης, ενώ παράλληλα

πρέπει να είναι σε άμεση ετοιμότητα να αντιδράσουν σε περίπτωση διαρροής πετρελαίου.

3.1.3 Θαλάσσια Περιοχή

Μέσα στη θαλάσσια περιοχή των λιμένων, αλλά και πέρα από αυτή, λαμβάνουν χώρα πλήθος ναυτιλιακών δραστηριοτήτων, οι οποίες δεν είναι στην αρμοδιότητα των λιμένων, ωστόσο επηρεάζουν άμεσα την περιβαλλοντική τους κατάσταση. Η επίλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που δημιουργούνται στην περιοχή αυτή από τη λειτουργία του ναυτιλιακού τομέα απαιτεί τη στενή συνεργασία του λιμενικού τομέα. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που εντοπίζονται στη θαλάσσια περιοχή του λιμένα είναι: (Goulielmos, 2000; Παρδάλη, 1997).

Ναυτική ασφάλεια. Μέσα στο θαλάσσιο χώρο των λιμένων και κοντά σε αυτούς, συμβαίνουν ναυτικά ατυχήματα. Αν και το ζήτημα της ασφάλειας της ναυσιπλοΐας δεν είναι ένα ζήτημα που αφορά άμεσα τα λιμάνια, ο ρόλος τους για τη βελτίωση της μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικός.

Για το ζήτημα της ασφάλειας των θαλάσσιων μεταφορών και της πρόληψης της θαλάσσιας ρύπανσης έχουν θεσπιστεί πλήθος διεθνών και ευρωπαϊκών νομοθετικών κανόνων που, ωστόσο, δεν απευθύνονται ευθέως στους λιμένες. Η δημιουργία ενός συστήματος παρακολούθησης, ελέγχου και συλλογής πληροφοριών για τη θαλάσσια κυκλοφορία (Οδηγία 2002/59/EK), το οποίο επιβάλλει στους λιμένες την υποχρέωση να συλλέγουν πληροφορίες για τα πλοία και τα φορτία προκειμένου να ελέγχεται καλύτερα η κυκλοφορία, θα μπορέσει να συνεισφέρει στην εξασφάλιση της ναυτικής ασφάλειας μέσα και έξω από τα λιμάνια.

Εκπομπές πλοίων. Τα πλοία που προσεγγίζουν στα λιμάνια, κατά τον κατάπλου, απόπλου ή κατά την πραγματοποίηση ελιγμών μέσα σε αυτά, εκπέμπουν ατμοσφαιρικούς ρύπους που επιβαρύνουν την ατμοσφαιρική κατάσταση του λιμένα αλλά και της ευρύτερης περιοχής.

Τα λιμάνια αν και δεν ευθύνονται άμεσα για τις εκπομπές των πλοίων, ωστόσο μπορούν να συντελέσουν στην προώθηση μιας πολιτικής για τη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων. Μερικοί λιμένες έχουν αναπτύξει ορισμένες πρακτικές προς την κατεύθυνση αυτή. Τέτοιες πρακτικές περιλαμβάνουν την παροχή διευκολύνσεων σε πλοία με χαμηλές εκπομπές με τη χρησιμοποίηση διαφοροποιημένης τιμολόγησης, προκειμένου να ενθαρρυνθούν οι νέες τεχνικές καύσης και η χρησιμοποίηση πετρελαίου χαμηλότερης περιεκτικότητας σε θείο.

Αρκετά λιμάνια βρίσκονται, ήδη, στο στάδιο της δημιουργίας ολοκληρωμένων συστημάτων παρακολούθησης των εκπομπών των πλοίων, τα οποία θα τους επιτρέπουν να παρεμβαίνουν, όπου είναι δυνατόν, με περιοριστικά μέτρα προκειμένου

για την πρόληψη και καταστολή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μέσα και έξω από τα όρια του λιμένα. (Τζερέφου, 2006).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Η ΠΡΟΟΔΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΛΙΜΕΝΩΝ

4.1 Η Πρόοδος της Έρευνας στην Ανάπτυξη Οικολογικών Λιμένων

Ταυτόχρονα με τη βιομηχανική και λειτουργική αναβάθμιση των λιμένων, έρευνες για το οικολογικό περιβάλλον άρχισαν να γίνονται ευρέως από το 1980. Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες από αυτές τις έρευνες που αφορούν:

4.1.1 Επεξεργασία Αποβλήτων των Λιμένων.

Ένα μείζον πρόβλημα για τους λιμένες είναι η χωροθέτηση κατάλληλων και επαρκών εγκαταστάσεων υποδοχής αποβλήτων, που παράγονται από τα πλοία, καθώς η έλλειψη τέτοιων εγκαταστάσεων αποτελεί σοβαρό πρόβλημα για πολλούς πλοιοκτήτες. Για τη διατήρηση του περιβάλλοντος εντός και πέριξ των λιμένων, είναι επίσης αναγκαίο η αποτελεσματική διαχείριση των απόβλητων, που παράγονται από τις εγκαταστάσεις των λιμένων.

Αν και οι διεθνείς συμβάσεις, σχετικά με τη προσωρινής αποθήκευσης αποβλήτων επί των πλοίων και στη συνέχεια εναπόθεσης αυτών σε εγκαταστάσεις υποδοχής επί της ακτής, έχουν επικυρωθεί από τα περισσότερα ναυτικά κράτη, ένα σημαντικό μέρος των αποβλήτων των πλοίων συνεχίζει να υπάρχει στη θάλασσα.

Επίσης ένα μεγάλο μέρος των παραγόμενων αποβλήτων στα λιμάνια, βυθίζεται σε ποσότητες και επηρεάζουν το τοπικό θαλάσσιο περιβάλλον. Οι κανονισμοί, που διέπουν το χειρισμό των λιμενικών αποβλήτων είναι συχνά εθνικοί ή τοπικής νομοθεσίας, ενώ η διαχείριση των αποβλήτων των πλοίων στα περισσότερα μέρη του κόσμου, όπως και η Χώρα μας, διέπεται από τη Σύμβαση MARPOL.

Η διαχείριση των αποβλήτων αποτελείται από δύο κύριες φάσεις, της συλλογής και της επεξεργασίας. Τα απόβλητα πρέπει να συλλέγονται σε κάθε λιμάνι και από τα πλοία, ενώ γενικά μερικά μόνο από τα απόβλητα διαχειρίζονται και σε κάποιο βαθμό στα λιμάνια και επί των πλοίων.

Η εργασία αυτή πραγματεύεται τα διάφορα είδη των αποβλήτων, τα οποία παράγονται στα λιμάνια και στα πλοία, πού και πώς παράγονται και πώς θα μπορούσαν να συλλέγονται και να επεξεργάζονται. Τα απόβλητα των πλοίων μπορούν να διαχειρίζονται σε λιμενικές εγκαταστάσεις, που κατασκευάστηκαν κυρίως για τη διαχείριση των λιμενικών αποβλήτων, αξιοποιώντας με ολοκληρωμένο τρόπο τις διαθέσιμες εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

Τα απόβλητα, μπορούν να χωριστούν σε διαφορετικές κατηγορίες. Μια παγκοσμίως αποδεκτή κατηγοριοποίηση των αποβλήτων πλοίων έχει καθιερωθεί από τη Σύμβαση MARPOL 73/78 και η οποία προβλέπει έξι κατηγορίες (Olson, 1994):

- Πετρελαιοειδή Απόβλητα.
- Επιβλαβείς ουσίες χύδην.
- Επιβλαβείς ουσίες σε συσκευασμένη μορφή.
- Λύματα.
- Στερεά Απόβλητα.
- Ουσίες που καταστρέφουν το όζον.

4.1.2 Πρόληψη της Ρύπανσης του Αέρα των Λιμένων.

Οι θαλάσσιοι λιμένες αποτελούν σημαντικά κέντρα της οικονομικής δραστηριότητας και της περιβαλλοντικής ρύπανσης στις παράκτιες αστικές περιοχές. Λόγω της αύξησης του παγκόσμιου εμπορίου, η μεταφορά αγαθών μέσω των λιμένων αυξάνεται σταθερά και πιθανόν θα συνεχίσει να αυξάνεται και στο μέλλον.

Η Αξιολόγηση των επιπτώσεων της ρύπανσης του αέρα των λιμένων, απαιτεί την εξέταση πολλών ρυπογόνων πηγών, συμπεριλαμβανομένων των θαλάσσιων σκάφων, των φορητών, των πάσης φύσεως μηχανών, και του εξοπλισμού, που χρησιμοποιείται για τη μετακίνηση φορτίων στον λιμένα. Οι επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα των λιμένων είναι σημαντικές, ιδιαίτερα από τις μεγάλες εκπομπές καυσαερίων ντίζελ, τα αιωρούμενα σωματίδια και τα οξειδία του αζώτου.

Οι επιπτώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων στην υγεία των κατοίκων των τοπικών κοινοτήτων περιλαμβάνουν άσθμα, άλλες αναπνευστικές παθήσεις, καρδιαγγειακές παθήσεις, καρκίνο του πνεύμονα, και πρόωρη θνησιμότητα. Η σημασία αυτών των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην υγεία απαιτεί έντονη προσπάθεια για την άμβλυνση του προβλήματος.

Προσεγγίσεις για το μετριασμό του προβλήματος καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων από διαθέσιμες τεχνικές χαμηλού κόστους έως πιο σημαντικές επενδύσεις. Παραδείγματα χαμηλού κόστους περιλαμβάνουν περιορισμούς σχετικά με τη λειτουργία των κινητήρων των φορητών και τη χρήση καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο. Στις σημαντικές επενδύσεις περιλαμβάνεται η επίγεια παροχή ηλεκτρικής ισχύος για τα ελλιμενισμένα πλοία και τα εναλλακτικά καύσιμα.

Μια προληπτική προσέγγιση στο θέμα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης των λιμένων θα περιελάμβανε την τοπική παραγωγή αγαθών με σκοπό τον περιορισμό των θαλάσσιων μεταφορών, τον «πράσινο» σχεδιασμό για νέα τερματικά, και τελευταίας τεχνολογίας προσεγγίσεις για τον έλεγχο εκπομπών.

Το λιμάνι είναι το πιο ευαίσθητο οικοσύστημα μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Με βάση τη συγκριτική ανάλυση της ρύπανσης του αέρα, που προκαλείται από πλοία, αυτοκίνητα, τρένα, αγωγούς κλπ, οι Bailey & Solomon (2004), στη μελέτη τους, προτείνουν ορισμένα μέτρα για την πρόληψη της ρύπανσης του αέρα μέσα από επιλογές καθαρής τεχνολογίας, όπως η χρήση καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο και του ελέγχου της αναλογίας φόρτωσης.

4.1.3 Επιπτώσεις των Περιβαλλοντικών Τάσεων στο Σχεδιασμό και στη Διαχείριση των Λιμένων.

Η παραδοσιακή άποψη των λιμένων, όπως εξελίσσεται από τους ανθρώπινους οικισμούς στα κέντρα διανομής, επανεξετάζεται κάτω από ένα οικολογικό πλαίσιο. Η συζήτηση είναι ουσιαστικής σημασίας λόγω της επίμονα παραδοσιακής προσέγγισης στην «παγκόσμια» ανάπτυξη των λιμένων, δηλαδή κατευθύνεται κυρίως από τις τεχνολογικές προόδους, που σχετίζονται με τη μεταφορά φορτίων και τις μεταφορές στους ωκεανούς. Οι αυξανόμενες περιβαλλοντικές ανησυχίες και η πραγματικότητα υποδεικνύουν την ανάγκη για μια ευρύτερη περιβαλλοντική αντιμετώπιση σύμφωνα με την οποία το λιμάνι αναγνωρίζεται ως μέρος ενός μεγαλύτερου διαδραστικού παράκτιου οικοσυστήματος. Ο Vandermeulen, (1996), με τη μελέτη του, ανέλυσε τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα και τον προσανατολισμό της ανάπτυξης του λιμένα και πρότεινε μέτρα πρόληψης και διαχείρισης του. Πραγματεύεται μια οικολογική αντιμετώπιση για την παράκτια ανάπτυξη των λιμένων, αναπτύσσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των παραποτάμιων διασυνδέσεων μεταξύ των λιμένων και της ενδοχώρας και αναλύει ορισμένες περιβαλλοντικές συνέπειες εξαιτίας της αλλαγής στην εκβιομηχάνιση και τις χημικές πρακτικές. Προσδιορίζει επίσης τις πρωτοβουλίες και κατευθύνσεις για το σχεδιασμό και τη διαχείριση των λιμένων.

4.1.4 Χρήση Δεικτών για την Αξιολόγηση των Επιπτώσεων στην Επίβενθο Πανίδα από την Επέκταση ή την Κατασκευή ενός Λιμένα.

Προκειμένου να εκτιμηθούν τα αποτελέσματα των επιπτώσεων στην επίβενθο πανίδα διερευνώνται ποσοτικά οι ζώντες μικροοργανισμοί του βένθους⁵ και οι περιβαλλοντικοί

⁵ Με τον όρο **Βένθος** (αγγλ. Benthos) χαρακτηρίζεται το σύνολο των έμβιων οργανισμών, που ζουν και αναπτύσσονται στο βυθό των ωκεανών και των θαλασσών ή και των λιμνών και κατά τελευταίο ακόμη προσδιορισμό από το σημείο, που παρατηρείται παλίρροια μέχρι τις πλέον βαθιές υποθαλάσσιες τάφρους. Οι οργανισμοί της κατηγορίας αυτής διακρίνονται σε επιμέρους σύγχρονες κατηγορίες ανάλογα του βυθομετρικού βιότοπου αυτών και, που είναι:

Παράλιο: Στη κατηγορία αυτή υπάγονται οι βενθικοί οργανισμοί των οποίων ο βιότοπος είναι μέχρι 40 μέτρα βάθος.

Υποπαράλιο: Ονομάζονται οι βενθικοί οργανισμοί των οποίων ο βιότοπος είναι από 41 μ. μέχρι 200 μ. βάθος.

Βαθύαλοι: Είναι εκείνοι οι βενθικοί οργανισμοί των οποίων ο βιότοπος είναι από 201 μ. μέχρι 400 μ. βάθος.

παράμετροι. Αναπτύσσονται σταθμοί επαναλαμβανόμενης δειγματοληψίας κατά την περίοδο κατασκευής. Με ανάλυση και συσχέτιση εξάγονται δείκτες ειδών των μικροοργανισμών για τις συγκεκριμένες περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής. Στη συνέχεια διεξάγονται τεχνικές ταξινόμησης και κατάταξης, χρησιμοποιώντας το επιλεγμένο υποσύνολο δεδομένων των δεικτών της επίβενθης πανίδας. Οι Salinas και Urkiaga, (1999) προκειμένου να αξιολογήσουν με ακρίβεια οι επιπτώσεις από την κατασκευή και ανάπτυξη λιμένων, μελέτησαν τη σχέση μεταξύ θαλάσσιας ζωής και περιφερειακών περιβαλλοντικών παραμέτρων και δημιούργησαν ένα σύστημα δεικτών, με βάση έρευνες στην τοπική θαλάσσια ζωή στο Μπιλμπάο της Ισπανίας, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ταξινόμηση και βαθμολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την κατασκευή και ανάπτυξη λιμένων.

4.1.5 Το Πλαίσιο του Οικοσυστήματος με Σκοπό τη Σχεδίαση και τη Διαχείριση των Λιμένων

Οι πιο σημαντικές οικολογικές πτυχές ενός οικοσυστήματος πρέπει να αναλύονται θέτοντας το οικοσύστημα σαν σημείο αναφοράς για τον προγραμματισμό και τη διαχείριση του. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την ανάλυση κατά τομείς, όπως ο τουρισμός, το κυνήγι το ψάρεμα, η γεωργία, η κτηνοτροφία, η αστικοποίηση, οι δραστηριότητες, που σχετίζονται με πετρέλαιο, τα λιμάνια και τα μέσα επικοινωνίας και τελικά την ένταξη αυτών των δραστηριοτήτων στο οικοσύστημα και στο φυσικό περιβάλλον της περιοχής, παρέχοντας τις κατευθυντήριες γραμμές διαχείρισης του. Πρέπει να αποτελεί το σχέδιο ολοκληρωμένης διαχείρισης που θεμελιώνεται στην ανάπτυξη στρατηγικής, με βάση την επιστημονική γνώση, την ενσωμάτωση του οικοσυστήματος και την οικονομία. Ο Yáñez, (1999), με βάση την ανάλυση της οικονομικής ανάπτυξης λιμένων και τα περιβαλλοντικά προβλήματα, καθιέρωσε ένα μηχανισμό σχεδίασης και διαχείρισης λιμένων χρησιμοποιώντας την οικολογικο-οικονομική θεωρία.

4.1.6 Περιβαλλοντική Διαχείριση Λιμένων, Εφαρμογή της Πολιτικής μέσω Επιστημονικής Παρακολούθησης.

Η νομοθεσία με στόχο την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, έχει άμεση επίπτωση στη περιβαλλοντική διαχείριση και λειτουργία ενός λιμένα. Η αποτελεσματική εφαρμογή των κατάλληλων πολιτικών, απαιτεί επιλογές και αποφάσεις, που βασίζονται

Αβυσσαίοι: Καλούνται οι βενθικοί οργανισμοί των οποίων ο βιότοπος είναι από 401 μ. μέχρι 6.000 μ. και τέλος

Πλουτώνιοι: Ονομάζονται οι βενθικοί οργανισμοί των οποίων ο βιότοπος βρίσκεται σε μεγαλύτερο από 6.000 μ βάθος. (<http://dipe.pie.sch.gr/ypperpi/glossari.htm#%CE%92>).

σε επιστημονικά δεδομένα, τα οποία προκύπτουν από κατάλληλες τεχνολογίες και μεθοδολογίες.

Θεμελιώδους σημασίας για την αιχμόρο ανάπτυξη ενός λιμένα είναι η ικανότητα να χαρακτηρίζονται οι περιβαλλοντικές επιδόσεις του, μέσα από κατάλληλα πρωτόκολλα παρακολούθησης και χαρτογράφησης. Η παρακολούθηση και η συστηματική επαναλαμβανόμενη μέτρηση των άμεσων και έμμεσων συνεπειών της δραστηριότητας των ανθρώπων και των παραγόμενων από αυτούς ρύπων στο περιβάλλον, μπορούν να διαδραματίσουν ένα σημαντικό ρόλο στην επαλήθευση της ανάπτυξης της πολιτικής του λιμένα και στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της διαχείρισης του.

Θέματα, όπως η τήρηση των ειδικών κανονιστικών προτύπων, η διερεύνηση των τάσεων της ρύπανσης, η παροχή των δεδομένων της έρευνας, οι μετρήσεις για την ανάπτυξη των προτύπων και η έγκαιρη προειδοποίηση σε κρίσιμες αλλαγές ορισμένων παραμέτρων, διευκολύνονται από ένα κατάλληλο πρωτόκολλο παρακολούθησης. Προκειμένου να εκτιμηθεί η ποιότητα του περιβάλλοντος οι καθιερωμένες τεχνικές παρακολούθησης των φυσικών και χημικών παραμέτρων, συμπληρώνονται διαρκώς από νεότερα οικολογικά προγράμματα. Με την ακριβή χαρτογράφηση των θαλάσσιων οικοτόπων με τις σχετικές κοινότητες και τα είδη τους, μπορεί να αποκαλυφθεί η ευπάθεια και ευαισθησία των οικοτόπων αυτών στις λειτουργίες του λιμένα. Βιολογικοί δείκτες, όπως η εμφάνιση συγκεκριμένων ειδών, η αφθονία των ειδών και οι δείκτες ποικιλότητας μπορούν να προσδιοριστούν προκειμένου να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων σε θέματα προστασίας περιβάλλοντος.

Οι Wooldridge και ο McMullen, (1999) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα των περιβαλλοντικών ελέγχων και επισήμαναν ότι, ένα αποτελεσματικό σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης και ένα τέλειο νομικό σύστημα προστασίας του περιβάλλοντος, είναι τα βασικά στοιχεία για την επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων καθώς επίσης ότι, ένα επιστημονικό σύστημα παρακολούθησης περιβάλλοντος αποτελεί αποδοτικό εργαλείο για την προώθηση της εφαρμογής των πολιτικών προστασίας του.

4.1.7 Ευρωπαϊκή Πολιτική για τη Προστασία του Περιβάλλοντος στους Λιμένες.

Οι λιμένες αποτελούν μέρος της εφοδιαστικής αλυσίδας και των δικτύων μεταφοράς, με καθοριστικό ρόλο στην προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Η ρύπανση των λιμένων και η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί αρμοδιότητα του τομέα των μεταφορών και πρέπει να εντάσσονται στην παραγωγική λειτουργία των λιμένων. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίδεται στην αιχμόρο ανάπτυξη δεδομένου ότι η διαδικασία οικονομικής μεγέθυνσης κάθε λιμένα δεν πρέπει να παραγνωρίζει τις αντοχές και τους περιορισμούς του φυσικού περιβάλλοντος. Ο Goulielmos, (2000), στη μελέτη του, επισημαίνει ότι το λιμάνι αποτελεί το βασικό στοιχείο στην αλυσίδα διαχείρισης και

οργάνωσης εμπορευμάτων και παίζει καθοριστικό ρόλο στην προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Ακόμα υποδεικνύει το πλαίσιο της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προστασία του περιβάλλοντος, δίνοντας έμφαση στην ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών ζητημάτων στις δραστηριότητες λειτουργίας του λιμένα. Ο Stojanovic, (2006) επισημαίνει ότι μια λογική περιβαλλοντική νομοθεσία και η πολιτική για τους λιμένες, είναι τα βασικά κριτήρια για την προστασία του περιβάλλοντος των λιμένων.

Η Οδηγία 92/43 της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προστασία των οικοτόπων έγινε μια δεσμευτική νομική συμφωνία. Ο Stojanovic, (2008) θεωρεί ότι η εφαρμογή αυτής της σημαντικής ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής νομοθεσίας, θα πρέπει να εφαρμόζεται και για την παράκτια δραστηριότητα των λιμένων. Εξετάζει τη σχέση μεταξύ της περιβαλλοντικής νομοθεσίας και της πολιτικής για τους λιμένες, και επιδιώκει να πετύχει μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της πολιτικής και της επιστήμης, που έχει αναπτυχθεί σε σχέση με τις προστατευόμενες περιοχές και τη διαχείριση των λιμένων. Στην εργασία του αναφέρει τα αποτελέσματα μιας έρευνας των επαγγελματιών των ευρωπαϊκών λιμένων, και των αντιλήψεων τους για τις επιτυχίες και τις προκλήσεις των καθεστώτων διαχείρισης, που έχουν συσταθεί, καθώς και τις απόψεις τους σχετικά με το πώς αυτές επηρέασαν τη διαχείριση εντός των λιμένων. Παρέχει επίσης μια λεπτομερή εξέταση των επιστημονικών και τεχνικών εξελίξεων, ιδίως όσον αφορά τη βυθοκόρηση και τη διαχείριση βιοτόπων στους ευρωπαϊκούς λιμένες.

4.1.8 Περιβαλλοντική Ασφάλεια Λιμένων

Ένα σύστημα περιβαλλοντικής πρόληψης κινδύνων με βάση έρευνες στο μηχανισμό του οικολογικού κινδύνου του περιβάλλοντος των λιμένων πρέπει να εστιάζεται στην ασφάλεια των λιμένων, στην κατασκευή υποδομών ζωτικής σημασίας και σε εργαλεία διαχείρισης για τη αειφόρο ανάπτυξη των, συμπεριλαμβανομένης της ασφάλειας και των περιβαλλοντικών προκλήσεων του παράκτιου περιβάλλοντος.

Ο λιμένας Curtis της Αυστραλίας είναι ένας από τους πρωτοποριακούς λιμένες, για τον οποίο προτάθηκε σημαντική βιομηχανική επέκταση. Ωστόσο, μικρή προσπάθεια έγινε για να εκτιμηθεί η έκταση της ρύπανσης στα νερά και στους ζώντες οργανισμούς ή για να διερευνηθούν οι πιθανές επιπτώσεις των ρύπων σε υδρόβιους οργανισμούς. Οι ρυπογόνες ουσίες ιδιαίτερης σημασίας για την υγεία των ανθρώπων και για τους ζώντες οργανισμούς, έχουν διερευνηθεί χρησιμοποιώντας την προσέγγιση αξιολόγησης κινδύνου. Οι συγκεντρώσεις διαλυμένων μετάλλων στα ύδατα ήταν κάτω από το όριο, γεγονός, που υποδηλώνει χαμηλό κίνδυνο των ρυπογόνων παραγόντων. Στα ιζήματα οι συγκεντρώσεις αρσενικού, νικελίου και χρωμίου υπερβαίνουν τα ενδιάμεσα όρια, που τέθηκαν, αλλά ήταν επίσης υψηλές σε σχέση με τη ζώνη αναφοράς, γεγονός, που υποδηλώνει φυσική προέλευση. Ιστορικά στοιχεία για ναφθαλίνη στα ιζήματα του λιμένα έδειξε ότι ήταν ανησυχητικά. Η βιοσυσσώρευση των ρύπων σε μια σειρά από ζώντες

οργανισμούς χρησιμοποιήθηκε επίσης ως δείκτης ρύπανσης. Οι ζώντες οργανισμοί ήταν γενικά εμπλουτισμένοι με μέταλλα και τριβουτυλτίνη⁶, η οποία ήταν επίσης αυξημένη στο νερό και στα ιζήματα. Επίσης στο Λιμένα Curtis, οι συγκεντρώσεις υδραργύρου, που είχαν εντοπιστεί θεωρούνται επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία. (Jones et al. 2005).

4.1.9 Οικολογική Μηχανική

Οικολογική Μηχανική ορίζεται ως η πρακτική της ένταξης της οικονομίας της κοινωνίας στο περιβάλλον συμβίωσης, εναρμονίζοντας τον τεχνολογικό σχεδιασμό με την οικολογική σχεδίαση. Η Οικολογική μηχανική ενσωματώνει την οικολογία⁷ και την μηχανική, που ασχολούνται με το σχεδιασμό, την παρακολούθηση και την ανάπτυξη των οικοσυστημάτων. Προέκυψε ως μια νέα ιδέα στις αρχές της δεκαετίας του 1960, αλλά ο ορισμός της πήρε αρκετές δεκαετίες για να τελειοποιηθεί. Η εφαρμογή της εξακολουθεί να υφίσταται προσαρμογές και η ευρύτερη αναγνώριση της ως ένα νέο πρότυπο είναι σχετικά πρόσφατη. Η Οικολογική Μηχανική εισήχθη από τους Odum, (2003), ως η χρήση φυσικών πηγών ενέργειας σαν το κυρίαρχο μέσο για το χειρισμό και τον έλεγχο των περιβαλλοντικών συστημάτων. Στη μελέτη τους «Concepts and methods of ecological engineering», πρότειναν ότι θα πρέπει να λαμβάνονται πλήρως υπόψη οι απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού τόσο στη διάρκεια προγραμματισμού όσο και στη περίοδο του σχεδιασμού, έτσι ώστε η κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη του λιμένα να

⁶ Η **Τριβουτυλτίνη** είναι μια ομάδα ενώσεων, που περιέχουν τη ρίζα $(C_4H_9)_3Sn$, όπως υδρίδιο τριβουτυλοκασσίτερου ή οξειδίου τριβουτυλοκασσίτερου. Αποτελούν τα κύρια ενεργά συστατικά σε ορισμένα βιοκτόνα, που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του πληθυσμού σε ένα ευρύ φάσμα οργανισμών. Οι ενώσεις αυτές έχουν απαγορευτεί από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό. Η χρήση της τριβουτυλτίνης στην αντιρρυπαντική επίχριση πλοίων απαγορεύεται εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα επίπεδα τριβουτυλτίνης όμως παραμένουν ανησυχητικά υψηλά γύρω από τις αποβάθρες και τα λιμάνια, καθώς η τριβουτυλτίνη παραμένει έως και 90 χρόνια στα θαλάσσια ιζήματα. Η τριβουτυλτίνη έχει αποδειχθεί βλαπτική σε πάνω από 60 είδη: για παράδειγμα τα θηλυκά γαστερόποδα είναι ανίκανα για αναπαραγωγή όταν αυξάνονται τα επίπεδα κασσίτερου, όταν δε ο κασσίτερος αυξάνεται ακόμη περισσότερο, τα γαστερόποδα πεθαίνουν. Ακόμη και στους ανθρώπους, όταν ο κασσίτερος εισέρχεται στην τροφική αλυσίδα, εξασθενεί το ανοσοποιητικό μας σύστημα. Οι οριακές τιμές διαφέρουν σημαντικά από το ένα ευρωπαϊκό κράτος στο άλλο, δεν μπορεί δε να θεωρηθεί ότι υπάρχει η αναγκαία ομοιομορφία. Στη Φιλανδία π.χ. επιτρέπεται η απόρριψη στα θαλάσσια ιζήματα με όριο τριβουτυλτίνης 200 $\mu\text{g}/\text{kg}$, ενώ στο Βέλγιο το όριο είναι 7 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Στη Σουηδία ενώσεις κασσίτερου εντοπίζονται μόνο στο σκώτι των ψαριών, ενώ στη Φιλανδία έχουν συσσωρευτεί και στη σάρκα του ψαριού. Στη Φιλανδία, αντίθετα από τη Σουηδία, είναι επιτρεπτή η απόρριψη στη θάλασσα λάσπης με κασσίτερο από βυθοκόρηση (Γραπτή Ερώτηση της Satu Hassi (Verts/ALE) προς την Επιτροπή της ΕΕ την 6 Ιουνίου 2005)

⁷ Η **οικολογία** αποτελεί κλάδο των φυσικών επιστημών. Είναι η μελέτη του μεγέθους και της διάδοσης των πληθυσμών των ζώντων οργανισμών, καθώς και του τρόπου με τον οποίο οι ιδιότητες αυτές επηρεάζονται από την αλληλεπίδραση μεταξύ των οργανισμών και του περιβάλλοντός τους. Το περιβάλλον ενός οργανισμού αποτελείται τόσο από τις φυσικές ιδιότητες, οι οποίες αποτελούν το σύνολο των κατά τόπους αβιοτικών παραγόντων όπως το κλίμα και η γεωλογία, όσο και από τους υπόλοιπους οργανισμούς, που μοιράζονται το ίδιο οικοσύστημα. Ο όρος oekologie δημιουργήθηκε στα 1866 από το Γερμανό βιολόγο Ερνστ Χέκελ, από τις ελληνικές λέξεις οίκος και λόγος, που σημαίνει κυριολεκτικά «μελέτη του φυσικού οίκου». (www.el.wikipedia.org)

μπορεί να ικανοποιεί τις περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Επίσης, παρουσίασε την εφαρμογή των παράκτιων υγροτόπων⁸ για την αντιμετώπιση των αστικών λυμάτων, και την καθιέρωση βιολογικών καταφυγίων.

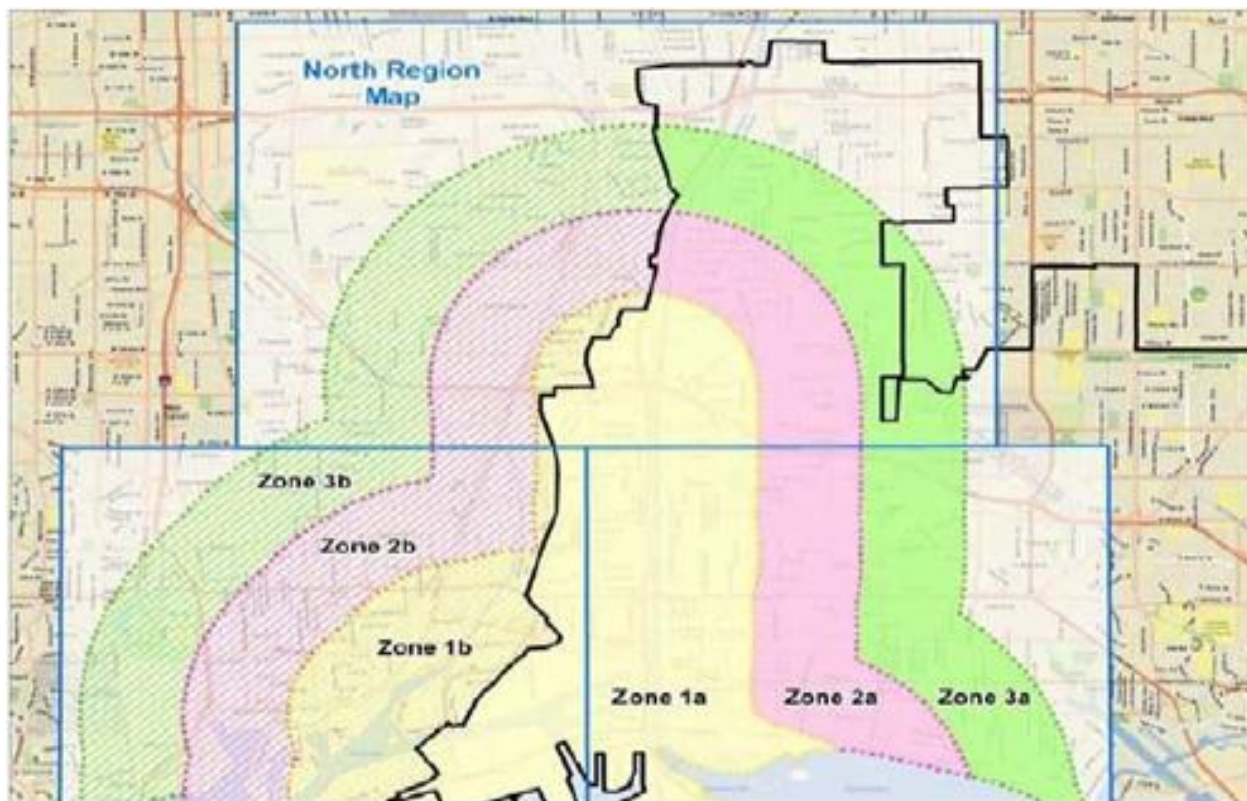
Οι Mitsch and Jorgensen (1989), στη μελέτη τους αναφέρουν ότι η οικολογική μηχανική σχεδιάζει κοινωνικές υπηρεσίες, έτσι ώστε να ωφελήσει την κοινωνία και τη φύση, και σημειώνουν ότι ο σχεδιασμός θα πρέπει να βασίζεται στα συστήματα, που να ενσωματώσουν την κοινωνία με το φυσικό του περιβάλλον. Ο Odum (2003) με τη μελέτη του «Concepts and methods of ecological engineering» τόνισε ότι οι αυτο-οργανωτικές ιδιότητες είναι ένα βασικό χαρακτηριστικό της οικολογικής μηχανικής. Ο Mitsch και ο Jørgensen, ήταν από τους πρώτους, που καθόρισαν την Οικολογική Μηχανική και διατύπωσαν τις οικολογικές αρχές της. Αργότερα βελτιώθηκε ο ορισμός και πολλαπλασιάστηκε ο αριθμός των αρχών. Υποστηρίζουν ότι ο στόχος της Οικολογικής Μηχανικής είναι η αποκατάσταση των οικοσυστημάτων, που έχουν διαταραχθεί σημαντικά από ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η ρύπανση του περιβάλλοντος ή του εδάφους, και η ανάπτυξη νέων βιώσιμων οικοσυστημάτων, που λαμβάνουν υπόψη τους, τις οικολογικές αρχές και τις ανθρώπινες αξίες.

4.2 Παρούσα Κατάσταση των Οικολογικών Λιμένων

Πρόσφατα πολλές χώρες και ειδικότερα οι αναπτυσσόμενες κατασκεύασαν οικολογικά λιμάνια ή βελτίωσαν υπάρχοντα και ενέταξαν την προστασία του περιβάλλοντος κατά τη σχεδίαση, κατασκευή και διαχείριση των λιμένων.

Οι ΗΠΑ ήταν πρώτη χώρα ανά τον κόσμο, που ασχολήθηκε με την κατασκευή οικολογικών λιμένων που βοήθησε στην μείωση των δυσμενών επιπτώσεων στα ύδατα και στις γύρω περιοχές με λιμενικές δραστηριότητες. Υιοθέτησε αυστηρούς κανονισμούς για να διατηρηθεί η καθαρότητα των υδάτων, του αέρα και του εδάφους. Το λιμάνι του Long Beach στην Καλιφόρνια είναι ένα τυπικό παράδειγμα προστασίας του περιβάλλοντος ανά τον κόσμο. Η πολιτική του πράσινου λιμανιού που υιοθετήθηκε το 2005 αποτέλεσε τον οδηγό λήψης αποφάσεων και δημιουργίας πλαισίου οικολογικών δραστηριοτήτων.

⁸ Ο καθιερωμένος ορισμός του **Υγροτόπου** θεσμοθετήθηκε από τη Σύμβαση Ramsar (Σύμβαση επί των Υγροτόπων Διεθνούς Σημασίας Ειδικά ως Ενδιαιτημάτων Υδροβίων Πουλιών) και έχει ως εξής: Υγρότοποι είναι φυσικές ή τεχνητές περιοχές αποτελούμενες από έλη γενικώς (marsh), από μη αποκλειστικώς ομβροδίαιτα έλη με τυρφώδες υπόστρωμα (fen), από τυρφώδεις γαίες (peat land) ή από νερό. Οι περιοχές αυτές είναι μονίμως ή προσωρινώς κατακλυσμένες με νερό το οποίο είναι στάσιμο ή ρέον, γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό. Οι περιοχές αυτές, επίσης, περιλαμβάνουν και εκείνες που καλύπτονται με θαλασσινό νερό, το βάθος του οποίου κατά την άμπωτη δεν υπερβαίνει τα έξι μέτρα». (Γεωργόπουλος, 1998).



Εικόνα 4.1 Περιβαλλοντικές Ζώνες του Λιμένα Long Beach των ΗΠΑ
(πηγή: Richard Cameron (2010), Green Port Policy Update)

Η πολιτική αυτή είναι μια πλήρης προσέγγιση για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων από την λειτουργία των λιμένων. Περιλαμβάνει πάνω από 40 προγράμματα προστασίας του περιβάλλοντος που σχετίζονται με επτά ενότητες, τέτοιες όπως η διατήρηση της ποιότητας του νερού, του εδάφους, της αγρίας ζωής και του χώρου διαβίωσης της, η μείωση της μεταφορικής πίεσης, η προώθηση αυτό-υποστηριζόμενης ανάπτυξης, και η ενθάρρυνση της συμμετοχής του κόσμου. Οι αρχές του λιμένα Long Beach επέβαλαν την καταβολή «πράσινου» φόρου από τα φορτηγά από τον Ιούνιο του 2008. Τα λιμάνια Houston, Los Angeles, New York, New Jersey, San Francisco και Baltimore, ομοίως υιοθέτησαν την ιδέα του πράσινου λιμανιού στον τομέα της κατασκευής και λειτουργίας τους.

Η Ιαπωνία επίσης λαμβάνει σοβαρά υπόψη της την επίδραση στο περιβάλλον και αναδεικνύει σε μεγάλης σπουδαιότητας τη βελτίωση του περιβάλλοντος διαβίωσης των ανθρώπων και απαιτεί την κατάλληλη περιβαλλοντική προσέγγιση στη σχεδίαση και κατασκευή των λιμένων. Σε συνδυασμό με την κατασκευή του θαλάσσιου περιβάλλοντος, των πάρκων, του τοπίου της ακτογραμμής, της αγρίας ζωής, της πρόσβασης του κοινού, του πράσινου και των υδάτων, όλα λαμβάνονται υπόψη για τις εργασίες αποκατάστασης του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Η Κυβέρνηση της Αυστραλίας ενίσχυσε την εφαρμογή του διεθνούς δικαίου για τις θάλασσες και προτείνει τον περιβαλλοντικό εξοπλισμό των κτιριακών εγκαταστάσεων των λιμένων (όπως εξοπλισμό συλλογής απορριμμάτων, ανακύκλωσης ακαθάρτων υδάτων των πλοίων, κλπ). Μεγάλη έμφαση δίδεται στο συντονισμό της σχεδίασης των πόλεων με αυτής των λιμένων.

Το Ηνωμένο Βασίλειο με ειδική υπηρεσία του Υπουργείου Μεταφορών δίδει έμφαση στην πρόληψη περιβαλλοντικών δυσμενών ενδεχόμενων. Κάθε προβλήτα υποχρεούται να υποβάλλει ετησίως στις αρχές σχέδιο προστασίας του περιβάλλοντος και σχέδια εκτάκτου ανάγκης. Ομοίως κάθε λιμάνι υποβάλλει κάθε πέντε έτη σχέδια εκτάκτου ανάγκης και προστασίας του περιβάλλοντος, που να περιλαμβάνει συγκεκριμένους στόχους και μέτρα.

4.3 Παρούσα Κατάσταση στην Ελλάδα

4.3.1 Οικολογικό Λιμάνι ο Πειραιάς

Ο ΟΛΠ Α.Ε. (Οργανισμός Λιμένα Πειραιά, Ανώνυμος Εταιρεία) αποτελεί πλέον ένα από τα 13 Ευρωπαϊκά λιμάνια και ένα από τα δύο λιμάνια της μεσογείου, τα οποία εντάχθηκαν στο οικολογικό δίκτυο eco port status. Αποτελεί ιδιαίτερη αξία το λιμάνι του Πειραιά να εντάσσεται με απόφαση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Λιμένων (European Sea Ports Organization, ESPO) στο δίκτυο οικολογικών λιμανιών της Ευρώπης, μετά από αξιολόγηση του φακέλου των θεμάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης. Ο ΟΛΠ Α.Ε. συμμετείχε ενεργά στην τεχνική συνάντηση της σχετικής επιτροπής, καθώς και στο συνέδριο για τα green port logistics and energy for green ports στη Βενετία.

Ο Οργανισμός έχει ήδη εγκαταστήσει σταθμό περιβαλλοντικών μετρήσεων, δίκτυα αποβλήτων, ενώ εκτελούνται προγράμματα φωτοβολταϊκών πάρκων ενέργειας και ανάπτυξης πρασίνου. Σημειώνεται ότι το λιμάνι του Πειραιά έχει πιστοποιηθεί επίσης κατά PERS (Part Environmental Review System) και έχει ενταχθεί στη βάση δεδομένων του δικτύου λιμένων eco port's status.

Ο Λιμένας Πειραιά έχει καταρτίσει και εφαρμόζει σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων πλοίων, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή οδηγία 2000/59 σχετικά με τις λιμενικές εγκαταστάσεις παραλαβής αποβλήτων πλοίου και καταλοίπων φορτίου, όπως αυτή ενσωματώθηκε στην Ελληνική νομοθεσία, αλλά και τα προβλεπόμενα στη διεθνή σύμβαση για τη θαλάσσια ρύπανση MARPOL 73/78. Το σχέδιο διαχείρισης αποβλήτων πλοίων εφαρμόζεται για όλα τα πλοία, ανεξαρτήτως της σημαίας που φέρουν, τα οποία καταπλέουν ή λειτουργούν στον ΟΛΠ. Σύμφωνα με το σχέδιο, ο ΟΛΠ εξασφαλίζει τη διάθεση λιμενικών εγκαταστάσεων παραλαβής, οι οποίες καλύπτουν τις ανάγκες των πλοίων που χρησιμοποιούν συνήθως τον λιμένα, χωρίς αυτές να γίνονται αιτία

αδικαιολόγητης καθυστέρησης των πλοίων (<http://www.olp.gr/el/nature-protection/ship-waste-management-plan>).

Προβλέπεται επίσης να φυτευτούν χιλιάδες δέντρα και φυτά ενώ στις οροφές κτιρίων του



Εικόνα 4.2 ΟΛΠ, Φυτεμένο Δώμα (πηγή: ΟΛΠ)

ΟΛΠ θα εγκατασταθεί φωτοβολταϊκό πάρκο δυναμικότητας 3KWp. Επίσης στο εμπορικό λιμάνι θα εγκατασταθεί θερμικο-ηλιακό κέντρο παραγωγής ενέργειας 11KWp, ενώ εκπονείται η τελική μελέτη για την ανάδειξη πρασίνου και στο εμπορικό λιμάνι στο Ικόνιο. Ήδη, το πρώτο λιμάνι της χώρας, απέκτησε το πρώτο του κτίριο με φυτεμένο δώμα. Μια καταπράσινη ταράτσα με δεκάδες δενδρύλλια, εμφανίστηκε σαν πράσινη οάση στο νεόδμητο κτίριο του εμπορευματι-

κού σταθμού (Προβλήτα Ι) στο Ν. Ικόνιο. Πρόκειται για ένα παθητικό σύστημα προστασίας του κελύφους του κτιρίου με ειδικά φυτά, το οποίο μειώνει το ηλιακό και θερμικό πεδίο, ενώ ταυτόχρονα επηρεάζει θετικά και αισθητικά τον περιβάλλοντα χώρο, αναδεικνύοντας έτσι και την αρχιτεκτονική εμφάνιση του κτιρίου.

Το 2011, ο ΟΛΠ πιστοποιήθηκε για τρίτη συνεχή φορά για την εφαρμογή συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης σύμφωνα με τις αρχές και απαιτήσεις του αναθεωρημένου συστήματος PERS (<http://www.i-live.gr/news-green-roof-olp/>, <http://www.olp.gr/el/nature-protection>).

4.3.2 Πράσινο Λιμάνι στη Θεσσαλονίκη με Οικολογικό Χαρακτήρα

Φωτοβολταϊκά σε όλες σχεδόν τις στέγες, φυσικό αέριο στα κτίρια, υβριδικά αυτοκίνητα, δενδροφυτεύσεις και εκτεταμένη ανακύκλωση επιχειρούν να «βάψουν» πράσινο το λιμάνι της Θεσσαλονίκης.

Με μια σειρά δράσεων, που αποβλέπουν στην καθαρή χρήση ενέργειας και ένα εκτεταμένο πρόγραμμα ανακύκλωσης σε όλη του την έκταση, που ξεκινάει από την πλατεία Ελευθερίας και καλύπτει έως και τον 6ο προβλήτα, το δεύτερο μεγάλο λιμάνι της χώρας, σε συνεργασία με το Δήμο Θεσσαλονίκης δημιουργεί οικολογικό πρόσωπο, για να έρθει με αυτόν τον τρόπο ακόμη πιο κοντά στις πρακτικές διαχείρισης και λειτουργίας των ευρωπαϊκών λιμανιών.

Ο γενικότερος σχεδιασμός του Οργανισμού Λιμένα Θεσσαλονίκης (ΟΛΘ) προβλέπει ακόμη, μακροπρόθεσμα, την παραγωγή ηλεκτρισμού από φυσικό αέριο εντός του λιμανιού, τη δημιουργία φυτεμένων στεγών στις αποθήκες, αλλά και παροχή δελεαστικών εκπτώσεων επί των λιμενικών τελών για τα «πράσινα» δεξαμενόπλοια.



Εικόνα 4.3 Λιμάνι της Θεσσαλονίκης (πηγή: ΟΛΘ)

Προβλέπονται επίσης δράσεις για την αντιστάθμιση των παραγόμενων ρύπων στο λιμάνι. Με απλά λόγια, το διοξείδιο του άνθρακα CO₂, που παράγεται κάθε χρόνο μέσα στο λιμάνι θα μετριέται και

θα «πληρώνεται» με τη φύτευση των αντίστοιχων δέντρων, σε περιοχές, που θα οριστούν από τη Δασική Υπηρεσία.

Παράλληλα, θα προωθηθεί η μετατροπή των κτηρίων του ΟΛΘ σε «πράσινα», με χρήση φυσικού αερίου, αντικατάσταση παλαιών κουφωμάτων και χρήση οικονομικών λαμπτήρων. Σε συνεργασία με Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα (ΑΕΙ), θα δημιουργηθούν επίσης δύο σταθμοί παρακολούθησης ρύπανσης, της ατμοσφαιρικής και της θαλάσσιας αντίστοιχα.

Στο πλαίσιο της προσπάθειας για αναγνώρισή του ως «πράσινου λιμανιού» από την Ε.Ε., μέχρι το τέλος του 2013, η Διοίκηση του Λιμένα της Θεσσαλονίκης αποφάσισε τη σταδιακή φύτευση 1.150 δέντρων. (<http://www.newsbeast.grenvironment /arthro/87354/to-prasino-limani-tis-thessalonikis>).

4.3.3 Οι Οικολογικές Παρεμβάσεις του Οργανισμού Λιμένα Ραφήνας

Ένα βήμα πιο κοντά προς το Οικολογικό Δίκτυο Eco Port Status (Δίκτυο Οικολογικών Λιμανιών), είναι το Λιμάνι της Αγίας Μαρίνας. Με δελτίο τύπου που εκδόθηκε το Μάρτιο 2011 από τον Οργανισμό Λιμένα Ραφήνας Α.Ε (ΟΛΡ Α.Ε), ανακοινώθηκε ότι πρόσφατα ολοκληρώθηκε στο λιμάνι της Αγ. Μαρίνας (Γραμματικό – Μαραθώνας) η εγκατάσταση των ειδικών πυλώνων για ηλεκτροδότηση των πλοίων κατά τη διανυκτέρευσή τους στο λιμάνι. Έτσι θα εκλείψει ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα κατά την καλοκαιρινή περίοδο για τους παραθεριστές στην ευρύτερη περιοχή του λιμανιού, που δημιουργούνταν από τον θόρυβο των γεννητριών των πλοίων. Με αυτόν τον τρόπο, η Αγ. Μαρίνα αρχίζει να αποκτά τα χαρακτηριστικά του Eco Port (οικολογικό λιμάνι) και προσαρμόζεται στις απαιτήσεις του Εθνικού Σχεδίου Δράσης για την ενεργειακή πολιτική.

Αλλά και στο Λιμάνι της Ραφήνας γίνονται παρεμβάσεις. Ανακατασκευάζεται όλο το δίκτυο ηλεκτροφωτισμού και δημιουργούνται νέες ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις προκειμένου να παρέχουν ηλεκτρικό ρεύμα στα πλοία για να μην λειτουργούν οι γεννήτριες τους όταν είναι "δεμένα". Αναμένονται κυκλοφοριακές παρεμβάσεις, σύμφωνα με όσα προβλέφθηκαν στη πρόσφατη κυκλοφοριακή μελέτη, έτσι ώστε στη χερσαία ζώνη του Λιμανιού να μην επαναληφθούν τα κυκλοφοριακά προβλήματα των περασμένων χρόνων. Σε θέματα, που αφορούν την καθαριότητα ο ΟΛΡ, έχει αναθέσει την καθαριότητα σε ιδιωτική εταιρεία και το Λιμάνι τηρεί τις προϋποθέσεις που έχει καθορίσει ο IMO (International Maritime Organization). Επίσης στα άμεσα σχέδια του ΟΛΡ είναι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών (28KW) στα δύο κεντρικά κτίρια του Λιμένα, και αναμένεται η έγκριση πρότασης που υποβλήθηκε από τον ΟΛΡ για την εγκατάσταση νέων σύγχρονων ανεμογεννητριών (40KW) στις προβλήτες.

4.3.4 Οργανισμός Λιμένα Ελευσίνας

Μια σειρά ενεργειών προωθεί ο Οργανισμός Λιμένα Ελευσίνας, (ΟΛΕ) προκειμένου να μετατραπεί το λιμάνι της Ελευσίνας σε "πράσινο". Το συνολικό πρόγραμμα, κόστους περίπου 500 εκατ., θα χρηματοδοτηθεί μέσω του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς, ΕΣΠΑ.

Αναλυτικότερα, όπως επισημαίνεται σε ανακοίνωση τον Μαρ 2011 του Οργανισμού Λιμένα Ελευσίνας, η Ελευσίνα αποτελεί ένα λιμάνι- πρόκληση και μια περιοχή-στοίχημα για να επιτευχθεί η αρμονική συνύπαρξη της Ανάπτυξης με την ποιότητα ζωής.

Μέχρι σήμερα η Ελευσίνα θεωρείται συνώνυμη μιας υποβαθμισμένης φθίνουσας βιομηχανικής περιοχής, που κυριαρχεί η ρύπανση, η ανεργία και η απομόνωση. Σ' αυτή την εικόνα συνέβαλε και η θέση του λιμανιού στην καρδιά του αστικού ιστού αλλά και η άναρχη παρουσία πολλών επιχειρηματικών δραστηριοτήτων.

Μια εικόνα που λειτούργησε αποτρεπτικά τόσο για την ανάπτυξη του τουρισμού σε μια πόλη με μεγάλη ιστορικό και αρχαιολογικό ενδιαφέρον, όσο και για την προσέλκυση επενδυτών, που τους απομάκρυνε το κλίμα παρακμής και εγκατάλειψης.

Η Διοίκηση του ΟΛΕ οραματίζεται ένα εθνικής σημασίας λιμάνι, ένα σύγχρονο πολύ-λειτουργικό κόμβο ποικίλων εμπορευματικών διακινήσεων, με στόχο το χαρακτηρισμό του ως «Πράσινου λιμένα». Έχει αποφασίσει και εκπονεί σειρά Διαγνωστικών και Οικονομοτεχνικών μελετών καθώς και Μελέτη Γενικού Προγραμματικού Σχεδίου (Master Plan) στις οποίες αποτυπώνονται τόσο οι επικρατούσες συνθήκες λειτουργίας και τα εφαρμοζόμενα κανονιστικά πλαίσια, όσο και οι προτεινόμενες επενδυτικές παρεμβάσεις, με σκοπό τη δημιουργία ενός πολύ-επιχειρηματικού λιμένα. (<http://www.euro2day.gr/news/economy/124/articles/622370/Article.aspx>).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΔΕΙΚΤΕΣ

5.1 Ορισμός

Με τον όρο «**δείκτης**» εννοείται μια απλή μεταβλητή ή μια μεταβλητή η οποία έχει προκύψει από τη σύνθεση επί μέρους παραμέτρων και παρέχει πληροφορία ή περιγράφει ένα φαινόμενο. Οι δείκτες ως αποτέλεσμα πρωτογενών ή επεξεργασμένων δεδομένων χρησιμοποιούνται για να απλοποιήσουν και να ποσοτικοποιήσουν την πληροφορία, που αφορά σύνθετα φαινόμενα, συμβάλλοντας κατ' αυτόν τον τρόπο στη αμεσότητα της πληροφόρησης. (Γεωργαράκος, 2009).

5.2 Εισαγωγή

Οι δείκτες έχουν την ιδιότητα να ενσωματώνουν σε ένα μέγεθος δύο ή περισσότερα δεδομένα αναγνωρίζονται όλο και περισσότερο σαν ένα χρήσιμο εργαλείο πολιτικής ανάλυσης και δημόσιας επικοινωνίας. Ο αριθμός των δεικτών, που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως, αυξάνεται κάθε χρόνο δεδομένου ότι παρέχουν τη δυνατότητα αντιπαραβολών μεταξύ χωρών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διευκρίνιση πολύπλοκων και δυσδιάκριτων ζητημάτων σε ευρείας διαφοροποίησης θεματικά πεδία όπως το περιβάλλον, η οικονομία, η κοινωνία ή η τεχνολογική ανάπτυξη.

Ειδικότερα, οι σύνθετοι περιβαλλοντικοί δείκτες αποτελούν και αυτοί ένα βασικό εργαλείο παρακολούθησης και καταγραφής της περιβαλλοντικής κατάστασης αλλά και ένα πολύτιμο συγκριτικό δεδομένο περιβαλλοντικής ποιότητας.

Ευρωπαϊκοί και διεθνείς οργανισμοί (π.χ. Eurostat, European Environmental Agency, Office of Environment and Social Development, OESD, United Nations Environment Program, UNEP κλπ) έχουν ήδη εντάξει στο σύνολο των δεικτών, που δημοσιεύουν σε τακτική βάση μια ευρεία γκάμα περιβαλλοντικών δεικτών. Παράλληλα, έχουν δημιουργηθεί δίκτυα και μηχανισμοί για τη συστηματική παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων, ενώ γίνονται προσπάθειες για την ολοκληρωμένη προσέγγιση και κατανόηση της πληροφορίας που μεταφέρουν οι περιβαλλοντικοί δείκτες.

Οι εκθέσεις περιβαλλοντικών δεικτών, αποτελούν ήδη από τη δεκαετία του 1990 μία συνηθισμένη πρακτική που ακολουθούν διάφοροι οργανισμοί, όσο και μεμονωμένα κράτη που επιδιώκουν να δώσουν έμφαση σε κάθε επίπεδο δράσης στην περιβαλλοντική διάσταση της ανάπτυξης.

Επίσης, η χρήση περιβαλλοντικών δεικτών υποδηλώνει τη σημασία που αποδίδεται σήμερα στην περιβαλλοντική συνιστώσα της αειφόρου ανάπτυξης, δεδομένου ότι η διαδικασία οικονομικής μεγέθυνσης κάθε χώρας και σύγκλισης της με άλλες πιο

προηγμένες οικονομίες (είτε σε Ευρωπαϊκό είτε σε Διεθνές επίπεδο) είχε ως αποτέλεσμα συχνά την παραγνώριση των αντοχών και περιορισμών του φυσικού περιβάλλοντος.

Ορισμένοι από τους βασικούς στόχους χρήσης των διαφόρων περιβαλλοντικών δεικτών που χρησιμοποιούνται σε διεθνές επίπεδο είναι οι εξής:

- Η συγκέντρωση και καταγραφή των παραμέτρων εκείνων που σχετίζονται με την προέλευση, το ύψος και την ένταση των περιβαλλοντικών πιέσεων, τις επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον και τον πληθυσμό, καθώς και με το είδος και την αποτελεσματικότητα των αντιδράσεων της κοινωνίας ή των κρατικών φορέων.

- Ο εντοπισμός των σημαντικότερων περιβαλλοντικών προβλημάτων που συχνά αποσιωπούνται ή διογκώνονται από ανακριβή, ελλιπή ή μονομερή στοιχεία και η ακριβέστερη εκτίμηση των καθυστερήσεων στην πορεία ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής πολιτικής.

- Η προβολή όλων εκείνων των παραμέτρων που συνιστούν τον πλούτο του φυσικού περιβάλλοντος αλλά και η σημαντική πρόοδος που έχει επιτευχθεί σε ορισμένους τομείς.

- Η ανάδειξη των αναγκαίων προτεραιοτήτων και κατευθύνσεων στη χάραξη περιβαλλοντικών πολιτικών, με βάση τις τάσεις που καταγράφονται, την απόκλιση από τις μέσες επιδόσεις και τις ιδιαιτερότητες που πιθανώς εμφανίζονται ορισμένα περιβαλλοντικά προβλήματα. (Γεωργαράκος, 2009).

5.3 Η Αναγκαιότητα Χρήσης Δεικτών Περιβαλλοντικής Ποιότητας

Ο λόγος που οι περιβαλλοντικοί δείκτες τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει το επίκεντρο πολλών επιστημονικών μελετών ενώ παράλληλα μεγάλα κονδύλια έχουν δαπανηθεί με στόχο τη βελτίωση τους, είναι το γεγονός ότι αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο με σημαντικότερη συμβολή στην άσκηση περιβαλλοντικής πολιτικής. Οι υπεύθυνοι της περιβαλλοντικής πολιτικής οφείλουν να αντιμετωπίσουν καθημερινά ιδιαίτερα δύσκολα ζητήματα ελέγχου, διαχείρισης και προστασίας του περιβάλλοντος τα οποία συχνά απαιτούν δεδομένα και γνώσεις που αφενός δεν διατίθενται αφετέρου είναι δύσκολο να επεξεργαστούν έτσι ώστε να εξαχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα. Χωρίς επαρκή δεδομένα και προσεκτική ανάλυση κάθε στάδιο της διαδικασίας της περιβαλλοντικής πολιτικής γίνεται όλο και πιο δύσκολο – τα προβλήματα είναι δυσδιάκριτα, οι τάσεις μπορεί να μη γίνουν αντιληπτές, οι πολιτικοί στόχοι τίθενται πιο δύσκολα, οι ρυθμιστικές διατάξεις είναι δυνατόν να κατευθύνουν αναποτελεσματικά και τεράστια κονδύλια για μέτρα περιβαλλοντικής προστασίας μπορεί να δαπανηθούν χωρίς ουσιαστική αιτία. Κατά συνέπεια η στροφή της περιβαλλοντικής πολιτικής σε πιο αξιόπιστα και πιο σταθερά θεμέλια που στηρίζονται σε ορθά δομημένες πληροφορίες και δείκτες αναδύεται ως ζήτημα πρώτης ανάγκης. (Γεωργαράκος, 2009).

Πρώτο βήμα προς την επίτευξη του στόχου άσκησης ορθής περιβαλλοντικής πολιτικής είναι η αφοσίωση στα εμπειρικά δεδομένα, που θα βοηθήσει στην καταγραφή και την περιγραφή μιας υφιστάμενης περιβαλλοντικής κατάστασης.

Δεύτερο και ιδιαίτερα σημαντικό βήμα στο οποίο εμπλέκεται η χρήση των περιβαλλοντικών δεικτών είναι η αναγνώριση ενός συστήματος μέτρησης της περιβαλλοντικής πληροφορίας. Αρκετές πρωτοβουλίες, στο παρελθόν, μέτρησης της περιβαλλοντικής επίδοσης ήταν ατελέσφορες διότι το πλήθος των παραμέτρων και η ευρύτητα των προς έρευνα περιβαλλοντικών δεδομένων ήταν τέτοια, που ήταν πρακτικά αδύνατο να προκύψουν αξιόπιστα συμπεράσματα. Για παράδειγμα η μέτρηση της αειφόρου ανάπτυξης, μιας έννοιας, που κατά καιρούς έχει υποστεί διαφοροποιήσεις με μια μέθοδο, που συνδυάζει περιβαλλοντικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες, τους παραγωγικούς συντελεστές καθώς και την προοπτική αλλαγής των μελλοντικών τάσεων, είχε ως συνέπεια συχνά η προσπάθεια αυτή να καθίσταται αδύνατη και επιστημονικά ή πολιτικά ασήμαντη. Επίσης, οι περιβαλλοντικοί δείκτες, που καλύπτουν ένα υποσύνολο ζητημάτων, είτε λόγω πολιτικής σκοπιμότητας, είτε λόγω πίεσης και καθοδήγησης από την επιστημονική κοινότητα, είναι περιορισμένης αξίας.

Ο κυριότερος στόχος των περιβαλλοντικών δεικτών αποτελεί η μέτρηση της αποτελεσματικότητας της περιβαλλοντικής πολιτικής, που ασκούν τα διάφορα κράτη ή και η τοπική αυτοδιοίκηση (όπου η διαθεσιμότητα των στοιχείων το επιτρέπει) ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία, που η προσπάθεια επίτευξης αειφόρου ανάπτυξης έχει εισέλθει στην πολιτική ατζέντα των περισσοτέρων πολιτικών ηγετών. Η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων σύμφωνα με τους επιστήμονες και τους πολιτικούς για την κατασκευή των περιβαλλοντικών δεικτών, αφορά ένα ευρύτατο φάσμα πληροφοριών σχετικών με την ρύπανση και τον τρόπο διαχείρισης των φυσικών πόρων. Ιδιαίτερα σημαντικό και καθοριστικό ρόλο για την επιλογή των απαραίτητων δεδομένων για τη δημιουργία των περιβαλλοντικών δεικτών παίζει η προτεραιότητα των περιβαλλοντικών ζητημάτων όπως αυτά ιεραρχούνται από τις διάφορες κυβερνήσεις. (Γεωργαράκος, 2009).

Η άσκηση ορθής και αποτελεσματικής περιβαλλοντικής πολιτικής και η προσέγγιση του στόχου της αειφορίας που στηρίζονται στη χρήση των σύνθετων περιβαλλοντικών δεικτών προϋποθέτει συστηματική και επιστημονικά τεκμηριωμένη προσπάθεια αλλά και σημαντικούς οικονομικούς πόρους. Σύμφωνα με τις αρχές της «Διακήρυξης 2000»⁹ μια πληθώρα θεμάτων και προτεραιοτήτων που αφορούσαν την εκπαίδευση, την υγεία και τη μείωση της φτώχειας σηματοδοτούν την αφετηρία για σημαντικές προσπάθειες σε παγκόσμιο επίπεδο. Παρόλο που το θέμα της περιβαλλοντικής αειφορίας αναγνωρίστηκε ως βασικό ζήτημα εγρήγορσης εντούτοις η εξέλιξη στον τομέα της περιβαλλοντικής

⁹ Μια από τις βασικές αξίες και τις πρακτικές που συνιστούν τον Πολιτισμό Ειρήνης, σύμφωνα και με τη Διακήρυξη 2000 της UNESCO είναι «Η διατήρηση του Πλανήτη, η εγγύηση ότι η πρόοδος και η ανάπτυξη είναι θετικές για όλους τους ανθρώπους και για το περιβάλλον»

διαχείρισης δεν ήταν ανάλογη και κατά επέκταση και της μεθοδολογίας των περιβαλλοντικών δεικτών. Ως αποτέλεσμα η αναγκαιότητα της διασύνδεσης διαφορετικών τομέων όπως αυτός της οικονομίας και της κοινωνίας με το περιβάλλον έμεινε πίσω. Η δυσκολία στην προώθηση της επίλυσης ή αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών προβλημάτων αποδόθηκε εν μέρει στην αδυναμία αναγνώρισης των πιο απαιτητικών ζητημάτων όπως της εκτίμησης του μεγέθους της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, της μέτρησης της πολιτικής προόδου και της εξασφάλισης χρηματοδοτών τόσο δημοσίου όσο και ιδιωτικού χαρακτήρα που θα είχαν ενδιαφέρον να επενδύσουν στο τομέα. Αυτοί οι περισσότεροι σημαίνουν ότι ο έλεγχος της περιβαλλοντικής ρύπανσης και των ζητημάτων ορθολογικής διαχείρισης των φυσικών πόρων έχουν συστηματικά υπο-χρηματοδοτηθεί και βρίσκονται σε χαμηλότερη προτεραιότητα από άλλες παγκόσμιες προκλήσεις.

Οι δείκτες περιβαλλοντικής ποιότητας δίνουν τη δυνατότητα της άμεσης μέτρησης και περιγραφής τους προς επίλυση περιβαλλοντικού ζητήματος γεγονός που δίνει τη δυνατότητα στις κυβερνήσεις που ευθύνονται ή ενδιαφέρονται να το αντιμετωπίσουν στην πηγή του.

Με την επιλογή της άμεσης προσέγγισης του στόχου οι δείκτες περιβαλλοντικής ποιότητας επιδιώκουν να αντιμετωπίσουν την ανάγκη των κυβερνήσεων να εντοπίσουν επιτόπια τα περιβαλλοντικά ζητήματα. Οι στόχοι των δεικτών είναι σχεδιασμένοι κυρίως για να βοηθήσουν τους πολιτικά ιθύνοντες να:

- Εντοπίσουν τα τρέχοντα προβλήματα και να αναγνωρίσουν την προτεραιότητα των περιβαλλοντικών ζητημάτων.
- Παρακολουθούν την τάση της ρύπανσης και τη διαχείριση των φυσικών πόρων.
- Προβάλλουν όπου η εφαρμογή πολιτικής παράγει σημαντικό έργο.
- Αποκαλύπτουν που οι αναποτελεσματικές προσπάθειες μπορούν να παύσουν και οι χρηματοδοτικοί πόροι να αναδιανεμηθούν.
- Παρέχουν μια βάση δεδομένων για λόγους διακρατικής και δια-τομεακής σύγκρισης της περιβαλλοντικής επίδοσης.
- Διευκολύνουν την οριοθέτηση σημείων αναφοράς και να προσδιορίσουν τους πρωτοπόρους και τους ουραγούς ανά τομέα ή μεταβλητή.
- Αναδεικνύουν τις καλύτερες πρακτικές και μοντέλα επιτυχημένων πολιτικών παρεμβάσεων.

Οι δείκτες περιβαλλοντικής επίδοσης παρέχουν την οδό μέσω της οποίας οι περιβαλλοντικοί στόχοι θεσπίζονται ρητά και κατηγορηματικά, η πρόοδος σε ότι αφορά την προσέγγιση του μπορεί να μετρηθεί και η αξιολόγηση της πολιτικής είναι αυστηρή και ενδελεχής. Όσο καλύτερα δεδομένα είναι διαθέσιμα, ιδιαίτερα αυτά που αφορούν

χρονολογικές σειρές, οι μελλοντικοί δείκτες περιβαλλοντικής απόδοσης θα είναι σε θέση να κρίνουν την αποτελεσματικότητα των περιβαλλοντικών πολιτικών σε σχέση με τους επιδιωκόμενους στόχους, αλλά και να προσδιορίσουν το ρυθμό προσέγγισης τους. Επιπλέον, όσο περισσότερα δεδομένα αποκτώνται και για περισσότερες χώρες, τόσο πιο εύκολη γίνεται η εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων αναφορικά με την επίτευξη της αιχμής ανάπτυξης της παγκόσμιας κοινότητας και την εφαρμογή φιλικών πρακτικών.

Οι δείκτες περιβαλλοντικής επίδοσης έχουν στόχο να δημιουργήσουν αυστηρές, σχολαστικές και ακριβείς βάσεις δεδομένων σε παγκόσμιο επίπεδο διευκολύνοντας την εφαρμογή μιας περισσότερο εμπειρικής περιβαλλοντικής προστασίας που στηρίζεται σε απτά γεγονότα και προσεκτική ανάλυση. Είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό το γεγονός ότι ενώ σε ετήσια βάση δαπανώνται δισεκατομμύρια δολάρια ή Ευρώ από κυβερνήσεις, εταιρίες και ιδρύματα για την αντιμετώπιση της ανορθολογικής διαχείρισης των φυσικών πόρων και των ζητημάτων ρύπανσης δε υπάρχουν ακόμη ολοκληρωμένες βάσεις δεδομένων με στοιχεία μετρήσεις της περιβαλλοντικής κατάστασης από σύνθετους ή/και απλούς δείκτες περιβαλλοντικής απόδοσης.

Οι προσπάθειες που καταβάλλονται από την επιστημονική κοινότητα σε ότι αφορά τη βελτίωση των δεικτών περιβαλλοντικής επίδοσης (στην κατασκευή και την ερμηνεία τους) είναι σημαντικές, αλλά τα προβλήματα που ανακύπτουν κατά τη μετάβαση από τη θεωρητική τους υπόσταση στην πρακτική τους εφαρμογή είναι πολλά. (Γεωργαράκος, 2009).

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση των περιβαλλοντικών δεικτών συνοψίζονται στα εξής:

- Έχουν τη δυνατότητα να συμπεριλαμβάνουν σύνθετα, πολυδιάστατες πραγματικότητες με στόχο τη στήριξη αυτών που παίρνουν τις αποφάσεις.
- Ευκολότεροι στην ερμηνεία τους συγκριτικά με σύνολα πολλών διαφορετικών δεικτών.
- Μπορούν να εκτιμήσουν τη διαχρονική πρόοδο της περιβαλλοντικής απόδοσης των κρατών.
- Μειώνουν το ορατό μέγεθος του συνόλου των περιβαλλοντικών δεικτών χωρίς να υποβαθμίζουν την πληροφοριακή βάση.
- Παρέχουν περισσότερη και πιο συμπυκνόμενη πληροφόρηση.
- Καθιστούν τα ζητήματα περιβαλλοντικής απόδοσης, προστασίας και προόδου του κάθε κράτους στο επίκεντρο της πολιτικής δράσης- επικαιρότητας.
- Διευκολύνουν την επικοινωνία στο κοινό (πολίτες, ΜΜΕ κλπ) και προάγουν την υπευθυνότητα σε ότι αφορά τα διεξαγόμενα συμπεράσματα.
- Βοηθούν στη διατύπωση – ενίσχυση της κατανόησης εννοιών για το εξειδικευμένο και μη ακροατήριο.

- Βοηθούν στην αποτελεσματική σύγκριση σύνθετων περιβαλλοντικών διαστάσεων.
- Μπορούν να αποπροσανατολίσουν στη χάραξη πολιτικής εάν κατασκευασθούν πρόχειρα ή λανθασμένα.
- Μπορεί να ωθήσουν σε υπεραπλουστευμένα συμπεράσματα.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθούν εύκολα έτσι ώστε να εξυπηρετήσουν πολιτικές ή άλλες σκοπιμότητες.
- Η επιλογή του τύπου των δεικτών και του βαθμού βαρύτητας μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο πολιτικής διένεξης.
- Μπορεί να συγκαλύψουν σοβαρά μειονεκτήματα σε ορισμένες διαστάσεις και να αυξήσουν τη δυσκολία αναγνώρισης κατάλληλων μέτρων αντιμετώπισης στην περίπτωση που η μέθοδος κατασκευής τους δεν είναι διαφανής.
- Μπορεί να οδηγήσουν σε ακατάλληλες πολιτικά μέτρα εάν οι δύσκολα μετρήσιμες διαστάσεις της περιβαλλοντικής απόδοσης αγνοηθούν.

5.4 Ταξινόμηση Περιβαλλοντικών Δεικτών

Οι περισσότερες από τις σύγχρονες εκθέσεις όπως και αυτών που δημοσιεύει ο ΟΟΣΑ χρησιμοποιούν περιβαλλοντικούς δείκτες που περιλαμβάνουν ομάδες φυσικών, βιολογικών ή χημικών δεικτών. Γενικά περιγράφουν αναλυτικά το σύστημα των σχέσεων μεταξύ του περιβάλλοντος και του ανθρώπου. Σύμφωνα με αυτή τη σχέση αλληλεπίδρασης, η γενικότερη κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη ασκεί πίεση στο περιβάλλον και σαν συνέπεια η κατάσταση του περιβάλλοντος αλλάζει σε ότι αφορά την ικανότητα παροχής ικανοποιητικών συνθηκών υγείας, τη διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων και το εύρος της βιοποικιλότητας. Αυτό έχει αρνητικό αντίκτυπο στην ανθρώπινη υγεία, στα διάφορα οικοσυστήματα και στα διάφορα υλικά αγαθά που μπορεί να αφυπνίσουν μια κοινωνική αντίδραση η οποία έχει στόχο την ανάσχεση της κινητήριας δύναμης που προκάλεσε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ή την ίδια την κατάσταση ή την άμεση αντιμετώπιση των επιπτώσεων μέσω της διαδικασίας θεραπείας ή αφομοίωσης.

Η απαιτούμενη πληροφόρηση που καλείται να καλύψει όλους τους τομείς που προαναφέρθηκαν πρέπει να προέρχεται από τη χρήση περιβαλλοντικών δεικτών που απεικονίζουν όλα εκείνα τα στοιχεία που προσδιορίζουν την αιτιώδη αλυσίδα που συνδέει τις ανθρώπινες δραστηριότητες με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους και με τις κοινωνικές αντιδράσεις σε αυτές τις επιπτώσεις.

Η πιο συνήθης μεθοδολογία που ακολουθείται για την περιγραφή των σχέσεων μεταξύ των αιτίων και των επιπτώσεων των περιβαλλοντικών προβλημάτων είναι ένα πλαίσιο αλληλεπίδρασης μεταξύ αιτίας και αιτιατού.

5.5 Βασικά Κριτήρια Επιλογής Δεικτών

Τρία είναι τα βασικά κριτήρια επιλογής των κατάλληλων δεικτών τα οποία χρησιμοποιούνται και από τον ΟΟΣΑ: Πολιτική σχέση και χρησιμότητα, Αξιοπιστία και Μετρησιμότητα.

Πίνακας 5.1 Βασικά Κριτήρια Επιλογής Περιβαλλοντικών Δεικτών
(Πηγή: Γεωργαράκος, 2009)

Πολιτική σχέση και χρησιμότητα	<p>Ένας περιβαλλοντικός δείκτης πρέπει:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Να παρέχει αντιπροσωπευτική εικόνα των περιβαλλοντικών συνθηκών, πιέσεων στο περιβάλλον ή κοινωνικών αντιδράσεων. • Να είναι απλός εύκολος στην ερμηνεία και ικανός να αποδώσει τις τάσεις στο χρόνο. • Να ανταποκρίνεται στις μεταβολές στο περιβάλλον και στις σχετικές ανθρώπινες δραστηριότητες. • Να παρέχει τις βάσεις για διεθνείς συγκρίσεις. • Να έχει είτε εθνικό φάσμα ή να είναι λειτουργικός σε τοπικά περιβαλλοντικά ζητήματα εθνικής σημασίας. • Να έχει σημείο αναφοράς ή σαφή όρια σύμφωνα με τα οποία θα προκύπτουν οι συγκρίσεις και η σημασία των αποτελεσμάτων.
Αξιοπιστία	<p>Ένας περιβαλλοντικός δείκτης πρέπει να διαθέτει:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Θεωρητική τεκμηρίωση σε τεχνικούς και επιστημονικούς όρους. • Βάση σε διεθνή πρότυπα και συμφωνίες κύρους. • Δυνατότητα σύγκρισης με οικονομικά μοντέλα, προβλέψεις και πληροφοριακά συστήματα.
Μετρησιμότητα	<p>Τα δεδομένα που απαιτούνται για την υποστήριξη των δεικτών πρέπει να είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Επαρκώς διαθέσιμα ή να μπορούν να γίνουν με λογική αναλογία κόστους /οφέλους. • Επαρκώς τεκμηριωμένα και αποδεκτής ποιότητας. • Ενημερωμένα σε τακτά χρονικά διαστήματα με αξιόπιστες διαδικασίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ

Ο κατάλογος των δεικτών που επιλέχθηκε περιλαμβάνει έξι κύριες κατηγορίες (Chao-Feng et al., 2009):

- Περιβαλλοντικής Ποιότητας.
- Οικονομικής Αποδοτικότητας και Αποτελεσματικότητας.
- Έλεγχος Ρύπανσης.
- Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.
- Κοινωνικής Προόδου.
- Επιπτώσεις Κατασκευής ή Λειτουργίας.

Σε κάθε κατηγορία επιχειρείται η παρουσίαση ορισμένων δεικτών. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται τρεις υποκατηγορίες, Ατμόσφαιρα / ηχητικό περιβάλλον, Βιολογικοί πόροι, υδάτινο περιβάλλον. Στη δεύτερη δύο υποκατηγορίες, η Απόδοση παραγωγής και η Οικονομία ανακύκλωσης. Στην κατηγορία Έλεγχος Ρύπανσης, η υποκατηγορία Ρυπογόνες εκπομπές. Στην τέταρτη κατηγορία, τρεις υποκατηγορίες. Καθαρή παραγωγή, οι Επενδύσεις για την προστασία του περιβάλλοντος και η Ικανότητα διαχείρισης. Στην κατηγορία κοινωνική πρόοδος, περιλαμβάνεται η υποκατηγορία Κοινωνική αξιολόγηση και στην τελευταία κατηγορία οι Επιπτώσεις από την κατασκευή και τη λειτουργία ενός εμπορικού λιμένα.

Ο αριθμός των δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη είναι 39, Πίνακας 6.1. Σκοπός δεν ήταν η εξάντληση όλου του αριθμού των δεικτών, αλλά η αντιπροσωπευτική χρησιμοποίηση ορισμένων, έτσι ώστε να δειχθεί και να αξιολογηθεί η συμβολή της πολυκριτηριακής μεθόδου ανάλυσης, (MCDA) ως εργαλείο χωροθέτησης και οικολογικής αξιολόγησης λιμένων με τη χρήση ενός κατάλληλου λογισμικού λήψης αποφάσεων.

Πίνακας 6.1 Κατηγορίες και Υποκατηγορίες Δεικτών.

Κατηγορία	Υποκατηγορία	Δείκτες	A/A	
Περιβαλλοντική Ποιότητα	Ατμόσφαιρα / Ηχητικό περιβάλλον	Ατμοσφαιρική Ρύπανση	1	
		Ποιότητα Αέρα PSI (Pollutants Standard Index)	2	
		Ποιότητα Αέρα AQI (Air Quality Index)	3	
		Περιβαλλοντολογικός Θόρυβος Ημέρας	4	
		Περιβαλλοντολογικός Θόρυβος Νύχτας	5	
	Βιολογικοί πόροι	Βλάστηση	6	
		Βιοποικιλότητα	7	
		Ακεραιότητα Οικοσυστήματος	8	
	Υδάτινο περιβάλλον	Ποιότητα νερού	9	
		Ευτροφισμού, Διαλυμένου οξυγόνου (O ₂)	10	
		Ευτροφισμού, Συγκεντρώσεις αλάτων φωσφόρου (P)	11	
		Επικινδυνότητα ιζημάτων βαρέων μετάλλων: Γεωσυσσώρευση Igeo	12	
		Επικινδυνότητα ιζημάτων βαρέων μετάλλων: Φορτίο ρύπανσης CF	13	
	Οικονομική αποδοτικότητα	Απόδοση Παραγωγής	Αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών του λιμένα	14
			Αποδοτικότητα των υπηρεσιών του λιμένα	15
Οικονομία ανακύκλωσης		Επαναχρησιμοποίηση αποκατεστημένου νερού	16	
		Αξιοποίηση των στερεών βιομηχανικών αποβλήτων	17	
Έλεγχος μόλυνσης	Ρυπογόνες εκπομπές	Ποσοστό έκτασης σε κίνδυνο οξίνισης	18	
		Εκπομπές άνθρακα ανά μονάδα ΑΕΠ	19	
		Εκπομπές άνθρακα ανά κάτοικο	20	
		Κατά κεφαλή παραγωγή αστικών απορριμμάτων	21	
		Συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων σε αστικές περιοχές σταθμισμένη με το πληθυσμό	22	
Περιβαλλοντική Διαχείριση	«Καθαρή» παραγωγή	Επεξεργασία υγρών αποβλήτων	23	
		Ασφαλής εναπόθεση επικίνδυνων αποβλήτων	24	
		Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	25	
	Επενδύσεις για προστασία του περιβάλλοντος	Ποσοστό των επιλέξιμων δαπανών, που αφορούν εφαρμογή καθαρών τεχνολογιών και διαχείριση αποβλήτων	26	
		Ποσοστό των επιλέξιμων δαπανών, που αφορούν προστασία περιβάλλοντος, εξοικονόμηση ενέργειας	27	
		Ποσοστό Χρησιμοποίησης Εγκαταστάσεων και	28	

Κατηγορία	Υποκατηγορία	Δείκτες	A/A
		Εξοπλισμού Προστασίας του Περιβάλλοντος	
	Ικανότητα διαχείρισης	Ικανοποιητική Νομοθεσία και Κανονισμοί προστασίας του περιβάλλοντος	29
		Αναλογία προσωπικού που απασχολείται με την προστασίας του περιβάλλοντος	30
		Ικανοποιητικό Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης	31
		Αποτελεσματικότητα του συστήματος πληροφόρησης	32
		Υλοποίηση των εκτιμήσεων περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός νέου έργου	33
Κοινωνική πρόοδος	Κοινωνική αξιολόγηση	Ενημέρωσης κοινού για οικολογικό λιμένα	34
		Ικανοποίηση του κοινού από το περιβάλλον του λιμένα	35
		Ικανοποίηση του πελάτη από τις εταιρίες του λιμένα	36
Επιπτώσεις	Επιπτώσεις Κατασκευής ή Λειτουργίας	Οπτικής Όχλησης	37
		Επιπτώσεων στην αλιεία	38
		Επιπτώσεις στη χλωρίδα και την πανίδα του βυθού	39

6.1 Περιβαλλοντική Ποιότητα

6.1.1 Ατμόσφαιρα/ Ηχητικό Περιβάλλον

6.1.1.1 Δείκτης Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

Ο συνολικός δείκτης αέριας ρύπανσης μιας περιοχής υπολογίζεται από την υψηλότερη συγκέντρωση των παρακάτω κυρίως πέντε ρύπων:

- Διοξείδιο του Αζώτου, NO₂.
- Διοξείδιο του Θείου, SO₂.
- Όζον, O₃.
- Μονοξείδιο του Άνθρακα, CO.
- Αιωρούμενα Σωματίδια, ΑΣ10.

Στον Πίνακα 6.2 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις σε μg ανά m³ σε διάφορα χρονικά περιθώρια καθώς επίσης η αντίστοιχη κατηγορία. (Εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Περιβαλλοντικής Φυσικής, (Ε.Α.Ρ.ΠΕ.ΦΥ); http://airlab.edu.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=104&lang=el.

Πίνακας 6.2 Ατμοσφαιρική Ρύπανση CO, SO₂, NO₂, ΑΣ, Ο₃, (πηγή: Ε.Α.Ρ-ΠΕ.ΦΥ.)

Χαρακτηρισμός	Δείκτης	Όζον, O ₃		Διοξείδιο του Αζώτου, NO ₂		Διοξείδιο του Θείου, SO ₂		Μονοξείδιο του Άνθρακα, CO		Αιωρούμενα Σωματίδια, ΑΣ10	
		Τρέχον 8 ωρο ή μέση ωριαία τιμή*		Ωριαία μέση τιμή		15 λ. Μέση τιμή		Μέση τιμή τρέχοντος 8 ώρου		Μέση τιμή 24 ώρου	
		μg m ⁻³	ppb	μg m ⁻³	ppb	μg m ⁻³	ppb	μg m ⁻³	ppm	μg m ⁻³ (Grav. Equiv.)	μg m ⁻³ (Ref. Equiv.)
Χαμηλή											
	1	0-33	0-16	0-95	0-49	0-88	0-32	0-3.8	0.0-3.2	0-21	0-19
	2	34-65	17-32	96-190	50-99	89-176	33-66	3.9-7.6	3.3-6.6	22-42	20-40
	3	66-99	33-49	191-286	100-149	177-265	67-99	7.7-11.5	6.7-9.9	43-64	41-62
Μέτρια											
	4	100-125	50-62	287-381	150-199	266-354	100-132	11.6-13.4	10.0-11.5	65-74	63-72
	5	126-153	63-76	382-477	200-249	355-442	133-166	13.5-15.4	11.6-13.2	75-86	73-84
	6	154-179	77-89	478-572	250-299	443-531	167-199	15.5-17.3	13.3-14.9	87-96	85-94
Υψηλή											
	7	180-239	90-119	573-635	300-332	532-708	200-266	17.4-19.2	15.0-16.5	97-107	95-105
	8	240-299	120-149	636-700	333-366	709-886	267-332	19.3-21.2	16.6-18.2	108-118	106-116
	9	300-359	150-179	701-763	367-399	887-1063	333-399	21.3-23.1	18.3-19.9	119-129	117-127
Πολύ Υψηλή											
	10	≥ 360	≥ 180	≥ 764	≥ 400	≥ 1064	≥ 400	≥ 23.2	≥ 20	≥ 130	≥ 128

* Για το όζον, χρησιμοποιείται η μέγιστη τιμή 8ώρου και η μέση ωριαία για τον υπολογισμό του αντίστοιχου δείκτη.

Χρησιμοποιείται κλίμακα από 1 έως 10 διαιρημένη σε τέσσερις χρωματικές περιοχές, όπως φαίνονται συνοπτικά στον Πίνακα 6.3:

Πίνακας 6.3 Συνοπτικός Πίνακας Δείκτη Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης (πηγή: Ε.Α.Ρ-ΠΕ.ΦΥ.)

Δείκτης	Χαρακτηρισμός	Χρωματικός κώδικας
1-3	Χαμηλή	Πράσινο
4-6	Μέτρια	Πορτοκαλί
7-9	Υψηλή	Κόκκινο
10	Πολύ υψηλή	Βυσσινί

6.1.1.2 Δείκτες Ποιότητας του Αέρα

Μια αριθμητική ή περιγραφική κατηγοριοποίηση μεγάλου αριθμού περιβαλλοντικών παραμέτρων. Σε παγκόσμια κλίμακα, έχουν εισαχθεί διάφοροι περιβαλλοντικοί δείκτες, των οποίων η χρήση καθιστά δυνατή την αποτίμηση της ποιότητας της ατμόσφαιρας μιας περιοχής με τρόπο συνήθως απλό και κατανοητό στο ευρύ κοινό.

6.1.1.2.1 Σύνθετος Δείκτης Ποιότητας του Αέρα, PSI

Ο Σύνθετος δείκτης ποιότητας του αέρα, PSI (Pollutants Standard Index) υπολογίζεται από τις συγκεντρώσεις όζοντος, διοξειδίου του αζώτου, διοξειδίου του θείου, μονοξειδίου του άνθρακα και αιωρούμενων σωματιδίων. Μετατρέπει τις συγκεντρώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων σε απλές αριθμητικές τιμές, που κυμαίνονται από 0 έως 500 $\mu\text{g}\text{m}^{-3}$ και αυτές με τη σειρά τους αντιστοιχίζονται σε κατηγορίες ποιότητας της ατμόσφαιρας. Οι τιμές του δείκτη PSI καθορίζουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας σύμφωνα με τον Πίνακα 6.4 αποτίμησης πιθανών επιπτώσεων στην υγεία.

Πίνακας 6.4 Δείκτης PSI, Πιθανές Επιπτώσεις στην Υγεία του Πληθυσμού (πηγή: Ε.Α.Ρ-ΠΕ.ΦΥ.)

Τιμή PSI $\mu\text{g}\text{m}^{-3}$	Κατηγορία ποιότητας αέρα	Πιθανές Επιπτώσεις στην Υγεία
0-50	Καλή	Καμία για το συνολικό πληθυσμό
51-100	Μέτρια	Μερικές ή και καμία
101-200	Ανθυγιεινή	Ελαφρά επιδείνωση συμπτωμάτων στις πιο ευάλωτες κατηγορίες
201-300	Πολύ Ανθυγιεινή	Σημαντική επιδείνωση – εκτεταμένα συμπτώματα
>300	Επικίνδυνη	Πρόωρη εμφάνιση ορισμένων ασθενειών-αύξηση επιδείνωσης συμπτωμάτων – μείωση ορίων αντοχής υγιών ανθρώπων

6.1.1.2.2 Δείκτης Ποιότητας του Αέρα, AQI

Τροποποίηση του δείκτη PSI με την εισαγωγή πρόσθετης κατηγορίας περιγραφόμενης ως «ανθυγιεινή για ευαίσθητες ομάδες» αποτελεί ο δείκτης AQI (Air Quality Index, EPA,

40 CFR Part 58). Ο AQI περιλαμβάνει τιμές των ρύπων O₃, CO, SO₂, NO₂ και αιωρούμενα σωματίδια με τιμές από 0 έως 500 μg^m-³. Έτσι οι συνθήκες ποιότητας του αέρα αναφορικά με την υγεία ευαίσθητων ομάδων απεικονίζονται με 6 επίπεδα που φαίνονται στον Πίνακα 6.5:

Πίνακας 6.5 Κλίμακα Εκτίμησης της Ποιότητας του Αέρα με Βάση τις Τιμές του Δείκτη AQI (πηγή: Ε.Α.Ρ-ΠΕ.ΦΥ.)

Air Quality Index (AQI) Τιμές μg ^m - ³	Επίπεδα ποιότητας του αέρα αναφορικά με την υγεία ευαίσθητων ομάδων
0-50	Καλή
51-100	Μέτρια
101-150	Ανθυγιεινή για ευαίσθητες ομάδες
151-200	Ανθυγιεινή
201-300	Πολύ ανθυγιεινή
301-500	Επικίνδυνη

6.1.2 Δείκτες Περιβαλλοντικού Θορύβου

Ως περιβαλλοντικοί θόρυβοι νοούνται οι ανεπιθύμητοι ή επιζήμιοι θόρυβοι, που δημιουργούνται από εξωτερικές ανθρώπινες δραστηριότητες, περιλαμβανομένων των θορύβων, που εκπέμπονται από την οδική, σιδηροδρομική και εναέρια κυκλοφορία καθώς και από βιομηχανικές εγκαταστάσεις, λιμάνια, αεροδρόμια, σταθμοί αυτοκινήτων κλπ.

Οι Δείκτες, που χρησιμοποιούνται για τον θόρυβο είναι οι ακόλουθοι: **L_{den} = Ισοδύναμη Συνεχής Στάθμη Θορύβου 24ώρου** (L_{ημέρας-απογεύματος-νύκτας}), και **L_{night} = Ισοδύναμη Συνεχής Στάθμη Θορύβου Νύκτας** (L_{νύχτας}), η οποία με τη σειρά της, αντιπροσωπεύει τη σταθερή εκείνη στάθμη θορύβου, η οποία στη χρονική περίοδο «νύχτας» από 23:00-07:00, εκφράζει την διατάραξη του ύπνου από τον θόρυβο.

Οι τιμές των ορίων των προαναφερθέντων δεικτών βασίστηκαν:

- Στο επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος και ασφάλειας της υγείας, που παρέχουν.
- Στην υποχρέωση εναρμόνισης και τήρησης σχετικών κοινοτικών διατάξεων.
- Στις επιπτώσεις από το κόστος αντιμετώπισης που επιφέρουν.

Για τον δείκτη L_{den} , τέθηκε το όριο των 70 dB(A) ενώ για τον δείκτη L_{night} το όριο των 60 dB(A).



Εικόνα 6.1 Norsonic Sound Level Meter and Analyser (πηγή: Norsonic)

Η ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 2006, προβλέπει, σε περιπτώσεις όπου απαιτείται ειδική ακουστική προστασία, να παρέχεται δυνατότητα για περαιτέρω μειώσεις των ανωτέρω δεικτών κατά 5-10 dB(A) μέσω ΚΥΑ, που θα εκδίδεται κατά περίπτωση για συγκεκριμένο συγκοινωνιακό έργο και βάσει τεκμηριωμένης μελέτης αναγκαιότητας και κόστους-οφέλους. (<http://www.buildinggreen.gr>; ΦΕΚ384B/28.3.2006).

Σε ότι αφορά στους δείκτες θορύβου και στην εφαρμογή τους προβλέπονται τα αναφερόμενα στη σχετική Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/EK για την προετοιμασία και την αναθεώρηση της στρατηγικής χαρτογράφησης θορύβου σύμφωνα με την ανωτέρω ΚΥΑ, καθώς και για οποιαδήποτε μελέτη αξιολόγησης επιπτώσεων από θόρυβο.

Τεχνικές πληροφορίες του νέου Ευρωπαϊκού δείκτη αξιολόγησης περιβαλλοντικού θορύβου. Σύμφωνα με τα προτεινόμενα στο σχέδιο της οδηγίας, για την αξιολόγηση και διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου θα χρησιμοποιείται ο δείκτης L_{den} (Day-evening-night level) σε dB(A). Ο L_{den} είναι ο νέος εναρμονισμένος δείκτης στάθμης θορύβου για το 24ωρο με κατηγοριοποίηση κατά την ημέρα, το απόγευμα και τη νύχτα. Ο L_{night} θα είναι ο δείκτης διαταραχών του ύπνου. Οι δείκτες θορύβου χρησιμοποιούνται για να καταρτιστούν οι χάρτες θορύβου, να εκπονηθούν και να αναθεωρηθούν οι κανονιστικές διατάξεις σχετικά με τη στρατηγική χαρτογράφηση του θορύβου, το σχεδιασμό μέτρων και την οριοθέτηση θορύβου.

Ο δείκτης L_{den} έχει αποδεδειγμένη σχέση με το βαθμό κοινής όχλησης θορύβου και ειδικότερα με το ποσοστό αντιδράσεων ισχυρής όχλησης και προσδιορίζεται από τον Τύπο 6.1:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right) \quad (6-1)$$

Σε κάθε 24ωρο θεωρείται ότι υπάρχει ημέρα 12 ωρών, απόγευμα 4 ωρών και νύκτα 8 ωρών. Αν και τα χρονικά διαστήματα ενδέχεται να επανακαθοριστούν σε μελλοντικό στάδιο, οι βασικές ώρες εκκίνησης και λήξης των τριών (3) χρονικών περιόδων αξιολόγησης είναι:

- 07.00 – 19.00 για την ημέρα (12 ώρες).
- 19.00 – 23.00 για το απόγευμα (4 ώρες).
- 23.00 – 07.00 για τη νύκτα (8 ώρες).

Συνεπώς ισχύει:

L_{day} είναι η A - σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2:1987, προσδιορισμένη επί του συνόλου των περιόδων ημέρας ενός έτους. Στη μελέτη αυτή το L_{day} είναι η περίοδος 07:00- 19:00.

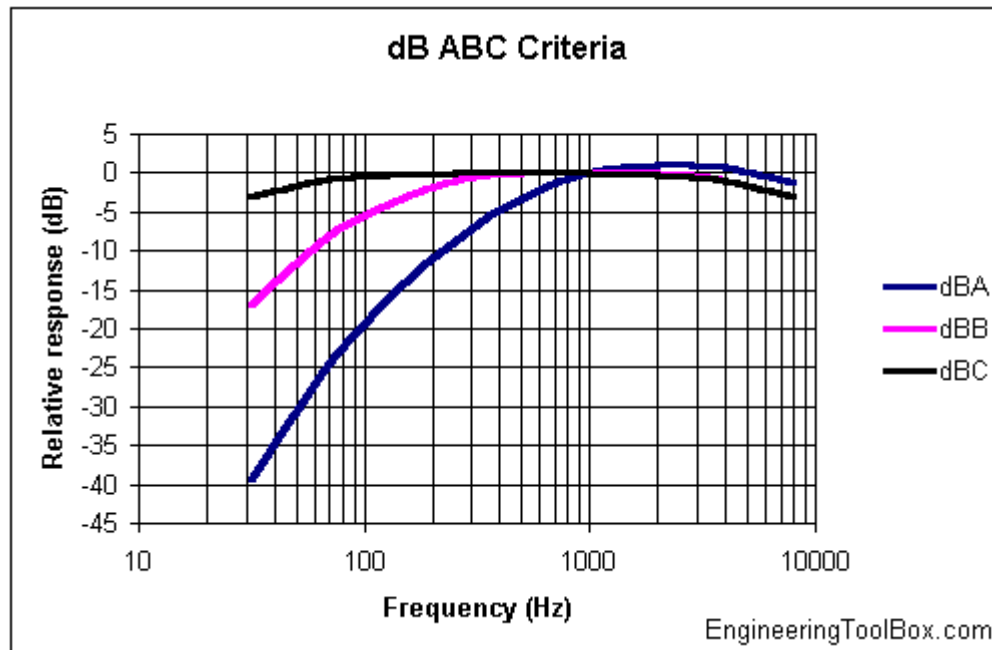
$L_{evening}$ είναι η A - σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996 - 2:1987, προσδιορισμένη επί του συνόλου των βραδινών περιόδων ενός έτους. Στη μελέτη αυτή το $L_{evening}$ είναι η περίοδος 19:00- 23:00.

L_{night} είναι η A - σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996 - 2: 1987, προσδιορισμένη επί του συνόλου των νυχτερινών περιόδων ενός έτους. Στη μελέτη αυτή το L_{night} είναι η περίοδος 23:00 - 07:00.

Να σημειωθεί ότι εξετάζεται ο προσπίπτων θόρυβος, γεγονός, που σημαίνει ότι ο ήχος, που ανακλάται στην πρόσοψη ενός κτιρίου ή άλλης κατασκευής, δεν λαμβάνεται υπόψη. Το ύψος για μετρήσεις και αξιολογήσεις του L_{den} εξαρτάται από την εκάστοτε περίπτωση, αλλά για σκοπούς χαρτογράφησης θορύβου είναι περίπου 4 μέτρα πάνω από το έδαφος και περίπου 2 μέτρα μπροστά από την πιο εκτεθειμένη πρόσοψη. (Μελέτη Θορύβου Αερολιμένα Λάρνακας Συμφώνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/Εκ).

Πίνακας 6.6 Επιτρεπόμενα Όρια Θορύβων Ημέρας (Πηγή: ΥΠΕΚΑ ΦΕΚ 293/81)

Περιοχή	Ανώτατο επιτρεπτό όριο θορύβου	Επίπεδο όχλησης	Βαθμολογία Δείκτη
Νομοθετημένες Βιομηχανικές Περιοχές, ΒΙΠΕ	70 dBA	Πολύ υψηλό	5
Επικρατέστερο το Βιομηχανικό στοιχείο	65 dBA	Υψηλό	4
Επικρατεί εξίσου το Βιομηχανικό και το αστικό στοιχείο	55 dBA	Μέτριο	3
Επικρατεί το αστικό στοιχείο	50 dBA	Χαμηλό προς Μέτριο	2
Για τις εγκαταστάσεις που είναι σε επαφή με κατοικημένα κτίσματα ανεξάρτητα, που είναι η εγκατάσταση, μετρούμενη μέσα στο κατοικούμενο οίκημα με τις πόρτες και τα παράθυρα ανοιχτά.	45 dBA	Χαμηλό	1



Εικόνα 6.2 Απόκριση του Ανθρώπινου Αυτιού σε Περιοχές Συχνότητας A, B, C (πηγή: engineeringtoolbox.com)

Στο γράφημα Εικόνα 6.2, ορίζεται η καμπύλη συχνότητας συναρτήσεως της απόκρισης του ανθρώπινου αυτιού σε dB και δίνει έμφαση στις συχνότητες γύρω στα 2000 Hz. Στα 1000 Hz είναι 40 dB. Αντίστοιχα με τα φίλτρα B & C περνούμε τις μετρήσεις που

φαίνονται στην εικόνα και μετρώνται σε dB(B) & dB(C). (http://www.engineeringtoolbox.com/decibel-d_59.html).

Πίνακας 6.7 Επιτρεπόμενα Όρια Θορύβων Νύχτας

Περιοχή	Ανώτατο επιτρεπτό όριο θορύβου	Επίπεδο όχλησης	Βαθμολογία Δείκτη
Νομοθετημένες Βιομηχανικές Περιοχές, ΒΙΠΕ	60 dBA	Πολύ υψηλό	5
Επικρατέστερο το Βιομηχανικό στοιχείο	55 dBA	Υψηλό	4
Επικρατεί εξίσου το Βιομηχανικό και το αστικό στοιχείο	45 dBA	Μέτριο	3
Επικρατεί το αστικό στοιχείο	40 dBA	Χαμηλό προς Μέτριο	2
Για τις εγκαταστάσεις που είναι σε επαφή με κατοικημένα κτίσματα ανεξάρτητα, που είναι η εγκατάσταση, μετρούμενη μέσα στο κατοικούμενο οίκημα με τις πόρτες και τα παράθυρα ανοιχτά.	35 dBA	Χαμηλό	1

6.1.3 Βιολογικοί Πόροι

6.1.3.1 Δείκτες Βλάστησης

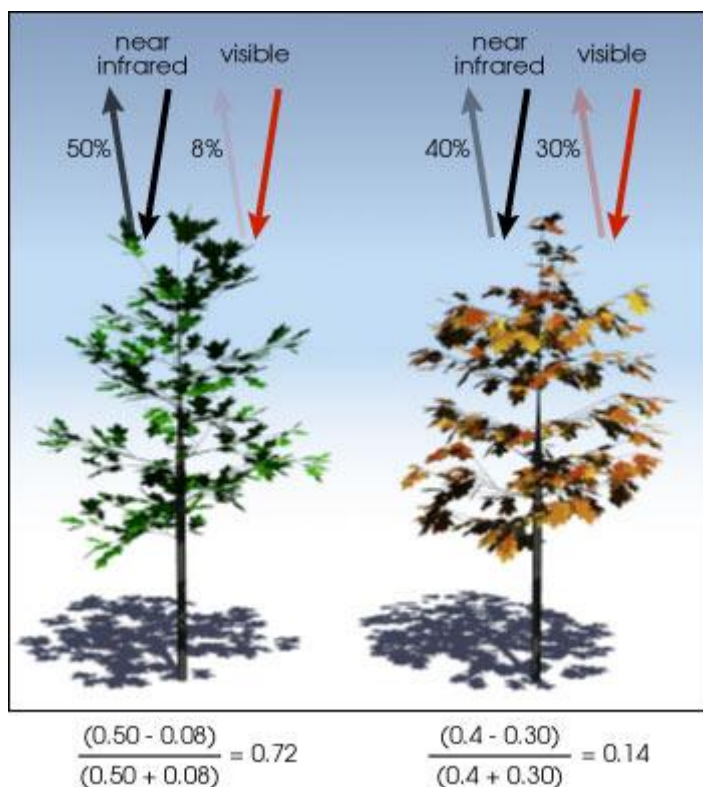
Ο δείκτης υπολογίζει την έκταση των χώρων πρασίνου (δημόσια πάρκα, άλση, χώροι αναψυχής, κλπ.) και υπολογίζεται από το Δείκτη Βλάστησης Κανονικοποιημένης Διαφοράς (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI). Ο NDVI υπολογίζεται από τον Τύπο 6.2:

$$NDVI = \frac{(NIR - VIS)}{(NIR + VIS)} \quad (6-2)$$

Όπου VIS (Visible) και NIR (Near Infra Red) είναι μετρήσεις ανακλάσεων του ερυθρού (ορατού) και του υπέρυθρου (μη ορατού) αντίστοιχα φάσματος.

Οι τιμές του NDVI κυμαίνονται από -1 έως +1. Βλάστηση, που δεν είναι πράσινη δίνει τιμές κοντά στο 0. Το μηδέν δείχνει έλλειψη πράσινου, ενώ τιμές κοντά στο +1 (δηλαδή: 0.8-0,9) δείχνουν την μέγιστη δυνατή κάλυψη με πράσινο.

Το NDVI υπολογίζεται από το ορατό και κοντά στο υπέρυθρο φως το οποίο ανακλάται από τη βλάστηση. Όπως φαίνεται και στη Εικόνα 6.3 έχουμε δύο διαφορετικές τιμές του NDVI, 0,72 και 0,14. Για τιμές NIR στο 0,5 και 0,4 και VIS στο 0,08 και 0,30 αντίστοιχα. Η μελέτη της βλάστησης μέσω δεικτών βλάστησης, έχει να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της κάλυψης βλάστησης. Όταν η βλάστηση είναι πυκνή, όπου τα φυτά καλύπτουν το έδαφος



Εικόνα 6.3 Ανακλάσεις Ορατού και Υπέρυθρου Φωτός
(Πηγή: NASA Earth Observatory)

από την κάτοψη, το φασματικό καταγεγραμμένο σήμα προέρχεται από την ενέργεια, που αντανακλάται από το επάνω μέρος των θόλων των φυτών. Ωστόσο, στις περιπτώσεις όπου η κάλυψη βλάστησης δεν είναι πλήρης, οτιδήποτε υπάρχει κάτω από τα φυτά, είτε είναι το έδαφος, είτε άλλο είδος βλάστησης, συμβάλλουν στην φασματική ανάκλαση, που καταγράφεται από τον αισθητήρα. Στις περιπτώσεις αυτές το ποσοστό του καταγεγραμμένου σήματος, που προέρχεται από τη βλάστηση είναι ίσο με το ποσοστό της κάλυψης βλάστησης. Για παράδειγμα, αν η κάλυψη είναι 60%, τότε το 60% του σήματος είναι ενέργεια, που αντανακλάται από τη βλάστηση ενώ το υπόλοιπο 40% είναι από ότι δεν καλύπτεται από τον θόλο των φυτών.

Αν στο υπόβαθρο βρίσκεται ένα άλλο είδος βλάστησης, το συνολικό σήμα διατηρεί την τυπική υπογραφή της βλάστησης, αλλά μεταφέρει και πληροφορίες σχετικά και με τους δύο τύπους βλάστησης. Στην περίπτωση, που το γυμνό έδαφος επηρεάζει το ανακλώμενο σήμα, τότε το σήμα είναι ένα μίγμα του σήματος βλάστησης και εδάφους, τα οποία είναι πολύ διαφορετικά.

Στην Εικόνα 6.4 υπολογίστηκε ο δείκτης NDVI, από δορυφορικές λήψεις. Εμφανίζεται μια περιοχή της βορειοδυτικής Πελοποννήσου, που λήφθηκε από τον δορυφόρο LANDSAT TM με 30 μέτρα χωρική διακριτική ικανότητα.



Εικόνα 6.4 Δορυφορική Εικόνα Πραγματικών Χρωμάτων, Ψευδών (Κόκκινο Πράσινο) και NDVI Αγρών (πηγή: NASA)

Η αριστερή φωτογραφία είναι μια εικόνα πραγματικών χρωμάτων (το κόκκινο είναι το κόκκινο φάσμα, το πράσινο είναι το πράσινο φάσμα και το μπλε είναι το μπλε φάσμα). Τα αγροτικά τμήματα, που έχουν καλλιέργειες εμφανίζονται ως πράσινα. Οι διαφορετικές αποχρώσεις του πράσινου σε διάφορα χωράφια, αντιπροσωπεύουν διάφορες καλλιέργειες ή τις ίδιες καλλιέργειες, αλλά σε διαφορετικό στάδιο ανάπτυξης. Το γυμνό έδαφος είναι καστανό.

Η μεσαία φωτογραφία είναι μια εικόνα ψευδών χρωμάτων (το κόκκινο είναι το κοντινό υπέρυθρο φάσμα, το πράσινο είναι το κόκκινο φάσμα και το μπλε είναι το πράσινο φάσμα). Εδώ, οι υψηλές τιμές στο κοντινό υπέρυθρο αντιπροσωπεύουν τη βλάστηση, η οποία εμφανίζεται κόκκινη. Το γυμνό έδαφος φαίνεται κυανό, επειδή δεν υπάρχει βλάστηση για να αυξηθεί το κόκκινο χρώμα (κοντινό υπέρυθρο) στην φωτογραφία.

Η Τρίτη φωτογραφία (δεξιά) είναι το NDVI για κάθε pixel της εικόνας. Τα σκούρα pixel έχουν χαμηλό, τα λευκά pixel υψηλό και τα γκρι pixel ενδιάμεσες τιμές του NDVI. (<http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c01-s03.gr.html>).

6.1.3.2 Δείκτης Βιοποικιλότητας

Η **βιοποικιλότητα** δηλαδή η ποικιλία οικοσυστημάτων, ειδών και γονιδίων αποτελεί το φυσικό κεφάλαιο του πλανήτη μας. Είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη αειφόρο ανάπτυξη, αφού παρέχει ζωτικής σημασίας αγαθά και υπηρεσίες, όπως είναι τα τρόφιμα, η δέσμευση του άνθρακα και η ρύθμιση των νερών, που αποτελούν τη σπονδυλική στήλη της οικονομικής ευμάρειας, της κοινωνικής ευημερίας και της ποιότητας ζωής. Σε συνδυασμό με την αλλαγή του κλίματος, η απώλεια βιοποικιλότητας συνιστά την κρισιμότερη παγκόσμια περιβαλλοντική απειλή και συνεπάγεται σημαντικές απώλειες από οικονομικής πλευράς και από πλευράς ευμάρειας.

Αναγνωρίζοντάς την ως μια βασική περιβαλλοντική προτεραιότητα, η ΕΕ καθόρισε – για την ίδια – το στόχο της ανάσχεσης της απώλειας βιοποικιλότητας στην επικράτειά της και

της σημαντικής μείωσης της απώλειας βιοποικιλότητας παγκοσμίως. Αυτός ήταν ο κυριότερος καταλύτης για την ανάπτυξη ενός Σχεδίου Δράσης για τη Βιοποικιλότητα (ΣΔΒ) της ΕΕ, και για την αναβάθμιση των προσπάθειών πλήρους εφαρμογής των οδηγιών της ΕΕ για τα πτηνά και για τα ενδαιπήματα (οικοτόπους), που από κοινού, αποτελούν τη σπονδυλική στήλη της νομοθεσίας της ένωσης για τη διατήρηση της φύσης. Οι δείκτες βιοποικιλότητας συμβάλλουν στη σύνοψη των σύνθετων επιστημονικών Στοιχείων Δεδομένου ότι είναι αδύνατη η μέτρηση όλων των πτυχών της βιοποικιλότητας, πολλές φορές χρησιμοποιούνται δείκτες. Αυτοί συμβάλλουν στο συνοπτικό συνδυασμό σύνθετων και συχνά ασύνδετων ομάδων επιστημονικών στοιχείων κατά τρόπο απλό και κατανοητό.

Οι δείκτες βιοποικιλότητας προσφέρουν ένα γρήγορο και εύχρηστο εργαλείο για την προβολή σημαντικών μηνυμάτων και για την παρουσίαση των γενικότερων τάσεων της κατάστασης της βιοποικιλότητας. Αποτελούν, επίσης, αναπόσπαστο τμήμα της διαδικασίας λήψης αποφάσεων.

Δημιουργώντας μια συνολική δέσμη στοιχείων και αριθμητικών δεδομένων διαφόρων συνιστωσών της βιοποικιλότητας και των οικοσυστημάτων στην ΕΕ, οι δείκτες βιοποικιλότητας όχι μόνο συμβάλλουν στην εκτίμηση των επιπτώσεων συγκεκριμένων πολιτικών και δράσεων της ΕΕ για τη βιοποικιλότητα της Ευρώπης, αλλά παρέχουν και ενδείξεις για το πώς μπορούν οι εν λόγω πολιτικές να προσαρμοστούν και να βελτιωθούν, ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες της βιοποικιλότητας ([http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity_indic/biodiversity_indicators _el.pdf](http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity_indic/biodiversity_indicators_el.pdf)).

Ορισμένοι ειδικοί Ευρωπαϊκοί δείκτες βιοποικιλότητας είναι:

- Θαλάσσιος τροφικός δείκτης των ευρωπαϊκών θαλασσών.
- Επίπεδα θρεπτικών συστατικών σε, παράκτια και θαλάσσια ύδατα.
- Κατάσταση των ευρωπαϊκών αποθεμάτων αλιεύσιμων ψαριών.
- Κατακερματισμός ποτάμιων συστημάτων.
- Κάλυψη εθνικά χαρακτηρισμένων προστατευόμενων περιοχών.
- Αφθονία και εξάπλωση επιλεγμένων ειδών.
- Αλλαγή της κατάστασης ειδών, που απειλούνται με εξαφάνιση.
- Αλλαγή στην κατάσταση προστατευόμενων ειδών.
- Τάσεις στην κάλυψη των οικοσυστημάτων.
- Κατακερματισμός φυσικών και ημι-φυσικών περιοχών.

Ο δείκτης βιοποικιλότητας για την Ελλάδα σύμφωνα με μελέτη του ΥΠΕΧΩΔΕ αποτυπώνει το εύρος με ένα βαθμό από το 0 στο 1. Χαμηλές τιμές αντιστοιχούν σε μικρή αφθονία ειδών και μεγάλες τιμές αντιστοιχούν σε σημαντική αφθονία των ειδών. Η τιμή

για τη χώρα μας είναι 0,55 ενώ για την ΕΕ η ελαχίστη είναι 0,28 η μέση 0,43 και η μέγιστη 0,59. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2007).

6.1.3.3 Δείκτης Ακεραιότητας του Οικοσυστήματος

Ένα οικοσύστημα είναι μια πολύπλοκη σύνθεση των φυσικών, χημικών και βιολογικών συστατικών. Αυτό το σύνθετο σύστημα παραμένει σε υγιή κατάσταση, εφόσον μπορεί να διατηρήσει την οικολογική ισορροπία μεταξύ των διαφόρων συνιστωσών του. Οι ανθρωπογενείς διαταραχές είναι οι πρωταρχικοί παράγοντες, που επηρεάζουν αυτή την ισορροπία μέσα από τον κατακερματισμό, την ευαισθησία των οικοσυστημάτων και τη διατάραξη της συνδεσιμότητας του τοπίου και της οικολογικής ακεραιότητας. Καθώς οι διάφοροι τύποι οικοσυστημάτων είναι διασυνδεδεμένα, απαιτούνται κριτήρια αξιολόγησης και ολοκληρωμένη παρακολούθηση για τη μέτρηση της ακεραιότητας τους. Ένας δείκτης οικολογικής ακεραιότητας μπορεί να είναι μια κατάλληλη προσέγγιση για την αιεφόρο διαχείριση του οικοσυστήματος της περιοχής. Ως εκ τούτου, έχουμε το δείκτη ακεραιότητας του οικοσυστήματος όπως στον Πίνακα 6.8:

Πίνακας 6.8 Δείκτης Οικολογικής Ακεραιότητας

A/A	Χαρακτηριστικά οικολογικής ακεραιότητας	Βαθμολογία
1	Πολύ Κατακερματισμένη	5
2	Κατακερματισμένη	4
3	Μέτρια κατακερματισμένη	3
4	Ελαφρώς κατακερματισμένη	2
5	Ακεραία	1

6.1.4 Υδάτινο Περιβάλλον

6.1.4.1 Δείκτης Ποιότητας Νερού

Οι επιπτώσεις όλων των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στο κλίμα της γης έχει αναγνωρισθεί ως η μεγαλύτερη παγκόσμια πρόκληση συμπεριλαμβάνοντας όλη τη διεθνή κοινότητα. Η εξομάλυνση των επιπτώσεων αυτού του φαινομένου απαιτεί την ανταπόκριση των κυβερνήσεων, των οικονομικών κλάδων-τομέων και τη σύσσωμη συνεργασία των κοινωνικών πρωταγωνιστών.

Κατ' αναλογία οι διάφορες περιοχές του κόσμου αντιμετωπίζουν διαφορετικής έντασης και ποιότητας προβλήματα, που σχετίζονται με ατυχήματα, χρήση και έλεγχο των υδατικών πόρων και θέτουν σε κίνδυνο την αιεφόρο διαχείριση αυτών ιδιαίτερα των επιφανειακών, είναι ένα ζήτημα κρίσιμης σημασίας. Οι ανθρωπίνες δραστηριότητες καθώς και οι φυσικές διεργασίες, που πραγματοποιούνται στη φύση συντείνουν στην υποβάθμιση των υδάτων και στη σταδιακή μείωση της ικανότητας τους να καλύπτουν τις

ανάγκες του ανθρώπου, να αρδεύουν τις διάφορες καλλιέργειες να ικανοποιούν τις ανάγκες αναψυχής κλπ.

Η διατήρηση και η αξιολόγηση της ποιότητας του νερού είναι διαδικασίες ιδιαίτερης σημασίας για τις σύγχρονες κοινωνίες. Οι πρώτες και πιο απλές μέθοδοι, που χρησιμοποιήθηκαν ήταν καθαρά υποκειμενικές (π.χ. αν το νερό δείχνει καθαρό ή αν έχει οσμή κ.α). Τέτοιου είδους εκτιμήσεις της ποιότητας των υδάτων μπορεί να είναι επαρκείς για συγκεκριμένη χρήση τους, στις περισσότερες περιπτώσεις το νερό ως άριστος διαλύτης για τις πιο πολλές ουσίες και λόγω του γεγονότος ότι εμπειρέχει πάσης φύσεως συστατικά οδήγησε στην απαίτηση πολύ εξειδικευμένων και λεπτομερέστατων μεθόδων αξιολόγησης τους. Οι περισσότερες από αυτές αφορούν αναλυτικές υδροχημικές τεχνικές αξιολόγησης. Κάθε χημική παράμετρος είναι ιδιαίτερης σημασίας για τον καθορισμό της ποιότητας του νερού, παρόλα αυτά υπάρχουν χιλιάδες βιοχημικοί μολυντές ή ρυπαντές και μόνον ένας μικρός αριθμός αυτών είναι δυνατόν να προσδιοριστεί σε κάθε δείγμα ανάλογα και με τις χωρικές και καιρικές διαφοροποιήσεις, που λήφθηκαν δείγματα. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η χρήση αξιόπιστων και συστηματικών προγραμμάτων παρακολούθησης καθώς και αντιπροσωπευτικές και αξιόπιστες μέθοδοι αξιολόγησης.

Ο δείκτης ποιότητας νερού (Water Quality Index, WQI) θεωρείται ότι μπορεί να αποτελέσει ένα εργαλείο μέσω του οποίου αναπτύσσονται κριτήρια κατηγοριοποίησης των επιφανειακών υδάτων. Ο δείκτης αυτός αποτελεί ένα μαθηματικό εργαλείο, που χρησιμοποιείται για τη μετατροπή πληθώρας ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών του νερού σε μοναδικούς αριθμούς, που αντιπροσωπεύουν το επίπεδο ποιότητάς του. Ο καθορισμός του δείκτη αυτού απαιτεί ένα βήμα κανονικοποίησης δηλαδή μετατροπής όλων των παραμέτρων σε κλίμακα από το μηδέν έως το εκατό (με το 100 να αποτελεί την μέγιστη τιμή). Το επόμενο βήμα, για την εφαρμογή του δείκτη είναι ο καθορισμός συντελεστών στάθμισης, που αντιστοιχούν στη σημαντικότητα της κάθε παραμέτρου με την ποιότητα νερού.

Για τον υπολογισμό του δείκτη ποιότητας νερού χρησιμοποιείται ο τύπος 6-3:

$$WQI = k \frac{\sum CiPi}{\sum Pi} \quad (6-3)$$

όπου η σταθερά **k** είναι μια υποκειμενική παράμετρος, με μέγιστη τιμή τη μονάδα για εμφανή καλή ποιότητα υδάτων και ελάχιστη τιμή το 0,25 για εμφανή προβλήματα υποβαθμισμένης ποιότητας υδάτων. **C_i** είναι η κανονική τιμή της μεταβλητής **P_i** η σχετική βαρύτητα, που δίνεται για κάθε μεταβλητή. Στη μελέτη αυτή όπως και σε πολλές άλλες περιπτώσεις η υποκειμενική σταθερά **k** δεν εισάγεται στην εξίσωση γιατί συχνά οδηγεί σε υπερεκτίμηση της ρύπανσης λόγω της ιδιότητας της να σταθμίζει την οπτική εντύπωση

του παρατηρητή γεγονός, που συχνά δεν συσχετίζεται με την εργαστηριακά καταγεγραμμένη ρύπανση. Αναφορικά με την παράμετρο P_i η μέγιστη τιμή 4 αποδόθηκε για τις μεταβλητές με τη μεγαλύτερη σημασία για την υδρόβια ζωή όπως π.χ. το διαλυμένο οξυγόνο (DO: Dissolved Oxygen) και τα συνολικά αιωρούμενα σωματίδια (TSS: Total Suspended Solids) και η τιμή δύο για μεταβλητές με μικρή σχετικά σημασία όπως π.χ. το NO_2 , διοξείδιο του αζώτου, Πίνακας 6.9. (Γεωργαράκος, 2009)

Πίνακας 6.9 Τιμές της Παραμέτρου P_i για τις Διάφορες Μεταβλητές

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	P_i
DO, Dissolved Oxygen, Διαλυμένο Οξυγόνο	4
TSS, Total Suspended Solids, Συνολικά Αιωρούμενα Σωματίδια	4
BOD, Biochemical Oxygen Demand, Βιοχημική Ανάγκη Οξυγόνου	3
NH_3 , Ammonia, Αμμωνία	3
NO_2 , Nitrogen Dioxide, Διοξείδιο του Αζώτου	2
NO_3^- Nitrate Ion, Νιτρική ρίζα	2
COD, Chemical Oxygen Demand, Χημική Ανάγκη Οξυγόνου	3

Όταν οι τιμές του δείκτη ποιότητας νερού κυμαίνονται από 0-100 τότε η κατάσταση του νερού χαρακτηρίζεται σύμφωνα με τον πίνακα 6.10:

Πίνακας 6.10 Ποιότητα Νερού

Δείκτης	Ποιότητα του Νερού
0-25	Πολύ κακή
26-50	Κακή
51-70	Μέτρια
71-90	Καλή
91-100	Εξαιρετική

6.1.4.2 Δείκτης Ευτροφισμού

Ο **ευτροφισμός** είναι περιβαλλοντικό πρόβλημα, που παρουσιάζεται σε λίμνες ή κλειστούς αβαθείς κόλπους κάτω από ορισμένες συνθήκες. Στην ουσία δημιουργείται υπέρμετρη αύξηση της συγκέντρωσης θρεπτικών στοιχείων, που προκαλείται από τον εμπλουτισμό των υδάτων με απορροές θρεπτικών στοιχείων (νιτρικά και φωσφορικά ιόντα από λιπάσματα και απορρυπαντικά). Τα βακτήρια και τα φύκη ή άλγες (algae)¹⁰ αυξάνονται σε αριθμό τόσο, που σχηματίζουν επικάλυμμα στις υδάτινες επιφάνειες, προκαλώντας σκίαση στο νερό κάτω από την επιφάνεια. Χωρίς φως, οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί στον πυθμένα πεθαίνουν, προσφέροντας ακόμη μεγαλύτερη ποσότητα τροφής σε άλλα βακτήρια, που συνεχίζουν να αναπτύσσονται. Καθώς ο αριθμός των βακτηρίων αυξάνεται, η κατανάλωση του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου (O₂) αυξάνεται δραματικά, ενώ η παραγωγή ελαττώνεται, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει οξυγόνο για τους μη φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, όπως, π.χ. τα ψάρια. Τα ψάρια είναι οι πρώτοι οργανισμοί, που πεθαίνουν, ενώ ακολουθούν και τα βακτήρια δημιουργώντας ένα νεκρό οικοσύστημα. Αποτέλεσμα του ευτροφισμού είναι η πτώση της ποιότητας του νερού, η μεταβολή της χλωρίδας και πανίδας των νερών, η μείωση της αισθητικής αξίας του περιβάλλοντος καθώς και οι περιορισμένες δυνατότητες για αναψυχή (<http://el.wikipedia.org/ευτροφισμός>).

Υπάρχουν διάφοροι δείκτες ευτροφισμού:

- Διαλυμένου οξυγόνου (O₂).
- Συγκεντρώσεις αλάτων φωσφόρου (P).
- Συγκεντρώσεις Αζώτου (N).
- Συγκέντρωσης χλωροφύλλης-α.
- Δομή και διαδοχή των φυτοπλαγκτονικών πληθυσμών.

Παρακάτω θα αναφερθούμε στους δύο πρώτους δείκτες.

Ο δείκτης Διαλυμένου οξυγόνου (O₂) μετρούμενος σε mg/L είναι ένας τρόπος μέτρησης του φαινομένου του ευτροφισμού που επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην ισορροπία των υδατικών πόρων και οικοσυστημάτων. Υψηλές τιμές του επιπέδου συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου αντιστοιχούν σε χαμηλά επίπεδα ευτροφισμού και αντίστροφα. Η μέση τιμή για την Ελλάδα είναι 11,3 mg/L ενώ για την ΕΕ είναι η ελαχίστη 3,86, η μέση 9,75 και η μέγιστη 13,76. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2007).

¹⁰ Τα **φύκη** (στα λατινικά *algae*; στον ενικό το **φύκος** (*alga*), επωνομάζονται λανθασμένα και **άλγες** από τα λατινικά) χαρακτηρίζονται συλλογικά από πολλές ταξινομικές ομάδες φωτοσυνθετικών οργανισμών, που δεν ανήκουν στο αυστηρώς ορισμένο βασίλειο των Φυτών (*Plantae sensu stricto* ή Μετάφυτα ή Εμβρυόφυτα). Τα φύκη είναι μια πολυφυλετική κατηγορία οργανισμών, δηλαδή αποτελείται από ταξινομικές ομάδες, που δεν είναι άμεσα συγγενικές μεταξύ τους αφού ανήκουν σε διαφορετικά βασίλεια και συνομοταξίες.

Ο δείκτης συγκέντρωσης αλάτων φωσφόρου (P) μετρούμενος σε mgr/L είναι ένας τρόπος μέτρησης του φαινομένου του ευτροφισμού που επηρεάζει την υγεία των υδατικών πόρων. Υψηλές τιμές του επιπέδου συγκέντρωσης των αλάτων φωσφόρου αντιστοιχούν σε υψηλά επίπεδα ευτροφισμού και αντίστροφα. Η μέση τιμή για την Ελλάδα είναι 0,39 mgr/L ενώ για την ΕΕ είναι η ελαχίστη 0 η μέση 0,17 και η μέγιστη 0,41 mgr/L Το όριο των σχετικών οδηγιών της ΕΕ περί ευτροφισμού είναι 0,125 mgr/L. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2007).

6.1.4.3 Δείκτης Επικινδυνότητας Ιζήματος Βαρέων Μετάλλων

Με την ανάπτυξη και την φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού του ανθρώπου συνδέονται τα βαρέα μέταλλα (όπως: **Mo**, Μολυβδαίνιο, **Mn**, Μαγγάνιο, **Cu**, Χαλκό, **Co**, Κοβάλτιο, **Zn**, Ψευδάργυρο). Όταν οι συγκεντρώσεις τους είναι υψηλές τότε γίνονται τοξικά. Ορισμένα βαρέα μέταλλα όπως το **Cd**, Κάδμιο ο **Pb**, Μόλυβδος και ο **Hg**, Υδράργυρος είναι πολύ τοξικά, ακόμα και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις στους ιστούς, όταν ο άνθρωπος εκτίθεται σε αυτά για μεγάλες χρονικές περιόδους.

Ο άνθρωπος καταναλώνει μέταλλα μέσω της τροφής και του πόσιμου νερού. Βαρέα μέταλλα είναι αυτά με ατομικούς αριθμούς 22-34 και 40-52. Τα ιζήματα είναι συνήθως μίγματα διαφόρων συστατικών, συμπεριλαμβανομένων διαφόρων μεταλλικών στοιχείων και οργανικού υλικού. Ο όρος ίζημα περιγράφει τόσο τον ένα και μοναδικό κόκκο, που καθιζάνει στην υδάτινη στήλη, όσο και την απόθεση, που σχηματίζεται από τη συσσώρευση πολλών κόκκων και η οποία συμπεριφέρεται ως μια ενιαία μάζα. Τα ιζήματα με βάση την προέλευση τους διακρίνονται σε λιθογενή, βιογενή, υδρογενή και κοσμογενή.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες αποτελούν μια σημαντική πηγή εισόδου μετάλλων στο θαλάσσιο περιβάλλον. Τα μέταλλα, που εισέρχονται στο θαλάσσιο περιβάλλον γίνονται στοιχεία του συστήματος και οι διαδικασίες κατανομής τους ελέγχονται από δυναμικές βιοχημικές αλληλεπιδράσεις και ισοροπίες.

Οι εισερχόμενοι στο θαλάσσιο περιβάλλον ανόργανοι κόκκοι προέρχονται κατά κύριο λόγο από τη φυσική και χημική αποσάθρωση των πετρωμάτων της χέρσου. Οι διεργασία ρόφησης των μετάλλων από την οργανική ύλη είναι μια διεργασία ελεγχόμενη από την τιμή του **pH** (Potential Hydrogen), συγκέντρωση των κατιόντων υδροξωνίου H_3O^+ σε ένα υδάτινο διάλυμα). Διαπιστώθηκε ότι ο μόλυβδος ροφάται στην οργανική ύλη σε μεγαλύτερες ποσότητες όταν οι τιμές του pH είναι υψηλές και αντίστροφα στις χαμηλές.

Σε συνθήκες περιβάλλοντος το πιο σημαντικό βιολογικά μέρος του ιζήματος είναι το επιφανειακό στρώμα, που επικρατούν οξειδωτικές συνθήκες, και στο οποίο διαβιούν και τρέφονται πολλοί βενθικοί οργανισμοί, παρά το υποκείμενο ανοξικό στρώμα, όπου επικρατούν οι θειούχες ενώσεις.

Η ποσοτικοποίηση του βαθμού ρύπανσης των ιζημάτων του πυθμένα από βαρέα μέταλλα είναι δυνατόν να επιτευχθεί με σύγκριση των συγκεντρώσεων τους (**C**, concentration) στα ρυπασμένα θαλάσσια ιζήματα, έναντι των φυσικών συγκεντρώσεων τους (**Cb**) στα μη ρυπασμένα θαλάσσια ιζήματα. Οι τελευταίες καλούνται συνήθως Συγκεντρώσεις Υποβάθρου (**Cb**, Concentration background).

Ένας ακριβής τρόπος προσδιορισμού της ρύπανσης είναι η Φασματική Χημική Ανάλυση, με την οποία επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των μετάλλων στις διάφορες χημικές φάσεις του ιζήματος.

Οι δείκτες ρύπανσης είναι απλές μαθηματικές σχέσεις, που βασίζονται στο λόγο συγκέντρωσης μετάλλου προς συγκέντρωση υποβάθρου (**C/Cb**), με σκοπό την ποσοτικοποίηση της επιβάρυνσης των θαλασσιών ιζημάτων από βαρέα μέταλλα.

6.1.4.3.1 Δείκτης Γεωσυσσώρευσης, Igeo

Ο δείκτης γεωσυσσώρευσης υπολογίζεται από τον τύπο 6-4:

$$I_{geo} = \log_2 \frac{C_n}{1,5 * B_n} \quad (6-4)$$

Όπου **C_n** είναι η συγκέντρωση του μετάλλου στο λεπτόκοκκο κλάσμα (< 2μm) των ιζημάτων και **B_n** η συγκέντρωση του ίδιου μετάλλου στους τυπικούς σχιστόλιθους ή σε μη ρυπασμένο ίζημα, το 1,5 είναι ο σταθερός όρος, που χρησιμοποιείται για ελαχιστοποίηση των επιδράσεων από την κοκκομετρική σύσταση του ιζήματος.

Ο δείκτης γεωσυσσώρευσης ταξινομείται σε 7 τάξεις μεγέθους, η υψηλότερη των οποίων (τάξη 6) αντιπροσωπεύει 96 φορές εμπλουτισμό του συγκεκριμένου μετάλλου έναντι της συγκέντρωσης υποβάθρου του.

Στον Πίνακα 6.6 παρουσιάζεται ο βαθμός ρύπανσης ιζημάτων σύμφωνα με την Igeo-τάξη.

Πίνακας 6.6 Βαθμός Ρύπανσης Ιζημάτων Σύμφωνα με την Igeo-Τάξη

Igeo	Igeo - Τάξη	Cn/Bn	Βαθμός Επιβάρυνσης
>5	6	96	Ρυπασμένη Περιοχή
4-5	5	48	Έντονα Επιβαρυμένη έως Ρυπασμένη
3-4	4	24	Έντονα Επιβαρυμένη
2-3	3	12	Ελαφρά έως Έντονα Επιβαρυμένη
1-2	2	6	Ελαφρά Επιβαρυμένη
0-1	1	3	Μη Επιβαρυμένη έως Ελαφρά Επιβαρυμένη
<0	0	1,5	Μη Επιβαρυμένη Περιοχή

6.1.4.3.2 Δείκτης Φορτίου Ρύπανσης

Για τον καθορισμό του επιπέδου ρύπανσης από βαρέα μέταλλα κυρίως σε ιζήματα ποταμών, κόλπων, λιμένων κλπ, καθορίστηκε ο δείκτης φορτίου ρύπανσης (Pollution Loading Index, PLI).

Ο υπολογισμός του ακολουθεί τα παρακάτω στάδια:

Υπολογισμός του Παράγοντα Ρύπανσης **CF**, (Contamination Factor) για κάθε μέταλλο και σε κάθε θέση δειγματοληψίας, (Τύπος 6-5).

$$CF = \frac{CM}{CMb} \quad (6-5)$$

Όπου **CM** συγκέντρωση μετάλλου στα υπό μελέτη ιζήματα και **CMb** η συγκέντρωση υποβάθρου του αντίστοιχου μετάλλου.

Υπολογισμός της συνολικής επιβάρυνσης για όλα τα βαρέα μέταλλα στη συγκεκριμένη θέση δειγματοληψίας, (Τύπος 6-6).

$$PLI = \frac{(CF1 \times CF2 \times CF3 \times \dots \times CFk)}{k} \quad (6-6)$$

Όπου, **k** ο αριθμός των μετάλλων των οποίων οι συγκεντρώσεις έχουν μετρηθεί σε κάθε θέση δειγματοληψίας και **CF_k** παράγων ρύπανσης του k-οστού μετάλλου στη συγκεκριμένη θέση δειγματοληψίας.

Οι θέσεις δειγματοληψίας, που παρουσιάζουν παρόμοιο PLI-θέσης, ομαδοποιούνται σε ζώνες και υπολογίζεται ο δείκτης φορτίου ρύπανσης PLI για κάθε ζώνη, (Τύπος 6-7).

$$PLI_{ζώνης} = \frac{(PLI1 \times PLI2 \times PLI3 \times \dots \times PLIm)}{m} \quad (6-7)$$

Όπου, **m** ο αριθμός των θέσεων δειγματοληψίας, που συγκροτούν την συγκεκριμένη ζώνη και **PLIm** παράγων ρύπανσης της m-οστής θέσης δειγματοληψίας.

Ο υπολογισμός του γενικού δείκτη φορτίου ρύπανσης για το υπό μελέτη περιβάλλον (θαλάσσιος κόλπος, λιμάνι, λίμνη κλπ) σύμφωνα με τους επί μέρους δείκτες ζωνών υπολογίζεται από τον Τύπο 6-8.

$$PLI_{περιβάλλοντος} = \frac{(PLI1 \times PLI2 \times PLI3 \times \dots \times PLIn)}{n} \quad (6-8)$$

Όπου, **n** ο αριθμός των ζωνών δειγματοληψίας, που συγκροτούν το συγκεκριμένο περιβάλλον και PLIn παράγων ρύπανσης της n-οστής ζώνης (Γκαραγκούνη, 2005).

Στον Πίνακα 6.11 καταγράφονται οι τιμές του δείκτη φορτίου ρύπανσης.

Πίνακας 6.11 Δείκτης Φορτίου Ρύπανσης

Περιγραφή ρύπανσης	Τιμές του δείκτη
Έντονα Ρυπασμένη	5
Ρυπασμένη	4
Μέτρια Ρυπασμένη	3
Ελαφρά Ρυπασμένη	2
Μη Ρυπασμένη Περιοχή	1

6.2 Οικονομική Αποδοτικότητα

6.2.1 Απόδοση Παραγωγής

6.2.1.1 Δείκτης Αποδοτικότητας των Υπηρεσιών του Λιμένα

Μια επιχείρηση, μια περιφέρεια, ένας κλάδος ένα λιμάνι ή ακόμα και μια χώρα για να είναι κερδοφόρα και κατ' επέκταση βιώσιμη στον κλάδο της θα πρέπει να λειτουργεί αποδοτικά ή όπως αναφέρεται σε οικονομικούς όρους, να είναι αποδοτική.

Η λιμενική πολιτική και ο σχεδιασμός πρέπει να επικεντρώνεται σε συγκεκριμένα θέματα, που απασχολούν το σχεδιασμό και την ανάπτυξη των λιμένων και της λιμενικής πολιτικής. Έμφαση πρέπει να δίνεται στην (αναδι)οργάνωση ενός λιμενικού συστήματος και τα ιδιαίτερα στοιχεία της (όπως ανάπτυξη, χρηματοδότηση και χρέωση σχεδιασμού λιμενικής υποδομής και παροχής λιμενικών υπηρεσιών) και τις οικονομικές επιπτώσεις της, στις στρατηγικές επέκτασης λιμένων στο χώρο και διασύνδεσής τους με ολοκληρωμένες αλυσίδες πολυτροπικών μεταφορών και τον ρόλο, που διαδραματίζουν οι εμπλεκόμενοι παράγοντες (λιμενικές αρχές, χρήστες λιμένων, πάροχοι λιμενικών υπηρεσιών), στους δείκτες μέτρησης της απόδοσης, και δείκτες μέτρησης αποτελεσματικότητας των λιμένων, στις παραχωρήσεις τερματικών σταθμών λιμένων και τα εμπόδια εισόδου στην λιμενική βιομηχανία, στην εθνική λιμενική πολιτική, και τέλος, στις πρόσφατες εξελίξεις της Ευρωπαϊκής λιμενικής πολιτικής, ασφάλεια των λιμένων και τη περιβαλλοντική προστασία.

Η εκτίμηση της αποδοτικότητας αποτελεί ένα μέτρο, που υιοθετείται όλο και πιο συχνά από διάφορους τομείς, αφού βρίσκει μεγάλο πεδίο εφαρμογής. Η μέτρηση όμως της αποδοτικότητας απαιτεί να γνωρίζουμε το όριο της τεχνολογίας παραγωγής ως προς το οποίο γίνονται οι μετρήσεις αυτές. Έτσι πρώτιστος στόχος, στην εφαρμοσμένη έρευνα μέτρησης της αποδοτικότητας, είναι ο προσδιορισμός του εν δυνάμει ορίου της

τεχνολογίας παραγωγής. Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλοί και διάφοροι μέθοδοι για την εκτίμηση του ορίου παραγωγικών δυνατοτήτων.

Οι δυο πιο βασικοί μέθοδοι είναι:

Η παραμετρική προσέγγιση, η οποία χρησιμοποιεί οικονομετρικές τεχνικές για την εκτίμηση του ορίου της τεχνολογίας παραγωγής, (stochastic frontier).

Η μη παραμετρική προσέγγιση, που χρησιμοποιεί τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για τον προσδιορισμό του ορίου αυτού, (Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων, Data Envelopment Analysis – DEA).

Και οι δυο τεχνικές χρησιμοποιούν ένα σύνορο (frontier) μέγιστης δυνατής παραγωγής για να περιγράψουν όλους τους δυνητικά αποδοτικούς συνδυασμούς εκροών, που μπορεί μια μονάδα να παράγει σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Οι διαφορές ανάμεσα στις δυο κατηγορίες αφορούν κυρίως τις υποθέσεις, που υιοθετούνται για την εκτίμηση του τεχνολογικού ορίου παραγωγής και την ύπαρξη τυχαίου σφάλματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι η χρήση διαφορετικών μεθόδων οδηγεί και σε διαφορές στη μέτρηση της αποδοτικότητας.

Τα αποτελέσματα της μέτρησης της αποδοτικότητας με τη χρήση της τεχνικής DEA έδειξαν ότι οι λιμενικές αρχές, που είχαν εφαρμόσει κάποιο από τα πιο γνωστά πρότυπα ποιότητας ήταν πιο αποδοτικές, αντίθετα με τις λιμενικές αρχές, που δεν είχαν εφαρμόσει κάποιο σύστημα ποιότητας. (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμου Χερσονήσου 2011–2014).

- Αποτελεσματικότητα. Η γενική μορφή των δεικτών αποτελεσματικότητας είναι: (Πραγματοποιηθέντα μεγέθη εκροών ή αποτελεσμάτων) προς (Προγραμματισθέντα μεγέθη εκροών ή αποτελεσμάτων). Οι τιμές που λαμβάνει ο δείκτης αποτελεσματικότητας είναι από 0 έως 1. Το 0 αντιστοιχεί στην χειρότερη κατάσταση, ενώ το 1 στην άριστη, όπου όλα τα προγραμματισθέντα μεγέθη εκροών ή αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκαν.

- Αποδοτικότητα. Η γενική μορφή των δεικτών αποδοτικότητας ομοίως είναι: (Πραγματοποιηθέντα μεγέθη εκροών ή αποτελεσμάτων) προς (Κόστος, Πόροι ή Χρόνος που δαπανήθηκαν για την παραγωγή των εκροών ή των αποτελεσμάτων). Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας θα θεωρήσουμε τις τιμές που λαμβάνει ο δείκτης αποτελεσματικότητας επί τοις % (από 0 έως 100).

6.2.2 Οικονομία Ανακύκλωσης

6.2.2.1 Δείκτης Επαναχρησιμοποίησης Αποκατεστημένου Νερού

Ανακύκλωση/Επαναχρησιμοποίηση είναι η ενέργεια επεξεργασίας χρησιμοποιημένου νερού-λυμάτων για έναν ακόμη τουλάχιστον κύκλο πριν από την εκροή για την τελική επεξεργασία και/ή την απόρριψη στο περιβάλλον. Γενικά, υπάρχουν τρεις τύποι ανακύκλωσης-επαναχρησιμοποίησης νερού:

- Ανακυκλωμένα λύματα, που χρησιμοποιούνται στην ίδια διαδικασία ή χρήση ανακυκλωμένου νερού σε υψηλότερο στάδιο του κύκλου της διαδικασίας.
- Ανακυκλωμένα-επαναχρησιμοποιούμενα λύματα που χρησιμοποιούνται σε διαφορετική διαδικασία, αλλά στην ίδια εγκατάσταση.
- Λύματα που επαναχρησιμοποιούνται σε άλλες εγκαταστάσεις του λιμένα που καταρτίζει τον απολογισμό.

Ο δείκτης επαναχρησιμοποίησης αποκατεστημένου νερού είναι το ποσοστό του συνολικού όγκου νερού που ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται. Ο ρυθμός επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης νερού μπορεί να αποτελέσει κριτήριο αποδοτικότητας και μπορεί να υποδείξει την επιτυχία των ενεργειών του οργανισμού, λιμένα, εταιρείας κλπ, όσον αφορά τον περιορισμό των συνολικών αντλήσεων και απορρίψεων νερού. Η αυξημένη επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους της κατανάλωσης, της επεξεργασίας του νερού, καθώς και της διάθεσής του. Η μείωση της κατανάλωσης νερού μέσω της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης μπορεί επίσης να συμβάλλει στην επίτευξη τοπικών, εθνικών ή περιφερειακών στόχων για τη διαχείριση των αποθεμάτων νερού.

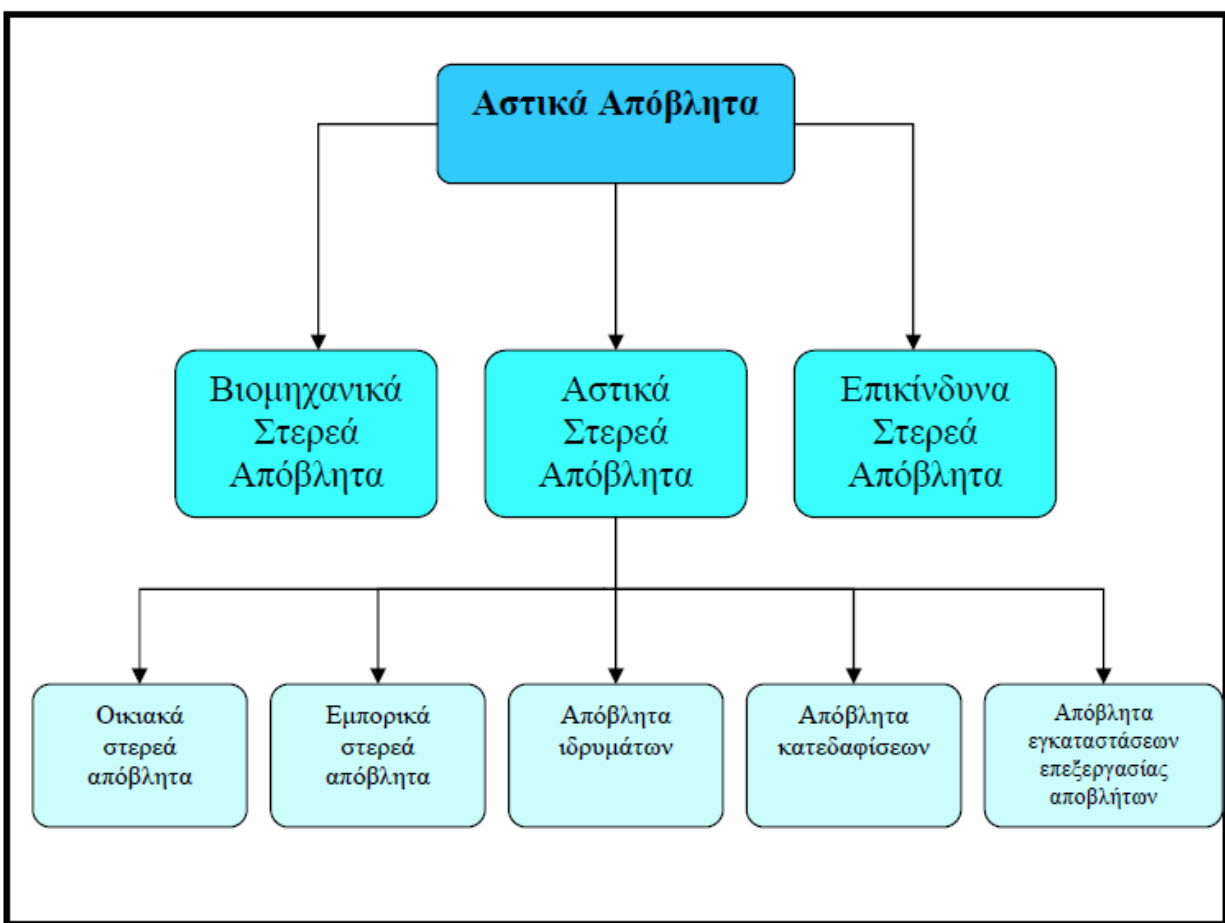
Αυτός ο δείκτης υπολογίζει τόσο το νερό που επεξεργάζεται για παράδειγμα ένας λιμένας πριν από την επαναχρησιμοποίηση, όσο και το νερό, το οποίο δεν επεξεργάζεται πριν από την επαναχρησιμοποίηση. Συμπεριλαμβάνεται το «γκρίζο νερό» (δηλαδή το βρόχινο νερό που συλλέγεται και τα λύματα από τις οικιακές χρήσεις, όπως το πλύσιμο των πιάτων και των ρούχων και το μπάνιο).

- Υπολογίζεται ο όγκος νερού που ανακυκλώνεται-επαναχρησιμοποιείται με βάση τον όγκο της ζήτησης νερού που καλύπτεται από νερό που ανακυκλώνεται - επαναχρησιμοποιείται αντί με επιπλέον αντλήσεις. Για παράδειγμα, εάν το λιμάνι έχει κύκλο παραγωγής που απαιτεί 20 κυβικά μέτρα νερού ανά κύκλο, σημαίνει ότι αντλεί 20 κυβικά μέτρα νερού για έναν κύκλο παραγωγικής διαδικασίας και, στη συνέχεια, τα επαναχρησιμοποιεί για τρεις επιπλέον κύκλους. Ο συνολικός όγκος νερού που ανακυκλώνεται-επαναχρησιμοποιείται για τη συγκεκριμένη διαδικασία είναι 60 κυβικά μέτρα (<https://www.globalreporting.org/resource/library/Greek-G3-Economic-Indicator-Protocols.pdf>).

Οι τιμές που λαμβάνει ο δείκτης αποτελεσματικότητας είναι επί τοις % και συχνά είναι μεγαλύτερες του 100, αφού οι κύκλοι επαναχρησιμοποίησης είναι περισσότεροι του ενός.

6.2.2.2 Δείκτης Αξιοποίησης των Στερεών Βιομηχανικών Αποβλήτων

Στερεά απόβλητα είναι τα στερεά ημι-στερεά υλικά, τα οποία κάτω από κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες δεν έχουν αρκετή αξία ή χρησιμότητα για τον κάτοχό τους ώστε αυτός να συνεχίσει να υφίσταται τη δαπάνη, τη μέριμνα ή το βάρος της διατήρησής τους. Τα αστικά απόβλητα ταξινομούνται σύμφωνα με το διάγραμμα Εικόνα 6.5. (Καρούτσου, 2008).



Εικόνα 6.5 Ταξινόμηση Αστικών Αποβλήτων (πηγή: Καρούτσου, 2008)

Η συσσώρευση των αποβλήτων δημιουργεί κάποια σοβαρά προβλήματα, τα οποία μπορούν με τη σειρά τους να δημιουργήσουν σοβαρές συνέπειες στο παγκόσμιο περιβάλλον και πόσο μάλλον στην επιβίωση του ανθρώπου στον πλανήτη. Τα πιο σημαντικά προβλήματα δημιουργούνται από τα αέρια που απελευθερώνονται από τους χώρους διάθεσης των αποβλήτων όπως είναι οι χωματερές, τα οποία συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τέτοια αέρια είναι το διοξείδιο, CO_2 και το μεθάνιο, CH_4 .

Γενικό μεγάλο πρόβλημα δημιουργεί η ανεξέλεγκτη ρίψη αποβλήτων είναι οι επιβαρύνσεις που δέχεται το στρώμα του όζοντος, O₃ κυρίως από τους χλωροφθοράνθρακες (CCFCs), οι οποίοι αποβάλλονται από τα παλιά ψυγεία που αποσύρονται. Επίσης, η ανεξέλεγκτη διασκόρπιση των αποβλήτων είτε αυτά είναι αέρια, είτε υγρά, είτε στερεά στον περίγυρο συντελούν στην υποβάθμιση του φυσικού μας περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα την ρύπανση του αέρα, του εδάφους και των υδατικών πόρων.

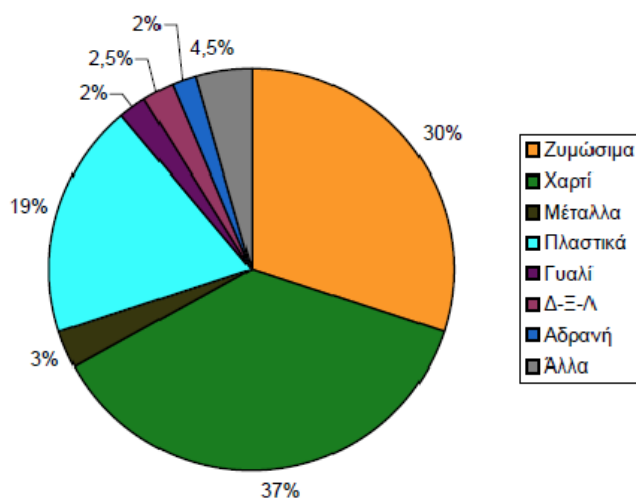
Στην προσπάθεια δημιουργίας και διατήρησης μιας σταθεράς που θα καθορίζει τον τρόπο διαχείρισης των απορριμμάτων, ήταν αναγκαία η διαδικασία αξιολόγησης των μεθόδων και υπηρεσιών μέσω της ανάπτυξης περιβαλλοντικών δεικτών για τον υπολογισμό και αξιολόγηση της διαχείρισης των Αστικών Στερεών Αποβλήτων.

Παρακάτω παρατίθενται οι εξής περιβαλλοντικοί δείκτες:

- Δείκτης εξέλιξης της παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων (τόνοι/ έτος).
- Δείκτης ημερήσιας κατά κεφαλή παραγωγής αστικών στερεών αποβλήτων.

Προκύπτει από το λόγο της παραγόμενης ποσότητας αστικών απορριμμάτων προς τον πληθυσμό της χώρας σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Ο δείκτης δίνει ένα μέτρο της μέσης απορριπτόμενης ποσότητας κατά άτομο κάθε ημέρα, καθιστώντας την συγκρίσιμη με δεδομένα άλλων χωρών.

- Δείκτης ποσοστιαίας συμμετοχής μεθόδων διάθεσης αποβλήτων. Παρουσιάζει την ποσοστιαία κατά βάρος συμμετοχή των κυρίων διαδικασιών των αστικών αποβλήτων και μας δίνει πληροφορίες για την ποσότητα των χρησιμων υλικών που εισάγονται ως μίγμα στο ρεύμα των αποβλήτων, επιστρέφει στο παραγωγικό κύκλωμα ως πρώτη ύλη ή αξιοποιείται ενεργειακά.



Εικόνα 6.6 Σύνθεση Αστικών Αποβλήτων στην Ελλάδα (πηγή: Καρούτσου Ζ. 2008)

- Δείκτης σύστασης αστικών στερεών αποβλήτων. Προσδιορίζει την ποσοστιαία κατά βάρος συμμετοχή των βασικών κατηγοριών υλικών που περιλαμβάνονται στην παραγόμενη ποσότητα οικιακών αποβλήτων (ζυμώσιμα, χαρτί, μέταλλα, πλαστικά, γυαλί, άλλα). Δίνει πληροφορίες για την οικονομική και οικολογική αξία των αποβλήτων και για τις δυνατές μεθόδους διάθεσης.

- Δείκτης ανακύκλωσης υλικών συσκευασίας. Παρουσιάζει το ποσοστό ανάκτησης των απορριπτόμενων υλικών σε σχέση με τη συνολική φαινόμενη κατανάλωσή τους και παρέχει πληροφορίες για το βαθμό στον οποίο χρήσιμα υλικά επανεισάγονται στο παραγωγικό κύκλωμα πριν την εισαγωγή τους στο μίγμα αποβλήτων, καθώς και την πρόοδο που σημειώνεται μεταξύ διαφορετικών χρονικών στιγμών. (Καρούτσου, 2008).

Ένας γενικός δείκτης για τα ανωτέρω είναι το ποσοστό ανακύκλωσης των αποβλήτων. Είναι η οποιαδήποτε μορφής επαναχρησιμοποίηση στερεών αποβλήτων σε παραγωγική διαδικασία, η οποία τα εκτρέπει από το ρεύμα αποβλήτων, με εξαίρεση τη χρήση για καύσιμο. Για την Ελλάδα το ποσοστό είναι της τάξης του 35%. Για την ΕΕ η ελαχίστη τιμή είναι 0, η μέση 48,44%, ενώ η μέγιστη 89%. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2007).

6.3 Έλεγχος Ρύπανσης

6.3.1 Ρυπογόνες Εκπομπές

6.3.1.1 Δείκτης Ποσοστού Έκτασης σε Κίνδυνο Οξίνισης

Οι υπερβάσεις επί τοις εκατό των κρίσιμων για κάθε περιοχή επιπέδων SO_2 είναι δείκτης των οικοσυστημάτων υπό πίεση λόγω οξίνισης από αποθέσεις ανθρωπογενούς θείου. Δεδομένου ότι λαμβάνεται υπόψη τόσο ο ρυθμός απόθεσης SO_2 όσο και η ικανότητα των οικοσυστημάτων να ανταποκριθούν, ο δείκτης είναι ένα καλό έμμεσο μέτρο των δυνατοτήτων οικοσυστημικής διατήρησης. Η τιμή για την Ελλάδα είναι 2,77, για την ΕΕ η ελαχίστη είναι 0, μέση 26,84 και η μέγιστη 89,22. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2007).

6.3.1.2 Δείκτης Εκπομπών Άνθρακα ανά Μονάδα ΑΕΠ

Ο δείκτης αποτυπώνει τις εκπομπές του CO_2 από τις παραγωγικές δραστηριότητες, μετρώντας την ετήσια ποσότητα εκπεμπόμενου άνθρακα σε τόνους ανά εκατομμύριο ετησίου Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος, (ΑΕΠ). Οι εκπομπές CO_2 δεν είναι άμεσα επιβλαβείς για τις ίδιες τις χώρες, αλλά συμβάλλουν στην παγκόσμια αλλαγή του κλίματος. Έτσι υψηλές τιμές του δείκτη αντιστοιχούν σε αυξημένη συμβολή στην αλλαγή του κλίματος. Για τη χώρα μας ο δείκτης είναι 175,77 τον. Στην ΕΕ ο ελάχιστος είναι 43,94 (Σουηδία), ο μέσος 209,03 και η μέγιστη τιμή 840,85. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2007).

6.3.1.3 Δείκτης Εκπομπών Ανθρακα ανά Κάτοικο.

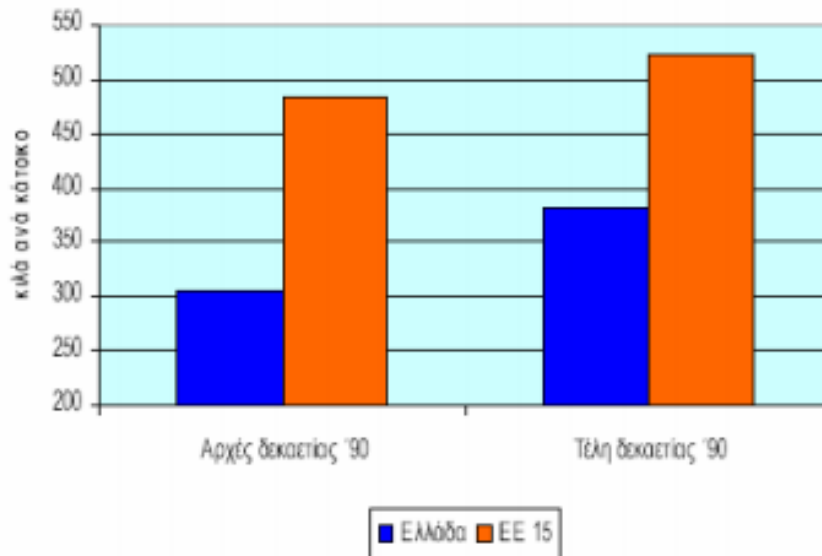
Ο δείκτης αποτυπώνει τις εκπομπές CO₂ από ο σύνολο των δραστηριοτήτων του πληθυσμού, σε τόνους ανά κάτοικο κατ' έτος. Υψηλές τιμές του δείκτη αντιστοιχούν σε αυξημένη συμβολή στην κλιματική αλλαγή. Η τιμή του δείκτη για την Ελλάδα είναι 9,67 τόννοι /κάτοικο, στην ΕΕ η ελαχίστη τιμή είναι 3,32, η μέση 9,02 και η μέγιστη 13,05. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν το βασικό μέσο για τη συμπίεση των εκπομπών CO₂. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2007).

6.3.1.4 Δείκτης κατά Κεφαλή Παραγωγής Αστικών Απορριμμάτων

Ο λόγος της παραγόμενης ποσότητας Αστικών Απορριμμάτων, (ΑΣΑ) προς τον πληθυσμό της χώρας, σε μια δεδομένη χρονική στιγμή, παρέχει ένα μέτρο της μέσης απορριπτόμενης ποσότητας, που είναι άμεσα συγκρίσιμο με δεδομένα άλλων χωρών.

Από τη σύγκριση της εξέλιξης των τιμών του δείκτη αυτού, μεταξύ Ελλάδος και ΕΕ γίνεται εφικτή η αξιολόγηση της σχετικής σοβαρότητας του προβλήματος στη χώρα μας και η εκτίμηση της αναμενόμενης τάσης μεταβολής του στο μέλλον.

Παρά την ταχύτητα αύξησης της ποσότητας των απορριμμάτων στην Ελλάδα, διατηρείται μια σημαντική διαφορά σε σχέση με το μέσο όρο της ΕΕ, αντιστατώντας διαφορές βιοτικού επιπέδου και προτύπων κατανάλωσης. Ειδικότερα στα τέλη της προηγούμενης δεκαετίας η μέση παραγωγή απορριμμάτων στη χώρα μας ήταν κατά 27% χαμηλότερη από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6.7. Έτσι υπάρχει ανάγκη αποσύνδεσης της βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου από την παραγωγή αστικών απορριμμάτων, έτσι ώστε να ανακοπεί η τάση εξίσωσης με τον κοινοτικό μέσο όρο. (Καρούτσου, 2008). Οι τιμές του δείκτη είναι από 0 έως 850 Kg / κάτοικο



Εικόνα 6.7 Η παραγωγή ΑΣΑ στην Ελλάδα και την ΕΕ (Πηγή: ΕΚΠΑΑ)

6.3.1.5 Δείκτης Συγκέντρωσης Αιωρούμενων Σωματιδίων σε Αστικές Περιοχές Σταθμισμένης με το Πληθυσμό

Ο δείκτης αυτός παρέχει ένα σαφές μέτρο της επιβάρυνσης από τα Αιωρούμενα Σωματίδια, (ΑΣ) τα οποία ενοχοποιούνται για την πρόκληση προβλημάτων στο αναπνευστικό σύστημα. Οι μονάδες που μετράται είναι $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ και οι υψηλές τιμές δείχνουν φτωχή ποιότητα του αέρα, καθώς και σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού που εκτίθεται σε επιβαρυσμένο από ΑΣ αέρα. Για την Ελλάδα τιμή είναι $58,79 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ και για την ΕΕ η ελαχίστη $18,92 \mu\text{gr}/\text{m}^3$, η μέση $40,58 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ και η μέγιστη $104,5 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2007).

6.4 Περιβαλλοντική Διαχείριση

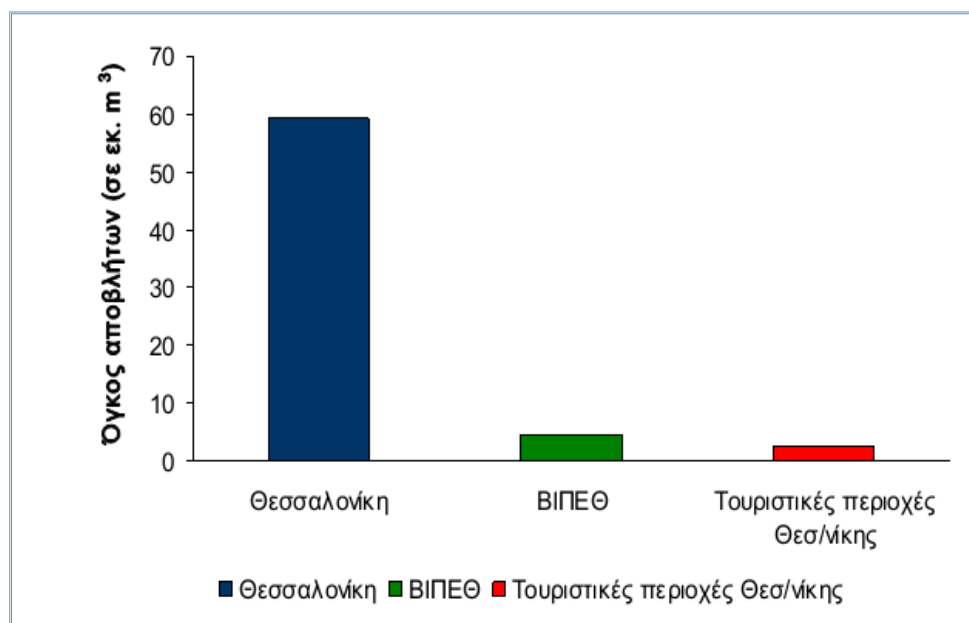
6.4.1 «Καθαρή» Παραγωγή

6.4.1.1 Δείκτης Επεξεργασίας Υγρών Αποβλήτων

Τα υγρά απόβλητα παράγονται ως κατάλοιπο αστικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Ο δείκτης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων εκφράζει το ποσοστό των λυμάτων, που υφίστανται επεξεργασία σε κάποιο βαθμό (α-βάθμια, β-βάθμια ή γ-βάθμια), σε σχέση με αυτή των ανεπεξεργαστων λυμάτων.

Ο δείκτης επεξεργασίας υγρών αποβλήτων επιλέχθηκε λόγω της σημασίας του τομέα της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων, ο οποίος αποτελεί μία από τις βασικές συνιστώσες αποτίμησης της αιφόρου ανάπτυξης σε διεθνές επίπεδο. Το γεγονός αυτό τεκμηριώνεται από την ενσωμάτωση του δείκτη στα συστήματα αποτίμησης της

αιφόρου ανάπτυξης φορέων όπως ο Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη, (ΟΟΣΑ) και ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, (ΕΟΠ). Επιπλέον, ο βαθμός επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων αποτελεί παράμετρο πρωταρχικής σημασίας για την ποιότητα των υδάτινων οικοσυστημάτων, που λειτουργούν ως αποδέκτες των καταλοίπων της ανθρώπινης δραστηριότητας. Ένα παράδειγμα όγκου παραγόμενων αποβλήτων σε m^3 ετησίως παρέχεται στην Εικόνα 6.8. (ΠΑΠΘ, 2007).



Εικόνα 6.8 Παραγωγή Αποβλήτων σε m^3 ανά Μονάδα Επεξεργασίας το 2007 (πηγή: ΠΑΠΘ)

6.4.1.2 Δείκτης Ασφαλούς Εναπόθεσης Επικίνδυνων Αποβλήτων

Ο δείκτης εκφράζει την ποσότητα των επικίνδυνων αποβλήτων, που συλλέγονται με ασφάλεια για περαιτέρω επεξεργασία. Τα βασικότερα επικίνδυνα απόβλητα φαίνονται στον Πίνακα 6.12. (http://www.envocare.co.uk/hazardous_waste.html).

Πίνακας 6.12 Επικίνδυνα Απόβλητα

Αμίαντος	Μπαταρίες	Ελαστικά οχημάτων	Υδροχλωροφθορανθράκες
Γυαλί	Γεωργικά χημικά	Φωτογραφικά χημικά	Ηλεκτρονικοί υπολογιστές
Πλαστικά	Φάρμακα	Τοξικά μέταλλα	Περιφερικά ΗΥ
Οχήματα	Λάμπες φθορίου	Χρώματα & Βερνίκια	Ηλεκτρικός εξοπλισμός
Λάδια	Φίλτρα λαδιών	Οθόνες ΗΥ	Ηλεκτρονικός εξοπλισμός

Ο δείκτης μετρά την παραγόμενη ποσότητα σε τόνους, των επικίνδυνων αποβλήτων και αποτυπώνει το βαθμό δυσκολίας που αντιμετωπίζει η χώρα ως προς την ασφαλή διαχείριση ή διάθεση των επικίνδυνων αποβλήτων. Όσο μεγαλύτερη είναι η παραγόμενη ποσότητα επικίνδυνων απόβλητων, τόσο μικρότερη είναι η πιθανότητα εξεύρεσης μακροχρόνιας αποδεκτής λύσης για την ασφαλή απόθεση τους. Η τιμή της Ελλάδος είναι 287.000 τον. Για την ΕΕ η ελαχίστη τιμή είναι 4.369, η μέση 2.651.810 και η μέγιστη τιμή είναι 15.532.000. (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2007).

6.4.1.3 Δείκτης Αξιοποίησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ΑΠΕ

Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελεί ένα από τα βασικά μέσα για την αποφυγή της ενεργειακής εξάρτησης και για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Οι ΑΠΕ θεωρούνται, παράλληλα, εναλλακτική επιλογή ζωτικής σημασίας απέναντι στα αδιέξοδα που προκαλεί η μετατροπή ενέργειας από την πυρηνική σχάση.

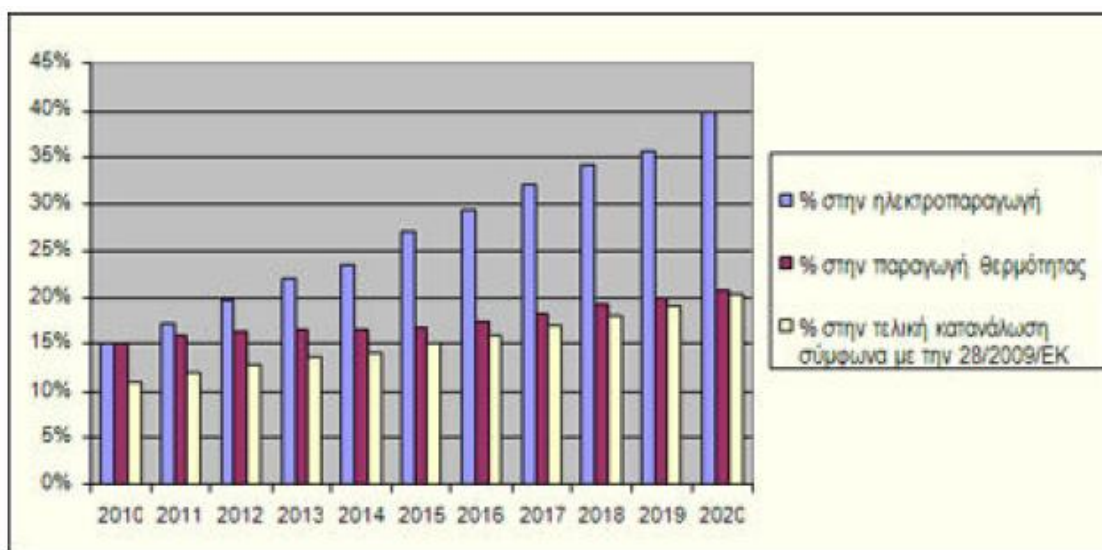
Όλες οι τεχνολογίες εκμετάλλευσης ενέργειας προκαλούν, σε ορισμένο βαθμό, περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μία σειρά περιβαλλοντικών κριτηρίων - κατευθυντήριων γραμμών, περιγράφει ποια τεχνολογία θεωρείται σημαντική ως προς τις προοπτικές αιφορίας, δηλαδή, χαρακτηρίζεται ως αιφόρος τεχνολογία. Π.χ Αποφυγή χρήσης καυσίμων που εξαντλούνται, αποφυγή απόσπασης από τις φυσικές ενεργειακές ροές ποσότητας ενέργειας μεγαλύτερης από αυτή που χρειάζονται τα τοπικά οικοσυστήματα και η ανάπτυξη τεχνολογιών, οι οποίες θα διασφαλίζουν ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν θα υπερβαίνουν την ενεργειακή φέρουσα ικανότητα του πλανήτη, δεδομένου ότι υπάρχουν τεχνικά όρια ακόμη και στην απόσπαση ενέργειας από τις φυσικές ενεργειακές ροές,

Οι περισσότερες ενεργειακές πηγές προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από τον ήλιο. Τα ορυκτά καύσιμα είναι απλά αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια, παγιδευμένη στο υπέδαφος για χιλιάδες χρόνια με τη μορφή γαιάνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου. Εντούτοις, όταν τα σχετικά αποθέματα των πηγών αυτών εξαντληθούν χάνονται για πάντα αφού δεν αντικαθίστανται.

Αντιθέτως, οι περισσότερες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, ΑΠΕ βασίζονται σε συνεχείς ηλιακές εισροές, οι οποίες δημιουργούν ανεξάντλητες φυσικές ενεργειακές ροές παρέχοντας άμεση θέρμανση, δημιουργώντας ανέμους ή κύματα, υδάτινες ροές σε ποταμούς και λίμνες ή, αποθηκευόμενες βραχυπρόθεσμα σε φυτικούς ιστούς, μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο με τη μορφή της βιομάζας (<http://www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=353&lang=1&catid=1>).

Ο δείκτης αξιοποίησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας αναφέρεται σε ποσοστό των ΑΕΠ έναντι των συνολικών ενεργειακών απαιτήσεων. Στην Εικόνα 6.9 αποτυπώνονται οι στόχοι της χώρας μας σχετικά με την διείσδυση των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Οι επίσημες καταγραφές δείχνουν πως οι προοπτικές επίτευξης του στόχων που έχουν τεθεί, είναι κάτι παραπάνω από ευοίωνες. Σύμφωνα με στοιχεία της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας, (ΡΑΕ) η συνολική ισχύς το 2010 από σταθμούς ΑΠΕ στη χώρα μας μετρήθηκε ίση με 1.736 MW, έναντι 1.446 MW το 2009. Τα αιολικά συστήματα (ανεμογεννήτριες) εξακολουθούν να κατέχουν την μερίδα του λέοντος στην προσφερόμενη ενέργεια, όμως αξιοσημείωτη είναι η διείσδυση των φωτοβολταϊκών συστημάτων στο ενεργειακό ισοζύγιο των ΑΠΕ. Πιο συγκεκριμένα, από 53 MW το 2009, τα φωτοβολταϊκά συστήματα απέδωσαν 198 MW στο τέλος του 2010.



Εικόνα 6.9 Διείσδυση ΑΠΕ στο Ενεργειακό Ισοζύγιο (Πηγή: ΥΠΕΚΑ)

6.4.2 Επενδύσεις για την Προστασία του Περιβάλλοντος

6.4.2.1 Δείκτης Επιλέξιμων Δαπανών που Αφορούν στην Εφαρμογή Καθαρών Τεχνολογιών και στη Διαχείριση των Αποβλήτων

Οι επενδύσεις για την προστασία του περιβάλλοντος είναι αυτές, που κατευθύνονται στη διαχείριση ή στη μείωση αποβλήτων και στην παραγωγή περιβαλλοντικά φιλικών προϊόντων και υπηρεσιών. Η βαθμολογία του κριτηρίου, Πίνακας 6.13 κυμαίνεται από 0-5 και προκύπτει από το δείκτη: Ποσοστό των επιλέξιμων δαπανών, που αφορούν εφαρμογή καθαρών τεχνολογιών και διαχείριση αποβλήτων ως προς το συνολικό επιλέξιμο κόστος επένδυσης. (ΥΠΑΑΝ, 2011).

Πίνακας 6.13 Ποσοστό των Επιλέξιμων Δαπανών, (ΠΔ), που Αφορούν Εφαρμογή Καθαρών Τεχνολογιών και Διαχείριση Αποβλήτων (πηγή: ΥΠΑΑΝ)

Ποσοστό των επιλέξιμων δαπανών, (ΠΔ) που αφορούν εφαρμογή καθαρών τεχνολογιών και διαχείριση αποβλήτων ως προς το συνολικό επιλέξιμο κόστος επένδυσης	Βαθμός 0 - 5
$\text{ΠΔ} \geq 40\%$	5
$40\% > \text{ΠΔ} \geq 30\%$	4
$30\% > \text{ΠΔ} \geq 20\%$	3
$20\% > \text{ΠΔ} \geq 10\%$	2
$10\% > \text{ΠΔ} \geq 05\%$	1
$05\% < \text{ΠΔ}$	0

6.4.2.2 Δείκτης Επιλέξιμων Δαπανών που Αφορούν την Προστασία Περιβάλλοντος και την Εξοικονόμηση Ενέργειας.

Οι επενδύσεις για την προστασία του περιβάλλοντος που κατευθύνονται στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης ή την υποκατάσταση ενέργειας με ήπιες μορφές, μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας και καταλήγουν στη χρήση καθαρών τεχνολογιών.

Η βαθμολογία του κριτηρίου Πίνακας 6.14 κυμαίνεται από 0-5 και προκύπτει από το δείκτη: Ποσοστό των επιλέξιμων δαπανών, που αφορούν προστασία περιβάλλοντος, εξοικονόμηση ενέργειας και φυσικών πόρων, ως προς το συνολικό επιλέξιμο κόστος της επένδυσης. Στο δείκτη αυτό δεν λαμβάνονται υπόψη οι δαπάνες, που έχουν περιληφθεί στο ποσοστό του προηγούμενου δείκτη. (ΥΠΑΑΝ, 2011).

Πίνακας 6.14 Ποσοστό των Επιλέξιμων Δαπανών, (ΔΕ), που Αφορούν Προστασία Περιβάλλοντος & Εξοικονόμηση Ενέργειας (πηγή: ΥΠΑΑΝ)

Ποσοστό των επιλέξιμων δαπανών, (ΔΕ) που αφορούν προστασία περιβάλλοντος, εξοικονόμηση ενέργειας και φυσικών πόρων, ως προς το συνολικό επιλέξιμο κόστος της επένδυσης.	Βαθμός 0 - 5
$\Delta\text{E} \geq 40\%$	5
$40\% > \Delta\text{E} \geq 30\%$	4
$30\% > \Delta\text{E} \geq 20\%$	3
$20\% > \Delta\text{E} \geq 10\%$	2
$10\% > \Delta\text{E} \geq 05\%$	1
$05\% < \Delta\text{E}$	0

6.4.2.3 Δείκτης Χρησιμοποίησης Εγκαταστάσεων και Εξοπλισμού Προστασίας του Περιβάλλοντος

Ο δείκτης Πίνακας 6.15 υπολογίζει την έκταση, που χρησιμοποιείται για εγκαταστάσεις και εξοπλισμό προστασίας του περιβάλλοντος και το ποσοστό της έκτασης στο σύνολο της περιοχής ευθύνης του Λιμένα αλλά και γενικότερα στην ευρύτερη περιοχή.

Πίνακας 6.15 Ποσοστό Χρησιμοποίησης Εγκαταστάσεων, (ΧΕ) και Εξοπλισμού Προστασίας του Περιβάλλοντος

Ποσοστό Χρησιμοποίησης Εγκαταστάσεων, (ΧΕ) και Εξοπλισμού Προστασίας του Περιβάλλοντος	Βαθμός 0 - 3
$ΧΕ \geq 35\%$	3
$35\% > ΧΕ \geq 15\%$	2
$15\% > ΧΕ \geq 05\%$	1
$05\% < ΧΕ$	0

6.4.3 Ικανότητα Διαχείρισης

6.4.3.1 Δείκτης Ικανοποιητικής Νομοθεσίας και Κανονισμών για την Προστασία του Περιβάλλοντος

Το περιβάλλον και η προστασία του από τις καταστροφικές επιδράσεις της τεχνολογικής προόδου, της απρογραμμάτιστης οικονομικής ανάπτυξης και του σύγχρονου καταναλωτικού τρόπου ζωής αποτελεί αντικείμενο επιστημονικής επεξεργασίας, τόσο των θετικών όσο και των κοινωνικών επισημών, αλλά και νομικής ρύθμισης μέσω κανόνων δημοσίου και ιδιωτικού δικαίου σε εθνικό και διακρατικό επίπεδο.

Η αξιοποίηση του δικαίου, ως ενός από τα σημαντικότερα όπλα στον αγώνα για την πρόληψη και αποκατάσταση των προσβολών του περιβάλλοντος και τη διαφύλαξη της οικολογικής ισορροπίας, αποτελεί πολιτική επιλογή που δημιουργήθηκε κάτω απ' την πίεση της όξυνσης των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Υπό την πίεση, λοιπόν, της προϊούσας υποβάθμισης του περιβάλλοντος, έχει διαμορφωθεί σε εθνικό, κοινοτικό και διεθνές επίπεδο ένα πλούσιο κανονιστικό πλαίσιο.

Οι Συνταγματικές ρυθμίσεις για την προστασία του περιβάλλοντος

Η προστασία του Περιβάλλοντος προβλέπεται με σαφήνεια από το άρθρο 24, παράγραφοι 1 και 2, του Ελληνικού Συντάγματος του 1975, το οποίο τροποποιήθηκε το 2001. Το αναθεωρημένο άρθρο 24 του Συντάγματος προβλέπει και κατοχυρώνει νέα δικαιώματα και αρχές, ενώ παράλληλα εισάγει νέες έννοιες, με απώτερο σκοπό την

αποτελεσματικότερη προστασία του περιβάλλοντος. Θεματοφύλακας του Συντάγματος και ειδικότερα του άρθρου 24 είναι το Συμβούλιο της Επικρατείας, ως Ανώτατο Διοικητικό Δικαστήριο, το οποίο ελέγχει τον τρόπο ανάπτυξης της χώρας και έχει αναδειχθεί σε παραγωγό περιβαλλοντικής πολιτικής.

Με την αναθεώρηση του 2001 κατοχυρώνεται η αρχή της αειφορίας. Η αρχή αυτή συνεπάγεται την προστασία του Περιβάλλοντος για χάρη των επερχόμενων γενεών και σύμφωνα με την απόφαση 2537/1996 του Συμβουλίου της Επικρατείας (ΣΤΕ), *«Το φυσικό περιβάλλον έχει αναχθεί σε αυτοτελώς προστατευόμενο αγαθό, προκειμένου να εξασφαλισθεί η οικολογική ισορροπία και η διαφύλαξη των φυσικών πόρων προς χάρη και των επόμενων γενεών»*.

Οι νομοθετικές ρυθμίσεις για την προστασία του περιβάλλοντος

Το νομικό πλαίσιο που ορίζει το Σύνταγμα της Ελλάδος σχετικά με το Περιβάλλον, συμπληρώνεται από την πλούσια Νομολογία του Συμβουλίου της Επικρατείας (ΣΤΕ), την Ελληνική Νομοθεσία καθώς και από πληθώρα κανονισμών, όπως αυτά απορρέουν από Διεθνείς Συμβάσεις και ευρωπαϊκές οδηγίες.

Το Συμβούλιο της Επικρατείας

Το Ε΄ Τμήμα του Συμβουλίου της Επικρατείας, ΣΤΕ είναι το κατ' εξοχήν αρμόδιο τμήμα που ασχολείται με την εκδίκαση υποθέσεων αναφορικά με το Περιβάλλον. Με πληθώρα αποφάσεων, η πλούσια νομολογία του αποτελεί ξεχωριστή πηγή δικαίου για την ελληνική έννομη τάξη. Παρά το γεγονός ότι η νομολογία αυτή δεν είναι δεσμευτική, έχει συμβάλλει στη διαμόρφωση και επεξεργασία μιας σειράς αρχών όπως, η αρχή της βιωσιμότητας, η αρχή της βιοποικιλότητας, η αρχή της ήπιας αναπτύξεως ευπαθών οικοσυστημάτων, η αρχή της πολιτιστικής κληρονομιάς, η αρχή του βιώσιμου αστικού περιβάλλοντος.

Ελληνική Νομοθεσία – Κανονισμοί – Προεδρικά Διατάγματα

Το Περιβάλλον είναι μια έννοια η οποία βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνεται και από την θεσμοθέτηση της Αρχής της Αειφορίας. Φυσικά, οι νόμοι και οι κανονισμοί δεν μπορούν να καλύψουν επακριβώς την πληθώρα περιβαλλοντικών ζητημάτων που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της εξέλιξης αυτής. Ωστόσο, είναι γεγονός η ύπαρξη μιας ικανοποιητικής νομοθεσίας. Μέχρι σήμερα, ο εθνικός νομοθέτης επικεντρώνεται στα πιο αναγκαία επιμέρους ζητήματα, τα οποία συμπληρώνονται από διάφορους κανονισμούς και Προεδρικά Διατάγματα σε πιο εξειδικευμένα θέματα.

Διεθνείς Συμβάσεις και Ευρωπαϊκές Οδηγίες

Οι Διεθνείς Συμβάσεις και ειδικότερα οι Ευρωπαϊκές Οδηγίες αποτελούν ίσως την κυριότερη πηγή δικαίου, με απώτερο σκοπό την εναρμόνιση διαφόρων χωρών σε

θέματα περιβαλλοντικού δικαίου και κατ' επέκταση τη πληρέστερη ενιαία νομική θωράκιση του περιβάλλοντος σε παγκόσμια διάσταση.

Συμπέρασμα όλων αυτών είναι το γεγονός, ότι υπάρχει ένα ευρύ νομικό πλαίσιο για την προστασία του Περιβάλλοντος. Ωστόσο, αυτού του είδους η προστασία δεν μπορεί να είναι αποτελεσματική χωρίς την απαραίτητη εφαρμογή των θεσμοθετημένων κανόνων. Όπως όμως, ισχύει σε κάθε κανόνα δικαίου, έτσι και στην περίπτωση των θεσμοθετημένων κανόνων για το περιβάλλον, δεν μπορεί να υπάρξει πιστή εφαρμογή τους, αν δεν έχει γίνει, πρωτίστως, αποδεκτό στη συνείδηση του κάθε πολίτη η ανάγκη της προστασίας του περιβάλλοντος. Γι αυτό και κρίνεται θέμα πρωτεύουσας σημασίας η οικολογική παιδεία, αφού αυτή είναι που θα δημιουργήσει οικολογική συνείδηση και κατ' επέκταση, θα οδηγήσει ένα άτομο ή ένα φορέα ανθρώπων να σεβαστούν, να εφαρμόσουν, ακόμα και να βελτιώσουν τους κανόνες προστασίας του περιβάλλοντος. (Νικόλαος Αναστασόπουλος, (2011), Το περιβάλλον στην Ελληνική νομοθεσία <http://www.greenjustice.org.gr/publications>).

Ο δείκτης αξιολόγησης της Νομοθεσίας και των Κανονισμών προστασίας του περιβάλλοντος για τις ανάγκες της εργασίας αυτής παρουσιάζεται στον Πίνακα 6.16:

Πίνακας 6.16 Δείκτης Ικανοποιητικής Νομοθεσίας και Κανονισμών

Νομοθεσία και Κανονισμοί	Βαθμολογία
<i>Πολύ Ικανοποιητική</i>	4
<i>Ικανοποιητική</i>	3
Μέτρια	2
Μη Ικανοποιητική	1

6.4.3.2 Δείκτης Αναλογίας Προσωπικού που Ασχολείται με την Προστασία του Περιβάλλοντος

Ο δείκτης αναλογίας σε προσωπικό που ασχολείται με θέματα προστασίας του περιβάλλοντος εκφράζεται με ποσοστό επί της % του προσωπικού που ασχολείται αποκλειστικά με την προστασία του περιβάλλοντος, έναντι του συνόλου του προσωπικού που απασχολείται στις δραστηριότητες του Λιμένα. Οι τιμές είναι από 0%-100%.

6.4.3.3 Δείκτης Ικανοποιητικού Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης

Η σταδιακή υποβάθμιση του περιβάλλοντος τις τελευταίες δεκαετίες αποτελεί ένα από τα βασικότερα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η διεθνής κοινότητα. Τα Συστήματα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης παρέχουν το πλαίσιο για τη συστηματική αναγνώριση, αξιολόγηση και διαχείριση των περιβαλλοντικών πλευρών των

δραστηριοτήτων, προϊόντων ή/και υπηρεσιών των οργανισμών, με στόχο τη συμμόρφωση με τις νομικές απαιτήσεις, τη συνεχή βελτίωση και την πρόληψη της ρύπανσης.

6.4.3.3.1 Το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 14001

Το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 14001 είναι το πλέον διαδεδομένο παγκοσμίως πρότυπο περιβαλλοντικής διαχείρισης, το οποίο θέτει τις απαιτήσεις για την ανάπτυξη και εφαρμογή ενός αποτελεσματικού Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης. Το πρότυπο μπορεί να εφαρμοστεί από οποιονδήποτε οργανισμό ενδιαφέρεται να βελτιώσει την περιβαλλοντική του επίδοση, ανεξάρτητα από το μέγεθος ή τον τομέα στον οποίον δραστηριοποιείται.



Το ΕΛΟΤ EN ISO 14001 αποτελεί τη βάση για την εφαρμογή και άλλων σχημάτων πιστοποίησης περιβαλλοντικού χαρακτήρα, όπως είναι το Κοινοτικό Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Οικολογικού Ελέγχου (*Eco-Management and Audit Scheme, EMAS*). Επιπροσθέτως, έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι συμβατό με άλλα πρότυπα συστημάτων διαχείρισης, όπως ΕΛΟΤ EN ISO 9001, ώστε να είναι δυνατή η ενοποίηση διαφορετικών συστημάτων διαχείρισης σε ένα ενιαίο ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης.

Οφέλη από την εφαρμογή ενός Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης κατά ΕΛΟΤ EN ISO 14001 είναι μεταξύ άλλων:

- Η βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης.
- Η επίτευξη μεγαλύτερου βαθμού συμμόρφωσης με τη νομοθεσία και η αποφυγή προστίμων.
- Η πρόληψη της ρύπανσης.
- Η εξοικονόμηση πόρων και η μείωση του κόστους.
- Η δημιουργία ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, η προσέλκυση νέων πελατών και η είσοδος σε νέες αγορές.
- Η βελτίωση της εικόνας της επιχείρησης προς ευρύ κοινό, αρμόδιες αρχές, δανειστές, επενδυτές.
- Η βελτίωση της επικοινωνίας με εξωτερικούς ενδιαφερόμενους φορείς.
- Η ευαισθητοποίηση του προσωπικού σε περιβαλλοντικά θέματα και η αυξημένη προθυμία για ανάληψη ευθυνών. (ΕΛΟΤ, Πιστοποίηση Συστημάτων Περιβαλλοντικής Διαχείρισης).

6.4.3.3.2 Eco Management & Audit Scheme, EMAS

Το Σύστημα Οικολογικής Διαχείρισης και Ελέγχου (*Eco-Management and Audit Scheme, EMAS*) είναι ένας μηχανισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέσω του οποίου αναγνωρίζονται οι οργανισμοί εκείνοι που βελτιώνουν τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις σε διαρκή βάση. Η συμμετοχή στο EMAS είναι εθελοντική. Το Σύστημα βασίζεται στον Κανονισμό (ΕΚ) 761/2001 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.

Στόχοι του EMAS είναι: Η προώθηση της συνεχούς βελτίωσης των περιβαλλοντικών επιδόσεων όλων των οργανισμών που εδρεύουν στην Ευρώπη, δημοσίων και ιδιωτικών, η αναγνώριση των οργανισμών εκείνων που έχουν υιοθετήσει συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης και έχουν φροντίσει και για την εξωτερική πιστοποίησή τους και η γνωστοποίηση της περιβαλλοντικής προόδου των οργανισμών αυτών στο ευρύτερο κοινό τόσο για επιβράβευση των ιδίων όσο και για την ενθάρρυνση και άλλων να ακολουθήσουν στον ίδιο δρόμο. Η συμμετοχή στο EMAS επιβεβαιώνεται με τη χρήση του λογότυπου του EMAS, (Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής).



Με βάση τα παραπάνω και για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας διαμορφώνεται ο δείκτης αξιολόγησης συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης που φαίνεται στον Πίνακα 6.17.

Πίνακας 6.17 Δείκτης Αξιολόγησης Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης

Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης	Βαθμός 0-3
Συντονισμένο με εθνικά, ΕΕ & Διεθνή πρότυπα	3
Καλύπτει τις απαιτήσεις ISO και EMAS	2
Καλύπτει μόνο τις ελάχιστες νόμιμες απαιτήσεις	1
Δεν καλύπτει τις νόμιμες απαιτήσεις	0

6.4.3.4 Δείκτης Αποτελεσματικότητας Συστήματος Πληροφόρησης

Θεωρείται αναγκαία η δημιουργία και η διατήρηση σε λειτουργία ενός συστήματος που θα είναι υπεύθυνο όχι μόνο για τη συλλογή ενός ευρέως φάσματος πληροφοριών αλλά και για την διαχείριση και διακίνηση τους.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για την αξιολόγηση ενός Συστήματος Πληροφόρησης Λιμένα. Ένα αποτελεσματικό σύστημα δεν χρειάζεται κατ' ανάγκη να είναι πολύπλοκο, ακριβό και να χρησιμοποιεί πολύ ανθρώπινο δυναμικό. Πρέπει να στοχεύει στην πρόβλεψη και το σχεδιασμό των πληροφοριών που θα απαιτηθούν στο μέλλον και στην αξιόπιστη διοχέτευση τους προς τους αρμόδιους αποδέκτες την κατάλληλη στιγμή. Η σύγχρονη

τεχνολογία και η ραγδαία εξέλιξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών παρέχει την δυνατότητα οργάνωσης ενός αξιόπιστου Συστήματος Πληροφόρησης Λιμένα.

Η αποτελεσματικότητα ενός Συστήματος Πληροφόρησης μπορεί να κριθεί έμμεσα, παρέχοντας απαντήσεις στις παρακάτω ερωτήσεις (Wilson, Gilligan & Pearson 1995):

- Παρέχει την κατάλληλη στιγμή επαρκείς και ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τα προβλήματα και ειδικότερα τα περιβαλλοντικά του λιμένα και της γύρω περιοχής;
- Η πληροφόρηση αυτή παρουσιάζεται με το σωστότερο τρόπο;
- Κριτήριο αξιολόγησης του συστήματος αποτελεί και η φιλικότητα του προς τους χρήστες δηλαδή, ο βαθμός της ευκολίας που απαιτείται για την πρόσβαση σε αυτό και η προσαρμογή του στις καθημερινές ανάγκες του προσωπικού του λιμένα;
- Υπάρχει περιθώριο για τη βελτίωση των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της ρύπανσης;
- Οι πληροφορίες που συλλέγονται διανέμονται στους κατάλληλους αποδέκτες;

Με βάση τα παραπάνω και για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας διαμορφώνεται ο δείκτης αποτελεσματικότητας συστήματος πληροφόρησης που φαίνεται στον Πίνακα 6.18.

Πίνακας 6.18 Δείκτης Αποτελεσματικότητας Συστήματος Πληροφόρησης

Αποτελεσματικότητα Συστήματος Πληροφόρησης	Βαθμός 0-5
Εξαιρετικό	5
Πολύ ικανοποιητικό	4
Ικανοποιητικό	3
Καλό	2
Μέτριο	1
Ανεκτό	0

6.4.3.5 Δείκτης Υλοποίησης των Εκτιμήσεων Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ενός Νέου Έργου

Η διαδικασία της Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης αποτελείται από δύο φάσεις: Τη φάση *ανάλυσης*, κατά την οποία καταγράφονται και μετρώνται οι διάφορες επιπτώσεις μιας προτεινόμενης δράσης και οι τάσεις τους το μέλλον, και τη φάση *σύνθεσης*, κατά την οποία οι επιπτώσεις συνεκτιμώνται με σκοπό τη διαμόρφωση ολοκληρωμένης άποψης σχετικά με τη σκοπιμότητα της δράσης.

Τα πέντε βασικά βήματα μίας περιβαλλοντικής αξιολόγησης είναι:

- *Εντοπισμός* και καθορισμός των εναλλακτικών επιλογών για τις οποίες θα πρέπει να γίνει η αξιολόγηση των επιπτώσεων.
- *Αναγνώριση* της ομάδας των εταίρων (ομάδες, που υφίστανται τις επιπτώσεις ή/και έχουν συμφέροντα).
- *Καταγραφή* των επιπτώσεων από τις εναλλακτικές επιλογές, που θεωρούνται σημαντικές σε σχέση με την αξιολόγηση.
- *Εκτίμηση* του μεγέθους των επιπτώσεων κάθε εναλλακτικής επιλογής αν αυτή υιοθετούνταν (ποσοτική εκτίμηση των επιπτώσεων).
- *Αξιολόγηση* των επιπτώσεων, που εκτιμήθηκαν («εκτίμηση» των ποσοτικών επιπτώσεων σε αξίες).

Το δεύτερο και τρίτο βήμα αφορά στη φάση ανάλυσης των επιπτώσεων, ενώ το τέταρτο και πέμπτο βήμα στη φάση *σύνθεσης*.

Για τη σύνθεση των επιπτώσεων υπάρχουν διάφορων ειδών προσεγγίσεις. Από αυτές οι σημαντικότερες είναι οι πολυκριτηριακές και οι μονοκριτηριακές μέθοδοι.

Οι πολυκριτηριακές μέθοδοι έχουν ως αφετηρία τη διαπίστωση ότι η κοινωνική ευημερία, ιδιαίτερα στις συνθήκες των ανεπτυγμένων βιομηχανικά οικονομιών, δεν είναι μία μονοδιάστατη έννοια και προτείνουν μία πολυδιάστατη θεώρησή της, η οποία περιλαμβάνει οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους και κριτήρια. Έτσι η κοινωνική ευημερία εκφράζεται ως διάνυσμα πολλών μεταβλητών και η αντίστοιχη μεγιστοποίησή της αποτελεί δύσκολο έργο της διαδικασίας κοινωνικών επιλογών. Η δυσκολία έγκειται όχι τόσο στο γεγονός της πολλαπλότητας των κριτηρίων, αλλά στο ότι τα κριτήρια αυτά δεν είναι εκ προοιμίου συμβατά μεταξύ τους.

Προβλήματα πεπερασμένων εναλλακτικών επιλογών αποδίδονται οπτικά με τη μορφή πινάκων επιπτώσεων. Ένας τέτοιος πίνακας (έστω ο $m \times n$ πίνακας $A=[a_{ij}]$) συνδυάζει διαδοχικά κάθε κριτήριο (γραμμές $i=1, \dots, m$) και κάθε εναλλακτική επιλογή (στήλες $j=1, \dots, n$), έτσι ώστε το τυχαίο στοιχείο a_{ij} να εκφράζει το βαθμό ικανοποίησης του i κριτηρίου από την j εναλλακτική επιλογή. Ορίζεται στη συνέχεια το $i \times n$ διάνυσμα $\rho_i=[\rho_1, \rho_m]$ ως σταθμίσεις ή «βάρη» των κριτηρίων, δηλαδή η σχετική σπουδαιότητα η οποία αποδίδεται στην ικανοποίηση του i κριτηρίου. Οι δείκτες αυτοί εκφράζουν τις προτεραιότητες των ειδικών ή των ληπτών αποφάσεων και μπορούν να υπολογιστούν με πολλούς τρόπους (ερωτηματολόγια, ασκήσεις κατάταξης και ιεράρχησης, συγκρίσεις ανά ζεύγη, προηγούμενες επιλογές κλπ).

Η απλούστερη μορφή παρόμοιας «σταθμισμένης άθροισης» είναι αυτή, που βασίζεται στην ύπαρξη μίας γραμμικής *συνάρτησης οφέλους* U_j των ερωτώμενων για κάθε εναλλακτική επιλογή:

$$U_j = \sum \rho_i a_{ij} \quad (i = 1, \dots, m) \quad (6-9)$$

Έτσι η διαδικασία της Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης ανάγεται στο πρόβλημα της ιεράρχησης των n επιμέρους υπολογισθέντων δεικτών χρησιμότητας U_j . Οι πολυκριτηριακές μέθοδοι καθιστούν δυνατή την τυποποίηση του προβλήματος αξιολόγησης ως προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού. Η πολλαπλότητα των κριτηρίων (ή στόχων) εκφράζεται ως πολλαπλότητα των αντικειμενικών συναρτήσεων.

Με τις μονοκριτηριακές μεθόδους όλες οι επιπτώσεις αξιολογούνται με ένα μόνο κριτήριο, αφού αναχθούν όλες στο αυτό μέγεθος για να είναι συγκρίσιμες π.χ. οικονομικές μέθοδοι. Μία τεχνική των οικονομικών μεθόδων, που χρησιμοποιείται και στη συγκεκριμένη εργασία είναι η τεχνική της εξαρτημένης αξιολόγησης, η οποία εφαρμόζεται μόνο για περιπτώσεις, που οι επιπτώσεις στο περιβαλλοντικό αγαθό δεν μπορούν με άλλον τρόπο να εκδηλωθούν στην ανθρώπινη ευημερία. Δηλαδή, δεν είναι άμεση η συσχέτιση των επιπτώσεων αυτών με την ανθρώπινη ευημερία και την ένταξή τους στη «σταθμισμένη άθροιση» για τη σύγκριση των δύο εναλλακτικών σεναρίων, π.χ. επιπτώσεις στην πανίδα της περιοχής. Στην περίπτωση αυτή η πλήρης απουσία (άμεσων ή έμμεσων) αγορών σχετιζόμενων με το περιβαλλοντικό αγαθό καθιστά τη μέθοδο της εξαρτημένης αξιολόγησης τη μοναδική οδό για την οικονομική έστω αξιολόγηση του περιβάλλοντος. Η μέθοδος αυτή αφορά την υποθετική κατασκευή μίας αγοράς στο πλαίσιο της οποίας καλείται ο δυνητικός καταναλωτής, με τη χρήση των κατάλληλων ερωτηματολογίων, να αξιολογήσει τις προσφερόμενες σε αυτόν αλλαγές στην προμήθεια κάποιου περιβαλλοντικού αγαθού. Το χρησιμοποιούμενο μέγεθος των οφελών είναι στην περίπτωση αυτή η συνολική επιθυμία για πληρωμή και όχι μόνο η δαπάνη. Τελικά με τη μέθοδο αυτή αποδίδεται στο μη οικονομικά μετρούμενο αγαθό, μία οικονομικά μετρούμενη διάσταση για να μπορεί να υπεισέλθει ως τέτοιο στη σταθμισμένη συνάρτηση. (Κοτσώνης, 2005) Για την παρούσα Διπλωματική Διατριβή θα θεωρήσουμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην διαβάθμιση που παρουσιάζεται στον Πίνακα 6.19:

Πίνακας 6.19 Εκτιμήσεις Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Νέου Έργου

Εκτιμήσεις Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Νέου Έργου	Βαθμός
Πολύ μεγάλες Επιπτώσεις	5
Μεγάλες Επιπτώσεις	4
Μέτριες Επιπτώσεις	3
Μικρές Επιπτώσεις	2
Πολύ Μικρές Επιπτώσεις	1
Καμία Επίπτωση	0

6.5 Κοινωνική Πρόοδος

6.5.1 Κοινωνική αξιολόγηση

Για την κοινωνική αξιολόγηση για την παρούσα εργασία επιλέχθηκαν οι παρακάτω τρεις δείκτες:

6.5.1.1 Δείκτης Ενημέρωσης Κοινού για Οικολογικό Λιμένα

6.5.1.2 Δείκτης Ικανοποίησης του Κοινού από το Περιβάλλον του Λιμένα

6.5.1.3 Δείκτης Ικανοποίησης του Πελάτη από τις Εταιρίες του Λιμένα

Οι τρεις αυτοί δείκτες υπολογίζονται εκατοστιαία και αναλογικά. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές συλλογής των δεδομένων. Ορισμένες προβλέπουν μικρή συμμετοχή των κοινού και πελατών, άλλες πολύ μεγαλύτερη, ενώ μπορεί επίσης να περιλαμβάνουν και ολοκληρωμένες μεθόδους (π.χ. συναντήσεις πρακτικής εργασίας, που ακολουθούνται από γενική έρευνα, η οποία με τη σειρά της ακολουθείται από έρευνα σε ομάδα στόχο σχετικά με συγκεκριμένα ζητήματα κλπ.).

Η μέθοδος, που προτείνεται εδώ είναι η πραγματοποίηση έρευνας με επιστημονικές μεθόδους σε αντιπροσωπευτικό δείγμα, μέσω ερωτηματολογίου, που θα πρέπει να συμπληρωθεί από το ίδιο τον ερωτώμενο.

Η έρευνα αυτή επιτρέπει τη συλλογή των πληροφοριών, που απαιτούνται για τον υπολογισμό των όλων δεικτών. Η ιδέα πίσω από την ενοποίηση αυτών των ερευνών είναι να μειωθεί το συνολικό κόστος και ο χρόνος, που απαιτούνται για την πραγματοποίησή τους.

Τα δεδομένα είναι δυνατόν να συλλεχθούν κατά τρεις διαφορετικούς τρόπους:

- Με προσωπικές επισκέψεις. Ο τρόπος αυτός δίνει την δυνατότητα πραγματοποίησης ενός πρώτου ελέγχου ποιότητας.
- Με τηλεφωνικές συνεντεύξεις: Προτείνεται το εκ των προτέρων κλείσιμο ραντεβού. Καλό είναι να διαθέτουν εκ των προτέρων το ερωτηματολόγιο.
- Ταχυδρομικά: Στην περίπτωση αυτή απαιτείται η επιλογή μεγαλύτερου δείγματος, προκειμένου να εξασφαλισθεί πως το ποσοστό επιστροφής (αναγκαστικά άνω του 30% προκειμένου να εξασφαλισθεί αντιπροσωπευτικότητα των απαντήσεων σε σχέση με το αρχικό δείγμα) αντιπροσωπεύει αριθμό απαντήσεων, που αντιστοιχεί στον αριθμό, που αναφέρεται παρακάτω ως αντιπροσωπευτικός για κάθε μέγεθος πληθυσμού.

Οι τιμές και των τριών δεικτών υπολογίζονται επί τοις % με τιμές από 0 έως 100 και προκύπτουν από έρευνα που ακολουθεί τα επιστημονικά πρότυπα εκλογής δείγματος.

6.6 Επιπτώσεις από την Κατασκευή και τη Λειτουργία του λιμένα

6.6.1 Δείκτης Οπτικής Όχλησης

Η οπτική όχληση, θεωρείται μια από τις σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των εμπορικών λιμένων. Η ορατότητα των εγκαταστάσεων αλλά και των πλοίων περιορίζεται όσο αυξάνεται η απόσταση από τον λιμένα. Επίσης, η ορατότητα εξαρτάται από την οπτική γωνία και το ύψος του παρατηρητή, τη θολότητα της ατμόσφαιρας, τις μετεωρολογικές συνθήκες και την εποχή. Μερικοί κάτοικοι ανησυχούν ότι οι εγκαταστάσεις και οι δραστηριότητες του λιμένα π.χ. Γερανοί, αποθήκες, προβλήτες, εμπορευματοκιβώτια κ.α. ιδίως σε περιοχές όπου η θέα του φυσικού τοπίου αποτελεί πόλο έλξης, θα μειώσει τις αξίες των ακινήτων και θα έχει αρνητικό αντίκτυπο στον τουρισμό. Ωστόσο, τα επιχειρήματα αυτά είναι αρκετά υποκειμενικά και μάλλον έχουν στόχο την εξυπηρέτηση ιδιωτικών και όχι κοινωνικών συμφερόντων. Η βαθμολογία του δείκτη για την οπτική όχληση, για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας φαίνεται στον Πίνακα 6.20:

Πίνακας 6.20 Δείκτης Οπτικής Όχλησης

Επίπεδο Οπτικής Όχλησης	Βαθμολογία Δείκτη
Πολύ υψηλό	5
Υψηλό	4
Μέτριο	3
Χαμηλό προς Μέτριο	2
Χαμηλό	1

6.6.2 Δείκτης Επιπτώσεων στην Αλιεία

Οι περιορισμοί στα δικαιώματα αλιείας από την δραστηριότητα ενός εμπορικού λιμένα καθώς και η πιθανή μείωση του πληθυσμού των ψαριών αποτελεί ένα ζήτημα που αναμένεται να επιφέρει σύγκρουση με τις τοπικές κοινωνίες στις περιοχές εγκατάστασης. Η περιοχή η οποία θα καθίσταται απρόσιτη για αλιεία θα είναι αρχικά αρκετά περιορισμένη, αλλά η μακροπρόθεσμη μπορεί να οδηγήσει σε μια περιοχή αποκλεισμού εξαιρετικά σημαντική. Η βαθμολογία του δείκτη για τις επιπτώσεις στην αλιεία για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας φαίνεται στον Πίνακα 6.21:

Πίνακας 6.21 Δείκτης Επιπτώσεων στην Αλιεία

Επιπτώσεις στην Αλιεία	Βαθμολογία Δείκτη
Πολύ Υψηλές	5
Υψηλές	4
Μέτριες	3
Χαμηλές προς Μέτριες	2
Χαμηλές	1

6.6.3 Δείκτης για τις Επιπτώσεις στη Χλωρίδα και την Πανίδα του Βυθού

Γενικά η διαταραχή του βυθού, και συνεπώς της χλωρίδας και της πανίδας του, αναμένεται να πραγματοποιηθεί στις φάσεις λειτουργίας αλλά και κατασκευής (εξαιτίας ανασκαφών και καθαρισμού του βυθού, καθώς και εξαιτίας της λειτουργίας του λιμένα), λόγω της έντονης μετακίνησης των ιζημάτων που επικρατεί στις φάσεις αυτές (www.offshorewindenergy.org). Τα αιωρούμενα σωματίδια μπορεί να επιδράσουν αρνητικά στη βενθική πανίδα καταστρέφοντας ακόμη και τα όργανα με τα οποία οι οργανισμοί αυτοί τρέφονται. Η καθίζηση των αιωρούμενων υλικών που ακολουθεί μετά το πέρας της κατασκευής μπορεί να προκαλέσει σκίαση στη βενθική βλάστηση, εμποδίζοντας έτσι την ανάπτυξή της (Dong, 2006).

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, η διαδικασία της διάβρωσης καθώς και η εναπόθεση των ιζημάτων μπορεί να επηρεάσουν τη βενθική πανίδα. Οι αλλαγές στο ιζηματογενές περιβάλλον μπορεί να καταστήσουν την περιοχή λιγότερο ελκυστική για ορισμένα είδη και ίσως περισσότερο ελκυστική για άλλα, με αποτέλεσμα την αλλαγή της σύνθεσης των ειδών της πανίδας και της χλωρίδας του βυθού (Dong, 2006). Η διαβάθμιση του δείκτη για τις επιπτώσεις στη χλωρίδα και την πανίδα του βυθού για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας φαίνεται στον Πίνακα 6.22:

Πίνακας 6.22 Δείκτης για τις Επιπτώσεις στη Χλωρίδα και την Πανίδα του Βυθού

Επιπτώσεις στη Χλωρίδα και την Πανίδα του Βυθού	Βαθμολογία Δείκτη
Πολύ Υψηλές	5
Υψηλές	4
Μέτριες	3
Χαμηλές προς Μέτριες	2
Χαμηλές	1

6.7 Συγκεντρωτικός Πίνακας Περιβαλλοντικών Δεικτών

Πίνακας 6.23 Συγκεντρωτικός Πίνακας Περιβαλλοντικών Δεικτών

Κατηγορία	Υποκατηγορία	Δείκτες	Υπολογισμός-Τιμές	Αρνητικός - Θετικός Δείκτης
Περιβαλλοντική Ποιότητα	Ατμόσφαιρα/ ηχητικό περιβάλλον	Ατμοσφαιρική Ρύπανση	1-3 Χαμηλή 4-6 Μέτρια 7-9 Υψηλή 10 Πολύ υψηλή	Αρνητικός
		Ποιότητα Αέρα PSI (Pollutants Standard Index)	0-50 Καλή 51-100 Μέτρια 101-200 Ανθυγιεινή 201-300 Πολύ Ανθυγιεινή >300 Επικίνδυνη	Αρνητικός
		Ποιότητα Αέρα AQI (Air Quality Index)	0-50 Καλή 51-100 Μέτρια 101-150 Ανθυγιεινή για ευαίσθητες ομάδες 151-200 Ανθυγιεινή 201-300 Πολύ Ανθυγιεινή 301-500 Επικίνδυνη	Αρνητικός
		Περιβαλλοντικός Θόρυβος Ημέρας	Για τον δείκτη L_{den} , τέθηκε το όριο των 70 dB(A) ενώ για τον δείκτη L_{night} το όριο των 60 dB(A). 45 dB(A) Χαμηλό: 1 50 dB(A) Χαμηλό προς Μέτριο: 2 55 dB(A) Μέτριο: 3 65 dB(A) Υψηλό: 4 70 dB(A) Πολύ υψηλό: 5	Αρνητικός
		Περιβαλλοντικός Θόρυβος Νύχτας	Για τον δείκτη L_{night} το όριο των 60 dB(A). 35 dB(A) Χαμηλό: 1 40 dB(A) Χαμηλό προς Μέτριο: 2 45 dB(A) Μέτριο: 3 55 dB(A) Υψηλό: 4 60 dB(A) Πολύ υψηλό: 5	Αρνητικός

Κατηγορία	Υποκατηγορία	Δείκτες	Υπολογισμός-Τιμές	Αρνητικός - Θετικός Δείκτης
	Βιολογικοί πόροι	Βλάστηση	Οι τιμές του κυμαίνονται από -1 έως +1. Το μηδέν δείχνει έλλειψη πράσινου, ενώ τιμές κοντά στο +1 (δηλαδή: 0.8-0,9) δείχνουν την μέγιστη δυνατή κάλυψη με πράσινο.	Θετικός
		Βιοποικιλότητα	Εύρος τιμών από 0-1 Η τιμή για τη χώρα μας είναι 0,55 ενώ για την ΕΕ η ελαχίστη είναι 0,28 η μέση 0,43 και η μέγιστη 0,59	Θετικός
		Ακεραιότητα Οικοσυστήματος	Πολύ Κατακερματισμένη: 5 Κατακερματισμένη: 4 Μέτρια κατακερματισμένη: 3 Ελαφρώς κατακερματισμένη: 2 Ακέραια : 1	Αρνητικός
	Υδάτινο περιβάλλον	Ποιότητα νερού	Πολύ κακή: 0-25 Κακή: 26-50 Μέτρια: 51-70 Καλή: 71-90 Εξαιρετική: 91-100	Θετικός
		Ευτροφισμού, Διαλυμένου οξυγόνου (O ₂)	Τιμές Διαλυμένου οξυγόνου σε mgr/L. Για την ΕΕ κυμαίνονται από 3 έως 15. Υψηλές τιμές του επιπέδου συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου αντιστοιχούν σε χαμηλά επίπεδα ευτροφισμού και αντίστροφα. Για την Ελλάδα η μέση τιμή είναι 11,3 mgr/L	Θετικός
		Ευτροφισμού, Συγκεντρώσεις αλάτων φωσφόρου (P)	Τιμές φωσφόρου στα ύδατα σε mgr/L. Για την ΕΕ κυμαίνονται από 0 έως 0,41. Υψηλές τιμές του επιπέδου συγκέντρωσης του φωσφόρου αντιστοιχούν σε υψηλά επίπεδα ευτροφισμού και αντίστροφα. Για την Ελλάδα η μέση τιμή είναι 0,39 mgr/L	Αρνητικός

Κατηγορία	Υποκατηγορία	Δείκτες	Υπολογισμός-Τιμές	Αρνητικός - Θετικός Δείκτης
		Επικινδυνότητα ιζημάτων βαρέων μετάλλων: Γεωσυσσώρευση Igeo	Ρυπασμένη Περιοχή: 6 Έντονα Επιβαρυμένη έως Ρυπασμένη: 5 Έντονα Επιβαρυμένη: 4 Ελαφρά έως Έντονα Επιβαρυμένη: 3 Ελαφρά Επιβαρυμένη: 2 Μη Επιβαρυμένη έως Ελαφρά Επιβαρυμένη: 1 Μη Επιβαρυμένη Περιοχή: 0	Αρνητικός
		Επικινδυνότητα ιζημάτων βαρέων μετάλλων: Φορτίο ρύπανσης CF	Έντονα Ρυπασμένη: 5 Ρυπασμένη: 4 Μέτρια Ρυπασμένη: 3 Ελαφρά Ρυπασμένη: 2 Μη Ρυπασμένη Περιοχή: 1	Αρνητικός
Οικονομική αποδοτικότητα	Απόδοση Παραγωγής	Αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών του λιμένα	Αποτελεσματικότητα είναι ο λόγος (Πραγματοποιηθέντα μεγέθη εκροών ή αποτελεσμάτων) προς (Προγραμματισθέντα μεγέθη εκροών ή αποτελεσμάτων). Τιμές 0-1.	Θετικός
		Αποδοτικότητα των υπηρεσιών του λιμένα	Αποδοτικότητα είναι ο λόγος (Πραγματοποιηθέντα μεγέθη εκροών ή αποτελεσμάτων) προς (Κόστος, Πόροι ή Χρόνος που δαπανήθηκαν για την παραγωγή των εκροών ή των αποτελεσμάτων). Τιμές 0%-100%	Θετικός
	Οικονομία ανακύκλωσης	Επαναχρησιμοποίηση αποκατεστημένου νερού	Το ποσοστό του συνολικού όγκου νερού που ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται. Ο αριθμός που προκύπτει είναι συχνά >100 αφού οι κύκλοι επαναχρησιμοποίησης είναι περισσότεροι από ένα. Τιμές επί τοις %	Θετικός

Κατηγορία	Υποκατηγορία	Δείκτες	Υπολογισμός-Τιμές	Αρνητικός - Θετικός Δείκτης
		Αξιοποίηση των στερεών βιομηχανικών αποβλήτων	Ποσοστό αξιοποίησης αποβλήτων. Για την Ελλάδα το ποσοστό είναι της τάξης του 35%. Για την ΕΕ η ελαχίστη τιμή είναι 0, η μέση 48,44%, ενώ η μέγιστη 89%.	Θετικός
Έλεγχος Ρύπανσης	Ρυπογόνες εκπομπές	Ποσοστό έκτασης σε κίνδυνο οξίνισης	Οι υπερβάσεις επί τοις εκατό των κρισίμων για κάθε περιοχή επιπέδων SO ₂ είναι δείκτης των οικοσυστημάτων υπό πίεση λόγω οξίνισης από αποθέσεις ανθρωπογενούς θείου. Η τιμή για την Ελλάδα είναι 2,77, για την ΕΕ η ελαχίστη είναι 0, μέση 26,84 και η μέγιστη 89,22.	Αρνητικός
		Εκπομπές άνθρακα ανά μονάδα ΑΕΠ	Ο δείκτης αποτυπώνει τις εκπομπές του CO ₂ από τις παραγωγικές δραστηριότητες, μετρώντας την ετήσια ποσότητα εκπεμπόμενου άνθρακα σε τόνους ανά εκατομμύριο ετησίου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (ΑΕΠ). Για τη χώρα μας ο δείκτης είναι 175,77 τον/εκ. ΑΕΠ. Στην ΕΕ ο ελάχιστος είναι 43,94, ο μέσος 209,03 και ο μέγιστος 840,85 τον/εκ. ΑΕΠ.	Αρνητικός
		Εκπομπές άνθρακα ανά κάτοικο	Ο δείκτης αποτυπώνει τις εκπομπές CO ₂ από ο σύνολο των δραστηριοτήτων του πληθυσμού, σε τόνους ανά κάτοικο κατ' έτος. Η τιμή του δείκτη για την Ελλάδα είναι 9,67 τόνοι /κάτοικο. Στην ΕΕ η ελαχίστη τιμή είναι 3,32, η μέση 9,02 και η μέγιστη 13,05 τόνοι /κάτοικο.	Αρνητικός
		Κατά κεφαλή παραγωγή αστικών απορριμμάτων	Ο λόγος της παραγόμενης ποσότητας Αστικών Απορριμμάτων (ΑΣΑ) προς τον πληθυσμό της χώρας σε μια δεδομένη χρονική στιγμή. Εκφράζεται σε Kg ανά κάτοικο. Τιμές για την ΕΕ κυμαίνονται από 0- 850 Kg/κάτοικο	Αρνητικός
		Συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων σε αστικές περιοχές σταθμισμένη με το πληθυσμό	Ο δείκτης παρέχει ένα σαφές μέτρο της επιβάρυνσης από τα αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ). Για την Ελλάδα τιμή είναι 58,79 μgr/m ³ . Για την ΕΕ η ελαχίστη 18,92, η μέση 40,58 και η μέγιστη 104,5 μgr/m ³ .	Αρνητικός

Κατηγορία	Υποκατηγορία	Δείκτες	Υπολογισμός-Τιμές	Αρνητικός - Θετικός Δείκτης												
Περιβαλλοντική Διαχείριση	«Καθαρή» παραγωγή	Επεξεργασία υγρών αποβλήτων	Ο Δείκτης εκφράζει το ποσοστό των λυμάτων, που υφίστανται επεξεργασία Τιμές 0%-100%	Θετικός												
		Ασφαλής εναπόθεση επικίνδυνων αποβλήτων	Ο δείκτης μετρά την παραγόμενη ποσότητα σε τόνους, των επικίνδυνων αποβλήτων και αποτυπώνει το βαθμό δυσκολίας που αντιμετωπίζει η χώρα ως προς την ασφαλή διαχείριση ή διάθεση των επικίνδυνων αποβλήτων. Η τιμή για την Ελλάδα είναι 287.000 τον. Για την ΕΕ η ελαχίστη τιμή είναι 4.369, η μέση 2.651.810 και η μέγιστη τιμή είναι 15.532.000 τον.	Αρνητικός												
		Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	Ο δείκτης αξιοποίησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας αναφέρεται σε ποσοστό των ΑΠΕ έναντι των συνολικών ενεργειακών απαιτήσεων. Τιμές 0%-100%	Θετικός												
	Επενδύσεις για προστασία του περιβάλλοντος	Ποσοστό των επιλέξιμων δαπανών, που αφορούν εφαρμογή καθαρών τεχνολογιών και διαχείριση αποβλήτων	Ποσοστό των επιλέξιμων δαπανών ΠΔ, που αφορούν εφαρμογή καθαρών τεχνολογιών και διαχείριση αποβλήτων ως προς το συνολικό επιλέξιμο κόστος επένδυσης <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>ΠΔ ≥ 40%</td><td>5</td></tr> <tr><td>40% > ΠΔ ≥ 30%</td><td>4</td></tr> <tr><td>30% > ΠΔ ≥ 20%</td><td>3</td></tr> <tr><td>20% > ΠΔ ≥ 10%</td><td>2</td></tr> <tr><td>10% > ΠΔ ≥ 05%</td><td>1</td></tr> <tr><td>05% < ΠΔ</td><td>0</td></tr> </table>	ΠΔ ≥ 40%	5	40% > ΠΔ ≥ 30%	4	30% > ΠΔ ≥ 20%	3	20% > ΠΔ ≥ 10%	2	10% > ΠΔ ≥ 05%	1	05% < ΠΔ	0	Θετικός
		ΠΔ ≥ 40%	5													
	40% > ΠΔ ≥ 30%	4														
30% > ΠΔ ≥ 20%	3															
20% > ΠΔ ≥ 10%	2															
10% > ΠΔ ≥ 05%	1															
05% < ΠΔ	0															
Ποσοστό των επιλέξιμων δαπανών, που αφορούν προστασία περιβάλλοντος, εξοικονόμηση ενέργειας και φυσικών πόρων, ως προς το συνολικό επιλέξιμο κόστος της επένδυσης <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>ΔΕ ≥ 40%</td><td>5</td></tr> <tr><td>40% > ΔΕ ≥ 30%</td><td>4</td></tr> <tr><td>30% > ΔΕ ≥ 20%</td><td>3</td></tr> <tr><td>20% > ΔΕ ≥ 10%</td><td>2</td></tr> <tr><td>10% > ΔΕ ≥ 05%</td><td>1</td></tr> <tr><td>05% < ΔΕ</td><td>0</td></tr> </table>	ΔΕ ≥ 40%	5	40% > ΔΕ ≥ 30%	4	30% > ΔΕ ≥ 20%	3	20% > ΔΕ ≥ 10%	2	10% > ΔΕ ≥ 05%	1	05% < ΔΕ	0	Θετικός			
ΔΕ ≥ 40%	5															
40% > ΔΕ ≥ 30%	4															
30% > ΔΕ ≥ 20%	3															
20% > ΔΕ ≥ 10%	2															
10% > ΔΕ ≥ 05%	1															
05% < ΔΕ	0															

Κατηγορία	Υποκατηγορία	Δείκτες	Υπολογισμός-Τιμές	Αρνητικός - Θετικός Δείκτης
		Ποσοστό Χρησιμοποίησης , (ΧΕ) Εγκαταστάσεων και Εξοπλισμού Προστασίας του Περιβάλλοντος	<p style="text-align: right;">ΧΕ ≥ 35% 3 35% > ΧΕ ≥ 15% 2 15% > ΧΕ ≥ 05% 1 05% < ΧΕ 0</p>	Θετικός
	Ικανότητα διαχείρισης	Ικανοποιητική Νομοθεσία και Κανονισμοί προστασίας του περιβάλλοντος	<p style="text-align: right;">Πολύ Ικανοποιητική: 4 Ικανοποιητική: 3 Μέτρια: 2 Μη Ικανοποιητική: 1</p>	Θετικός
		Αναλογία προσωπικού που απασχολείται με την προστασίας του περιβάλλοντος	Ποσοστό επί τοις % του προσωπικού που ασχολείται αποκλειστικά με την προστασία του περιβάλλοντος. Τιμές 0%-100%	Θετικός
		Ικανοποιητικό Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης	Συντονισμένο με εθνικά, ΕΕ & Διεθνή πρότυπα : 3 Απαιτήσεις ISO και EMAS : 2 Ελάχιστες νόμιμες απαιτήσεις : 1	Θετικός
		Αποτελεσματικότητα του συστήματος πληροφόρησης	<p style="text-align: right;">Εξαιρετικό: 5 Πολύ Ικανοποιητικό: 4 Ικανοποιητικό: 3 Καλό: 2 Μέτριο: 1 Ανεκτό: 0</p>	Θετικός
		Υλοποίηση των εκτιμήσεων περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός νέου έργου	<p style="text-align: right;">Πολύ μεγάλες Επιπτώσεις: 5 Μεγάλες Επιπτώσεις: 4 Μέτριες Επιπτώσεις: 3 Μικρές Επιπτώσεις: 2 Πολύ Μικρές Επιπτώσεις: 1 Καμία Επίπτωση: 0</p>	Αρνητικός

Κατηγορία	Υποκατηγορία	Δείκτες	Υπολογισμός-Τιμές	Αρνητικός - Θετικός Δείκτης
Κοινωνική πρόοδος	Κοινωνική αξιολόγηση	Ενημέρωσης κοινού για οικολογικό λιμένα	Ο δείκτης υπολογίζεται εκατοστιαία. Τιμές 0%-100%	Θετικός
		Ικανοποίηση του κοινού από το περιβάλλον του λιμένα	Ο δείκτης υπολογίζεται εκατοστιαία. Τιμές 0%-100%	Θετικός
		Ικανοποίηση του πελάτη από τις εταιρίες του λιμένα	Ο δείκτης υπολογίζεται εκατοστιαία. Τιμές 0%-100%	Θετικός
Επιπτώσεις	Επιπτώσεις από την Κατασκευή και τη Λειτουργία του λιμένα	Οπτική Όχληση	Πολύ υψηλό 5 Υψηλό 4 Μέτριο 3 Χαμηλό προς Μέτριο 2 Χαμηλό 1	Αρνητικός
		Επιπτώσεις στην αλιεία	Πολύ Υψηλές 5 Υψηλές 4 Μέτριες 3 Χαμηλές προς Μέτριες 2 Χαμηλές 1	Αρνητικός
		Επιπτώσεις στη χλωρίδα και την πανίδα του βυθού	Πολύ Υψηλές 5 Υψηλές 4 Μέτριες 3 Χαμηλές προς Μέτριες 2 Χαμηλές 1	Αρνητικός

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

7.1 Πολυκριτηριακή Ανάλυση

Η πολυκριτηριακή ανάλυση μπορεί να ορισθεί ως μία συστηματική και μαθηματικά τυποποιημένη προσπάθεια επίλυσης προβλημάτων, που προκύπτουν από αντικρουόμενους στόχους. Η ικανοποίηση των στόχων αυτών δεν μπορεί να είναι πλήρης. Οι διαθέσιμες επιλογές σε ένα τέτοιο πρόβλημα παρουσιάζουν άριστη επίδοση μόνο ως προς έναν ή περισσότερους - αλλά ποτέ ως προς όλους - τους στόχους, γιατί τότε δε θα υπήρχε πρόβλημα απόφασης: η επιλογή που θα ικανοποιούσε μια τέτοια συνθήκη θα ήταν η άριστη. Είναι αναγκαίος λοιπόν ένας συμβιβασμός μεταξύ των αλληλοσυγκρουόμενων στόχων. Πρέπει δηλαδή ο υπεύθυνος για τη λήψη της απόφασης να επιλέξει τον ή τους στόχους, τους οποίους επιθυμεί να μεγιστοποιήσει, καθώς και τις αντισταθμιστικές απώλειες που είναι διατεθειμένος να αποδεχθεί ως προς τους υπόλοιπους στόχους. Η έννοια του συμβιβασμού και κατ' επέκταση της συμβιβαστικής λύσης - σε αντιδιαστολή προς την άριστη λύση - δηλώνει το χαρακτήρα των αποφάσεων-λύσεων, που αναζητούνται στα πολυκριτηριακά προβλήματα. Οι λύσεις αυτές είναι άριστες μόνο κατά την άποψη του ατόμου που αποφασίζει για την επιλογή.

Σήμερα οι εφαρμογές της πολυκριτηριακής αξιολόγησης έχουν επικρατήσει πλέον των συμβατικών προσεγγίσεων, όπως αυτών της Θεωρίας της Χρησιμότητας (Utility Theory) και της Επιλογής (Choice Theory) καθώς και των προσεγγίσεων που επιχειρούν τη βελτίωση της συμβατικής Ανάλυσης Κόστους- Οφέλους (Cost Effectiveness Analysis).

Τρεις είναι οι βασικές αρχές που θεμελιώνουν τη διαδικασία λήψης απόφασης: Οι εναλλακτικές, τα κριτήρια και η προβληματική της απόφασης. Οι εναλλακτικές αποτελούν τα αντικείμενα της ανάλυσης, δηλαδή τις δυνατές δράσεις. Τα κριτήρια χρησιμοποιούνται για την αποτίμηση και τη σύγκριση των δυνατών δράσεων. Όσο αφορά στην προβληματική της απόφασης διακρίνονται οι εξής κατηγορίες:

- Περιγραφή. Όταν σκοπός του αναλυτή δεν είναι η αναζήτηση και η υπόδειξη της βέλτιστης λύσης, αλλά η απλή περιγραφή του προβλήματος.
- Επιλογή. Όταν στόχος είναι η επιλογή ενός όσο δυνατόν μικρότερου αριθμού «καλών» δράσεων (εναλλακτικών), έτσι ώστε από αυτές να προκύψει μία, η οποία θα θεωρηθεί βέλτιστη.
- Ταξινόμηση. Ο σκοπός είναι η εκχώρηση κάθε δράσης σε μία κατηγορία η οποία κρίνεται ως η πιο κατάλληλη ανάμεσα σε μια οικογένεια κατηγοριών που έχουν ήδη οριστεί.
- Ιεράρχηση. Σε αυτήν την περίπτωση ο αναλυτής προσανατολίζεται στην κατασκευή μιας προδιάταξης των εναλλακτικών, η οποία θα χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για τη σύγκριση των δράσεων μεταξύ τους.

Η επιστημονική περιοχή της πολυκριτηριακής ανάλυσης περιλαμβάνει κατ' αρχήν ένα θεωρητικό υπόβαθρο, στο οποίο αναπτύσσεται η βασική λογική για την προσέγγιση τέτοιου είδους προβλημάτων. Ακόμη, προσδιορίζονται τα κύρια δομικά στοιχεία του προβλήματος και αναλύονται οι βασικές τους ιδιότητες. Με βάση αυτό το θεωρητικό υπόβαθρο έχει αναπτυχθεί ένα πλήθος τεχνικών, κατάλληλων για την αντιμετώπιση ενός μεγάλου εύρους προβλημάτων που προκύπτουν στην πράξη. Αν και η ταξινόμηση των τεχνικών αυτών σε ιδιαίτερες κατηγορίες δεν είναι αυστηρή, διακρίνονται τρεις βασικές ομάδες μεθόδων:

- Πολυκριτηριακή ιεράρχηση επιλογών.
- Πολυκριτηριακός μαθηματικός προγραμματισμός.
- Πολυκριτηριακή θεωρία χρησιμότητας.

Το βασικό στοιχείο που διαφοροποιεί τις δύο πρώτες κατηγορίες είναι το είδος του συνόλου των επιλογών. Συγκεκριμένα, η πρώτη κατηγορία εφαρμόζεται σε προβλήματα που εξετάζουν ένα πεπερασμένο σύνολο διακριτών επιλογών, ενώ η δεύτερη σε προβλήματα με συνεχές σύνολο άπειρου αριθμού επιλογών, στα οποία κατ' αναλογία με τα προβλήματα γραμμικού μονοκριτηριακού προγραμματισμού, οι μεταβλητές απόφασης μπορεί να παίρνουν οποιαδήποτε τιμή εντός ενός καθορισμένου πεδίου. Τέλος, η τρίτη κατηγορία μεθόδων εφαρμόζεται και σε συνεχές και σε διακριτό σύνολο επιλογών και στηρίζεται στη λογική της αναγωγής του πολυκριτηριακού σε μονοκριτηριακό πρόβλημα μέσω του προσδιορισμού μιας συνολικής συνάρτησης χρησιμότητας που συνθέτει τις επιμέρους (ανά κριτήριο) προτιμήσεις του αποφασίζοντα σε ένα ενιαίο μέτρο με βάση το οποίο προχωράει στη λήψη της απόφασης.

Όσον αφορά στην ταυτοποίηση προβλημάτων πολυκριτηριακής ανάλυσης επισημαίνεται το εξής: Κάθε πρόβλημα προσδιορίζεται από ορισμένα δομικά χαρακτηριστικά, που απορρέουν είτε από την ίδια τη φύση του προβλήματος είτε από τις απόψεις και τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Η ταυτοποίηση του αντικειμένου της πολυκριτηριακής ανάλυσης ως προς τα χαρακτηριστικά αυτά αποτελεί ένα πρώτο στάδιο της αναλυτικής διαδικασίας, που διευκολύνει την κατανόηση του προβλήματος και επιτρέπει την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου επίλυσης. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται:

- Στο στάδιο δόμησης του προβλήματος:
 - Καθορισμός του προβλήματος και επιλογή των πιθανών εναλλακτικών σεναρίων, επιλογή των κριτηρίων.
 - Μέτρηση των επιδόσεων και ταξινόμηση των κριτηρίων, εκτίμηση της βαρύτητας του κάθε κριτηρίου, δημιουργία του μοντέλου αξιολόγησης.
 - Καθορισμός των πιθανών περιοριστικών παραμέτρων ανάλογα με το αντικείμενο του εξεταζόμενου προβλήματος.

- Τελική ταξινόμηση των εξεταζόμενων σεναρίων κατά σειρά βαθμολογίας με βάση τα χαρακτηριστικά του μοντέλου που θα επιλεγεί (το σενάριο με την υψηλότερη βαθμολογία αντιστοιχεί στην ευνοϊκότερη περίπτωση).
- Στο στάδιο ανάλυσης των αποτελεσμάτων:
 - Ανάλυση ευαισθησίας της λύσης.
 - Προσδιορισμός της σύγκρουσης των κριτηρίων.

Το μαθηματικό μοντέλο υποβοηθά τον αποφασίζοντα στην αναζήτηση της βέλτιστης λύσης και στην καλύτερη κατανόηση της διαδικασίας και των συνεπειών της απόφασής του. Ορισμένα χαρακτηριστικά σημεία που πρέπει να αναφερθούν σε σχέση με το πρόβλημα είναι τα εξής:

- Τα βασικά στοιχεία του προβλήματος είναι η μήτρα αξιολόγησης που περιλαμβάνει:
 - Ένα σύνολο διακριτών επιλογών.
 - Ένα σύνολο κριτηρίων αξιολόγησης και την επίδοση της κάθε επιλογής στο αντίστοιχο κριτήριο και το σύστημα προτιμήσεων του αποφασίζοντα που εμπεριέχει τη σχετική βαρύτητα των κριτηρίων.
 - Την κατεύθυνση προτίμησης των επιδόσεων (ελάχιστο ή μέγιστο).
 - Τα όρια ανοχής.
- Το ζητούμενο από την επίλυση του προβλήματος είναι:
 - Ο προσδιορισμός της σχετικά βέλτιστης λύσης.
 - Η ιεράρχηση του συνόλου των λύσεων.
 - Η ταξινόμηση των λύσεων σε ομάδες.
- Η μέθοδος επίλυσης του προβλήματος:
 - Μέθοδοι σύνθεσης των επιδόσεων: Αναγωγή σε μονοκριτηριακό πρόβλημα, όπου το ένα κριτήριο εκφράζει τη συνολική χρησιμότητα της επιλογής.
 - Μέθοδοι ιεράρχησης των επιλογών: Δυαδική σύγκριση των επιλογών σε κάθε κριτήριο και διατύπωση σχέσεων επικράτησης.

7.2 Καθορισμός Συντελεστών Βαρύτητας

Ο βαθμός σπουδαιότητας των εφαρμοζόμενων κριτηρίων για την αξιολόγηση των διαφόρων εναλλακτικών σεναρίων καθορίζεται από το συντελεστή βαρύτητας που αποδίδεται στα κριτήρια αυτά. Ανάλογα με την περίπτωση, χρησιμοποιούνται είτε άμεσοι συντελεστές βαρύτητας είτε έμμεσοι. Οι άμεσοι συντελεστές βαρύτητας χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που ο αριθμός των κριτηρίων είναι μικρός και είναι δυνατή η επιλογή συντελεστών βαρύτητας. Οι έμμεσοι συντελεστές βαρύτητας προσδιορίζονται με την ταξινόμηση των κριτηρίων κατά σειρά σπουδαιότητας, την απόδοση ενός συνολικού συντελεστή βαρύτητας ή ενός μέγιστου συντελεστή βαρύτητας και στη συνέχεια τον προσδιορισμό των συντελεστών βαρύτητας σε σχέση με το

άθροισμα όλων των συντελεστών βαρύτητας ή σε σχέση με το μεγαλύτερο συντελεστή. Επιπλέον, είναι δυνατή η χρήση κριτηρίων, στα οποία δεν έχει αποδοθεί συντελεστής βαρύτητας.

Οι συντελεστές βαρύτητας αντικατοπτρίζουν το σύστημα αξιών και προτιμήσεων του αποφασίζοντα. Δηλαδή, ο προσδιορισμός της σπουδαιότητας του κάθε κριτηρίου βασίζεται στην ιδιαίτερη σημασία που δίνουν οι ενδιαφερόμενοι φορείς για κάθε κριτήριο.

Συνεπώς, ανάλογα με το είδος του προβλήματος είναι δυνατό να παρουσιάζουν μεγαλύτερη σημασία για τους ενδιαφερόμενους φορείς τα περιβαλλοντικά κριτήρια σε σχέση με τα οικονομικά ή και το αντίστροφο. Έτσι, για τον προσδιορισμό των συντελεστών βαρύτητας απαιτείται η προσεκτική ιεραρχική ταξινόμηση των διαφόρων κριτηρίων από τους ενδιαφερόμενους φορείς.

7.3 Επιλογή του Βέλτιστου Σεναρίου

Έχει αναπτυχθεί μεγάλος αριθμός μεθόδων και υπολογιστικών προγραμμάτων, τα οποία είναι δυνατό να προσδιορίσουν το βέλτιστο σενάριο για κάθε διαχειριστικό πρόβλημα. Οι μέθοδοι αυτές βασίζονται στην εκτίμηση της συνολικής απόδοσης ενός σεναρίου με βάση τις επιμέρους επιδόσεις σε κάθε κριτήριο και μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

Υπολογισμός της συνολικής προτίμησης για κάθε σενάριο. Στην περίπτωση αυτή, η επιλογή του βέλτιστου σεναρίου βασίζεται στην επιλογή του σεναρίου, που παρουσιάζει την υψηλότερη βαθμολογία ανεξάρτητα από τα επιμέρους κριτήρια.

Προσέγγιση της προτίμησης ενός σεναρίου σε σχέση με ένα άλλο, η οποία βασίζεται στη δοκιμή της υπόθεσης, ότι ένα σενάριο Α' είναι καλύτερο από ένα σενάριο Β', εφόσον το σενάριο Α' είναι τουλάχιστον τόσο καλό (ή όχι χειρότερο) από το σενάριο Β'. Η προσέγγιση αυτή στηρίζεται στη δυαδική σύγκριση των επιλογών σε κάθε μεμονωμένο κριτήριο. Στην περίπτωση αυτή, πριν τη συγκριτική ταξινόμηση των κριτηρίων ανάλογα με τη βαθμολογία τους τίθενται κάποιοι περιοριστικοί όροι, οι οποίοι εκφράζουν την προτίμηση σε κάποια κριτήρια σε σχέση με άλλα. Με τη χρήση της μεθόδου αυτής η εύρεση του βέλτιστου σεναρίου βασίζεται εν μέρει στον προσδιορισμό της συνολικής βαθμολογίας για κάθε σενάριο και περισσότερο στη σύγκριση μεταξύ των επιμέρους σεναρίων.

Διαδραστική προσέγγιση, όπου τα μοντέλα, που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του βέλτιστου σεναρίου, βασίζονται σε επαναληπτικές μεθόδους.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πολυκριτηριακής ανάλυσης.

Πλεονεκτήματα:

- Διευκολύνει την αναπαράσταση πολυδιάστατων προβλημάτων.
- Είναι ιδιαίτερα ευέλικτη και επιτρέπει τη διαφορετική επίδραση των παραγόντων στο τελικό αποτέλεσμα.
- Απλοποιεί τη διαδικασία όταν είναι αναγκαία η αξιολόγηση μη μετρήσιμων μεγεθών (π.χ. περιβαλλοντικών ή κοινωνικών επιπτώσεων).

Μειονεκτήματα:

- Οι συντελεστές βαρύτητας συχνά αποφασίζονται από ένα άτομο ή ένα ενδιαφερόμενο φορέα.
- Συχνά η βαθμολόγηση των παραμέτρων και των συντελεστών βαρύτητας καθίσταται πολύπλοκη.
- Αδυνατίζει την επίδραση του παράγοντα «χρόνου».
- Δεν οδηγεί σε βέλτιστες λύσεις, αλλά σε «συμβιβαστικές».

(ΕΜΠ, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Υπηρεσία Περιβάλλοντος Υπουργείου Γεωργίας Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Κύπρου, Δεκ 2005, Έκθεση σχετικά με τις μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης).

Η πολυκριτηριακή μέθοδος ανάλυσης ή αλλιώς Multi Criteria Decision Analysis, (MCDA) είναι μία αυστηρή μέθοδος σχεδιασμένη για να υποστηρίξει όσους έχουν να πάρουν αποφάσεις και βρίσκονται αντιμέτωποι με πολύπλοκους υπολογισμούς. Η MCDA δίνει έμφαση σε αυτούς τους πολύπλοκους υπολογισμούς στοχεύοντας σε ευδιάκριτη διαδικασία.

Σε σύγκριση με άλλες μεθόδους όπου υποθέτουν τη διαθεσιμότητα των μετρήσεων στην MCDA οι μετρήσεις είναι συμπληρωματικές ή ερμηνεύονται υποκειμενικά καθώς οι δείκτες διαφέρουν σε βαρύτητα και σε διάφορες προτιμήσεις αυτών. Οι προτιμήσεις διαφέρουν από κάθε έναν που πρέπει να πάρει αποφάσεις. Οπότε το αποτέλεσμα διαφέρει κάθε φορά διότι υπάρχουν διαφορές στην επιλογή στόχων και των προτιμήσεων τους. Για παράδειγμα στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί η MCDA για να βοηθήσει στην εκτίμηση στο ένα η σύσταση κατοχύρωσης δικαιωμάτων νέου λογισμικού στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) θα βοηθούσε ή θα έβλαπτε την ευρωπαϊκή βιομηχανία λογισμικού. Εφόσον η MCDA περιλαμβάνει βέβαιο στοιχείο υποκειμενικότητας, το ήθος και η ηθική των ατόμων, που εκτελούν την MCDA παίζει σημαντικό ρόλο στην ακρίβεια και στο δίκαιο συμπέρασμα. Το ηθικό μέρος είναι πολύ σημαντικό για το άτομο που παίρνει τις αποφάσεις καθώς έχει επιπτώσεις σε άλλους ανθρώπους, σε αντιδιαστολή με μια προσωπική απόφαση.

7.4 Μέθοδοι MCDA

Τα λογισμικά υποστήριξης αποφάσεων η αλλιώς DMS βασίζονται σε πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων (MCDA) και στις διαφοροποιήσεις της. Όπως η Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (Analytic Hierarchy Process, AHP), Αναλυτική Διαδικασία Δικτύων (Analytic Network Process ANP - επέκταση της AHP), PROMETHEE, Θεωρία Αξιολόγησης Πολλαπλών Χαρακτηριστικών (Multi-Attribute Value Theory, MAVT), Θεωρία Χρησιμοποίησης Πολλαπλών Χαρακτηριστικών (Multi-Attribute Utility Theory, MAUT), Παγκόσμια Επαγωγή Ποιότητας Πολλαπλών Χαρακτηριστικών (Multi-Attribute Global Inference of Quality, MAGIQ), Δυναμική Κατάταξη κατά Όλων των Δυνατών Εναλλακτικών Λύσεων (Potentially All Pairwise Rankings of all Possible Alternatives, PAPRIKA), κλπ.

Ένα πρόβλημα λήψης απόφασης αναλύεται με δενδροειδή δομή σε υπο-προβλήματα όπου και αναλύονται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Τα στοιχεία της δομής μπορούν να αφορούν κάθε πτυχή της απόφασης του προβλήματος, που είναι μετρήσιμα ή κατ' εκτίμηση υπολογιζόμενα, πλήρως ή όχι κατανοητά. Αφού δημιουργηθεί η δενδροειδής δομή οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων αξιολογούν τα διάφορα στοιχεία της δομής αυτής με συγκεκριμένες πληροφορίες ή κατ' εκτίμηση δικά τους στοιχεία.

Στο τελικό στάδιο της διαδικασίας, αναθέτονται αριθμητικές προτεραιότητες για κάθε μία από τις εναλλακτικές λύσεις.

7.5 Βέλτιστη Επιλογή της Πολυκριτηριακής Μεθόδου

Όπως αναφέρθηκε υπάρχουν πολλές μέθοδοι MCDA, που χρησιμοποιούνται σήμερα. Όμως πολλές φορές διαφορετικές μέθοδοι μπορούν να δώσουν διαφορετικά αποτελέσματα για ένα ίδιο θέμα όπου χρησιμοποιούνται τα ίδια δεδομένα. Με διαφορετικούς μεθόδους MCDA μπορούμε να λάβουμε αποτελέσματα, που να έχουν διαφορετικό τρόπο αντιμετώπισης ακόμα και για τα πιο απλά θέματα.

Αυτό εγείρει τα θεμελιώδη ζητήματα για το πώς πρέπει να αξιολογούνται και να συγκρίνονται διάφορες MCDA μέθοδοι. Η διαδικασία επιλογής της καλύτερης MCDA μεθόδου είναι η ίδια από μόνη της μια διαδικασία λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων. Η εύρεση λοιπόν της καλύτερης MCDA μεθόδου απαιτεί τη χρήση των βέλτιστων MCDA μεθόδων. Αυτό οδηγεί σε παράδοξο. Η επιλογή για το ποιο λογισμικό MCDA είναι το πλέον κατάλληλο εξαρτάται από αυτό κάθε αυτό το πρόβλημα. Το κύριο ερώτημα με τις υπάρχουσες αλλά και μελλοντικές μεθόδους MCDA είναι πώς να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά τους.

Παρατίθεται πίνακας με τις πιο γνωστές μεθόδους MCDA.

Πίνακας 7.1 Πολυκριτηριακοί Μέθοδοι Ανάλυσης Αποφάσεων (πηγή: Aida et al., 2011)

A/A	Μέθοδος	Σύντμηση
1	Aggregated Indices Randomization Method	AIRM
2	Analytic Hierarchy Process	AHP
3	Analytic Network Process	ANP
4	Data Envelopment Analysis	DEA
5	Dominance-based Rough Set Approach	DRSA
6	ELimination Et Choix Traduisant la REalité	ELECTRE
7	The Evidential Reasoning approach	ER
8	Goal Programming	GP
9	Grey Relational Analysis	GRA
10	Inner Product of Vectors	IPV
11	Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique	MACBETH
12	Disaggregation - Aggregation Approaches, UTilités Additives, Utilities Additives DIScriminante,	UTA, UTADIS
13	Multi-Attribute Global Inference of Quality	MAGIQ
14	Multi-Attribute Utility Theory	MAUT
15	Multi-Attribute Value Theory	MAVT
16	New Approach to Appraisal	NATA
17	Nonstructural Fuzzy Decision Support System	NSFDSS
18	Potentially All Pairwise RanKings of all possible Alternatives	PAPRIKA
19	Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations	PROMETHEE
20	Superiority and Inferiority Ranking Method	SIR Method
21	Value Analysis	VA
22	Value Engineering	VE
23	Weighted Product Model	WPM
24	Weighted Sum Model	WSM

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΛΗΨΗΣ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ, (DECISION MAKING SOFTWARE, DMS)

8.1 Λογισμικά Λήψης Αποφάσεων

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, τα λογισμικά υποστήριξης αποφάσεων ή αλλιώς DMS βασίζονται σε πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων (MCDA) και στις διαφοροποιήσεις τους. Μερικά από τα διαθέσιμα λογισμικά λήψης αποφάσεων αναφέρονται παρακάτω:

Το λογισμικό **1000Minds** βασίζεται στην πολυκριτηριακή μέθοδο PAPRIKA (Potentially All Pairwise Rankings) επιτρέπει τη σύγκριση κατά ζεύγη χωρίς όμως να διαχειρίζεται την επικινδυνότητα όπως επίσης και την ανάλυση με βάση το χρόνο βελτιστοποίησης του, έχει όμως τη δυνατότητα χρήσης διαδικτυακής έκδοσης.

Το **Analytica** της εταιρείας Lumina Decision Systems Inc, με το οποίο έχουμε μέσω διαγραμμάτων, τη δυνατότητα να εφαρμόσουμε την προσομοίωση Monte Carlo¹¹ σε αντίθεση με το 1000Minds δεν επιτρέπει τη σύγκριση κατά ζεύγη όμως έχει τη δυνατότητα ανάλυσης με βάση το χρόνο.

Το **Criterion DecisionPlus** της Infoharvest Inc στηρίζεται στη Μέθοδο της Αναλυτικής Ιεράρχησης (Analytical Hierarchy Process- AHP) δεν επιτρέπει τη σύγκριση κατά ζεύγη, ούτε την ομαδική αξιολόγηση.

Το **D-Sight** το οποίο είναι προϊόν μελέτης και έρευνας του πανεπιστημίου των Βρυξελλών (Université Libre de Bruxelles), βασίζεται στις μεθόδους PROMETHEE (Θεωρία Αξιολόγησης Πολλαπλών Χαρακτηριστικών) και MAUT (Θεωρία Χρησιμοποίησης Πολλαπλών Χαρακτηριστικών), ακόμα έχει τη δυνατότητα ανάλυσης ευαισθησίας.

Το **DecideIT** είναι της Σουηδικής εταιρείας Preference AB όπου και αυτό το λογισμικό υποστηρίζει την μέθοδο MAUT έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το D-Sight χωρίς όμως να υποστηρίζει την μέθοδο MCDA PROMETHEE.

¹¹ Η Monte Carlo προσομοίωση είναι μια ευέλικτη μέθοδος για την ανάλυση της συμπεριφοράς ορισμένων δραστηριοτήτων, προγραμμάτων ή διαδικασιών που αφορούν την αβεβαιότητα. Η μέθοδος αυτή εφευρέθηκε από επιστήμονες το 1944 περίπου, και ονομάστηκε έτσι από την πόλη του Μονακό, εξαιτίας μιας ρουλέτας, μια απλής γεννήτριας τυχαίων αριθμών. Η μέθοδος είναι μια κατηγορία υπολογιστικών αλγορίθμων που στηρίζονται σε επαναλαμβανόμενες τυχαίες δειγματοληψίες για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων τους. (www.teilar.gr/TEI_Λάρισας).

Το **Decision Lab** επιτρέπει τη σύγκριση κατά ζεύγη και τη διαχείριση επικινδυνότητας αλλά δεν επιτρέπει την ομαδική αξιολόγηση και δεν έχει δυνατότητα χρήσης διαδικτυακής έκδοσης.

Το **Decision Lens** βασίζεται στις μεθόδους AHP και ANP (Analytic Network Process) και επιτρέπει τις συγκρίσεις κατά ζεύγη, την ομαδική αξιολόγηση και έχει δυνατότητα διαδικτυακής χρήσης.

Το **Decision Manager** και το **DLP Syncopation** έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά, δεν επιτρέπουν τη σύγκριση ανά ζεύγη αλλά ούτε την ομαδική αξιολόγηση, επιτρέπουν όμως τη διαχείριση της επικινδυνότητας.

Το **ERGO** επιτρέπει τη σύγκριση ανά ζεύγη και παρέχει τη δυνατότητα χρήσης διαδικτυακής έκδοσης.

Το **Expert Choice** στηρίζεται στη Μέθοδο της Αναλυτικής Ιεράρχησης AHP, επιτρέπει τη σύγκριση ανά ζεύγη, την ανάλυση ευαισθησίας, την ομαδική αξιολόγηση, την διαχείριση επικινδυνότητας όχι όμως και την ανάλυση με βάση το χρόνο (Σπυράκη Γεωργία 2010 Συστήματα Λήψης Απόφασης- Μοντέλο Απόφασης Αξιολόγησης & Επιλογής Προσωπικού με τη Μέθοδο AHP).

Το **Kessera Random Decision** είναι ένα διαδικτυακής έκδοσης λογισμικό DMS όμως δεν επιτρέπει την ανάλυση ευαισθησίας ούτε την διαχείριση επικινδυνότητας.

Το **Very Good Choice** της MVLsoft και το **Logical Decisions** της Αμερικανικής εταιρείας Logical Decisions Corp. έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά αφού επιτρέπουν τη σύγκριση ανά ζεύγη, ανάλυση ευαισθησίας, ομαδική αξιολόγηση, διαχείριση επικινδυνότητας και δεν υπάρχουν διαθέσιμες διαδικτυακές χρήσεις το Logical Decisions βασίζεται στις μεθόδους AHP και MAUT ενώ το Very Good Choice στο ELECTRE.

Το **TreeAge** είναι της εταιρείας TreeAge Software Inc. δεν υποστηρίζεται από μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης. Όμως, αν ο χρήστης το επιθυμεί, μπορεί να το χρησιμοποιήσει υποστηρικτικά σε άλλες εφαρμογές βελτιστοποίησης που ενσωματώνουν μεθόδους τεχνητής νοημοσύνης. Υποστηρίζει την Ανάλυση ευαισθησίας όμως δεν επιτρέπει τη σύγκριση κατά ζεύγη και την ομαδική αξιολόγηση. (Λούγκας Δημήτριος 2009 Εφαρμογή της μεθόδου των πραγματικών χρηματοοικονομικών δικαιωμάτων-Real Options, στη λήψη επενδυτικών αποφάσεων με αβεβαιότητα).

Το **MakeltRational** της Πολωνικής εταιρείας MakeltRational, βασίζεται στη μέθοδο AHP, δεν επιτρέπει την διαχείριση επικινδυνότητας και την ανάλυση με βάση το χρόνο.

Το **SelectPro** της εταιρείας SELECTPRO SOFTWARE LLC επιτρέπει τη σύγκριση ανά ζεύγη, την ανάλυση ευαισθησίας, όχι όμως την ομαδική αξιολόγηση και την ανάλυση με βάση το χρόνο.

Το **Hiview3** της Αγγλικής Catalyze Ltd, υποστηρίζει την ανάλυση ευαισθησίας και την ομαδική αξιολόγηση, αλλά όχι τη σύγκριση ανά ζεύγη την διαχείριση επικινδυνότητας και δεν υπάρχει διαδικτυακή έκδοση.

Το **RPM-Decisions** (Robust Portfolio Modeling - Decisions) αναπτύχθηκε με java-software στο Εργαστήριο Ανάλυσης Συστημάτων του Πανεπιστημίου Τεχνολογίας του Ελσίνκι, επιτρέπει την ανάλυση ευαισθησίας και υπάρχει διαδικτυακή έκδοση.

Το **Vanguard Studio** της Αμερικανικής εταιρείας Vanguard Software Corporation, υποστηρίζει την ανάλυση ευαισθησίας, την ομαδική αξιολόγηση και τη διαχείριση επικινδυνότητας όχι όμως τη σύγκριση ανά ζεύγη.

Τέλος το λογισμικό λήψης αποφάσεων και διαχείρισης ενός έργου **MindDecider**, βασίζεται στην Πολυκριτηριακή Ανάλυση Αποφάσεων (Multi-Criteria Decision Analysis-MCDA), στηρίζεται στη Μέθοδο της Αναλυτικής Ιεράρχησης AHP, επιτρέπει τη σύγκριση ανά ζεύγη, την ανάλυση με βάση το χρόνο, την ανάλυση ευαισθησίας, την ομαδική αξιολόγηση, την διαχείριση επικινδυνότητας και το μόνο στο οποίο υστερεί έναντι των προαναφερθέντων λογισμικών είναι μη ύπαρξη διαδικτυακής έκδοσης. Ακολουθεί συγκεντρωτικός πίνακας ορισμένων λογισμικών DMS.

Πίνακας 8.1 Συγκεντρωτικός Πίνακας Ορισμένων Λογισμικών DMS

A/A	Λογισμικό (DMS)	Ιστότοπος Λογισμικού
1.	1000Minds	http://www.1000minds.com
2.	Analytica	http://www.lumina.com
3.	Criterion DecisionPlus	http://www.infoharvest.com
4.	D-Sight	http://www.d-sight.com
5.	DecideIT	http://www.preference.nu
6.	Decision Lab	http://decisionlab.org.uk
7.	Decision Lens	http://www.decisionlens.com
8.	Decision Manager	http://www.decisionmanager.com
9.	DLP Syncopation	http://www.syncopation.com
10.	ERGO	http://www.technologyevaluation.com
11.	Expert Choice	http://www.expertchoice.com
12.	Hiview3	http://www.catalyze.co.uk
13.	Logical Decisions	http://www.logicaldecisions.com
14.	MakeItRational	http://makeitrational.com
15.	MindDecider	http://www.minddecider.com
16.	RPM-Decisions	http://www.rpm.tkk.fi
17.	SelectPro	http://www.selectprosoftware.com

A/A	Λογισμικό (DMS)	Ιστοτόπος Λογισμικού
18.	TreeAge Pro	http://www.treeage.com
19.	Vanguard Studio	http://www.vanguardsw.com
20.	Kessera Random Decision	http://www.kessera.com
21.	Very Good Choice	http://www.verygoodchoice-addin.com

8.2 Κριτήρια Επιλογής του Καταλληλότερου DMS

Για την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων και την εξεύρεση των καλύτερων λύσεων λογισμικού λήψεως αποφάσεων (Decision Making Software, DMS) υπάρχουν πρόσθετα κριτήρια.

Τα κύρια κριτήρια για την προσφορότερη επιλογή λογισμικού λήψεως αποφάσεων είναι τα εξής:

- Σύγκριση κατά ζεύγη.
- Ανάλυση με βάση το χρόνο και της βελτιστοποίησης του.
- Ανάλυση ευαισθησίας.
- Ομαδική αξιολόγηση.
- Διαχείριση επικινδυνότητας.
- Δυνατότητα χρήσης διαδικτυακής έκδοσης.

Με βάση τα προαναφερθέντα κριτήρια παρουσιάζεται ένας συγκριτικός πίνακας ορισμένων λογισμικών λήψεως αποφάσεων.

Πίνακας 8.2 Συγκριτικός Πίνακας Λογισμικών Λήψεως Αποφάσεων.

Software	Μέθοδοι MCDA	Σύγκριση κατά ζεύγη	Ανάλυση με βάση το χρόνο βελτιστοποίησης του	Ανάλυση ευαισθησίας	Ομαδική αξιολόγηση	Διαχείριση επικινδυνότητας	Δυνατότητα χρήσης διαδικτυακής έκδοσης
1000Minds	PAPRIKA	NAI	OXI	NAI	NAI	OXI	NAI
Analytica		OXI	NAI	NAI	OXI	NAI	NAI
Criterion DecisionPlus	AHP	OXI	OXI	NAI	OXI	OXI	OXI
D-Sight	MAUT, PROMETHEE	NAI	OXI	NAI	NAI	NAI	NAI
DecideIT	MAUT	NAI	OXI	NAI	NAI	NAI	NAI
Decision Lab		NAI	OXI	NAI	OXI	NAI	OXI

Software	Μέθοδοι MCDA	Σύγκριση κατά ζεύγη	Ανάλυση με βάση το χρόνο βελτιστοποίησης του	Ανάλυση ευαισθησίας	Ομαδική αξιολόγηση	Διαχείριση επικινδυνότητας	Δυνατότητα χρήσης διαδικτυακής έκδοσης
Decision Lens	AHP, ANP	NAI		NAI	NAI		NAI
Decision Manager		OXI	OXI	NAI	OXI	NAI	OXI
DLP Syncopation		OXI	OXI	NAI	OXI	NAI	OXI
ERGO		NAI	OXI	NAI	OXI	OXI	NAI
Expert Choice	AHP	NAI	OXI	NAI	NAI	NAI	NAI
Hiview3		OXI	OXI	NAI	NAI	OXI	OXI
Logical Decisions	AHP, MAUT	NAI	OXI	NAI	NAI	NAI	OXI
MakeltRational	AHP	NAI	OXI	NAI	NAI	OXI	NAI
MindDecider	AHP	NAI	NAI	NAI	NAI	NAI	OXI
RPM- Decisions		OXI	OXI	NAI	OXI	OXI	NAI
SelectPro	AHP	NAI	OXI	NAI	NAI	OXI	NAI
TreeAge Pro		OXI	OXI	NAI	OXI	NAI	OXI
Vanguard Studio		OXI	OXI	NAI	NAI	NAI	NAI
Kessera Random Decision		OXI	OXI	OXI	OXI	OXI	NAI
Very Good Choice	ELECTRE	NAI	OXI	NAI	NAI	NAI	OXI

Με βάση την ανάλυση του παραπάνω πίνακα και τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά για τα γνωστά λογισμικά λήψεως αποφάσεων, για την παρούσα πολυκριτηριακή μελέτη, αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί το λογισμικό MindDecider ως το καταλληλότερο, αφού παρουσιάζει τις καλύτερες επιδόσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ- ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ MINDDECIDER

9.1 Πολυκριτηριακή Αξιολόγηση των έξι Θέσεων Λιμένων

Στην παρούσα εργασία επιλέχθηκαν έξι υποθετικές περιπτώσεις θέσεων λιμένων (Α, Β, Γ, Δ, Ε και ΣΤ) και αποδόθηκαν τυχαίες τιμές σε όλους τους δείκτες προκειμένου να εισαχθούν στο λογισμικό για τη χωροθέτηση και την οικολογική αξιολόγηση εμπορικών λιμένων, Πίνακας 9.1.

Πίνακας 9.1 Τιμές των Δεικτών για τις έξι Υποθετικές Περιπτώσεις

Κατηγορία	Υποκατηγορίες	Δείκτες	Περιπτώσεις θέσεων λιμένων						Μονάδες	Όρια Τιμών	Αρνητικός/Θετικός Δείκτης	
			Α	Β	Γ	Δ	Ε	ΣΤ				
Περιβαλλοντική Ποιότητα	Ατμόσφαιρα / ηχητικό περιβάλλον	Ατμοσφαιρική Ρύπανση	7	8	7	5	9	1	Σημεία	1-10	-	
		Ποιότητα Αέρα PSI (Pollutants Standard Index)	56	77	120	200	30	300	μg ^m - ³	0-300+	-	
		Ποιότητα Αέρα AQI (Air Quality Index)	45	87	130	210	34	298	μg ^m - ³	0-500	-	
		Περιβαλλοντικός Θόρυβος Ημέρας	3	5	1	5	5	1	dB(A)	1-5	-	
		Περιβαλλοντικός Θόρυβος Νύχτας	3	4	1	4	3	1	dB(A)	1-5	-	
	Βιολογικοί πόροι	Βλάστηση	0,7	0	0,2	0,2	0,3	-0,5	Σημεία	-1 έως 1	+	
		Βιοποικιλότητα	0,44	0,45	0,30	0,46	0,50	0,44	Σημεία	0,28-0,59	+	
		Ακεραιότητα Οικοσυστήματος	3	3	3	4	4	2	Σημεία	1-5	-	
	Υδάτινο περιβάλλον	Ποιότητα νερού	78	79	89	77	88	90	%	0-100	+	
		Ευτροφισμού, Διαλυμένου οξυγόνου (O ₂)	11,3	11,5	11	12	12	11,4	mgr/L	3-15	+	
		Ευτροφισμού, Συγκεντρώσεις αλάτων φωσφόρου (P)	0,39	0,35	0,30	0,32	0,4	0,38	mgr/L	0-0,41	-	
		Επικινδυνότητα ιζημάτων βαρέων μετάλλων: Γεωσυσσώρευση Igeo	5	4	3	4	5	3	Σημεία	0-6	-	
		Επικινδυνότητα ιζημάτων βαρέων μετάλλων: Φορτίο ρύπανσης CF	3	2	4	2	4	2	Σημεία	0-5	-	
	Οικονομική αποδοτικότητα	Απόδοση Παραγωγής	Αποτελεσματικότητα των υπηρεσιών του λιμένα	0,8	0,8	0,6	0,7	0,8	0,5	Σημεία	0-1	+
			Αποδοτικότητα των υπηρεσιών του λιμένα	86	87	89	90	67	89	%	0%-100%	+

Κατηγορία	Υποκατηγορίες	Δείκτες	Περιπτώσεις θέσεων λιμένων					Μονάδες	Όρια Τιμών	Αρνητικός/ Θετικός Δείκτης	
			A	B	Γ	Δ	Ε				ΣΤ
	Οικονομία ανακύκλωσης	Επαναχρησιμοποίηση αποκατεστημένου νερού	100	70	123	156	200	120	%	0%-350%	+
		Αξιοποίηση των στερεών βιομηχανικών αποβλήτων	35	36	35	50	53	56	%	0-89%	+
Έλεγχος ρύπανσης	Ρυπογόνες εκπομπές	Ποσοστό έκτασης σε κίνδυνο οξίνισης	2,77	3	3,2	3,3	3	3	%	0%-89,22%	-
		Εκπομπές άνθρακα ανά μονάδα ΑΕΠ	175	189	187	200	210	129	τον/εκ. ΑΕΠ	43-850	-
		Εκπομπές άνθρακα ανά κάτοικο	9,67	9,8	9,7	9,3	9,7	10	τον/ κάτοικο	3-14	-
		Κατά κεφαλή παραγωγή αστικών απορριμμάτων	450	500	350	250	400	450	Kg/ κάτοικο	0-700	-
		Συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων σε αστικές περιοχές σταθμισμένη με το πληθυσμό	58	60	61	61	58	59	μgm ⁻³	18-105	-
Περιβαλλοντική Διαχείριση	«Καθαρή» παραγωγή	Επεξεργασία υγρών αποβλήτων	50	45	60	65	60	50	%	0%-100%	+
		Ασφαλής εναπόθεση επικίνδυνων αποβλήτων	5000	4500	6000	6200	7000	7200	τόνοι	4.369-15.532.000	-
		Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	30	32	31	30	35	30	%	0%-100%	+
	Επενδύσεις για προστασία του περιβάλλοντος	Ποσοστό των επιλέξιμων δαπανών, που αφορούν εφαρμογή καθαρών τεχνολογιών και διαχείριση αποβλήτων	2	3	3	2	3	4	%	0-5 5-40%	+
		Ποσοστό των επιλέξιμων δαπανών, που αφορούν προστασία περιβάλλοντος, εξοικονόμηση ενέργειας κλπ	3	3	3	3	4	2	%	0-5 5-40%	+
		Ποσοστό Χρησιμοποίησης Εγκαταστάσεων και Εξοπλισμού Προστασίας του Περιβάλλοντος	0	2	3	1	2	3	%	0-3 5-35%	+
	Ικανότητα διαχείρισης	Ικανοποιητική Νομοθεσία και Κανονισμοί προστασίας του περιβάλλοντος	3	2	3	2	3	2	Σημεία	1-4	+
		Αναλογία προσωπικού που απασχολείται με την προστασία του περιβάλλοντος	20	23	12	24	40	15	%	0%-100%	+
		Ικανοποιητικό Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης	3	3	3	2	3	3	Σημεία	1-3	+

Κατηγορία	Υποκατηγορίες	Δείκτες	Περιπτώσεις θέσεων λιμένων					Μονάδες	Όρια Τιμών	Αρνητικός/ Θετικός Δείκτης	
			A	B	Γ	Δ	E				ΣΤ
		Αποτελεσματικότητα του συστήματος πληροφόρησης	4	4	4	3	4	4	Σημεία	0-5	+
		Υλοποίηση των εκτιμήσεων περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός νέου έργου	4	4	5	3	4	5	Σημεία	0-5	-
Κοινωνική πρόοδος	Κοινωνική αξιολόγηση	Ενημέρωση κοινού για οικολογικό λιμένα	46	56	57	65	45	65	%	0%-100%	+
		Ικανοποίηση του κοινού από το περιβάλλον του λιμένα	45	50	56	67	54	43	%	0%-100%	+
		Ικανοποίηση του πελάτη από τις εταιρίες του λιμένα	78	89	77	76	56	87	%	0%-100%	+
Επιπτώσεις	Επιπτώσεις Κατασκευής ή Λειτουργίας	Οπτικής Όχλησης	5	1	4	5	2	1	Σημεία	1-5	-
		Επιπτώσεων στην αλιεία	1	5	1	3	5	5	Σημεία	1-5	-
		Επιπτώσεις στη χλωρίδα και την πανίδα του βυθού	3	1	3	1	5	2	Σημεία	1-5	-

Αρχικά εισάγονται οι έξι θέσεις λιμένων (Α,Β,Γ,Δ,Ε,ΣΤ) με τη μορφή που φαίνεται στην Εικόνα 9.1.



Εικόνα 9.1 Εισαγωγή των Θέσεων των Λιμένων στο Λογισμικό MindDecider

Στη συνέχεια, εισάγονται οι έξι κατηγορίες δεικτών όπως Πίνακας 9.1. Οι κατηγορίες που εισάγονται στο πρόγραμμα φαίνονται στην Εικόνα 9.2.

Σ	Significance	Criterion name	Units	Min input estimate	Max input estimate	-
Σ	+6.0	Περιβαλλοντική Ποιότητα Comment:		0	2.90	x
Σ	+1.0	Οικονομική αποδοτικότητα Comment:		0	3	x
Σ	+3.5	Έλεγχος Ρύπανσης Comment:		0	1	x
Σ	+3.0	Περιβαλλοντική Διαχείριση Comment:		0	6	x
Σ	+2.0	Κοινωνική πρόοδος Comment:		0	1	x
Σ	+1.0	Επιπτώσεις Comment:		0	1	x

(no author) before F.Balance II before F.Balance III before R.Balance III
Criteria Linear Summation (standard)
 $3.000 \times (\text{Estimate} - 0.000) / (6.000 - 0.000)$

Εικόνα 9.2 Εισαγωγή των Κατηγοριών των Επιπτώσεων

Στη συνέχεια και για κάθε Κατηγορία εισάγονται οι υποκατηγορίες όπως Πίνακας 9.1. Για παράδειγμα για την «Περιβαλλοντική ποιότητα» εισάγεται: «Ατμόσφαιρα / Ηχητικό περιβάλλον», «Βιολογικοί πόροι», «Υδάτινο περιβάλλον». (Εικόνα 9.3). Ομοίως στην κατηγορία «Οικονομική αποδοτικότητα» εισάγεται η «Απόδοση παραγωγής» και η «Οικονομία ανακύκλωσης». (Εικόνα 9.7).

Σ	Significance	Criterion name	Units	Min input estimate	Max input estimate	-
Σ	+1.0	Ατμόσφαιρα/ ηχητικό περιβάλλον Comment:		-9.4000	0	x
Σ	+0.9	Βιολογικοί πόροι ...		-3	3	x
Σ	+1.0	Υδάτινο περιβάλλον Comment:		-6	9	x

(no author)	before F.Balance II	before F.Balance III	before R.Balance III	before F
-------------	---------------------	----------------------	----------------------	----------

Περιβαλλοντική Ποιότητα	Linear Summation (standard)	1.000 x (Estimate--9.400)/(0.000--9.400)	0	3
-------------------------	-----------------------------	---	---	---

Εικόνα 9.3 Εισαγωγή των Υποκατηγοριών στην Περιβαλλοντική Ποιότητα

Ακολούθως και για κάθε επιμέρους κατηγορία εισάγονται οι αντίστοιχοι δείκτες. Για παράδειγμα στην υποκατηγορία «Ατμόσφαιρα / Ηχητικό Περιβάλλον» εισάγονται οι δείκτες με τους αντίστοιχους συντελεστές βαρύτητας: «Ατμοσφαιρική Ρύπανση», «Ποιότητα Αέρα PSI», «Ποιότητα Αέρα AQI», «Περιβαλλοντικός Θόρυβος Ημέρας» και «Περιβαλλοντικός Θόρυβος Νύχτας», όπως αναλυτικά φαίνεται στην Εικόνα 9.4.

Significance	Criterion name	Units	Min input estimate	Max input estimate
-2.6	Ατμοσφαιρική Ρύπανση Comment:	point	1 point	10 point
-1.6	Ποιότητα Αέρα PSI Comment:	μgm³	0 μgm³	300 μgm³
-2.6	Ποιότητα Αέρα AQI Comment:	μgm³	0 μgm³	500 μgm³
-1.6	Περιβαλλοντολογικός Θόρυβος Ημέρας Comment:	db(A)	1 db(A)	5 db(A)
-1.0	Περιβαλλοντολογικός Θόρυβος Νύχτας Comment:	db(A)	1 db(A)	5 db(A)

(no author) before F.Balance II before F.Balance III before R.Balance III before F.Balance
Ατμόσφαιρα/ηχητικό περιβάλλον
 Linear Summation (standard) 3000-0.000
 $-2.600 \times (\text{Estimate}-1.000)/(10.000-1.000)$

Εικόνα 9.4 Εισαγωγή των Δεικτών στην Υποκατηγορία Ατμόσφαιρα / Ηχητικό Περιβάλλον

Ομοίως για την κατηγορία «Βιολογικοί Πόροι» έχουν εισαχθεί οι δείκτες με τους συντελεστές βαρύτητας: «Βλάστηση», «Βιοποικιλότητα» και «Ακεραιότητα Οικοσυστήματος». (Εικόνα 9.5).

Significance	Criterion name	Units	Min input estimate	Max input estimate
+2.0	Βλάστηση Comment:	point	-1 point	1 point
+1.0	Βιοποικιλότητα Comment:	point	0.28 point	0.59 point
-3.0	Ακεραιότητα Οικοσυστήματος Comment:	point	1 point	5 point

(no author) before F.Balance II before F.Balance III before R.Balance III before F.Balance III before F
Βιολογικοί πόροι
 Linear Summation (standard) 2.000 x (Estimate--1.000)/(1.000--1.000) 9.4000 0

Εικόνα 9.5 Εισαγωγή των Δεικτών στην Υποκατηγορία Βιολογικοί Πόροι

Επίσης για την κατηγορία «Υδάτινο Περιβάλλον» έχουν εισαχθεί οι δείκτες με τους συντελεστές βαρύτητας: «Ποιότητα Νερού», «Ευτροφισμού Διαλυμένου O₂»,

«Ευτροφισμού Αλάτων Φωσφόρου (P)», «Επικινδυνότητα Ιζημάτων Βαρέων Μετάλλων, Γεωσυσσώρευση Igeo» και «Επικινδυνότητα Ιζημάτων Βαρέων Μετάλλων, Φορτίο Ρύπανσης». (Εικόνα 9.6).

Significance	Criterion name	Units	Min input estimate	Max input estimate
+5.0	Ποιότητα νερού	%	0	100
+4.0	Ευτροφισμού Διαλυμένου οξυγόνου (O2)	mgr/L	3	15
-2.0	Ευτροφισμού Συγκεντρώσεις αλάτων φωσφόρου (P)	mgr/L	0	0.41
-3.0	Επικινδυνότητα ιζημάτων βαρέων μετάλλων Γεωσυσσώρευση Igeo	point	0	6
-1.0	Επικινδυνότητα ιζημάτων βαρέων μετάλλων Φορτίο ρύπανσης CF	point	0	100

Yδάτινο περιβάλλον
Linear Summation (standard)
-2.000 x (Estimate-0.000) / (0.410-0.000)

Εικόνα 9.6 Εισαγωγή των Δεικτών στην Υποκατηγορία «Υδάτινο Περιβάλλον»

Significance	Criterion name	Units	Min input estimate	Max input estimate
+2.0	Απόδοση Παραγωγής		0	3
+1.0	Οικονομία ανακύκλωσης		0	3

Οικονομική αποδοτικότητα
Linear Summation (standard)
2.000 x (Estimate-0.000) / (3.000-0.000)

Εικόνα 9.7 Εισαγωγή των Υποκατηγοριών για την «Οικονομική Αποδοτικότητα»

Με τον ίδιο τρόπο συνεχίζεται η εισαγωγή των δεδομένων των δεικτών για όλες τις περιπτώσεις. Στην επιλογή min input estimate και max input estimate τίθεται για κάθε

δείκτη, η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή που του έχει αποδοθεί με βάση τον Πίνακα 9.1. Ακόμα στην θέση units εισάγονται οι μονάδες με τις οποίες μετράτε ο κάθε δείκτης.

Η ετικέτα σημαντικότητας, (**significance**) ορίζει τη συνεισφορά του δείκτη στην προτίμηση της εκάστοτε λύσης. Κόκκινη μπάρα ένδειξης, Εικόνα 9.8, υποδηλώνει ότι όσο αυξάνεται η τιμή του δείκτη, τόσο χειρότερα για την προτίμηση της λύσης, ενώ η πράσινη μπάρα ένδειξης υποδηλώνει ότι όσο αυξάνεται τόσο καλύτερα για την προτιμητέα λύση.

Significance	Criterion name	Units	Min input estimate	Max input estimate
-2.6	Ατμοσφαιρική Ρύπανση	point	1 point	10 point

Εικόνα 9.8 Η Κόκκινη Μπάρα Ένδειξης Υποδηλώνει Αρνητική Συνεισφορά.

Οι τιμές significance, θετικές ή αρνητικές, που μπορεί να λάβει ο κάθε δείκτης ανά κατηγορία επίπτωσης προκύπτουν ως εξής:

Για κάθε κατηγορία η σημαντικότητα του κάθε δείκτη λαμβάνει τιμές ανάλογα με την κλίμακα αξιολόγησης που επιλέγεται. Για λόγους ευκολίας μερικές φορές η κλίμακα αξιολόγησης (θετικές ή αρνητικές τιμές) λαμβάνει απόλυτες τιμές από το 1 έως και τον αριθμό των δεικτών, που ορίζονται ανά κατηγορία ή υποκατηγορία.

Η επιλογή της βέλτιστης λύσης βασίζεται κυρίως στις κατηγορίες που λαμβάνουν τις υψηλότερες τιμές σημαντικότητας (significance), Εικόνα 9.2. Οι υπόλοιπες επιπτώσεις συνεισφέρουν σε μικρότερο ποσοστό στην τελική επιλογή. Οι τιμές significance του συνόλου των επιπτώσεων προσδιορίστηκαν αρχικά, με τη βοήθεια της επιλογής του προγράμματος «fast balance». Με βάση τη συγκεκριμένη επιλογή, το λογισμικό δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να αξιολογήσει συγκρίνοντας ανά δυο τις επιπτώσεις. Για κάθε ζεύγος επιπτώσεων η μία μπορεί να αξιολογηθεί ως σημαντικότερη σε σχέση με την άλλη ή να συμμετέχουν και οι δύο με την ίδια σημαντικότητα. Ο μέγιστος αριθμός ζευγών που μπορούν να συγκριθούν ισούται με

$$\text{Αριθμός Ζευγών} = \frac{n*(n-1)}{2} \quad (9.1)$$

δηλαδή εν προκειμένω $6*(6-1)/2=15$ ζεύγη, όπου n ο αριθμός των κατηγοριών. Η σημαντικότητα της κάθε κατηγορίας, είτε αξιολογείται μέσω της επιλογής του προγράμματος «fast balance», είτε από τον ίδιο τον αναλυτή, λαμβάνει τιμές ανάλογα με την κλίμακα αξιολόγησης που επιλέγεται. Συνήθως είναι ευκολότερο η κλίμακα να ορίζεται ως εξής: Όσες είναι οι κατηγορίες που αξιολογούνται τόση είναι και η μέγιστη βαθμολογία που μπορεί να λάβει η κάθε μια. Για παράδειγμα στην παρούσα εργασία βαθμολογούνται συνολικά 6 κατηγορίες. Συνεπώς η κάθε κατηγορία είναι δυνατό να λάβει τιμές significance από 1 έως και 6 (Εικόνα 9.2), οι οποίες μπορεί να είναι και

αρνητικές, για παράδειγμα -1 ή -2,6 (Εικόνα 9.4). Σημειώνεται ότι στην παρούσα αξιολόγηση μετά την επεξεργασία με το «fast balance» και με προσωπική παρέμβαση του αναλυτή οι τιμές significance για τις 6 κατηγορίες φαίνονται στον Πίνακα 9.2 και είναι:

Πίνακας 9.2 Απόδοση Σημαντικότητας ανά Κατηγορία

Κατηγορία	Σημαντικότητα
Οικονομική Αποδοτικότητα	+1
Περιβαλλοντική Ποιότητα	+6
Περιβαλλοντική Διαχείριση	+3
Κοινωνική Πρόοδος	+2
Έλεγχος Ρύπανσης	+3,5
Επιπτώσεις	+1

Οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές min input estimate και max input estimate των κατηγοριών είναι το άθροισμα των αρνητικών τιμών σημαντικότητας (significance) των υποκατηγοριών της κάθε κατηγορίας και το άθροισμα των θετικών τιμών σημαντικότητας των υποκατηγοριών της αντίστοιχα.

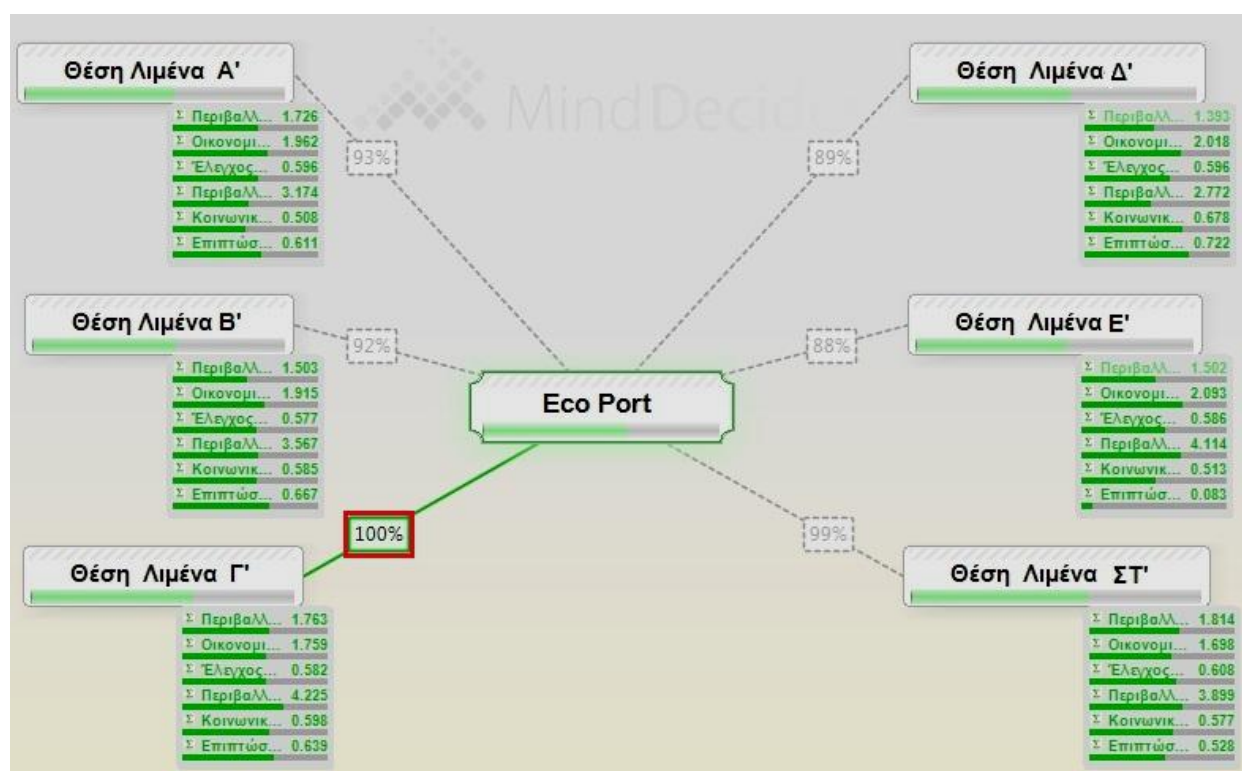
Για παράδειγμα στην κατηγορία «Περιβαλλοντική Ποιότητα» η οποία έχει τρεις υποκατηγορίες, (Εικόνα 9.3), η ελάχιστη τιμή (min input estimate) είναι 0 (αφού δεν υπάρχουν αρνητικές τιμές σημαντικότητας των δεικτών της), ενώ η μέγιστη (max input estimate) ισούται με $+2.9 = +1$ (significance Ατμόσφαιρας/Ηχητικό Περιβάλλον) $+0,9$ (significance Βιολογικοί Πόροι) $+1$ (significance για Υδάτινο Περιβάλλον). Ομοίως για την κατηγορία «Οικονομική Αποδοτικότητα» η ελάχιστη τιμή ισούται με 0 και η μέγιστη με $(+2+1)=+3$, Εικόνα 9.7. Για την Υποκατηγορία «Ατμόσφαιρα / Ηχητικό Περιβάλλον» η ελάχιστη τιμή (min input estimate) είναι -9,4 , ενώ η μέγιστη (max input estimate) ισούται με 0, Εικόνα 9.4. Για την Υποκατηγορία «Βιολογικοί Πόροι» ελαχίστη -3 και μεγίστη +3, Εικόνα 9.5. Για την Υποκατηγορία «Υδάτινο Περιβάλλον» -6 και +9 αντίστοιχα, Εικόνα 9.6. Ομοίως αποδίδονται τιμές μέγιστες και ελάχιστες στις υπόλοιπες κατηγορίες και υποκατηγορίες.

Στη συνέχεια εισάγονται για κάθε θέση λιμένα και ανά κατηγορία / υποκατηγορία οι τιμές (estimate) των επιμέρους δεικτών, Πίνακας 9.1. Για παράδειγμα ο δείκτης «Ατμοσφαιρική Ρύπανση» λαμβάνει τις τιμές: 7, 8, 7, 5, 9, 1 αντίστοιχα για τις 6 θέσεις λιμένων, Εικόνα 9.9.

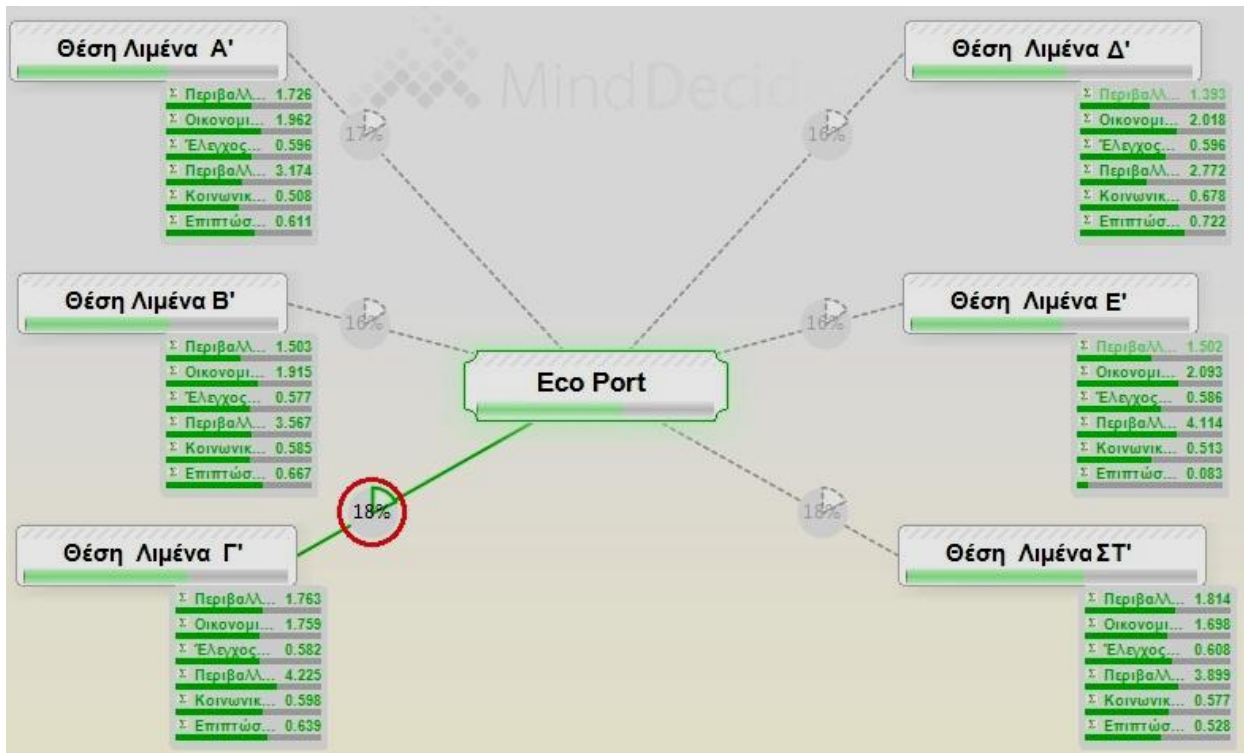
Name	Rate	Περιβαλλοντική Ποιότητα	Ατμόσφαιρα/πραγτικό περιβάλλον	Ατμοσφαιρική Ρύπανση	Ποιότητα Αέρα PSI	Ποιότητα Αέρα AQI	Περιβαλλοντολογικός Θόρυβος Ημέρας	Περιβαλλοντολογικός Θόρυβος Νύκτας
0 Eco Port	10.226	1.766	-3.061	7.000	120.000	130.000	1.000	1.000
1 Λιμένας Α'	9.527	1.726	-3.571	7.000	56.000	45.000	3.000	3.000
2 Λιμένας Β'	9.389	1.503	-5.243	8.000	77.000	87.000	5.000	4.000
3 Λιμένας Γ'	10.221	1.763	-3.061	7.000	120.000	130.000	1.000	1.000
4 Λιμένας Δ'	9.105	1.393	-5.684	5.000	200.000	210.000	5.000	4.000
5 Λιμένας Ε'	9.025	1.502	-4.751	9.000	30.000	34.000	5.000	3.000
6 Λιμένας ΣΤ'	10.078	1.814	-3.179	1.000	300.000	298.000	1.000	1.000

Εικόνα 9.9 Πίνακας Εισαγωγής Τιμών των Δεικτών της Υποκατηγορίας «Ατμόσφαιρα / Ηχητικό Περιβάλλον».

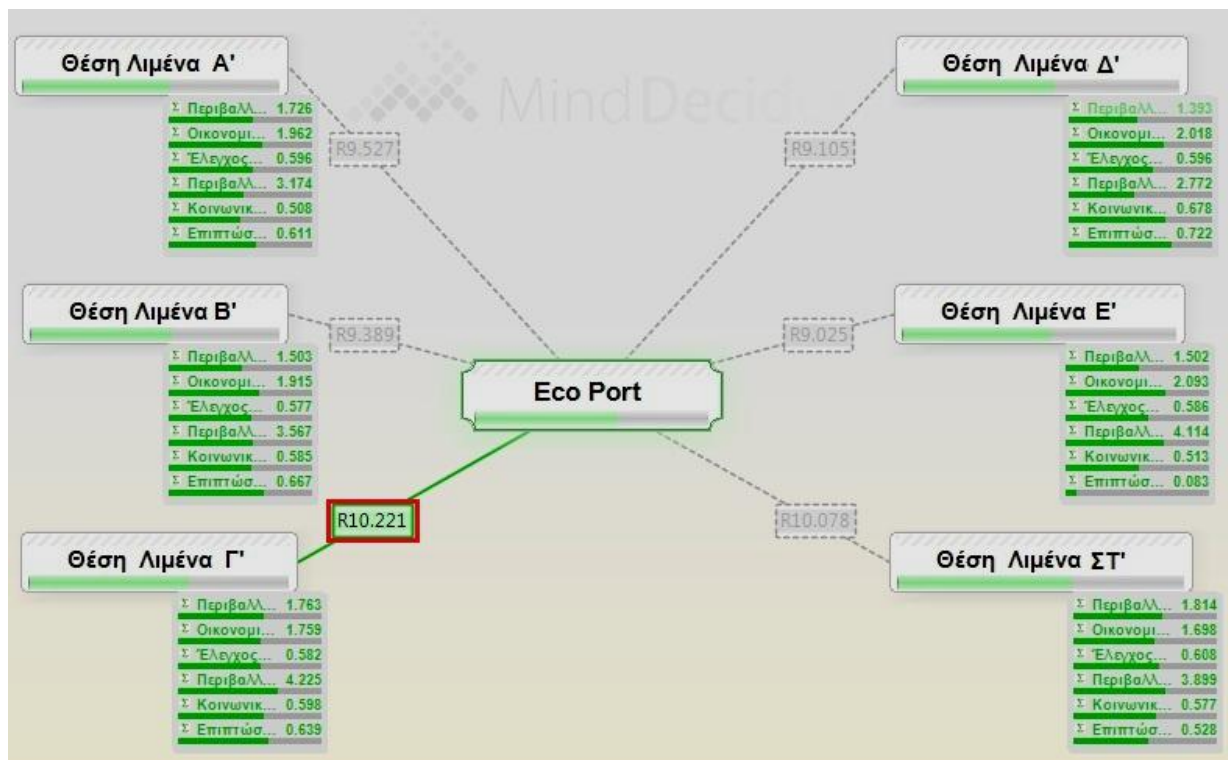
Μετά την εισαγωγή στο λογισμικό MindDecider όλων των τιμών των δεικτών με τα όρια και τις μονάδες μέτρησης τους για έξι θέσεις λιμένων, υπολογίζεται η βέλτιστη επιλογή και παρουσιάζεται με έντονη πράσινη γραμμή με τρεις διαφορετικούς τρόπους. Με ποσοστά, Εικόνα 9.10, με ποσοστό επί του συνόλου Εικόνα 9.11 ή με βαθμό προτίμησης (rate), Εικόνα 9.12.



Εικόνα 9.10 Βέλτιστη Επιλογή με Ποσοστά.

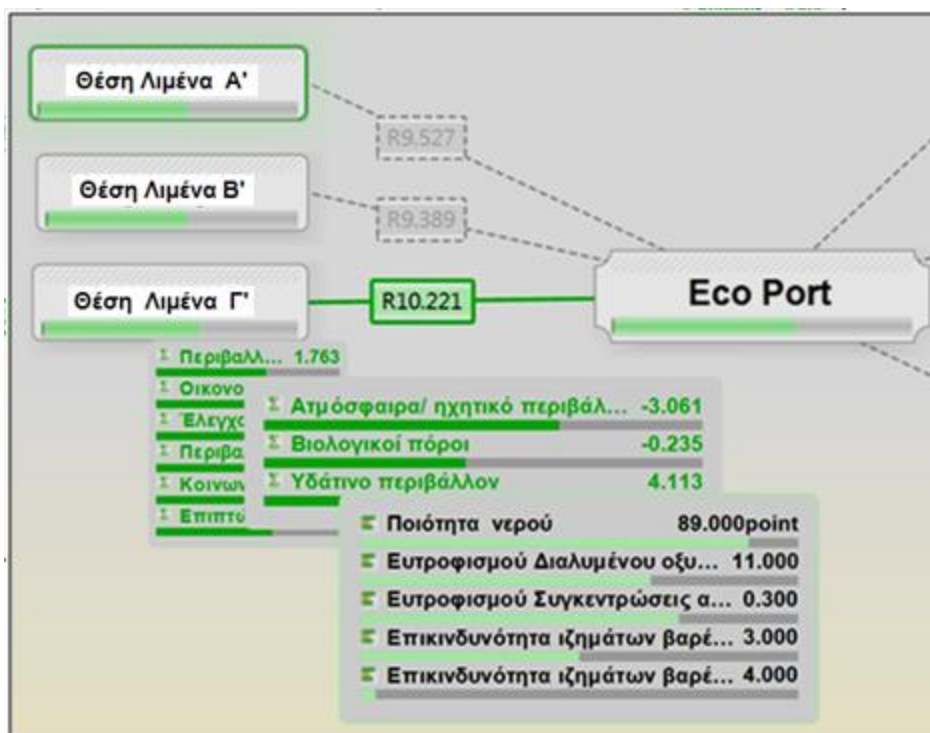


Εικόνα 9.11 Βέλτιστη Επιλογή με Ποσοστό επί του Συνόλου.

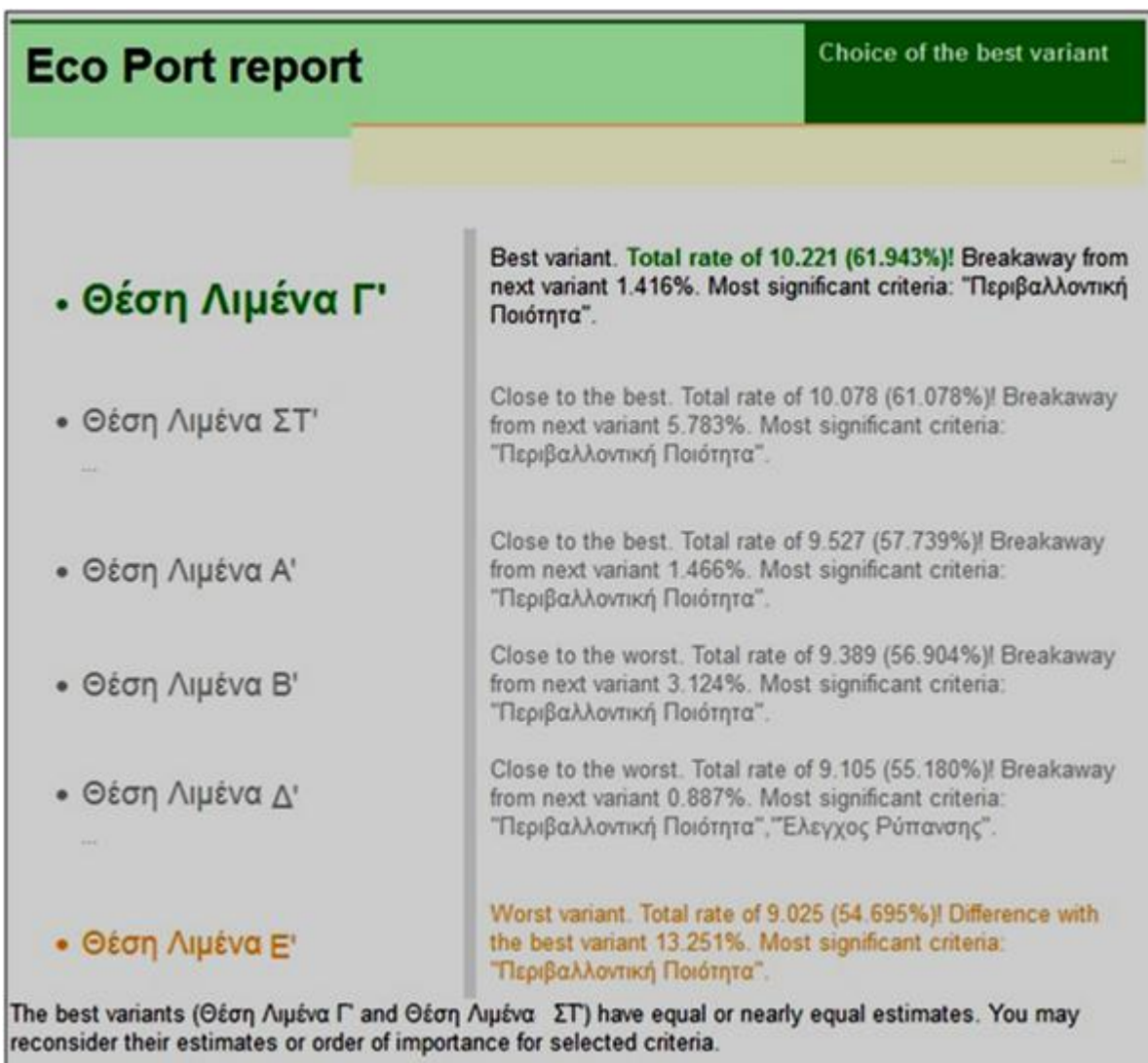


Εικόνα 9.12 Βέλτιστη Επιλογή με Βαθμό Προτίμησης (rate).

Το λογισμικό παρέχει πολλές δυνατότητες εμφάνισης και επεξεργασίας της βέλτιστης λύσης, που εν προκειμένω είναι ο λιμένας Γ Εικόνα 9.13 και 9.14.



Εικόνα 9.13 Βέλτιστη Επιλογή Λιμένα Γ'.



Εικόνα 9.14 Τελική Συγκριτική Έκθεση Περιβαλλοντικής Εκτίμησης των Λιμένων.

Από την τελική έκθεση του λογισμικού, Εικόνα 9.14 προκύπτει ότι οι βαθμοί προτίμησης των θέσεων Γ' και ΣΤ' δηλαδή 10,221 και 10,078 είναι σχεδόν ίσοι και θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στην ανάλυση των διαγραμμάτων tornado, που θα ακολουθήσει.

Από τον πίνακα προβολής των αποτελεσμάτων του λογισμικού MindDecider, Εικόνα 9.15 της βέλτιστης λύσης χρησιμοποιήθηκαν η περιπτώσεις.

- Best choice = Καλύτερη λύση.
- Rate = Βαθμός προτίμησης.
- % of the best = Ως ποσοστό της καλύτερης λύσης.
- % of all = Ως ποσοστό του συνόλου των λύσεων.



Εικόνα 9.15 Επιλογές Προβολής Αποτελεσμάτων MindDecider

9.2 Ανάλυση Ευαισθησίας Αποτελεσμάτων.

Η βασική μέτρηση είναι ο βαθμός προτίμησης, τα υπόλοιπα μεγέθη προκύπτουν εφόσον έχει υπολογιστεί το «Rate». Ο βαθμός προτίμησης (Rate) για κάθε θέση λιμένα προκύπτει από τον Τύπο 9-1:

$$\text{Rate} = \sum \text{significance κατηγορίας } i * \frac{\text{estimate κατηγορίας } i - \min \text{ estimate κατηγορίας } i}{\max \text{ estimate κατηγορίας } i - \min \text{ estimate κατηγορίας } i} \quad (9-1)$$

Όπου:

$$\text{estimate κατηγορίας } i = \sum \text{significance υποκατηγορίας } j * \frac{\text{estimate υποκατηγορίας } j - \min \text{ estimate υποκατηγορίας } j}{\max \text{ estimate υποκατηγορίας } j - \min \text{ estimate υποκατηγορίας } j} \quad (9-2)$$

Η ανάλυση ευαισθησίας εξετάζει την «απόκριση» του συστήματος, δηλαδή του αποτελέσματος του μεθοδολογικού εργαλείου στις οριακές μεταβολές των παραμέτρων του προβλήματος (Αραβώσης κ.α., 2006). Ο αντικειμενικός σκοπός της ανάλυσης ευαισθησίας είναι ο προσδιορισμός των πλέον κρίσιμων δεικτών για την κατάταξη των θέσεων. Χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τη βαθμολογία των κρίσιμων δεικτών η οποία διαφοροποιεί το τελικό αποτέλεσμα, μεταβάλλεται δηλαδή η κατάταξη των θέσεων των λιμένων.

Στην παρούσα εργασία γίνεται ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων για κάθε προτεινόμενη θέση λιμένα, με τη βοήθεια των διαγραμμάτων «tornado» του λογισμικού MindDecider. Το ευμετάβλητο στοιχείο που χρήζει ανάλυσης ευαισθησίας είναι η βαθμολογία των δεικτών. Τα διαγράμματα tornado δίνουν τη δυνατότητα ταυτόχρονης παρουσίασης των αποτελεσμάτων ανάλυσης ευαισθησίας για πολλές μεταβλητές (στη συγκεκριμένη περίπτωση 39 δείκτες) και για μια μεταβλητή εξόδου δηλαδή το βαθμό προτίμησης, Rate. Στην ουσία, για κάθε διάγραμμα και ανά θέση, παρουσιάζεται το πώς μεταβάλλεται ο βαθμός προτίμησης (Rate) όταν αλλάζουν οι τιμές των δεικτών.

Στις Εικόνες 9.17 έως 9.22 που ακολουθούν παρουσιάζονται τα διαγράμματα «tornado», για την ανάλυση ευαισθησίας των αποτελεσμάτων για τις έξι θέσεις λιμένων. Διαπιστώνεται ότι, η σημαντικότερη κατηγορία κριτηρίων, η οποία επηρεάζει το αποτέλεσμα για τις θέσεις Γ', ΣΤ', Α', Β' και Ε' είναι η «Περιβαλλοντική ποιότητα», ενώ για τη θέση Δ', επιπλέον της «Περιβαλλοντικής ποιότητας», είναι και ο «Έλεγχος ρύπανσης».

Επισημαίνεται ότι ο βαθμός προτίμησης επηρεάζεται με βάση τον Τύπο 9.1 από τον αριθμό των δεικτών, που έχουν επιλεγεί ανά κατηγορία-υποκατηγορία. Όσο

περισσότεροι είναι οι δείκτες, τόσο λιγότερο ευαίσθητοι είναι στις μεταβολές των τιμών τους με αποτέλεσμα να οδηγούν σε μικρότερες μεταβολές του βαθμού προτίμησης.

Για τη Θέση Λιμένα Α', που βρίσκεται στην τρίτη θέση με βαθμό προτίμησης 9,53 έναντι 10,22 της πρώτης θέσης, παρατηρείται σημαντική αύξηση του βαθμού προτίμησης με την αύξηση της τιμής του δείκτη «Ατμοσφαιρική ρύπανση», των δεικτών της υποκατηγορίας «Βιολογικοί πόροι» καθώς επίσης του δείκτη «Ποσοστό χρησιμοποίησης εγκαταστάσεων και εξοπλισμού προστασίας του περιβάλλοντος».

Για τη Θέση Λιμένα Β', στη δεύτερη θέση με βαθμό προτίμησης 9,39 έναντι 10,22 της πρώτης θέσης, παρατηρείται αύξηση του βαθμού προτίμησης με την αύξηση των δεικτών της υποκατηγορίας «Ατμόσφαιρα / Ηχητικό περιβάλλον» καθώς επίσης του δείκτη «Ποσοστό χρησιμοποίησης εγκαταστάσεων και εξοπλισμού προστασίας του περιβάλλοντος».

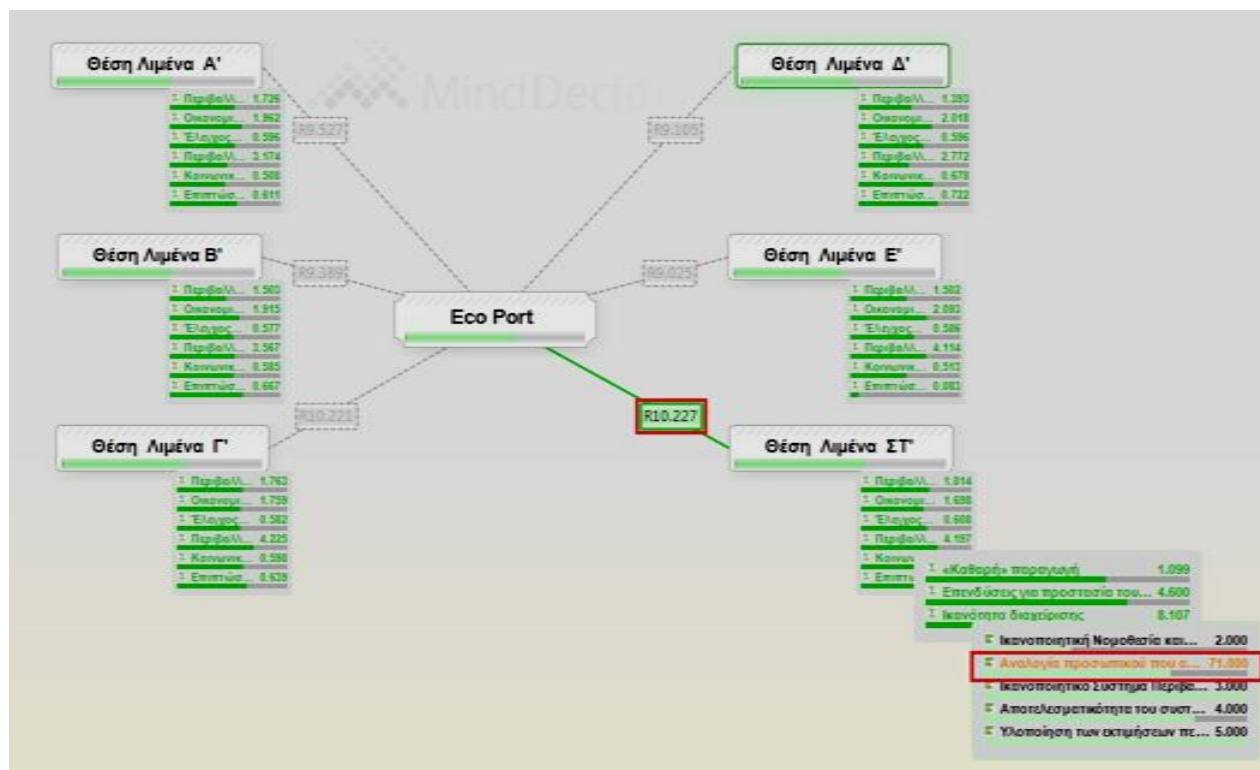
Για τη Θέση Λιμένα Γ', που βρίσκεται στην πρώτη θέση με βαθμό προτίμησης 10,22, παρατηρείται σημαντική αύξηση του βαθμού προτίμησης με την αύξηση της τιμής του δείκτη «Ατμοσφαιρική ρύπανση» και των δεικτών της υποκατηγορίας «Επιπτώσεις».

Για τη Θέση Λιμένα Δ', στην πέμπτη θέση με βαθμό προτίμησης 9,10 έναντι 10,22 της πρώτης θέσης, παρατηρείται αύξηση του βαθμού προτίμησης με την αύξηση των δεικτών της υποκατηγορίας «Έλεγχος ρύπανσης» καθώς επίσης του δείκτη «Ποσοστό χρησιμοποίησης εγκαταστάσεων και εξοπλισμού προστασίας του περιβάλλοντος».

Για τη Θέση Λιμένα Ε', που βρίσκεται στην τελευταία θέση κατάταξης με βαθμό προτίμησης 9,02 έναντι 10,22 της πρώτης θέσης, παρατηρείται σημαντική αύξηση του βαθμού προτίμησης με την αύξηση της τιμής του δείκτη «Ατμοσφαιρική ρύπανση», των δεικτών της κατηγορίας «Περιβαλλοντική ποιότητα» καθώς επίσης των δεικτών της υποκατηγορίας «Επιπτώσεις».

Για τη Θέση Λιμένα ΣΤ', στη δεύτερη θέση με βαθμό προτίμησης 10,08 πολύ κοντά σ' αυτόν της πρώτης θέσης 10,22, παρατηρείται σημαντική αύξηση του βαθμού προτίμησης με την αύξηση της τιμής του δείκτη «Ατμοσφαιρική ρύπανση», «Ακεραιότητα του οικοσυστήματος» και «Ποιότητα νερού».

Γενικά το λογισμικό MindDecider είναι αρκετά φιλικό προς τον χρήστη αφού του επιτρέπει να μεταβάλλει τις τιμές των δεικτών, είτε βάζοντας νέες τιμές, είτε ακόμα πιο γρήγορα μετακινώντας την οπτική ένδειξη του δείκτη ενώ ταυτόχρονα παρατηρεί πως μεταβάλλεται ο βαθμός προτίμησης της συγκεκριμένης θέσης λιμένα, αλλά και η κατάταξη του γενικότερα έναντι των άλλων θέσεων. Για παράδειγμα αυξάνοντας την τιμή του δείκτη «Αναλογία Προσωπικού που Ασχολείται με την Προστασία του Περιβάλλοντος» από 15% σε 71% βελτίωσε το rate της θέσης Λιμένα ΣΤ' από 10,078 σε 10,227 καθιστώντας το την νέα βέλτιστη θέση. Εικόνα 9.22.



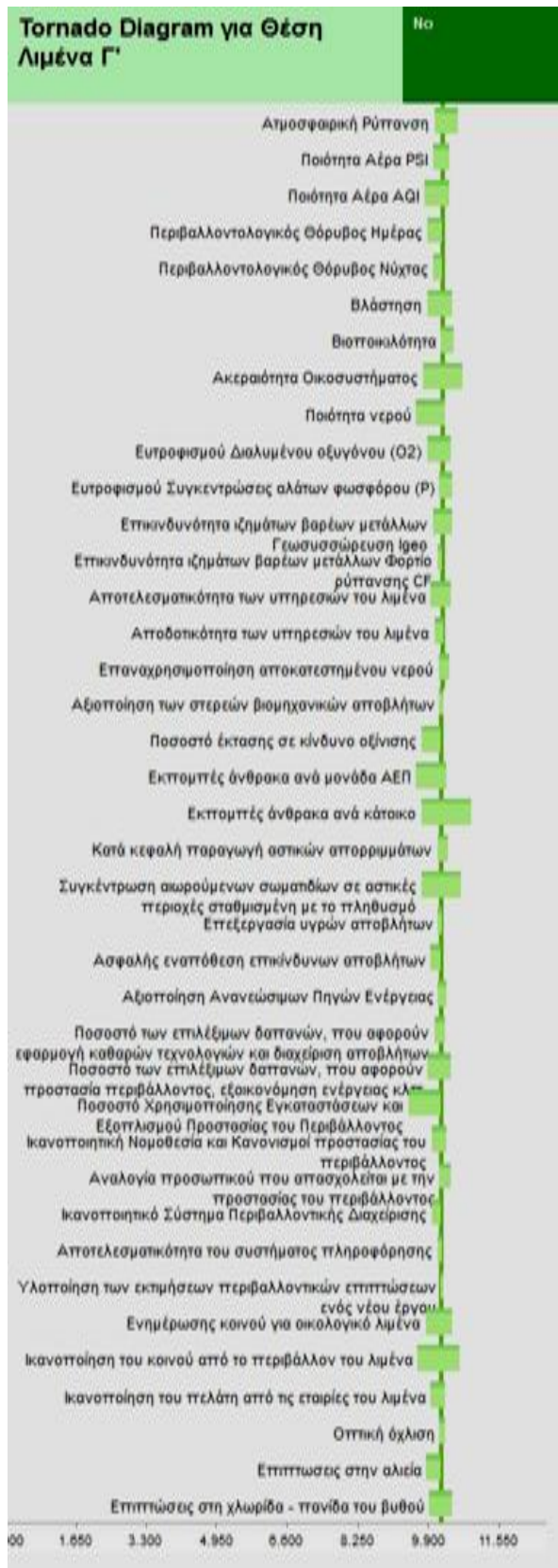
Εικόνα 9.16 Φιλικότητα του Λογισμικού MindDecider



Εικόνα 9.17 Διάγραμμα Ευαισθησίας Tornado για τη Θέση Λιμένα Α'



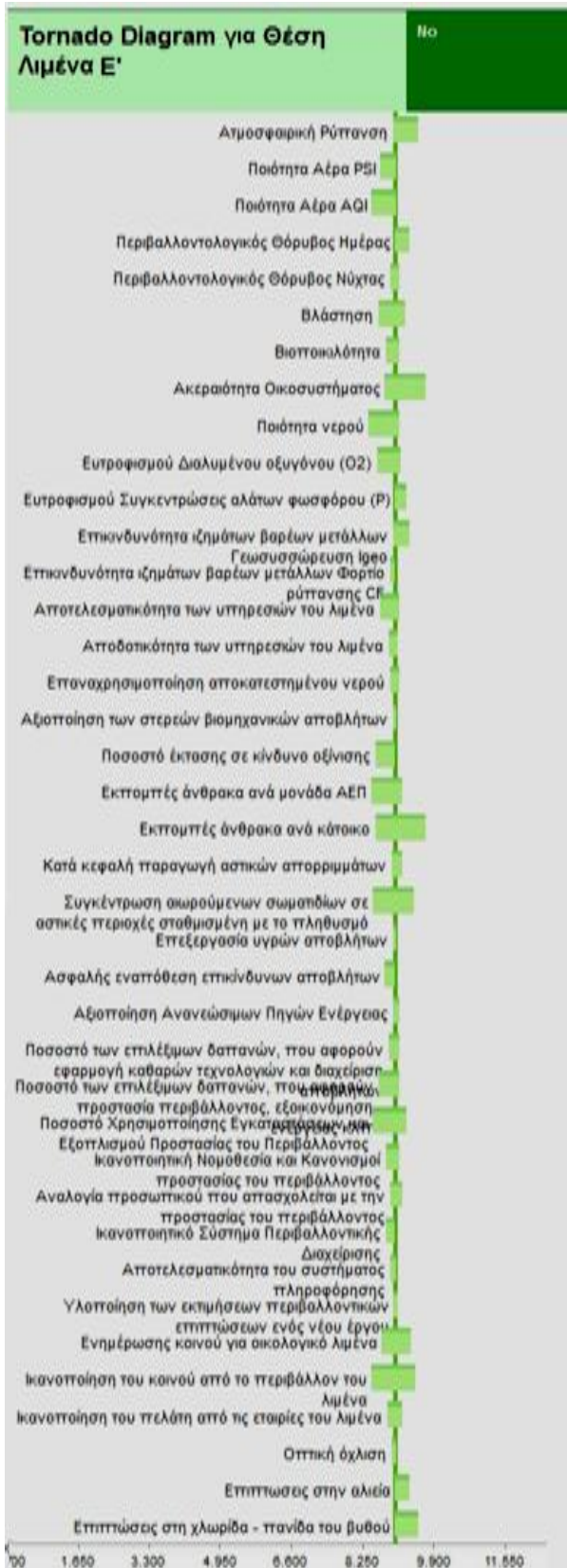
Εικόνα 9.18 Διάγραμμα Ευαισθησίας Tornado για τη Θέση Λιμένα Β'



Εικόνα 9.19 Διάγραμμα Ευαισθησίας Tornado για τη Θέση Λιμένα Γ'



Εικόνα 9.20 Διάγραμμα Ευαισθησίας Tornado για τη Θέση Λιμένα Δ'



Εικόνα 9.21 Διάγραμμα Ευαισθησίας Tornado για τη Θέση Λιμένα Ε'



Εικόνα 9.22 Διάγραμμα Ευαισθησίας Tornado για τη Θέση Λιμένα ΣΤ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΧΟΛΙΑ

Στην παρούσα εργασία έγινε μια προσπάθεια να παρουσιαστεί και να προσεγγιστεί, με ένα ολοκληρωμένο τρόπο, το πλαίσιο των περιβαλλοντικών εμπορικών λιμένων και να αξιολογηθεί η συμβολή της Πολυκριτηριακής Μεθόδου Ανάλυσης (Multi Criteria Decision Analysis, MCDA) ως εργαλείου χωροθέτησης και οικολογικής αξιολόγησης αυτών.

Αρχικά, έγινε μια γενική περιγραφή των περιβαλλοντικών προβλημάτων των λιμένων και στη συνέχεια επιλέχθηκαν και αναλύθηκαν οι περιβαλλοντικοί δείκτες.

Επιλέχθηκαν έξι διαφορετικές υποθετικές θέσεις λιμένων και αποδόθηκαν διαφορετικές τιμές στους δείκτες εντός των ορίων διακύμανσης τους.

Εξετάστηκε το ρεαλιστικό σενάριο σύμφωνα με το οποίο οι δείκτες που επιλέχθηκαν για την αποτίμηση της κατάστασης του φυσικού και του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος των περιοχών μελέτης, χαρακτηρίζονται από διαφορετικές βαρύτητες λόγω της διαφορετικής σημαντικότητάς τους ανά κατηγορία, που κρίθηκε από την προσωπική εμπειρία του αναλυτή.

Η εργασία ολοκληρώθηκε με την εφαρμογή της πολυκριτηριακής μεθόδου χωροθέτησης-αξιολόγησης οικολογικού εμπορικού λιμένα με τη χρήση του λογισμικού MindDecider. Επιχειρήθηκε η αξιολόγηση των έξι προτεινόμενων θέσεων λιμένων. Εξετάστηκε το σενάριο σύμφωνα με το οποίο όλες οι επιπτώσεις και οι επιλεγμένοι δείκτες ανά επίπτωση, συνεισφέρουν με την διαφορετική σημαντικότητα στο βαθμό προτίμησης, Rate της εκάστοτε θέσης.

Σημειώνεται ότι η αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων επηρεάζεται όχι μόνο από τη βαθμολόγηση των δεικτών αλλά και από τον καθορισμό των συντελεστών βαρύτητας των δεικτών ανά κατηγορία - υποκατηγορία.

Για την ορθότερη αξιολόγηση των προτεινόμενων θέσεων κρίνεται απαραίτητη η διενέργεια επιτόπου μετρήσεων, ώστε να ληφθούν υπόψη τα πραγματικά δεδομένα της κάθε θέσης και τα οποία δεν ήταν διαθέσιμα στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Επιπρόσθετα θα πρέπει να διεξαχθεί στατιστική έρευνα στην τοπική κοινωνία στις υπό μελέτη περιοχές και στους χρήστες των υπηρεσιών των λιμένων, ούτως ώστε να ληφθούν οι πραγματικές τιμές για τους δείκτες της υποκατηγορίας «Κοινωνική αξιολόγηση».

Ως αντικείμενο περαιτέρω έρευνας προτείνεται:

- Η επιλογή του αριθμού των δεικτών και η συλλογή στοιχείων με επιτόπιες μετρήσεις.

- Η αντικειμενική κατά το δυνατόν εκτίμηση των συντελεστών βαρύτητας των δεικτών με βάση την εμπειρία του αναλυτή, αλλά και άλλων παρόμοιων μελετών.

Η παρούσα εργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μελετηθεί η εξέλιξη της περιβαλλοντικής κατάστασης των θέσεων των λιμένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Aida V., Aviles A.I., Schenini J.M. (2011). Multi-Criteria Decision Aid versus Data Mining.
- Austine M. (1999). Port economic impact studies. Ports & Harbors.
- Bailey D. & Solomon G. (2004). Pollution prevention at ports: Clearing the air. Environmental Impact Assessment Review.
- Bergen S.D., Bolton S. M. , Fridley J. L. (2001). "Design Principles for Ecological Engineering", in: Ecological Engineering.
- Cameron R. (2010). Green Port Long Beach, Green Port Policy Update.
- Chao-Feng Shao, Ju Mei-ting, Yu Jing-lei, Hu Cui-juan, Chu Chun-li. (2009). The strategies and proposals for ecological port construction in China.
- Chen B. & Zhang L.P. (2003). Practice on strategic environmental assessment of harbor planning. Shanghai Environmental Sciences.
- Chen X.F. & Xu J.H. (2001). Port in the 21 century-green port. Port Operation.
- Cheng J.M. (2007). The goals and background to carry out Clean Air Action Plan in Los Angeles and Long Beach of America. China Ports.
- Cognetti G. (1996). Environmental control and port management: Funding, technology and professional training. Marine Pollution Bulletin.
- Ding J.H. (1998). Environmental protection in British ports. Environmental Protection in Transportatio.
- Dong E. (2006). 'The Danish Offshore Wind Farm, Demonstration Project: Horns Rev and Nysted Offshore Wind Farms, Environmental impact assessment and monitoring", Review report 2005. Prepared for The Environmental Group of the Danish Offshore Wind Farm Demonstration Projects.
- Du H.Y. & Shi H.X. (2004). Port development and environmental protection. Comprehensive Transportation.
- Du K. (2006). New concept of the fourth generation port in China's port improvement. Journal of Tianjin University of Commerce.
- Environmental Protection Agency, USA, 40 CFR Part 58, [FRL-6409-7], RIN 2060-AH92.
- Goulielmos, A.M. (2000), European policy on port environmental protection, Global Nest the Int. Journal, Vol.2, pp 189-197, Global Nest, Greece, διαθέσιμο στο: http://www.gnest.org/Journal/Vol2_No2/07_goulielmos.pdf.
- Guo B.C. & Li Y.R. (2006). The significance to develop Chinese ports from the experience of green ports in New York-New Jersey. Shipping Management.
- Gupta A.K., Gupta S.K. & Rashmi S. (2005). Environmental management plan for ports and harbors projects. Clean Technology Environmental Policy.

- Jones M., Stauber J. & Apte S. (2005). A risk assessment approach to contaminants in Port Curtis, Queensland, Australia. *Marine Pollution Bulletin*.
- Li W.H., Li G. & Huang X.P. (2004). Informationization construction research in Australian ports. *China Water Transport*.
- Linkov I., Kiker G.A. & Wenning R.J. (2007). *Environmental security in harbours and coastal areas*. Dordrecht: Springer.
- Liu G.Y. & Zhen H. (2007). Conception of flexible port and its connotation. *Navigation of China*.
- Lv H. (2005). The U.S. approach to green ports. *China Ship Survey*.
- McMullen C. (1997). The validity of scientific criteria for the environmental monitoring of port and harbor operations. Department of Maritime Studies. Cardiff, University of Wales Cardiff.
- Mitsch W.J. & Jorgensen S.E. (1989). "Introduction to Ecological Engineering"
- Odum H.T. & Odum B. (2003). *Concepts and methods of ecological engineering*.
- Olson P.H. (1994). Handling of waste in ports. *Marine Pollution Bulletin*.
- Paixao A.C. & Marlow P.B. (2003). Fourth generation ports-a question of agility? *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*.
- Peris-Mora E.J., Orejas D.M. & Subirats A. (2005). Development of a system of indicators for sustainable port management. *Marine Pollution Bulletin*.
- Saiz-Salinas J.I. & Urkiaga-Alberdi J. (1999). Use of faunal indicators for assessing the port enlargement near Biabao (SPAIN). *Environmental Monitoring and Assessment*.
- Stojanovic T.A., Hugh D., Ormerod S. & Wooldridge C.F. (2006). The impact of the habitats directive on European port operations and management. *Geo Journal*.
- Unctad Secretariat. (1999). The fourth-generation port. *Ports Newsletter*.
- Vandermeulen J.H. (1996). Environmental trends of ports and harbours: Implications for planning and management. *Maritime Pollution Management*.
- Wooldridge C.F. (1996). Environmental auditing of port and harbor operations. The Dock and Harbor Authority.
- Wooldridge C.F., McMullen C. & Howe V. (1999). Environmental management of ports and harbors: Implementation of policy through scientific monitoring. *Marine Policy*.
- Xue M.H. (1999). Contrastive Analysis to environmental protection of ports among China, Japan, and Korea. *China Ports*.
- Yáñez-Arancibia A., Lomelí D.Z. & Cruz M.G. (1999). The ecosystem framework for planning and management the Atlantic coast of Guatemala.
- Yao R., Chen X.F. & Zhang N. (2003). Discussion about green eco-port. Yangtze River.
- Zhao F.M, Wang D.Z. & Wei X. (2007). Strategic environment assessment of general layout planning of port. *Environmental Science and Technology*.
- Zhen H. (2005). Conception of fourth generation port and its implementation methods. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αντωνοπούλου Ε.Μ. (2011). Πολυκριτηριακή Ανάλυση Χωροθέτησης Αιολικού Πάρκου στη Θάλασσα.
- Αραβώσης, Κ., Κούγκολος Α., Λέγκας Κ., Μάκκας Α. και Πατσής Κ. (2006). Ανάπτυξη μεθοδολογίας για την αξιολόγηση των εναλλακτικών μεθόδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων με τη χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης.
- Αριανούτσου Μ. (1999). «Οικολογικά συστήματα», στο Αριανούτσου Μ, Γεωργίου Κ., Δημητρακόπουλος Α., Καρτάλης Κ., Παναγιωτίδης Π., Σταματόπουλος Κ., Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον: Το Φυσικό Περιβάλλον.
- Γεωργαράκος Ι.Γ. (2009). Δείκτες Περιβαλλοντικής Ποιότητας: κατασκευή και ερμηνεία
- Γεωργόπουλος Α. (1998). Γη, Ένας Μικρός και Εύθραυστος Πλανήτης.
- Γκαραγκούνη Α. (2005). Προσδιορισμός Βαρέων Μετάλλων και Φυσικών Ραδιενεργών Νουκλιδίων στα Ιζήματα του στενού Ψυττάλειας-Κερατσινίου, Σαρωνικός Κόλπος. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ.
- ΕΜΠ, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Υπηρεσία Περιβάλλοντος Υπουργείου Γεωργίας Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος Κύπρου, Δεκ 2005, Έκθεση σχετικά με τις μεθόδους πολυκριτηριακής ανάλυσης.
- Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμου Χερσονήσου. (2011– 2014). Ενότητα 2^Η. Επιχειρησιακός Προγραμματισμός.
- Ζερβούδη Β., Παπαδοπούλου Μ.Π. και Τσουκαλά Β.Κ. (2011). Οι περιβαλλοντικοί δείκτες ως εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων από ανθρωπογενείς δραστηριότητες σε παράκτιο αστικό περιβάλλον, Πρακτικά Πέμπτου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διαχείριση και Βελτίωση Παράκτιων Ζωνών», Εργαστήριο Λιμενικών Έργων Ε.Μ.Π., Αθήνα, 21 – 24 Νοεμβρίου 2011.
- Κάπρος Π., ΣΗΜΜΗΥ. (2006). Βασικοί Δείκτες ενός Ενεργειακού Συστήματος
- Καρούτσου Ζ. (2008). Ανάπτυξη Δεικτών για τη διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων στην Ελλάδα, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.
- Κοτσώνης Λ., Τσουχλαράκη Α., Αρχοντάκη Κ. (2005). Περιβαλλοντική αξιολόγηση επιπτώσεων αυτοκινητοδρόμου Π.Α.Θ.Ε. - Τμήμα Ευρείας Παράκαμψης Πατρών
- Λούγκας Δ. (2009). Εφαρμογή της μεθόδου των πραγματικών χρηματοοικονομικών δικαιωμάτων-Real Options, στη λήψη επενδυτικών αποφάσεων με αβεβαιότητα.
- Νικολάου Κ. (1999). «Εισαγωγή», στο Ανδρεαδάκης Α., Βάρφη Α.-Ζ., Γιαννακούρου Γ., Κοϊμτζόγλου Ι., Νικολάου Κ., Χριστούλας Δ., Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον: Το ανθρωπογενές Περιβάλλον.
- Παρδάλη, Ι.Α. (1997). Οικονομική και Πολιτική των Λιμένων.
- Σπυράκη Γ. (2010). Συστήματα Λήψης Απόφασης- Μοντέλο Απόφασης Αξιολόγησης & Επιλογής Προσωπικού με τη Μέθοδο ΑΗΡ.
- Τζερέφου Κ-Ε. (2006). Περιβαλλοντική Διαχείριση Λιμένων: Η προοπτική της εφαρμογής συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης σε Ελληνικά λιμάνια.

- ΥΠΑΑΝ, Υπουργείο Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας & Ναυτιλίας Νοε (2011). Οδηγός Αξιολόγησης Αιτημάτων Υπαγωγής των Γενικών Επενδυτικών Σχεδίων και των Μεγάλων Επενδυτικών Σχεδίων.
- ΥΠΕΧΩΔΕ. (2007). Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.
- Χατζημπίρος Κ. (2008). Διεπιστημονική Προσέγγιση στην Αειφόρο Ανάπτυξη, ΒΗΜΑ Ιδεών, τεύχος 11, Μάρτιος 2008
- Χατζημπίρος Κ. Παρουσίαση «Αειφόρος Ανάπτυξη Περιβαλλοντική Πολιτική Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων».
- Χατζημπίρος, Κ. Αειφόρος Ανάπτυξη, Σημειώσεις μαθήματος «Περιβάλλον και Ανάπτυξη».

Πηγές στο Διαδίκτυο

- www.airlab.edu.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=104&lang=el (Εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Περιβαλλοντικής Φυσικής).
- www.airquality.co.uk/standards.php
- www.buildinggreen.gr
- www.dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/5583/3/vogiatzakisg_depots.pdf
- www.earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php
- www.ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/index_en.htm
- www.ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity_indic/biodiversityindicators_el.pdf
- www.ec.europa.eu/environment/urban/pdf/methodology_sheet_el.pdf
- www.ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=7ed2266f622674d3fb44318a909e2a39&rgn=div8&view=text&node=40:5.0.1.1.6.1.1.1&idno=40 e-CFR- Electronic Code of Federal Regulation.
- www.ecoports.com (ECOPORTS).
- www.eea.eu.int (European Environment Agency).
- www.egov.yen.gr (Υ.Ε.Ν. - Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας).
- www.el.wikipedia.org
- www.environ-develop.ntua.gr/uploads/periv_polit1_2.ppt
- www.epa.gov (EPA - United States Environmental Protection Agency).
- www.espo.be (ESPO - European Sea Ports Organization).
- www.et.gr (Εθνικό Τυπογραφείο).
- www.europa.eu.int (European Commission).
- www.fd-nestosvistonis.gr/fd/index.php/2012-01-11-16-16-46/2012-01-11-16-28-49
- www.globalreporting.org/resource/library/Greek-G3-Economic-Indicator-Protocols.pdf

www.i-live.gr/news-green-roof-olp/
www.imegsevee.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=274:2011-03-21-11-21-03&catid=90:2010-09-09-12-39-43&Itemid=312
www.imo.org (IMO - International Maritime Organization).
www.kepp.gr/article66.aspx
www.medsos.gr/medsos/index.php?option=com_content&view=article&id=849:2010-03-29-09-32-55&catid=67:2008-08-28-10-37-19
www.minenv.gr (Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων).
www.minenv.gr/download/SEA_RES_SPF.pdf
[www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/BED7032A3B018B96C22579A400389BE7/\\$file/ActionPlan.pdf](http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environment.nsf/BED7032A3B018B96C22579A400389BE7/$file/ActionPlan.pdf)
www.n-c.gr/index.asp?pid=1&ArticleID=3337&lang=gr&cat=23
www.newsbeast.gr/environment/arthro/87354/to-prasino-limani-tis-thessalonikis
www.nomosphysis.org.gr/articles.php?artid=353&lang=1&catpid=1
www.offshorewindenergy.org
www.olp.gr/el/nature-protection
www.openarchives.gr/view/248148
www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X10001470
www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c01-s03.gr.html

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

12.1 Παράρτημα Α' Περιβαλλοντική Νομοθεσία

12.1.1 Κοινοτικό Δίκαιο

Απόφαση 78/618/ΕΟΚ «Περί συστάσεως επιστημονικής συμβουλευτικής επιτροπής για την έρευνα της τοξικότητας και της οικοτοξικότητας των χημικών ενώσεων».

Απόφαση 81/437/ΕΟΚ «Περί καθορισμού των κριτηρίων σύμφωνα με τα οποία η πληροφόρηση σχετικά με το ευρετήριο των χημικών ουσιών θα παρέχεται από τα κράτη μέλη της επιτροπής».

Απόφαση ΕΟΚ/1734/88 «Σχετικά με την εισαγωγή και εξαγωγή από την Κοινότητα ορισμένων επικινδύνων χημικών ουσιών».

Κανονισμός 761/2001 Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, «Για την εκούσια συμμετοχή οργανισμών σε κοινοτικό σύστημα οικολογικής διαχείρισης και οικολογικού ελέγχου (EMAS)».

Οδηγία 59/2000/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τις «Λιμενικές εγκαταστάσεις παραλαβής αποβλήτων πλοίου και καταλοίπων φορτίου».

Οδηγία 60/2000/ΕΚ για τη «Θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων ή αλλιώς Οδηγία-Πλαίσιο για τα Νερά».

ΟΔΗΓΙΑ 71/2007/ΕΚ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 13ης Δεκεμβρίου 2007 για «Τροποποίηση του παραρτήματος II της οδηγίας 2000/59/ΕΚ».

Οδηγία 67/548/ΕΟΚ «Ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικίνδυνων ουσιών» (η Οδηγία-πλαίσιο συνοδεύτηκε με άλλες, όπως 69,81/ΕΟΚ, 70/189/ΕΟ, 71/141, 73/146, 75/409, 79/831 και πολυάριθμες τροποποιήσεις) [εναρμόνιση: Π.Δ. 329/1983, ΚΥΑ 279/1985].

Οδηγία 73/404/ΕΟΚ «Περί προσεγγίσεως των νομοθεσιών των κρατών μελών των αναφερομένων στα απορρυπαντικά».

Οδηγία 76/769/ΕΟΚ και 79/663 «Περιορισμοί στην κυκλοφορία και χρήση μερικών επικίνδυνων ουσιών και παρασκευασμάτων» [εναρμόνιση: Π.Δ. 445/1983].

Οδηγία 80/372/ΕΟΚ «Περί των χλωροφθορανθράκων στο περιβάλλον».

Οδηγία 82/501/ΕΟΚ «Καθορισμός μέτρων και περιορισμών για την αντιμετώπιση κινδύνων από ατυχήματα μεγάλης έκτασης που περικλείουν ορισμένες βιομηχανικές δραστηριότητες» [εναρμόνιση: ΚΥΑ 18187/272/24.2.1988, η οδηγία είναι γνωστή ως «Οδηγία Σεβέζο»].

Οδηγία 83/513/ΕΟΚ «Για τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους για τις απορρίψεις καδμίου».

Οδηγία 87/18/ΕΟΚ «Για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων σχετικά με την εφαρμογή των αρχών της ορθής εργαστηριακής πρακτικής και τον έλεγχο της εφαρμογής του κατά τις δοκιμές των χημικών ουσιών».

Οδηγία 87/216/ΕΟΚ «τροποποίηση της οδηγίας 82/501/ΕΟΚ» (με αυστηρότερες προδιαγραφές και αποθηκευμένες ποσότητες εύφλεκτων υλικών).

Οδηγία 88/320/ΕΟΚ «Σχετικά με τον έλεγχο και επιβεβαίωση της ορθής εργαστηριακής πρακτικής».

Οδηγία 88/610/ΕΟΚ «τροποποίηση της 82/501/ΕΟΚ ως προς το παράρτημα ΙΙ και προσθήκη νέου παραρτήματος για την ενημέρωση του κοινού σε περιπτώσεις ατυχημάτων μεγάλης έκτασης» [ΚΥΑ 77119/4607/1993 τροποποίηση και συμπλήρωση της 18187/1988 ΚΥΑ].

Οδηγία 92/43/ΕΟΚ για το δίκτυο NATURA 2000.

12.1.2 Διεθνείς Συμβάσεις

Διεθνής Θαλάσσιος Κώδικας IMDG που καθορίζει τις προδιαγραφές της διακίνησης δια θαλάσσης των επικίνδυνων εμπορευμάτων, τελευταία αναθεώρηση 35-100 και είναι υποχρεωτική από 1-1-2012.

Σύμβαση MARPOL 73/78 για την αποφυγή ρύπανσης της θάλασσας από πλοία, 1973, όπως αυτή τροποποιήθηκε από το σχετικό προς αυτή πρωτόκολλο του 1978.

Σύμβαση RAMSAR/1971 «Σύμβαση για τους Υγροτόπους Διεθνούς Σημασίας ως Ενδιαιτημάτων Υδροβίων Πουλιών».

Σύμβαση για την ασφάλεια εν πλω. The International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS).

Σύμβαση της Βέρνης για τη διατήρηση της άγριας ζωής και του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης (επικ. Ν. 1335/1983).

12.1.3 Ελληνική Νομοθεσία

- ΑΗΠ 13586/724/2006 (ΦΕΚ 383B/ 28.3.2006) «Μέτρα, όροι και περιορισμοί για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 91/689/ΕΟΚ «για τα επικίνδυνα απόβλητα» του Συμβουλίου της 12ης Δεκεμβρίου 1991. Αντικατάσταση της υπ' αριθμ. 19396/1546/1997 κοινή υπουργική απόφαση «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων» (Β 604)».
- ΑΗΠ 24944/1159/2006 (ΦΕΚ 791B/30.6.2006) «Έγκριση Γενικών Τεχνικών Προδιαγραφών για τη διαχείριση επικινδύνων αποβλήτων σύμφωνα με το άρθρο Υ.Α. 13586/724/2006 (ΦΕΚ 384B/28.3.2006) «Καθορισμός μέτρων, όρων και μεθόδων για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του θορύβου στο περιβάλλον, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2002/49/ΕΚ «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου» του Συμβουλίου της 25-6-2002».
- ΚΥΑ 114218/1997 (ΦΕΚ 1016 Β/1101997) «Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων».
- ΚΥΑ 13588/725/2006 «Μέτρα, όροι και περιορισμοί για την διαχείριση των επικινδύνων αποβλήτων».
- ΚΥΑ 29407/3508/2002 (ΦΕΚ 1572B 16-12-2002) «Μέτρα και όροι για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων».
- ΚΥΑ 37591/2031/2003 (ΦΕΚ 1419B/1-10-2003) «Μέτρα και όροι για τη διαχείριση ιατρικών αποβλήτων».
- ΚΥΑ 50910/2727/2003 (ΦΕΚ 1909B/22.12.2003) «Μέτρα και όροι για τη Διαχείριση Στερεών Αποβλήτων. Εθνικός και Περιφερειακός Σχεδιασμός Διαχείρισης».
- ΚΥΑ 8111.1/41/2009 (ΦΕΚ 412B/6.3.2009) «Μέτρα και όροι για τις λιμενικές εγκαταστάσεις παραλαβής αποβλήτων που παράγονται στα πλοία και καταλοίπων φορτίου σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της υπ' αριθμ. 2007/71/ΕΚ οδηγίας. Αντικατάσταση της υπ' αριθμ. 3418/07/2002 (ΦΕΚ 712B) Κοινής Υπουργικής Απόφασης «Μέτρα και όροι για τις λιμενικές εγκαταστάσεις παραλαβής αποβλήτων που παράγονται στα πλοία και καταλοίπων φορτίου».
- ΚΥΑ 8668/2007 (ΦΕΚ 287B' / 2.3.2007) «Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Επικινδύνων Αποβλήτων».

- N.1269/1982 (ΦΕΚ 89Α/ 21.7.1982) «Για την κύρωση της Δ.Σ. περί προλήψεως της ρύπανσης της θάλασσας από πλοία του 1973 και του πρωτοκόλλου του 71978, που αναφέρεται σ' αυτή τη σύμβαση».
- N.1650/1986 (ΦΕΚ 160Α/16-10-1986) «Για την προστασία του περιβάλλοντος».
- N.2252/1994 (ΦΕΚ 192Α/ 18.11.1994) «Κύρωση Δ.Σ. για την ετοιμότητα, συνεργασία και αντιμετώπιση της ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο, 1990 και άλλες διατάξεις».
- N.2939/2001 (ΦΕΚ 179Α/6.8.2001) «Συσκευασίες και εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων – Ίδρυση Εθνικού Οργανισμού Εναλλακτικής Διαχείρισης Συσκευασιών και Άλλων Προϊόντων (ΕΟΕΔΣΑΠ) και άλλες διατάξεις».
- N.3010/2002 (ΦΕΚ 91Α/25.4.2002) «Εναρμόνιση του Ν. 1650/1986 με τις Οδηγίες 97/11 Ε.Ε. και 96/61 ΕΕ, διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις θεμάτων για τα υδατορέματα και άλλες διατάξεις».
- N.3661/2008 (ΦΕΚ 89Α/19.5.2008) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις».
- ΠΔ 11/2002 (ΦΕΚ 6Α/21.1.2002) «Εθνικό Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης για την αντιμετώπιση περιστατικών ρύπανσης από πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες».
- ΠΔ 55/1998 (ΦΕΚ 58Α/ 20.4.1998) «Προστασία θαλάσσιου περιβάλλοντος».
- ΠΔ 82/2004 (ΦΕΚ 64Α/2.5.2004) «Αντικατάσταση της 98012/2001/1996 ΚΥΑ Καθορισμός μέτρων και όρων για τη διαχείριση των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων (Β40). Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των» Αποβλήτων Λιπαντικών Ελαίων (ΑΛΕ).
- ΠΔ 109/2004 (ΦΕΚ 75Α/5.3.2004) «Μέτρα και όροι για την εναλλακτική διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών. Πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείρισή τους».
- ΠΔ 115/2004 (ΦΕΚ 80Α/5.3.2004) «Αντικατάσταση της 73537/1438/1995 ΚΥΑ "Διαχείριση των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών που περιέχουν ορισμένες επικίνδυνες ουσίες" (Β 781) και 19817/2000 ΚΥΑ "Τροποποίηση της 73537/1995 ΚΥΑ κλπ" (Β 963). Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των χρησιμοποιημένων Ηλεκτρικών Στηλών και Συσσωρευτών».

- ΠΔ 117/2004 (ΦΕΚ 82Α/5.3.2004) «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις των Οδηγιών 2002/95 "σχετικά με τον περιορισμό της χρήσης ορισμένων επικίνδυνων ουσιών σε είδη ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού" και 2002/96 "σχετικά με τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού" του Συμβουλίου της 27ης Ιανουαρίου 2003"».
- Π.Δ. 1180/1981 (ΦΕΚ 293Α/ 6.10.1981) «Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γένει».